

Géologie des indices de Ni-Cu-EGP des lacs Nadeau et Long, région de Portneuf

Anne-Aurélié Sappin¹
Marc Constantin¹
Thomas Clark²
Otto van Breemen³

RP 2004-03

Mots-clés : Ni-Cu-EGP, sulfures, gabbro, roches ultramafiques, Portneuf-Mauricie, La Bostonnais, Grenville, Protérozoïque.

RÉSUMÉ

Les indices minéralisés en Ni-Cu-EGP des lacs Nadeau et Long sont situés dans le Domaine de Portneuf-Mauricie à près de 60 km au nord de Trois-Rivières dans le feuillet SNRC 31I/16. La géologie des indices était jusqu'à présent connue de manière assez sommaire. Les indices sont situés à l'intérieur du Complexe de La Bostonnais. Ils sont encaissés dans trois corps plutoniques mafiques à ultramafiques peu déformés, datés à 1396 +6/-5 Ma, en contact avec des gneiss et de la diorite. Les corps sont composés en majorité de gabbros et, dans une moindre mesure, de péridotites et de pyroxénites.

Les indices contiennent des sulfures disséminés (<1 à 10 %) qui sont enrichis en métaux usuels et précieux. Deux échantillons provenant de la zone Ouest ont donné la composition moyenne suivante pour les sulfures : 9,5 % Cu, 8,8 % Ni, 28 ppm Pd, 19 ppm Pt et 20 ppm Au (analyses recalculées à 100 % de sulfures).

La présence d'un réseau de failles orientées NW-SE peut avoir joué un rôle important dans la mise en place de ces zones minéralisées.

Les études pétrographiques et géochimiques préliminaires complètent et permettent de clarifier les premières observations de terrain. Les informations obtenues permettront de mieux comprendre la genèse de ces indices et de leurs roches encaissantes, ainsi que de développer un modèle métallogénique applicable à d'autres indices de Ni-Cu-EGP dans la Province de Grenville.

1. Université Laval

2. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs

3. Commission géologique du Canada

INTRODUCTION

Les indices de Ni-Cu-EGP des lacs Nadeau et Long se situent à environ 120 km à l'ouest de la ville de Québec et à près de 60 km au nord de la municipalité de Trois-Rivières dans le feuillet SNRC 31116 (figure 1). Bien que ces indices soient connus depuis les années 40, ce n'est que depuis 1972, et sporadiquement, que des travaux modernes d'exploration y sont effectués. Cette étude s'insère dans le cadre des recherches géologiques entreprises par le Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs dans le but d'évaluer le potentiel en Ni-Cu-EGP de la Province de Grenville.

GÉOLOGIE RÉGIONALE

La géologie de la région contenant les indices des lacs Nadeau et Long était jusqu'à présent connue grâce aux travaux de Pyke (1966), Rondot (1978), Nadeau et Brouillette (1994, 1995, 1997), Hébert et Nadeau (1995), Corrigan et van Breemen (1997), Nadeau *et al.* (1998, 1999), Nadeau et van Breemen (2001) et Savard (2002). Les indices ont été traités par Poirier (1988), Clark (1998, 2000, 2001) et Ressources Mirabel (2001, 2003). Nos travaux de cartographie, réalisés durant l'été 2003, ont permis d'affiner de façon importante ces connaissances. Les indices minéralisés en sulfures sont localisés dans le Domaine de Portneuf-Mauricie, laquelle comprend les méta-sédiments et les roches métavolcaniques du Groupe de Montauban (~1,45 Ga) et les roches intrusives du Complexe de La Bostonnais (~1,40 Ga) (Nadeau et van Breemen, 1994; Corrigan et van Breemen, 1997). Les indices sont situés dans des corps mafiques à ultramafiques peu déformés, mis en place dans le Complexe de La Bostonnais. Ces corps sont en contact avec des gneiss et une intrusion dioritique.

Le Complexe de La Bostonnais comprend des roches métaplutoniques calco-alkalines à structures aussi bien massives que gneissiques ou migmatitiques. Ce complexe est dominé par des diorites quartziques et des tonalites, mais les lithofaciès varient de composition ultramafique à felsique (Perreault, 1993; Hébert et Nadeau, 1995; Corrigan et van Breemen, 1997; Rivers, 1997; Nadeau et van Breemen, 2001).

La déformation dans le Complexe de La Bostonnais est très variable. Dans les domaines à faible intensité de déformation, les textures ignées primaires et les minéraux sont bien préservés (Corrigan et van Breemen, 1997). Au contraire, dans les zones à forte déformation, des foliations orientées nord-sud sont bien développées et soulignées par des assemblages métamorphiques de grade amphibolite

(Corrigan et van Breemen, 1997). Ce complexe recoupe les roches supracrustales plissées et métamorphisées du Groupe de Montauban, suggérant que ce dernier a été déformé et métamorphisé avant ou durant la mise en place des roches de La Bostonnais (Nadeau et Corrigan, 1991; Corrigan et van Breemen, 1997).

GÉOLOGIE LOCALE

Les roches encaissantes

L'encaissant immédiat des corps intrusifs minéralisés est constitué par trois ensembles lithologiques distincts (figure 2) :

- une unité intrusive dominée par des granodiorites et des diorites;
- une unité riche en granite leucocrate;
- une unité composée majoritairement de paragneiss à biotite et de quartzites dans laquelle s'injectent des unités ignées.

Les zones minéralisées

Les trois zones minéralisées discutées dans ce rapport, soit les zones Ouest et Est, situées près du lac Nadeau, et la zone Keno, située près du lac Long, sont encaissées dans trois corps de roches mafiques à ultramafiques (figure 2). Ces corps, séparés en surface par des roches encaissantes, sont composés de lherzolite, de pyroxénite et de roches gabbroïques (gabbro-gabbroïte); ces dernières constituent la majorité du volume total des intrusions.

Le corps intrusif contenant la zone Ouest mesure 290 m sur 150 m. La composition de l'unité porteuse de minéralisation varie entre celle d'une pyroxénite à celle d'un mélagabbro riche en olivine. Cette unité est bordée de part et d'autre par du gabbro localement minéralisé. La présence de sulfures donne une patine rouille à la roche.

Le corps intrusif renfermant la zone Est mesure >600 m sur 300 m et est constitué de lherzolite et de brèche gabbroïque d'origine magmatique et probablement aussi tectonique. Ces roches sont faiblement minéralisées.

La zone Keno présente une minéralisation encaissée dans une masse plutonique, de 150 m de largeur et d'une longueur inconnue, composée de pyroxénite et de brèche gabbroïque.

L'abondance des sulfures varie entre <1 % et 10 %. Ils sont disséminés aussi bien dans les roches gabbroïques que dans les roches ultramafiques. La zone Ouest présente le plus grand nombre d'affleurements minéralisés et donne les meilleures teneurs en métaux usuels et précieux. Une roche encaissante gneissique située à proximité de la zone Est contiennent de la pyrite et de la chalcopyrite.

GÉOCHRONOLOGIE

Des zircons provenant de masses lenticulaires décimétriques de diorite quartzifère pegmatitique dans la zone Ouest ont été datés à la Commission géologique du Canada. L'âge obtenu, 1396 ± 6/-5 Ma, est compris dans la gamme d'âge du Complexe de La Bostonnais (1,40–1,37 Ga; Nadeau et van Breemen, 1994; Corrigan et van Breemen, 1997). Vraisemblablement, les sulfures de la zone Ouest se sont mis en place à cette même époque.

GÉOLOGIE STRUCTURALE

Les unités dioritiques et les corps mafiques à ultramafiques contiennent des enclaves de paragneiss, témoins de contacts intrusifs. Les intrusions mafiques à ultramafiques présentent une structure interne non tabulaire, contrairement aux suggestions de Poirier (1988). Les contacts entre les différentes roches encaissantes et les intrusions mafiques à ultramafiques sont concordants à la foliation dans les encaissants (figure 2). La présence de zones déformées dans les unités dioritiques indique qu'une nouvelle déformation a affecté tardivement cette unité lithologique.

On observe des zones de cisaillement NO-SE au contact entre les différentes intrusions et les roches encaissantes, ainsi qu'au sein même des intrusions (figure 2). De plus, il semblerait qu'une faille majeure senestre orientée NNO soit située dans l'axe du lac Long (Rondot, 1978; Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2001).

Finalement, la zone Keno semble présenter, au moins superficiellement, un contexte structural différent de celui des deux autres zones minéralisées. Le contact externe de l'intrusion mafique à ultramafique est, comme dans le cas des intrusions des zones Ouest et Est, parallèle à la foliation des paragneiss. Cette intrusion est déformée en un pli synforme droit et ouvert, plongeant à un petit angle vers le nord (figure 2).

L'existence d'un dyke mafique concordant dans des méta-sédiments fortement déformés dans l'encaissant immédiat de la zone Est ainsi que la présence, dans l'encaissant des trois corps mafiques à ultramafiques, de foliation parallèle aux contacts indiquent que la mise en place des intrusions était pré- à syntectonique.

PÉTROLOGIE

Parmi les échantillons de roche que nous avons rapportés du secteur, douze spécimens représentatifs ont été étu-

diés en microscopie optique. De manière générale, les échantillons présentent des caractéristiques communes, soit des textures magmatiques bien préservées et une forte altération de la minéralogie primaire. De plus, ils contiennent des sulfures disséminés se présentant sous forme d'agrégats et de vermicules.

Les échantillons de roche gabbroïque prélevés dans la zone Ouest sont amphibolitisés. Malgré ce fait, la texture primaire allotriomorphe granulaire est bien préservée. La taille des grains varie de fin à grossier. Les cristaux d'amphibole verte (hornblende?) représentent entre 40 et 80 % des roches suivant leur degré d'altération. Les pyroxènes sont encore présents dans certains échantillons mais de façon peu importante (15 %). Dans quelques lames, il est également possible de différencier le clinopyroxène de l'orthopyroxène. On note localement la présence de quartz, de feldspath alcalin et d'olivine, ce qui permet de distinguer différents types de gabbro. Les plagioclases se présentent dans une proportion variant de 5 à 55 %. L'abondance des sulfures varie de moins de 1 % à ~10 %. Il s'agit essentiellement de pyrrhotite, de chalcopyrite et de pentlandite, cette dernière étant fortement altérée.

Une webstérite à olivine et plagioclase échantillonnée dans la zone Ouest est à grain moyen et très amphibolitisée (environ 80 % d'amphibole verte et brune). Elle contient près de 5 % de pyroxène (non poecilitique) et d'olivine et environ 10 % de plagioclase et feldspath alcalin. On n'observe pas de bordures coronitiques entre les plagioclases et les olivines. Les sulfures sont généralement présents dans une faible proportion (environ 1 %) et comprennent de la pyrrhotite et de la chalcopyrite.

Une lherzolite à grain moyen à grossier provenant de la zone Est montre une forte altération. Celle-ci est mise en évidence par la présence d'environ 70 % d'olivine (sous forme de cristaux ovoïdes) partiellement serpentinisée et d'amphibole majoritairement verte (environ 20 %). Des reliques de pyroxène (localement poecilitique) représentent moins de 10 % de la roche totale. Les sulfures, comprenant 1 à 2 % de pyrrhotite et de chalcopyrite, montrent des textures disséminées et plus rarement « sub-en filet ».

La roche encaissante à pyrite et chalcopyrite (~1 % de sulfures) située près de la zone Est montre près de 40 % d'amphibole verte ainsi que des cristaux de quartz (~30 %), de plagioclase (~10 %) et des oxydes métalliques (~20 %). Certains échantillons de paragneiss présentent également des cristaux de sillimanite, de biotite et de grenat.

ÉTUDES GÉOCHIMIQUES

Des analyses chimiques ont été réalisées sur 28 échantillons typiques des différentes unités lithologiques. Les résultats obtenus par les méthodes ICP-MS et ICP-ES permettent de mettre en évidence l'enrichissement local en

Cu, Ni, Au, Pt, ou Pd de certaines de ces unités. Les roches analysées appartenant au corps intrusif de la zone Ouest montrent des teneurs appréciables en Cu, Ni, Pt et Pd, voire pour certaines en Au. L'intrusion mafique à ultramafique constituant la zone Est est légèrement moins enrichie en Ni que la précédente. En ce qui concerne les autres éléments (Cu, Au, Pt, Pd), les teneurs restent assez faibles dans cette intrusion. Enfin, les roches constituant l'encaissant, incluant le paragneiss étudié en lame mince, ne montrent pas de teneurs appréciables en éléments d'intérêt économique.

Le calcul du degré d'enrichissement en Ni, Cu, EGP et Au à 100 % de sulfures a été effectué sur deux échantillons de gabbro-norite à olivine de la zone Ouest. Il apparaît que les sulfures dans ces deux échantillons présentent un fort enrichissement en ces différents éléments, avec des valeurs moyennes de 9,5 % pour le Cu, de 8,8 % pour le Ni, de 20 ppm pour l'Au, de 19 ppm pour le Pt et de 28 ppm pour le Pd (recalculés à 100 % de sulfures).

Les diagrammes des terres rares obtenus pour les roches mafiques et ultramafiques des zones Est et Ouest montrent des profils très similaires (figures 3 et 4). Les résultats préliminaires des concentrations en éléments traces incompatibles permettent de suggérer que les corps intrusifs de ces deux zones sont génétiquement liés.

CONCLUSION - PERSPECTIVES

D'après les informations fournies par la carte géologique, l'étude microscopique et les analyses chimiques, il apparaît que parmi les zones minéralisées des lacs Nadeau et Long, la zone Ouest est celle qui montre la plus grande abondance de sulfures. De plus, les sulfures sont fortement enrichis en métaux usuels et précieux. Il s'agit donc de la cible qui présente actuellement le plus grand intérêt économique. Bien que les renseignements concernant la minéralogie et la chimie des roches constituant la zone Keno soient actuellement absents, il semble que cet indice se soit mis en place de la même manière que les indices du lac Nadeau. Comme dans le cas des zones Ouest et Est, l'intrusion mafique et ultramafique de la zone Keno est concordante avec son encaissant folié, constitué de paragneiss pélitiques à biotite-sillimanite-grenat.

La campagne de terrain de 2003 a été principalement axée sur l'étude des gîtes des lacs Nadeau et Long. Les travaux en 2004-2005 concerneront les intrusions mafiques-ultramafiques et les indices minéralisés qu'elles recèlent aux lacs à la Vase, Édouard, Matte, Kennedy et Mékinac. Le but est, à terme, de mieux évaluer la Province de Grenville pour son potentiel en Ni-Cu-EGP. De plus, on vise à mieux comprendre la signification des intrusions mafiques dans l'évolution de cette province géologique.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier madame Charlotte Grenier (MRNFP) pour son assistance dans la réalisation de la figure 1, monsieur Daniel Thériault (MRNFP) pour son assistance dans la réalisation de la figure 2 et monsieur Jean Bernard (Ressources Mirabel inc.) pour son aide lors de la campagne de terrain de l'été 2003. Nous remercions également monsieur Léopold Nadeau pour ses commentaires utiles sur le manuscrit.

RÉFÉRENCES

- CLARK, T., 1998 – Un aperçu du potentiel du Grenville québécois pour des gîtes de Ni-Cu±Co±ÉGP. Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 98-01, 8 pages.
- CLARK, T., 2000 – Le potentiel en Cu-Ni±Co±ÉGP du Grenville québécois : exemple de minéralisations magmatiques et remobilisées. Chronique de la Recherche Minière; numéro 539, pages 85–100.
- CLARK, T., 2001 – Distribution et potentiel des éléments du groupe du platine au Québec. Ministère des Ressources naturelles; Québec ; PRO 2001-07, 14 pages.
- CORRIGAN, D. – VAN BREEMEN, O., 1997 – U-Pb age constraints for the lithotectonic evolution of the Grenville Province along the Mauricie transect, Quebec. Revue canadienne des Sciences de la Terre; volume 34, pages 299–316.
- HÉBERT, C. – NADEAU, L., 1995 – Géologie de la région de Talbot (Portneuf). Ministère des Ressources naturelles, Québec; ET 95-01, 10 pages.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS, QUÉBEC, 2001 – Notre-Dame-De-Montauban, 31I16, carte S1-31I16-G3P-O1D.
- NADEAU, L. – BROUILLETTE, P., 1994 – Structural map of the La Tuque area (NTS 31P), Grenville Province, Quebec. Commission géologique du Canada; Open File 2938, échelle 1 : 250 000.
- NADEAU, L. – BROUILLETTE, P., 1995 – Structural map of the Shawinigan area (NTS 31-I), Grenville Province, Quebec. Commission géologique du Canada; Open File 3012, échelle 1 : 250 000.
- NADEAU, L. – BROUILLETTE, P., 1997 – Field relationships and petrology of Lapeyrère gabbro-norite, south-central Grenville Province, Quebec. Commission géologique du Canada; Current Research 1997-E, pages 61–71.
- NADEAU, L. – BROUILLETTE, P. – BÉDARD, J., 1998 – Geochemistry and petrogenesis of the Lapeyrère gabbro-norite, south-central Grenville Province, Québec. Commission géologique du Canada; Current Research 1998-C, pages 179–188.
- NADEAU, L. – BROUILLETTE, P. – HÉBERT, C., 1999 – New observations on relict volcanic features in medium-grade gneiss of the Montauban group, Grenville Province, Quebec.

- Commission géologique du Canada; Current Research 1999-E, pages 149–160.
- NADEAU, L. – CORRIGAN, D., 1991 – Preliminary notes of the geology of the St-Maurice tectonic zone, Grenville orogen, Québec. Commission géologique du Canada; Current Research, Paper 91-1E, pages 245–255.
- NADEAU, L. – VAN BREEMEN, O., 1994 – Do the 1,45-1,39 Ga Montauban Group and La Bostonnais complex constitute a Grenvillian accreted terrane? Association géologique du Canada – Association minéralogique du Canada; Programme et résumés, volume 19, page A81.
- NADEAU, L. – VAN BREEMEN, O., 2001 – U-Pb zircon age and regional setting of the Lapeyrère gabbro-norite, Portneuf-Mauricie region, south-central Grenville Province, Quebec. Commission géologique du Canada; Current Research 2001-F6, 8 pages.
- PERREAULT, S., 1993 – La suite plutonique de Rivière-à-Pierre, Portneuf : pétrologie, géochimie et mise en place pendant l'orogénèse Grenvillienne. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DV 93-03, pages 25–29.
- POIRIER, G., 1988 – Étude métallogénique de gîtes de nickel, cuivre et platinoïdes de l'ouest de la province de Grenville, Québec. Thèse de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 299 pages.
- PYKE, D.R., 1966 – Geology of the Montauban area. Thèse de doctorat, Université McGill, Montréal, 197 pages.
- RESSOURCES MIRABEL INC., 2001 – Propriété du Lac Nadeau, rapport non publié, 13 pages.
- RESSOURCES MIRABEL INC. (Société d'exploration), 2003 – Notice annuelle relative à l'exercice terminé le 30 septembre 2002, rapport non publié, 19 pages.
- RIVERS, T., 1997 – Lithotectonic elements of the Grenville Province: review and tectonic implications. Precambrian Research; volume 86, pages 117–154.
- RONDOT, J., 1978 – Région de Saint-Maurice. Ministère des Richesses naturelles, Québec; DPV-594, 85 pages.
- SAVARD, C., 2002 – L'indice de Ni-Cu-EGP du Lac Nadeau en Mauricie : étude pétrographique et métallogénique. Projet de fin d'étude, Université Laval, 26 pages.

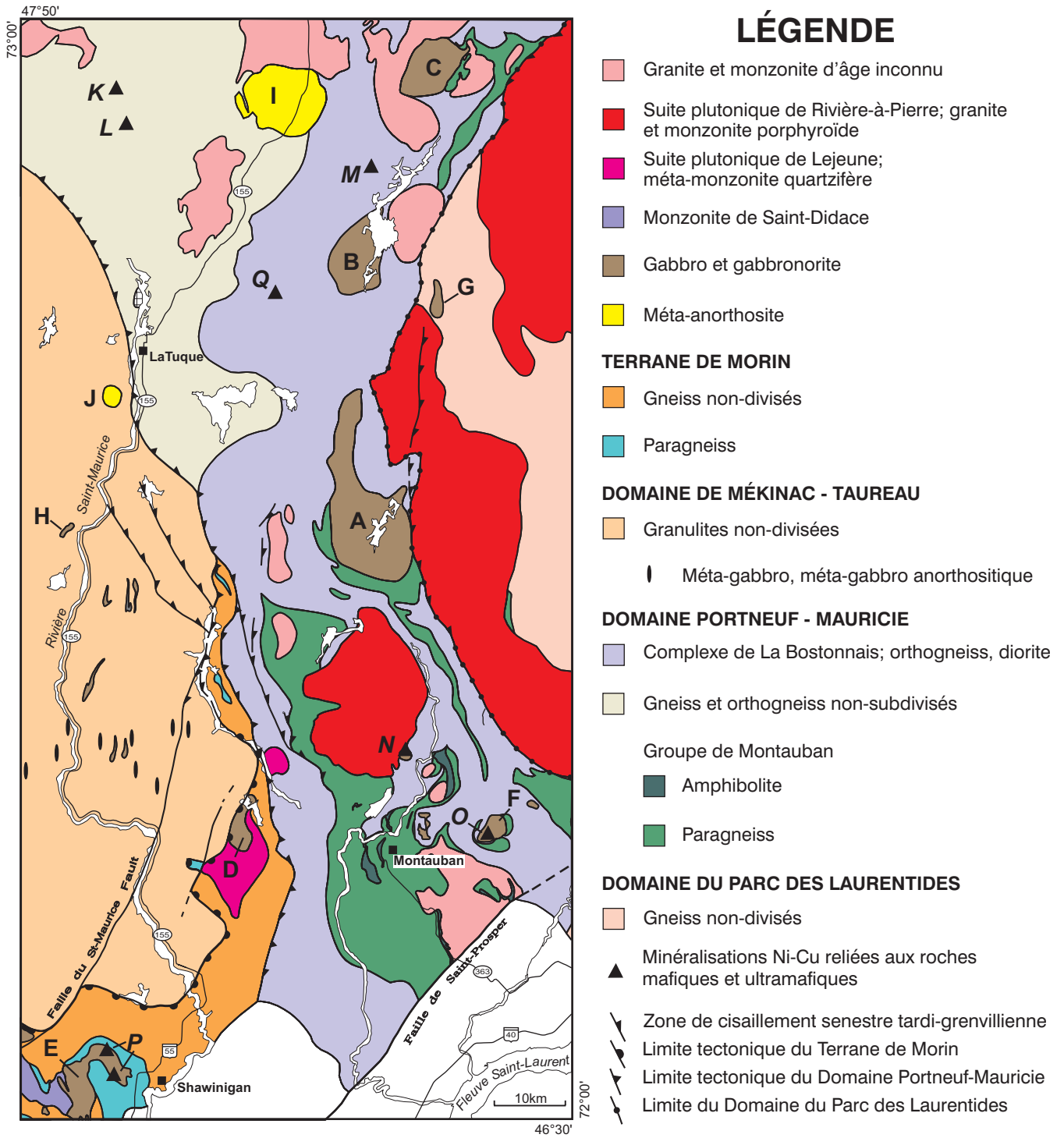


FIGURE 1 - Carte géologique de la région de Portneuf-Mauricie (modifiée de Nadeau et van Breemen, 2001). Intrusions de gabbro-gabbronorite et de méta-anorthosite : A – Lapeyrère; B – Édouard; C – Étoile; D – Lejeune; E – Shawinigan; F – Montauban; G – Sandford; H – Wessonneau; I – Langelier; J – La Tuque. Intrusions de roches mafiques à ultramafiques, avec minéralisations en Ni-Cu associées : K – Lac Matte; L – Lac Kennedy; M – Lac Édouard; N – Lac-à-la-Vase; O – Lac Nadeau; P – Shawinigan; Q – Rochette.

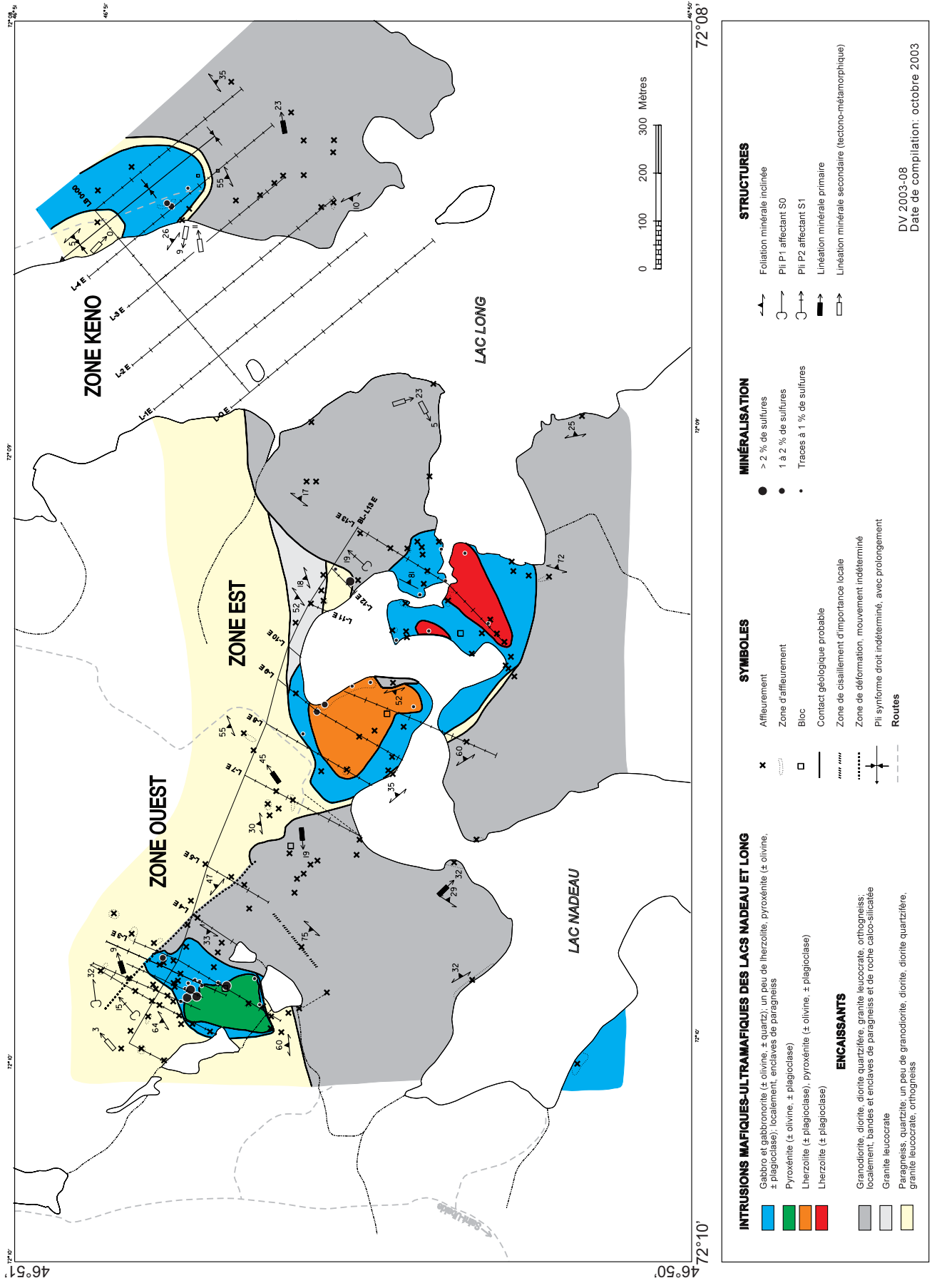


FIGURE 2 - Carte géologique des indices de Ni-Cu-EGP des lacs Nadeau et Long, région de Portneuf (31116).

DV 2003-08
 Date de compilation: octobre 2003

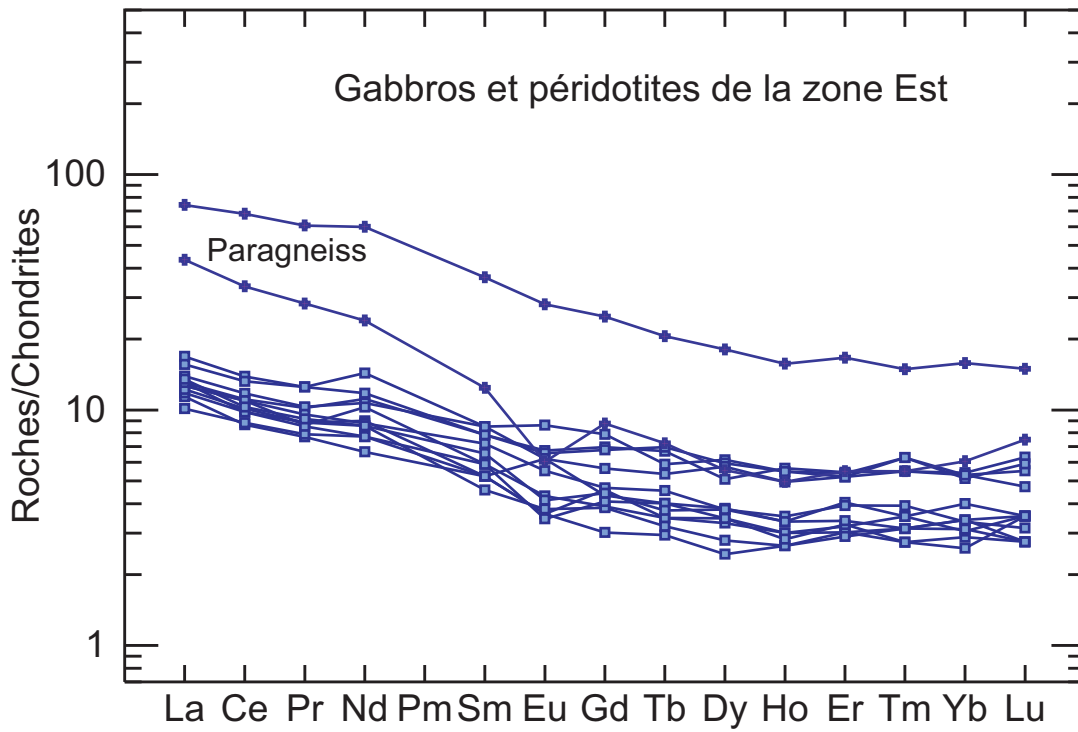


FIGURE 3 - Diagramme des éléments des terres rares normalisés aux chondrites pour les péridotites de la zone Est.

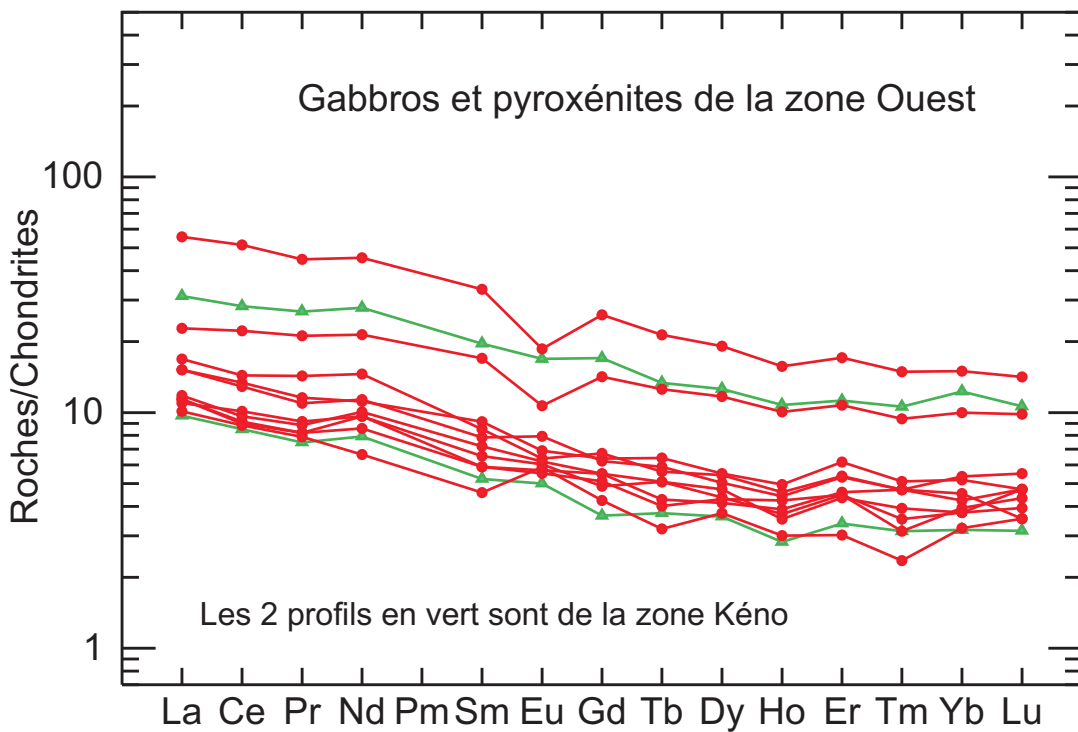


FIGURE 4 - Diagramme des éléments des terres rares normalisés aux chondrites pour les gabbros et les pyroxénites de la zone Ouest.

TABLEAU 1 - Résultats d'analyses chimiques – projet Lac Nadeau, 2003. Abréviations et codes SIGEOM : I2I, diorite quartzifère; I3, roches intrusives mafiques; I3A, gabbro; I3Q, gabbro-norite; I3R, gabbro-norite à olivine; I4B, pyroxénite; I4G, webstérite à olivine; I4I, wehrilite; I4K, Iherzolite; M4, paragneiss; CP, chalcopyrite; PG, plagioclase; OV, olivine; PO, pyrrothite; PY, pyrite; SF, sulfures; SM, sillimanite; br, bréchique; gg, grain grossier; mn, mylonitique; tr, traces.

No. d'échant.	Localisation	Lithofaciès	Commentaires	unité	méth.	AS-03-12A		AS-03-43B		AS-03-50A1		51-RI-147-176		AS-03-55A		AS-03-72A		AS-03-99A		AS-03-100A1		AS-03-101A	
						Zone Est	Zone Est	Zone Est	Zone Est	Zone Ouest	Limite	Zone Est	Zone Ouest	Zone Ouest	Zone Ouest	Zone Ouest	Zone Ouest	Zone Ouest	Zone Ouest	Zone Ouest	Zone Ouest	Zone Ouest	Zone Ouest
						I4K	I4K	I4K	I4K	I4G	I4G	I4B,OV/I4I	I4G	I4G	M4	I3R	I3R	I4G	I3R	I4G	I3R	I3R	I3R
S				%	IF	0,06	0,09	0,08	0,21	0,13	0,53	1,10	1,82										
Mo				%	PL	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cu				%	PL	0,008	0,014	0,013	0,042	0,011	0,061	0,283	0,477										
Pb				%	PL	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Zn				%	PL	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ag				gm/mt	PL	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,8	< 0,3	< 0,3	1,3	1,3										
Ni				%	PL	0,196	0,199	0,183	0,183	0,159	0,005	0,256	0,455										
Co				%	PL	0,014	0,013	0,013	0,011	0,011	0,003	0,013	0,014										
Mn				%	PL	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	0,18	0,14	0,11										
Fe				%	PL	9,31	9,32	9,21	8,51	8,86	8,77	9,85	8,41										
Sr				%	PL	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,07	0,02	0,02										
Cd				%	PL	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Sb				%	PL	0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bi				%	PL	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ca				%	PL	2,24	2,11	2,37	3,26	3,04	9,35	5,56	7,07										
P				%	PL	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,17	0,03	0,01										
Cr				%	PL	0,009	0,011	0,013	0,021	0,023	0,001	0,027	0,045										
Mg				%	PL	17,41	17,18	16,72	13,31	14,18	1,77	9,88	8,46										
Al				%	PL	2,48	2,51	2,54	4,24	3,48	9,74	5,31	6,11										
Na				%	PL	0,54	0,59	0,55	0,65	0,68	1,06	0,88	0,93										
K				%	PL	0,19	0,20	0,18	0,15	0,23	0,66	0,20	0,13										
W				%	PL	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Au				ppb	ICP	6	11	9	26	11	14	938	470										
Pt				ppb	ICP	11,6	15,7	14,1	32,9	13,5	3,8	331,0	1366,1										
Pd				ppb	ICP	13,1	24,8	16,4	37,2	14,7	6,5	482,0	2010,8										
Rh (s-quant.)				ppb	ICP	0,22	1,02	0,85	1,41	0,96	< 0,05	6,05	6,82										

