

PRO 2001-07

DISTRIBUTION ET POTENTIEL DES ELEMENTS DU GROUPE DU PLATINE AU QUEBEC

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

Cette première page a été ajoutée
au document et ne fait pas partie du
rapport tel que soumis par les auteurs.

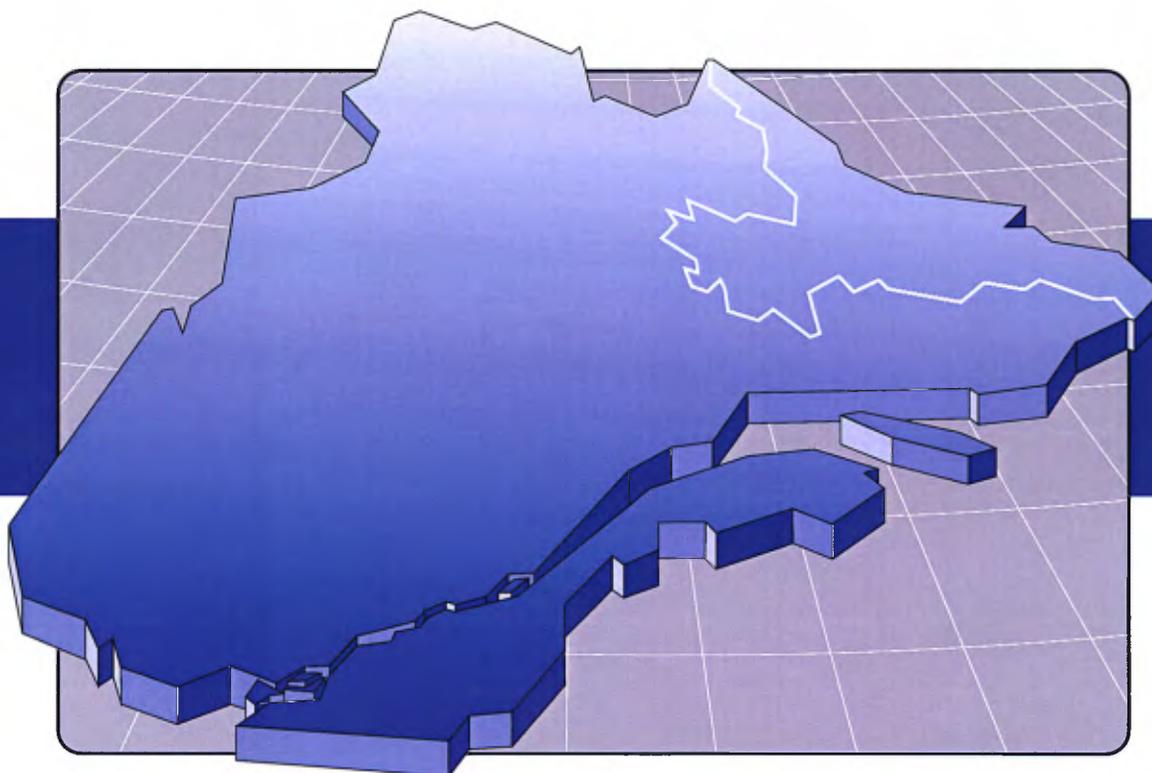
Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

Distribution et potentiel des éléments du groupe du platine au Québec

Thomas Clark

PRO 2001-07



DOCUMENT PUBLIÉ PAR « GÉOLOGIE QUÉBEC »

Directeur
Alain Simard

Chef du service géologique de Québec
Pierre Verpaelst

Responsable des documents promotionnels
Chantal Dussault

Manuscrit accepté pour publication le 01/09/19

Édition et mise-en-pages
Jean-Pierre Lalonde

Dessin assisté par ordinateur
Paul Brouillette

Supervision technique
André Beaulé

OCTOBRE 2001

PRO 2001-07 : Distribution et potentiel des éléments du groupe du platine au Québec

Thomas Clark

RÉSUMÉ

Ce document est le résultat d'un survol de la distribution des contextes géologiques et du potentiel du sous-sol québécois en éléments du groupe du platine (ÉGP). Les minéralisations à ÉGP comprennent (1) les gîtes où les ÉGP sont dominants avec le Ni et le Cu comme sous-produits possibles, un type dont peu d'exemples sont connus au Québec, et (2) les gîtes de Ni-Cu où les ÉGP apparaissent comme sous-produits, un type beaucoup plus commun. L'évaluation qualitative du potentiel des ÉGP présentée ici est basée sur les environnements géologiques, les teneurs en ÉGP et les rapports interéléments, tels que Cu/Pd, Ni/Pd, Cu/Ir et Cu/Pt. Le Québec possède plusieurs environnements géologiques favorables aux ÉGP, dans lesquels des magmas fertiles en ces substances auraient pu exister et éventuellement produire des minéralisations économiques. Il existe également de nombreux environnements moins favorables, contenant des dépôts associés à des magmas appauvris en ÉGP. Certains gîtes québécois montrent un fort enrichissement hydrothermal en ÉGP. Nous signalons également l'importance de chercher des gîtes semblables à ceux du lac des Îles ou de East Bull Lake (Ontario), deux modèles de minéralisation nouvellement introduits dans la littérature.

INTRODUCTION

Les prix présentement élevés des éléments du groupe du platine (ÉGP) ont provoqué un renouveau d'intérêt pour ceux-ci au Québec. Ce document se veut un guide aux explorationnistes non familiers avec les ÉGP au Québec; il présente les résultats d'un survol de la distribution, des contextes favorables connus et du potentiel de ces éléments dans la province. À la manière de Naldrett (1981), les gîtes québécois d'origine magmatique ont été classés comme suit : (1) ÉGP dominants avec Ni et Cu comme sous-produits possibles, et (2) Ni-Cu dominants avec ÉGP comme sous-produits possibles. Les exemples du premier type, « ÉGP dominants », sont peu nombreux, mais on connaît davantage de gîtes de type « Ni-Cu dominants » et cela dans plusieurs environnements tectoniques différents. Des exemples de gîtes d'ÉGP d'origine hydrothermale sont

également donnés ci-dessous. La localisation des gîtes et des intrusions mentionnés est fournie sur la figure 1. Des références bibliographiques sélectionnées sont données avec l'intitulé accompagnant la figure. Des résultats d'analyses représentatifs sont fournis dans les tableaux 1 et 2. Les résultats pour la région de l'Abitibi sont tirés de Barnes *et al.* (1993a).

ÉVALUATION DU POTENTIEL EN ÉGP

L'approche qualificative utilisée ici pour l'évaluation du potentiel en ÉGP au Québec consiste à déterminer, à partir de la composition d'échantillons provenant de gîtes connus, le degré d'enrichissement ou d'appauvrissement des sulfures en ÉGP. Cette information peut indiquer si les magmas associés étaient suffisamment fertiles en ÉGP pour produire soit des gîtes de type ÉGP dominants ou des gîtes de Ni-Cu avec ÉGP comme sous-produits. Elle peut également suggérer si des processus post-cumulus (p. ex., activité de fluides) auraient pu agir sur un protolite qui était enrichi ou appauvri en ÉGP. Ce document ne concerne pas l'évaluation du potentiel des gîtes en Ni-Cu; toutefois, cet aspect se doit d'être considéré pour un gîte de Ni-Cu dans lequel les teneurs des ÉGP sont au niveau des sous-produits (voir, p. ex., Clark, 1998, 2000). L'évaluation du potentiel en ÉGP est basée sur des rapports interéléments, tels que Cu/Pd, Ni/Pd, Cu/Ir et Cu/Pt, ainsi que sur les concentrations en métaux usuels et précieux, normalisées par rapport à leur concentration moyenne dans le manteau, de la manière utilisée par Barnes *et al.* (1993a, 1993b) dans leur évaluation du potentiel en ÉGP dans la région de l'Abitibi. À l'aide de diagrammes permettant de visualiser les relations entre différentes paires de ces rapports (diagrammes qui ne sont pas fournis dans le présent document), on peut voir si des échantillons minéralisés sont enrichis ou appauvris en ÉGP comparés à des roches volcaniques variablement évoluées (p. ex., komatiites, basaltes riches en Mg, basaltes calco-alcalins, basaltes de plateau).

Les intrusions et les coulées volcaniques provenant de magmas fertiles en ÉGP sont considérées comme étant de bonnes cibles pour l'exploration de ces éléments. Afin de former un gîte magmatique enrichi en ÉGP, le magma doit



FIGURE 1 (voir la page suivante) – Localisations des gîtes et des intrusions mentionnés dans le texte (avec références choisies).

LÉGENDE

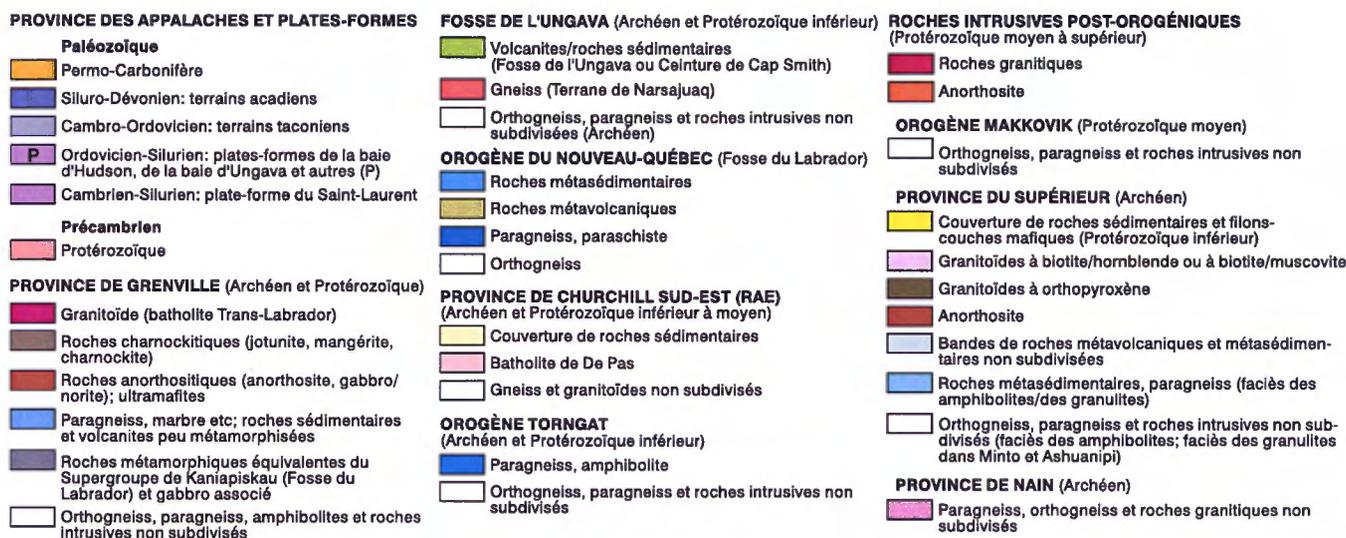


FIGURE 1 (Voir la page précédente) - Localisation des indices et intrusions cités dans le texte (avec références choisies). **Site 1**, Gagnon, Gayot, Base Line, L (Mines d'Or Virginia, comm. de presse, 99-11-5, 00-5-9; Gosselin et Simard, 2000); **2**, mine Marbridge (Naldrett et Cabri, 1976; Barnes *et al.*, 1993a); **3**, La Trêve I et II (Murgor Res., comm. de presse, 00-08-14, 00-12-18; Mines d'Or Virginia, comm. de presse, 01-08-22; Barnes *et al.*, 1993a); **4**, RM-Nickel (Barnes *et al.*, 1993a); **5**, Lantagnac (Barnes *et al.*, 1993a); **6**, filon-couche d'Amos (Barnes *et al.*, 1993a); **7**, Trécesson (Barnes *et al.*, 1993a); **8**, Crête de Coq (Chown, 1969; Hocq, 1985; Lachapelle et Couture, 1989; base de données SIGÉOM du MRN); **9**, Menarik (Goutier *et al.*, 1998; Pelletier, 1990, anal. 316730; Houlé, en prép.); **10**, Nadine (Goutier *et al.*, 2000); **11**, Midrim (Aurora Platinum, comm. de presse, 01-03-12; Barnes *et al.*, 1993a); **12**, Lac Croche (Barnes *et al.*, 1993b); **13**, Lac Kelly (Barnes *et al.*, 1993a); **14**, Lac Sheen (Barnes *et al.*, 1993a); **15**, Katinniq (Barnes *et al.*, 1982; Leshner, 1999); **16**, Donaldson Ouest et Est (Dillon-Leitch *et al.*, 1986; Picard *et al.*, 1994; Leshner, 1999); **17**, Lac Cross (Giovenazzo, 1991; Barnes *et al.*, 1982; Leshner, 1999); **18**, D8 (Giovenazzo, 1991; Picard *et al.*, 1994); **19**, D9 (Giovenazzo, 1991; Picard *et al.*, 1994); **20**, Expo Ungava (Canadian Royalties, comm. de presse, 01-06-20, 01-07-19); **21**, Méquillon (Tremblay, 1990); **22**, Delta 3 (Picard *et al.*, 1994; Giovenazzo, 1991); **23**, Lafortune (Wares *et al.*, 1988; Wares et Goutier, en prép.); **24**, Gillet (Osisko, comm. de presse, 00-03-27, 00-08-16, 00-09-13); **25**, Lac Nadeau (Poirier, 1988); **26**, Lac Mitaine (Clark et Gobeil, 1997); **27**, Hall (Gauthier *et al.*, 1990; Tanguay *et al.*, 1990; Hébert et Bédard, 1989); **28**, Finneth #1 (Gauthier *et al.*, 1990); **29**, Lambly-Nadeau (Gauthier *et al.*, 1990); **30**, Cold Spring Rapids (complexe de Rivière Bell); **31**, Complexe de Lac Doré (Barnes *et al.*, 1993a; Allard, 1976); **32**, Lac à l'Eau Jaune (Barnes *et al.*, 1993a); **33**, complexe de Cummings (Barnes *et al.*, 1993a); **34**, Laforce (Barnes *et al.*, 1993a); **35**, mine Lorraine (Barnes *et al.*, 1993b); **36**, Quilinaaraaluk (Labbé *et al.*, 2000); **37**, Lac Rocher (Bandyayera et Morin, 1999; Brisson *et al.*, 1998; D. Bandyayera, comm. pers., jan. 2001); **38**, Lac Bleu 1 (Clark, 1989, 1991a; Rohon, 1986, 1989; rapports de La Fosse Platinum Group); **39**, Centre et Lac Pogo (Beaudoin et Laurent, 1989; Rohon, 1986, 1989; Laurent, 1995); **40**, Lac Chance (Rohon, 1987, 1989); **41**, Chrysler 2 (Wares et Goutier, 1989 et en prép.; Ward, 1989); **42**, Leslie 2 (Fournier, 1983; Wares et Goutier, 1989 et en prép.); **43**, Erickson 1 (Fournier, 1981; Wares et Goutier, 1989); **44**, Lepage (Fournier, 1982; Lacroix et Darling, 1991); **45**, 2EZ (Clark et Gobeil, 1997); **46**, Lac Mora (Plante, 1985; Kish, 1968; base de données SIGÉOM du MRN); **47**, Lac Uniforme (Plante, 1985; Kish, 1968; base de données SIGÉOM du MRN); **48**, Lac 108 (Clark, 2000; Yassa et Giovenazzo, 1993; base de données SIGÉOM du MRN); **49**, Réservoir (Clark *et al.*, 1998; base de données SIGÉOM du MRN); **50**, Villeray (Yassa et Giovenazzo, 1993; base de données SIGÉOM du MRN); **51**, Lac Edgar (Indarès, 1993); **52**, Lac Volant (Perreault *et al.*, 1996; Nabil, 1999; Gobeil *et al.*, 1999; Clark, 2000); **53**, Ann (Gobeil *et al.*, 1999; base de données SIGÉOM du MRN); **54**, AB-7 (Gobeil *et al.*, 1999; base de données SIGÉOM du MRN); **55**, Lac Méchant (base de données SIGÉOM du MRN); **56**, Lac Louis (Clark, 1991b); **57**, Millage 80 (Clark, 1991b); **58**, B-50 (Clark, 1991b); **59**, mine de Lac Édouard (Poirier, 1988; Osisko, comm. pers.); **60**, Lac Kennedy (Poirier, 1988); **61**, Lac Matte (Poirier, 1988); **62**, Rochette (Osisko, comm. pers.); **63**, mine de Lac Renzy (Johnson, 1972; Poirier, 1988); **64**, Sainte-Véronique (Rive, 1976; Poirier, 1988); **65**, Havre-Saint-Pierre (Chevé *et al.*, 1999; base de données SIGÉOM du MRN); **66**, Tortue (Gobeil *et al.*, 1999; base de données SIGÉOM du MRN); **67**, Rivière-Pentecôte (Nantel et Martignole, 1991; base de données SIGÉOM du MRN); **68**, Chutes-des-Passes (MHY) (Mines d'Or Virginia, comm. de presse 00-12-01); **69**, Dupont (Kénogami) (Vaillancourt, 2001); **70**, McNickel (Clark et Hébert, 1998); **71**, De La Blache (Outardes 4) (Gobeil *et al.*, en prép.; base de données SIGÉOM du MRN); **72**, Shawinigan (Felder, 1974; Poirier, 1988); **73**, Morin (Notre-Dame-de-la-Merci) (Lacasse et Poisson, 1996; base de données SIGÉOM du MRN); **74**, complexe de Sept-Îles (Babineau, 1993; Fraser, 1993; Cimon et McCann, 2000); **75**, Cartouche (Roger et Boucher, 1997); **76**, Hopes Advance 1 (Fournier, 1983; Wares et Goutier, 1990 et en prép.); **77**, Lac Pio (Fournier, 1983; Wares et Goutier, 1990 et en prép.); **78**, B-30 (base de données SIGÉOM du MRN); **79**, Réservoir Taureau (Poirier, 1988).

TABLEAU 1 – Teneurs représentatives en ÉGP, Ni et Cu - Cibles favorables (sites 1-29 sur la figure 1).

Site	Gîte	Teneurs en ÉGP	Teneurs en Ni et Cu	Cu/Pd	Échant.	Roche
1	Gagnon	3,4 g/t Pd, 1,8 g/t Pt 17 g/t Pt+Pd max.	6,10 % Ni, 0,38 % Cu	1120	4 ec 1 ec	Komatiite riche en SF SM
2	Mine Marbridge	0,4 g/t Pd+Pt	2,2 % Ni, 0,13 % Cu	4200	1 ec	Komatiite + SF
3	La Trêve I	2,78 g/t Pd, 1,18 g/t Pt 2,8 g/t ÉGP moy.	0,22 % Ni, 0,65 % Cu	2300	9 ec 10 m, rainure	Dyke mafique à SF Zone à SF
3	La Trêve II	0,7 g/t Pd, 0,4 g/t Pt	0,25 % Ni, 0,57 % Cu	8600	1 ec	Komatiite, SD
4	RM-Nickel	0,7 g/t Pd, 0,2 g/t Pt 5,8 g/t Pd, 0,9 g/t Pt max.	0,18 % Ni, 0,27 % Cu	3800	15 ec 1 ec	Gabbro à SD Andésite + veine à SF
5	Lantagnac	0,19 g/t Pd, 0,09 g/t Pt 0,8 g/t Pd max.; 0,4 g/t Pt max.	0,14 % Ni, 0,19 % Cu	10,500	22 ec 2 ec	Pyroxénite à SD Pyroxénite à SD
6	Amos	0,19 g/t Pd, 0,10 g/t Pt max.	0,02 % Ni, 0,04 % Cu max.	2100	1 ec	Pyroxénite à SD
7	Trécesson	34 ppb Pd, 13 ppb Pt max.	0,01 % Ni, 0,01 % Cu max.	2800	1 ec	Gabbro
8	Crête de Coq	0,6 g/t Pd, 0,3 g/t Pt	0,49 % Ni, 0,20 % Cu	3500	1 ec	Pyroxénite à SD
9	Menarik	0,3 g/t Pd, 0,8 g/t Pt max.			1 ec	Chromitite à 16 % Cr
10	Nadine	0,4 g/t Pd, 0,4 g/t Pt			1 ec	Dunite
11	Midrim	2,14 g/t Pd, 0,67 g/t Pt	1,81 % Ni, 1,92 % Cu	9000	41 m, forage	Gabbro, SM à SD
12	Lac Croche	1,54 g/t Pd, 0,53 g/t Pt	0,78 % Ni, 1,11 % Cu	7200	11 ec	Gabbro, SD
13	Lac Kelly	0,36 g/t Pd, 0,47 g/t Pt	0,44 % Ni, 0,38 % Cu	10,500	10 ec	Gabbro, SD
14	Lac Sheen	1,33 g/t Pd, 1,99 g/t Pt 3,0 g/t Pd, 4,2 g/t Pt max.	0,28 % Ni, 1,29 % Cu	9700	3 ec 1 ec	Amphibolite à SD Amphibolite à SD
15	Katinniq	2,90 g/t Pd, 1,34 g/t Pt	4,49 % Ni, 1,22 % Cu	4200	23 ec	SD à SM, représentatifs
16	Donaldson E.	1,12 g/t Pd, 0,47 g/t Pt 1,65 g/t Pd, <6 ppb Pt, 3,7 g/t Au	3,18 % Ni, 0,50 % Cu 6,92 % Ni, 4,13 % Cu	4500 25,000	14 ec 14 cm, forage	SD à SM Veine hydrothermale
16	Donaldson O.	2,99 g/t Pd, 2,32 g/t Pt	3,17 % Ni, 0,79 % Cu	2700	41 ec	SD à SM
17	Lac Cross	1,76 g/t Pd, 0,56 g/t Pt	2,11 % Ni, 0,46 % Cu	2600	5 ec	SSM
18	D8	0,63 g/t Pd, 0,92 g/t Pt 17,5 g/t Pd, 3,3 g/t Pt	7,27 % Ni, 0,93 % Cu 0,33 % Ni, 0,49 % Cu	14,700 278	11 ec 3 cm, forage	SM Veine hydrothermale
19	D9	2,74 g/t Pd, 1,85 g/t Pt	5,55 % Ni, 1,47 % Cu	5400	7 ec	SM
20	Expo Ungava	1,99 g/t Pd, 0,36 g/t Pt	0,71 % Ni, 0,70 % Cu	3500	26 m, forage	Ultramafite à SF
21	Méquillon	0,52 g/t Pd, 0,16 g/t Pt	0,23 % Ni, 0,19 % Cu	3,709	22 ec	Gabbro à olivine, SD
22	Delta 3	3,1 g/t Pd, 0,43 g/t Pt	0,90 % Ni, 0,28 % Cu	900	12 ec / 2 km	Gabbro pegmatitique à SD
23	Lafortune	1,65 g/t Pd, 2,55 g/t Pt	0,08 % Ni, 1,45 % Cu	8800	4 ec	Gabbro pegmatitique à SD
24	Gillet	4,40 g/t Pd, 0,74 g/t Pt	0,08 % Ni, 0,57 % Cu	1300	7 ec	Gabbro pegmatitique à SD
25	Lac Nadeau	0,32 g/t Pd, 0,09 g/t Pt 1,10 g/t Pd, 0,33 g/t Pt max.	0,22 % Ni, 0,19 % Cu	5800	21 ec 1 ec	Pyroxénite, gabbro à SD SD
26	Lac Mitaine	0,26 g/t Pd, 0,26 g/t Pt. 0,55 g/t Pd, 1,30 g/t Pt max.	0,20 % Ni, 0,11 % Cu	4300	9 ec 1 ec	Gabbro à olivine, SD Gabbro à olivine, SD
27	Hall	2,0 g/t Pd+Pt, 1,1 g/t Os+Ir+Ru			moyenne, ec	Chromitite, cumulats
28	Finneth #1	2,6 g/t Pd+Pt, 0,2 g/t Os+Ir+Ru			moyenne, ec	Chromitite, cumulats
29	Lambly-Nadeau	<20 ppb Pd+Pt, 2,9 g/t Os+Ir+Ru			moyenne, ec	Chromitite, tectonites

Notes : Les teneurs sont des moyennes lorsqu'il y a >1 échantillon; ec, échant. choisi; SF, sulfures; SD, sulfures disséminés; SSM, sulfures semi-massifs; SM, sulfures massifs

TABLEAU 2 – Teneurs représentatives en ÉGP, Ni et Cu - Cibles moins favorables (sites 30-79 sur la figure 1).

Site	Gîte / Intrusion	Teneurs en ÉGP	Teneurs en Ni et Cu	Cu/Pd	Échant.	Roche
30	Cold Spring Rap. (Bell R.)	16 ppb Pd, <6 ppb Pt	0,03 % Ni, 0,02 % Cu	12,500	3 ec	Pyroxénite, SD
31	Complexe de Lac Doré	19 ppb Pd, 16 ppb Pt	0,04 % Ni, 0,06 % Cu	31,600	14 cc	Gabbro, SD
32	Lac à l'Eau Jaune	43 ppb Pd, 101 ppb Pt	0,23 % Ni, 0,20 % Cu	46,000	5 ec	Pyroxénite, SD
		7 ppb Pd, <6 ppb Pt	0,01 % Ni, 0,04 % Cu	53,800	8 ec	Gabbro + veines
33	Complexe de Cummings	<6 ppb Pd, <6 ppb Pt	0,07 % Ni, 0,18 % Cu	>300 000	9 ec	Pyroxénite, SD
		<16 ppb Pd, <14 ppb Pt	0,44 % Ni, >5 % Cu max.		32 ec, 5 gîtes	Veines hydrothermales
34	Laforce	65 ppb Pd, 40 ppb Pt	1,07 % Ni, 0,78 % Cu	120,000	7 cc	Pyroxénite, gabbro, SD
35	Mine Lorraine	0,91 g/t Pd, 0,55 g/t Pt	2,23 % Ni, 7,26 % Cu	90,200	16 ec	SM
36	Qullinaaraaluk	73 ppb Pd, 77 ppb Pt	2,17 % Ni, 0,38 % Cu	52,000	9 ec	SM
37	Lac Rocher	0,59 g/t Pd, 0,44 g/t Pt	12,70 % Ni, 0,94 % Cu	16,000	2 ec	SM
		0,19 g/t Pd, 0,35 g/t Pt	1,28 % Ni, 0,48 % Cu	25,000	26 ec	Pyroxénite, gabbro, SD
38	Lac Bleu 1	0,78 g/t Pd, 0,26 g/t Pt	0,56 % Ni, 1,02 % Cu	13,200	32 ec	SM
		3,32 g/t Pd, 0,06 g/t Pt	0,39 % Ni, 0,55 % Cu	1,700	en vrac (1 tonne)	Chloritite
39	Centre+L. Pogo	0,80 g/t Pd, 0,22 g/t Pt	0,60 % Ni, 1,03 % Cu	12,900	24 ec	SM
40	Lac Chance	0,31 g/t Pd, <0,07 g/t Pt	0,45 % Ni, 0,24 % Cu	7700	1 ec	Péridotite à SF
		0,25 g/t Pd, <0,07 g/t Pt			1 ec	SM
41	Chrysler 2	0,59 g/t Pd, 0,13 g/t Pt	1,19 % Ni, 2,25 % Cu	37,800	3 forages, moy.	SM
		1,68 g/t Pd, 0,20 g/t Pt, 0,29 g/t Au	0,18 % Ni, 3,44 % Cu	20,500	2 forages, moy.	Roche chloritique
42	Leslie 2	0,15 g/t Pd, 0,04 g/t Pt	0,40 % Ni, 1,24 % Cu	83,800	1 ec	SM
		0,09 g/t Pd, 0,04 g/t Pt	0,12 % Ni, 0,25 % Cu	27,600	16 ec	Pyroxénite, gabbro, SD (>4%)
43	Erickson 1	0,13 g/t Pd, 0,03 g/t Pt	0,17 % Ni, 0,27 % Cu	20,000	13 ec	Pyroxénite, gabbro, SD (>4%)
44	Lepage	0,60 g/t Pd	0,09 % Ni, 0,90 % Cu	15,000	4 ec	Pyroxénite, SD
45	2EZ	4 ppb Pd, <4 ppb Pt	0,14 % Ni, 0,07 % Cu	182,500	9 ec	Gabbro à SD
		16 ppb Pd, 11 ppb Pt	0,61 % Ni, 0,46 % Cu	281,000	6 ec	SSM (veine)
46	Lac Mora	<11 ppb Pd, <12 ppb Pt	1,34 % Ni, 0,06 % Cu	>58 000	1 ec	SM
		<8 ppb Pd, <6 ppb Pt	0,12 % Ni, 0,06 % Cu	>73 800	6 ec	Gabbro à SD
47	Lac Uniforme	13 ppb Pd, <6 ppb Pt	0,23 % Ni, 0,09 % Cu	66,900	1 ec	Norite à SD
48	Lac 108	3 ppb Pd, 4 ppb Pt	0,16 % Ni, 0,06 % Cu	200,000	4 ec	Pyroxénite tardive à SD
49	Réservoir	65 ppb Pd, 50 ppb Pt	0,85 % Ni, 1,35 % Cu	207,700	6 ec	SSM, SM (veines)
		110 ppb Pd, 112 ppb Pt max.			1 ec	SSM, SM (veines)
		8 ppb Pd, <7 ppb Pt	0,12 % Ni, 0,09 % Cu	117,500	6 ec	Pyroxénite tardive à SD
		25 ppb Pd, 11 ppb Pt	0,15 % Ni, 0,07 % Cu	29,600	6 ec	Roches mafiques litées, SD
50	Villeray	4 ppb Pd, <2 ppb Pt	0,09 % Ni, 0,07 % Cu	169,200	8 ec	Gabbro à SD
51	Lac Edgar	38 ppb Pd, 39 ppb Pt	0,02 % Ni, 0,37 % Cu	97,400	12 ec	Pyroxénite, SD
52	Lac Volant	0,29 g/t Pd, 0,13 g/t Pt	1,82 % Ni, 2,07 % Cu	71,200	22 ec	SM
		0,10 g/t Pd, 0,03 g/t Pt	0,54 % Ni, 0,72 % Cu	75,700	15 ec	Gabbro à SD
53	Ann	20 ppb Pd, 35 ppb Pt	0,54 % Ni, 0,31 % Cu	155,000	1 ec	SM
		8 ppb Pd, 5 ppb Pt	0,09 % Ni, 0,13 % Cu	152,700	5 ec	Gabbro à SD
54	AB-7	2 ppb Pd, 2 ppb Pt	0,22 % Ni, 0,28 % Cu	1,400,000	3 ec	Gabbro à SD
55	Lac Méchant	14 ppb Pd, 5 ppb Pt	0,20 % Ni, 0,42 % Cu	300,000	1 ec	Gabbro à olivine, SD

TABLEAU 2 - Suite.

Site	Nom	Teneurs en ÉGP	Teneurs en Ni et Cu	Cu/Pd	Échant.	Roche
56	Lac Louis	<5 ppb Pd, <5 ppb Pt 27 ppb Pd, 42 ppb Pt	0,37 % Ni, 0,09 % Cu 0,55 % Ni, 0,34 % Cu	>180 000 125,900	5 ec 2 ec	Gabbronorite à SD SM (veines)
57	Millage 80	<6 ppb Pd, 7 ppb Pt	0,13 % Ni, 0,27 % Cu	>450 000	2 ec	Gabbronorite à veines de SF
58	B-50	<7 ppb Pd, <6 ppb Pt	0,40 % Ni, 0,13 % Cu	>185 700	2 ec	Péridotite, gabbronorite, SD
59	Mine Lac Édouard	<70 ppb Pd, <70 ppb Pt	2,62 % Ni, 0,24 % Cu	>34 400	4 ec	SM
60	Lac Kennedy	15 ppb Pd, <27 ppb Pt	0,25 % Ni, 0,22 % Cu	144,000	11 ec + carottes	Pyroxénite, SD
61	Lac Matte	<70 ppb Pd, <70 ppb Pt	0,13 % Ni, 0,04 % Cu	>5800	5 ec	Pyroxénite, SD
62	Rochette	na	0,98 % Ni, 0,18 % Cu		15 ec + carottes	Pyroxénite, gabbro, SD
63	Mine Lac Renzy	100 ppb Pd, 100 ppb Pt	0,80 % Ni, 0,83 % Cu	83,000	éch. en vrac	Minerai à SD
64	Ste-Véronique	77 ppb Pd, 53 ppb Pt 1 g/t Pt (valeur max.)	0,28 % Ni, 0,35 % Cu 0,24 % Ni, 0,28 % Cu	45,700	3 ec 1 ec	Pyroxénite à olivine à SD Pyroxénite à SD
65	Havre-St-Pierre	59 ppb Pd, 47 ppb Pt 16 ppb Pd, 26 ppb Pt	0,66 % Ni, 0,17 % Cu 0,14 % Ni, 0,23 % Cu	28,300 143,800	3 ec 8 ec	SM Orthopyroxénite à SD
66	Tortue	12 ppb Pd, 17 ppb Pt	0,10 % Ni, 0,13 % Cu	106,700	3 ec	Orthopyroxénite à SD
67	R.-Pentecôte (Coro, B-20)	4 ppb Pd, 3 ppb Pt	0,17 % Ni, 0,14 % Cu	337,500	2 ec	Orthopyroxénite à SD
68	Ch.-des-Passes (MHY)	<10 ppb Pd, <10 ppb Pt	0,82 % Ni, 0,50 % Cu	>500 000	moy. forages	SM à SD
69	Dupont (Kénogami)	75 ppb Pd, <8 ppb Pt	0,21 % Ni, 0,08 % Cu	10,500	8 ec	Gabbronorite à SD
70	McNickel	<6 ppb Pd, <5 ppb Pt 19 ppb Pd, 13 ppb Pt	0,06 % Ni, 0,03 % Cu 0,42 % Ni, 0,55 % Cu	>62 400 287,000	19 ec + carottes 11 ec + carottes	Pyroxénite, gabbronorite, SD SM (veines)
71	De La Blache (bloc N)	2 ppb Pd, 2 ppb Pt	0,14 % Ni, 0,09 % Cu	471,700	10 ec	Webstérite, gabbronorite, SD
72	Shawinigan	2 ppb Pd, <11 ppb Pt	0,21 % Ni, 0,10 % Cu	500,000	14 ec	Norite à SD
73	Morin (N.-D.-de-la-Merci)	5 ppb Pd, <10 ppb Pt	0,12 % Ni, 0,10 % Cu	200,000	7 ec	Pyroxénite, norite, SD
74	Complexe lité de Sept-Îles	17 ppb Pd, 30 ppb Pt max.	0,06 % Ni, 0,21 % Cu max.	>100 000	forages	Gabbro, troctolite
75	Cartouche	13,8 g/t Pd, 14,4 g/t Pt, 30,2 g/t Au	<0,01 % Ni, 0,15 % Cu	109	1 ec	Veine de calcite
76	Hopes Advance 1 (z. N)	0,26 g/t Pd, 0,35 g/t Pt	1,90 % Ni, 2,29 % Cu	88,100	2 ec	SM
77	Lac Pio (veine ouest)	2,04 g/t Pd, 0,20 g/t Pt 3,05 g/t Pd max.	3,09 % Ni, 11,11 % Cu	54,400	5 ec	SM
78	B-30	13 ppb Pd, 19 ppb Pt	1,12 % Ni, 0,39 % Cu	297,500	3 ec	Gneiss à biotite, SD, SSM
79	Réservoir Taureau	0,86 g/t Pt, 0,16 g/t Au	0,46 % Ni, 0,51 % Cu		éch. en vrac	Gabbro, gneiss

Notes : Les teneurs sont des moyennes lorsqu'il y a >1 échantillon; ec, échantillon choisi; SF, sulfures; SD, sulfures disséminés; SSM, sulfures semi-massifs; SM, sulfures massifs

devenir saturé en sulfures juste avant son arrivée au site de mise en place. À ce moment, le magma doit également contenir une quantité suffisante d'ÉGP pour former des roches riches en ces substances. Les coulées et les intrusions appauvries en ÉGP sont des cibles moins favorables; toutefois, même dans un tel contexte, un gîte d'ÉGP pourrait être présent. Celui-ci pourrait être découvert soit dans les coulées volcaniques et les parties d'une intrusion qui sont stratigraphiquement plus basses que le site d'échantillonnage, soit dans un dyke alimentant cette intrusion, ou encore dans une intrusion apparentée plus profonde (Barnes *et al.*, 1993a). Les magmas fertiles en ÉGP peuvent être générés lors d'une fusion partielle importante du manteau (plus d'environ 25 %), de sorte que tous les sulfures et les ÉGP incompatibles (Pd, Pt, Rh) disponibles dans le manteau sont incorporés dans le magma issu de la fusion partielle, p. ex., un magma ultramafique komatiitique (Keays, 1982; Barnes *et al.*, 1997). Les produits de cristallisation de tels magmas sous-saturés en sulfures seraient de bonnes cibles pour l'exploration des ÉGP si les magmas devenaient saturés en sulfures à un stade tardif. Une autre façon de générer un magma fertile en ÉGP est de refusionner une partie du manteau qui aurait expérimenté au préalable une fusion partielle à un degré faible ou modéré (p. ex., moins de 20 %). Selon ce scénario, le magma produit par le premier épisode de fusion partielle, saturé en sulfures, aurait incorporé une partie des sulfures disponibles mais seulement une petite fraction des ÉGP incompatibles, ces derniers demeurant de préférence avec les sulfures résiduels; ainsi, le magma généré serait appauvri en ÉGP. Le magma produit par le deuxième épisode de fusion partielle aurait pu incorporer les sulfures restants et la plus grande partie des ÉGP incompatibles présents initialement; ce magma serait sous saturé en sulfures et fertile en ÉGP (Hamlyn et Keays, 1986). Les boninites peuvent provenir de magmas produits lors d'un deuxième épisode de fusion partielle. Il est possible que de tels magmas aient alimenté plusieurs des grandes intrusions mafiques litées à ÉGP retrouvées dans le monde (Hamlyn *et al.*, 1985; Hamlyn et Keays, 1986). Les magmas produits lors du premier épisode de fusion partielle à un degré faible ou modéré seraient de mauvaises cibles pour l'exploration des ÉGP, tandis que les magmas du deuxième épisode fourniraient de bonnes cibles, dans la mesure où ils deviennent saturés en sulfures juste avant la mise en place finale.

Les roches pour lesquelles on obtient un rapport Cu/Pd entre 1000 et 10 000 sont semblables au manteau à cet égard (Barnes *et al.*, 1993a,b). Des valeurs plus petites suggèrent un enrichissement en ÉGP relatif au manteau. Celui-ci peut être causé par le mélange efficace des sulfures avec une grande quantité de magma silicaté (facteur R^1 élevé) ou par des processus hydrothermaux. Les magmas

¹ - Le facteur R est le rapport entre la masse du magma silicaté et la masse du liquide sulfuré, tel que défini par Campbell et Naldrett (1979)

qui sont à l'origine saturés en sulfures, ou qui le deviennent à un moment précoce lors de leur montée, vont probablement perdre des sulfures avant leur mise en place finale et seront donc ultimement appauvris en ÉGP (Keays, 1982). Les roches formées à partir de ces magmas devraient donc avoir un rapport Cu/Pd plus grand que celui du manteau, à cause des coefficients de partage différents de ces deux éléments. Comme indication générale du degré d'appauvrissement ou d'enrichissement en ÉGP des gîtes québécois, des valeurs typiques du rapport Cu/Pd sont données dans les tableaux 1 et 2. Toutefois, le lecteur devra tenir compte du fait que la remobilisation hydrothermale post-magmatique, observée dans plusieurs gîtes de Ni-Cu-ÉGP importants au Québec, peut facilement affecter les rapports entre métaux (Farrow et Watkinson, 1999).

Ce document est basé sur des données analytiques publiées et non publiées provenant de sources variées. Des valeurs moyennes ont été utilisées dans le cas où il existe plusieurs analyses pour un gîte donné. Toutefois, dans quelques cas, les données sont peu nombreuses, ce qui augmente le risque de l'effet de pépité ou de l'utilisation d'analyses non représentatives. En raison de ces contraintes, combinées à la variabilité probable de la qualité des analyses, le lecteur devrait interpréter nos résultats avec prudence.

CIBLES FAVORABLES POUR LES ÉGP D'ORIGINE MAGMATIQUE

En se basant sur les critères mentionnés ci-dessus (particulièrement une valeur mantellique pour le rapport Cu/Pd dans les sulfures—voir les tableaux 1 et 2), les environnements géologiques au Québec qui contiennent des gîtes magmatiques formés à partir de magmas fertiles en ÉGP sont énumérés ci-dessous, généralement selon un ordre d'âge décroissant. Ces environnements géologiques (avec des exemples de gîtes) sont donc considérés comme des cibles favorables pour l'exploration des ÉGP d'origine magmatique. Les numéros de site font référence aux localisations mises en plan sur la figure 1; les gîtes correspondants sont énumérés dans le tableau 1.

1. Komatiites archéennes dans la Province du Supérieur. Les gîtes sulfurés de type Ni-Cu dominants de la Ceinture de roches vertes de Vénus (**site 1**), localisée dans la partie centrale de la Province du Supérieur, sont des exemples importants. Ces derniers comprennent les indices Gagnon, Gayot, Base Line et L. Les gîtes de Vénus, riches en Ni et en ÉGP, sont semblables aux gisements de Ni-Cu-ÉGP du type Kambalda (Australie). Ces derniers sont typiquement localisés dans une zone de rift, à l'intérieur de coulées ultramafiques à textures spinifex situées

près de la base d'une séquence volcanique différenciée contenant des sédiments exhalatifs intercalés (Naldrett, 1989). La mine Marbridge (site 2), au NW de Val d'Or, constitue peut-être un autre exemple de ce type, tout comme l'indice La Trêve II (site 3), à l'ouest de Chibougamau.

2. Intrusions mafiques-ultramafiques archéennes dans les ceintures de roches vertes archéennes. Des exemples de gîtes de type Ni-Cu dominants dans la Ceinture de l'Abitibi sont les suivants : RM-Nickel (site 4), Lantagnac (site 5), Amos (site 6), Trécession (site 7). L'indice de la Crête de Coq (site 8) est un exemple situé dans la Ceinture de la rivière Eastmain supérieure.

3. Intrusions mafiques-ultramafiques, litées, chromitiformes, archéennes. Des exemples de gîtes de type ÉGP dominants comprennent les chromitites associées à l'intrusion de Menarik (site 9) et à l'indice Nadine (dunite minéralisée, site 10); tous les deux sont localisés dans la région de la baie James. Ces minéralisations sont analogues aux gîtes d'ÉGP dans le filon-couche archéen de Bird River, Manitoba, dans lequel les platinoïdes ont été découverts dans les péridotites et les chromitites situées dans la partie inférieure d'une intrusion ultramafique à mafique, différenciée (Scoates *et al.*, 1988).

4. Intrusions mafiques-ultramafiques archéennes dans la ceinture volcanosédimentaire de Belleterre-Baby et environs. Des exemples de gîtes de type Ni-Cu dominants sont les suivants : Midrim (site 11), Lac Croche (site 12), Lac Kelly (site 13), Lac Sheen (site 14).

5. Dykes mafiques protérozoïques coupant les roches archéennes dans la Ceinture de l'Abitibi. Un exemple probable de minéralisation de type Ni-Cu dominants est l'indice La Trêve I (site 3).

6. Komatiites paléoprotérozoïques dans la Ceinture de Cap Smith (ou Fosse de l'Ungava). Des exemples du type Ni-Cu dominants sont les gîtes de sulfures dans la Formation de Raglan : Katinniq (réserves exploitables de 7,63 Mt à 2,72 % Ni et 0,75 % Cu; site 15), Donaldson Est et Ouest (site 16); et Lac Cross (site 17). Picard *et al.* (1994) ont rapporté des teneurs moyennes entre 2,28 et 4,87 g/t Pd+Pt pour les quatre gîtes. Falconbridge rapporte (site web) des réserves géologiques de plus de 19 millions de tonnes à 2,82 % Ni et 0,77 % Cu, réparties sur plusieurs gîtes dans leur propriété de Raglan.

7. Filons-couches et dykes mafiques-ultramafiques, différenciés, paléoprotérozoïques injectés dans la Formation de Povungnituk dans la Ceinture de Cap Smith. Des exemples comprennent les gîtes de sulfures massifs de type Ni-Cu dominants près de la base de certains filons-couches [p. ex., D8 (site 18) et D9 (site 19)]. Au gîte Expo Ungava, de l'exploration récente a révélé des teneurs intéressantes en ÉGP dans des forages (site 20). Le dyke nourricier Méquillon (site 21) contient un indice de sulfures disséminés de type Ni-Cu dominants. L'horizon Delta 3, de type ÉGP dominants, est situé dans la partie supérieure d'un filon-couche et est composé d'un horizon reef de gabbro pegmatitique minéralisé (site 22).

8. Filons-couches mafiques, différenciés, paléoprotérozoïques, sans concentrations basales de sulfures, dans la Fosse du Labrador (filons-couches de Montagnais). Certains filons-couches contiennent des horizons de gabbro pegmatitique ressemblant à des reefs, dans lesquels on a découvert des indices de sulfures disséminés à ÉGP [p. ex., Lafortune (site 23) et Gillet (site 24)].

9. Intrusions mafiques ou mafiques-ultramafiques, tardives, mésoprotérozoïques, dans la Province de Grenville. Des exemples sont l'indice sulfuré de type Ni-Cu dominants du lac Nadeau (site 25) dans la ceinture volcanosédimentaire de Portneuf-Mauricie et l'indice sulfuré de type ÉGP dominants du lac Mitaine (site 26) sur le plateau de Manicouagan.

10. Horizons de chromitite dans les ophiolites paléozoïques de la Province des Appalaches. Des exemples comprennent les gîtes suivants de type ÉGP dominants : Hall (site 27), Finneth #1 (site 28), Lambly-Nadeau (site 29). Hall et Finneth #1 sont logés dans des cumulats ultramafiques et leurs teneurs en Pt et Pd dominant sur celles en Os, Ir et Ru. Par contraste, Lambly-Nadeau se situe dans une tectonite harzburgitique et est caractérisé par sa richesse en Os, Ir et Ru. Ailleurs au monde, des ophiolites qui contiennent des chromitites à ÉGP comprennent celles de Shetland (Lord *et al.*, 1994) et Leka (Pedersen *et al.*, 1993).

CIBLES MOINS FAVORABLES POUR LES ÉGP D'ORIGINE MAGMATIQUE

Bien que les intrusions formées à partir de magmas appauvris en ÉGP soient des cibles moins intéressantes pour ces substances, elles peuvent, par contre, contenir des gîtes économiques de Ni-Cu. Par exemple, les sulfures dans la zone *Ovoid* du gisement de Voisey's Bay (Labrador) contiennent, en moyenne, 4,6 % Ni et 2,8 % Cu, mais seulement 252 ppb Pd et 123 ppb Pt (Naldrett *et al.*, 2000); ces sulfures sont appauvris en ÉGP, d'après les critères utilisés ici (Cu/Pd = 110 000). Toutefois, la présence d'intrusions appauvries en ÉGP dans une région donnée ne veut pas dire que toutes les intrusions environnantes sont nécessairement appauvries en ÉGP. Ainsi, Barnes *et al.* (1997) ont noté que l'on peut observer des variations importantes dans l'enrichissement en métaux parmi les intrusions d'une même région géographique. C'est le cas, notamment, dans les ceintures de Belleterre-Baby et de Portneuf-Mauricie, ainsi que sur le plateau de Manicouagan. De plus, comme noté ci-dessus, le degré d'enrichissement ou d'appauvrissement en ÉGP d'échantillons provenant d'une intrusion donnée peut varier selon le niveau stratigraphique du lieu d'échantillonnage. Une attention

particulière doit donc être portée lorsque l'on évalue la signification des résultats pour l'exploration. Au Québec, des exemples de contextes contenant des minéralisations magmatiques appauvries en ÉGP sont énumérés ci-dessous; les indices et les intrusions correspondant aux sites mentionnés sont présentés dans le tableau 2. Dans l'ensemble des cas, la teneur en ÉGP des échantillons varie considérablement, de quelques ppb à plus que 1 g/t.

1. Grand nombre d'intrusions mafiques-ultramafiques archéennes dans la Province du Supérieur. Des exemples dans la région de l'Abitibi (Barnes *et al.*, 1993a) comprennent les indices et les gîtes suivants : Lac Matagami, Nicobi, Muscocho, Montbeillard, Lac aux Foins (ces sites ne sont pas localisés sur la figure 1), Cold Spring Rapids (complexe de Rivière Bell, **site 30**), complexe de Lac Doré (**site 31**), Lac à l'Eau Jaune (**site 32**) et le complexe de Cummings (**site 33**). Ils comprennent aussi des minéralisations dans la Ceinture de Belleterre-Baby [p. ex., Laforce (**site 34**) et l'ancienne mine Lorraine (600 000 tonnes à 1,08 % Ni, 0,62 % Cu, **site 35**)]. Les gîtes de Qullinaaraaluk (Sous-province de Minto, **site 36**) et du lac Rocher (Ceinture de Frotet-Evans, **site 37**) sont des exemples dans d'autres régions de la Province du Supérieur.

2. Filons-couches mafiques-ultramafiques, aphyriques, différenciés, paléoprotérozoïques, avec des concentrations basales de sulfures, dans la Fosse du Labrador (Filons-couches de Montagnais). Les gîtes de sulfures de type Ni-Cu dominants découverts à ce jour ne sont que faiblement appauvris en ÉGP, de sorte qu'ils peuvent être considérés comme des cibles d'importance intermédiaire. Les teneurs en Ni et en Cu sont plutôt basses, suggérant un faible facteur R. Des exemples de gîtes sont : Lac Bleu 1 (**site 38**), Centre et Lac Pogo (**site 39**), Lac Chance (**site 40**).

3. Filons-couches de gabbro glomérophyriques, paléoprotérozoïques dans la Fosse du Labrador (Filons-couches de Montagnais). Les gîtes sont généralement situés dans des filons-couches contenant un niveau de pyroxénite. Les gîtes suivants sont des exemples : Chrysler 2 (**site 41**), Leslie 2 (**site 42**), Erickson 1 (**site 43**), Lepage (**site 44**). Les rapports Cu/Pd, Cu/Pt et Cu/Ni des sulfures massifs et disséminés dans le gabbro glomérophyrique sont généralement supérieurs à ceux des sulfures massifs dans les filons-couches mafiques-ultramafiques, aphyriques de la Fosse. Les sulfures massifs dans les filons-couches mafiques-ultramafiques, aphyriques semblent légèrement plus riches en ÉGP.

4. Plusieurs intrusions mafiques ou mafiques-ultramafiques mésoprotérozoïques dans la Province de Grenville. Parmi les exemples de dépôts, mentionnons ceux dans les filons-couches gabbroïtiques précoces et dans la plupart des intrusions mafiques-ultramafiques tardives du plateau de Manicouagan [p. ex., 2EZ (**site 45**), Lac Mora (**site 46**), Lac Uniforme (**site 47**), Lac 108 (**site 48**), Réservoir (**site 49**), Villeray (**site 50**)]. D'autres exemples comprennent l'indice Lac Edgar (**site 51**), situé dans un amas de pyroxénite appartenant au Gabbro de Shaboga-

mo, près de Fermont; les gîtes dans les dykes mafiques faisant intrusion dans le Complexe de Matamec [p. ex., Lac Volant (**site 52**), Ann (**site 53**), AB-7 (**site 54**)]; l'indice Lac Méchant (**site 55**); les indices dans plusieurs petites intrusions mafiques-ultramafiques dans la région de Manic 3 [p. ex., Lac Louis (**site 56**), Millage 80 (**site 57**), B-50 (**site 58**)]; les gîtes dans certaines intrusions dans la Ceinture de Portneuf-Mauricie [p. ex., l'ancienne mine Lac Édouard (160 000 tonnes de minerai à 1,5 % Ni et 0,5 % Cu, **site 59**), Lac Kennedy (**site 60**), Lac Matte (**site 61**), Rochette (**site 62**)]; l'ancienne mine Lac Renzy, située dans un filon-couche ultramafique (2 millions de tonnes à 0,7 % Ni et 0,7 % Cu, **site 63**); et les sulfures dans l'intrusion mafique-ultramafique de Sainte-Véronique, qui est peut-être d'affinité alcaline (**site 64**).

5. Intrusions mafiques à ultramafiques mésoprotérozoïques dans les zones marginales des massifs anorthositiques de la Province de Grenville. Des exemples sont les gîtes, qui contiennent généralement <100 ppb ÉGP, dans les intrusions mafiques à ultramafiques associées aux massifs de Havre-Saint-Pierre (**site 65**), de Tortue (**site 66**), de Rivière-Pentecôte (**site 67**), de Lac-Saint-Jean [p. ex., Chutes-des-Passes (**site 68**), Dupont (la valeur de 10 500 pour Cu/Pd est particulièrement basse pour ce groupe de gîtes, **site 69**), McNickel (**site 70**)], de De La Blache (**site 71**), de Shawinigan (**site 72**) et de Morin (**site 73**).

6. Le complexe lité cambrien de Sept-Îles (**site 74**). Ce complexe a été exploré sans succès pour des gîtes d'ÉGP dominants de type *reef*. Les roches litées sont appauvries en ÉGP (<50 ppb Pd+Pt) jusqu'à une profondeur foré d'environ 2 km, mais il n'est pas impossible qu'un horizon riche en ÉGP soit situé à une plus grande profondeur.

CIBLES D'ÉGP D'ORIGINE HYDROTHERMALE

Plusieurs exemples de minéralisation en ÉGP d'origine hydrothermale post-magmatique sont connus au Québec. Certains sont associés à des gîtes de Ni-Cu-ÉGP d'origine magmatique. À l'indice Cartouche (**site 75**), dans la région de la baie James, des veines à haute teneur, d'âge protérozoïque possible et composées de calcite, de barite et de spécularite, s'injectent dans des roches volcaniques felsiques archéennes. Un échantillon choisi a donné 14,4 g/t Pt, 13,8 g/t Pd, 30,2 g/t Au et 2463 g/t Ag (Roger et Boucher, 1997). Au gîte Donaldson Est (Ceinture de Cap Smith, **site 16**), des veines hydrothermales contenant de l'amphibole et de la biotite se trouvent à proximité de minéralisations magmatiques et sont enrichies en ÉGP (jusqu'à 1,7 g/t Pd), Cu, Ag et Au (Picard *et al.*, 1994). Près de quelques-uns des gîtes dans les filons-couches s'injectant dans la Formation de Povungnituk, des zones de cisaillement

contiennent des veines hydrothermales enrichies en Pd, Pt et Cu [p. ex., 17,5 g/t Pd et 3,3 g/t Pt à l'indice D8 (site 18) dans un cisaillement affectant l'encaissant inférieur du filon-couche (Giovenazzo, 1991)]. La Fosse du Labrador contient plusieurs gîtes de Ni-Cu magmatiques affectés par de l'activité hydrothermale post-magmatique. Les sulfures massifs dans le gîte Lac Bleu 1 (site 38) sont lisérés de roche chloritique ferrifère; un échantillon en vrac a donné 3,3 g/t Pd (Clark, 1989). Des roches chloritiques et des veinules de quartz-chlorite-chalcopyrite d'origine hydrothermale adjacentes aux sulfures massifs du gîte Chrysler 2, également dans la Fosse (site 41), sont enrichies en ÉGP et en Au (1,7 g/t Pd, 0,2 g/t Pt et 0,3 g/t Au, en moyenne; Ward, 1989). Dans le gîte Hopes Advance 1, zone nord (site 76), une poche de sulfures massifs et des veines cuprifères logées dans des métasédiments plissés et faillés ont donné des valeurs maximales de 14,4 g/t Pd et 4,6 g/t Pt (Wares et Goutier, 1990, et en préparation). Les veines de sulfures massifs du gîte Lac Pio (site 77), dans la Fosse du Labrador, proviennent de la combinaison de processus de remobilisation ductile et d'hydrothermalisme (Wares et Goutier, 1990, et en préparation). La veine ouest contient environ 12 600 tonnes à 3,2 % Ni et 6,6 % Cu et la veine est constituée environ 10 200 tonnes à 0,3 % Ni et 6,9 % Cu. Les veines contiennent aussi jusqu'à 3,05 g/t Pd en échantillons choisis. Les sulfures à l'ancienne mine Lorraine (site 35), au Témiscamingue, ont aussi été fortement remobilisés par des processus multiples; les teneurs moyennes dans les sulfures massifs sont de 0,8 g/t Pd et 0,6 g/t Pt, tandis que les teneurs maximales sont de 0,9 g/t Pd et 2,0 g/t Pt (Barnes *et al.*, 1993b).

Par ailleurs, des veines hydrothermales pauvres en ÉGP sont associées à de nombreux gîtes de Cu-Ni magmatiques au Québec. Dans l'Abitibi, des veines pauvres en ÉGP sont associées à des sulfures magmatiques, tel que dans l'indice Lac à l'Eau Jaune (site 32) et dans le complexe de Cummings (site 33) (Barnes *et al.*, 1993a). Des exemples de veines pauvres en ÉGP dans la Province de Grenville comprennent : l'indice 2EZ (site 45), sur le plateau de Manicouagan; l'indice McNickel (site 70), au nord du lac Saint-Jean; et l'indice Lac Louis (site 56), au nord de Baie-Comeau. L'indice B-30 (site 78), également dans le Grenville, est un exemple de minéralisation sulfurée épigénétique associée à une altération siliceuse, logée dans une séquence de gneiss à biotite bréchifié et d'amphibolite. L'indice Réservoir Taureau (site 79), qui ressemble à la minéralisation filonienne de Cobalt (Ontario), se distingue par ses arséniures de Ni-Co; l'analyse d'un échantillon en vrac a retourné 0,86 g/t Pd et 0,16 g/t Au (Poirier, 1988), bien qu'un échantillonnage plus récent ait donné des teneurs plus faibles.

Bien que la minéralisation hydrothermale soit souvent de haute teneur, il pourrait s'avérer difficile d'en trouver des volumes suffisants. Néanmoins, des gîtes importants

ont été découverts ailleurs au monde (p. ex., les gîtes de New Rambler, Rathbun Lake et Nicholson Bay), et les minéralisations de ce type peuvent s'avérer des cibles d'exploration intéressantes (Hulbert *et al.*, 1988).

CIBLES DE TYPE « LAC DES ÎLES »

Le potentiel au Québec pour les gîtes de type ÉGP dominants semblables à celui découvert au lac des Îles (NW de l'Ontario) devra être sérieusement évalué, car l'exploration pour ce type de gîte est relativement nouvelle. Le gîte archéen de Lac des Îles, appelé « type de brèche d'intrusion supersolidus » par Barrie (1995), possède des caractéristiques chimiques suggérant un enrichissement majeur en ÉGP (Cu/Pd = 450, d'après les données de Sweeny et Edgar, 1987, 1988). La faible quantité de sulfures dans ce gîte rend probable que des minéralisations semblables soient passées inaperçues dans d'autres régions. Ainsi, pour découvrir un tel gîte au Québec, il faudrait procéder à des observations attentives des caractéristiques physiques des intrusions et, en particulier, chercher les preuves d'épisodes multiples d'intrusion magmatique, de formation de brèches et d'activité pneumatolytique (textures pegmatitiques et altération hydrothermale deutérique). Au Québec, certaines de ces caractéristiques ont déjà été observées, par exemple, à l'indice RM-Nickel (jusqu'à 5,8 g/t Pd et 0,9 g/t Pt, Barnes *et al.*, 1993a, site 4) dans la région de Rouyn-Noranda, à l'indice Crête de Coq (jusqu'à 0,6 g/t Pd et 0,3 g/t Pt, base de données du SIGÉOM du MRN, site 8) dans la Ceinture de la rivière Eastmain supérieure et à l'indice Réservoir (jusqu'à 110 ppb Pd et 112 ppb Pt, base de données du SIGÉOM du MRN, site 49) sur le plateau de Manicouagan.

CIBLES ASSOCIÉES À DES INTRUSIONS TARDIVES

Les intrusions à ÉGP tardi-archéennes, telle que celle de East Bull Lake (près de Sudbury), sont considérées comme les produits d'un deuxième épisode de magmatisme relié à un rift; on pense qu'elles ont un potentiel relativement élevé pour les ÉGP (Peck *et al.*, 1993). La zone tectonique dans laquelle se trouvent les gîtes pourrait se prolonger vers l'est, parallèlement au Front de Grenville, jusqu'au Québec. Elle pourrait inclure des roches archéennes de la

Province du Supérieur situées au nord du front et aussi dans le terrain parautochtone de la Province de Grenville situé au sud du front.

Ailleurs au Québec, les intrusions tardives localisées dans les régions où une quantité importante de fusion mantellique précoce semble s'être produite devraient être considérées pour l'exploration des ÉGP. Les intrusions tardi-archéennes ou protérozoïques dans la Province du Supérieur qui ont pu s'être formées à partir de magmas issus d'un deuxième épisode de fusion mantellique sont des cibles en puissance. Un exemple est l'intrusion de Menarik dans la région de la baie James (**site 9**), qui est tardi-tectonique et qui contient des chromitites et des ÉGP. Le dyke protérozoïque à ÉGP de La Trêve I (**site 3**), situé à l'ouest de Chibougamau, pourrait être un autre exemple. L'intrusion de Qullinaaraaluk (**site 36**) dans la Sous-province de Minto et l'intrusion du lac Rocher (**site 37**) dans la Ceinture de Frotet-Evans sont également des exemples de magmatisme tardi-archéen, mais ces intrusions semblent être appauvries en ÉGP. Dans la région du plateau de Manicouagan, un magmatisme mafique volumineux d'âge paléo- à mésoprotérozoïque a été suivi d'un autre épisode de magmatisme mafique. Au moins une intrusion tardive, celle du lac Mitaine (**site 26**), était fertile en ÉGP. L'intrusion tardive du Réservoir (**site 49**) s'est probablement formée à partir d'injections multiples de magma mafique riche en volatiles, mais elle semble appauvrie en ÉGP. La Ceinture volcano-sédimentaire mésoprotérozoïque de Portneuf-Mauricie contient plusieurs plutons mafiques dont la mise en place pourrait être considérablement plus récente que le volcanisme régional; l'un de ceux-ci, celui du lac Nadeau (**site 25**), contient une minéralisation sulfurée enrichie en ÉGP.

CONCLUSION

Il est clair, d'après l'information fournie dans ce document synthèse, que le Québec est doté d'une grande diversité d'environnements géologiques contenant des minéralisations de Ni-Cu-ÉGP et d'ÉGP. Plusieurs de ces environnements possèdent des caractéristiques hautement favorables à la découverte de gîtes d'ÉGP. Cependant, plusieurs projets d'exploration devront être complétés avant d'évaluer ce potentiel à sa juste valeur.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier messieurs Daniel Bandyayera, Robert Thériault, André Gobeil et Serge Perreault du

Ministère des Ressources naturelles du Québec et monsieur Marc Constantin de l'Université Laval pour leurs commentaires très utiles sur des versions antérieures du manuscrit. Je remercie également messieurs Paul Brouillette et André Beaulé, du Ministère, pour la préparation de la figure.

RÉFÉRENCES

- ALLARD, G.O., 1976 – Doré Lake Complex and its importance to Chibougamau geology and metallogeny. Ministère des Richesses naturelles, Québec, DP-368, 446 pages.
- BABINEAU, J., 1993 – Assessment report, May 1991-October 1992, Sept-Îles project, Arnaud, Beauvais and Letellier townships, Québec, NTS 22J/1, 2, 7, 8. Ministère des Ressources naturelles, Québec, GM-51815.
- BANDYAYERA, D. – MORIN, R., 1999 – L'indice du lac Rocher (découverte de Nuinsco Resources Ltd.) et le potentiel en nickel-cuivre de la région de Frotet-Evans. Ministère des Ressources naturelles, Québec, PRO 99-03, 12 pages.
- BARNES, S.J. – COATS, C.J.A. – NALDRETT, A.J., 1982 – Petrogenesis of a Proterozoic nickel-sulfide-komatiite association: the Katiniq sill, Ungava, Quebec. *Economic Geology*, volume 77, pages 413-429.
- BARNES, S.-J. – COUTURE, J.-F. – POITRAS, A. – TREMBLAY, C., 1993a – Les éléments du groupe du platine dans la partie québécoise de la ceinture de roches vertes de l'Abitibi. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, ET 91-04, 100 pages.
- BARNES, S.-J. – COUTURE, J.-F. – SAWYER, E.W. – BOUCHAIB, C., 1993b – Nickel-copper occurrences in the Belleterre-Angliers Belt of the Pontiac Subprovince and the use of Cu-Pd ratios in interpreting platinum-group element distributions. *Economic Geology*, volume 88, pages 1402-1418.
- BARNES, S.-J. – ZIENTEK, M.L. – SEVERSON, M.J., 1997 – Ni, Cu, Au, and platinum-group element contents of sulphides associated with intraplate magmatism: a synthesis. *Revue canadienne des Sciences de la terre*, volume 34, pages 337-351.
- BARRIE, C.T., 1995 – Magmatic platinum group elements. Dans: *Geology of Canadian Mineral Deposit Types*, O.R. Eckstrand, W.D. Sinclair et R.I. Thorpe, éditeurs. Commission géologique du Canada, *Geology of Canada*, numéro 8, pages 605-614.
- BEAUDOIN, G. – LAURENT, R., 1989 – Métallogénie des éléments du groupe du platine dans la région du lac Retty (zones Center et Pogo Lake), Fosse du Labrador. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 89-28.
- BRISSON, H. – GOSSELIN, C. – FALLARA, F. – GAULIN, R. – DION, D.-J., 1998 – Géologie de la région du lac Rocher (SNRC 32K/09). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 98-05, 22 pages.
- CAMPBELL, I.H. – NALDRETT, A.J., 1979 – The influence of silicate: sulfide ratios on the geochemistry of magmatic sulfides. *Economic Geology*, volume 74, pages 1503-1505.

- CHEVÉ, S. – GOBEIL, A. – CLARK, T. – CORRIVEAU, L. – PERREAULT, S. – DION, D.-J. – DAIGNEAULT, R., 1999 – Géologie de la région du lac Manitou (SNRC 22I/14). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 99-02, 69 pages.
- CHOWN, E.H., 1969 – Geology of the Fromont-Laparré Lakes area, Mistassini Territory. Ministère des Richesses naturelles, Québec, DP-165, 22 pages.
- CIMON, J. – McCANN, J., 2000 – Le gîte d'apatite-ilménite du Complexe mafique lité d'âge Cambrien de Sept-Îles, Québec. Chronique de la Recherche minière, numéro 539, pages 63-83.
- CLARK, T., 1989 – Étude du gîte de Cu-Ni-Pd-Pt du lac Bleu no 1, Fosse du Labrador. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 89-35, 65 pages.
- CLARK, T., 1991a – Le gîte no 1 du lac Bleu (Cu-Ni-Co-Pd-Pt), Fosse du Labrador, résultats intérimaires. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 91-26, 77 pages.
- CLARK, T., 1991b – Gîtologie de trois indices de Ni-Cu dans la région de Manic 3, Haute-Côte-Nord (SNRC 22G/15, F/16). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 91-31, 85 pages.
- 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, 9 pages.
- CLARK, T., 2000 – Le potentiel en Cu-Ni±Co±EGP du Grenville québécois: exemples de minéralisations magmatiques et remobilisées. Chronique de la Recherche minière, numéro 539, pages 85-100.
- CLARK, T. – GOBEIL, A., 1997 – Indices minéralisés de Cu-Ni-Co±ÉGP±Au près du Petit lac Manicouagan et de la rivière Sainte-Marguerite, Plateau de Manicouagan. Ministère des Ressources naturelles, Québec, MB 96-41, 56 pages.
- CLARK, T. – HÉBERT, C., 1998 – Étude du gîte de Cu-Ni-Co de McNickel, Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean. Ministère des Ressources naturelles, Québec, ET 98-02, 52 pages.
- CLARK, T. – OHNENSTETTER, D. – GOBEIL, A., 1998 – Minéralisations de Cu-Ni±Co±ÉGP±Au sur le plateau de Manicouagan (Québec) et l'exemple de l'intrusion mafique litée du Réservoir. Réunion annuelle, Association géologique du Canada- Association minéralogique du Canada, Recueil des Résumés, volume 23, page A-33.
- DILLON-LEITCH, H.C.H. – WATKINSON, D.H. – COATS, C.J.A., 1986 – Distribution of platinum-group elements in the Donaldson West deposit, Cape Smith belt, Quebec. *Economic Geology*, volume 81, pages 1147-1158.
- FARROW, C.E.G. – WATKINSON, D.H., 1999 – An evaluation of the role of fluids in Ni-Cu-PGE-bearing, mafic-ultramafic systems. Dans : *Dynamic processes in magmatic ore deposits and their application in mineral exploration*, R.R. Keays, C.M. Leshner, P.C. Lightfoot et C.E.G. Farrow, éditeurs. Association géologique du Canada, Short Course Notes, volume 13, pages 31-67.
- FELDER, F., 1974 – Shawinigan nickel-copper property, progress report. Ministère des Ressources naturelles, Québec, GM-35458.
- FOURNIER, D., 1981 – Gîtes de Cu-Zn et Cu-Ni dans la partie nord de la Fosse du Labrador. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, DPV-835, 23 pages.
- FOURNIER, D., 1982 – Gîtes de Cu-Zn et Cu-Ni dans la partie centrale de la Fosse du Labrador. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, DPV-929, 63 pages.
- FOURNIER, D., 1983 – Gîtes de Cu-Zn et de Cu-Ni de la Fosse du Labrador, Québec. Thèse de doctorat de 3^e cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 209 pages plus annexes.
- FRASER, R., 1993 – Diamond drilling report, winter 1992-1993, Sept-Îles project, Arnaud, Beauvais and Letellier townships, Québec, NTS 22J/1, 2, 7, 8. Ministère des Ressources naturelles, Québec, GM51816.
- GAUTHIER, M. – CORRIVAUX, L. – TROTTIER, L.J. – CABRI, J. – LAFLAMME, J.H.G. – BERGERON, M., 1990 – Chromitites platinifères des complexes ophiolitiques de l'Estrie-Beauce, Appalaches du Sud du Québec. *Mineralium Deposita*, volume 25, pages 169-178.
- GIOVENAZZO, D., 1991 – Géologie et caractéristiques géochimiques des minéralisations Ni-Cu-ÉGP de la région de Delta, ceinture de Cape-Smith, Nouveau-Québec. Thèse de PhD, Université du Québec à Chicoutimi, 238 pages.
- GOBEIL, A. – CHEVÉ, S. – CLARK, T. – CORRIVEAU, L. – PERREAULT, S. – DION, D.-J. – NABIL, H., 1999 – Géologie de la région du lac Nipisso (SNRC 22I/13). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 98-19, 60 pages.
- GOBEIL, A. – HÉBERT, C. – CLARK, T. – PERREAULT, S. – BEAUMIER, M., en préparation – Géologie de la région des lacs Hulot et Praslin (SNRC 22K/03 et 22K/04, demi est). Ministère des Ressources naturelles, Québec.
- GOSELIN, C. – SIMARD, M., 2000 – Géologie de la région du lac Gayot (SNRC 23M). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 99-06, 29 pages.
- GOUTIER, J. – DION, C. – OUELLET, M.-C. – DAVID, J. – PARENT, M., 2000 – Géologie de la région des lacs Guillaumat et Sakami (SNRC 33F/02 et 33F/07). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 99-15, 37 pages.
- GOUTIER, J. – DOUCET, P. – DION, C. – BEAUSOLEIL, C. – DAVID, J. – PARENT, M. – DION, D.-J., 1998 – Géologie de la région du lac Kowskatehkakmow (SNRC 33F/06). Ministère des Ressources naturelles, Québec, RG 98-16, 48 pages.
- HAMLIN, P.R. – KEAYS, R.R., 1986 – Sulfur saturation and second-stage melts : application to the Bushveld platinum metal deposits. *Economic Geology*, volume 81, pages 1431-1445.
- HAMLIN, P.R. – KEAYS, R.R. – CAMERON, W.E. – CRAWFORD, A.J. – WALDRON, H.M., 1985 – Precious metals in magnesian low-Ti lavas : Implications for metallogenesis and sulfur saturation in primary magmas. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, volume 49, pages 1797-1811.
- HÉBERT, R. – BÉDARD, J.H., 2000 – Les ophiolites d'avant-arc et leur potentiel minéral : exemple des complexes ophiolitiques du sud du Québec. Chronique de la Recherche minière, numéro 539, pages 101-117.
- HOCQ, M., 1985 – Géologie de la région des lacs Campan et Cadieux, Territoire-du-Nouveau-Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, ET 83-05, 178 pages.
- HOULÉ, M., en préparation – Pétrologie et métallogénie du Complexe de Menarik, Baie-James, Québec, Canada. Thèse de MSc, Université Laval, Sainte-Foy, Québec.

- HULBERT, L.J. – DUKE, J.M. – ECKSTRAND, O.R. – LYDON, J.W. – SCOATES, R.F.J. – CABRI, L.J., 1988 – Geological environments of the platinum group elements. Commission géologique du Canada, Open File 1440, 147 pages.
- INDARÈS, A., 1993 – Reconnaissance géologique et métallogénique des roches mafiques et ultramafiques dans la région du lac Opocopa, au sud de Fermont. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, ET 91-01, 52 pages.
- JOHNSON, W.L., 1972 – Copper-rich sulphides in the layered ultramafic body, Renzy Mine, southwestern Québec. Thèse de MSc, University of Western Ontario, London, Ontario.
- KEAYS, R.R., 1982 – Palladium and iridium in komatiites and associated rocks : application to petrogenetic problems. Dans : Komatiites, N.T. Arndt et E.G. Nisbet, éditeurs. George Allen and Unwin (Publishers) Ltd., London.
- KISH, L., 1968 – Région de la rivière Hart-Jaune, comté de Saguenay. Ministère des Richesses naturelles, Québec, RG-132, 104 pages.
- LABBÉ, J.-Y. – LACOSTE, P. – LECLAIR, A. – PARENT, M. – DAVY, J., 2000 – L'indice de Ni-Cu-Co de Qullinaaraaluk : un nouveau type de minéralisation dans les roches archéennes du Grand Nord. Ministère des Ressources naturelles, Québec, PRO 2000-11, 12 pages.
- LACASSE, J. – POISSON, P., 1996 – New Glasgow-Chilton project, report on the Fall 1995 reconnaissance program. Ministère des Ressources naturelles, Québec, GM-54214.
- LACHAPPELLE, R. – COUTURE, J.-F., 1989 – Petrology of the ultramafic intrusion, " La Crête de Coq ", Quebec. Association géologique du Canada-Association minéralogique du Canada, réunion annuelle, Programme et Résumés, volume 14, page A79.
- LACROIX, S. – DARLING, R., 1991 – Tectonized Cu-Ni deposits of the Aulneau-Redcliff area, central Labrador Trough, Québec. Economic Geology, volume 86, pages 718-739.
- LAURENT, R., 1995 – Pétrologie des filons-couches gabbroïques minéralisés de la région du lac Bleu (Fosse du Labrador). Ministère des Ressources naturelles, Québec, ET 93-04, 53 pages.
- LESHER, C.M. (éditeur), 1999 – Komatiitic Peridotite-Hosted Ni-Cu-(PGE) Deposits of the Raglan Area, Cape Smith Belt, New Québec. Guidebook Series, volume 2, Mineral Exploration Research Centre, Laurentian University, Sudbury, 205 pages.
- LORD, R.A. – PRICHARD, H.M. – NEARY, C.R., 1994 – Magmatic platinum-group element concentrations and hydrothermal upgrading in Shetland ophiolite complex. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, volume 103, pages B87-B106.
- NABIL, H., 1999 – Caractérisation de la minéralisation en Ni-Cu-Co de l'indice de Lac-Volant, région de Sept-Îles, Québec. Thèse de MSc, Université du Québec à Chicoutimi, 178 pages.
- NALDRETT, A.J., 1981 – Platinum-group element deposits. Dans : Platinum-group elements : mineralogy, geology, recovery. L.J. Cabri, éditeur. The Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Special Volume 23, pages 197-231.
- NALDRETT, A.J., 1989 – Nickel Sulfide Deposits. Oxford Monographs on Geology and Geophysics, numéro 14, Oxford University Press, New York, 186 pages.
- NALDRETT, A.J. – CABRI, L.J., 1976 – Ultramafic and related mafic rocks : their classification and genesis with special reference to the concentration of nickel sulphides and platinum-group elements. Economic Geology, volume 71, pages 1131-1158.
- NALDRETT, A.J. – ASIF, M. – KRSTIC, S. – LI, C., 2000 – The composition of mineralization at the Voisey's Bay Ni-Cu sulfide deposit, with special reference to platinum-group elements. Economic Geology, volume 95, pages 845-865.
- NANTEL, S. – MARTIGNOLE, J., 1991 – Le complexe anorthositique de Rivière-Pentecôte (Côte-Nord). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MM 89-02, 83 pages.
- PECK, D.C. – JAMES, R.S. – CHUBB, P.T., 1993 – Geological environments for PGE-Cu-Ni mineralization in the East Bull Lake gabbro-anorthosite intrusion, Ontario. Exploration and Mining Geology, volume 2, pages 85-104.
- PEDERSEN, R.-B. – JOHANNESSEN, G.M. – BOYD, R., 1993 – Stratiform platinum-group element mineralizations in the ultramafic cumulates of the Leka ophiolite complex, central Norway. Economic Geology, volume 88, pages 782-803.
- PELLETIER, Y., 1990 – Propriété du lac Menarik : évaluation du potentiel chromifère, campagne de sondages 1989. Ministère des Ressources naturelles, Québec, GM-49677.
- PERREAULT, S. – CLARK, T. – GOBEIL, A. – CHEVÉ, S. – DION, D.-J. – CORRIVEAU, L. – NABIL, H. – LORTIE, P., 1997 – Le potentiel en Cu-Ni-Co de la région de Sept-Îles : l'indice du lac Volant. Ministère des Ressources naturelles, Québec, PRO 96-06, 12 pages.
- PICARD, C. – GIOVENAZZO, D. – THIBERT, F. – TREMBLAY, C., 1994 – Pétrographie, géochimie et gîtologie des roches plutoniques ultramafiques et mafiques protérozoïques de la partie centrale de la Fosse de l'Ungava : implications sur la distribution des éléments du groupe des platinoïdes. Ministère des Ressources naturelles, Québec, MB 94-30, 402 pages.
- PLANTE, L., 1985 – Étude métallogénique des indices de cuivre-nickel-cobalt du Haut-Plateau de la Manicouagan. Thèse de MSc, Université du Québec à Montréal, 154 pages.
- POIRIER, G., 1988 – Étude métallogénique de gîtes de nickel, cuivre et platinoïdes de l'ouest de la Province de Grenville, Québec. Thèse de MSc, Université du Québec à Montréal, 299 pages.
- RIVE, M., 1976 – Région de Sainte-Véronique. Ministère des Richesses naturelles, Québec, RG-182, 68 pages.
- ROGER, G. – BOUCHER, R., 1997 – Rapport sur les travaux d'exploration effectués en 1997, propriété La Grande Nord, Baie James. Ministère des Ressources naturelles, Québec, GM-55906.
- ROHON, M.-L., 1986 – Indices de Cu-Ni et de pyrite-pyrrhotite des lacs Retty et Doublet, Fosse du Labrador. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 86-52, 38 pages.
- ROHON, M.-L., 1987 – Indices de Cu-Ni et de pyrite-pyrrhotite entre les lacs Retty et Low, Fosse du Labrador. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 87-44, 86 pages.
- ROHON, M.-L., 1989 – Magmatisme protérozoïque et indices de Cu-Ni sulfurés (+EGP) dans la Fosse du Labrador (Québec-Canada) entre les lacs Retty et Low. Thèse de doctorat, Université P. et M. Curie, Paris VI, 333 pages plus annexes.

- SCOATES, R.F.J. – ECKSTRAND, O.R. – CABRI, L.J., 1988 – Interelement correlation, stratigraphic variation and distribution of PGE in the Ultramafic Series of the Bird River Sill, Canada. Dans : *Geo-platinum 87*, H.M. Prichard, P.J. Potts, J.F.W. Bowles, et S.J. Cribb, éditeurs. Elsevier Applied Science, London, pages 239-249.
- SWEENEY, J.M. – EDGAR, A.D., 1987 – The geochemistry, origin, and economic potential of platinum group element bearing rocks of the Lac des Iles complex, northwestern Ontario. Ontario Geological Survey, Miscellaneous Paper 136, pages 140-152.
- SWEENEY, J.M. – EDGAR, A.D., 1988 – The geochemistry, origin, and economic potential of platinum group element bearing rocks of the Lac des Iles complex, northwestern Ontario. Ontario Geological Survey, Miscellaneous Paper 140, pages 68-77.
- TANGUAY, S. – HÉBERT, R. – BERGERON, M., 1990 – Distribution of PGE in pyroxene-bearing ultramafic cumulates in the Thetford Mines ophiolitic complex, Quebec. *Canadian Mineralogist*, volume 28, pages 597-605.
- TREMBLAY, C., 1990 – Les éléments du groupe du platine dans le dyke de Méquillon, ceinture de Cape Smith, Nouveau-Québec. Thèse de MSc, Université du Québec à Chicoutimi, 76 pages.
- VAILLANCOURT, C., 2001 – Étude géochimique et économique de la Suite mafique et ultramafique de la Baie-à-Cadie au lac Kénogami, Saguenay – Lac St-Jean, Québec. Thèse de MSc, Université du Québec à Chicoutimi, 204 pages.
- WARD, J., 1989 – Report on 1988 diamond drill program, Chrysler #2 project, Gerido division, New Quebec. Ministère des Ressources naturelles, Québec, GM-48397.
- WARES, R. – BERGER, J. – ST-SEYMOUR, K., 1988 – Synthèse métallogénique des indices de sulfure au nord du 57° parallèle (Étape I), Fosse du Labrador. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 88-05, 186 pages.
- WARES, R. – GOUTIER, J., 1989 – Métallogénie des indices de sulfures au nord du 57° parallèle, Fosse du Labrador. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 89-38, 114 pages.
- WARES, R. – GOUTIER, J., 1990 – Synthèse métallogénique des indices de sulfures au nord du 57° parallèle (Étape III), Fosse du Labrador. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 90-25, 96 pages.
- WARES, R. – GOUTIER, J., en préparation – Géologie et métallogénie du nord de l'Orogène du Nouveau-Québec (Fosse du Labrador) – une synthèse. Ministère des Ressources naturelles, Québec.
- YASSA, A. – GIOVENAZZO, D., 1993 – Projet Forgues PN 131, Rapport d'exploration, campagne de terrain 1993. Ministère des Ressources naturelles, Québec, GM-52850.

**Ressources
naturelles**

Québec 