



RAPPORT FINAL

2005

Sous-projet SC10

L'or de type Carlin dans les Appalaches de la Gaspésie :
L'analyse de l'indice de Saint-André-de-Ristigouche

Par

Virginie Garnier, André Chagnon, Michel Malo* et Benoit Dubé

INRS – Eau, Terre et Environnement, 490 de la Couronne, Québec, Québec, G1K 9A9

*mmalo@ete.inrs.ca

Soumis à l'administration de DIVEX
avril 2005 – Montréal

SOMMAIRE

L'équipe de l'INRS a étudié les indices d'or encaissés dans les calcaires du sud de la Gaspésie pour mieux évaluer leur potentiel pour les gîtes d'or de type Carlin. La plupart des caractéristiques de ce type de minéralisation existent en Gaspésie à l'échelle régionale, à l'échelle du district minier (le sud-ouest de la Gaspésie), et à l'échelle du gîte, soit l'indice aurifère de Saint-André-de-Ristigouche. Les plus importantes ressemblances à l'échelle de cet indice avec les gîtes de type Carlin sont: 1) les roches hôtes carbonatées de la Formation de White Head, 2) la signature métallique Au-Sb-As-Hg avec l'absence de métaux de base et d'Ag, 3) l'association spatiale avec une faille majeure sub-verticale, la faille de Ristigouche, 4) le type d'altération hydrothermale caractérisée par une silicification et la présence d'argiles, 5) les nombreux dykes felsiques, 6) une roche couverture silicoclastique représentée par les unités inférieures du Groupe de Chaleurs qui recouvrent les calcaires du White Head. Nous avons identifié pour la première fois des couronnes de pyrite arsénifère en surcroissance sur des cœurs de pyrite. Ces couronnes contiennent l'or microscopique, une caractéristique fondamentale des gîtes de type Carlin. De plus, la silicification des formations carbonatées est comparable aux altérations de type jaspéroïde typiques des gisements de type Carlin.

L'indice aurifère de Saint-André-de-Ristigouche se trouve à l'intérieur d'une auréole d'altération définie par les assemblages minéralogiques, principalement les phyllosilicates argileux, formant les résidus insolubles des carbonates. Cinq assemblages résultant de phénomènes d'altération hydrothermale sont identifiés. Ce sont les assemblages à: chlorite, smectite, smectite+kaolinite, kaolinite et illite. L'assemblage à chlorite est associé aux skarns et aux minéralisations en Cu et Ag alors que la minéralisation en Sb, Au et As est associée à l'assemblage à kaolinite. L'épisode hydrothermal ayant formé les assemblages à smectite, kaolinite et illite est postérieur aux skarns, de plus basse température et contrôlée par les failles majeures. Les fluides, acides au départ, ont totalement ou partiellement dissout la chlorite pour ensuite former la kaolinite et une partie de l'illite observée. Toutes les auréoles ne renferment pas d'indices minéralisés, mais les indices sont toujours localisés dans des auréoles d'altération, ce qui en fait de bons outils d'exploration.

1. INTRODUCTION

1.1. Travaux antérieurs et problématique

Des skarns de métaux de base et des indices aurifères encaissés dans des calcaires ordoviciens et siluriens sont spatialement associés aux failles du Grand Pabos et de Ristigouche dans le sud de la Gaspésie (Fig. 1). Les

structures hôtes des indices minéralisés sont des veines et des failles subsidiaires ayant des orientations compatibles avec une déformation régionale engendrée par un coulissage dextre et reliée à l'orogénèse acadienne au Dévonien (Malo et al., 1998, 2000).

Dans le sud-ouest de la Gaspésie (Fig. 1), la minéralisation à Sb-Au-As de Saint-André-de-Ristigouche (SAR-Au) est contenue dans des veines d'extension mises en place dans des conditions de déformation fragile. Les veines minéralisées sont encaissées dans les calcaires argileux et les calcilutites de la partie silurienne de la Formation de White Head qui appartient à la ceinture de Gaspé, le bassin successeur du Paléozoïque moyen des Appalaches de la Gaspésie. Le degré métamorphique des roches du White Head est très faible, mais les veines aurifères sont incluses dans une large zone d'altération hydrothermale argilique qui comprend deux zones de skarn, dont l'une renferme l'indice de cuivre de Saint-André-de-Ristigouche (SAR-Cu; Fig. 2). Plus à l'est, on retrouve deux autres zones de skarn reliées à des aires d'altération argilique et qui renferment soit un indice minéralisé en cuivre uniquement (indice de saint-Fidèle : SF-Cu), soit un indice minéralisé en cuivre et argent (indice du ruisseau Basket; RB-Cu,Ag).

Un modèle de gîtes associés à des intrusions comme celui de Sillitoe et Bonham (1990; *intrusion-related model*) pourrait expliquer la présence dans une même région des indices de cuivre et d'argent de type skarn et de l'indice aurifère de SAR-Au (Malo et al., 2000). Le contexte géologique régional du sud-ouest de la Gaspésie, incluant un système magmatique hydrothermal en profondeur, est semblable à celui des régions où l'on reconnaît des gîtes d'or de type *sediment-hosted gold deposit* ou *Carlin-like deposit* (e.g. district de Bau en Malaisie, *Carlin trend* au Nevada; Sillitoe et Bonham, 1990). La région du sud-ouest de la Gaspésie est donc considérée comme la plus favorable pour trouver un gîte aurifère de type Carlin dans les Appalaches du Québec (Malo et al., 2000).

1.2. Objectifs

L'objectif principal du projet DIVEX était de faire l'évaluation du potentiel pour les gîtes de type Carlin dans la région du sud-ouest de la Gaspésie. Nous avons déterminé certaines caractéristiques métallogéniques des indices minéralisés pour les comparer à celles des

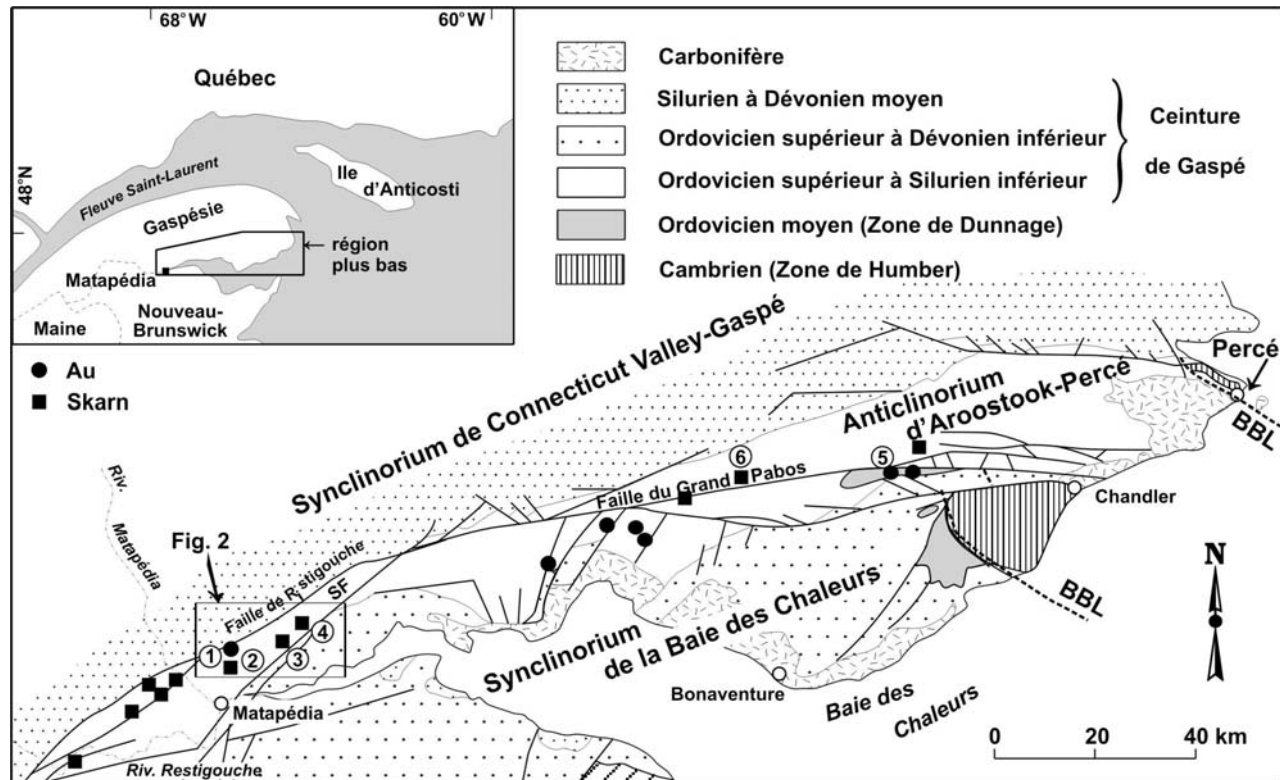


Figure 1: Géologie simplifiée du sud de la Gaspésie et localisation des indices minéralisés étudiés. 1: SAR-Au, 2: SAR-Cu, 3: Ruisseau Basket, 4: Saint-Fidèle, 5: Lac Arsenault, 6: Reboul.

gîtes de type Carlin. Un deuxième objectif était de tester l'utilisation des assemblages de minéraux argileux d'altération comme outil d'exploration pour détecter des halos d'altération. Cette méthode est sensible pour déterminer de faibles changements thermiques et chimiques des roches et devrait permettre la cartographie des halos d'altération hydrothermale de faible intensité. De plus, l'étude de ces assemblages donne de précieux renseignements concernant les conditions d'équilibre thermodynamique dans l'environnement ainsi que sur les voies de migration des fluides. Une partie de l'illite formée lors de ces phases d'altération peut aussi être datée par K-Ar ou Ar/Ar.

1.3. Méthodologie

Pour atteindre le premier objectif, nous avons caractérisé les indices minéralisés pour différents paramètres métallogéniques : 1) signature métallique et géochimique des roches altérées (skarn, marbre, zone silicifiée, etc.) et minéralisées; 2) assemblages

minéralogiques d'altération; 3) pétrographie détaillée pour déterminer les phases porteuses de l'or; et 4) nature des fluides minéralisateurs. Des travaux de terrain de géologie structurale, de l'échantillonnage de roches altérées et minéralisées dans les tranchées et sur les carottes, des études pétrographiques et des analyses géochimiques ont été nécessaires pour caractériser la signature géochimique de l'altération hydrothermale et de la minéralisation. Les éléments typiques des gîtes de type Carlin ont été analysés, i.e. Ag, As, Au, Sb, Hg de même que les métaux de base Cu, Pb, Zn qui sont généralement absents dans ce type de gîte. Des analyses de géochimie isotopique (C, O) et d'inclusions fluides dévoilent la nature des fluides hydrothermaux minéralisateurs. SAR-Au et SAR-Cu se situent au sein d'halos d'altération hydrothermale caractérisés par des assemblages de minéraux argileux d'altération. Une attention particulière a été portée au couple SAR-Au et SAR-Cu. La zone de skarn de l'indice SAR-Cu est associée aux zones de smectite et de chlorite, tandis que l'indice de SAR-Au est dans le halo à kaolinite (Fig. 2). L'échantillonnage a été complété pour analyser les

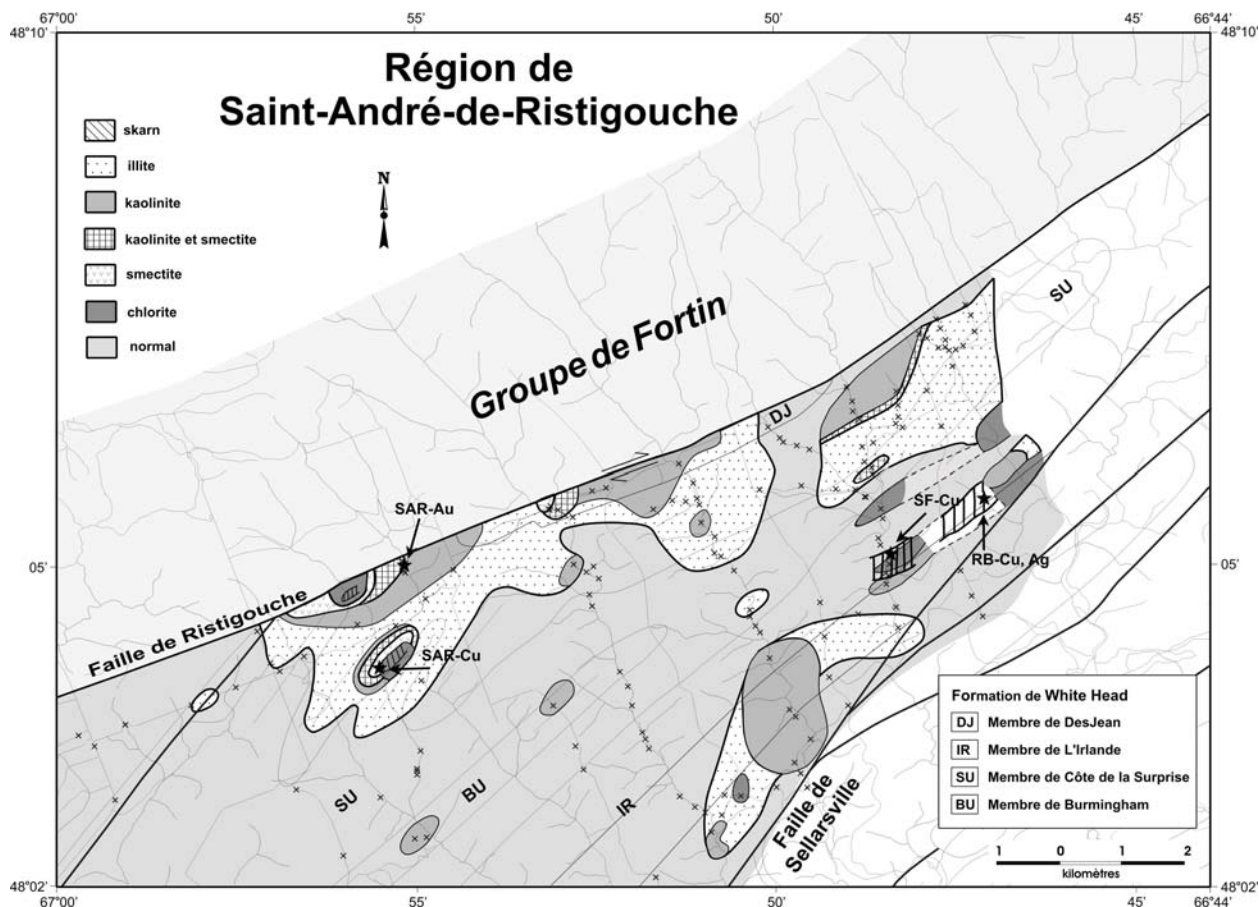


Figure 2: Carte des zones d'altération définies à partir des assemblages de minéraux argileux d'altération de la région autour de SAR-Au, SAR-Cu, SF-Cu et RB-Cu,Ag.

assemblages des minéraux argileux d'altération dans une région qui englobe, vers l'est, les indices cuprifères du Ruisseau Basket et de Saint-Fidèle (indices 5, 6; Fig. 1). Une maille d'échantillonnage adéquate a été identifiée pour l'utilisation des assemblages de minéraux argileux d'altération comme outil d'exploration.

2. GÉOLOGIE RÉGIONALE

Les terrains étudiés se situent au sein de la Ceinture de Gaspé constituée de roches de l'Ordovicien supérieur au Dévonien inférieur, déformées principalement par l'orogénèse acadienne au Dévonien moyen. Les indices minéralisés se trouvent plus précisément au sein de l'anticlinorium d'Aroostook-Percé (Fig. 1), une structure régionale acadienne de la Ceinture de Gaspé. Les unités lithostratigraphiques reconnues dans l'anticlinorium

d'Aroostook-Percé comprennent les groupes d'Honorat et de Matapédia, une séquence continue dont l'âge s'étend de l'Ordovicien tardif au Silurien précoce.

Le Groupe d'Honorat est composé de la Formation de Garin qui comprend du mudstone et du siltstone gris foncé interlités de grès lithique, de grès quartzeux légèrement calcaireux et de quelques niveaux de conglomérat. Le Groupe de Matapédia comprend les formations de Pabos et de White Head. Le Pabos est constitué de grès et de mudstone calcaireux gris verdâtre à beige. La Formation de White Head comprend les membres de Birmingham, de Côte de la Surprise, de L'Irlande et de Des Jean. Les membres de Birmingham et de L'Irlande sont constitués de calcilutite avec interlits de calcaire argileux et de quelques lits de calcarénite. Le Membre de Côte de la Surprise, entre les deux membres de calcaire, se compose de calcaire argileux, de mudstone calcaireux, de siltstone calcaireux et d'un grès fin quartzitique. Le Membre de Des Jean,

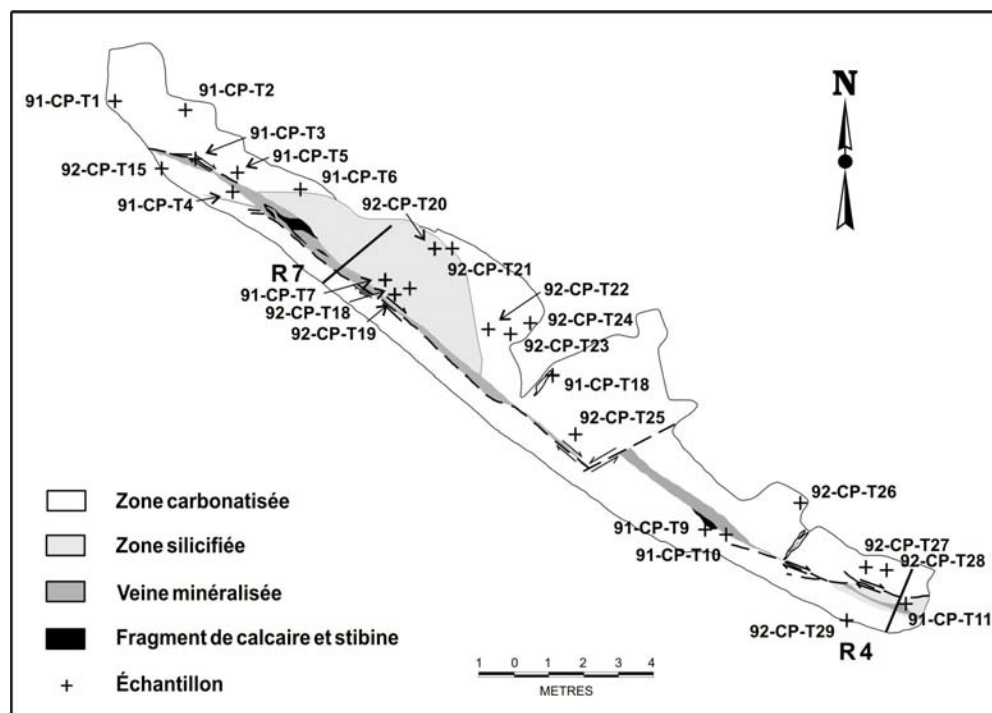


Figure 3: Géologie de la veine principale de SAR-Au. R : rainure d'échantillonnage, 92-CP-T4 : numéro d'échantillon des travaux de Pelchat (1995).

au sommet du White Head, comprend des calcaires argileux laminaires. Enfin, des dykes felsiques recourent les unités sédimentaires.

La déformation ayant affecté la région étudiée est acadienne. La faille de Ristigouche représente le trait structural marquant de la région (Figs. 1, 2). La direction générale NE-SO à ENE-OSO des strates est celle de la deuxième phase de plissement (P_2) à laquelle est associé un clivage régional (S_2) vertical et de direction NE-SO à ENE-OSO.

3. RÉSULTATS

3.1. Les caractéristiques des gisements de type Carlin et la Gaspésie

Les caractéristiques géologiques des gisements de type Carlin telles que résumées par Poulsen (1999) (tableau 1) ont servi de comparaison pour notre étude. La plupart de ces caractéristiques existent en Gaspésie. À l'échelle régionale de la Ceinture de Gaspé, on retrouve des assemblages de carbonates, de nombreux changements de faciès, des linéaments majeurs, des

discordances (taconienne, salinique et acadienne), une ceinture minérale avec Mines Madeleine, Mines Gaspé et les indices de Cu (e.g. Sullipek, Reboul), une ceinture magmatique avec la suite de Lemieux (Doyon et Berger, 1997) et le pluton de McGerrigle. À l'échelle du district minier dans le sud de la Gaspésie (Fig. 1), on retrouve les assemblages de roches silicoclastiques et carbonatées (Formation de Garin, groupes de Matapédia et de Chaleurs), les failles inverses (faille de Sellarsville), les structures en horst (anticlinorium d'Aroostook-Percé), les failles coulissantes (faille de Grand Pabos-Ristigouche), les intrusions (nombreux essaims de dykes; Doyon et Berger, 1997), et d'autres indices d'or (e.g. Lac Arsenault et Reboul; Fig. 1). À l'échelle du gîte (soit l'indice aurifère de SAR-Au; Figs. 1, 3), les plus importantes caractéristiques communes sont : 1) les roches hôtes carbonatées de la Formation de White Head, 2) la signature métallique Au-Sb-As-Hg avec l'absence de métaux de base et d'Ag (tableaux 2, 3) l'association spatiale avec une faille majeure sub-verticale, la faille de Ristigouche (Figs. 1), 4) le type d'altération hydrothermale caractérisée par une silicification et des veinules de quartz en bordure des veines minéralisées (Figs. 3), 5) les nombreux dykes felsiques, et 6) une roche couverture silicoclastique

représentée par les unités inférieures du Groupe de Chaleurs qui recouvrent les calcaires du White Head. L'intense silicification des roches carbonatées au contact de la veine à Au-As-Sb est comparable à l'altération de type jaspéroïde observée à l'échelle du district dans les gîtes de type Carlin. De plus, l'or microscopique caractéristique de ces gîtes a été mis en évidence dans les couronnes de pyrite arsénifère en surcroissance sur des cœurs de pyrite anté-minéralisation (voir plus loin).

3.2. Caractérisation pétrographique de l'indice SAR-Au

Pétrographie de la veine et des roches encaissantes
La veine principale de l'indice de SAR-Au (Fig. 3) est encaissée dans une zone d'altération marquée par des calcaires silicifiés et des stockworks de veinules de quartz. Des valeurs de 16 g/t Au sont notées localement dans la zone de stockwork de quartz (échantillon 6622; Fig. 3B). La veine principale est d'attitude N135 / 85°, d'une largeur de 10 à 50 cm, et s'étend sur plus de 30 mètres (Pelchat, 1995). Le quartz représente près de 50% de la veine avec 10 à 15% de carbonates. Les principaux sulfures observés à l'affleurement sont la stibine et l'arsénopyrite. La stibine, qui représente 30 à 35% de la veine, est massive et forme des cristaux prismatiques. L'arsénopyrite se retrouve en inclusions dans le quartz et la stibine, représentant jusqu'à 5% de la veine. On la trouve aussi dans les calcaires encaissants. Les autres minéraux observés en lames minces sont la pyrite, l'anatase, la kaolinite et la gudmontite (Pelchat, 1995). Pelchat (1995) avait observé de la pyrite framboïdale dans des fragments de calcaire dans la veine. Au cours des présents travaux, nous avons observé de la pyrite dans les laminations des calcaires altérés encaissant la veine principale avec des textures mettant en évidence la surcroissance de couronnes de pyrite arsénifère sur des cœurs de pyrite anté-minéralisation (Fig. 4 ; tableaux 3 et 4). Des observations minutieuses au MEB n'ont pas révélé la présence de grains d'or visibles dans les échantillons étudiés, menant à la conclusion que l'or y est microscopique, une des principales caractéristiques des gîtes de type Carlin. Pelchat (1995) a mis en évidence une corrélation entre les teneurs en Au et en As, suggérant que l'or pourrait être contenu dans l'arsénopyrite ou dans les couronnes de pyrite arsénifère. Cette hypothèse a été confirmée par l'analyse ponctuelle, par microsonde électronique, des pyrites et arsénopyrites contenues dans la veine et dans

les calcaires altérés. Cette caractéristique est très importante puisque dans les gîtes de type Carlin du Nevada, l'or est typiquement présent dans les surcroissances de pyrite arsénifère associée à des zones de roches altérées (décarbonatation, silicification et altération argilique; Tosdal, 1999). La séquence paragenétique de l'indice de SAR-Au est présentée en figure 5. Les cœurs de pyrite, pré-minéralisation, ne contiennent pas d'or et ont de faibles teneurs d'arsenic (généralement ≤ 1 % pds) et d'antimoine (≤ 1100 ppm). Les surcroissances de pyrite arsénifères contiennent de l'or (≤ 2280 ppm), de l'arsenic (majoritairement entre 2.0 et 7.5 % pds, mais jusqu'à 15 % pds dans les échantillons les plus riches), et sont généralement plus riches en antimoine que les cœurs (≤ 2850 ppm). Les arsénopyrites contenues dans la veine de quartz-stibine, mais également dans les carbonates altérés, contiennent de l'or (≤ 2250 ppm) et de l'antimoine (300-2370 ppm). La présence d'antimoine dans les surcroissances de pyrite arsénifère conforte l'hypothèse que ces surcroissances se sont formées pendant l'événement minéralisateur qui a conduit à la formation des veines à quartz-stibine.

Apports des inclusions fluides

Les inclusions fluides piégées dans le quartz de la veine principale ont été étudiées. Très peu d'inclusions ont été observées dans les carbonates silicifiés; elles sont toutes trop petites pour permettre une étude microthermométrique. Un examen minutieux a permis d'écarter les inclusions qui présentaient des évidences de *necking* (rapports de phases et températures d'homogénéisation variables au sein d'un même plan d'inclusions fluides).

L'arsénopyrite est alignée dans des plans d'inclusions fluides pseudo-secondaires et secondaires. Ces inclusions sont de petite taille (5-8 μm) et comportent une phase liquide et une phase vapeur (environ 10 vol.%). Le fluide piégé dans ces inclusions est donc interprété comme représentatif du fluide minéralisateur. De plus, certaines sont piégées sur des cristaux d'arsénopyrite. Leurs températures d'homogénéisation en phase liquide varient de 135 à 245 °C, la majorité appartenant à l'intervalle 140-180 °C (Fig. 6). Les salinités sont comprises entre 5.3 et 8.8 % pds. éq. NaCl. La formation de clathrate n'a pas été observée, ni la fusion de la glace de CO₂, ce qui indique que si du CO₂ est présent, il l'est en quantités inférieures à 4 mole % (Hendenquist et Henley, 1985).

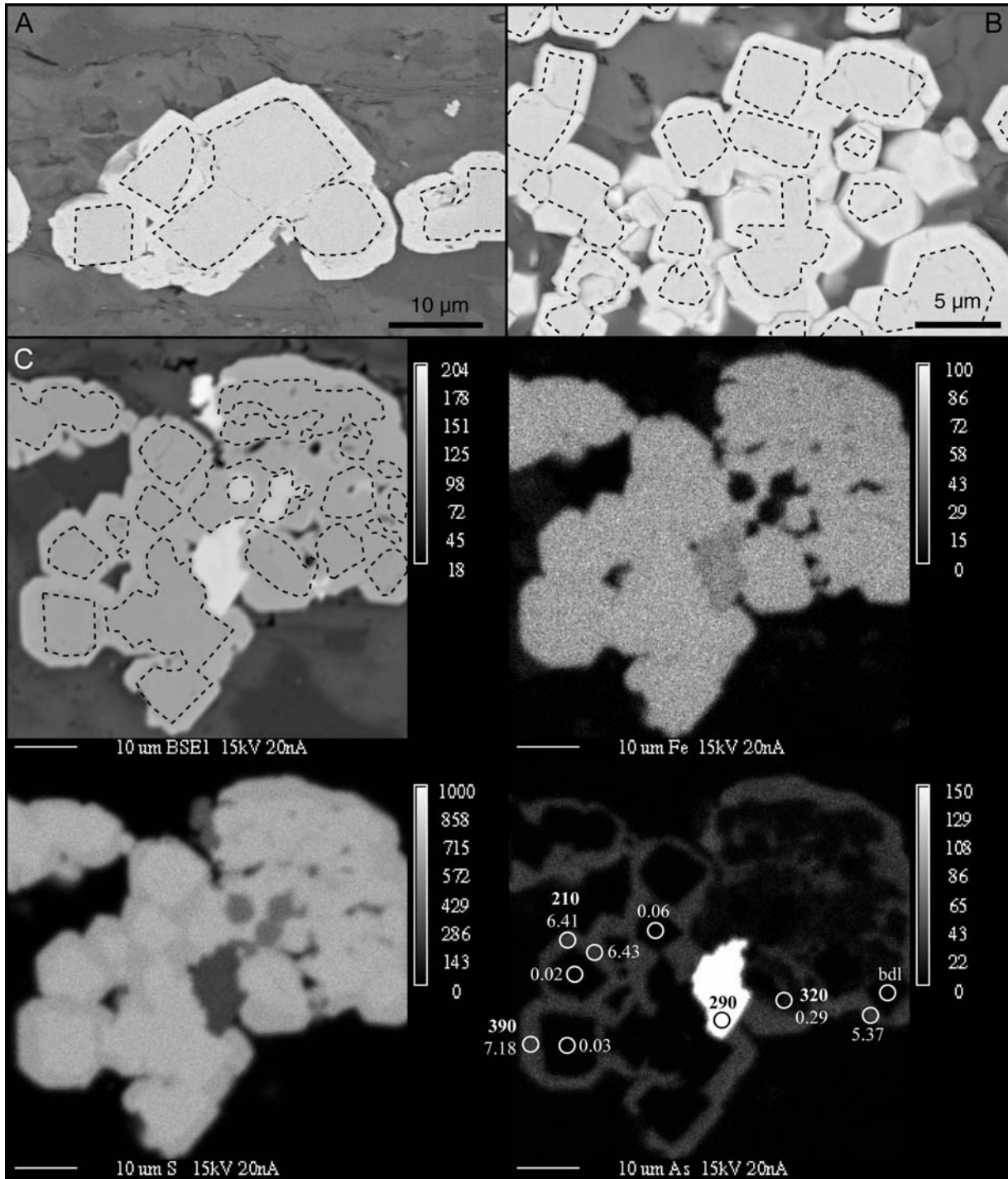


Figure 4: Photos MEB en mode électrons rétrodiffusés des pyrites contenues dans les calcilutites silicifiées; A) échantillon CP-T19-2, B) échantillon CP-T22. C) Cartes de répartition des éléments Fe-As-S avec teneurs en Au et As dans des amas de pyrite avec surcroissances arsénifères et un peu d'arsénopyrite; échantillons CP-T18-2. Les coeurs de pyrite pré-minéralisation sont délimités en pointillés.

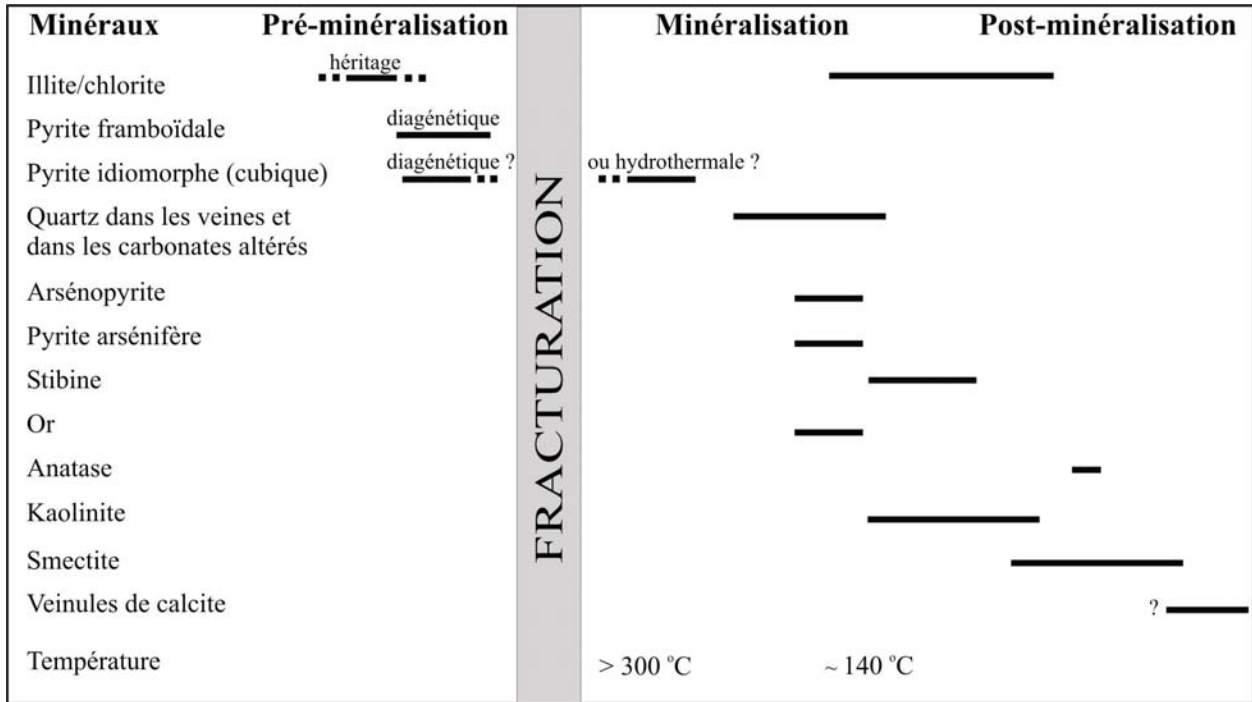


Figure 5: Succession temporelle des minéraux des paragenèses à l'indice de SAR-Au.

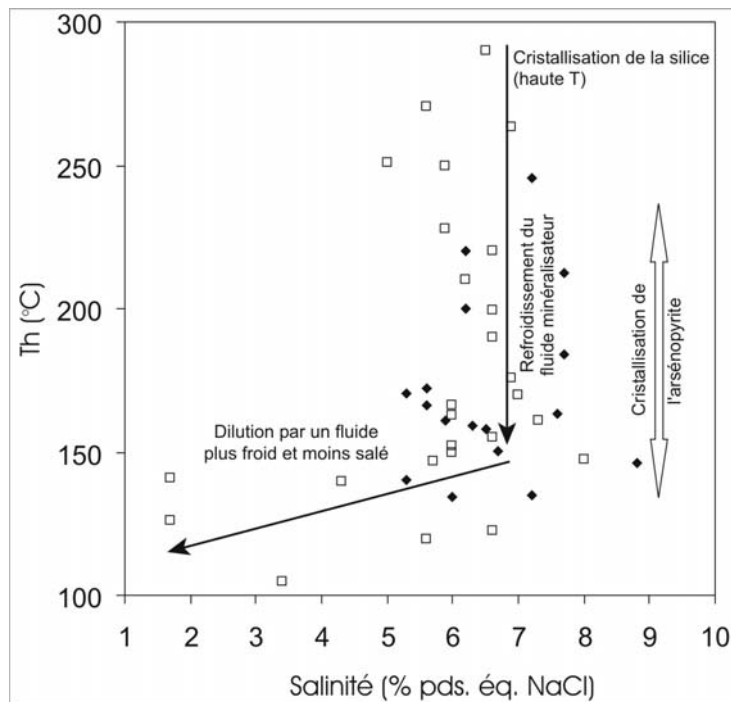


Figure 6: Distribution des Th (°C) en fonction de la salinité (% pds. éq. NaCl).

Dans un diagramme Th en fonction de la salinité, les tendances : (1) une grande partie d'entre eux s'alignent verticalement autour d'une salinité de 7 ± 1 % pds. éq. NaCl, avec des Th variant entre 150 et 290 °C ; (2) le second alignement relie des fluides à Th avoisinant 150 °C avec des salinités de 7 ± 1 % pds. éq. NaCl et des fluides de basse température (environ 100 °C) et faible salinité (environ 2 % pds. éq. NaCl). Le premier alignement correspond probablement au refroidissement du fluide hydrothermal qui s'infiltré dans la fracture. La silice commence à précipiter, suivie par l'arsénopyrite à partir de 250 °C jusqu'à 135 °C, tandis que la silice continue à précipiter. Le second alignement correspond à la dilution de ce fluide par un fluide plus froid et moins salin, probablement d'origine météorique.

Les salinités et températures d'homogénéisation sont similaires avec celles connues pour les gîtes de type Carlin du Nevada (Arehart, 1996 ; Hofstra et Cline, 2000).

3.3. Caractérisation régionale des assemblages de minéraux argileux

L'indice SAR-Au se trouve au sein d'un halo d'altération argilique (Fig. 2) qui inclut également deux zones de skarn dont celle cuprifère de SAR-Cu qui a fait l'objet de travaux de sondage dans les années '80 (Durocher, 1989). Deux autres zones de skarn sont observées plus à l'est (Fig. 2), celle de Saint-Fidèle également minéralisée en cuivre (SF-Cu) et celle du ruisseau Basket minéralisée en cuivre et argent (RB-Cu-Ag). Le résidu insoluble des calcaires normaux (non-altérés) de la Formation de White Head est composé généralement d'un assemblage de quartz, d'illite et de chlorite dans un rapport de 70:30, de feldspaths, et contient occasionnellement des interstratifiés d'illite/smectite (Chagnon, 1984). Pendant les processus de minéralisation, de nouveaux phyllosilicates se développent pour former des assemblages de minéraux argileux d'altération. Ceux-ci sont zonés autour des indices minéralisés (Chagnon et Malo, 1991). Les halos d'altération argilique autour des indices de SAR-Au et SAR-Cu ont été déterminés au cours de travaux antérieurs (Chagnon et Malo, 1991; Malo et al., 1998; Malo et al., 2000). Les assemblages suivants s'y trouvent (tableau 5; Fig. 2): illite, kaolinite, kaolinite et smectite, smectite, et chlorite. Les zones de skarn, dont les indices de cuivre de SAR-Cu, sont associées à des zones de chlorite, tandis que l'indice aurifère de SAR-Au est dans la zone à kaolinite (Fig. 2). Les assemblages sont définis soit par la présence

fluides piégés dans les inclusions présentent deux d'un minéral index, kaolinite et/ou smectite, ou par des proportions anormalement élevées de l'illite ou de la chlorite. Dans l'assemblage à illite, ce minéral est souvent le seul présent. Cette situation est moins fréquente dans l'assemblage à chlorite.

Au cours des années 2003 et 2004, l'échantillonnage a été étendu vers l'est pour inclure les indices minéralisés du Ruisseau Basket et de Saint-Fidèle (indices 3, 4; Fig. 1) et vers le sud près de la faille de Sellarsville, en plus de resserrer la maille d'échantillonnage autour des indices de Saint-André-de-Ristigouche (Fig. 2). Cent trente-cinq (135) nouveaux échantillons ont été analysés. Les résultats ont été ajoutés à ceux obtenus (81) par Chagnon (1984) et par Héroux et Chagnon (1986) pour définir les auroles illustrées à la figure 2. La présence des cinq assemblages d'altération, en plus de l'assemblage normal, est confirmée. La figure 2 nous montre des aires d'altération zonées à l'est et au sud-est de Saint-André-de-Ristigouche. Les indices minéralisés de SF-Cu et RB-Cu-Ag tout comme l'indice SAR-Cu s'accompagnent d'une zone d'altération à chlorite.

L'indice de cristallinité de l'illite montre que les sédiments de cette région ont subi un métamorphisme du niveau de l'anchizone¹ et du début de l'épizone² (Fig. 7). Cette observation confirme les quelques mesures de réflectance de la matière organique obtenues par Héroux et Chagnon (1986). La smectite et la kaolinite ont donc été produites postérieurement à cette chauffe maximale et, par la suite, aucun épisode de chauffe importante n'a affecté la région. Les données des inclusions fluides indiquant que les minéralisations en or et en antimoine se sont mises en place à des températures comprises entre 290 et 135 °C sont concordantes avec le fait que ces minéralisations se retrouvent avec l'assemblage à kaolinite et qu'elles en sont probablement contemporaines.

Compte tenu des observations et des conditions chimiques et thermiques nécessaires à la formation et à la préservation des phyllosilicates argileux présents dans les assemblages, il doit y avoir eu au moins deux

1 : zone du métamorphisme de très faible degré (100-200 °C et 1 kbar) formant transition entre la diagenèse et le métamorphisme s.s.

2 : zone du métamorphisme général faible (< 500°C) ; les roches contiennent des minéraux hydroxylés (chlorites, phengites) et des épidotes.

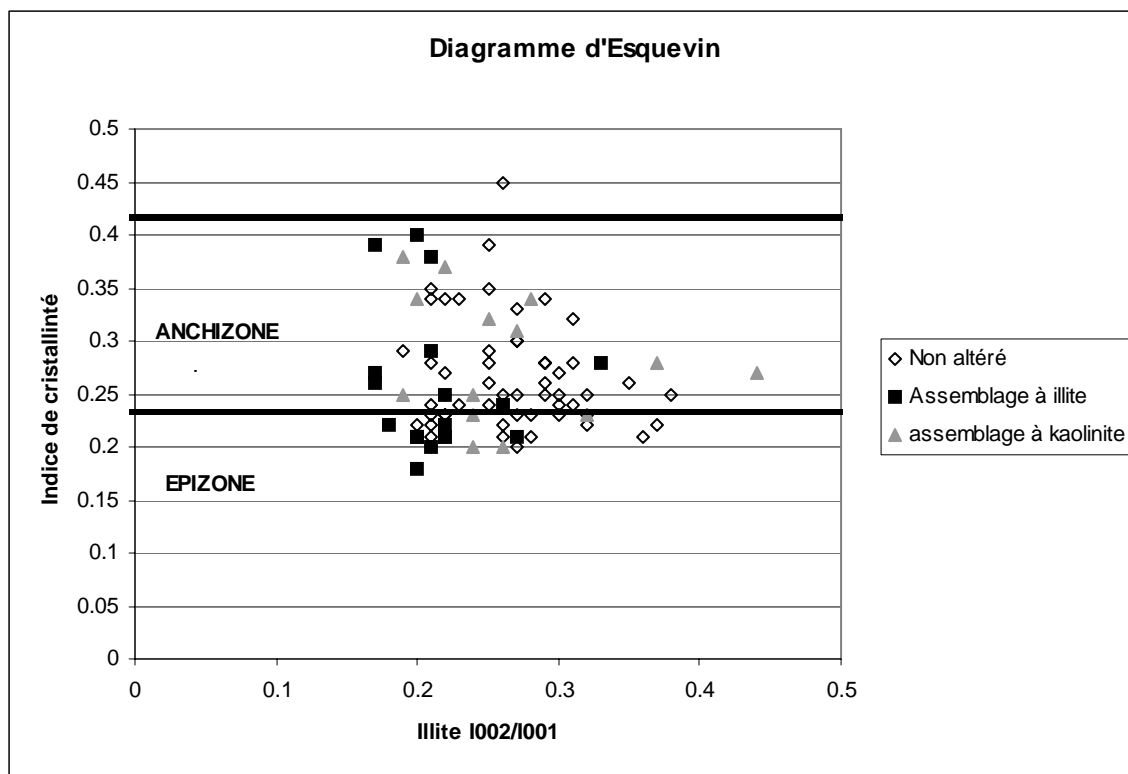


Figure 7: Diagramme d'Esquevin mettant en relation l'indice de cristallinité de l'illite (indice de Kübler) et les rapports d'intensité des pics de diffraction (002)/(001) de l'illite.

phases d'altération successives. Une première qui est celle de la formation des skarns et des assemblages à chlorite qui leur sont associés. Par la suite, des fluides légèrement à moyennement acides et de plus basse température ont envahi la région. Le mouvement de ces fluides était visiblement contrôlé par les zones de cassure majeure. Ces fluides ont dissous partiellement ou totalement la chlorite présente dans le résidu insoluble des carbonates. Les carbonates ont certainement dû en être affectés. Les zones à smectite qui bordent celles à chlorite associées aux skarns proviennent de cette deuxième phase. Si toute la chlorite n'a pas été dissoute près des skarns, c'est probablement dû au fait que la perméabilité près de ces roches devait être très faible comparée à celle des calcaires non affectés par le skarn. Suite à la dissolution des chlorites et à la neutralisation des fluides acides par les carbonates, les kaolinites se sont formées dans les régions où les cations Fe, Mg, Ca, et K avaient été lessivés. Plus en aval, le milieu renfermant encore un peu de ces cations (Fe, Mg, Ca et K) a pu former de l'illite. Cette hypothèse est appuyée par la composition

de l'illite telle qu'illustrée à la figure 7. Cette figure montre que les illites de cet assemblage ont, en moyenne, un rapport Illite I002/I001 plus faible que les autres. Plus ce rapport est bas, plus l'illite a un caractère trioctahédrique, ou plus elle renferme de cations bivalents, Fe et Mg en positions octahédriques. Par exemple, la biotite a un rapport de 0. Les points ne forment pas des champs totalement distincts parce que l'illite détritique y est encore présente, n'ayant pas été affectée par la circulation du fluide acide. Des observations au microscope électronique à balayage montrent, en plus des grosses particules d'illite terrigène, de fines particules d'illite en forme de latte et localisées à l'intérieur ou très près des pores présentes dans les carbonates. Elles ont généralement moins de 1µm. Il est probable que ces illites se soient formées lors de cette dernière phase d'altération qui pourrait être reliée à la mise en place des minéralisations en or. Il serait relativement facile d'isoler et de concentrer ces fines illites et de les dater par K/Ar ou par Ar/Ar « encapsulé ».

4. CONCLUSIONS

L'analyse plus approfondie de la comparaison des caractéristiques géologiques des gîtes de type Carlin du Nevada établies par Poulsen (1999) avec les caractéristiques géologiques du sud-ouest de la Gaspésie nous permet de constater que la majorité des caractéristiques aux différentes échelles existent dans notre région d'étude (tableau 1). Ces caractéristiques sont très semblables à celles des *Carlin-type deposits* décrites par Hofstra et Cline (2000), mais aussi à celles des *distal-disseminated deposits* décrites par les mêmes auteurs. La reconnaissance au cours des présents travaux des couronnes de pyrite arsénifère est un point très important à souligner. L'or microscopique est la « marque de commerce » des gîtes de type Carlin (Poulsen, 1999). Cet or invisible est d'ailleurs communément inclus dans les couronnes de pyrite arsénifère autour des grains de pyrite déjà présents dans les carbonates (Poulsen, 1999; Tosdal, 1999).

Les assemblages de minéraux argileux d'altération déjà reconnus autour des indices de SAR-Au et SAR-Cu sont retrouvés ailleurs dans la région d'étude et montrent également une relation spatiale avec les autres indices de skarns de métaux de base du Ruisseau Basket et de Saint-Fidèle. Ces auréoles d'altération sont, dans ce cas-ci, détectables avec une maille d'échantillonnage au kilomètre. Il est bien entendu que pour les définir au niveau présenté ici, il faut une maille beaucoup plus serrée.

5. TRAVAUX EN COURS

- 1) Présentation des travaux au colloque sur l'or orogénique au 73^{ème} congrès de l'ACFAS à Chicoutimi en Mai 2005; au congrès du GAC-MAC à Halifax en Mai 2005, et au congrès du SGA en Août 2005 à Pékin.
- 2) Analyses isotopiques (C, O) des carbonates des roches altérées encaissant la minéralisation, et des veines de quartz minéralisées.
- 3) Rédaction d'un article scientifique sur le potentiel des gîtes de type Carlin en Gaspésie.
- 4) Réalisation d'une base de données dans Access regroupant toutes les analyses et observations effectuées sur les échantillons, et couplée à la carte d'échantillonnage sous AutoCad map.
- 5) Datation d'intrusions syn- et tardi-déformation afin de mieux définir la chronologie de mise en place de

la minéralisation aurifère dans le contexte tectonique régional (méthode U-Pb sur zircon) et la datation de la mise en place de la minéralisation aurifère de type Carlin (méthode K-Ar sur argiles néoformées dans les roches altérées).

6. RÉFÉRENCES

- Chagnon, A., 1984. Indice d'aigu de l'illite et minéralogie des argiles de la région de St-André-de-Restigouche. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, GM-40812.
- Chagnon A., Desjardins M., 1991. Détermination de la composition de la chlorite par diffraction et microanalyse aux rayons X. *Canadian Mineralogist*, v.29, p.245-254.
- Chagnon, A., Malo, M., 1991. Hydrothermal clay mineral assemblages related to mineralized skarns along the Grand Pabos-Matapédia fault, southern Gaspé Peninsula. Association géologique du Canada – Association minéralogique du Canada, Réunion annuelle, Programme et résumés, v. 16, p. A21.
- Dessureault, M., 1990. Travaux de mise en valeur de la propriété Beaulieu-Vallée-Roy. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, GM 50165, 31 p.
- Doyon, M., Berger, J., 1997. Distribution et contrôles structuraux des roches magmatiques siluro-dévonniennes de la Gaspésie. Ministère des Ressources naturelles du Québec, ET 97-01.
- Durocher, M., 1989. Synthèse des travaux d'exploration et résultats de la campagne d'été 1989, projet Charest (101061). Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, GM 49291.
- Esquevin, J., 1969. Influence de la composition chimique des illites sur leur cristallinité. *Bulletin du Centre de recherche de Pau. S.N.P.A.*, v.3, p. 147-154.
- Goldstein R.H., Reynolds T.J., 1994. Systematics of fluid inclusions in diagenetic minerals. *Society of Sedimentary Geology Short Course 31*, SEPM, Tulsa, OK, 199 p.
- Harehart G.B., 1996. Characteristics and origin of sediment-hosted disseminated gold deposits: a review. *Ore Geology Reviews*, v. 11, p. 383-403.
- Hedenquist J.W., Henley R.W. 1985. The importance of CO₂ on freezing point measurements of fluid inclusions: evidence from active geothermal systems and implications for epithermal ore deposition. *Economic Geology*, v. 80, p.1379-1399
- Héroux, Y., Chagnon, A., 1986. Relations entre l'hydrothermalisme, les aires d'altération, les indices minéralisés et la diagenèse des matières organiques des Groupes d'Honorat, de Matapédia et de Fortin. Régions de Saint-André-de-Restigouche et de Carleton. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, MB- 86-61, 52 p.

- Hofstra A.H., Cline J.S. 2000. Characteristics and models for Carlin-type gold deposits. *SEG Reviews*, v. 13, p. 163-220.
- Malo, M., Moritz R., Dubé, B., Chagnon, A., Roy, F., Pelchat, C. 2000. Base-metal skarns and Au occurrences in southern Gaspé Appalachians : distal products of a faulted and displaced magmatic-hydrothermal system along the Grand Pabos fault system. *Economic Geology*, v. 95, p. 1297-1318.
- Malo, M., Pelchat, C., Dubé, B., Chagnon, A., 1998. Contrasting style of Au mineralization along the Grand Pabos-Restigouche fault system: Implication for Carlin-like Au-mineralization in the southwestern Gaspé Appalachians. *Exploration and Mining Geology*, v. 7, p. 215-235.
- Pelchat, C., 1995. Cadre structural des minéralisations aurifères le long de la faille du Grand Pabos, Gaspésie, Québec. Mémoire de M.Sc., Université Laval, Québec.
- Pouchou J.L., Pichoir F., 1991. Quantitative analysis of homogeneous or stratified microvolumes applying the model "PAP". In: Heinrich KFJ, Newbury DE (eds) *Electron probe quantitation*. Plenum press, New York, p. 31-75
- Poulsen, K.H., 1999. Geological environments for Carlin-type gold deposits in Canada. *Dans New developments in the understanding of some major ore types and environments, with implications for exploration. Coordonnation C.J. Hodgson and J.M. Franklin. Proceedings of a short course given by Prospectors and Developers Association of Canada, Toronto, p. 155-179.*
- Rey J.P., Kübler B., 1983. Identification des micas des séries sédimentaires par diffraction X à partir de la série harmonique (001) des préparations orientées. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, v. 63, p. 13-36.
- Sillitoe, R.H., Bonham, H.F., 1990. Sediment-hosted Au deposits: Distal products of magmatic-hydrothermal systems. *Geology*, v. 18, p. 157-161.
- Tosdal, R. M., 1999. Overview of Carlin-type gold deposits in the Great Basin, western USA. *Dans New developments in the understanding of some major ore types and environments, with implications for exploration. Coordonnation C.J. Hodgson and J.M. Franklin. Proceedings of a short course given by Prospectors and Developers Association of Canada, Toronto, p. 125-153.*

ANNEXE 1 : TABLEAUX

<u>Échelle du gîte</u>	<u>Échelle du district</u>	<u>Échelle régionale</u>
or microscopique → ✓	silicoclastiques/carbonates → ✓	assemblages de carbonates → ✓
silicification → ✓	chevauchements (inverses) → ✓	changements de faciès → ✓
As-Sb-(Hg)-TI → ✓	anticlinaux/horsts → ✓	linéaments majeurs → ✓
brèches → ✓	failles coulissantes/normales → ✓	alloctones → X
failles sub-vert. → ✓	intrusions/stocks → ✓	discordances → ✓
hôte=carbonates impurs → ✓	jaspéroïdes → ✓	ceinture minérale → ✓
couv. silico. / volc. → ✓	autres indices d'or → ✓	ceinture magmatique → ✓
dykes → ✓		core complexes → X

✓ présence X absence

Tableau 1: Principales caractéristiques des gisements de type Carlin du Nevada et celles présentes en Gaspésie.

Num.	Description	Au ppb	As ppm	Sb ppm	Hg ppb	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Mo ppm	Ag ppm
6614	Silt. + v. calcite vein	590	703	311	180	9	<2	44	<1	<0,1
6615	Silt. ± sil. + traces sb	370	780	301	190	13	<2	50	<1	<0,1
6616	Silt. ± sil. + traces sb	570	828	174	195	12	<2	49	<1	<0,1
6617	Silt. ± sil. + traces sb	170	405	174	180	10	3	43	2	<0,1
6618	Silt. ± sil. + traces sb	300	471	175	180	11	<2	51	<1	<0,1
6619	Silt. ± sil. + traces sb	4560	3210	320	220	13	<2	49	<1	<0,1
6620	v. quartz-Sb	11660	11100	1390	315	13	3	39	<1	<0,1
6621	v. quartz-Sb	1930	30000	262600	750	22	71	5	<1	<0,1
6622	v. quartz-Sb + stockwork quartz	16590	30000	149900	1680	33	<2	12	<1	<0,1
6623	Silt. + v. calcite, traces sb	4880	9020	1210	350	18	<2	66	<1	<0,1
6624	Silt. + v. calcite	180	1770	2070	240	20	3	59	3	<0,1
6625	Silt. + v. calcite	110	657	132	210	16	5	47	5	<0,1
6626	Silt. + v. calcite	210	563	147	235	16	5	43	4	<0,1
6627	Silt. + v. calcite	600	138	52	180	17	3	46	5	<0,1

Tableau 2: Résultats d'analyse de la rainure 7 localisée à la figure 2 (de Dessureault, 1990) ; sb: stibine ; sil: silicifié ; silt: siltstone ; v: veine.

	Échantillon	Fe (% pds)	S (% pds)	As (% pds)	Au (ppm)	Sb (ppm)	Total		
arsénopyrite	CP-T07	34.50	19.10	46.10	2378	414	99.978	CP-T07-Aspy0	
		33.88	18.31	43.90	280	330	96.15	CP-T07-Aspy1	
		34.48	20.05	44.76	1270	760	99.487	CP-T07-Aspy3	
		35.86	21.03	42.02	250	680	99.011	CP-T07-Aspy5	
		35.87	20.87	43.83	bdl	2370	100.81	CP-T07-Aspy6	
		35.47	20.22	44.01	620	2080	99.97	CP-T07-Aspy8	
		35.71	21.73	42.95	bdl	390	100.43	CP-T07-Aspy10	
		35.81	21.01	42.83	bdl	2040	99.85	CP-T07-Aspy13	
		34.66	20.66	46.94	2520	620	102.57	CP-T07-Aspy14	
		CP-T02-4	35.92	20.82	44.17	bdl	1120	101.03	CP-T2-4-Aspy1
			32.26	20.18	44.38	bdl	660	96.89	CP-T2-4-Aspy2
			35.47	20.78	44.13	290	1040	100.52	CP-T2-4-Aspy3
		CP-T11	35.50	19.87	45.90	1260	690	101.46	CP-T11-Aspy1
			35.40	20.21	45.78	bdl	450	101.44	CP-T11-Aspy2
	36.03		21.32	44.43	bdl	780	101.87	CP-T11-Aspy3	
	36.13		20.42	45.05	300	730	101.70	CP-T11-Aspy5	
	36.22		21.69	43.38	bdl	590	101.35	CP-T11-Aspy7	
	CP-T13	36.74	21.68	42.01	370	410	100.51	T13-3-Aspy1	
		36.37	19.41	45.51	620	400	101.38	T13-3-Aspy2	
		35.47	19.16	46.03	370	450	100.75	T13-3-Aspy3	
		35.85	19.88	45.55	490	530	101.38	T13-3-Aspy5	
		35.59	19.57	45.63	bdl	340	100.83	T13-3-Aspy6	
		36.06	20.65	44.25	460	990	101.10	T13-3-Aspy7	
		35.91	19.97	44.84	500	1160	100.88	T13-3-Aspy8	
		36.13	20.72	43.53	350	1100	100.53	T13-3-Aspy10	
	CP-T18	35.90	20.72	44.98	bdl	1730	101.79	T18-4-Aspy1	
		35.05	20.77	44.74	bdl	990	100.68	T18-4-Aspy3	

Tableau 3: Analyses chimiques des arsénopyrites contenues dans les calcaires altérés et dans la veine de quartz-stibine.

	Échantillon	Fe (% pds)	S (% pds)	As (% pds)	Au (ppm)	Sb (ppm)	Total		
pyrite pré-minéralisation	CP-T19	48.62	49.71	0.07	bdl	200	98.42	CP-T19-anal22	
	CP-T18	47.16	47.62	0.41	bdl	230	95.22	CP-T18-anal10	
		47.74	51.40	0.15	bdl	140	99.31	CP-T18-anal16	
		48.06	51.20	bdl	bdl	bdl	99.27	CP-T18-4-Py27	
	CP-T02-4	47.96	50.60	0.02	bdl	bdl	98.59	CP-T2-4-Py4	
		47.93	50.17	0.03	bdl	250	98.18	CP-T2-4-Py10	
	CP-T05	46.71	50.43	0.58	bdl	180	97.74	CP-T05-Py17	
		46.74	49.70	1.60	bdl	bdl	98.06	CP-T05-Py21	
	CP-T27	46.99	50.67	0.05	bdl	140	97.73	CP-T27-Py11	
		47.13	51.24	0.03	bdl	bdl	98.40	CP-T27-Py14	
	CP-T11	47.05	49.91	2.65	bdl	bdl	99.61	CP-T11-Py3	
		47.24	50.25	1.84	bdl	170	99.34	CP-T11-Py6	
		46.35	51.43	0.56	bdl	410	98.38	CP-T11-Py11	
	CP-T-13	46.19	49.49	1.10	bdl	590	96.84	CT13-3-Py38	
		48.13	51.18	0.03	bdl	bdl	99.35	CP-T13-3-Py1	
		47.98	50.06	0.04	bdl	bdl	98.10	CP-T13-3-Py12	
		47.80	50.70	bdl	bdl	bdl	98.54	CP-T13-3-Py16	
	CP-T03	47.00	50.56	0.10	bdl	310	97.69	CP-T13-3-Py35	
		47.71	50.29	0.04	bdl	230	98.06	CP-T03-18	
	CP-T05	46.58	49.88	1.46	bdl	bdl	97.94	CP-T05-Py5	
		46.58	50.79	0.48	bdl	550	97.91	CP-T05-Py25	
	pyrite syn-minéralisation	CP-T19	46.51	47.37	4.47	220	240	98.39	CP-T19-anal19
		CP-T18	45.16	45.11	4.80	240	bdl	95.10	CP-T18-2-anal11
47.26			50.28	0.28	240	bdl	97.86	CP-T18-2-anal14	
CP-T18		46.21	50.27	0.31	2280	420	97.06	CP-T18-4-Py19	
		45.95	50.33	0.98	280	190	97.31	CP-T18-4-Py30	
CP-T02-4		45.58	46.85	6.42	210	830	98.94	CP-T2-4-Py5	
		44.79	46.47	7.18	390	960	98.57	CP-T2-4-Py9	
CP-T05		43.39	45.44	6.67	250	460	95.57	CP-T05-Py16	
		43.11	44.70	7.29	220	1090	95.23	CP-T05-Py20	
CP-T27		45.37	47.83	5.72	370	150	98.97	CP-T27-Py10	
		44.69	46.71	6.44	270	160	97.88	CP-T27-Py12	
CP-T11		45.43	47.95	6.03	280	bdl	99.44	CP-T11-Py2	
		44.78	43.82	6.48	270	bdl	95.11	CP-T11-Py4	
		43.68	42.39	15.09	350	220	101.22	CP-T13-3-Py11	
CP-T13		43.76	46.04	6.06	360	160	95.91	CP-T11-Py10	
		45.61	45.66	6.14	330	130	97.45	CP-T13-3-Py39	
		45.47	45.74	8.91	240	680	100.21	CP-T13-3-Py8	
		43.68	42.39	15.09	350	220	101.22	CP-T13-3-Py11	
		46.76	48.77	3.72	360	240	99.31	CP-T13-3-Py13	
		47.31	49.86	1.93	260	190	99.14	CP-T13-3-Py15	
		45.33	45.81	5.63	260	250	96.82	CP-T13-3-Py31	
CP-T05		46.48	41.03	0.37	280	280	87.94	CP-T03-22	
		46.57	40.63	5.22	1050	2480	92.77	CP-T05-Py1	
	43.02	43.61	5.42	220	500	92.12	CP-T05-Py24		

Tableau 4: Analyses chimiques des pyrites contenues dans les calcaires altérés et dans la veine de quartz-stibine.

N° Echantillons	MINÉRALOGIE (ZONE)	C2/C1	I1/C1	I2/I1
SECTION KEMPT				
KM03-01	Ill., Chl., Q, Na-F., (Normal)	1.72	2.92	0.25
KM03-02	Ill., Chl., Q, (Normal+Chl.)	1.73	1.86	0.25
KM03-02b	Ill., Chl., Q, Na-F. (Normal+Chl.)	1.72	1.76	0.21
KM03-03	Ill., Chl., Q, Na-F., (Illite)	1.42	30.5	0.17
KM03-04	Ill., chl., K, Q, Na-F., (Illite+kao)	1.18	15.2	0.2
KM03-05	Ill., chl., Q, K-F, (Normal)	2.5	5.7	0.29
KM03-06	Ill., Chl., Q, Na-F., (Illite)	1.72	34.6	0.21
KM03-07	Ill., K, Q, K-F., (Kaolinite)			0.32
KM03-08				
KM03-09	Ill., Chl., Q, Na-F., (Normal)	1.66	3.57	0.25
KM03-10	Ill., Chl., Q, Na-F., (Illite)	1.37	20.9	0.21
KM03-11	Ill., Chl., Q, Na-F., (Normal)	1.6	5.5	0.27
KM03-12	Ill., Chl., Q, Na-F., (Normal)	1.48	3.23	0.25
KM03-13				
KM03-14	Ill., tr(chl., Q, Na-F), (Illite)			0.17
KM03-15	Ill., Chl., Q, Na-F., K-F, (Normal)	1.89	6.5	0.26
KM03-15b	Ill., Chl., (Normale)	1.72	4.1	0.27
KM03-16	Ill., tr (Sm., Q, Na-F), (Illite)			0.17
KM03-17	Ill., Chl., Q, Na-F., K-F, (Normal)	1.64	6.6	0.22
KM03-18	Ill., K, Sm, Q, K-F, (Kaolinite-Sm)			0.25
KM03-19	Ill., Q, Na-F, Tr(sm-k), (Illite)			0.2
KM03-20	Ill., Q, Na-F, Tr(sm-k), (Illite)			0.18
SECTION SAINT-CONRAD				
SC03-01	Ill., Tr(Q, Na-F, K-F, k), (Illite)			0.22
SC03-02	Ill., Chl., Q, Na-F., (Illite)	1.29	29.3	0.2
SC03-03	Ill., Chl., Q, Na-F., (Normal)	1.44	2.75	0.26
SC03-04	Ill., Chl., Q, Na-F., (Normal)	1.37	2.74	0.23
SC03-05	Ill., Chl., Q, Na-F., (Normal)	1.26	2.14	0.25
SECTION SAINT-ANDRÉ				
SA03-01	Ill., chl., Q, K-F, (Normal)	1.95	9.02	0.2
SA03-02	Ill., Chl., Q, (Normal)	1.4	2.4	0.18
SA03-03	Ill., tr (Chl., Sm., Q, Na-F), (Illite)	1.97	37.9	0.22
SA03-04	Ill., Chl., Q, (Normal) tr (Sm., Na-F)	1.85	7.41	0.22
SA03-05	Ill., Chl., Q, Na-F., (Normal)	1.67	2.79	0.21
SA03-06	Ill., Chl., Q, Na-F., K-F, (Normal)	1.72	7.7	0.27
SA03-07	Ill., Chl., Q, Na-F., (Normal)	1.52	2.8	0.21
SA03-08	Ill., Chl., Q, Na-F., K-F, (Normal ?)	2.84	1.72	0.32
SA03-08b	Ill., Chl., Q, Na-F., K-F, (Normal)	1.94	1.72	0.21
SA03-09	Ill., tr (K, Chl., Q, K-Na-F), (Illite)	2.01	40	0.33
SA03-10	Ill., Chl., Q, K-F, (Normal)	2.02	5.08	0.28
SA03-11	Ill., Chl., tr(Q, K-F), (Normal?)	2.54	5.62	0.3
SA03-12	Ill., chl., Q, K-F, (Normal)	1.9	2.2	0.21
SA03-13	Ill., tr(Chl., Q), (Illite)			0.22
SA03-14	Ill., tr(K, Sm., Chl., Q, K-Na-F), (illite)			0.27
SA03-15	Ill., tr(K, Sm., Chl., Q, K-Na-F), (illite)	1.03	7.27	0.66
SA03-16	Ill., K, tr(Q, K-Na-F), (Kaolinite)			0.24
SA03-17	Ill., Sm, K, tr(Chl., Q, K-F), (Kaolinite-Sm)	0.63	11.44	0.21
SA0317b	Ill., tr(K, Sm., Q, K-F), (illite-Kao-Sm)	1.05	20.62	0.22
SA03-18	Ill., K, tr(Q, Na-K-F) (Kaolinite)			0.19
SA03-19	Ill., K, tr(Q, Na-K-F) (Kaolinite)			0.44

Tableau 5: Assemblages des minéraux argileux et zones d'altération. Chl: chlorite; Ill: illite; K: kaolinite; Na-F: plagioclase; Na-K-F: mélange de feldspath potassique et plagioclase; Q: quartz; Sm: smectite; tr: trace; C2/C1: chlorite I002/I001; I1/C1: illite (001)/chlorite (001); I2/I1: illite I002/I001. Les minéraux sont donnés par ordre décroissant d'abondance relative.

N° Echantillons	MINÉRALOGIE (ZONE)	C2/C1	I1/C1	I2/I1
SA03-20	Ill., Chl.,Q, Na-F., (Normal)	1.82	4.27	0.26
SA03-21	Ill., chl., Q, K-F, (Normal)	1.88	4.16	0.29
SA03-22	Ill., Chl.,Q, Na-F., (Normal)	2.23	6.22	0.27
SA03-23	Ill., Chl.,Q, Na-F., (Normal)	3.05	2.95	0.31
SA03-23b				
SA03-24	Ill., Chl.,Q, Na-F., (Normal)	1.59	2.47	0.22
NOR-CB				
SECTION SAINT-BENOIT				
SB03-01	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	2.14	3.64	0.35
SB03-02	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal+Chl.)	1.7	1.92	0.24
SB03-03	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	1.76	5.14	0.26
SB03-04	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	1.44	2.48	0.2
SB03-05	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	2.56	2.79	0.3
SB03-06	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Illite)	2.86	14.35	0.31
SB03-07	Ill., Chl.,Q, Na-F., (Chlorite-Normal)	2.98	0.94	0.35
SB03-08	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	1.82	3.34	0.25
SB03-09	Ill., Chl.,Q, Na-F., (Normal)	1.33	6.38	0.21
SB03-10	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	1.63	439	0.24
SB03-11	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	1.73	3.6	0.25
SB03-12	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	2.79	3.51	0.28
SB03-13	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	3.46	4	0.41
SB03-14	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	1.56	4.2	0.23
SB03-15	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	2.15	3.4	0.34
SECTION MATAPÉDIA				
MAT03-01	Ill., Chl., tr(Q, Na-F), (Normal)	1.92	2.67	0.28
MAT03-02	Ill., Chl., tr(Q, K-Na-F), (Normal)	2.11	5	0.23
MAT03-03	Ill., tr(K,Sm.,Chl.,Q,K-Na-F), (illite)			0.2
04-MM-001	K., ill.			
04-MM-003	ill.			0.26
04-VG-010	ill., chl., Q., Na-F. (Normal)	1.91	2.76	0.23
04-VG-013	ill., chl., Q. (Normal)	1.77	3.1	0.22
04-VG-015	ill., K., Q., K-F. (Kaolinite)			0.37
04-VG-016	ill., bentonite?, (Sm., MLI/S reg.)			0.21
04-VG-019	ill., K., Sm., Q., Na-F., K-F. (Kaolinite-Sm)			0.23
04-VG-021	ill., chl., Q., K-F., Na-F. (Normal)	2.68	4.64	0.27
04-VG-022	ill., K., chl., Sm., Q., K-F.,Na-F.(Kaolinite-Sm.)	2.4	9.7	0.32
04-VG-024	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.47	6.47	0.38
04-VG-026	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.36	3.83	0.3
04-VG-034	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.51	5.85	0.33
04-VG-035	ill., K., Q., K-F., Na-F. (Kaolinite)			0.27
04-VG-037	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Illite)	2.17	16.58	0.3
04-VG-038	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.39	3.04	0.31
04-VG-040	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Illite)	1.44	10.45	0.26
04-VG-042	ill., bentonite?, (MLI/S reg.)			0.3
04-VG-045	ill., chl., MLI/S., Q., Na-F. (Normal)	2.16	2.13	0.28
04-VG-047	ill., K., Q., Na-F. (Kaolinite)			0.22
04-VG-048	ill., K., Q., Na-F. (Kaolinite)			0.19
04-VG-050	ill., ML/IS., K., Q., Na-F.,K-F. (Kaolinite)			0.25
04-VG-051	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.42	6.68	0.27
04-VG-053	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.27	3.35	0.35
04-VG-055	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.66	5.01	0.37

Tableau 5 (suite).

N° Echantillons	MINÉRALOGIE (ZONE)	C2/C1	I1/C1	I2/I1
04-VG-056	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.24	8.36	0.29
04-VG-058	ill., chl., Q., Na-F. (Chlorite)	2.07	1.12	0.26
04-VG-059	ill., chl., Q., Na-F., K-F. (Normal)	2.15	3.54	0.26
04-VG-060	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.12	2.97	0.3
04-VG-062	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	1.8	4.88	0.19
04-VG-063	Chl., ill., Q., Na-K. (Chlorite)	2.65	2.41	0.27
04-VG-064a	ill., ML/IS (Illite)			0.21
04-VG-064b	ill., K., Q., K-F. (Kaolinite)			0.28
04-VG-065	ill., chl., Q.,Na-F. (Normal)	3.27	3.21	0.29
04-VG-066	ill., Q., Na-F. (Illite)			0.2
04-VG-067	ill., K., Sm., Q., Na-F., K-F. (Kaolinite-Sm)			0.21
04-VG-070	ill., K., Q., K-F. (Kaolinite)			0.2
04-VG-071	ill., chl., Q., Na-F. (Normal)	1.53	2.11	0.21
04-VG-073	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	1.99	2.33	0.25
04-VG-074	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.03	2.37	0.21
04-VG-076	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.27	4.69	0.31
04-VG-077	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.46	4.27	0.22
04-VG-079	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.26	6.11	0.29
04-VG-082	ill., K., Sm., Q., Na-F., K-F. (Kaolinite-Sm)			0.28
04-VG-084	ill., K., chl., Q., K-F.,Na-F.(Kaolinite et Illite ?)	3.81	14.56	0.24
04-VG-085	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.53	5.15	0.32
04-VG-089	ill., K., Q., K-F. (Kaolinite)			0.24
04-VG-090	ill., K., Q. (Kaolinite)			0.26
04-VG-091	ill., Sm. (Illite)			0.2
04-VG-093	ill., K., Sm., Q., Na-F., K-F. (Kaolinite-Sm)			0.26
04-VG-097	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	1.56	2.66	0.28
04-VG-101	ill., Na-F., Q., tr.: K et Sm? (Illite)			0.22
04-VG-103	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.5	7.1	0.36
04-VG-107	ill., tr.: K., Q., K-Na-F. (Illite)			0.26
04-VG-108	ill., chl., Q., Na-F. (Chlorite)	1.65	1.59	0.24
04-VG-110	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.38	4.46	0.29
04-VG-111	Na-F., ill., Q., K., (Kaolinite),			0.2
04-VG-112	ill., chl., Q., Na-F. (Chlorite)	1.38	1.57	0.2
04-VG-113	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	2.56	4.23	0.3
04-VG-115	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Illite)	2.47	11.5	0.32
04-VG-116	ill., chl., Q., K-F.,Na-F. (Normal)	3.78	5.46	0.32
MINÉRALOGIE total (ZONE)				
04-MM-001	K., Q.Néo., Na-F., Tr.:ill, chl			
04-MM-003	Illite pure totalement			0.24
04-VG-042	Q., ill., k., mll/S.(Kaolinite-MLI/S)			0.35

Tableau 5 (fin).

ANNEXE 2 : MATÉRIEL ET TECHNIQUES ANALYTIQUES

Plus de 200 échantillons ont été collectés dans la région d'étude qui fait 18 km de longueur par 14 km de largeur. Ces échantillons ont été prélevés le long des routes et dans les ruisseaux. En outre, une quarantaine d'échantillons ont été collectés dans les tranchées de l'indice de Saint-André-de-Restigouche Au, dans la veine de quartz-stibine et dans les carbonates qui l'encaissent.

Analyses roches totales

Les analyses roches totales ont été faites par la compagnie SGS Canada. Les échantillons ont été broyés à une maille de 2 mm puis porphyrisés (poudre de particules de 75 μm) dans un équipement en acier chromé. Les éléments majeurs ont été analysés par fluorescence X (méthode XRF77 de la compagnie SGS). Les teneurs en Au ont été déterminées par fusion puis gravimétrie pour les échantillons contenant plus de 2000 ppm d'or (lead fire assay, méthodes FA15 et FAG 303 respectivement). Hg a été analysé par vapeur froide et Te par la méthode des hydrures (méthodes CVA14A et HAS12B respectivement). Les autres éléments traces ont été analysés par ICP-MS (méthodes MS90TI, ICP90 pour As et Sb, méthode ICP40 pour les autres).

Minéralogie des argiles

Les échantillons ont été concassés et les fragments en partie désagrégés par une forte agitation dans de l'eau déminéralisée produisant une abrasion grain à grain. Les suspensions ainsi obtenues ont été décarbonatées dans de l'acide hydrochlorique 1N sous agitation constante. Les résidus insolubles de minéraux argileux ont été séparés en deux fractions granulométriques (< 2 μm et totale). Les analyses de diffraction des rayons X ont été faites sur des poudres orientées, obtenues par sédimentation des suspensions de minéraux argileux sur des lamelles de verre, et séchées à température ambiante. La plupart des échantillons ont été analysés avant et après saturation au glycérol. Les analyses par diffraction des rayons X ont été faites avec un diffractomètre Phillips, en utilisant la radiation $\text{CuK}\alpha$ à 40 kV et 20 mA, une vitesse de goniomètre de 2°

20/mn. Les spectres de diffraction X ont été digitalisés et corrigés avec le logiciel JADE. Les compositions de l'illite et de la chlorite ont été évaluées par comparaison des rapports d'intensité de leurs réflexions 002/001 et 004/003 (Rey et Kübler, 1983 ; Chagnon et Desjardins, 1991).

Observations au MEB et microanalyses par sonde électronique

Les lames minces ont été observées avec un microscope électronique à balayage JEOL-840-A et les minéraux analysés avec une microsonde Cameca SX100 à l'Université Laval. Les conditions analytiques de la pyrite et de l'arsénopyrite étaient : tension d'accélération de 15 kV, courant du faisceau de 40 nA, et temps de comptage de 20 et 10 s pour Fe et S respectivement ; 60, 40 et 30 s sur les pics avec 20, 15 et 10 s sur le bruit de fond respectivement pour Au, As et Sb. La calibration a été réalisée avec des standards naturels et synthétiques, et le programme de correction PAP (Pouchou et Pichoir, 1991) a été utilisé pour corriger les analyses. Les limites de détection, dans ces conditions analytiques, sont de 220 ppm pour Au, 130 ppm pour Sb et 170 ppm pour As.

Inclusions fluides

Les études microthermométriques ont été réalisées sur un appareillage de type U.S.G.S., à chauffage et congélation par flux de gaz et calibré avec des inclusions fluides synthétiques. Les températures de fusion du dernier cristal de glace et d'homogénéisation sont reproductibles à $\pm 0,1$ °C et ± 3 °C respectivement. Les observations de basse température ont été réalisées avant le chauffage des inclusions afin d'éviter le phénomène de *stretching*. Les inclusions fluides étudiées appartenaient toutes à des assemblages, définis selon les critères de Goldstein et Reynolds (1994). Les critères suivants ont été utilisés pour déterminer l'origine des inclusions : (1) les inclusions primaires sont identifiées par leur présence sur des zones de croissance ; (2) les inclusions secondaires sont contenues dans des plans qui recoupent le cristal ; (3) les inclusions pseudo-secondaires appartiennent à des plans de fractures qui se terminent à l'intérieur du cristal ; (4) toutes les autres sont d'origine indéterminée.