

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA



Dossier Public 1145

**MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE ET RÉSULTATS
D'UN LEVÉ GÉOCHIMIQUE DE MINÉRAUX
LOURDS EN ESTRIE, QUÉBEC (21E3, 4, 5, 6, 12)**

par

Y.T. Maurice¹ et M. Mercier²

Ottawa, 1985

¹Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario

²GÉOREX, Sherbrooke, Québec

TABLE DES MATIÈRES

Introduction

Remerciements

Note sur l'interprétation des résultats

Références

Appendice A - Méthodes d'analyse

- Tableau des résultats analytiques

Appendice B - Méthode de préconcentration des minéraux lourds au moyen d'une
drague à sluice

- Détails sur le déroulement des travaux en 1984

Appendice C - Méthode de séparation des minéraux lourds ou moyen d'un
séparateur à spirales

- Détails sur le déroulement des travaux en 1984

Cartes (échelle 1/250,000)

Localisation des échantillons

Distribution de l'or

Distribution de l'arsenic

Distribution du tungstène

Distribution du plomb

Distribution du cuivre

Distribution du zinc

Distribution du nickel

Distribution de l'argent

Distribution du chrome

Distribution du niobium

Distribution de l'étain

Distribution du rapport fer soluble/fer total

INTRODUCTION

Le levé géochimique de minéraux lourds décrit dans ce dossier a été effectué dans le cadre d'un programme de recherche géoscientifique mis sur pied par la Commission géologique du Canada dans l'espoir de contribuer à améliorer la situation économique en Estrie. Ce programme, connu sous le nom de Mesures fédérales relatives à l'amiante, a débuté en 1984 et a une durée prévue de trois ans.

Le levé géochimique de minéraux lourds a été effectué durant l'été 1984 sur une superficie d'environ 4500 km² comprenant les coupures SNRC 21E3, 4, 5, 6, et 12. Un des objectifs principaux du projet a été de mettre au point une technique d'échantillonnage et de concentration des minéraux lourds qui permettait de récupérer économiquement suffisamment de minéraux lourds pour effectuer des analyses chimiques pour plusieurs éléments dont l'or. Il nous fallait donc extraire, dans un temps relativement court, les minéraux lourds d'un volume important de sédiments de ruisseau.

La drague à sluice portative s'est avérée l'instrument idéal pour ce genre de travail. D'une part, elle permet d'obtenir un préconcentré maniable contenant suffisamment de minéraux lourds et d'autre part, à cause de son fonctionnement par succion, elle permet d'échantillonner des couches profondes de sédiments des ruisseaux produisant ainsi des échantillons plus représentatifs que s'ils étaient recueillis en surface surtout en ce qui a trait aux métaux précieux.

À partir des préconcentrés provenant de la drague à sluice, on a dû préparer des concentrés purs de minéraux lourds. À cause de leur masse, de 3 à 5 kg, les préconcentrés se prêtent mal au traitement par les liqueurs lourdes. Par contre, l'emploi d'un concentrateur à spirale a permis d'effectuer ce travail efficacement et économiquement.

Le lecteur trouvera en appendice tous les détails concernant les méthodes d'échantillonnage et de concentration des minéraux lourds utilisées dans ce projet.

Un second objectif du levé géochimique de minéraux lourds en Estrie était de produire des cartes de distribution de certains éléments que l'on retrouve communément dans les ruisseaux sous forme de minéraux lourds stables comme l'étain, le tungstène, le niobium, le tantale, le barium et l'or. Le but était de détecter des zones d'enrichissement susceptibles d'intéresser les compagnies minières à effectuer des travaux d'exploration détaillés. Dans le cas de l'or, on espérait en plus obtenir des données pouvant aider à expliquer l'origine des placers aurifères de la région.

Le chrome a été analysé dans le but d'évaluer l'importance et la direction du transport glaciaire et l'influence que pouvait avoir les différents processus quaternaires sur la concentration des éléments recherchés dans les concentrés de minéraux lourds. A titre expérimental, nous avons aussi dosé les éléments mobiles (Bi, As, Pb, Cu, Zn, Mo, Ni, Ag, Sb); leur interprétation requiert toutefois certaines précautions que nous aborderons brièvement plus bas.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Andrée Blais, Alain Dubé et Serge Gaudard pour leur participation aux travaux sur le terrain. Nous sommes très reconnaissants aux autorités du collège de Sherbrooke, en particulier à messieurs Gabriel Lacombe et Jean Charron, pour nous avoir permis d'utiliser les laboratoires du collège pour effectuer les travaux de séparation des minéraux lourds. On remercie également les professeurs Guy Jolicoeur et Bruno Landry et monsieur Jacques Gagnon pour leur collaboration exceptionnelle. Les analyses chimiques ont été effectuées par Bondar-Clegg & Company Ltd., Ottawa.

NOTE SUR L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Nous n'avons pas l'intention d'interpréter à fond les résultats du levé géochimique de minéraux lourds dans ce dossier. Toutefois, nous nous devons de faire part à l'usager de certaines observations que nous croyons pertinentes surtout dans le cas où celui-ci voudrait utiliser les résultats pour effectuer des travaux d'exploration plus détaillés.

En premier lieu, il est important de noter que les concentrations rapportées dans ce dossier correspondent à des concentrations d'éléments dans les concentrés de minéraux lourds et qu'on n'a pas tenté de recalculer les concentrations équivalentes dans les sédiments de ruisseaux en tenant compte des volumes originaux. Ceci a pour effet de produire des valeurs élevées mais possède l'avantage d'éliminer les variations dues uniquement à des différences dans l'abondance des minéraux lourds dans les sédiments des ruisseaux causées par des phénomènes purement hydrauliques. De telles variations reflètent en grande partie les conditions d'accumulation des minéraux lourds au endroits où les échantillons ont été prélevés dans le lit de chaque ruisseau et nuisent lorsqu'on tente de

comparer les valeurs d'un site à l'autre. Pour ceux qui voudraient obtenir un estimé des concentrations réelles des divers éléments dans les sédiments de ruisseaux à partir des analyses des minéraux lourds, le facteur est de l'ordre de 0,0005.

Dans leur ensemble, les minéraux lourds recueillis dans les ruisseaux proviennent des dépôts glaciaires et non pas directement de la roche sous-jacente en affleurement. On note également, à l'échelle de nos travaux, très peu de transport alluvionnaire des minéraux lourds dans les ruisseaux de sorte que les dispersions observées sont essentiellement des dispersions d'origine glaciaire. Les travaux des Shilts (1973) et McDonald et Shilts (1971) ont démontré l'ampleur du transport glaciaire dans cette région et nos résultats confirment leurs observations. Par exemple, on note des teneurs en chrome uniformément élevées à travers la région étudiée. Superposée à ce fond, on note une crête de valeurs supérieures à 10% Cr qui se situe parallèlement à la bande de serpentine, d'où provient la chromite, à environ 50 km ou sud-est de celle-ci. Cette crête correspond à la position d'un front glaciaire stationnaire (McDonald, 1969) et s'est produite par un effet de "convoyeur" durant la phase de retrait du glacier. Il est intéressant de constater que les concentrations en chrome sont de plus en plus erratiques à mesure que l'on s'approche de la bande de serpentine. On aperçoit une traînée négative en chrome vers le sud-est à partir du mont Mégantic ce qui confirme la direction de glaciation déjà établie pour cette région. On note également une traînée positive en niobium, orientée de la même façon, et qui semble débiter sur le mont Mégantic.

Dans le cas du tungstène, la zone d'enrichissement détectée en bordure des granites dévoniens dans les cantons de Barnston, Barford et particulièrement Hereford, est sans doute reliée à l'auréole de métamorphisme thermique autour de ces granites. Les minéraux de tungstène recueillis lors de l'échantillonnage proviennent sans doute aussi des dépôts glaciaires, mais parce que la zone d'enrichissement se trouve à la tête d'une traînée de dispersion qui s'étend probablement sur une bonne distance au sud de la frontière internationale, on considère que les anomalies du côté canadien sont très locales. Cette situation est intéressante du point de vue exploration et le devient encore plus si on tient compte de l'intensité de certaines des anomalies. Les anomalies ponctuelles au nord de la zone principale sont aussi intéressantes à cause de leur association possible aux petites intrusions granitiques de cette région. Dans le secteur du mont

Mégantic, l'origine des anomalies en tungstène est plus incertaine. Quoiqu'on ne puisse écarter complètement la possibilité d'une source locale, il semble plus plausible que ces anomalies font partie d'une traînée glaciaire dont l'origine se trouverait au nord-ouest du mont Mégantic possiblement au voisinage du granite de Scotstown.

Les distributions des éléments mobiles sont contrôlées non seulement par les processus de dispersion glaciaire mais sont aussi dépendantes du degré d'oxydation et de lixiviation des dépôts glaciaires et alluvionnaires échantillonnés. Lorsque les éléments mobiles sont présents dans les minéraux lourds de dépôts non-oxydés, ils le sont généralement sous forme de grains de sulfures. Si toutefois les dépôts sont oxydés, les sulfures qui s'y trouvaient ont été détruits et les éléments mobiles libérés. Ceux-ci peuvent avoir été lixiviés par les eaux d'infiltration ou retenus par les hydroxydes de fer provenant de l'oxydation des sulfures, surtout de la pyrite, ou encore absorbés aux phyllosilicates de la fraction argileuse des dépôts (voir Shilts 1975, 1984). Il est donc important d'interpréter les résultats analytiques des éléments mobiles dans les minéraux lourds par rapport au degré d'oxydation et de lixiviation des dépôts échantillonnés.

Dans la présente étude, on a tenté d'estimer la probabilité que les éléments mobiles aient pu avoir été retenus sous forme de grains de sulfures ou absorbés aux hydroxydes en mesurant la quantité de pyrite et d'hydroxydes de fer dans chaque échantillon. Une mesure très approximative de cette quantité est obtenue en calculant le pourcentage de fer soluble dans un mélange d'acides nitrique et chlorhydrique chauds par rapport à la quantité totale de fer. Ce mélange d'acides dissout les hydroxydes et les sulfures mais n'affecte pas les autres minéraux lourds ferrières tels que l'hématite, la chromite, l'ilménite et la magnétite.

On note une zone étendue dans la partie sud-ouest de la région étudiée où la proportion de fer soluble par rapport à la quantité totale de fer est supérieure à 10%. Cette zone représente une région où les dépôts glaciaires contiennent passablement de sulfures ou d'hydroxydes soit parcequ'ils proviennent de sources riches en sulfures et hydroxydes ou qu'ils ont été affectés moins intensément par les processus d'oxydation et de lixiviation post-glaciaires. Il est en effet possible que les dépôts glaciaires de cette zone soient plus argileux et que de ce fait ils aient été moins sujets à l'oxydation et à la lixiviation que d'autres dépôts glaciaires dans d'autres parties de la région étudiée. On sait que durant la période précédant

la dernière glaciation, des argiles ont été déposées dans le lac Greyhurst au nord de ce secteur (McDonald et Shilts, 1971, figure 3) et que ces argiles ont pu être incorporées au till durant la dernière phase glaciaire.

On remarque dans la zone contenant des minéraux de fer soluble, des traînées d'éléments mobiles orientées parallèlement à la direction d'écoulement glaciaire et qui semblent prendre source dans la région des gisements de sulfures au sud de Sherbrooke. C'est le cas en particulier pour l'argent, le plomb et le cuivre. Le zinc montre aussi une traînée similaire mais son intensité est faible ce qui reflète sa plus grande sensibilité aux processus d'oxydation et de lixiviation.

On note d'autres anomalies, souvent ponctuelles, en éléments mobiles à plusieurs endroits dans la région étudiée. En général, ces anomalies correspondent à des zones où on note une bonne concentration en minéraux de fer solubles et appartiennent sans doute à des traînées glaciaires plus ou moins évidentes. Dans le cas de l'argent toutefois, on remarque des anomalies qui coïncident avec les anomalies en or; ceci reflète la présence d'argent dans les particules d'or natif. Au sud-est du mont Mégantic, on remarque une anomalie ponctuelle en plomb-argent-or qui n'a pas les mêmes caractéristiques que les autres anomalies de la région. Il serait prudent d'examiner cette anomalie plus en détail.

L'arsenic et le nickel montrent de bonnes corrélations avec le fer soluble dans les échantillons. Ceci porte à croire que ces deux éléments sont enrichis assez uniformément dans la pyrite de la région quelle que soit sa source.

Distribution de l'or

Dans les bassins des rivières Coaticook, Moe et Ascot, on remarque une traînée d'or qui est orientée de la même façon et qui coïncide largement avec les traînées glaciaires des éléments mobiles qu'on a interprété comme provenant des gisements de sulfures au sud de Sherbrooke. Ceci nous incite à croire que ces mêmes gisements, qui sont aurifères (Harron, 1976), sont aussi la source d'un enrichissement en or des tills des bassins de ces rivières. Des processus chimiques post-dépositionnels auraient par la suite mobilisé et concentré cet or pour former les particules d'or natif que l'on retrouve dans les placers de ces rivières.

Il est intéressant de noter qu'avec les méthodes d'échantillonnage et de séparation des minéraux lourds utilisées dans ce projet, on est parvenu à retracer à

peu près tous les placers d'or connus de la région (Chalmers, 1898, McGerrigle, 1935, LaSalle, 1980). En plus, plusieurs autres anomalies en or d'intensité semblable à celles reliées aux placers connus, ont été détectées à des endroits où aucune exploitation historique n'avait été reportée.

La carte de distribution d'or qui accompagne ce rapport montre que les anomalies qui correspondent à des placers connus le long des rivières Eaton et Eaton Nord et au nord de East Angus du côté est de la bande des monts Stokes ainsi que d'autres anomalies au nord-ouest de ces monts semblent former une traînée orientée selon la direction d'écoulement glaciaire, dont l'origine se situerait au nord ou au nord-ouest de la région étudiée. Cette source pourrait bien être un (des) gisement(s) de sulfures. Le peu d'anomalies en éléments mobiles et en fer soluble le long de cette traînée peut indiquer que les dépôts glaciaires sont beaucoup plus oxydés et lixiviés dans cette région que dans le secteur des rivières Coaticook, Moe et Ascot.

Les placers le long de la rivière Ditton et du ruisseaux Mining pourraient aussi faire partie de cette même traînée en supposant une déviation des glaciers vers l'est à l'approche des hautes terres le long de la frontière internationale.

Outre les anomalies faisant partie des traînées d'origine glaciaire décrites précédemment, on note des valeurs de fond en or uniformément élevées (1 à 10 ppm) au sud-est de la bande des monts Stokes et appréciablement plus basses (<1 ppm) au nord-ouest de celle-ci. D'autres études seront effectuées pour déterminer si ces différences sont reliées aux caractères géochimiques des roches des synclinoriums de Saint-Victor et de Gaspé-Connecticut Valley ou à un apport vers le sud-est de détritiques plus aurifère en provenance des monts Stokes.

Notons en dernier lieu que selon notre interprétation, les traînées de dispersion des éléments mobiles et de l'or ont été déposées sous forme de rubans allongés vers le sud-est durant des avancées glaciaires tandis que la crête d'enrichissement en chrome, qui est orientée NE-SO, se serait développée le long d'un front stationnaire lors de la phase de retrait du glacier. Ces différences d'origine expliquent les différences morphologiques de ces deux types d'anomalies.

RÉFÉRENCES

Chalmers, R.

- 1898: Report on the surface geology and auriferous deposits of south-eastern Quebec; Geological Survey of Canada, Annual Report, new series v. 10, rep. J, 160 p.

Harron, G.H.

- 1976: Métallogénèse des gîtes de sulfures des Cantons de l'est; ministère des Richesses naturelles du Québec, rapport ES-27, 42 p.

LaSalle, P.

- 1980: L'or dans les sédiments meubles: formation des placers, extraction et occurrences dans le sud-est du Québec; ministère de l'Énergie et des ressources, DPV-745, 26 p.

McDonald, B.C.

- 1969: Surficial geology of La Patrie-Sherbrooke area, Quebec, including Eaton River watershed; Geological Survey of Canada, Paper 67-52, 21 p.

McDonald, B.C. et Shilts, W.W.

- 1971: Quaternary stratigraphy and events in Southeastern Quebec; Geological Society of America Bulletin, v. 82, p. 683-698.

McGerrigle, H.W.

- 1935: Mount Megantic area, Southeastern Quebec, and its placer gold deposits; Quebec Bureau of Mines, Annual report, Part D, p. 63-104.

Shilts, W.W.

- 1973: Glacial dispersal of rocks, minerals, and trace elements in Wisconsinian till, Southeastern Quebec, Canada; Geological Society of America, Memoir 136, p. 189-219.
- 1975: Principles of geochemical exploration for sulphide deposits using shallow samples of glacial drift; Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, v. 68, no. 757, p. 73-80.
- 1984: Till geochemistry in Finland and Canada; J. Geochem. Exploration, v. 21, p. 95-117.

APPENDICE A

TABLEAU DES RÉSULTATS ANALYTIQUES

APPENDICE A

MÉTHODES D'ANALYSES

Analyse de l'or

Afin de minimiser le problème d'homogénéité des échantillons (l'effet de pépite) qu'on associe souvent aux analyses d'or, on a utilisé la méthode d'analyse connue sous le nom de "metal sieve analysis". Cette méthode consiste en un broyage contrôlé de chaque échantillon au complet suivi d'un tamisage à 0,08 mm. Notons que la masse de chaque échantillon au départ (après avoir soustrait la magnétite et effectué la division au séparateur mécanique – voir appendice C) se situe en moyenne entre 10 et 20 grammes et que plus de 90% des grains tombent entre les tamis 0,080 mm et 0,315 mm.

Après le broyage contrôlé et le tamisage, on procède à deux préconcentrations d'or par pyroanalyse; la première s'applique à une quantité fixe de poudre passant le tamis (-0,08 mm) et la seconde, à la fraction grossière (+0,08 mm) en entier, celle qui doit contenir toutes les particules d'or natif d'une certaine dimension (pépites) contenues dans l'échantillon. On effectue ensuite une mesure instrumentale séparément sur chacun des concentrés; dans le cas présent, on a utilisé l'absorption atomique. Le résultat final est calculé à partir de la teneur en or de la fraction fine à laquelle on ajoute la teneur de la fraction grossière redistribuée sur la masse totale de l'échantillon initial.

Pour l'analyse de la fraction fine, on a utilisé comme quantité fixe, 5 grammes. Il aurait été sans doute préférable d'utiliser une masse plus élevée, mais la teneur élevée en chrome des échantillons posait certains problèmes à la pyroanalyse.

Autres éléments

Les autres éléments ont été analysés de façon régulière en utilisant une décomposition aux acides nitrique et chlorhydrique suivie de mesures des concentrations à l'absorption atomique pour le Bi, le Pb, le Cu, le Zn, le Mo, le Ni, l'Ag et le Fe soluble. On a utilisé la fluorescence X, méthode des poudres comprimées, pour les analyses de Cr, Nb, Sb, Sn, Ta et Ba. Notez toutefois que certaines irrégularités avec les analyses de Ba nous empêchent d'en présenter les résultats dans ce dossier. Le Fe total a été déterminé en utilisant une fusion au peroxyde de sodium dans des creusets de nickel avec mesures au spectromètre d'émission de plasma à courant continu (DCP-ES) et on a utilisé des méthodes colorimétriques pour les analyses du W et de l'As après décomposition des échantillons aux acides nitrique-perchlorique et par frittage au carbonate respectivement.

ECHANTILLON	AU PPM	BI PPM	AS PPM	W PPM	PB PPM	CU PPM	ZN PPM	MO PPM	NI PPM	AG PPM	CR PC	NB PPM	SB PPM	SN PPM	TA PPM	FE S PC	FE T PC
21E04841002	0.02	<1	296	2	101	39	54	<1	63	0.2	5.61	75	<1	10	<3	8.3	38.40
21E04841003	1.71	<1	224	2	55	30	47	2	54	0.2	9.35	74	<1	26	4	7.2	38.30
21E04841005	0.03	<1	300	4	91	26	55	<1	66	0.2	5.06	77	<1	3	6	8.9	38.35
21E04841007	1.40	<1	256	2	48	27	50	<1	74	0.2	5.72	91	<1	9	<3	9.1	42.60
21E04841008	0.02	<1	328	<2	58	30	44	<1	86	0.3	7.04	57	<1	<1	17	10.1	46.20
21E04841009	<0.01	<1	416	<2	137	86	71	<1	89	0.3	3.21	51	<1	1	8	15.0	46.90
21E04841010	0.14	<1	96	6	30	19	33	<1	33	0.1	5.48	131	<1	8	3	4.8	36.20
21E04841011	2.78	<1	236	3	56	23	47	<1	58	0.1	7.94	103	<1	4	10	7.9	41.65
21E04841013	1.41	<1	432	8	41	31	41	1	110	0.5	3.25	74	<1	4	<3	20.0	38.60
21E04841014	<0.01	<1	19	8	10	7	24	<1	13	<0.1	5.44	148	<1	4	7	2.5	30.30
21E04841015	1.67	<1	132	8	42	50	57	<1	41	0.2	5.43	133	<1	13	5	5.8	38.80
21E04841016	127.83	<1	490	4	172	85	84	1	151	1.7	6.55	66	<1	6	<3	24.0	39.50
21E04841017	0.32	<1	144	5	321	63	41	1	46	0.2	4.85	137	<1	41	15	7.8	40.65
21E04841018	2.29	<1	31	4	15	6	20	<1	15	<0.1	9.38	145	<1	5	13	2.4	33.40
21E04841019	242.30	<1	82	8	101	32	32	<1	26	2.6	5.99	152	<1	30	7	4.3	34.10
21E04841020	0.15	<1	108	4	29	15	30	<1	37	<0.1	7.25	124	<1	16	6	5.6	38.00
21E04841022	35.61	<1	256	8	387	43	42	2	79	0.5	6.97	93	<1	46	19	10.5	46.30
21E04841023	0.05	<1	264	20	40	25	54	1	60	0.1	2.79	86	<1	3	6	8.3	40.20
21E04841025	0.06	<1	138	12	38	21	45	<1	41	0.5	3.14	117	<1	17	<3	6.0	36.80
21E04841026	3.36	<1	124	75	145	40	49	1	47	0.1	4.48	95	17	27	6	6.6	33.90
21E04841028	6.66	<1	55	280	21	9	21	<1	18	<0.1	4.98	138	<1	<1	8	2.5	32.50
21E04841029	0.20	<1	61	90	33	12	54	<1	26	0.1	2.77	111	<1	<1	8	3.6	30.80
21E04841030	0.03	<1	4	240	10	3	32	<1	11	<0.1	0.56	134	<1	<1	21	1.4	30.40
21E04841031	3.57	<1	5	<2	8	4	17	<1	8	<0.1	4.27	183	<1	21	20	1.5	35.80
21E04841032	0.01	<1	16	400	10	7	35	<1	13	0.1	0.72	147	<1	4	29	2.0	30.70
21E04841033	<0.01	1	9	1200	7	3	22	<1	12	0.1	3.58	155	<1	3	5	1.8	33.50
21E04841034	<0.01	<1	9	16	16	7	30	1	12	0.1	0.95	192	<1	8	16	1.9	29.40
21E04841035	0.01	<1	8	825	136	27	41	<1	10	0.3	0.37	103	45	230	5	2.3	27.95
21E04841037	<0.01	<1	9	1200	54	9	25	1	12	<0.1	0.30	86	<1	57	<3	2.2	26.70
21E04841038	0.32	<1	118	2	24	15	29	<1	38	0.5	7.07	135	<1	13	<3	5.2	40.80
21E04841039	<0.01	<1	11	12	13	12	26	1	15	<0.1	8.39	146	<1	12	6	3.1	32.30
21E04841042	0.03	<1	232	<2	37	18	42	<1	52	0.1	7.57	71	<1	11	8	7.0	39.50
21E04841043	5.33	<1	112	4	69	13	28	<1	40	<0.1	9.27	128	<1	3	<3	4.8	39.20
21E04841044	7.48	<1	121	2	183	20	28	<1	46	0.1	9.18	110	<1	21	20	5.6	36.60
21E04841045	0.04	<1	194	12	45	26	43	1	59	<0.1	4.15	94	<1	12	6	7.9	38.50
21E04841046	45.20	<1	108	4	56	26	36	1	37	0.3	7.69	127	<1	14	19	5.2	34.40
21E04841047	0.09	<1	75	8	58	27	32	<1	26	0.3	7.43	143	<1	27	19	4.5	39.00
21E04841048	<0.01	<1	37	16	11	12	23	<1	2	<0.1	6.65	114	<1	5	16	3.6	34.50
21E04841050	<0.01	<1	50	600	60	17	33	<1	20	3.2	4.64	141	<1	5	<3	2.6	33.90
21E04841051	0.64	<1	3	220	16	8	16	<1	8	0.2	6.29	223	<1	9	62	1.6	29.80
21E04841052	6.71	3	12	463	21	9	15	1	11	<0.1	3.85	179	<1	9	43	2.0	29.85
21E04841054	5.73	4	36	130	11	12	22	1	15	0.2	6.08	172	<1	7	16	2.6	36.80
21E04841055	8.61	14	18	70	14	8	19	<1	13	1.6	4.34	230	<1	10	14	2.2	33.30
21E04841057	70.68	4	376	130	46	68	40	1	102	1.5	2.08	75	<1	<1	6	28.0	41.20
21E04841058	0.54	<1	130	240	71	38	35	2	46	0.6	7.02	122	<1	7	4	6.3	34.00
21E04841059	1.68	<1	91	<2	33	35	44	1	48	0.4	5.03	105	<1	13	18	7.5	38.90
21E04841060	3.90	<1	82	12	20	15	25	1	32	0.2	5.23	167	<1	28	5	6.5	37.30
21E04841062	0.26	<1	112	<2	22	17	37	1	42	0.1	5.83	116	<1	2	3	5.9	36.05
21E04841064	0.02	<1	192	2	36	34	57	1	67	0.2	3.60	90	<1	6	<3	9.4	36.10

ECHANTILLON	AU PPM	BI PPM	AS PPM	W PPM	PB PPM	CU PPM	ZN PPM	MO PPM	NI PPM	AG PPM	CR PC	NB PPM	SB PPM	SN PPM	TA PPM	FE S PC	FE T PC
21E04841065	3.48	<1	53	12	37	20	23	<1	20	<0.1	7.29	175	<1	23	3	3.7	38.70
21E04841067	175.72	<1	260	<2	101	55	25	<1	58	1.2	8.96	108	<1	15	18	10.0	38.80
21E04841068	125.95	1	665	2	284	124	92	2	143	1.6	5.55	80	<1	5	7	23.0	41.30
21E04841070	1.73	<1	8	2	16	10	27	<1	10	0.1	3.50	211	<1	22	7	1.7	39.60
21E04841071	0.12	IS	IS	4	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
21E04841072	3.89	1	204	26	36	25	42	1	43	2.4	5.57	116	<1	19	<3	6.2	40.85
21E04841074	5.91	<1	220	2	87	55	71	1	68	1.0	7.11	98	<1	7	<3	12.5	41.70
21E04841075	43.13	<1	200	19	290	66	58	1	68	1.0	5.14	81	<1	49	<3	16.8	41.50
21E04841077	6.34	<1	10	130	12	9	29	<1	13	<0.1	6.35	153	<1	12	7	1.7	31.00
21E04841078	<0.01	<1	190	<2	30	24	44	1	52	0.3	7.70	118	<1	15	10	6.2	38.80
21E04841080	0.99	<1	3	950	22	6	34	1	12	0.2	8.56	166	<1	12	8	1.4	36.30
21E04841082	1.72	<1	59	24	40	18	28	<1	35	0.3	5.81	154	<1	13	15	6.2	37.90
21E04841083	1.97	<1	264	4	34	29	46	1	81	0.6	2.50	110	<1	6	10	18.0	43.60
21E04841084	0.94	1	36	3	58	11	30	1	20	0.2	5.85	173	<1	20	22	3.1	36.95
21E04841087	13.21	2	260	8	129	207	52	<1	55	0.8	7.17	98	<1	122	8	8.8	40.50
21E04841088	51.30	<1	880	4	286	133	88	2	129	2.0	2.29	52	<1	7	18	33.0	41.30
21E04841089	26.52	<1	64	<2	69	29	37	1	23	0.5	7.76	136	<1	62	15	3.3	37.00
21E04841090	5.56	2	480	<2	198	59	52	1	135	2.1	2.56	89	<1	1	19	27.5	40.90
21E04841091	12.25	2	81	8	27	29	36	1	36	0.4	4.57	162	<1	6	5	5.6	36.70
21E04841092	20.98	2	272	2	104	55	64	2	100	1.4	3.93	96	<1	<1	9	17.0	38.10
21E04841093	5.65	<1	2	2	11	3	20	1	5	<0.1	5.95	208	<1	27	10	1.5	33.00
21E04841094	3.99	<1	182	2	36	38	59	1	72	0.6	5.74	131	<1	5	<3	10.2	38.70
21E04841095	0.40	1	360	9	51	39	76	1	91	0.8	3.39	79	<1	8	7	11.1	40.35
21E04841097	193.64	<1	43	8	24	11	30	1	27	1.1	8.89	135	<1	22	5	3.4	34.80
21E04841098	0.24	<1	90	8	20	22	35	1	40	0.2	7.76	141	<1	15	15	5.4	38.60
21E04841099	0.42	<1	6	240	89	5	26	1	12	0.1	6.65	183	<1	18	15	2.1	32.70
21E04841100	1.22	<1	99	2	108	22	49	1	40	0.2	4.45	141	<1	14	14	7.0	35.10
21E04841102	0.90	<1	2	2	26	3	26	1	11	0.2	6.81	204	<1	17	24	1.8	35.40
21E04841103	3.35	<1	63	4	51	13	40	1	26	0.1	9.23	122	<1	<1	8	4.0	33.80
21E04841104	29.44	<1	280	<2	304	50	59	1	66	0.2	7.63	132	<1	69	5	9.4	36.90
21E04841105	0.02	<1	368	2	56	51	61	2	87	0.3	5.07	92	<1	2	10	15.5	36.20
21E04841106	69.96	<1	88	<2	17	17	36	3	33	0.5	11.90	99	<1	7	7	5.6	33.00
21E04841107	0.14	<1	672	2	119	100	165	2	135	1.4	3.19	75	<1	5	12	25.0	41.20
21E04841108	1.08	<1	23	3	13	9	29	1	21	<0.1	8.28	166	<1	20	13	2.7	37.15
21E04841111	0.49	<1	14	8	8	7	19	1	14	<0.1	6.40	171	<1	18	7	1.7	38.40
21E04841112	0.04	<1	76	4	116	68	34	1	32	<0.1	9.38	122	<1	47	16	3.5	35.00
21E04841113	10.77	1	72	7	30	15	30	1	29	0.1	7.92	161	<1	20	11	4.1	36.90
21E03841115	0.02	<1	7	4	13	6	20	1	10	<0.1	4.56	179	<1	10	22	1.8	36.00
21E03841116	30.99	<1	254	8	62	15	40	1	49	<0.1	10.12	93	<1	6	17	10.2	39.30
21E03841117	73.61	2	584	8	415	73	45	1	68	0.9	8.28	89	<1	7	<3	13.5	42.00
21E03841118	0.10	<1	93	12	25	15	26	1	31	<0.1	8.79	141	<1	22	10	3.9	36.60
21E03841119	14.36	<1	328	3	41	12	25	1	34	2.6	8.42	129	<1	26	19	5.2	35.25
21E03841120	8.74	<1	152	22	49	81	36	1	41	0.2	12.62	108	<1	66	6	6.2	36.40
21E03841124	8.82	<1	352	<2	33	23	31	1	61	0.4	6.15	79	<1	8	21	9.0	42.10
21E03841125	0.28	<1	224	2	41	18	38	1	52	<0.1	5.77	97	<1	6	<3	6.8	37.30
21E03841126	0.01	<1	122	4	65	17	23	1	37	0.1	8.43	138	<1	18	20	5.5	36.00
21E03841127	<0.02	<1	75	4	20	9	21	<1	24	<0.1	9.18	139	<1	48	<3	3.3	34.10
21E06841128	0.65	<1	16	21	10	8	21	<1	14	<0.1	9.37	173	<1	14	18	2.0	34.05
21E06841130	3.07	<1	83	9	18	10	24	<1	20	0.1	12.27	128	<1	13	8	2.9	36.00

ECHANTILLON	AU PPM	BI PPM	AS PPM	W PPM	PB PPM	CU PPM	ZN PPM	MO PPM	NI PPM	AG PPM	CR PC	NB PPM	SB PPM	SN PPM	TA PPM	FE S PC	FE T PC
21E06841132	0.44	<1	8	6	11	6	15	1	9	<0.1	6.07	154	<1	18	18	1.9	36.95
21E06841134	3.76	<1	3	24	6	3	19	1	8	<0.1	12.24	118	<1	15	18	1.7	32.80
21E06841135	2.89	<1	75	6	13	11	25	1	30	0.1	7.61	141	<1	11	27	4.3	36.60
21E06841138		IS	IS	<2	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
21E06841139	1.46	<1	11	2	13	16	21	2	11	0.1	7.98	153	<1	18	10	2.2	33.60
21E06841140	57.39	<1	64	4	102	12	19	2	24	0.3	8.04	160	<1	15	13	2.9	34.90
21E06841142	71.02	1	76	3	41	9	16	1	23	0.3	8.68	147	<1	16	10	3.7	39.15
21E06841144	220.72	<1	148	4	35	10	21	1	41	1.9	8.86	124	<1	37	<3	6.2	40.60
21E06841145	0.31	<1	134	4	72	16	22	2	45	0.1	9.22	130	<1	14	<3	6.2	40.90
21E06841146	0.75	<1	23	8	29	24	17	2	16	16.6	7.60	162	<1	19	14	2.5	37.70
21E06841148	0.03	<1	300	60	69	34	45	2	93	0.3	8.60	95	<1	12	15	13.0	39.10
21E06841149	0.96	<1	33	22	36	7	18	1	15	0.1	3.49	251	<1	11	13	2.1	38.95
21E06841151	0.70	1	49	4	33	10	20	1	23	0.1	10.18	140	<1	12	8	2.4	36.20
21E06841152	1.08	<1	63	28	13	9	26	1	21	<0.1	7.77	221	<1	12	24	2.6	35.70
21E06841153	0.01	<1	<2	12	10	3	18	1	7	<0.1	7.03	185	<1	28	9	1.8	36.10
21E06841154	0.31	<1	20	12	10	15	11	1	25	0.1	2.83	238	<1	20	5	1.9	39.60
21E06841155	0.02	<1	182	32	316	40	45	2	68	0.7	6.71	131	<1	9	12	8.0	38.60
21E06841156	2129.00	<1	51	28	48	17	14	1	17	7.0	8.07	175	<1	80	18	2.2	39.60
21E06841157	3.05	<1	<2	2	38	3	15	2	5	0.1	7.83	213	<1	13	21	0.8	31.90
21E06841159	0.80	<1	8	2	8	6	15	<1	11	<0.1	10.43	130	<1	19	23	1.7	36.00
21E06841160	0.61	<1	3	2	8	7	16	1	7	<0.1	12.36	151	<1	15	12	1.2	32.00
21E06841162	4.00	<1	42	2	12	8	1	2	21	<0.1	9.64	135	<1	30	7	2.6	38.05
21E06841164	9.71	<1	84	12	35	17	21	1	34	0.2	6.49	167	<1	5	24	3.6	39.40
21E06841165	43.42	<1	31	8	28	7	18	1	17	0.4	9.94	152	<1	24	<3	2.5	36.80
21E06841166	2.40	<1	70	2	121	11	20	2	27	0.2	10.89	114	<1	26	26	3.5	36.90
21E06841167	22.26	<1	66	4	16	10	14	2	22	0.4	5.33	192	<1	16	6	3.3	38.30
21E06841168	71.00	<1	76	16	16	11	19	2	24	0.4	10.45	138	<1	14	22	3.6	37.70
21E06841169	6.37	<1	3	4	23	5	16	2	7	0.1	6.80	172	<1	22	15	1.3	34.20
21E06841170	0.11	<1	2	8	24	4	13	1	7	0.1	8.29	179	<1	6	<3	1.3	36.00
21E06841171	<0.03	IS	296	2	112	22	57	2	47	0.1	7.60	94	<1	42	5	8.8	38.40
21E06841172	6.15	<1	124	6	32	22	27	2	34	0.1	7.08	139	<1	20	17	4.3	38.70
21E06841174	43.88	<1	17	9	32	12	18	2	13	0.2	13.10	111	<1	11	19	2.0	33.05
21E06841176		IS	1	23	50	641	16	23	2	17	2.3	IS	IS	IS	IS	2.2	27.50
21E06841177	0.77	<1	2	180	21	5	19	2	7	<0.1	3.59	377	<1	18	18	1.3	33.80
21E06841179	13.30	2	17	380	1436	21	19	2	13	<0.1	5.24	271	<1	14	28	1.6	31.25
21E06841182	0.04	<1	154	12	52	13	24	1	35	<0.1	6.26	151	<1	11	5	4.3	37.40
21E06841183	<0.02	<1	18	360	15	9	17	2	14	<0.1	1.00	345	<1	27	35	1.9	33.90
21E06841184	1.47	<1	25	240	120	9	17	2	13	<0.1	2.03	373	<1	8	30	1.9	33.50
21E06841185	2.30	<1	2	12	10	3	15	<1	6	<0.1	0.66	333	<1	6	28	1.1	37.30
21E06841186	<0.01	<1	2	2	5	3	11	1	5	<0.1	0.81	298	<1	9	14	0.8	38.90
21E06841187	<0.01	<1	3	40	5	3	15	2	7	<0.1	0.63	333	<1	22	35	1.1	37.10
21E06841188	23.08	<1	2	40	2	3	19	1	4	0.1	0.02	229	<1	<1	21	1.5	36.20
21E06841189	0.08	<1	<2	8	16	3	15	1	5	<0.1	0.13	232	<1	1	21	1.4	35.70
21E06841190	0.56	<1	36	180	247	180	27	2	29	<0.1	10.37	127	<1	3	27	3.4	31.80
21E06841192	<0.01	1	4	8	9	3	14	<1	8	<0.1	0.26	203	<1	2	11	1.3	35.40
21E06841193	0.02	<1	<2	28	10	2	23	2	5	<0.1	7.76	196	<1	12	14	1.2	31.10
21E06841194	2.07	<1	<2	34	8	3	19	2	5	<0.1	6.75	222	<1	10	17	1.1	35.36
21E06841196	19.66	1	6	260	5	4	27	2	8	<0.1	14.96	192	<1	12	7	1.4	29.80
21E06841197	3.70	<1	<2	36	4	3	12	1	7	<0.1	3.66	253	<1	<1	17	1.0	35.80

ECHANTILLON	AU PPM	BI PPM	AS PPM	W PPM	PB PPM	CU PPM	ZN PPM	MO PPM	NI PPM	AG PPM	CR PC	NB PPM	SB PPM	SN PPM	TA PPM	FE S PC	FE T PC
21E06841198	0.90	<1	<2	24	3	3	11	1	5	<0.1	0.25	314	<1	6	19	0.8	39.90
21E06841199	<0.01	2	4	45	21	8	15	2	6	<0.1	0.13	288	<1	28	15	1.3	38.30
21E06841200	<0.01	<1	47	12	22	16	22	1	19	<0.1	2.51	236	<1	12	8	2.8	36.10
21E06841202	0.02	<1	66	4	157	54	33	1	31	<0.1	7.74	145	<1	26	5	4.2	34.50
21E06841203	2.25	<1	78	50	26	19	25	<1	29	<0.1	6.82	173	<1	8	8	3.8	37.10
21E06841204	1.67	<1	7	32	59	3	19	2	8	<0.1	11.19	154	<1	5	8	1.5	34.70
21E06841205	18.96	<1	46	16	83	10	20	1	16	<0.1	11.01	139	<1	24	4	2.6	36.30
21E06841206	3.24	<1	17	55	18	5	21	1	12	<0.1	11.29	146	<1	7	16	2.1	34.60
21E06841207	0.05	<1	11	13	7	7	19	1	11	<0.1	1.29	326	<1	23	29	1.6	37.00
21E06841209	<0.01	<1	4	3	8	3	15	1	6	<0.1	2.98	264	<1	17	22	1.5	36.70
21E06841211	3.28	<1	176	40	54	31	39	1	61	0.2	10.62	117	<1	10	20	8.8	34.60
21E06841212	<0.01	<1	3	2	9	3	21	<1	4	<0.1	7.33	201	<1	15	22	1.5	37.30
21E06841213	0.01	<1	4	12	14	3	20	<1	5	<0.1	7.03	200	<1	6	3	1.6	35.90
21E06841214	3.35	<1	4	5	15	3	20	1	4	<0.1	8.25	192	<1	11	21	1.5	35.80
21E06841217	3.00	<1	3	4	16	3	20	1	5	<0.1	11.94	145	<1	19	12	1.8	38.10
21E06841218	6.37	<1	<2	8	12	2	19	1	7	0.1	10.88	160	<1	11	20	2.0	36.90
21E06841219	3.01	<1	<2	4	17	3	17	1	5	<0.1	8.74	172	<1	22	17	1.6	38.70
21E06841220	1.34	<1	33	2	19	11	24	1	19	<0.1	9.71	152	<1	17	19	2.7	35.90
21E06841222	1.24	<1	20	<2	21	8	22	1	14	0.1	14.61	90	<1	23	13	2.2	35.50
21E06841223	28.97	<1	3	2	17	3	19	<1	7	0.8	12.47	136	<1	6	12	1.5	33.50
21E05841224	4.63	<1	2	2	21	4	27	<1	10	<0.1	8.85	145	<1	17	11	1.3	33.00
21E05841225	0.10	<1	63	<2	52	34	45	1	45	<0.1	6.63	148	<1	5	23	4.7	36.50
21E05841226	7.75	3	312	2	130	255	130	7	168	1.1	10.04	69	<1	<1	<3	18.5	34.90
21E05841227	18.40	<1	58	4	89	33	31	1	37	0.3	11.61	113	<1	18	24	3.6	32.90
21E05841228	0.83	<1	517	1	243	472	283	8	359	1.3	4.15	43	<1	4	15	31.8	39.57
21E05841231	5.29	<1	75	2	64	38	55	1	34	<0.1	9.71	141	<1	20	17	4.0	32.30
21E05841232	0.93	<1	2	2	38	6	17	1	7	<0.1	8.57	184	<1	28	16	1.7	33.30
21E05841233	0.63	<1	14	4	14	8	22	<1	12	<0.1	7.70	184	<1	27	10	2.6	33.00
21E05841235	0.22	<1	116	8	66	47	47	2	49	<0.1	4.49	188	<1	10	22	6.0	33.90
21E05841236	<0.01	<1	13	2	26	18	15	1	8	<0.1	8.52	174	<1	23	24	1.7	31.80
21E05841237	<0.01	<1	34	2	39	33	149	1	25	0.1	13.87	124	<1	7	6	2.9	35.20
21E05841238	0.03	<1	472	4	252	167	148	3	155	0.7	8.11	111	<1	8	9	17.0	38.00
21E05841239	0.11	2	4	<2	317	15	21	1	7	<0.1	7.58	174	<1	20	23	1.7	38.40
21E05841240	12.34	1	7	2	20	48	20	1	12	0.2	7.60	186	<1	23	13	1.5	38.00
21E05841243	0.65	<1	7	4	22	79	18	1	14	0.2	3.89	221	<1	42	15	1.2	40.50
21E05841244	<0.02	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	8.37	201	<1	23	24	IS	IS
21E05841245	3.78	<1	<2	4	14	20	19	<1	6	0.2	6.21	185	<1	38	31	1.7	38.60
21E05841246	11.47	<1	21	2	8	25	20	1	15	0.3	11.86	128	<1	12	13	1.8	34.70
21E05841247	8.92	1	6	2	21	12	30	1	9	0.1	14.53	101	<1	5	13	1.7	33.50
21E05841248	6.69	<1	32	<2	171	47	26	1	17	0.3	11.14	130	<1	50	20	2.1	35.40
21E05841249	3.89	<1	13	2	43	18	23	1	14	<0.1	7.77	154	<1	31	9	1.8	37.10
21E05841250	0.02	<1	2	3	52	13	22	1	5	0.1	5.27	207	<1	98	15	1.5	29.50
21E05841251	0.10	IS	4	4	IS	IS	IS	IS	IS	IS	4.78	203	<1	19	11	IS	IS
21E05841252	0.84	<1	32	2	17	12	19	1	19	<0.1	6.93	169	<1	28	9	2.2	39.00
21E05841255	3.91	<1	51	4	94	30	27	1	30	0.2	8.94	147	<1	69	10	3.3	37.15
21E05841257	1.08	2	3	4	7	4	23	1	6	<0.1	12.69	143	<1	20	7	1.3	32.90
21E05841258	79.44	2	42	3	12	11	20	1	20	1.2	9.96	128	<1	13	5	2.4	37.40
21E05841260	5.86	<1	2	8	8	2	18	1	5	0.1	6.81	186	<1	27	20	1.4	38.60
21E05841262	0.31	<1	37	2	26	12	26	1	14	0.1	2.79	216	<1	18	30	2.7	36.20

ECHANTILLON	AU PPM	BI PPM	AS PPM	W PPM	PB PPM	CU PPM	ZN PPM	MO PPM	NI PPM	AG PPM	CR PC	NB PPM	SB PPM	SN PPM	TA PPM	FE S PC	FE T PC
21E05841263	10.07	<1	8	2	11	7	26	1	10	0.2	12.17	129	<1	23	26	1.7	34.65
21E05841265	19.29	<1	36	8	19	8	26	1	19	0.1	12.64	105	<1	11	17	2.5	34.95
21E05841268	12.76	<1	1720	2	320	119	144	2	137	1.3	7.05	89	<1	34	20	22.0	39.60
21E05841269	1.60	<1	70	2	170	28	38	1	30	0.5	14.70	102	<1	13	5	3.0	31.40
21E05841270	163.25	<1	420	2	393	94	124	2	98	1.3	5.09	113	<1	26	10	16.0	39.70
21E05841271	1.52	<1	2	2	9	3	19	1	4	0.1	2.93	209	<1	25	17	1.9	39.15
21E05841273	0.80	<1	43	<2	14	10	25	1	17	<0.1	7.57	173	<1	19	27	2.4	36.40
21E05841274	13.55	1	76	2	25	16	29	1	30	0.2	8.71	133	<1	11	11	3.2	35.10
21E05841276	0.03	<1	20	2	8	10	21	1	15	0.2	8.37	135	<1	5	4	2.2	35.60
21E05841277	0.90	4	7	2	2885	195	21	<1	7	0.2	2.71	202	14	44	18	1.4	41.40
21E05841278	0.36	1	90	2	63	51	44	1	57	0.1	4.40	158	<1	20	31	4.3	38.20
21E05841279	89.46	<1	440	<2	546	70	58	2	79	2.2	4.06	148	<1	111	15	6.8	39.60
21E05841280	1.18	7	400	4	193	7550	7090	29	22	20.0	0.80	49	22	23	16	29.0	38.20
21E05841282	0.83	<1	17	4	31	15	24	1	7	1.9	2.10	204	<1	38	29	1.4	37.30
21E05841284	1.57	2	104	5	202	1085	475	9	17	1.4	4.85	116	1	38	10	8.3	38.35
21E05841286	0.84	2	124	2	34	42	43	1	35	0.1	10.96	99	<1	9	4	4.0	33.10
21E05841288	100.58	<1	152	8	163	107	38	1	51	0.9	13.91	81	<1	30	4	4.9	35.90
21E05841289	0.04	1	396	2	123	56	50	2	137	0.6	6.64	91	6	17	24	19.3	37.85
21E05841291	6.09	<1	5	2	7	6	16	1	5	<0.1	1.64	218	<1	22	19	1.3	37.00
21E05841292	1.89	1	IS	2	21	6	18	<1	6	0.1	12.10	147	<1	19	21	1.1	IS
21E05841293	1.61	<1	8	2	43	5	16	1	7	<0.1	8.24	169	<1	16	10	1.5	37.90
21E05841294	1.36	1	76	3	22	18	27	1	37	0.2	6.37	163	<1	21	22	4.0	38.65
21E05841296	3.34	<1	55	4	67	8	27	1	17	0.1	13.04	125	<1	23	13	2.4	33.40
21E05841297	0.92	<1	9	2	14	9	18	1	9	<0.1	6.97	166	<1	28	7	1.4	37.30
21E05841298	1.02	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	7.39	146	<1	11	18	IS	IS
21E05841299	4.75	1	11	2	13	18	13	1	10	<0.1	5.14	187	<1	17	23	1.5	38.90
21E05841300	1.10	<1	10	2	26	8	16	1	9	<0.1	8.41	150	<1	33	7	1.7	37.70
21E05841302	0.07	<1	25	2	43	7	16	1	13	0.2	10.01	146	<1	24	5	1.7	36.30
21E05841303	<0.01	<1	7	3	16	5	15	<1	6	<0.1	4.12	202	<1	16	18	1.5	34.40
21E05841305	0.32	2	168	2	70	32	34	1	61	0.2	7.35	129	<1	23	5	7.4	36.50
21E05841306	<0.01	<1	296	4	250	42	46	1	104	0.3	10.28	85	<1	41	<3	11.0	37.00
21E05841307	0.04	1	56	2	17	17	25	1	29	<0.1	9.76	144	<1	25	3	3.2	33.00
21E05841308	1.49	<1	6	2	15	5	22	1	9	<0.1	13.62	112	<1	18	25	1.5	31.60
21E05841309	52.09	1	56	2	309	15	65	<1	31	2.2	13.03	101	<1	107	8	3.3	32.20
21E05841310	1.40	2	8	4	9	5	25	1	8	0.4	7.65	170	<1	18	8	1.6	34.90
21E05841311	7.28	<1	140	<2	30	14	36	<1	44	0.2	12.93	89	<1	1	8	5.7	34.90
21E05841312	1.39	<1	3	4	16	5	21	1	7	<0.1	13.12	132	<1	16	14	1.2	33.10
21E05841314	0.08	1	13	<2	35	8	19	<1	10	<0.1	10.12	142	<1	21	7	1.6	35.00
21E05841315	2.06	1	68	<2	30	21	59	<1	24	0.1	11.93	126	<1	4	9	2.8	IS
21E05841316	5.35	3	162	2	44	31	42	1	63	0.2	8.36	119	<1	8	11	6.2	34.80
21E05841317	3.01	3	115	3	65	34	46	1	40	0.2	10.98	122	<1	14	9	4.1	33.65
21E05841320	13.04	2	2	2	8	6	32	1	7	0.2	11.83	150	<1	17	<3	1.3	30.30
21E05841322	140.78	2	160	2	159	35	49	1	53	1.4	8.63	117	<1	17	8	7.1	36.40
21E12841323	26.31	1	192	4	157	92	94	1	114	0.8	12.94	79	<1	<1	5	9.2	32.90
21E12841324	1.94	2	5	4	16	7	19	1	10	<0.1	7.40	180	<1	18	19	1.7	35.80
21E12841325	<0.01	2	30	4	9	4	16	1	8	<0.1	6.31	177	<1	15	27	1.5	35.30
21E12841326	10.35	1	30	4	11	10	18	1	20	<0.1	9.46	146	<1	15	17	1.9	37.31
21E12841328	1.68	<1	2	4	80	12	18	1	6	<0.1	8.50	172	<1	100	12	1.3	35.70
21E12841329	5.65	<1	24	12	70	14	24	<1	16	<0.1	10.97	136	<1	15	11	1.8	37.10

ECHANTILLON	AU PPM	BI PPM	AS PPM	W PPM	PB PPM	CU PPM	ZN PPM	MO PPM	NI PPM	AG PPM	CR PC	NB PPM	SB PPM	SN PPM	TA PPM	FE S PC	FE T PC
21E12841330	603.00	1	56	12	13	15	26	1	22	4.4	8.79	133	<1	5	<3	3.0	37.20
21E12841331	0.05	IS	16	4	IS	IS	IS	IS	IS	IS	13.93	118	<1	140	8	IS	IS
21E12841333	7.76	<1	272	2	33	31	37	1	45	0.1	8.26	123	<1	6	<3	5.8	39.80
21E12841334	14.98	4	67	2	13	14	22	1	23	<0.1	5.00	172	<1	26	7	3.0	39.30
21E12841335	0.04	2	22	2	45	9	21	1	14	<0.1	8.51	154	<1	24	<3	1.7	35.10
21E12841336	0.36	1	4	2	7	5	14	1	6	<0.1	3.79	219	<1	18	13	1.4	38.35
21E12841338	<0.01	2	2	<2	9	5	14	1	10	<0.1	5.59	171	<1	30	5	1.4	38.30
21E12841339	2.87	2	2	<2	10	3	19	<1	8	<0.1	12.57	137	<1	8	16	1.3	33.60
21E12841340	0.04	1	172	2	49	104	65	3	84	0.1	9.94	116	<1	14	11	6.3	35.50
21E12841342	0.23	1	2	2	16	5	21	1	11	0.1	10.47	143	<1	17	3	1.5	34.95
21E12841344	33.50	<1	64	8	29	37	50	1	38	1.3	6.40	152	<1	16	16	3.8	37.40
21E12841345	0.08	<1	2	<2	7	5	13	1	6	0.2	3.33	191	<1	25	4	1.4	40.20
21E12841346	<0.01	<1	23	2	92	13	24	1	15	0.1	7.65	157	<1	16	<3	1.7	33.40
21E12841347	0.48	<1	5	2	12	8	17	1	10	0.1	5.41	179	<1	25	18	1.6	39.80
21E12841349	<0.01	<1	<2	4	4	3	15	1	4	<0.1	7.34	175	<1	14	13	1.4	34.50
21E12841350	11.30	<1	<2	2	6	3	15	1	5	0.5	8.66	159	<1	18	9	1.4	32.90
21E12841351	0.19	1	<2	8	8	3	17	1	4	0.1	6.72	195	<1	12	8	1.6	35.70
21E12841352	<0.01	<1	5	2	12	22	20	1	9	0.1	10.14	153	<1	17	13	1.5	32.25
21E12841355	0.88	<1	<2	2	9	3	15	1	2	0.1	6.83	200	<1	18	17	1.4	35.30
21E12841356	13.47	<1	2	6	6	4	15	1	5	0.1	5.78	189	<1	19	16	1.8	37.35
21E12841358	0.66	<1	5	4	7	5	14	1	10	0.1	5.41	185	<1	10	24	1.7	36.10
21E12841359	<0.01	<1	<2	2	8	2	13	1	<2	0.1	2.72	241	<1	20	12	1.5	35.80
21E12841360	2.25	<1	7	4	25	6	18	1	13	0.2	13.15	115	<1	15	<3	1.6	32.50
21E12841362	0.46	<1	7	3	16	7	17	1	8	0.1	2.76	200	<1	19	11	1.5	33.50
21E12841364	<0.01	<1	3	4	5	5	12	1	3	0.1	1.01	235	<1	26	18	1.4	35.90
21E12841365	1.74	<1	<2	3	5	6	26	1	6	<0.1	15.17	119	<1	8	16	1.3	28.95
21E12841367	<0.01	<1	31	4	18	31	33	2	26	0.1	7.72	167	<1	13	13	2.6	32.00
21E12841368	<0.01	<1	8	4	11	8	16	1	9	0.1	3.58	220	<1	15	16	1.4	33.50
21E12841369	4.18	<1	8	4	24	6	24	1	8	0.1	13.96	139	<1	10	7	1.3	29.00
21E12841370	0.12	<1	14	2	10	9	18	1	17	0.1	8.92	141	<1	6	13	1.6	32.55
21E12841372	<0.01	<1	150	2	62	77	67	2	82	<0.2	5.14	163	<1	3	11	5.8	35.00
21E12841373	15.59	2	<2	2	7	31	17	1	4	0.1	8.59	150	<1	14	17	1.6	31.60
21E12841374	2.24	2	2	4	18	8	18	1	4	<0.1	7.16	188	<1	9	21	1.6	31.40
21E12841375	39.53	1	11	4	10	10	22	1	11	0.3	9.70	135	<1	11	7	1.7	32.70
21E12841377	<0.01	<1	<2	<2	21	2	15	1	3	0.1	5.19	217	<1	26	14	1.2	34.50
21E12841378	0.48	<1	58	<2	23	46	32	2	36	0.2	4.16	214	<1	3	21	2.4	34.70
21E12841380	<0.01	<1	22	2	18	30	26	2	21	<0.1	2.29	237	<1	5	5	1.8	37.60
21E12841383	0.67	<1	69	2	35	83	44	3	62	0.3	6.33	192	<1	8	13	3.7	35.50
21E12841384	<0.01	<1	24	2	13	26	20	1	18	0.1	4.33	200	<1	8	16	1.9	39.00
21E12841385	<0.01	<1	3	4	64	12	19	1	8	0.1	12.47	134	<1	6	22	1.5	33.00
21E12841386	31.76	<1	125	19	12	28	18	3	25	0.4	5.16	140	<1	18	13	2.4	38.50
21E12841388	77.76	1	65	2	31	36	18	2	28	2.2	4.48	171	<1	11	11	2.6	36.50
21E12841389	0.84	<1	30	<2	16	20	18	1	17	0.2	11.20	109	<1	1	8	2.0	34.30
21E12841390	0.67	<1	4	2	144	6	19	1	16	0.1	14.59	124	<1	4	25	1.4	29.00
21E12841391	0.05	<1	28	2	120	21	36	1	30	0.1	5.14	165	<1	16	16	2.7	35.70
21E12841393	0.30	<1	<2	2	5	4	22	1	9	<0.1	10.55	157	<1	13	22	1.5	31.80
21E12841394	<0.01	1	6	2	6	8	12	1	5	0.1	0.38	231	<1	14	20	1.5	42.00
21E12841395	19.38	<1	35	3	19	55	25	1	29	0.3	5.25	169	<1	11	11	2.6	35.75
21E12841397	16.99	3	20	4	40	33	16	1	14	<0.1	3.06	173	<1	16	10	1.8	38.10

ECHANTILLON	AU PPM	BI PPM	AS PPM	W PPM	PB PPM	CU PPM	ZN PPM	MO PPM	NI PPM	AG PPM	CR PC	NB PPM	SB PPM	SN PPM	TA PPM	FE S PC	FE T PC
21E12841398	3.71	1	3	24	651	32	12	<1	4	0.1	5.02	191	8	83	14	1.4	35.80
21E12841399	0.07	<1	5	2	74	6	11	1	6	0.3	1.50	235	<1	15	13	1.7	39.40
21E12841400	0.94	<1	2	2	12	5	12	1	7	0	4.95	179	<1	14	23	1.3	36.80
21E12841402	<0.01	1	70	12	27	22	21	1	23	0.1	3.95	167	<1	8	19	2.6	36.70
21E12841403	<0.01	<1	5	4	6	5	10	1	8	<0.1	3.69	203	<1	15	18	1.5	38.70
21E12841404	<0.01	<1	64	2	27	53	28	2	40	0.2	3.78	150	<1	13	12	3.6	35.70
21E12841405	0.07	<1	432	2	320	469	359	8	283	1.0	0.91	45	<1	<1	14	34.0	39.20
21E12841407	<0.01	<1	91	3	43	61	51	1	56	0.1	4.63	166	<1	6	22	3.9	36.35
21E12841409	28.92	<1	36	2	19	35	24	1	21	0.2	8.99	124	<1	6	6	2.4	34.60
21E12841410	0.11	<1	12	2	21	18	19	3	15	0.1	6.26	148	<1	8	17	1.7	35.50
21E12841411	2.28	<1	<2	5	6	3	14	1	4	0.2	5.03	159	<1	8	21	1.3	38.30
21E12841413	40.69	<1	<2	4	41	55	20	1	6	0.2	8.56	120	<1	5	3	1.3	31.10
21E12841414	<0.01	<1	<2	2	34	93	19	1	5	0.2	5.81	145	<1	98	5	1.2	35.60
21E12841415	0.05	<1	<2	8	136	3	17	1	2	<0.1	6.31	175	<1	12	22	1.2	30.00
21E12841416	<0.01	<1	4	2	453	4	12	1	10	0.1	8.03	173	<1	14	9	1.3	34.40
21E12841417	0.04	<1	25	2	14	13	14	1	13	0.1	1.22	235	<1	14	7	1.7	36.40
21E12841418	<0.02	IS	IS	IS	5	IS	IS	IS	IS	IS	2.01	166	<1	6	17	IS	IS
21E12841420	2.63	<1	<2	4	6	4	26	<1	5	<0.1	12.73	130	<1	7	6	1.4	30.80
21E12841423	8.07	<1	3	2	138	40	30	1	8	0.1	15.10	97	<1	10	<3	1.5	30.30
21E12841424	19.44	<1	38	4	130	76	36	1	24	0.3	6.68	135	<1	20	12	2.7	30.30
21E12841425	0.12	<1	690	4	328	353	367	5	338	0.7	0.84	61	<1	<1	14	34.0	40.80
21E12841427	2.70	<1	59	4	32	43	41	1	41	0.4	7.57	127	<1	3	3	3.8	30.00
21E12841428	5.05	<1	19	12	16	31	32	1	18	0.2	11.01	108	<1	<1	27	1.8	28.60

IS - quantité d'échantillon insuffisante
pour analyse

APPENDICE B

MÉTHODE DE PRÉCONCENTRATION DES MINÉRAUX LOURDS AU MOYEN D'UNE DRAGUE À SLUICE

TABLE DES MATIÈRES

OBJET.....	1
DESCRIPTION DE L'APPAREIL.....	1
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL.....	3
APPAREILLAGE.....	3
MAIN D'OEUVRE.....	4
CHOIX DU LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE.....	5
INSTALLATION DE L'APPAREIL SUR LE LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE.....	10
PRÉLÈVEMENT DE L'ÉCHANTILLON.....	11
TEMPS D'ÉCHANTILLONNAGE.....	13
RÉCUPÉRATION DE L'ÉCHANTILLON.....	15
LOCALISATION DU SITE ET RENSEIGNEMENTS.....	17
COURS D'EAU A FAIBLE DÉBIT.....	18
CONCLUSION.....	18

FIGURES

DRAGUE A SLUICE, MODÈLE 2501.....	1
LES DIFFÉRENTES COMPOSANTES D'UNE DRAGUE A SLUICE.....	2
DÉPRESSIONS ET PROÉMINENCES DU SOCLE ROCHEUX.....	7
CONCENTRATION EN MINÉRAUX LOURDS DANS LES BANCS DE GRAVIERS.....	7
COURANTS TOURBILLONNAIRES CRÉÉS PAR LES GROS BLOCS.....	8
L'ÉLARGISSEMENT DU LIT D'UN COURS D'EAU.....	8
AFFLEUREMENTS EN BORDURE DES COURS D'EAU.....	9

OBJET

La présente norme a pour objet l'échantillonnage des sédiments de cours d'eau au moyen d'une drague à sluice pour la préconcentration des minéraux lourds comme méthode d'exploration géochimique régionale. L'obtention d'un concentré final s'effectue en laboratoire en utilisant une technique décrite séparément.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL

La drague à sluice est un appareil qui aspire les sédiments d'un cours d'eau et qui effectue une préconcentration des minéraux lourds qui s'y trouvent. Elle comprend un moteur muni d'une pompe rotative, un sluice avec riffles, crible, treillis métallique et tapis à nervures, une buse d'aspiration, un tuyau d'aspiration, une barre de métal servant à dégager la buse d'aspiration ou le tuyau d'aspiration lorsque nécessaire, un tuyau à pression, un tuyau d'arrivée d'eau, un clapet de pied et une chambre à air avec support métallique permettant de faire flotter l'appareil. La figure 1 montre une photographie d'une drague à sluice et la figure 2 illustre les différentes parties.

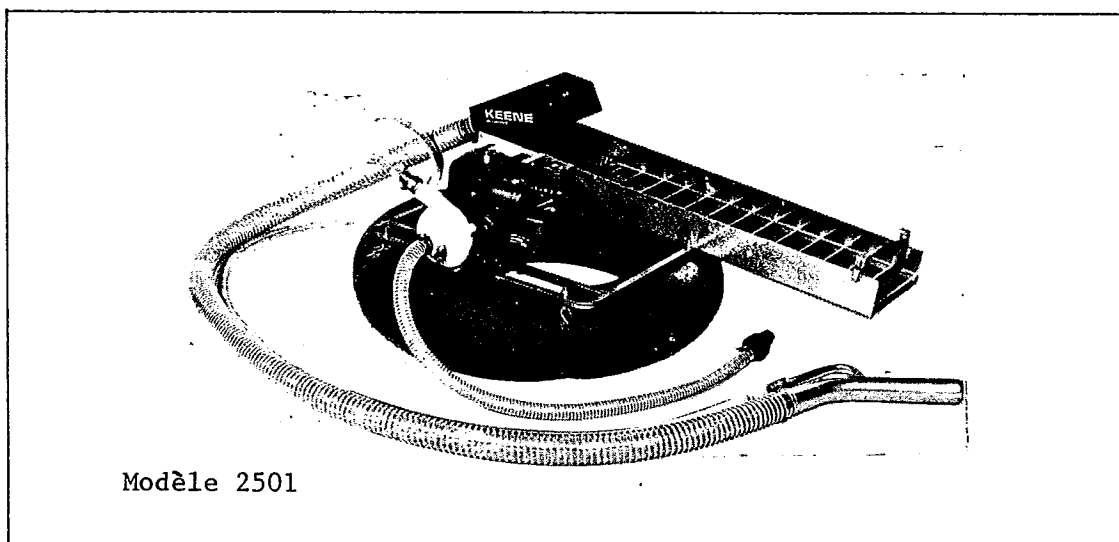


FIGURE 1. Drague à sluice, modèle 2501, fabriquée par Keene Engineering. (Source: Keene Engineering, Northridge, California.)

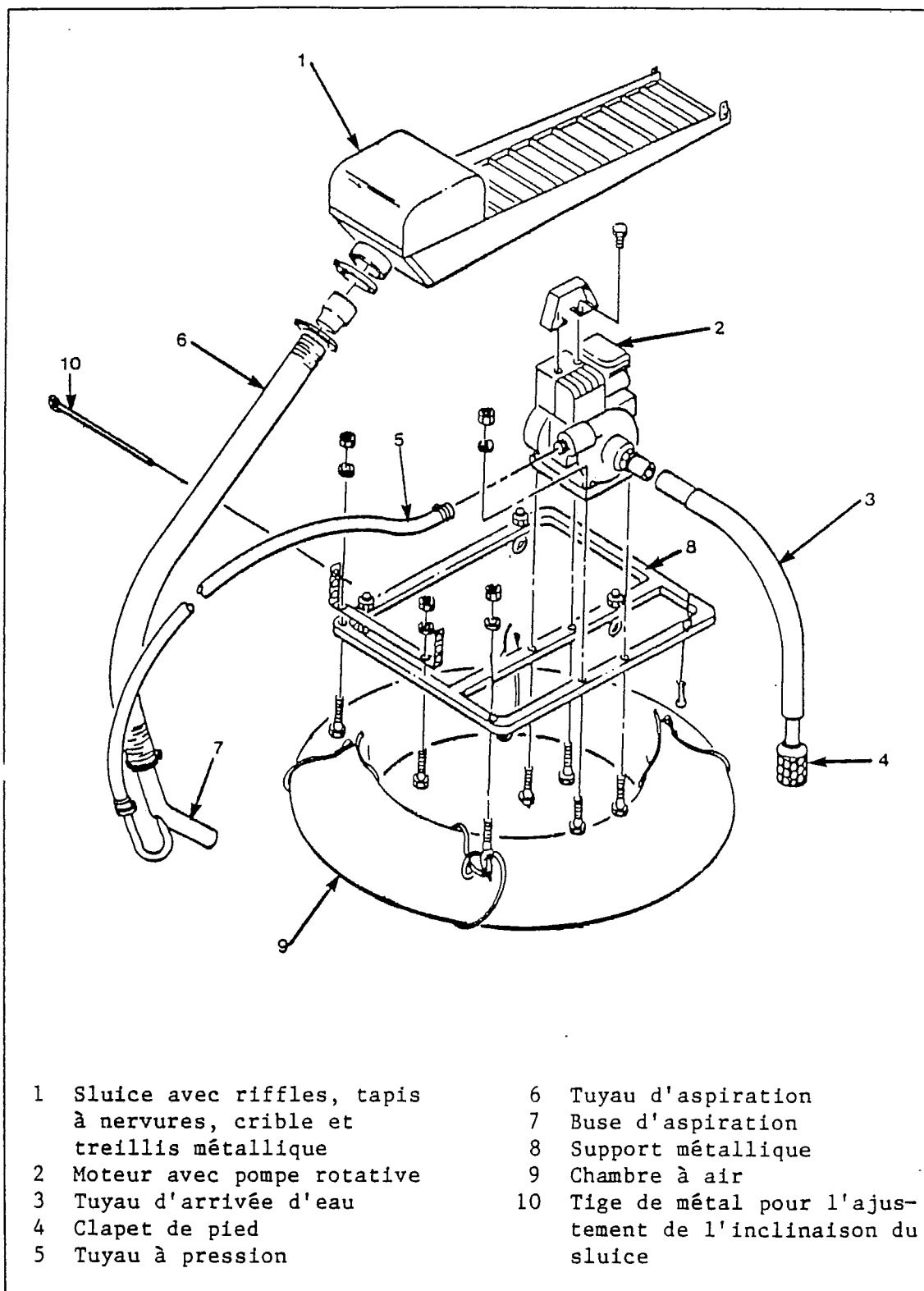


FIGURE 2. Les différentes composantes d'une drague à sluice. (Source: adaptation de General Operating Instructions, Keene Engineering, Northridge, California.)

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL

Un moteur à essence actionne une pompe rotative qui dirige un jet d'eau à très grande vitesse à l'intérieur d'une buse d'aspiration, celle-ci étant tenue au fond du cours d'eau. Il se crée ainsi un vide permettant l'aspiration d'un mélange d'eau et de sédiments. Ce mélange est acheminé dans un sluice où s'effectue une préconcentration des particules les plus denses.

APPAREILLAGE

- Une drague à sluice, modèle 2501, fabriquée par Keene Engineering.
- Un tapis à nervures supplémentaire.
- Une barre de métal supplémentaire pour stabiliser l'appareil.
- Deux récipients de plastique à base circulaire dont le diamètre est d'environ 25 cm.
- Un récipient de plastique à base rectangulaire d'approximativement 25 cm sur 40 cm. Il doit avoir des arêtes et des coins arrondis.
- Un tamis circulaire en acier inoxydable à mailles carrées de 4 mm de côté.
- Des sacs de plastique transparent (un par échantillon) pour l'entreposage des échantillons. Ces sacs doivent pouvoir s'insérer dans l'un des récipients de plastique à base circulaire et doivent avoir approximativement 45 cm sur 60 cm.
- Des sacs de plastique transparent d'environ 20 cm sur 40 cm (un par échantillon) pour mettre les échantillons déjà insérés dans un premier sac afin de prévenir les bris.
- Un récipient en acier inoxydable pour déposer le clapet de pied au fond du cours d'eau afin d'éviter qu'il ne s'y introduise des matières indésirables qui pourraient endommager la pompe rotative. Un plat à laver d'environ 30 cm de diamètre fait très bien l'affaire.
- Un tournevis pour fermer les anneaux de serrage.
- Une clef anglaise pour faire le raccordement du tuyau à pression à la pompe rotative et à la buse d'aspiration.
- Une paire de gants pouvant être utilisée sous l'eau.

- Une paire de genouillères en caoutchouc.
- Des pantalons de pêche (une paire pour chaque travailleur).
- Un récipient à essence et un entonnoir.
- Une pelle.
- Un marteau de caoutchouc.
- Des récipients avec couvercles pour l'entreposage des échantillons.
Ils doivent pouvoir contenir environ 40 kg de graviers.

MAIN D'OEUVRE

Deux personnes, au minimum, sont nécessaires pour procéder à l'échantillonnage des sédiments de cours d'eau au moyen d'une drague à sluice. Cependant, la présence d'une troisième personne sur l'équipe simplifie de beaucoup le travail, surtout pour certaines opérations, dont le transport du matériel (2 travailleurs doivent effectuer 2 voyages pour transporter le matériel du véhicule au cours d'eau alors que 3 personnes le font en une seule fois), le blocage de la buse ou du tuyau d'aspiration et la récupération de l'échantillon. L'expérience montre que le temps requis pour procéder à l'échantillonnage d'un site avec deux personnes est supérieur d'environ 30% à 40% à celui que prend une équipe composée de trois travailleurs. La répartition des tâches se fait à peu près comme suit:

- Tous les travailleurs participent au transport du matériel du véhicule au cours d'eau et inversement, de même qu'à l'installation de l'équipement sur le site choisi.
- Lors du prélèvement de l'échantillon, une personne doit opérer la buse d'aspiration et une autre doit surveiller le sluice. Une troisième personne est souvent très utile lors du blocage de la buse ou du tuyau d'aspiration.
- Lors de la récupération de l'échantillon, un travailleur doit tenir le récipient rectangulaire à la sortie du sluice tandis qu'un autre doit maintenir la section des riffles et le treillis métallique. L'aide d'une troisième personne à ce moment n'est pas négligeable afin de bien contrôler la vitesse du moteur pour régler adéquatement le débit en eau dans le sluice.

CHOIX DU LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE

Le lieu d'échantillonnage doit être choisi en fonction de trois principaux critères: l'éloignement de sources possibles de contamination, la possibilité de récupération de la plus grande quantité de minéraux lourds en un volume donné de sédiments et la profondeur du cours d'eau.

L'éloignement de sources possibles de contamination

Étant donné que la grande majorité des lieux d'échantillonnage sont situés près du croisement des routes et des rivières, il faut alors considéré le coté amont du cours d'eau comme étant le moins susceptible d'avoir été contaminé par les matériaux granulaires qui souvent ont été transportés à cet endroit lors des travaux de construction. Un éloignement variant entre 50 et 100 mètres en amont du pont devrait être suffisant. Il faut aussi éviter, autant que possible, les endroits se trouvant près de lieux habités qui peuvent être des sources de contamination.

La possibilité de récupération de la plus grande quantité de minéraux lourds en un volume donné de sédiments

Dans les sédiments d'un cours d'eau, la concentration en minéraux lourds varie d'un endroit à un autre. Il faut donc, à chaque site d'échantillonnage, choisir le lieu où cette concentration est maximale.

-Les minéraux les plus denses, particulièrement les métaux précieux, ont tendance à descendre vers les niveaux inférieurs de la couche de sédiments formant le lit du cours d'eau et à s'accumuler près du socle rocheux. Les fentes et les dépressions du socle sont particulièrement propices à contenir de fortes concentrations en minéraux lourds (voir figure 3). Donc, lorsqu'il est possible de les atteindre, les sédiments situés dans les dépressions du socle rocheux, ou encore immédiatement au-dessus de celui-ci, doivent être échantillonnés, de préférence à ceux localisés à d'autres endroits du cours d'eau. Toutefois, l'expérience montre qu'il est rarement possible

d'atteindre le socle rocheux et, qu'en général, il faut échantillonner d'autres dépôts de sédiments.

- Les bancs de graviers, lorsqu'ils sont présents dans un cours d'eau, offrent de bons indices pour localiser les endroits les plus prometteurs. C'est au début de ces dépôts que se trouvent les plus grandes concentrations en minéraux lourds. Celles-ci diminuent graduellement vers l'aval jusqu'au début d'un autre banc de graviers. La figure 4 montre le parcours que suivent les minéraux lourds dans les cours d'eau à méandres ainsi que les endroits offrant le meilleur potentiel pour leur récupération.
- Les gros blocs présents dans le lit d'un cours d'eau créent des courants tourbillonnaires qui amènent les minéraux les plus denses à se déposer en aval de ceux-ci. Leur présence indique donc un lieu propice à l'échantillonnage (voir figure 5).
- L'élargissement du lit d'un cours d'eau provoque une diminution du courant à cet endroit. Les minéraux lourds seront donc portés à s'y déposer (voir figure 6).
- Les affleurements faisant obstacle à l'écoulement de l'eau peuvent indiquer des endroits prometteurs. Les courants tourbillonnaires ainsi créés forment des dépôts susceptibles de contenir une plus grande concentration en minéraux lourds (voir figure 7).
- En outre, il faut se souvenir que l'opérateur de la buse d'aspiration doit toujours, quel que soit le lieu d'échantillonnage choisi sur le cours d'eau, contrôler l'aspiration des sédiments de façon à atteindre les niveaux les plus profonds et ainsi créer une dépression en forme de cône.

La profondeur du cours d'eau

Afin de bien contrôler l'entrée des sédiments dans l'appareil, la personne qui opère la buse d'aspiration doit la plupart du temps se tenir agenouillée dans le cours d'eau (c'est la raison pour laquelle il lui est recommandé de porter des genouillères). Il est donc évident que la profondeur de l'eau à l'endroit choisi devrait être inférieure à 0,5 m. Aussi, après de fortes pluies, il est difficile de trouver dans certains cours d'eau un lieu d'échantillonnage adéquat,

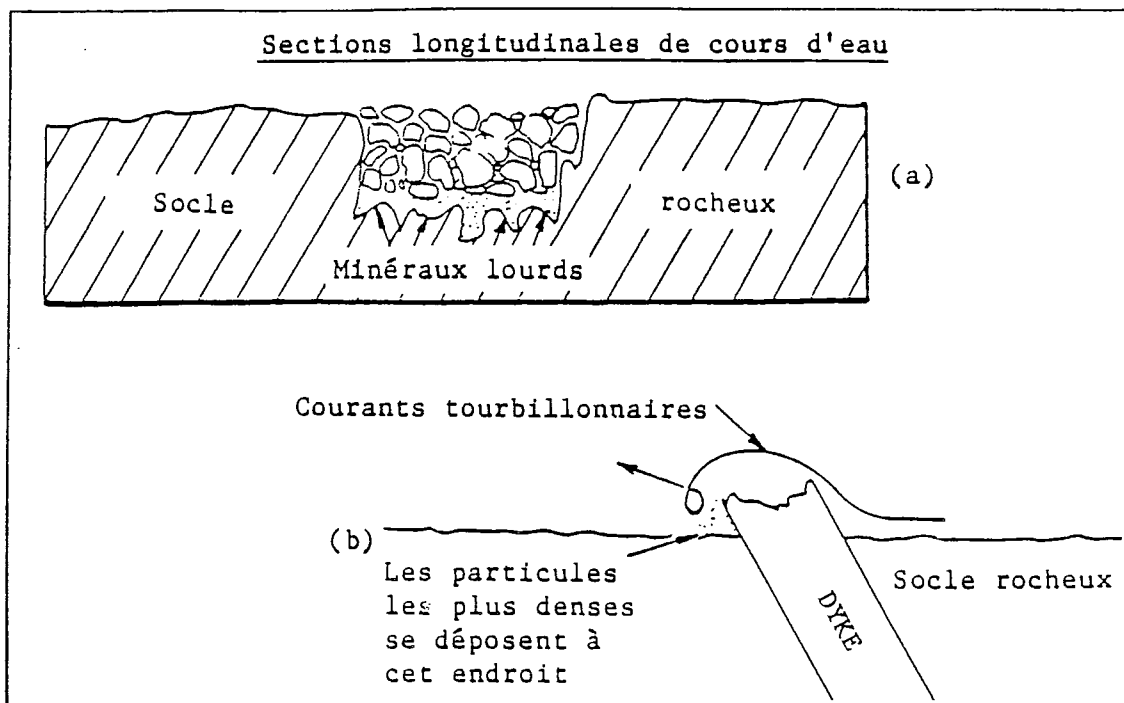


FIGURE 3. Certaines dépressions ou proéminences du socle rocheux au fond d'un cours d'eau peuvent créer des environnements propices à l'échantillonnage. (Source: adaptation de M. Thornton, Dredging for Gold, Keene Industries, Northridge, California, 1979.)

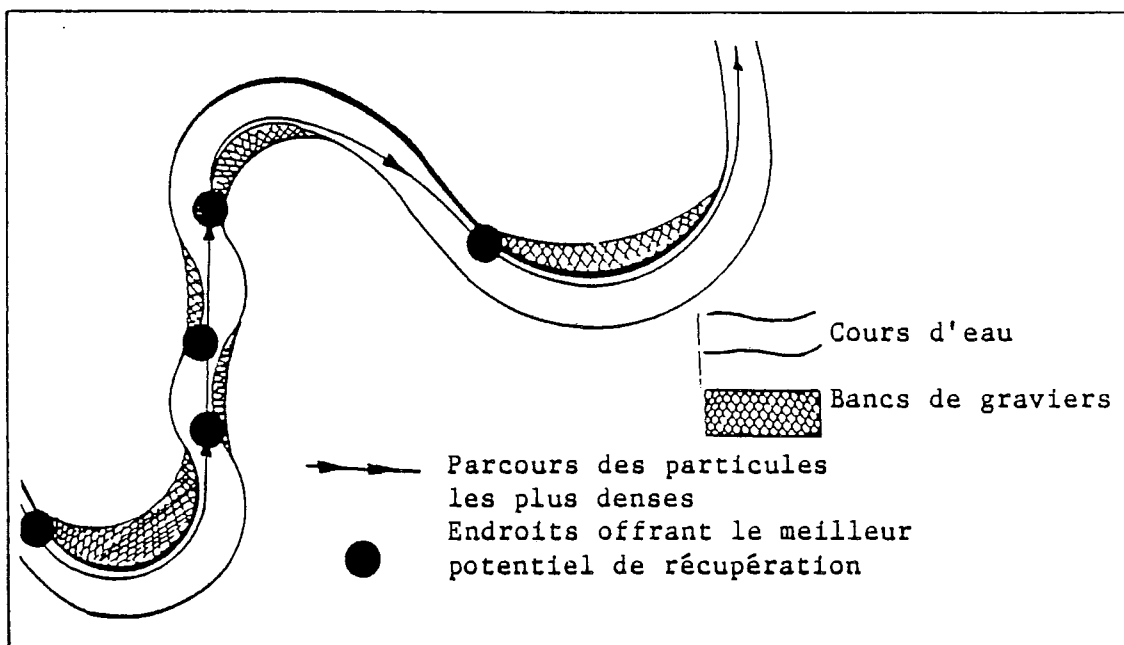


FIGURE 4. La concentration en minéraux lourds est maximale au début d'un banc de graviers. On y trouve donc des lieux propices à l'échantillonnage. (Source: adaptation de M. Thornton, Dredging for Gold, Keene Industries, Northridge, California, 1979.)

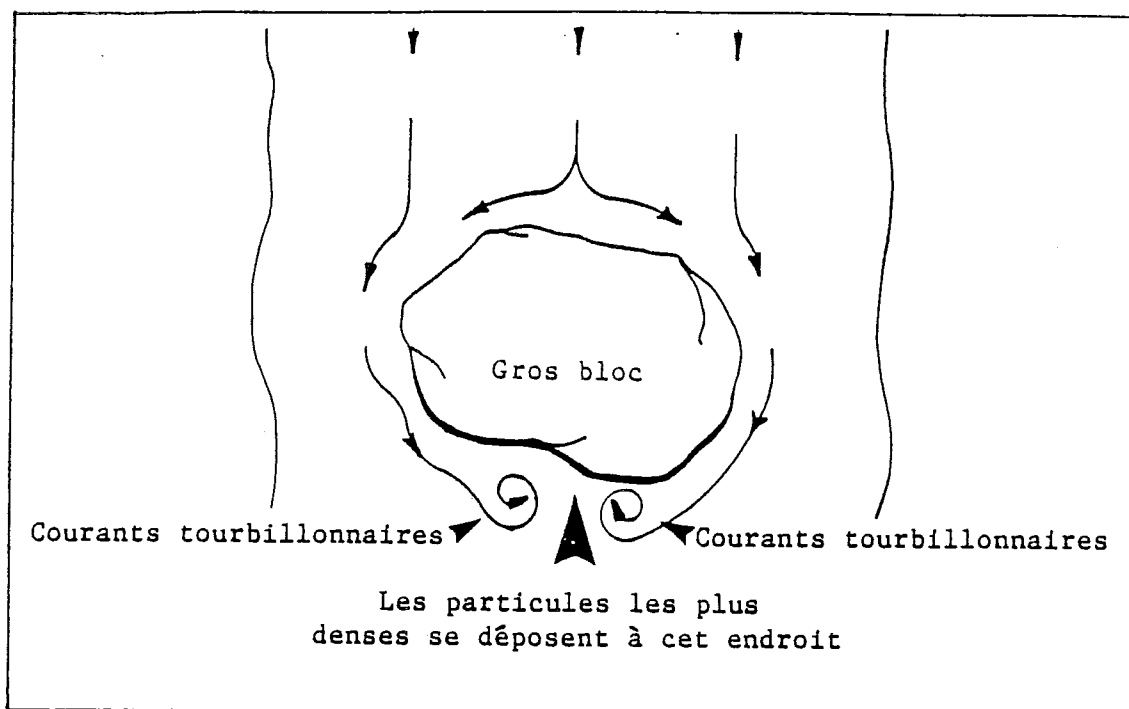


FIGURE 5. Les gros blocs dans le lit d'un cours d'eau créent des courants tourbillonnaires qui amènent les minéraux les plus denses à se déposer en aval de ceux-ci. (Source: adaptation de M. Thornton, Dredging for Gold, Keene Industries, Northridge, California, 1979.)

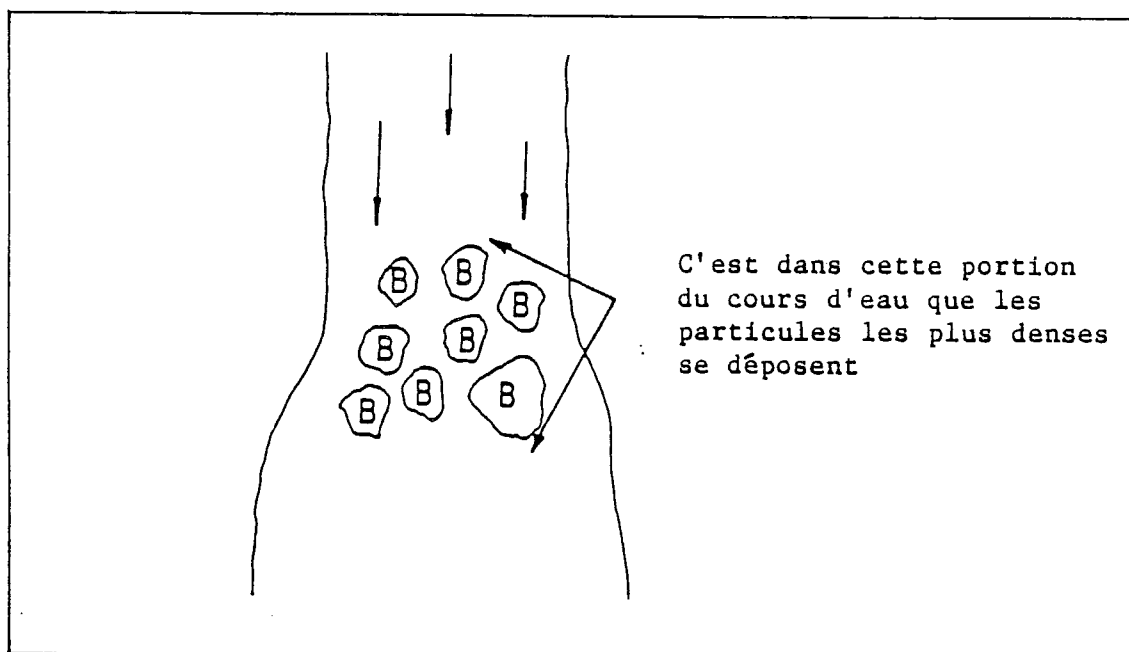


FIGURE 6. L'élargissement du lit d'un cours d'eau, surtout s'il y a présence de gros blocs, amène les minéraux les plus denses à s'y déposer. (Source: adaptation de M. Thornton, Dredging for Gold, Keene Industries, Northridge, California, 1979.)

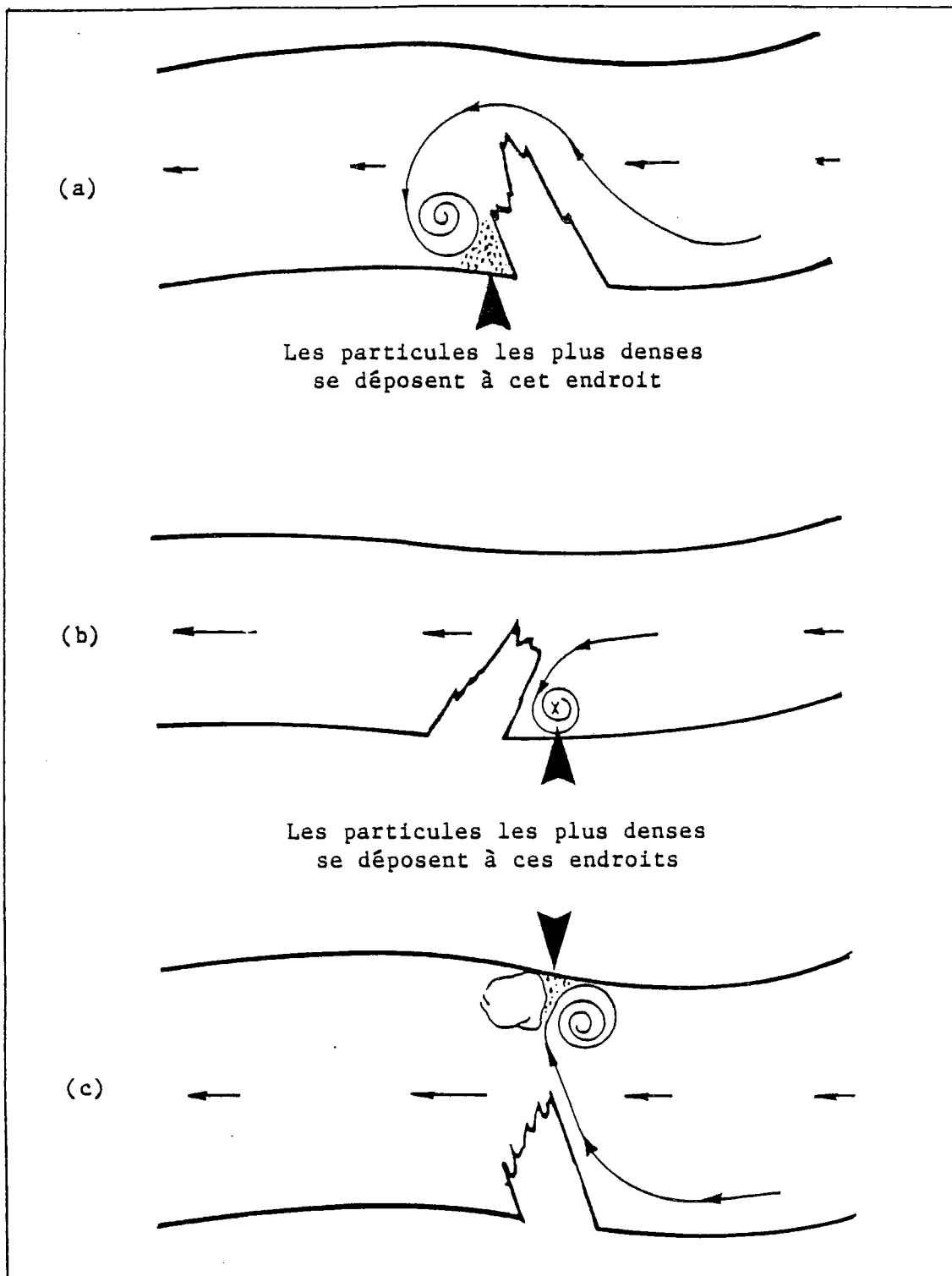


FIGURE 7. Certains affleurements situés en bordure des cours d'eau font obstacle à l'écoulement de l'eau et provoquent des courants tourbillonnaires qui amènent les particules les plus denses à sédimenter. (Source: adaptation de M. Thornton, Dredging for Gold, Keene Industries, Northridge, California, 1979.)

l'eau y circulant alors à des niveaux anormalement élevés. Il vaut mieux, en attendant que la situation revienne à la normale (généralement quelques jours suffisent), procéder à l'échantillonnage des petits ruisseaux qui ont eux, en de telles circonstances, des débits pouvant faciliter le travail.

INSTALLATION DE L'APPAREIL SUR LE LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE

Lors de l'installation de la drague à sluice sur le lieu d'échantillonnage, il faut tenir compte des éléments suivants:

- La section de l'appareil comprenant le moteur et le sluice doit être placée un peu en aval de l'endroit choisi pour prendre l'échantillon. On évite ainsi, à la personne opérant la buse d'aspiration, de devoir travailler dans une eau brouillée par les particules les plus légères sortant du sluice.
- L'appareil doit être bien stabilisé. Dans les cours d'eau peu profonds, il peut ne pas être nécessaire de le faire, la chambre à air étant alors directement en contact avec les sédiments. Dans le cas contraire, on peut le stabiliser au moyen de cordes, celles-ci étant reliées à des arbres se trouvant en bordure du cours d'eau, ou encore, ce qui est plus simple, au moyen d'une tige de métal passant par l'espace vide au centre de la chambre à air et s'enfonçant dans les sédiments du cours d'eau.
- La mise en place du récipient en acier inoxydable devant recevoir le clapet de pied doit se faire à une profondeur suffisante pour qu'il ne puisse pas y avoir aspiration d'air lorsque l'appareil est en marche (généralement, 30 cm sous le niveau de l'eau suffisent). Quelquefois aussi, il faut se servir d'une pelle pour creuser dans les sédiments afin de pouvoir placer le récipient à la profondeur requise ou pour en dégager les alentours afin qu'il ne s'y introduisent pas de matières indésirables (sédiments, plantes aquatiques, tiges de bois, etc.) pouvant empêcher la libre circulation de l'eau qui est aspirée à cet endroit. Dans certains cours d'eau à faible débit, il peut être difficile de contrôler l'accumulation des plantes aquatiques et des tiges de bois sur les orifices du clapet de

pied lors de l'entrée de l'eau. Dans un tel cas, on peut utiliser un tamis juste au-dessus du récipient en acier inoxydable. Les plus gros débris y sont retenus et cela prévient un mauvais fonctionnement de l'appareil.

- Les différents tuyaux doivent être bien raccordés et les anneaux de serrage bien tendus.
- Il faut d'abord amorcer la pompe avant de mettre le moteur en marche. Cette opération consiste à placer le clapet de pied dans l'eau en lui faisant effectuer un mouvement de va-et-vient, jusqu'à ce que l'eau monte dans le tuyau à pression. Par la suite, le clapet de pied, toujours tenu sous l'eau est déposé dans le récipient en acier inoxydable prévu à cet effet. On peut le stabiliser en utilisant des pierres prises à même le cours d'eau, ou encore un tamis. Le moteur peut alors être mis en marche.

PRÉLÈVEMENT DE L'ÉCHANTILLON

Lorsque l'appareil est en marche, il faut s'assurer continuellement de son bon fonctionnement. Il s'agit alors de surveiller principalement l'angle d'inclinaison du sluice, l'entrée des sédiments au niveau de la buse d'aspiration et le blocage éventuel de la buse d'aspiration ou du tuyau d'aspiration.

L'angle d'inclinaison du sluice

Ce n'est que lorsque l'appareil est en marche et que les matériaux circulent dans le sluice que l'angle de celui-ci peut être ajusté définitivement. On le fait en s'assurant que la partie supérieure des riffles n'est pas surchargée lorsque les matériaux y circulent. Ceci permet à toutes les particules d'entrer en contact avec les courants tourbillonnaires créés par la forme des riffles et aux minéraux les plus denses de se déposer en aval de ceux-ci. Si les riffles sont surchargés, ce contact ne se produit pas et la récupération des minéraux lourds en est diminuée d'autant. Il faut donc trouver un juste milieu entre un angle d'inclinaison trop fort, ayant pour effet de laisser les minéraux lourds s'échapper du sluice, et un angle d'in-

clinaison trop faible, permettant aux minéraux légers de s'accumuler entre les riffles. L'ajustement se fait avec une tige de métal se trouvant sous la partie avant du sluice que l'on positionne à la hauteur voulue au moyen d'une série de petites ouvertures se trouvant à des niveaux différents (voir figure 2). La partie avant du sluice est ainsi montée ou descendue, ce qui augmente ou diminue l'angle d'inclinaison selon le cas. Aussi, il peut arriver que de gros graviers se déposent entre les riffles et nuisent au bon travail de ceux-ci, et ce, même si l'angle d'inclinaison du sluice est bien ajusté. Dans un tel cas, la personne surveillant cette partie de l'opération peut les enlever à la main, au fur et à mesure qu'elle se rend compte de leur présence. Cela aide sûrement à rendre optimale la récupération des particules les plus denses.

L'entrée des sédiments au niveau de la buse d'aspiration

La buse d'aspiration ayant une ouverture de 6,4 cm de diamètre, tous les graviers de dimension supérieure doivent être déplacés à la main sur les cotés du trou, ou encore contournés selon le cas. En outre, l'opérateur de la buse d'aspiration doit bien contrôler l'entrée des sédiments. Ainsi, en tout temps, la portion de sédiments ne doit pas être supérieure à 30% pour environ 70% d'eau. Si trop de sédiments sont introduits dans l'appareil sans quantité suffisante d'eau, les riffles sont surchargés et la récupération des particules les plus denses ne se fait pas, ou encore ne se fait que partiellement. De plus, il ne faut pas oublier que la buse d'aspiration doit toujours être tenue sous l'eau. En effet, si on laisse l'air pénétrer dans celle-ci, il y a risque de créer des perturbations dans l'écoulement de l'eau au niveau des riffles et de permettre ainsi l'évacuation de particules déjà récupérées. A la fin de l'opération, on devrait avoir creusé un trou de bonne dimension. Par contre, si le socle rocheux est près de la surface, ou encore, si de gros blocs empêchent l'échantillonnage en profondeur, il faut alors aspirer les sédiments sur une surface plus grande. Lorsque deux échantillons doivent être prélevés sur un même site, deux trous sont creusés à quelques mètres l'un de l'autre.

Le blocage de la buse d'aspiration ou du tuyau d'aspiration

Il peut arriver, lorsqu'on opère l'appareil dans des sédiments contenant des graviers de dimension supérieure à 3 ou 4 cm, que la buse d'aspiration, ou le tuyau d'aspiration, se bloque. Il n'est pas nécessaire alors d'arrêter le fonctionnement de l'appareil, sauf en de rares occasions. Il faut simplement se servir de la barre de métal prévue à cet effet. En l'introduisant dans la buse d'aspiration ou dans la partie avant du sluice, où se trouve une ouverture permettant de rejoindre l'intérieur du tuyau d'aspiration, on réussit presque toujours à dégager les morceaux de graviers qui forment le bouchon. On peut aussi se servir d'un marteau en caoutchouc pour frapper sur le tuyau d'aspiration lorsque les graviers formant le bouchon sont trop éloignés des ouvertures. Si on ne peut rétablir la circulation normale de l'eau et des sédiments de cette façon, il faut alors arrêter le moteur, annulant ainsi toute pression dans les tuyaux. Le déblocage se fait alors facilement. Il ne faut cependant procéder à l'arrêt du moteur qu'en de rares occasions et seulement si c'est nécessaire, car on peut causer une perte des minéraux lourds déjà récupérés dans le sluice. En effet, lorsque le moteur est remis en marche et que le mélange d'eau et de sédiments parvient de nouveau au sluice, les particules déjà présentes dans celui-ci sont remaniées. Une telle perturbation provoque souvent l'évacuation d'une partie des minéraux lourds déjà récupérés.

TEMPS D'ÉCHANTILLONNAGE

La quantité de minéraux lourds requise pour les besoins du levé géochimique est d'environ 30 g. Généralement, si les conditions sont bonnes, cette quantité est présente dans l'échantillon après un temps de fonctionnement moyen de l'appareil d'une demi-heure, c'est-à-dire après avoir aspiré un volume de sédiments variant entre 1,0 et 1,5 m³ (la capacité de l'appareil est de 1,5 à 3,0 m³ par heure). Cependant, sur certains lieux d'échantillonnage, il faut laisser l'appareil fonctionner plus longtemps, tandis que sur d'autres, un temps de

fonctionnement moindre permet la récupération d'un échantillon valable. Les différents éléments à considérer dans l'ajustement du temps d'échantillonnage sont: les divers types de sédiments rencontrés, les caractéristiques géologiques de la région échantillonnée et les observations faites à même le sluice.

Les divers types de sédiments rencontrés

La granulométrie des sédiments d'un cours d'eau a une influence directe sur la quantité de matériaux aspirés par l'appareil en un temps donné. Par exemple, pour un temps d'échantillonnage moyen d'une demi-heure, le volume de matériaux aspirés est supérieur pour les sédiments composés principalement de sables à celui de ceux formés en majeure partie de graviers. Aussi, certaines catégories de sédiments contiennent une concentration supérieure en minéraux lourds. Il est donc important de prendre en considération la granulométrie des sédiments échantillonnés lors de l'ajustement du temps d'échantillonnage.

- Les sédiments formés principalement de particules appartenant à la classe granulométrique des lutites (particules de dimension inférieure à 1/16 mm). Ils contiennent généralement moins de minéraux lourds par volume et exigent un temps d'échantillonnage plus long, et ce, même si le volume de matériaux aspirés par l'appareil est important.
- Les sédiments formés principalement de particules appartenant à la classe granulométrique des arénites (particules d'une grosseur variant entre 1/16 mm et 2 mm). Ils exigent généralement un temps d'échantillonnage moyen et contiennent souvent une bonne concentration en minéraux lourds.
- Les sédiments formés principalement de particules appartenant à la classe granulométrique des rudites (particules dont la grosseur est supérieure à 2 mm) et ne contenant que peu ou pas de particules supérieures à 3 ou 4 cm. Ils contiennent la plupart du temps une forte concentration en minéraux lourds et exigent donc un temps d'échantillonnage généralement moindre.
- Les sédiments formés principalement de particules appartenant à la

classe granulométrique des rudites et dont la grosseur est supérieure à 3 ou 4 cm. Ils contiennent généralement une bonne concentration en minéraux lourds. Cependant, le volume de matériaux aspirés par l'appareil est moindre en un temps donné que celui des autres types de sédiments. En effet, il faut souvent dégager la buse d'aspiration ou le tuyau d'aspiration car ces matériaux ont tendance à créer des bouchons. Il faut donc augmenter le temps d'échantillonnage.

Les caractéristiques géologiques de la région échantillonnée

Certaines formations géologiques sont plus riches en minéraux lourds que d'autres. Par exemple, les sédiments provenant de l'érosion de complexes ophiolitiques ou de massifs intrusifs contiennent généralement une bonne teneur en minéraux lourds. Cependant, seules l'observation et l'expérience peuvent nous guider dans cette évaluation.

Les observations faites à même le sluice

Les minéraux lourds ayant pour la plupart une teinte généralement foncée, il est facile de reconnaître leur présence entre les riffles lorsqu'ils s'y trouvent en quantités importantes. Il s'agit ici probablement de l'observation la plus simple à faire et aussi de celle qui nous permet le mieux d'ajuster le temps de fonctionnement de l'appareil. Aussitôt le moteur arrêté, on peut facilement évaluer la concentration de minéraux lourds dans notre échantillon et ainsi savoir si le temps d'échantillonnage a été suffisant. Cependant, il ne faut pas oublier de toujours faire circuler de l'eau propre dans le sluice pendant quelques minutes avant d'arrêter le moteur. Cette opération permet l'élimination d'une plus grande quantité de particules légères qui autrement restent dans l'échantillon.

RÉCUPÉRATION DE L'ÉCHANTILLON

Lorsque l'on a arrêté le moteur après avoir jugé la concentration en minéraux lourds suffisante, il faut récupérer l'échantillon et le mettre en sac. Cette opération demande plusieurs étapes.

Transfert de l'échantillon dans le récipient de plastique à base rectangulaire

On commence d'abord par enlever le crible. On soulève ensuite la section des riffles et le treillis métallique que l'on vient appuyer contre la partie avant du sluice. Le tapis à nervures, sur lequel se trouve la majeure partie de l'échantillon, est alors glissé dans le récipient de plastique à base rectangulaire tenu à la sortie du sluice. Pour récupérer les particules restantes, il suffit de mettre le moteur en marche à vitesse réduite et de faire circuler de l'eau propre dans l'appareil. Les différentes parties du sluice sont ainsi nettoyées et les particules dirigées avec l'eau dans le récipient de plastique à base rectangulaire. On peut alors re_lacer les différents éléments du sluice dans leur position initiale en ayant soin cependant d'utiliser le tapis à nervures supplémentaire qui devrait être propre et sec.

Nettoyage du tapis à nervures

La seconde étape de l'opération consiste à récupérer toutes les particules qui adhèrent au tapis à nervures utilisé. Il faut pour cela le transférer dans l'un des récipients de plastique à base circulaire, alors rempli d'eau propre, où il est lavé à la main sur toute sa longueur afin d'en déloger les plus fines particules et ce par deux fois. Il est ensuite déposé dans l'autre récipient à base circulaire à l'intérieur duquel on a inséré un sac de plastique. Le tapis y est à nouveau lavé avec de l'eau propre comme expliqué précédemment. On peut alors, pour une dernière fois, lui faire subir un dernier nettoyage à même l'eau du cours d'eau en le secouant énergiquement. Il est par la suite essoré et séché.

Tamissage de l'échantillon

Le tamissage de l'échantillon s'effectue dans le récipient contenant le sac de plastique et dans lequel se trouvent de l'eau ainsi qu'un léger dépôt de particules très fines récupérées lors de l'une des opérations de nettoyage du tapis à nervures. Les contenus des deux

autres récipients de plastique y sont alors tamisés par portion. La meilleure méthode de tamisage pour les particules humides consiste à immerger dans l'eau du récipient le tamis avec la portion d'échantillon qu'il contient. On lui fait alors subir les secousses nécessaires. Avant de rajouter une autre portion d'échantillon, on doit se débarrasser des particules trop grosses ne passant pas au travers des mailles du tamis. On répète la même opération jusqu'à ce que tout l'échantillon se retrouve dans le récipient contenant le sac de plastique. De plus, on doit s'assurer qu'aucune particule n'est restée au fond des autres récipients. L'emploi d'une pissette peut s'avérer utile pour le nettoyage final de ces derniers.

Ensachage et remisage de l'échantillon

L'échantillon est maintenant rassemblé dans le sac de plastique à l'intérieur d'un récipient à base circulaire. L'étape suivante consiste à extraire le surplus d'eau. Pour cette opération, on incline légèrement le récipient. Il faut cependant être prudent de façon à ne perdre aucune particule de l'échantillon. Le sac est alors enlevé du récipient puis fermé. Pour prévenir les bris pouvant occasionner des pertes, il est inséré à l'intérieur d'un autre sac de plastique. On devrait avoir alors un échantillon dont la masse varie entre 3 et 5 kg. Il est remisé avec d'autres dans un récipient muni d'un couvercle pour être ensuite entreposé en lieu sûr.

Nettoyage du tamis

Le tamis doit être délogé des particules qui encombrent ses mailles avant qu'il ne puisse servir à nouveau pour un autre échantillon. On peut le faire en poussant les particules avec les doigts ou encore à l'aide d'un tournevis. On doit aussi voir à enlever toutes celles qui auraient pu s'insérer autour de la monture.

LOCALISATION DU SITE ET RENSEIGNEMENTS

Le lieu d'échantillonnage de même que le numéro d'échantillon doivent être inscrits avec précision sur une carte topographique. Il

faut aussi prendre quelques notes sur les principales caractéristiques de l'endroit échantillonné. On porte sur une fiche préparée à cet effet les informations demandées.

COURS D'EAU A FAIBLE DÉBIT

La drague à sluice peut opérer dans les conditions les plus difficiles. Par exemple, certains cours d'eau ayant un débit d'eau très faible peuvent aussi être échantillonnés. Il suffit de faire un barrage à l'aide d'une pelle et de pierres. L'eau est alors recyclée par l'appareil et un échantillon convenable peut être récupéré.

CONCLUSION

L'échantillonnage des sédiments de cours d'eau au moyen d'une drague à sluice est un procédé simple lorsqu'il est bien compris et aussi très efficace, lorsqu'il est exécuté avec minutie. Il faut donc s'assurer que toutes les étapes sont effectuées adéquatement. Aussi, il faut apporter un grand soin à la récupération de l'échantillon de même qu'à : nettoyage des différents éléments de l'appareil. La représentativité de l'échantillon en dépend.

APPENDICE B

MÉTHODE DE PRÉCONCENTRATION DES MINÉRAUX LOURDS AU MOYEN D'UNE DRAGUE À SLUICE

DÉTAILS SUR LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX EN 1984

OBJET

Lors de l'été 1984, la Commission géologique du Canada effectuait des relevés géochimiques en Estrie. Ces travaux consistaient en l'échantillonnage des sédiments de cours d'eau au moyen d'une drague à sluice pour la préconcentration des minéraux lourds. Le présent texte se propose, en premier lieu, de faire une brève description des principales caractéristiques de ce projet et, en second lieu, d'offrir un compte rendu sommaire du déroulement des travaux. On y trouvera donc des informations susceptibles d'aider à la planification de futurs projets.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Cette section donne des renseignements sur la région échantillonnée, la sélection des sites, le numérotage des échantillons, les échantillons de contrôle, l'accessibilité des lieux d'échantillonnage, le personnel attaché au projet et l'équipement utilisé.

Région échantillonnée

La région échantillonnée couvrait cinq cartes topographiques à l'échelle de 1:50 000, soit les cartes de Dudswell 21 E/12, de Sherbrooke 21 E/5, de Coaticook 21 E/4, de Malvina 21 E/3 et de La Patrie 21 E/6.

Sélection des sites pour le prélèvement des échantillons

Chaque carte fut divisée en cellules couvrant chacune une superficie de 5 km sur 5 km. A l'intérieur de chacune d'elles, un site de prélèvement était choisi en fonction de deux principaux critères: l'accessibilité des lieux (généralement à un croisement ruisseau-route) et la superficie du bassin de drainage du cours d'eau (la préférence allait au cours d'eau ayant un bassin de drainage de superficie équivalente à celle de la cellule). Cependant, si un cours d'eau d'ordre supérieur à celui choisi traversait la cellule, un échantillon supplémentaire était alors proposé sur ce dernier. Aussi, dans 25% des

cellules, un modèle d'échantillonnage permettant d'évaluer la variance géochimique à différents niveaux fut adopté. Dans les cellules choisies pour cette étude, deux cours d'eau appartenant à deux bassins de drainage différents étaient sélectionnés. Sur l'un de ces cours d'eau, un seul échantillon était prévu, tandis que sur l'autre il y en avait trois (deux étaient localisés sur un même site, généralement à quelques mètres l'un de l'autre, et un dernier était situé à environ 1 km en amont des deux autres). En outre, pour chacun des prélèvements effectués au moyen de la drague à sluice, un échantillon de la portion la plus fine des sédiments (particules silteuses et argileuses) devait être recueilli à la main. Ils étaient ramassés en bordure des cours d'eau, là où sédimentent généralement ces particules. Lors des relevés de l'été 1984, les 383 échantillons proposés étaient localisés sur 312 sites différents et se répartissaient comme suit:

- carte de Dudswell, 95 échantillons sur 78 sites différents;
- carte de Sherbrooke, 89 échantillons sur 70 sites différents;
- carte de Coaticook, 102 échantillons sur 86 sites différents;
- carte de Malvina, 12 échantillons sur 10 sites différents;
- carte de La Patrie, 85 échantillons sur 68 sites différents.

Numérotage des échantillons

Chaque numéro d'échantillon était composé de deux parties. Une première partie identifiait la carte topographique utilisée et l'année en cours (par exemple 21E0384 ou encore 21E0684, etc.). La deuxième partie, composée d'une série de quatre chiffres placée au bas de la première, indiquait le type d'échantillon (le chiffre 1 était utilisé pour les échantillons recueillis au moyen de la drague à sluice et le chiffre 2 pour ceux ramassés à la main) et l'ordre dans lequel ils avaient été prélevés (001, 002, ..., 077, ..., 287, ..., 392, etc.), et ce indépendamment de la carte topographique utilisée. Par exemple, les chiffres 1237 et 2237 représentent deux échantillons (l'un recueilli au moyen de la drague à sluice et l'autre ramassé à la main) prélevés sur un même site. Cependant, seuls les trois derniers chiffres étaient notés sur la carte topographique à côté d'un x

indiquant l'endroit exact du prélèvement. Après chaque journée de travail, ces chiffres étaient transcrits à l'encre sur une autre carte conservée au bureau.

Échantillons de contrôle

Afin de vérifier la justesse et la précision des analyses chimiques, il était prévu, lors du numérotage, de réserver un certain nombre de numéros pour les échantillons standards et ceux qui devaient être divisés. Ainsi, le premier échantillon de chaque groupe de vingt (001, 021, 041, 061, etc.) n'était pas prélevé. Après la séparation des minéraux lourds en laboratoire, un autre échantillon choisi parmi ce groupe (généralement un échantillon contenant plus de 60 g de minéraux lourds, magnétite en moins) était partagé en deux parties égales. Ces deux échantillons se devaient d'avoir des résultats comparables lors des analyses. Aussi, un second numéro (cette fois-ci choisi au hasard parmi le groupe de vingt) n'était pas prélevé. Il était remplacé par un échantillon standard dont l'analyse chimique était connue.

Accessibilité des lieux d'échantillonnage

Sur les 312 lieux d'échantillonnage proposés, 261 étaient localisés à la croisée de cours d'eau et de routes facile d'accès. Les 51 lieux d'échantillonnage restants n'étaient accessibles que par des routes plus ou moins carrossables situées en forêt. Donc, près de 1 lieu d'échantillonnage sur 5 laissait supposer des difficultés plus ou moins grandes d'accès.

Personnel attaché au projet

Trois personnes ont travaillé à ce projet, soit un chef d'équipe et deux aides. Les travaux ont été effectués durant les mois de juin, juillet et août. La semaine de travail s'échelonnait du lundi au samedi inclusivement, jours fériés y compris. La journée sur le terrain débutait à 8 h pour se terminer généralement vers 17 h ou 18 h. Une partie de la soirée était employée à transcrire les sites de prélèvement de la journée et à préparer le travail du lendemain. Le

personnel avait élu domicile à Sherbrooke pour la durée des travaux.

Équipement utilisé

Une drague à sluice, modèle 2500, fabriquée par Keene Engineering, Northridge, California (Rocky Mountain Detectors Ltd. de Calgary est le distributeur canadien de l'équipement fabriqué par Keene Engineering). Cette drague comprend les mêmes éléments que le modèle 2501 proposé dans la norme, sauf qu'elle n'est pas équipée d'une chambre à air permettant à l'appareil de flotter. Deux tables de métal spécialement fabriquées pour ce projet furent utilisées en remplacement. L'une servait pour le moteur et l'autre pour le sluice. L'appareil avait été loué à une entreprise de Sherbrooke. Quant au reste de l'équipement, il correspondait essentiellement à celui recommandé dans la norme.

PRINCIPALES REMARQUES SUR LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX EN 1984

Les travaux se sont en général très bien déroulés et aucune difficulté majeure n'est survenue. Cependant, les remarques suivantes peuvent s'avérer utiles pour la planification et la réalisation de projets similaires.

Accessibilité des lieux d'échantillonnage

Sur les 51 sites qui laissaient supposer des difficultés plus ou moins grandes d'accès, environ la moitié de ceux-ci ont pu être atteints assez facilement. Quant à l'autre moitié, les routes y accédant étant plus ou moins carrossables, le trajet s'est avéré dans certains cas très difficile. Seulement 2 sites n'ont pu être rejoins. Des emplacements différents de ceux proposés ont alors été échantillonnés et ce dans leur cellule respective. Il est aussi arrivé à quelques reprises de ne pouvoir accéder au site proposé qu'en marchant sur une distance variant entre 1 et 2 km. Les régions montrant les plus grandes difficultés d'accès étaient situées en bordure de la frontière internationale et près du Mont Mégantic (cartes de Coaticook 21 E/4, de Malvina 21 E/3 et de La Patrie 21 E/6).

Moyenne journalière des échantillons prélevés

La moyenne journalière des échantillons prélevés fut de 5. Il faut cependant noter que la température a été très clémente et qu'aucune journée complète de travail ne fut perdue à cause du mauvais temps. Dans les endroits les plus accessibles, de 4 à 6 sites d'échantillonnage pouvaient être visités en une journée. Dans ceux moins faciles d'accès, seulement 1 ou 2 sites pouvaient être atteints quotidiennement.

Types de sédiments rencontrés

Les sédiments rencontrés étaient formés majoritairement de particules appartenant à la classe granulométrique des rudites (particules dont la grosseur est supérieure à 2 mm). Ils contenaient souvent des particules plates (fragments de schistes). La buse d'aspiration de même que le tuyau d'aspiration se bloquaient fréquemment. La présence de cubes de pyrite dans les échantillons fut remarquée sur approximativement 25% des sites. Il s'agissait de pyrite oxydée et non oxydée, cette dernière se retrouvant surtout dans les dépôts calcaires et les dépôts argileux.

Concentration en minéraux lourds

Le temps de fonctionnement moyen de l'appareil était d'environ 20 à 30 minutes selon le cas. Les lieux d'échantillonnage situés près ou en bordure du Mont Mégantic, de même que ceux situés aux environs de la Bande de serpentine, montraient une forte concentration en minéraux lourds. Celle-ci pouvait être détectée à même le sluice en observant, entre les riffles, les dépôts qui montraient une teinte foncée. Par contre, une zone située près de la frontière (carte de Malvina 21 E/3) contenait peu de minéraux lourds. Elle s'étendait dans une direction nord-est parallèlement à la structure des formations dans cette région. La quantité de minéraux lourds récupérée variait aussi d'une carte à l'autre. Au total, près de 67% des échantillons contenaient plus de 30 g de minéraux lourds après que la magnétite eut été enlevée.

Entreposage des échantillons

Une fois les échantillons recueillis, ils étaient placés dans des récipients métalliques avec couvercles. Ils étaient ainsi remisés par groupe de 10 environ. Un nombre de 40 récipients fut nécessaire pour toute la saison. Seulement 4 ou 5 de ces récipients étaient gardés dans le véhicule. Ceux-ci étaient remplacés à tous les 5 ou 6 jours de travail. Les récipients pleins étaient placés dans un endroit sûr.

Équipement

Les principales remarques à faire au sujet de l'équipement concernent surtout certaines pièces de la drague à sluice et l'habillement des travailleurs.

- Les deux tables de métal utilisées pour supporter le moteur et le sluice ont causé quelques problèmes. En effet, dans certains cours d'eau, il était parfois difficile d'enfoncer les pattes des tables dans les sédiments. Par exemple, le sluice se trouvait souvent trop élevé par rapport au niveau de l'eau occasionnant ainsi une perte de succion dans la buse d'aspiration. La meilleure façon de remédier à ce problème consistait à installer la table sur le côté, abaissant ainsi considérablement la hauteur du sluice. L'angle d'inclinaison était alors ajusté avec des pierres. Il est aussi arrivé à quelques reprises que le moteur tombe dans l'eau. La première fois le travail a pu être repris tout de suite, mais la seconde fois, le moteur refusait carrément de se mettre en marche. Un peu plus d'une demi-journée de travail a été ainsi perdue. De plus, il ne faut pas oublier d'effectuer régulièrement les changements d'huile du moteur. Il est recommandé de les faire après 20 heures d'utilisation.
- Pour ce qui est de la pompe, une attention spéciale doit lui être apportée. En effet, l'adaptateur reliant la pompe au tuyau d'arrivée d'eau ne doit pas recevoir de secousse car la colle à base de silicone qui le tient en place et qui étanche le tout peut se fracturer. Il est alors impossible d'amorcer la pompe. Il faut dans ce cas démonter les pièces et les sceller avec le même type de colle, opéra-

tion qui peut prendre plusieurs heures. De plus, le joint d'étanchéité devra lui aussi être scellé. On peut, pour se dépanner sur le terrain en attendant de pouvoir effectuer une réparation convenable, se servir de ruban gommé que l'on enroule à l'extérieur de la pièce jusqu'à ce que l'eau ne s'échappe plus de la pompe. Il faut cependant être conscient qu'il s'agit d'une remise en état temporaire et que des réparations plus minutieuses devront être effectuées aussitôt que la situation le permettra. Si tel n'est pas le cas, il peut arriver que la pompe soit gravement endommagée.

-La buse d'aspiration de même que le tuyau d'aspiration s'usent très rapidement. Ces deux pièces d'équipement ont dû être changées après avoir échantillonné quelque 200 sites. Il faut donc prévoir ce remplacement. Il arrive aussi fréquemment que le tuyau d'aspiration se perfore. Il n'est pas nécessaire de le remplacer à chaque fois. On peut se servir d'un ruban gommé d'une bonne largeur que l'on enroule autour de l'endroit où se trouve la perforation.

-Les pantalons de pêche se déchirent très souvent. Il est nécessaire de prévoir une paire de rechange pour chaque travailleur. Ils peuvent cependant être réparés si la déchirure n'est pas trop grande. On utilise pour cela une trousse de réparation pour les chambres à air de bicyclettes.

APPENDICE C

MÉTHODE DE SÉPARATION DES MINÉRAUX LOURDS AU MOYEN D'UN SÉPARATEUR À SPIRALES

TABLE DES MATIÈRES

OBJET.....	1
DESCRIPTION DE L'APPAREIL.....	1
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL.....	1
APPAREILLAGE.....	2
DISPOSITION DE L'ÉQUIPEMENT DANS LE LABORATOIRE.....	5
INSTALLATION DU SÉPARATEUR A SPIRALES.....	5
PRÉPARATION DE L'ÉCHANTILLON AVANT SON INSERTION DANS L'APPAREIL..	7
INSERTION DE L'ÉCHANTILLON DANS LA CUVETTE CIRCULAIRE.....	7
ARRÊT DU SÉPARATEUR A SPIRALES.....	9
NETTOYAGE DU SÉPARATEUR A SPIRALES.....	10
SÉCHAGE DES MINÉRAUX LOURDS.....	10
TAMISAGE DES MINÉRAUX LOURDS ET EXTRACTION DE LA MAGNÉTITE.....	11
DIVISION, PESÉE ET RANGEMENT DE L'ÉCHANTILLON.....	11
FORMULE POUR LA PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	12
CONCLUSION.....	14

FIGURES

SÉPARATEUR A SPIRALES	2
LES DIFFÉRENTES COMPOSANTES D'UN SÉPARATEUR A SPIRALES.....	3
LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE PRÉPARATION DES MINÉRAUX LOURDS.....	6
ENDROIT OÙ DÉPOSER LES PORTIONS D'ÉCHANTILLON DANS LA CUVETTE.....	8

TABLEAU

FORMULE POUR LA PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	13
---	----

OBJET

La présente norme a pour objet la séparation, au moyen d'un séparateur à spirales, des minéraux lourds contenus dans un échantillon prélevé au moyen d'une drague à sluice et leur préparation pour analyse en laboratoire.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL

Le séparateur à spirales est un appareil qui effectue le tri des minéraux lourds présents dans un échantillon. Il comprend principalement: une cuvette circulaire munie d'une ouverture centrale où convergent quatre rampes de caoutchouc disposées en spirale, un récipient de plastique pour recueillir les minéraux lourds, un tuyau perforé produisant des jets d'eau, un réceptacle où tombent les trop-pleins d'eau et de sédiments, un châssis métallique permettant l'ajustement de l'angle d'inclinaison de la cuvette, une pompe électrique et un moteur électrique (l'appareil peut être équipé, soit d'un moteur à courant continu de 12V, soit d'un moteur à courant alternatif de 110V). La figure 1 montre des photographies du séparateur à spirales et la figure 2 en illustre les différentes parties.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL

Un moteur électrique fait tourner une cuvette circulaire munie d'une ouverture centrale où convergent des rampes disposées en spirale. La cuvette est inclinée suivant un angle variant entre 25° et 30° par rapport à la verticale. Pendant que celle-ci est en rotation, un tuyau perforé, installé horizontalement le long du rayon de la cuvette et relié à une pompe, laisse échapper des jets d'eau. L'échantillon est alors introduit petit à petit dans la cuvette. Dans un premier temps, seules les particules les plus denses, entraînées par les rampes en spirale, réussissent à monter contre le courant jusqu'à l'ouverture centrale où elles sont acheminées vers un récipient de plastique.

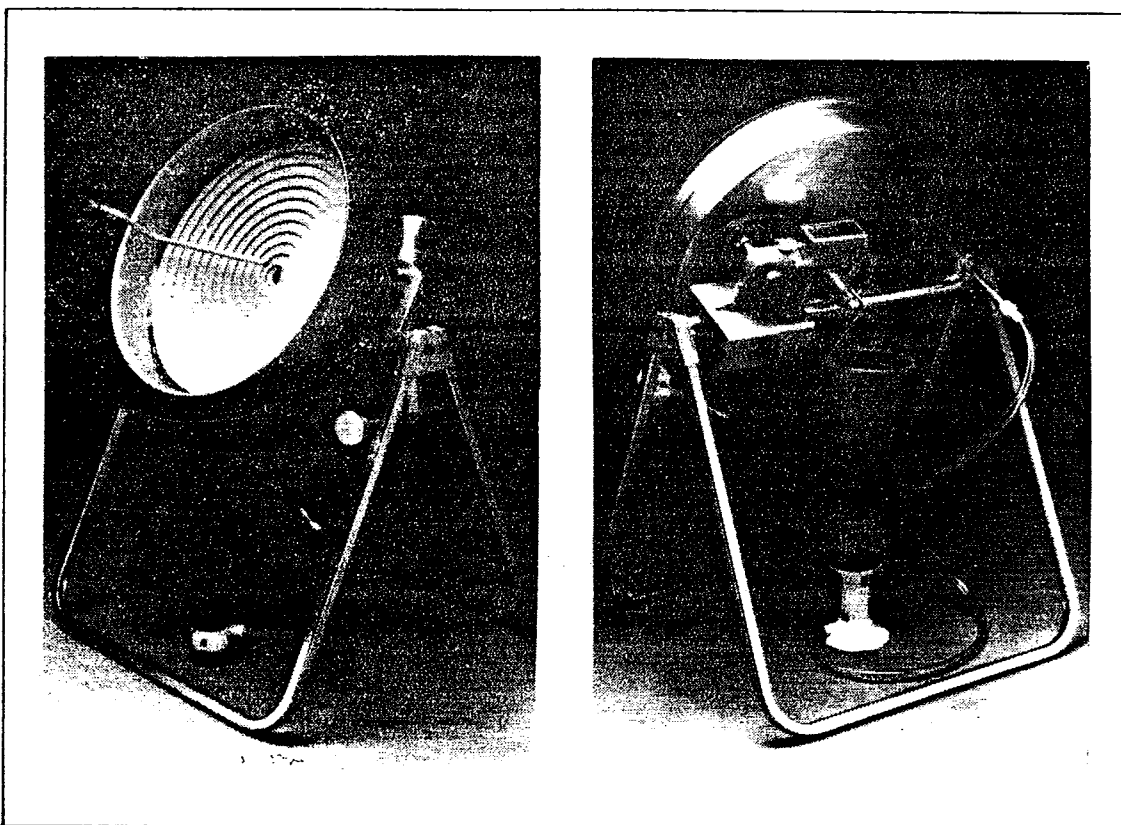


FIGURE 1. Séparateur à spirales, avec cuvette de 47,5 cm de diamètre, fabriqué par Goldhound International. (Source: Goldhound International, Costa Mesa, California.)

APPAREILLAGE

- Un séparateur à spirales, avec cuvette de 47,5 cm de diamètre, fabriqué par Goldhound International.
- Un régulateur de courant (0-16V, 0-20A). Il est nécessaire seulement si l'appareil est équipé d'un moteur à courant continu de 12V.
- Un récipient de plastique à base circulaire pour récupérer les rejets provenant du réceptacle placé sous la cuvette. Son diamètre doit être d'environ 25 cm et sa hauteur maximale de 30 cm.
- Une pissette.
- Des sorties d'eau avec robinets et évier.
- Un tuyau d'arrosage.
- Un récipient de plastique à base circulaire où est déposée la pompe. Son diamètre doit être d'environ 27 cm et sa hauteur maximale de 40 cm.

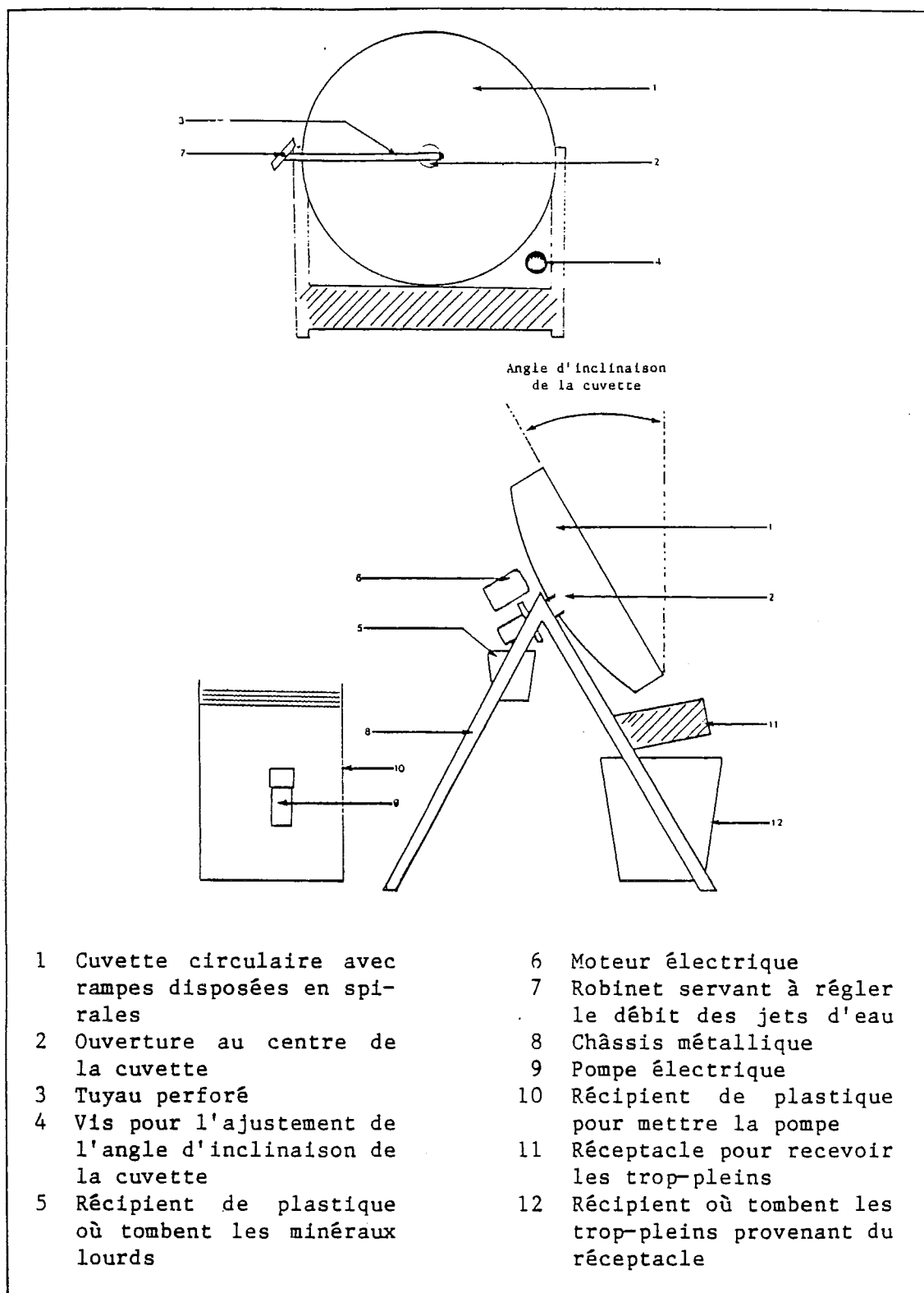


FIGURE 2. Les différentes composantes d'un séparateur à spirales.
(Source: adaptation de Assembly Instructions, Goldhound International, Costa Mesa, California.)

- Un entonnoir.
- Un support pour entonnoir.
- Des papiers-filtres circulaires, pour filtrage rapide de 24,0 cm de diamètre.
- Un récipient circulaire en plastique ou en acier inoxydable. Il doit avoir un diamètre d'environ 22 cm et une hauteur maximale de 10 cm.
- Deux récipients rectangulaires en acier inoxydable (l'un d'eux pourrait être en plastique) avec arêtes et coins arrondis de 27 cm sur 34 cm et dont la hauteur maximale est de 12 cm.
- Une cuillère de plastique pour insérer l'échantillon dans la cuvette circulaire. Elle doit pouvoir contenir une portion de sédiments variant entre 200 et 300g.
- Une paire de ciseaux.
- Un tournevis.
- Une clef anglaise.
- Un microscope avec grossissements approximatifs de 10X et de 20X.
- Des sacs de papiers d'une capacité de 1 litre.
- Une étuve avec contrôle de chaleur.
- Un aimant de bonne puissance.
- Des sacs de plastique transparent pour insérer l'aimant.
- Des feuilles de papier blanc, rectangulaires, d'approximativement 50 cm sur 80 cm.
- Un petit séparateur mécanique avec récipients.
- Un tamis en acier inoxydable à mailles carrées de 2 mm de côté.
- Une sortie d'air comprimé.
- Un tuyau à air comprimé avec régulateur de débit.
- Des crayons feutres à encre indélébile.
- Des petits récipients de plastique avec couvercles, ayant une capacité d'environ 28 ml.
- Des planchettes en bois avec cases de rangement pour les récipients de plastique contenant les concentrés de minéraux lourds.
- Une balance.
- Des petites enveloppes de papier de 7,7 cm sur x 9,6 cm avec attaches métalliques.

DISPOSITION DE L'ÉQUIPEMENT DANS LE LABORATOIRE

Il est important de prévoir la disposition de l'équipement dans le laboratoire pour que toutes les opérations puissent être effectuées méthodiquement. On aura donc soin de préparer deux sections distinctes, l'une pour le travail avec le séparateur à spirales et l'autre pour toutes les opérations subséquentes. La section réservée au séparateur à spirales doit être située près de l'évier et des sorties d'eau. Aussi, il doit être possible d'effectuer les observations requises au microscope tout en exerçant une certaine surveillance sur le fonctionnement de l'appareil. Il est, de plus, essentiel qu'une bouche d'évacuation pour l'eau soit située à même la surface du plancher. L'autre section du laboratoire doit être réservée pour toutes les opérations subséquentes, qui vont du séchage des minéraux lourds jusqu'à leur rangement final. Le schéma de la figure 3 montre les différentes étapes du travail.

INSTALLATION DU SÉPARATEUR A SPIRALES

Avant la mise en marche de l'appareil, certaines pièces d'équipement doivent être installées ou ajustées. Ainsi, le tuyau d'arrosage et la pompe doivent être placés dans le récipient de plastique prévu à cet effet, le débit du tuyau d'arrosage étant ajusté en fonction de la quantité d'eau aspirée par la pompe. Le récipient de plastique devant recevoir les minéraux lourds est placé à l'arrière de l'appareil, et l'angle d'inclinaison de la cuvette circulaire réglé à environ 25° ou 30° par rapport à la verticale. Dans un premier temps, le robinet du tuyau perforé est ouvert à pleine capacité de façon à empêcher complètement les particules d'atteindre l'ouverture au centre de la cuvette. Le débit en eau sera ajusté subséquemment pour permettre la montée des minéraux lourds (il existe en fait deux façons de contrôler la montée des minéraux lourds dans les rampes en spirale: la première consiste à augmenter ou à diminuer l'angle d'inclinaison de la cuvette circulaire et la deuxième, méthode plus simple et aussi plus rapide, à régler différemment le débit des jets

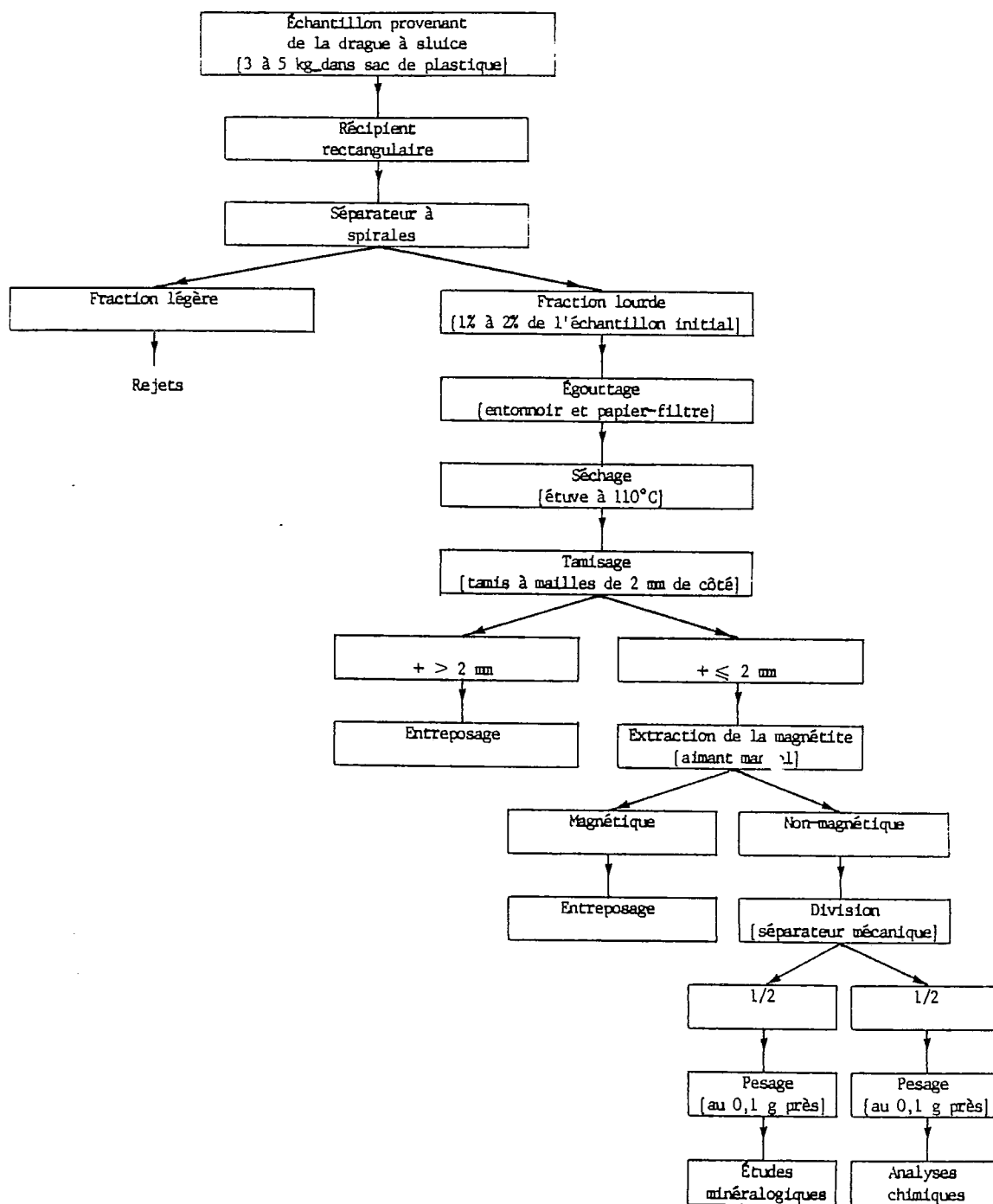


FIGURE 3. Schéma montrant les différentes étapes de préparation des minéraux lourds pour leur analyse en laboratoire.

d'eau). En outre, il est très important de bien positionner le tuyau perforé par rapport à l'ouverture centrale de la cuvette. Celui-ci doit être placé horizontalement et le dernier jet d'eau dirigé juste à la fin des spirales, en bordure de l'ouverture centrale. Les particules les plus denses seront ainsi acheminées par la force de ce jet vers le récipient de plastique suspendu à l'arrière de l'appareil. Finalement, un dernier récipient de plastique doit être mis en place sous le réceptacle où tombent les trop-pleins de la cuvette. L'appareil est alors prêt à fonctionner efficacement.

PRÉPARATION DE L'ÉCHANTILLON AVANT SON INSERTION DANS L'APPAREIL

Lors de cette étape de préparation de l'échantillon, on a besoin, d'eau courante, d'une paire de ciseaux et d'un récipient rectangulaire en plastique ou en acier inoxydable, ce dernier étant placé dans l'évier. L'échantillon est alors débarrassé de son premier sac de plastique puis transféré dans le récipient rectangulaire. La façon la plus simple d'effectuer cette opération consiste à mélanger une bonne quantité d'eau à l'échantillon et à couper l'un des coins inférieurs du sac pour permettre l'écoulement de son contenu. On doit rincer le sac jusqu'à ce que l'échantillon soit complètement transféré dans le récipient. Lorsque le transfert est terminé, le surplus d'eau est éliminé de l'échantillon en inclinant légèrement le récipient. Aussi, le numéro de l'échantillon doit être noté sur le sac de papier à l'intérieur duquel seront insérés les minéraux lourds avant leur séchage à l'étuve. Finalement, le récipient est déposé sur une table ou un banc, près du séparateur à spirales.

INSERTION DE L'ÉCHANTILLON DANS LA CUVETTE CIRCULAIRE

Après qu'on ait mis l'appareil en marche et ouvert le robinet du tuyau perforé à pleine capacité, on introduit l'échantillon dans la cuvette circulaire au moyen d'une cuillère de plastique. Chaque portion d'échantillon est déposée dans la partie inférieure de la cuvette, à l'endroit indiqué à la figure 4. Plusieurs portions d'é-

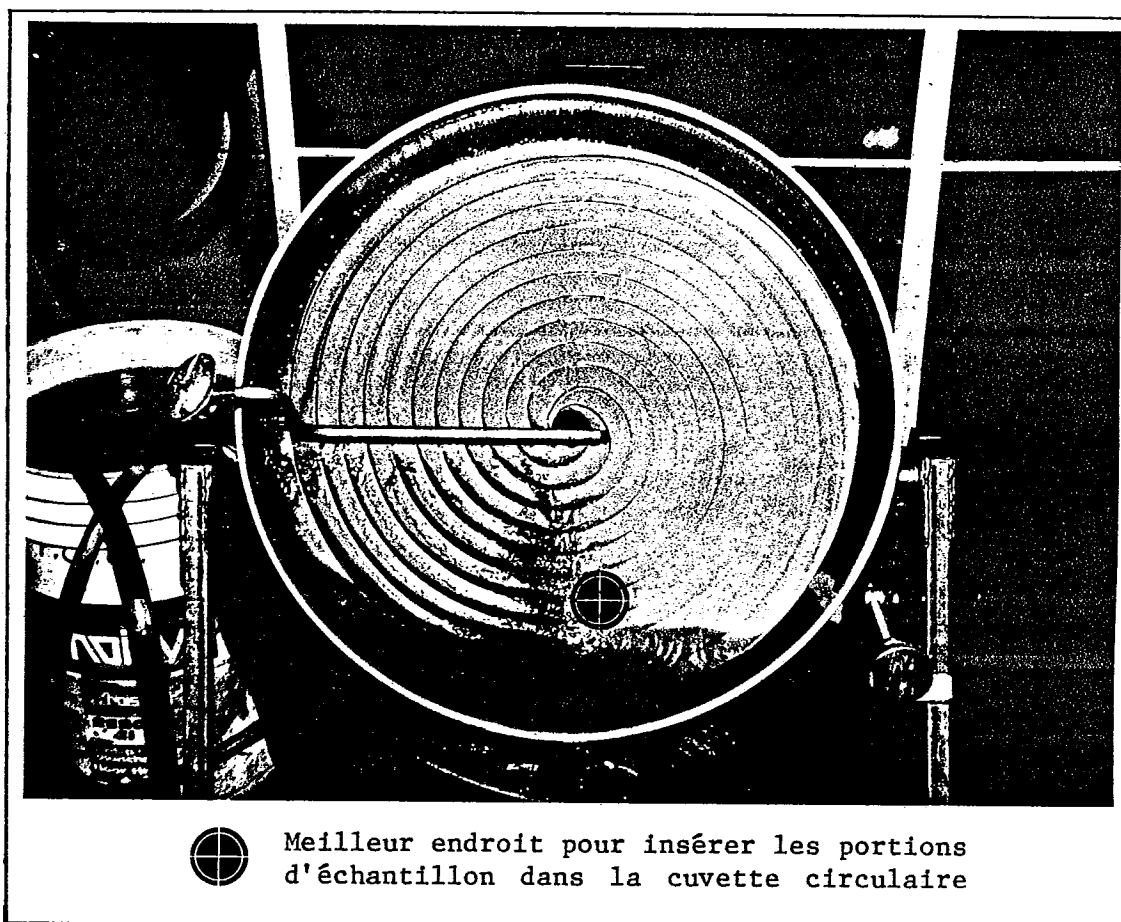


FIGURE 4. Chaque portion d'échantillon est déposée dans la partie inférieure de la cuvette circulaire, à l'endroit indiqué. Les sédiments sont alors remaniés par les actions combinées des courants d'eau et des rampes en spirale occasionnant ainsi la séparation des minéraux lourds.

chantillon sont ainsi introduites avant qu'il n'y ait débordement des sédiments dans la partie inférieure de la cuvette. Juste avant que cela ne se produise, le débit des jets d'eau est ajusté de façon à permettre la montée d'une certaine quantité de minéraux lourds vers l'ouverture centrale. Il est important de noter que, au tout début, les rampes acheminent vers l'ouverture centrale les particules les plus denses, et, par la suite, des particules de plus en plus légères. Donc, si l'échantillon contient peu de minéraux lourds, le débit des jets d'eau doit être réglé de façon à retarder la venue des particules légères vers l'ouverture centrale, le temps d'ajouter le reste de l'échantillon dans l'appareil, opération qui ne peut se faire que progressivement. Si cela n'est pas fait de cette manière, des

particules légères peuvent alors monter les rampes et se mélanger aux minéraux lourds déjà récupérés. Par contre, si l'échantillon contient beaucoup de minéraux lourds (la concentration en minéraux lourds peut facilement être évaluée en observant les rampes en spirale), le débit des jets d'eau doit être diminué de façon à permettre leur montée plus rapide vers l'ouverture centrale. Cet ajustement s'effectue au moyen du robinet placé à gauche de l'appareil. Le reste de l'échantillon se trouvant dans le récipient peut alors être introduit par portion dans la cuvette; cette étape doit prendre environ 5 minutes. Lorsque le récipient est presque vide, il est tenu au-dessus de la cuvette circulaire et nettoyé avec une pissette.

ARRÊT DU SÉPARATEUR A SPIRALES

Aussitôt complétée l'insertion des sédiments dans la cuvette circulaire, il faut déterminer à quel moment la séparation doit être stoppée de manière à récupérer le maximum de minéraux lourds tout en évitant leur contamination par les minéraux légers ou les fragments de roches. Ainsi, quelques grains de minéraux sont recueillis à leur sortie de l'ouverture centrale de la cuvette et examinés au microscope. Comme la séparation des minéraux s'effectue progressivement des plus lourds au plus légers, on recueille l'un après l'autre les oxydes noirs (magnétite, hématite, etc.), la pyrite, les grenats, les pyroxènes, les amphiboles, l'apatite, etc. En principe, la séparation est interrompue lorsque la récupération des grenats est terminée, c'est-à-dire aussitôt que l'on observe la présence de grains de quartz ou de feldspaths. Toutefois, si la quantité de minéraux lourds récupérés est très faible, il peut être avantageux de continuer la séparation même si l'échantillon est contaminé avec un certain pourcentage de minéraux légers. En effet, certains hydroxydes, tels la limonite ou la goethite, sont extraits plus tard dans la séquence à cause de leur porosité élevée qui réduit leur densité. Dans le cas où ces minéraux représentent une partie importante de l'échantillon, la séparation doit être prolongée. Lorsque la décision d'arrêter la séparation est prise, le robinet du tuyau perforé est ouvert

à pleine capacité pour empêcher les particules restantes de monter les rampes en spirale et, par la suite, l'appareil est arrêté. Les minéraux lourds présents dans le récipient de plastique sont alors transférés dans le papier-filtre se trouvant dans l'entonnoir, et le récipient nettoyé avec une pissette. Avant d'être placé dans l'entonnoir, le papier-filtre est plié par deux fois pour former un cône.

NETTOYAGE DU SÉPARATEUR A SPIRALES

Après chaque séparation, l'appareil est nettoyé. La façon la plus efficace de le faire consiste à enlever d'abord le réceptacle, puis à incliner l'appareil vers l'avant jusqu'à ce que la cuvette soit appuyée sur le récipient de plastique. L'intérieur de la cuvette se trouve ainsi orienté vers le sol. Il est lavé à plusieurs reprises avec le tuyau d'arrosage, puis l'appareil est replacé en position normale de fonctionnement. Le séparateur est alors mis en marche pendant une dizaine de secondes, le robinet du tuyau perforé complètement fermé. Après ce temps, s'il reste des particules dans la cuvette, elles sont facilement visibles sur les rampes en spirale ou encore près de l'ouverture centrale. Si c'est le cas, la cuvette doit être lavée à nouveau. Lorsque l'appareil est propre, il est prêt à recevoir un nouvel échantillon. Quant aux rejets se trouvant dans le récipient sous le réceptacle, ils sont transférés dans les contenants vides ayant servis à l'entreposage des échantillons; il faudra éventuellement s'en débarrasser. De plus, il est important que le nettoyage de la cuvette circulaire soit effectué tout de suite après la récupération des minéraux lourds. En effet, si les particules restantes sèchent sur le revêtement intérieur de la cuvette, il devient difficile à nettoyer et, en outre, il peut être endommagé.

SÉCHAGE DES MINÉRAUX LOURDS

Les minéraux lourds qui se trouvent dans l'entonnoir doivent être complètement égouttés. Ils sont alors transférés avec le papier-

filtre dans le sac de papier sur lequel est inscrit le numéro de l'échantillon, puis chauffés à l'étuve pendant environ une ou deux heures, selon leur quantité. La température de l'étuve est réglée à 110°C. Pour plus de précautions, les échantillons sont placés par groupe de six dans un récipient en acier inoxydable. Aussitôt le séchage terminé, les minéraux lourds sont refroidis à température ambiante.

TAMISAGE DES MINÉRAUX LOURDS ET EXTRACTION DE LA MAGNÉTITE

L'étape suivante consiste à tamiser l'échantillon. On utilise pour cela un tamis à mailles carrées de 2 mm de côté, ce dernier étant placé sur une grande feuille de papier de façon à récupérer tous les grains. Avant de jeter le papier-filtre et le sac de papier, il faut bien s'assurer qu'aucune particule n'y adhère encore. Le tamisage s'effectue en secouant le tamis à quelques reprises sur la table. Les particules retenues par les mailles sont alors pesées, puis insérées dans une petite enveloppe de papier sur laquelle est inscrit le numéro de l'échantillon. Les autres particules, c'est-à-dire celles qui ont traversées les mailles du tamis, sont étendues en une mince couche, sur la feuille de papier. Pour extraire la magnétite, un aimant est placé dans un sac de plastique de faible épaisseur et passé à plusieurs reprises au-dessus de l'échantillon. La magnétite extraite est pesée, puis placée dans un petit récipient de plastique bien identifié. A la fin de l'opération, le tamis est minutieusement nettoyé à l'air comprimé.

DIVISION, PESÉE ET RANGEMENT DE L'ÉCHANTILLON

L'échantillon de minéraux lourds, magnétite en moins, se trouve sur une grande feuille de papier. Il s'agit maintenant de le diviser de manière à obtenir deux fractions identiques par leur masse et leur composition. Il ne faut pas oublier que les particules très denses, comme les métaux précieux, peuvent se concentrer dans une partie de l'échantillon lors du tamisage. Il est donc important d'utiliser une

méthode qui permette d'obtenir deux fractions homogènes, tel le séparateur mécanique. L'échantillon est donc transféré de la feuille de papier au séparateur mécanique. On effectue ce transfert en rassemblant l'échantillon sur une partie de la feuille et en le faisant glisser dans la partie supérieure de l'appareil. Lorsque la division est effectuée, les deux fractions obtenues sont réparties dans les récipients métalliques situés au bas du séparateur mécanique. Chaque fraction est alors pesée et insérée dans un petit récipient de plastique sur lequel est inscrit le numéro de l'échantillon ainsi que le numéro du récipient (récipient n°1 ou récipient n°2 selon le cas). Chacun de ces récipients peut contenir une quantité maximale de minéraux lourds variant entre 90 et 100 g. Si chaque fraction compte plus de 100 g de minéraux lourds, chose plutôt rare, la division de l'échantillon doit être refaite de façon à obtenir entre 75 et 100 g de minéraux lourds dans chaque récipient, le reste étant mis dans un sac de plastique. Aussi, après la division de chaque échantillon, les différentes parties du séparateur mécanique doivent être nettoyées à l'air comprimé pour éviter toute possibilité de contamination. Le rangement des récipients de plastique se fait sur les planchettes de bois, de manière telle que tous les récipients n°1 se trouvent groupés, et il en va de même pour les autres.

FORMULE POUR LA PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Les résultats des différentes pesées sont notées sur la formule prévue à cet effet (voir tableau 1). On aura ainsi, pour chaque échantillon, les données suivantes: masse des particules plus grandes que 2 mm recueillies lors du tamisage, masse de la magnétite, masses des minéraux lourds contenus dans les récipients de plastique n°1 et n°2 et, s'il y a lieu, masse des minéraux lourds placés dans un sac de plastique. Les masses des différentes fractions s'expriment au 0,1 g près. La section des remarques sert à noter les diverses observations qui ont pu être faites (présence d'or ou d'un autre minéral d'importance économique, etc.), ou encore, toute autre donnée pouvant s'avérer utile lors de l'interprétation des résultats.

CONCLUSION

La séparation des minéraux lourds, ainsi que leur préparation pour analyse en laboratoire, est un travail qui doit se faire avec beaucoup de minutie. Les différentes opérations à effectuer comportent de nombreuses manipulations et les minéraux lourds subissent plusieurs transferts. Une attention spéciale doit donc être apportée à l'identification correcte des échantillons, quelle que soit l'étape effectuée. Tous les sacs ou récipients doivent porter le numéro de l'échantillon. Il faut en outre s'assurer que tous les appareils sont nettoyés adéquatement après leur utilisation et que ceux-ci fonctionnent efficacement. Les réglages sont nombreux et les vérifications doivent être fréquentes. De plus, l'organisation du travail doit être planifiée avec soin. L'une des meilleures façons d'effectuer les différentes opérations consiste à les répartir en deux groupes d'activités: l'un concernant la séparation des minéraux lourds et leur séchage à l'étuve, et l'autre rassemblant les opérations de tamisage, d'extraction de la magnétite, de division, de pesée et de rangement final. Notons enfin que, pour un même nombre d'échantillons, il faut compter le double du temps pour effectuer les séparations et les séchages que pour accomplir les opérations subséquentes.

APPENDICE C

MÉTHODE DE SÉPARATION DES MINÉRAUX LOURDS AU MOYEN D'UN SÉPARATEUR À SPIRALES

DÉTAILS SUR LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX EN 1984

OBJET

Lors de l'automne 1984, la Commission géologique du Canada mettait à l'essai un nouveau procédé de séparation des minéraux lourds en remplacement de la méthode traditionnelle utilisant le bromoforme. Ainsi, un séparateur à spirales fut employé pour traiter des concentrés prélevés dans les sédiments de cours d'eau. Le présent texte apporte certaines informations relatives à ce projet. Les renseignements du présent document apporteront certainement une aide précieuse aux personnes appelées à réaliser et à planifier des travaux de nature similaire.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Cette section donne des renseignements sur les échantillons traités, le personnel et l'équipement utilisé.

Échantillons traités

Un total de 577 échantillons furent traités. Sur ce nombre, 383 provenaient de l'Estrie et avaient été prélevés au moyen d'une drague à sluice. Leur masse variait entre 3 et 5 kg. Les autres échantillons, c'est-à-dire 194, furent recueillis en Gaspésie, avec des plats à laver. Leur masse moyenne était inférieure à 500 g.

Personnel

Une seule personne travaillait à ce projet. Les travaux ont été effectués à Sherbrooke durant les mois de septembre, octobre et novembre. La semaine de travail s'échelonnait du lundi au vendredi inclusivement et la journée débutait à 8 h pour se terminer vers 17 h. Il est cependant arrivé à plusieurs reprises que le travail se poursuive tard en soirée et les fins de semaine.

Équipement utilisé

L'équipement utilisé correspondait à celui proposé dans la norme. On y retrouvait, entre autres, le séparateur à spirales avec cuvette de

47,5 cm de diamètre (fabriqué par Goldhound International, Costa Mesa, California). Il était équipé d'un moteur à courant continu de 12V.

PRINCIPALES REMARQUES SUR LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX

Aucun problème majeur n'est survenu au cours des travaux. Cependant, certaines observations et remarques méritent d'être soulignées à la suite de l'expérience acquise.

Concentration en minéraux lourds

Plus de 67% des échantillons provenant de l'Estrée ont donné une quantité égale ou supérieure à 30 g de minéraux lourds. Ce pourcentage tombe à près de 26% pour les concentrés recueillis en Gaspésie.

Moyenne journalière des échantillons traités

La moyenne journalière des échantillons traités était de 8 pour les concentrés provenant de l'Estrée et de 10 pour ceux recueillis en Gaspésie. Cet écart provient du temps requis pour introduire les concentrés dans la cuvette et aussi de leur teneur en minéraux lourds. En effet, les échantillons provenant de la Gaspésie avaient une masse inférieure à 500 g et pouvaient, de ce fait, être introduits dans la cuvette en une seule opération. De plus, ils contenaient peu de minéraux lourds, diminuant d'autant le temps nécessaire à la séparation. Par contre, ceux recueillis en Estrie avaient une masse variant entre 3 et 5 kg et devaient être placés dans la cuvette par portions. En outre, comme ces échantillons contenaient une plus grande quantité de minéraux lourds, leur séparation prenait plus de temps.

Rejets du séparateur à spirales

Environ 38 contenants métalliques ont été remplis avec les rejets provenant du séparateur à spirales. Il s'agissait des récipients utilisés initialement pour entreposer les échantillons. La quantité des rejets était donc imposante et il a fallu s'en débarrasser.

Présence d'or dans les échantillons

De l'or a pu être observé à l'oeil nu dans 43 échantillons, dont 28 provenaient de l'Estrée et le reste de la Gaspésie. Il était plus facile de détecter la présence d'or au moment de l'extraction de la magnétite (les minéraux lourds étant alors étendus en une mince couche sur une feuille de papier) ou encore au tout début de la séparation, lorsque les particules les plus denses atteignent l'ouverture centrale de la cuvette.

Arrêt temporaire de la séparation des minéraux lourds

Il peut arriver que l'on doive s'éloigner du séparateur à spirales pour quelques minutes alors qu'une séparation est en cours. Dans un tel cas, il ne faut surtout pas stopper l'appareil pour le remettre en marche plus tard. Lors de la reprise de l'opération, des particules légères se mélangeraient aux minéraux lourds déjà recueillis. La meilleure façon de procéder consiste à ouvrir à pleine capacité le robinet du tuyau perforé. Ainsi, aucune particule ne peut monter les rampes en spirale et atteindre l'ouverture centrale de la cuvette. Lors de son retour, l'opérateur ajuste le débit des jets d'eau de façon à continuer la séparation.

Équipement

Les principales remarques à faire au sujet de l'équipement concernent surtout les différentes composantes du séparateur à spirales. La liste suivante donne une idée des obstacles qui peuvent survenir durant les opérations.

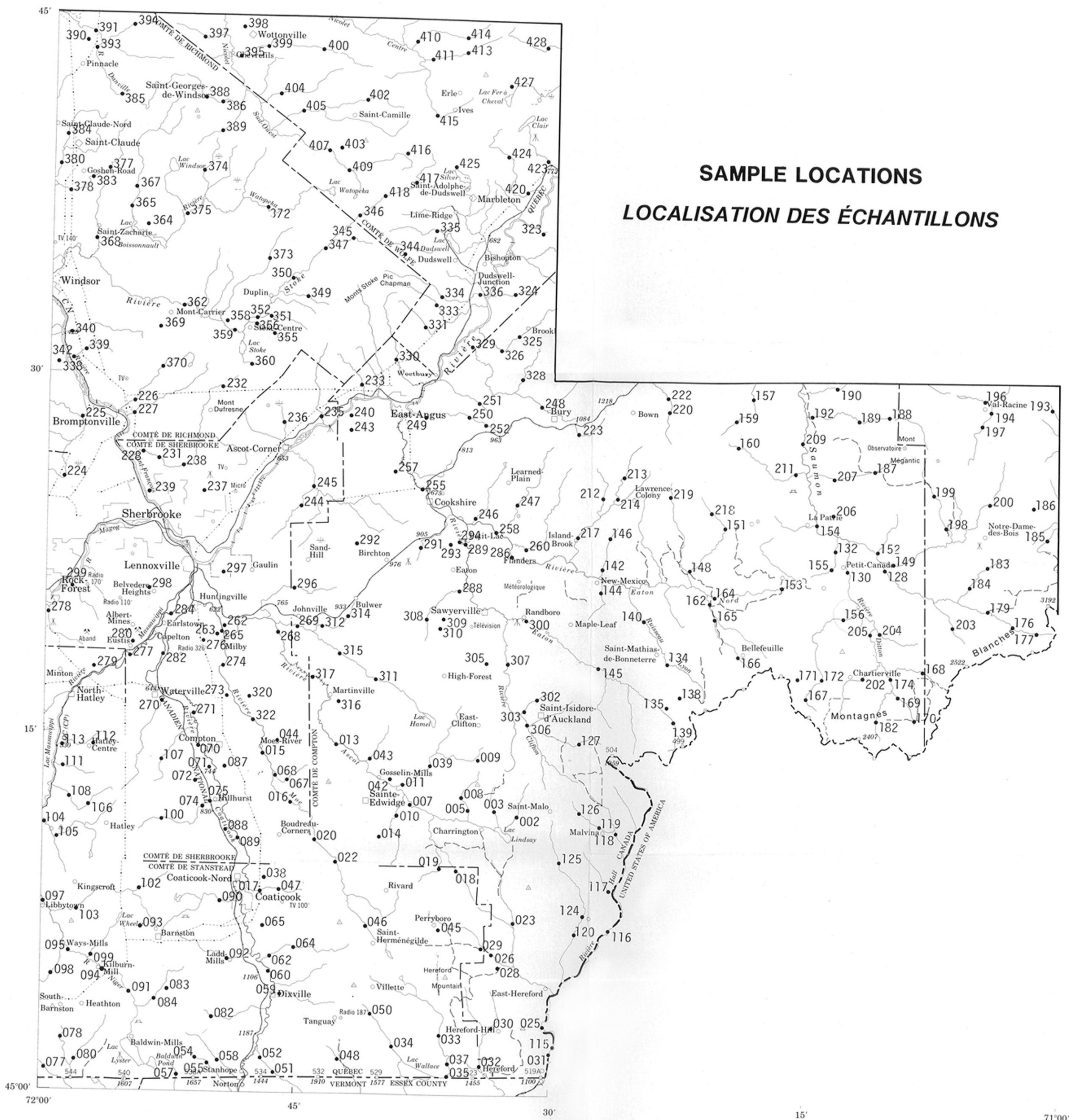
- Le régulateur de courant est tombé en panne à quelques reprises et a dû être réparé.
- Au tout début des travaux, le moteur du séparateur à spirales dégageait beaucoup de chaleur et, de plus, le mouvement de rotation de la cuvette circulaire n'était pas constant. On s'est vite aperçu que cela était causé par de mauvaises connexions. En effet, le moteur peut opérer à deux vitesses différentes mais les fils avaient été connectés de façon telle que les engrenages des deux vitesses o-

péraient simultanément, causant ainsi une friction intense à l'intérieur du moteur. Les connexions ayant été refaites correctement, le problème a cessé. La quantité de chaleur dégagée par le moteur est revenue à un niveau normal, et ce, même après une longue période de fonctionnement de l'appareil.

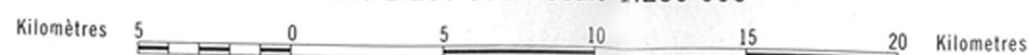
- Le récipient de plastique suspendu à l'arrière du séparateur à spirales s'est brisé. Ce sont les petits morceaux de plastique placés sur les côtés du récipient et servant à retenir la poignée qui se sont rompus.
- Le petit cylindre creux servant d'ouverture centrale dans la cuvette s'est déplacé à quelques reprises.
- Lorsque les échantillons contenaient peu de minéraux lourds (c'était le cas pour certains de ceux recueillis en Gaspésie), la montée des particules vers l'ouverture centrale devait être retardée par un réglage approprié des jets d'eau. On empêchait ainsi la récupération d'une trop grande quantité de particules légères. La plupart des échantillons provenant de la Gaspésie contenaient des particules de dimension supérieure à 4 mm; leur présence rendait le travail de séparation très difficile. En effet, les grosses particules, entraînées par les rampes en spirales, venaient s'accumuler près de l'ouverture centrale de la cuvette et empêchaient la récupération de particules plus fines. Le problème fut résolu en les éliminant de l'échantillon au moyen d'un tamis à mailles carrées de 4 mm de côté.
- Le tuyau d'arrosage s'est perforé à plusieurs reprises. Les réparations ont été effectuées avec du ruban gommé.
- Il était quelquefois nécessaire de doubler le papier-filtre dans l'entonnoir lorsque la quantité de minéraux lourds récupérée était trop importante; un papier-filtre simple se brisait et les minéraux lourds se répandaient sur les parois de l'entonnoir et dans le récipient placé sous celui-ci. Dans ce cas, il fallait récupérer les minéraux lourds et procéder à l'égouttage avec de nouveaux papiers-filtres.
- L'un des fils à l'intérieur de l'étuve s'est sectionné à cause de la chaleur. Il a fallu démonter une partie de cette dernière pour effectuer les réparations.

ENTRETIEN DE L'APPAREIL

- Une lubrification des différentes pièces se trouvant derrière l'appareil, près de l'ouverture centrale, doit être effectuée mensuellement avec de la gelée de pétrole.
- Le colle, à base de silicone, utilisée pour remplir les vides entre les rampes de caoutchouc et le côté de la cuvette peut se fracturer ou encore se soulever. Si c'est le cas, des réparations doivent être effectuées.
- L'appareil doit être nettoyé après chaque séparation. De plus, on ne doit pas laisser d'eau à l'intérieur de la cuvette lorsque l'appareil est arrêté pour plus d'une demi-heure.
- À chaque semaine, la tension de la courroie d'entraînement doit être vérifiée et les différentes vis resserrées.

**SHERBROOKE**

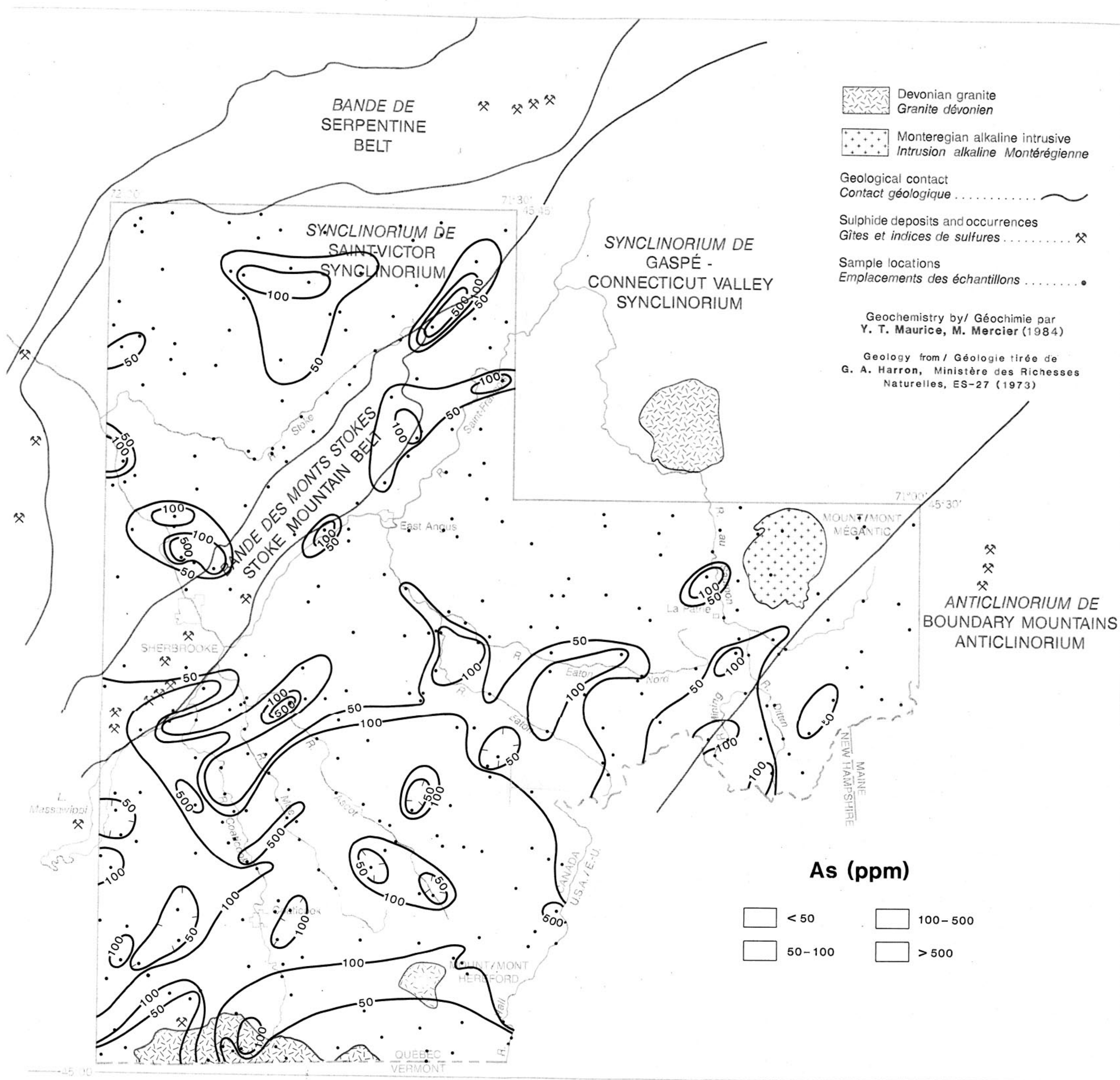
Échelle 1/250 000 - Scale 1:250 000

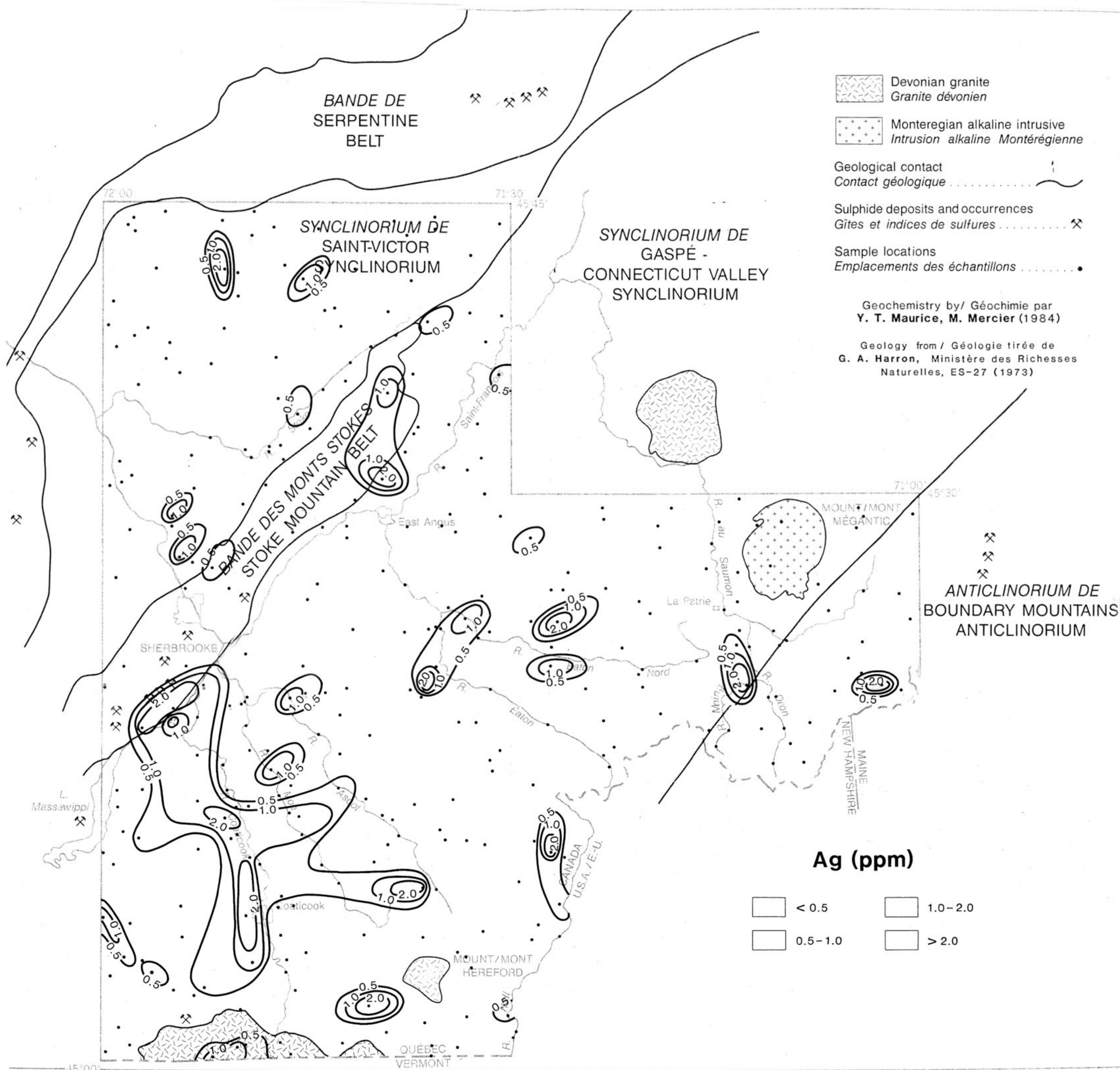


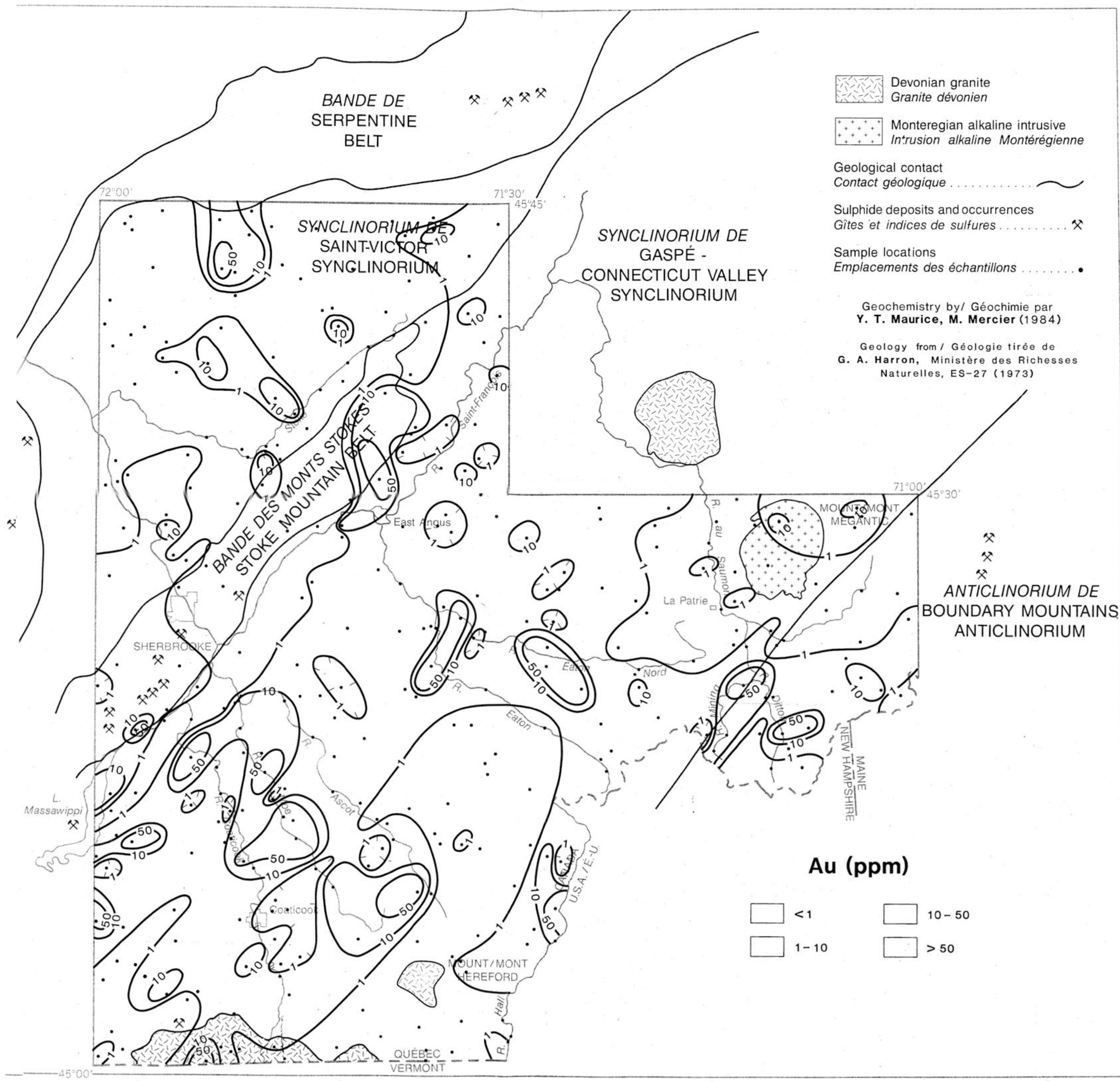
OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC

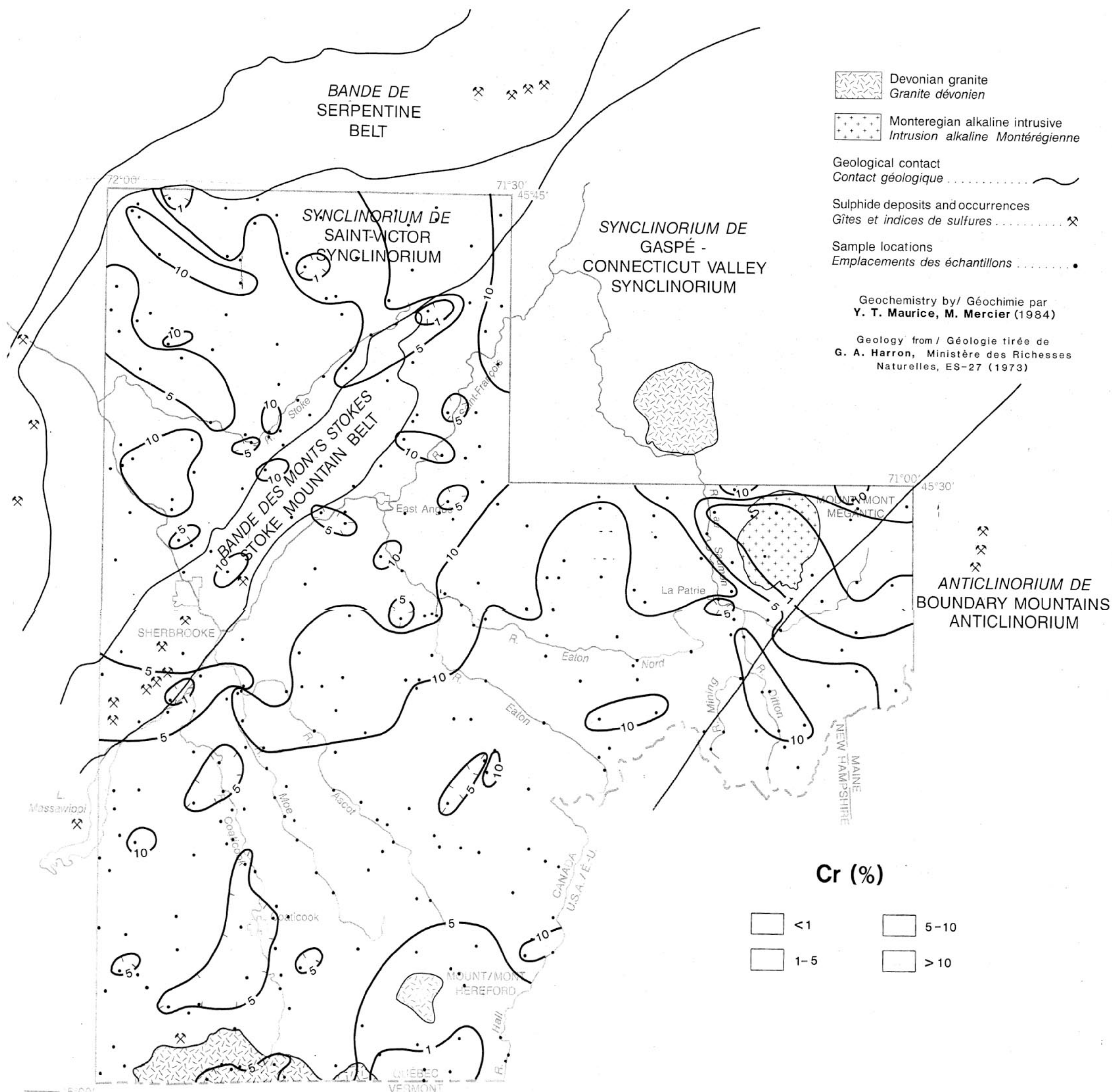
1145

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
COMMISSION GEOLOGIQUE DU CANADA
OTTAWA









Devonian granite
Granite dévonien

Monteregian alkaline intrusive
Intrusion alcaline Montérégienne

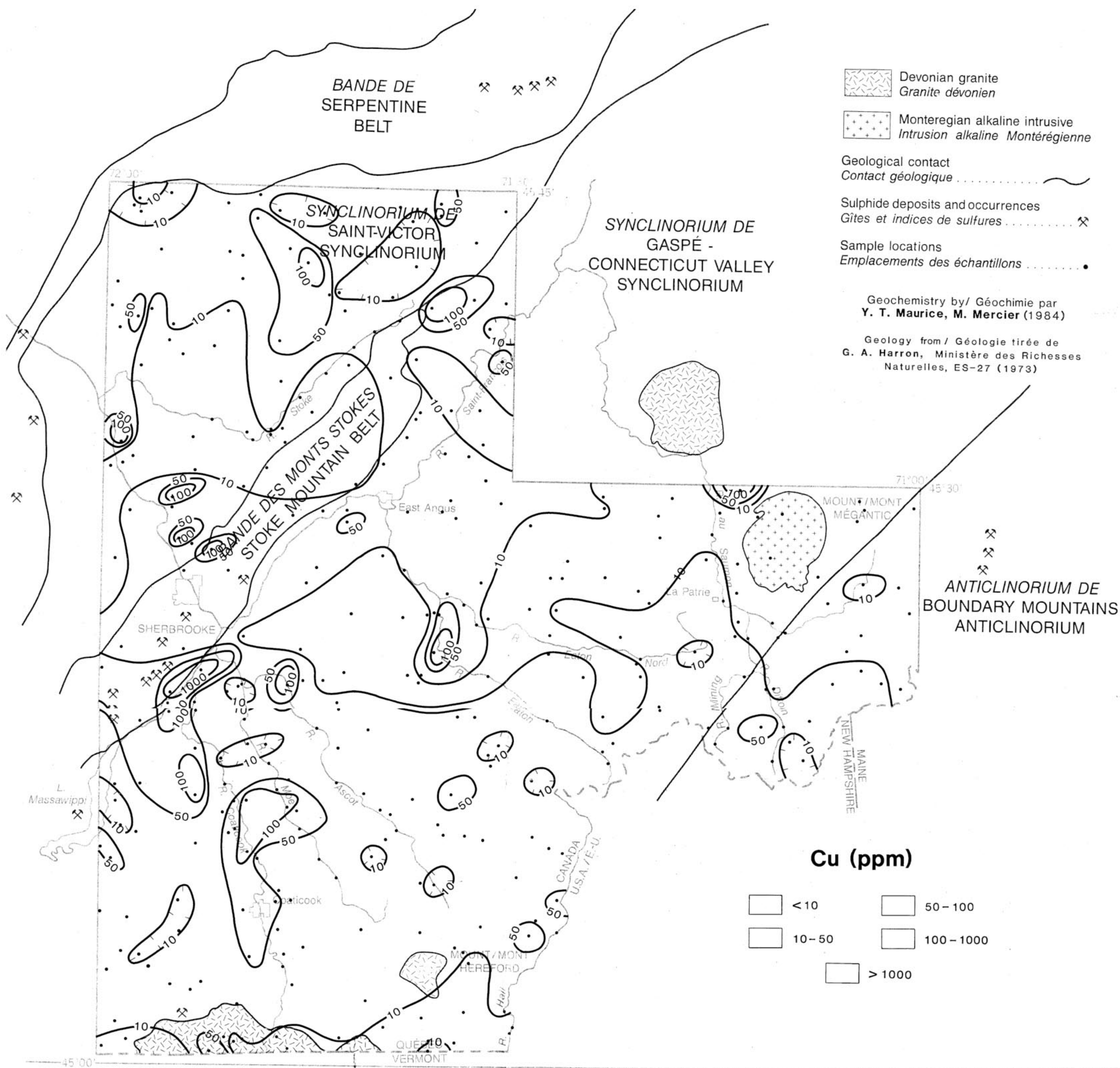
Geological contact
Contact géologique

Sulphide deposits and occurrences
Gîtes et indices de sulfures

Sample locations
Emplacements des échantillons

Geochemistry by/ *Géochimie par*
Y. T. Maurice, M. Mercier (1984)

Geology from/ *Géologie tirée de*
G. A. Harron, Ministère des Richesses Naturelles, ES-27 (1973)



SHERBROOKE

Échelle 1/250 000 - Scale 1:250 000

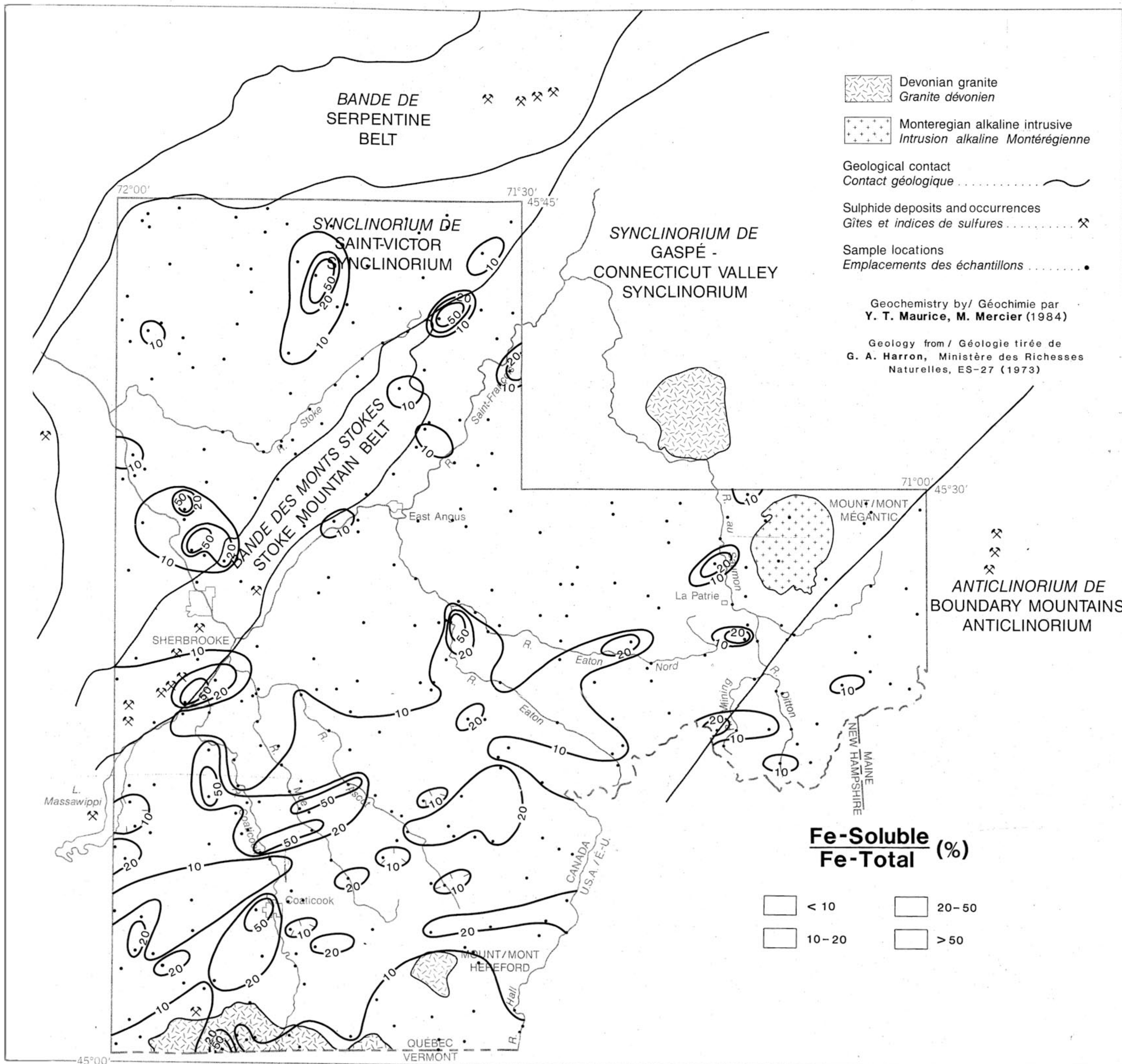
Kilomètres 5 0 5 10 15 20 Kilometres

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC

1145

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
OTTAWA

1985



SHERBROOKE

Échelle 1/250 000 - Scale 1:250 000

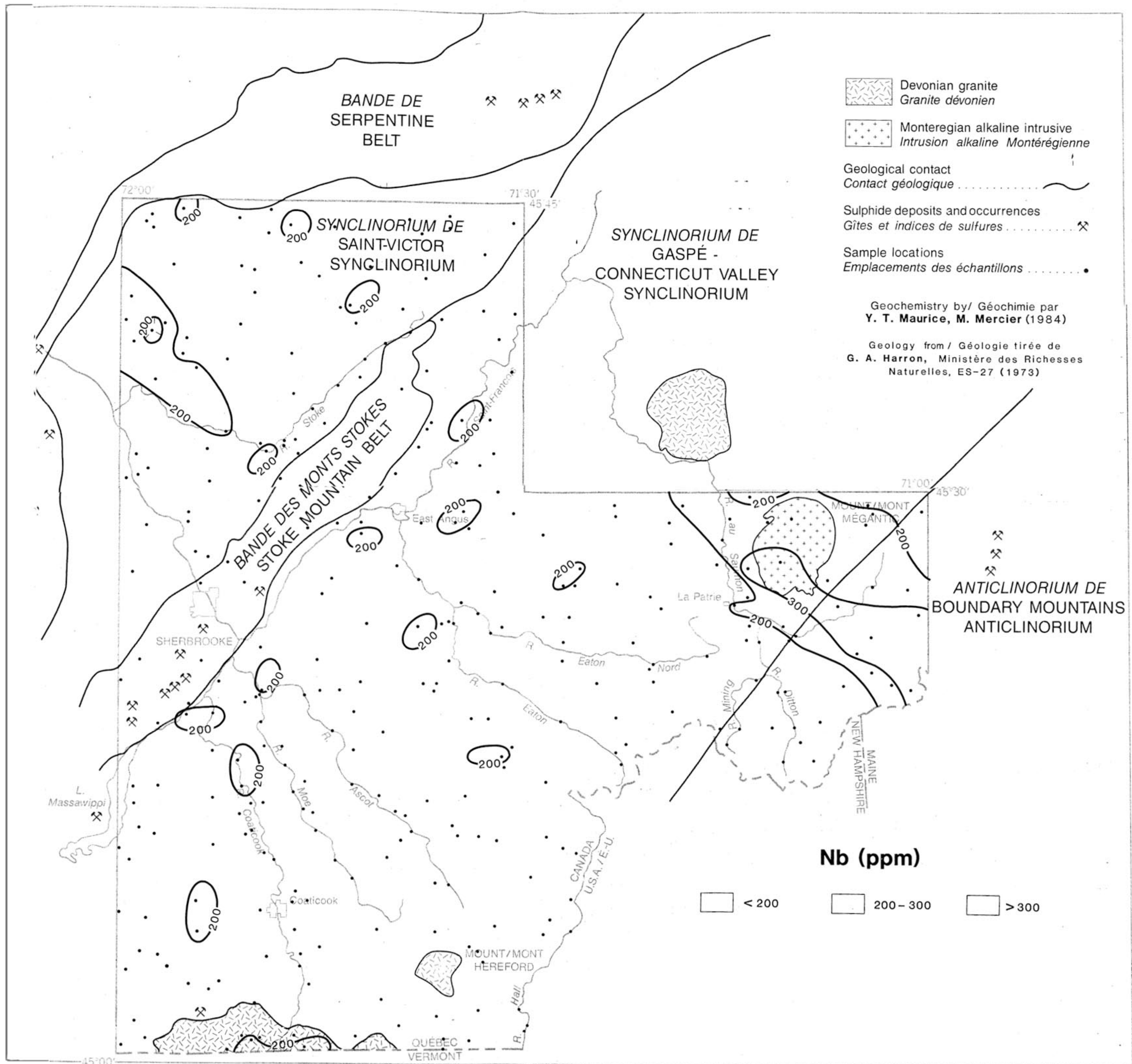
Kilomètres 0 5 10 15 20 Kilomètres

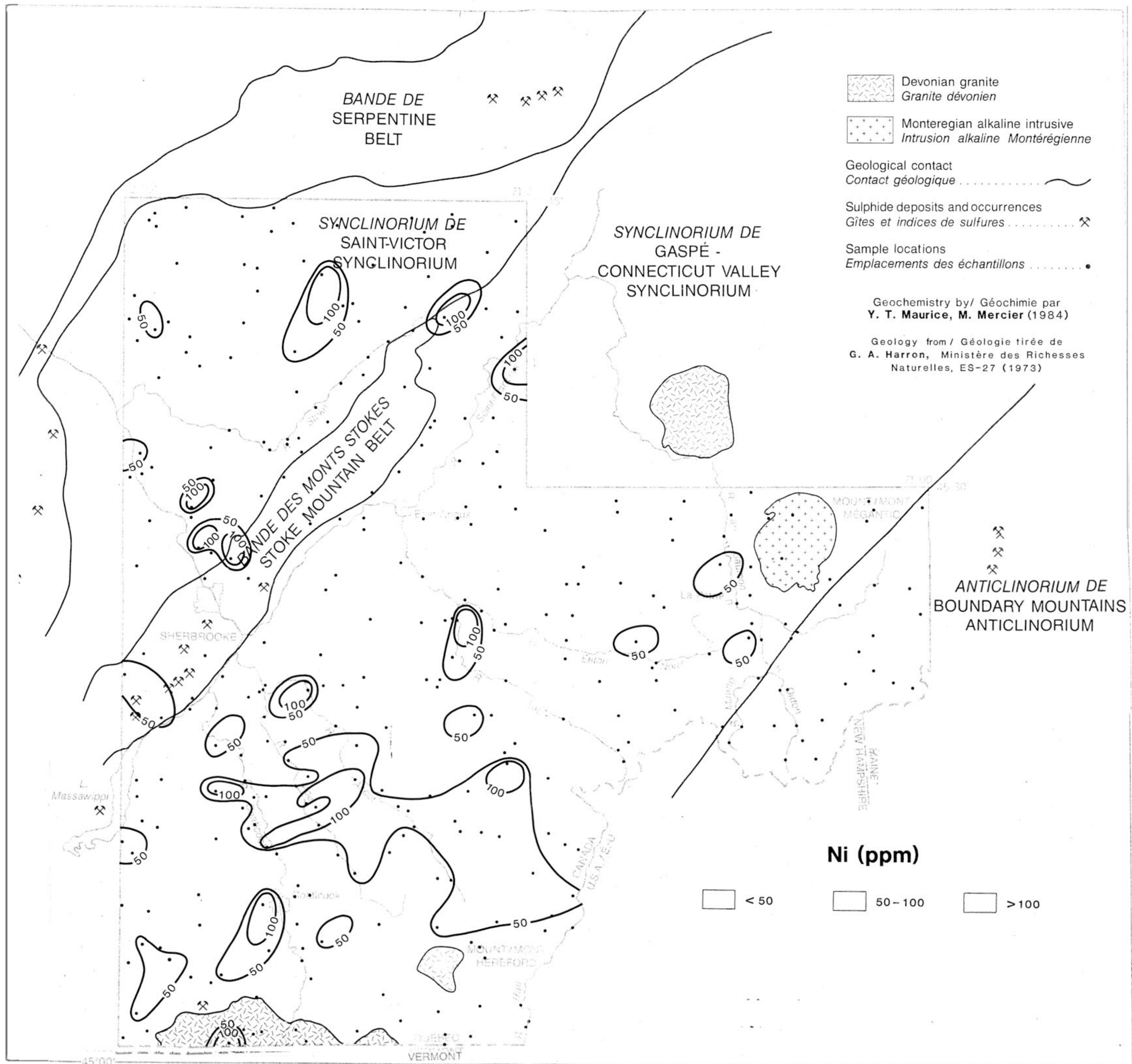
OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC

1145

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
OTTAWA

1985





SHERBROOKE

Échelle 1/250 000 - Scale 1:250 000

Kilomètres 0 5 10 15 20 Kilomètres

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC

1145

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
COMMISSION GEOLOGIQUE DU CANADA
OTTAWA
1985

