

MB 87-03

ETUDE METALLOGENIQUE DU FILON-COUCHE DE BOURBEAU. LES INDICES AURIFERES - REGION DE CHIBOUGAMAU

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 

SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

**Étude métallogénique du filon – couche
de Bourbeau.
Les indices aurifères
– Région de Chibougamau –**

Benoît Dubé
Jayanta Guha

Ce document est une reproduction fidèle du manuscrit tel que soumis par l'auteur sauf pour une mise en page sommaire destinée à assurer une qualité convenable de reproduction.

Le présent projet est financé par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada et le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec dans le cadre de l'entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement minéral.

	TABLE DES MATIERES	PAGE
1-	INTRODUCTION	
	1.1 Problématique	1
	1.2 Buts	1
	1.3 Localisation	2
	1.4 Méthodologie	4
2-	CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES DU FILON-COUCHE DE BOURBEAU	
	2.1 Résumé des caractéristiques pétrologiques et lithogéochimiques du filon-couche de Bourbeau	4
	2.2 Caractérisation géologique des mines d'or	5
3-	CARACTÉRISATION DES INDICES AURIFERES LOCALISÉS DANS LE FILON-COUCHE DE BOURBEAU	
	3.1 Introduction	9
	3.2 Description des indices aurifères	9
	3.2.1 Indice "Chibougamau-Copper"	9
	3.2.1.1 Localisation géographique et géologique	9
	3.2.1.2 Minéralisation	11
	3.2.1.3 Structure	11
	3.2.1.4 Altération	12
	3.2.2 Indice "Bourbeau west 1"	12
	3.2.2.1 Localisation géographique et géologique	12
	3.2.2.2 Minéralisation	13
	3.2.2.3 Structure	13
	3.2.2.4 Altération	15

3.2.3	Indice "Bourbeau west 2"	15
3.2.3.1	Localisation géographique et géologique	15
3.2.3.2	Minéralisation	15
3.2.3.3	Structure	17
3.2.3.4	Altération	18
3.2.4	Indice "Ruisseau Leclerc"	18
3.2.4.1	Localisation géographique et géologique	18
3.2.4.2	Minéralisation	19
3.2.4.3	Structure	19
3.2.4.4	Altération	19
3.2.5	Indice "TADD"	21
3.2.5.1	Localisation géographique et géologique	21
3.2.5.2	Minéralisation	21
3.2.5.3	Structure	21
3.2.5.4	Altération	23
3.2.6	Indice "Springer"	24
3.2.6.1	Localisation géographique et géologique	24
3.2.6.2	Minéralisation	24
3.2.6.3	Structure	24
3.2.6.4	Altération	26
4-	CONCLUSION	26
5-	REMERCIEMENTS	29
6-	BIBLIOGRAPHIE	30

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Géologie simplifiée de la région de Chibougamau-Chapais et localisation des secteurs étudiés.	3
2	Localisation géographique et géologique de la mine Cooke.	6
3	Carte géologique montrant la localisation et l'environnement géologique de la mine Norbeau, avec en cartouche la localisation des filons et des zones de cisaillement aurifères.	8
4	Géologie simplifiée du secteur de l'indice "Chibougamau-Copper".	10
5	Plan géologique de l'indice "Bourbeau West 1".	14
6	Plan géologique de l'indice "Bourbeau West 2".	16
7	Plan géologique de l'indice du "Ruisseau Leclerc".	20
8	Plan géologique de l'indice "TADD".	22
9	Plan géologique de l'indice "Springer".	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1	Résumé des principales caractéristiques des indices aurifères étudiés.	27

1- INTRODUCTION

1.1- Problématique

La région de Chibougamau est reconnue pour ses mines d'or et cuivre trouvées dans le complexe du lac Doré. Toutefois, le filon-couche de Bourbeau représente également une cible privilégiée pour l'exploration aurifère. En effet, le filon-couche de Bourbeau est l'hôte de deux des quatre mines d'or, au sens strict, connues jusqu'à présent dans cette région (Cooke et Norbeau). Les deux autres sont les mines Gwillim et Chibex. D'après nous (Dubé, 1985), le filon-couche de Bourbeau possède une compétence, une composition chimique et une position stratigraphique qui en font une cible aurifère de choix. De plus, il existe beaucoup d'analogies, au point de vue lithologique et des altérations hydrothermales, entre le filon-couche de Bourbeau et le Golden Mile Dolerite Sill de Kalgoorlie en Australie, un des plus importants producteurs aurifères dans l'Archéen (Phillips, 1986). Il est à noter que Guha (1984) en soulignant le mode de mise en place de la minéralisation aurifère encaissée dans les structures est-ouest, a également indiqué, à partir de considérations géologiques, la présence possible de concentrations de métaux rares, tels que platine et palladium, dans le filon-couche de Bourbeau.

Jusqu'à présent, les connaissances acquises sur le filon-couche de Bourbeau l'ont été grâce principalement aux travaux de cartographie et de stratigraphie réalisés par Gobeil (1973), Avramtchev (1975) et Boudreault (1977), aux travaux de compilation de Duquette (1970, 1976, 1982), Allard (1976), Allard et al. (1979) et Gobeil et Racicot (1983), et aux travaux à caractère pétrologique et pétrochimique de Poitras (1984). Le groupe de recherche en Archéen du Centre d'Études sur les Ressources Minérales de l'Université du Québec à Chicoutimi a entrepris des travaux ponctuels qui touchent à la fois à la lithogéochimie et à la gîtologie (Bélanger, 1979; Bélanger et al., 1984; Buchanan, 1983; Crugnola, 1984; Pilote et al., 1984 et Dubé, 1985). Toutefois, aucun travail à l'échelle régionale permettant de synthétiser l'ensemble des données acquises sur ce sujet n'a été élaboré jusqu'à présent.

1.2- Buts

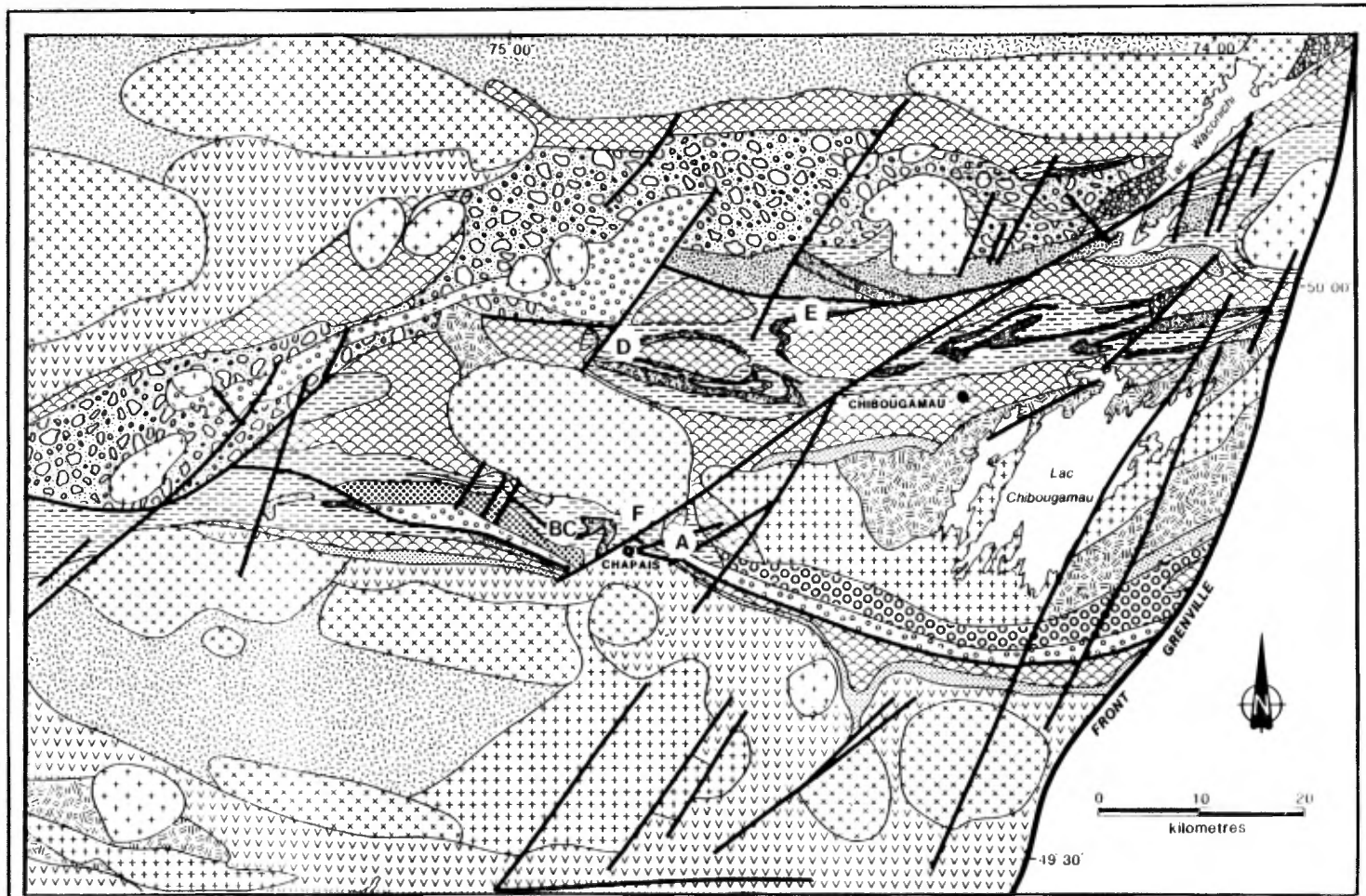
Le présent projet vise l'évaluation du potentiel aurifère du filon-couche de Bourbeau en se basant sur l'étude gîtologique des mines et indices aurifères qui caractérisent le filon-couche. Ce travail permettra de formuler certains guides d'exploration stratégiques et tactiques à l'échelle régionale et locale.

1.3- Localisation

Le cadre de cette étude se situe dans la région de Chibougamau-Chapais à quelques 600 km au nord de Montréal. La région de Chibougamau-Chapais fait partie de la province du Supérieur (Stockwell, 1964) dont elle forme l'extrémité orientale. La stratigraphie de la région de Chibougamau-Chapais peut se résumer à un empilement de roches volcaniques (Groupe de Roy) sur lequel repose en discordance une séquence de roches volcano-sédimentaires (Groupe d'Opémisca). Le Groupe de Roy est composé de deux cycles volcaniques constitués chacun d'un membre mafique et d'un membre felsique. Les Formations d'Obatogamau (membre mafique) et de Waconichi (membre felsique) forment le premier cycle alors que les formations de Gilman (membre mafique) et de Blondeau (membre felsique) constituent le deuxième cycle.

Les travaux que nous réalisons dans le cadre de ce projet concernent uniquement les roches du filon-couche de Bourbeau (Fig. 1). Le filon-couche de Bourbeau (Duquette, 1970) est localisé au sommet d'un complexe mafique-ultramafique (Complexe de Cummings) constitué de trois filons-couches (Roberge, Ventures et Bourbeau) mis en place dans la Formation de Blondeau (Groupe de Roy). Le complexe de Cummings est actuellement reconnu sur une étendue de 100 km, du front du Grenville jusqu'au canton de Dolomieu (Gobeil et Racicot, 1983). L'épaisseur moyenne de chacun de ces filons-couches est de l'ordre de 400 mètres avec une épaisseur maximum de 1000 mètres (Allard et Gobeil, 1984).

La stratigraphie régionale du filon-couche de Bourbeau a récemment été résumée par Allard et Gobeil (1984) à partir de leurs travaux et de ceux de Duquette (1976), Boudreault (1977) et Poitras (1984). Le filon-couche est constitué, de la base au sommet, d'une zone de trempe de composition gabbroïque, d'une unité de pyroxénite-péridotite, d'une unité de leucogabbro, d'une unité de ferrodiorite à quartz et finalement, au sommet, d'une unité de granophyre sodique.



Roches Protérozoïques	Complexes anorthositiques	GRUPE DE ROY
Complexes Plutoniques	GRUPE D'OPEMISCA	Formation de Bordeleau
Pluton tardi à post-cinématique	Formation de Hauy	Filon-couche de Bourbeau
Granitoïde syn-volcanique	Formation de Stella	Formation de Blondeau
Gneiss tonalitique	Formation de Chebistouan	Formation de Waconichi
Pluton syn-cinématique	Formation de Daubree	Formation d'Obatogamau
Faille régionale	Indice étudié	Mine

Modifié de Gobeil et Racicot 1983 et Dimroth et al. 1985

FIGURE 1 Géologie simplifiée de la région de Chibougamau-Chapais et localisation des secteurs étudiés.

007

1.4- Méthodologie

L'objectif de ce travail sera atteint de trois façons distinctes:

- 1.4.1- Caractérisation pétrologique, pétrographique et pétrochimique du filon-couche de Bourbeau dans des secteurs non minéralisés.
- 1.4.2- Caractérisation des minéralisations aurifères trouvées dans le filon-couche de Bourbeau grâce à l'étude des mines Cooke et Norbeau de même que de certains autres indices aurifères connus.
- 1.4.3- Modélisation de la mise en place de la minéralisation aurifère dans le filon-couche de Bourbeau et formulation de guides d'exploration.

Un rapport préliminaire (Dubé et Guha, 1986 a) traitant de la stratigraphie régionale du filon-couche de Bourbeau, la cartographie détaillée de la mine Cooke et des travaux préliminaires à la mine Norbeau a déjà été publié au M.E.R. Un rapport d'étape visant particulièrement l'étude régionale du filon-couche de Bourbeau et l'étude gîtologique de la mine Cooke a été soumis au M.E.R. au printemps 1986 (Dubé et Guha, 1986 b). Le présent rapport est un rapport préliminaire qui décrit succinctement les différents indices aurifères que nous avons étudiés.

2- CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES DU FILON-COUCHE DE BOURBEAU

2.1 Résumé des caractéristiques pétrologiques et lithogéochimiques

Dans le cadre de ce projet, nous avons effectué une étude régionale du filon-couche de Bourbeau, localisé dans des secteurs non minéralisés, dans le but de définir ces caractéristiques pétrologiques, pétrographiques et pétrochimiques. Les résultats de ces travaux ont été présentés en détail dans les rapports antérieurs (Dubé et Guha, 1986 a, b). En résumé, ces travaux nous ont permis de constater que le filon-couche de Bourbeau cartographié dans les cantons de Roy, Richardson, McKenzie et Cuvier et dans la section stratigraphique de Cuvier-Barlow présente partout la même succession de faciès. Ces faciès pétrologiques ne sont pas toujours présents mais ils sont toujours dans le même ordre. Il s'agit, de la base au sommet, d'une zone de pyroxénite, d'un leucogabbro, d'un ferrogabbro à zones de rosettes de

hornblende et d'une ferrodiorite à quartz avec un granophyre sodique par endroits. On peut résumer les principales caractéristiques pétrographiques en rappelant que dans tous les secteurs, l'apparition du plagioclase calcique marque le début du faciès leucogabbroïque, tandis que la présence d'environ 7% de titanomagnétite, de quartz et localement de grandes rosettes de hornblende caractérisent le faciès ferrogabbroïque. Enfin, le faciès ferrodioritique est caractérisé par l'abondance de quartz (11%) et la présence d'intercroissances granophyriques. L'étude pétrochimique montre sur le plan de la coïncidence spatiale et la tendance évolutive, que tous les échantillons étudiés sont comagmatiques et appartiennent à la série tholéitique. De plus, les paramètres chimiques permettent de distinguer les différents faciès pétrologiques précédemment décrits et justifie leur dénomination de terrain.

2.2 Caractérisation géologique des mines d'or.

Mine COOKE

La mine Cooke est une mine d'or et de cuivre localisée dans le canton de Lévy (feuille SNRC 32G/15) à environ 2,5 km au nord-est de la ville de Chapais (Fig. 2). Elle est exploitée par la Corporation Falconbridge Copper, Division Opémisca. La mine a débuté sa production en 1977. Depuis son ouverture, environ 1 720 000 tonnes de minerai ont été extraites. La teneur moyenne exploitée est de 0,71% de cuivre et 0, 155 oz Au/tonne.

Notre cartographie détaillée de la mine Cooke a permis de mettre en évidence que la minéralisation est associée à des veines de calcite-quartz contenant une grande proportion de chalcopryrite et des proportions moindres de pyrrhotite, arsénopyrite et pyrite. Ces veines sont mises en place dans des zones de cisaillement inverses dextres de direction est-ouest et nord-ouest qui affectent les faciès leucogabbroïque et ferrogabbroïque du filon-couche de Bourbeau. Ces zones de cisaillement minéralisées ont ultérieurement été recoupées par des failles obliques sénestres d'orientation nord-est et parfois est/nord-est, et plus localement par des failles "nord-sud" dextres, qui délimitent le gisement. Selon notre modèle préliminaire, basé sur des travaux théoriques (Tchalenko,1968; Lajtai,1969 et Mandl et al., 1971), ces failles tardives seraient associées aux failles régionales de Gwillim et de Chibougamau-Copper (Fig 2).

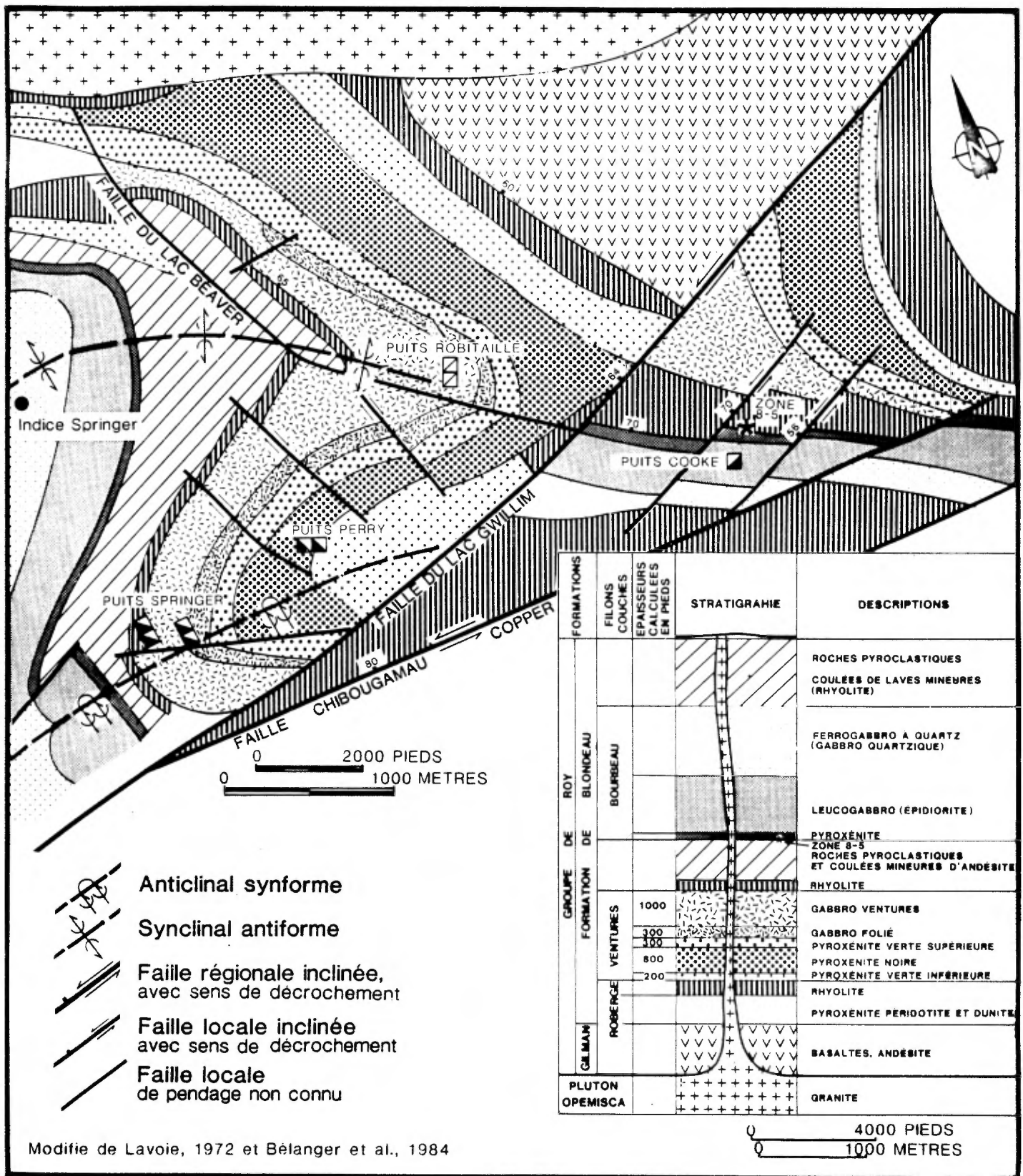


FIGURE 2 Localisation géographique et géologique de la mine Cooke.

Mine NORBEAU

La mine Norbeau est localisée dans le canton de McKenzie à environ 5 km au nord-est de la ville de Chibougamau (feuille S.N.R.C. 32 G/16) (Fig. 3). La mine Norbeau a été en opération de 1964 à 1969 et a produit 419 029 tonnes de minerai à une teneur de 0,39 oz Au/tonne (13,16 g/t). Elle est présentement détenue sous option par les mines Northgate. La mine Norbeau se situe sur le flanc sud du synclinal de Chibougamau. Ce dernier constitue une structure majeure d'orientation est-ouest qui plisse la Formation de Blondeau et les filons-couches du Complexe de Cummings. La stratigraphie locale de la mine Norbeau se résume de la base au sommet, par la présence des roches ultramafiques du filon-couche de Roberge, suivies d'une faible épaisseur de gabbros du filon-couche de Ventures et par des sédiments volcanoclastiques, des tufs et un horizon sulfuré qui appartiennent à la Formation de Blondeau. Finalement, au sommet de cette succession, on trouve le filon-couche de Bourbeau. Ce filon-couche, hôte de la minéralisation à la mine Norbeau, est différencié "in situ" en au moins quatre faciès pétrologiques soit, de la base au sommet: une pyroxénite-péridotite, un leucogabbro, un ferrogabbro contenant localement des rosettes de hornblende et au sommet, une ferrodiorite à quartz avec des zones granophyriques locales.

Nos travaux préliminaires effectués à la mine Norbeau ont permis de préciser le contexte géologique associé aux veines de quartz aurifères (Dubé et Guha, 1986 a). Il s'agit en fait de zones de cisaillement ductiles-cassantes à mouvement inverse comportant une faible composante sénestre. Ces zones de cisaillement sont principalement localisées dans les faciès ferrogabbroïques et ferrodioritiques du filon-couche. L'intense déformation subie par l'encaissant gabbroïque a augmenté la perméabilité du matériau et permis la mise en place des veines de quartz sub-verticales et sub-horizontales. De plus, la roche a subi un métasomatisme qui se traduit par de fortes altérations hydrothermales dominées par la carbonatation (carbonate de fer et/ou magnésium et calcite) et la chloritisation. Les principales phases métalliques observées sont la pyrite, l'arsénopyrite et la pyrrhotite. Elles sont présentes dans les veines de quartz mais surtout dans l'encaissant gabbroïque accolé aux veines. Finalement, de l'or natif a été observé dans les veines de quartz sub-verticales.

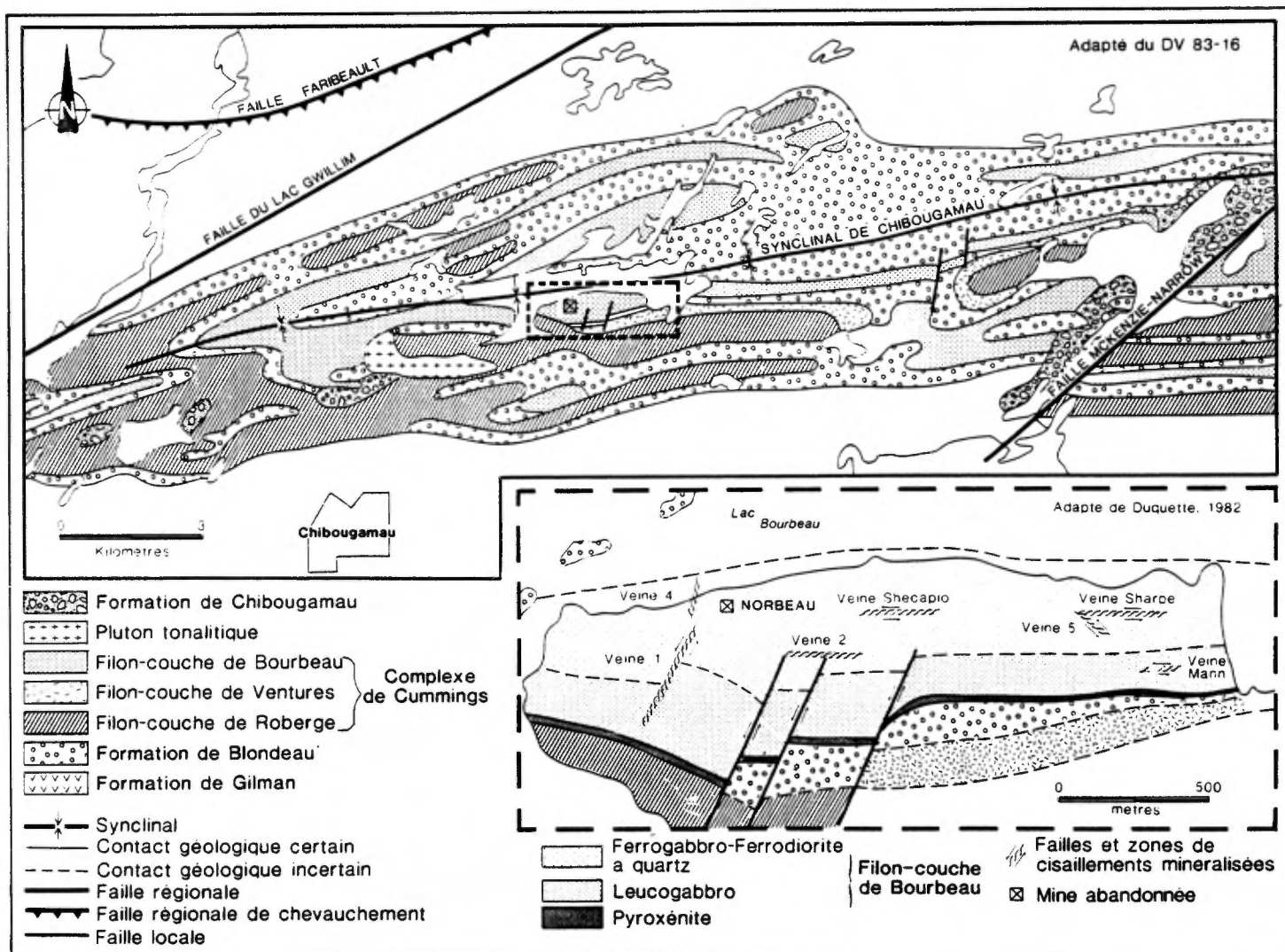


FIGURE 3 Carte géologique montrant la localisation et l'environnement géologique de la mine Norbeau, avec en cartouche la localisation des filons et des zones de cisaillement aurifères.

3- CARACTÉRISATION DES INDICES AURIFÈRES LOCALISÉS DANS LE FILON-COUCHE DE BOURBEAU.

3.1 Introduction

Dans le but de définir les principales caractéristiques des indices aurifères localisés dans le filon-couche de Bourbeau nous avons effectué, à l'été 86, une étude des principaux indices connus dans la région de Cibougamau-Chapais. Ce travail permettra également de comparer les différents indices entre eux et de déterminer leurs affinités avec les mines Cooke et Norbeau. Les indices étudiés sont: "Chibougamau-Copper", "Bourbeau West 1", "Bourbeau West 2", "Ruisseau Leclerc", "TADD" et "Springer". Nous les décrirons dans l'ordre.

3.2 Description des indices aurifères

3.2.1 Indice "Chibougamau-Copper"

3.2.1.1 Localisation géographique et géologique

L'indice "Chibougamau-Copper" appartient à Explorations Falconbridge Copper. Il est localisé à environ 4 km au nord-est de la ville de Chapais (feuille S.N.R.C. 32G/15) (Fig 1, Indice A) et 1.4 km à l'est de la mine Cooke. Selon la carte de compilation d'Explorations Falconbridge Copper, cet indice se situe dans le filon-couche de Bourbeau localisé au cœur d'un synclinal "mineur" d'orientation est-ouest (Fig 4). Ce pli est recoupé et déplacé de façon sénestre par la faille Chibougamau-Copper. Le filon-couche de Bourbeau est recoupé par de nombreux dykes porphyriques à phénocristaux de plagioclase et pyroxène. De plus, selon Boisvert (1985) il existe, dans ce secteur, un dyke de leucogabbro qui recoupe le pli est-ouest et le filon-couche de Bourbeau. D'après cet auteur, ce dyke se distingue mégascopiquement du leucogabbro du filon-couche de Bourbeau, par sa texture légèrement plus grossière et chimiquement par sa plus faible teneur en silice ($\approx 48\%$). Il n'existe pratiquement pas d'affleurement dans ce secteur, la région forme une vaste zone marécageuse. Ainsi notre description est basée sur l'étude des carottes de forage.

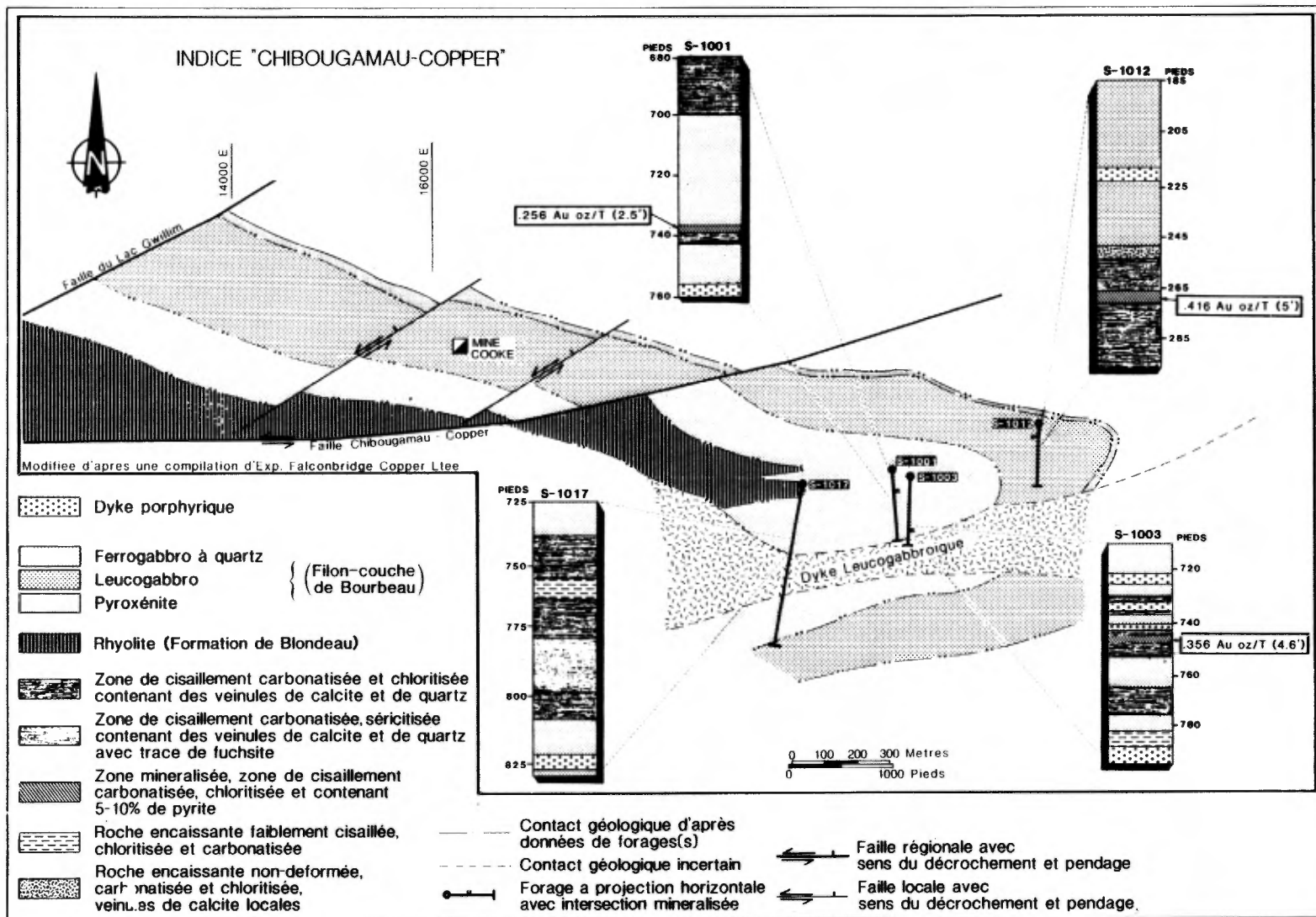


FIGURE 4 Géologie simplifiée du secteur de l'indice "Chibougamau-Copper".

3.2.1.2 Minéralisation

La compagnie Explorations Falconbridge Copper a effectué de nombreux trous de sondage dans ce secteur. Plusieurs zones minéralisées intéressantes ont été intersectées. Parmi celles-ci nous avons choisi d'étudier (Fig 4):

Forage No	Valeur (Au oz/tons)	Largeur (pieds)
S-1012	0,416	5'
S-1003	0,356	4,6'
S-1001	0,256	2,5'

Les roches hôtes de ces zones minéralisées sont le ferrogabbro à quartz (forage S-1003 et S-1001) et le leucogabbro (forage S-1012) semblable à celles que nous avons observées lors de notre étude de la mine Cooke (Dubé et Guha, 1986 b).

3.2.1.3 Structure

Il est difficile de définir précisément le contexte structural associé aux zones aurifères de l'indice "Chibougamau-Copper" étant donné l'absence d'affleurement. Toutefois, les intersections minéralisées sont toutes localisées à l'intérieur de zones de cisaillement (Fig 4) dont la largeur apparente peut atteindre, localement plusieurs dizaines de pieds. Il est également délicat de déterminer l'orientation de ces zones de cisaillement. Selon Boisvert (1985) les zones minéralisées intersectées pourraient s'associer à des cisaillements d'orientation nord-ouest. Toutefois, nous croyons également possible, d'après les données de sondage et le contexte géologique local (charnière de plis est-ouest), que les zones de cisaillement soient, en tout ou en partie, orientées est-ouest. Il s'agirait donc possiblement de cisaillements est-ouest et nord-ouest développés plus ou moins parallèlement au plan axial du plis local "est-ouest". Ainsi, ce secteur présenterait, au niveau structural, beaucoup d'affinité avec le contexte de la mine Cooke (Dubé et Guha, 1986 a , b).

3.2.1.4 Altération

L'altération hydrothermale associée aux zones aurifères de l'indice "Chibougamau-Copper" se caractérise mégascopiquement par une forte carbonatation et chloritisation et la présence de pyrite (≤ 5 à 10%). La carbonatation se traduit par la présence de veinules de calcite orientées sub-parallèlement au cisaillement et par une carbonatation massive de la roche. Les carbonates semblent correspondre principalement à de la calcite car la roche réagit très fortement à l'acide chlorhydrique à froid. La proportion de pyrite varie de 1% (S-1012) à 5 à 10% (S-1001) des constituants. Elle se présente en veinules ou disséminée dans la roche. De part et d'autre de la zone minéralisée l'encaissant gabbroïque est cisailé, carbonaté et chlorité (S-1012 et S-1003) ou peu déformé mais toujours carbonaté et chlorité (S-1001). De plus, la pyrite ne constitue alors qu'une très faible proportion des constituants (trace à 1%).

Nous avons également observé, dans ce secteur, la présence de zones à carbonates de fer, séricite et traces de fuchsite notamment dans le forage S-1017 (Fig.4). Ces zones sont semblables à celles que nous avons observé pour d'autres indices (Bourbeau west 1 et Tadd). Selon les analyses de Falconbridge ces zones ne se sont pas révélées aurifères. Elles sont situées à l'intérieur de zones de cisaillement chloritisées et carbonatisées (calcite) également stériles.

3.2.2 Indice "Bourbeau West 1"

3.2.2.1 Localisation géographique et géologique

L'indice "Bourbeau West 1" appartient à Explorations Falconbridge Copper. Il est localisé à environ 6 km à l'ouest de la ville de Chapais (feuille 32G/15) (Fig 1, Indice B). D'après la carte de compilation de Gobeil et Racicot (1983) il est situé sur le flanc nord du synclinal de Chapais. Selon la cartographie effectuée par Falconbridge, la stratigraphie de ce secteur est constituée de roches felsiques et localement graphiteuses appartenant à la Formation de Blondeau dans lesquelles s'est mis en place le filon-couche de Bourbeau. L'ensemble des lithologies est affecté par une schistosité est-ouest. Selon des relevés géophysiques au sol effectués par Falconbridge en 1985 (Legault, communication personnelle), les unités stratigraphiques auraient également été recoupées par des failles nord nord-est à mouvement sénestre et parfois dextre de quelques dizaines de pieds.

3.2.2.2 Minéralisation

La compagnie Explorations Falconbridge Copper a fait analyser de nombreux (53) échantillons provenant de l'indice "Bourbeau west 1". Jusqu'à présent le meilleur résultat qu'elle a obtenu provient d'un échantillon composite qui a titré 0,15 oz/t Au (Fig 5). Un échantillonnage en cannelure qu'elle a effectué a rapporté comme meilleures valeurs 491 ppb et 271ppb d'or sur 3 pieds. Toutefois, la plupart des échantillons sont anormaux en arsenic. Les valeurs varient de 26 ppm à 1578 ppm d'arsenic (As) et la plupart sont de l'ordre de 200 à 1000ppm d'As. Ces anomalies s'avèrent intéressantes car l'arsenic est reconnu pour être un excellent indicateur en exploration aurifère (Boyle, 1979). Finalement, un trou de sondage (BO-27) effectué afin de vérifier cet indice n'a rapporté que ,006 oz/t Au sur 7.7 pieds. Toutefois, nous croyons que le contexte structural et les altérations hydrothermales qui caractérisent cet indice sont dignes d'intérêts. Nous y avons donc effectué une cartographie à l'échelle 1" = 20' (1 pouce = 20 pieds).

La roche hôte de cet indice semble correspondre au ferrogabbro à quartz du filon-couche de Bourbeau . Elle contient 5% de leucoxène et 2% à 3% de quartz.

3.2.2.3 Structure

L'affleurement "Bourbeau West 1" (Fig 5) présente une zone de cisaillement très intense (schiste à papier), de 10 à 15 pieds de largeur, orientée est-ouest (270/67) et à pendage vers le nord. Les relations angulaires ("C-S") entre la schistosité et le cisaillement indiquent qu'il s'agit de cisaillement inverse dextre. À titre d'exemple, on constate que le cisaillement est orienté à 275/60 alors que la schistosité est orientée à 254/74. Dans le secteur est de la figure 5 cette zone de cisaillement a été ultérieurement affectée par une faille nord-ouest sub-vertical ayant engendrée un déplacement dextre sur 1 à 2 pieds tel que suggéré par une veine de quartz. Il s'agit d'une faille cassante qui n'a pas développé de schistosité. De plus, dans le secteur ouest de l'affleurement, la zone de cisaillement et les veines de quartz semblent nettement entraînées dans un mouvement sénestre vers le sud-ouest. En effet, leurs direction changent de est-ouest à nord-est (056/50). Cet entraînement coïncide probablement avec le développement d'un clivage de fracture, pénétratif, orienté à 188/88 (NNE). Cet entraînement de la zone de cisaillement dans un mouvement sénestre permet d'expliquer pourquoi la direction du cisaillement et des veines de quartz changent et également pourquoi le gabbro localisé à l'extrémité ouest de l'affleurement n'a pas subi les

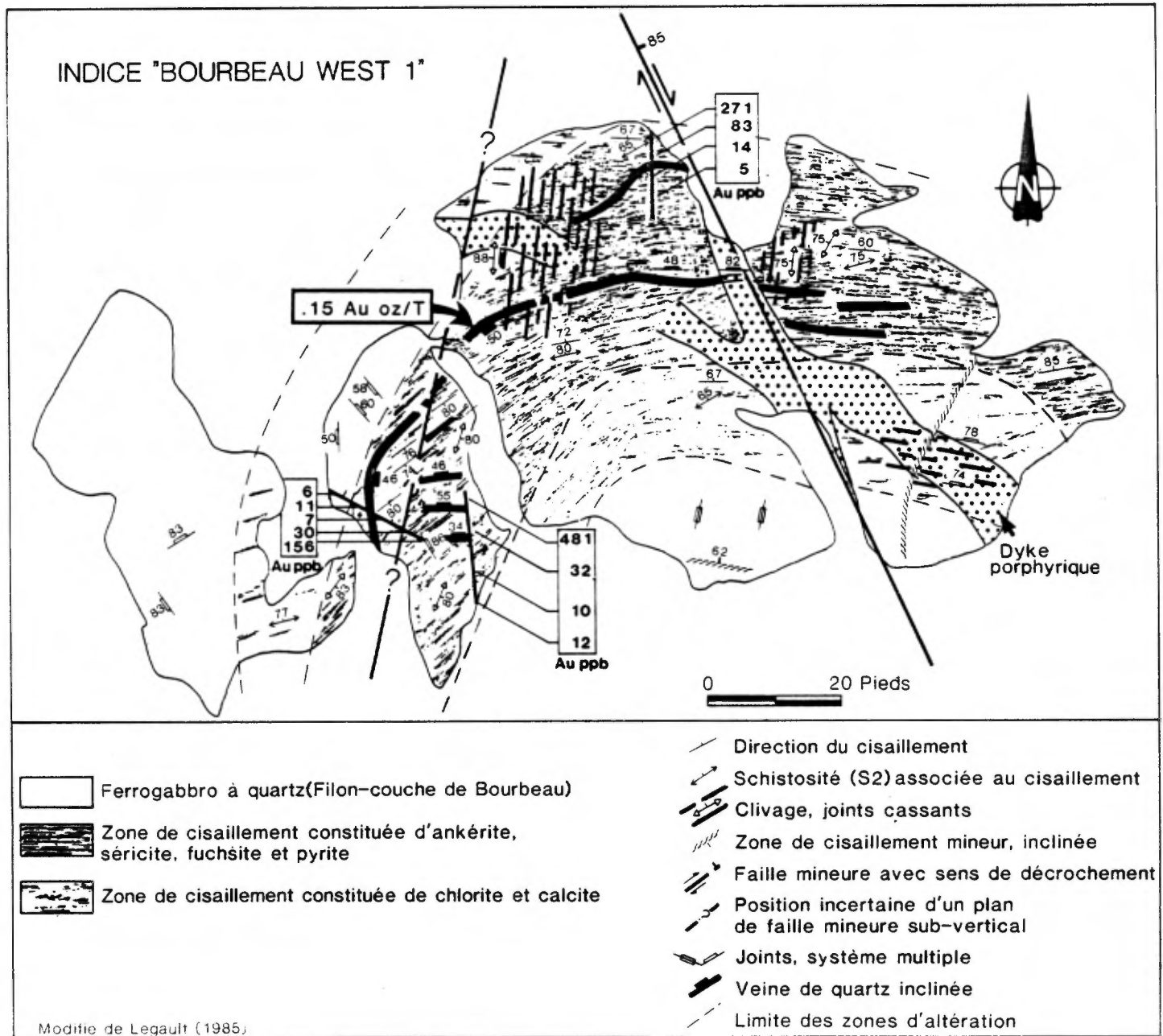


FIGURE 5 Plan géologique de l'indice "Bourbeau West 1".

effets du cisaillement et de l'altération. Il est difficile de localiser un plan de faille comme tel, malgré qu'il existe certains plans de cassures. Nous croyons plutôt que cet entraînement sénestre a été provoqué par une zone de déformation plastique, peut-être associée à une faille, localisée à l'ouest de l'affleurement et orientée NNE.

3.2.2.4 Altération

Les zones d'altération hydrothermales associées à l'indice "Bourbeau West 1" sont spatialement et génétiquement reliées à la zone de cisaillement est-ouest. L'altération est dominée par une très forte carbonatation (carbonate de fer et/ou magnésium et calcite) et séricitisation du gabbro (Fig 5). On observe également la présence de fuchsite ($\leq 5\%$), associée aux veines de quartz, et de pyrite (1 à 2%) disséminée dans l'encaissant altéré. Cette carbonatation a engendré une couleur rouille à l'affleurement. Ces zones carbonatées sont accolées aux veines de quartz et s'étendent sur environ 20 à 30 pieds de largeur. La pyritisation ($<6\%$) est fréquente en bordure des veines de quartz. Elle s'étend sur 3 à 4 pouces. En s'éloignant de la zone de cisaillement et des veines de quartz l'altération est dominée par la présence de chlorite et de calcite. La schistosité demeure bien développée et on observe la présence de leucoxène.

3.2.3 Indice "Bourbeau West 2"

3.2.3.1 Localisation géographique et géologique

L'indice "Bourbeau West 2", appartient à Explorations Falconbridge Copper. Il est localisé à environ 6 km à l'ouest de la ville de Chapais (feuille 32G/15) (Fig 1, Indice C) et à 1800 pieds à l'est de l'indice "Bourbeau West 1". Il se situe donc dans un environnement géologique identique à celui de l'indice Bourbeau West 1 (section 3.2.2.1).

3.2.3.2 Minéralisation

La compagnie Explorations Falconbridge Copper a fait analyser de nombreux échantillons provenant de l'indice "Bourbeau West 2". Jusqu'à présent le meilleur résultat qu'elle a obtenu, en surface,

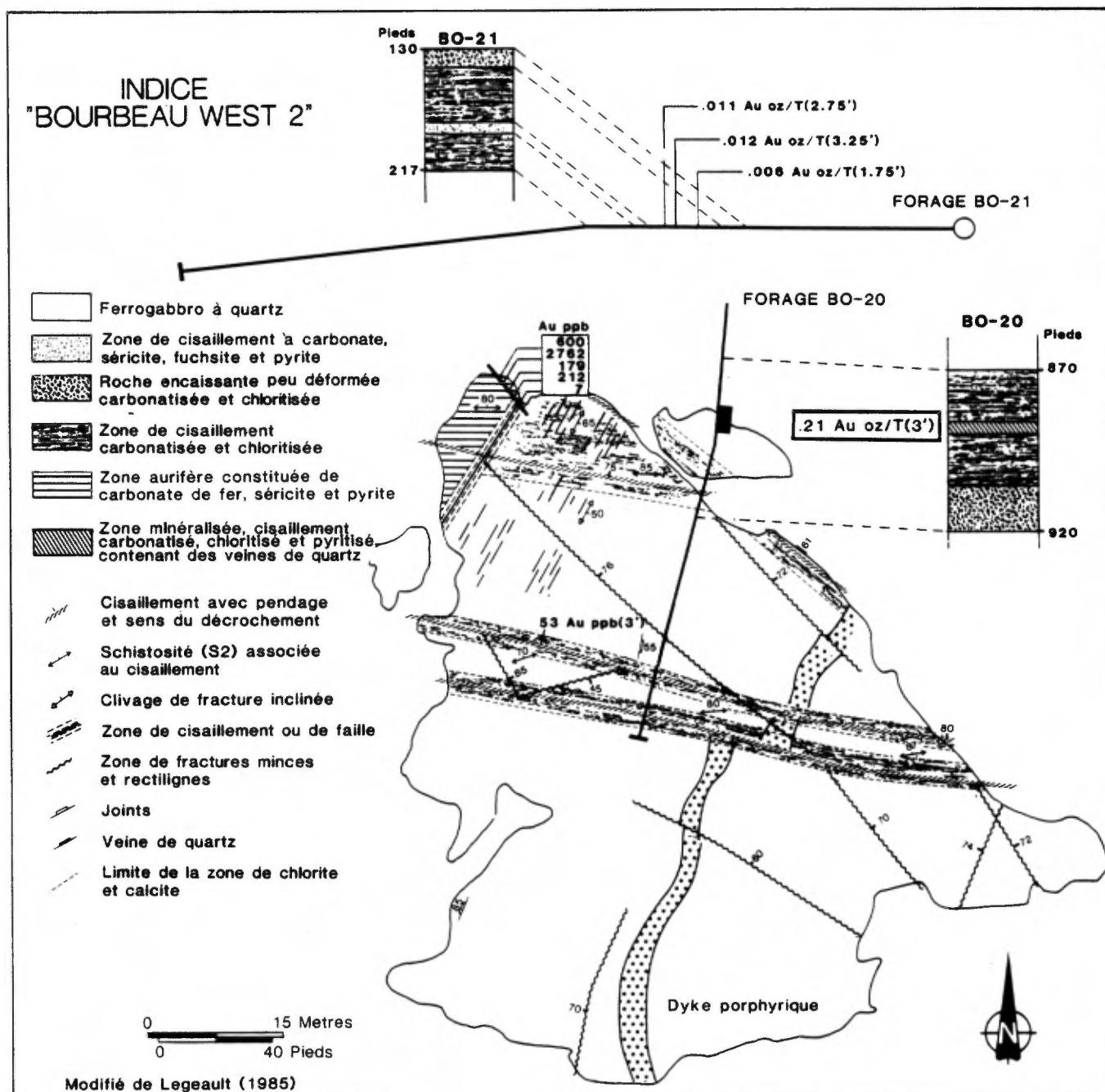


FIGURE 6 Plan géologique de l'indice "Bourbeau West 2".

provient d'un échantillon en cannelure qui a titré 0,088 oz/t Au (2762 ppb) sur 3 pieds (Fig 6). Un trou de sondage (BO-20) , de direction nord-sud, effectué afin de vérifier en profondeur cet indice a intersecté une zone aurifère titrant 0,21 oz/t Au sur 3 pieds. Finalement, un autre trou de sondage d'orientation est-ouest (BO-21) a intersecté des zones à carbonate et fuchsite et une zone à quartz, fuchsite-séricite, carbonate et pyrite/arsénopyrite. Toutefois, les valeurs obtenues sont de l'ordre de 0,011 Au oz/t sur 2.75 pieds.

Tout comme pour l'indice "Bourbeau West 1", la roche hôte de cet indice correspond au ferrogabbro à quartz du filon-couche de Bourbeau . Elle contient 5% de leucoxène et 2% à 3% de quartz.

3.2.3.3 Structure

Au point de vue structural, nous avons observé la présence de zones de cisaillement orientées "est-ouest" à nord-ouest à pendage vers le nord et à mouvement latéral dextre mineur (Fig 6). La composante dextre est suggérée par les relations angulaires entre le cisaillement et la schistosité ("C-S") et par le déplacement des dykes porphyriques. On note également la présence de fractures cassantes , fines (1 à 2cm) et rectilignes, orientées nord-ouest qui traversent pratiquement tout l'affleurement. Finalement, on observe des structures orientées NNE (030/65), il s'agit d'un clivage de fracture, de joints et à un endroit d'une zone de cisaillement bien développé (Fig 6). La relation chronologique entre les cisaillements est-ouest et nord-ouest et les structures "nord-est" est difficile à établir car par endroits les joints se butent réellement sur les cisaillements est-ouest alors qu'à d'autres ils recoupent nettement le cisaillement sans toutefois engendré de déplacement réel. Quant à la zone de cisaillement nord-est , située à la limite nord-ouest de l'affleurement, elle semble limitée vers l'est la zone à carbonate de fer mais elle ne déplace pas le cisaillement est-ouest localisé au sud. Il existe donc une certaine confusion dans la chronologie des éléments structuraux. Soit qu'ils sont contemporains ou soit que les structures NNE sont tardives aux cisaillements est-ouest et nord-ouest. Par analogie avec les éléments structuraux que nous avons observés sur l'affleurement "Bourbeau West 1" nous favorisons cette dernière hypothèse.

3.2.3.4 Altération

En affleurement, on observe que dans l'ensemble l'altération dominante est la chloritisation, la carbonatation (calcite) et une faible pyritisation. Localement, on observe 5 à 10% de pyrite. La limite nord-ouest de l'affleurement se caractérise par la présence d'une zone à carbonate de fer, séricite et pyrite ($\leq 12\%$). Cette zone à carbonate est recoupée par des veinules de quartz \pm pyrite de 1 à 2 cm de largeur, orientées à 036/50. Les meilleures valeurs aurifères obtenues en surface par Falconbridge proviennent de cette zone (Fig 6).

Le sondage BO-21 effectué par Falconbridge à une cinquantaine de pieds au nord de cet affleurement a intersecté des zones de gabbro fortement carbonatisées et séricitisées (\pm fuchsite) sur environ 60 pieds contenant localement jusqu'à 10% de pyrite et des traces d'arsénopyrite. Toutefois selon les analyses de Falconbridge, ces zones ne contiennent aucune minéralisation aurifère économique. Finalement, le forage BO-20 (0,212 Au oz/t sur 3 pieds) a intersecté une zone de cisaillement fortement carbonatisée et chloritisée, contenant des veinules de calcite et/ou quartz et des traces de pyrite sur près de cinquante pieds (Fig 6). La minéralisation est localisée à l'intérieur d'une zone carbonatisée injectée de veines de quartz contenant de la pyrite.

3.2.4 Indice "Ruisseau Leclerc"

3.2.4.1 Localisation géographique et géologique

L'indice du Ruisseau Leclerc appartient à la compagnie Northgate Exploration. Il est situé à environ 40 km au nord-ouest (feuille 32G/15) de la ville de Chibougamau (Fig 1, Indice D). Selon la carte de compilation géoscientifique de Gobeil (1983), cette région serait située à l'intérieur d'un anticlinal nord/nord-est possiblement repris par une phase de déformation est/ouest. Ce pli nord/nord-est aurait une faible extension et serait limité vers l'est par une faille d'orientation nord-est séparant le pli nord-sud d'un pli est-ouest d'envergure régional observé vers l'est (Gobeil et Racicot, 1983). La géologie structurale de ce secteur semble complexe et aucun travail de détail n'a été effectué à cette date. La roche hôte de cet indice est le ferrogabbro-ferrodiorite à quartz du filon-couche de Bourbeau.

3.2.4.2 Minéralisation

Jusqu'à présent, les résultats obtenus par Nortghate Explorations sur cet indice se sont avérés faibles. Les échantillons composites recueillis en surface n'ont jamais titrés plus de 0,03 Au oz/t. De plus, un trou de sondage (Cu 2 84-3) effectué afin de vérifier en profondeur la zone de Bourbeau altérée, observée en surface, a intersecté de nombreuses zones carbonatisées et séricitisées mais les valeurs varient de trace à 0.02 Au oz/t (Gagnon, 1985). Nous croyons toutefois que les types d'altération et de structure associés à cet "indice" sont dignes d'intérêts.

3.2.4.3 Structure

L'indice du Ruisseau Leclerc se caractérise par la présence d'une zone de cisaillement est-ouest auquel s'associe la mise en place de veines de quartz subverticales et subhorizontales (Fig 7). Les veines sub-horizontales sont disposées en échelon. Elles ont de 1 à 4 cm de largeur et sont espacées de 1 à 10 pieds. On observe également la présence de fractures mineures orientées nord-ouest. Ultérieurement, ces structures ont été recoupées par un clivage de fracture et/ou des joints d'orientation nord/est (045/65). Ce clivage recoupe également les structures est-ouest mais n'a pas provoqué de déplacement de celles-ci. Ces structures nord-est sont probablement associées à la faille nord-est, tardive, reconnue dans le secteur (Gobeil et Racicot, 1983).

3.2.4.4 Altération

L'altération hydrothermale associée à l'indice du "Ruisseau Leclerc" est particulièrement bien développée. Une grande partie de l'affleurement possède une patine rouille résultant de la forte carbonatation (carbonate de fer et/ou magnésium) et séricitisation subies par la roche encaissante. À proximité des veines de quartz on observe également l'abondance ($\leq 15\%$) de pyrite (fine et idiomorphe). Ces altérations sont spatialement et génétiquement associées aux zones de cisaillement et aux veines de quartz. Lorsque les veines de quartz sont absentes la déformation diminue et la roche devient plutôt chloritisée. Le passage entre les zones à carbonate de fer et celles à chlorite semble plutôt brusque.

024

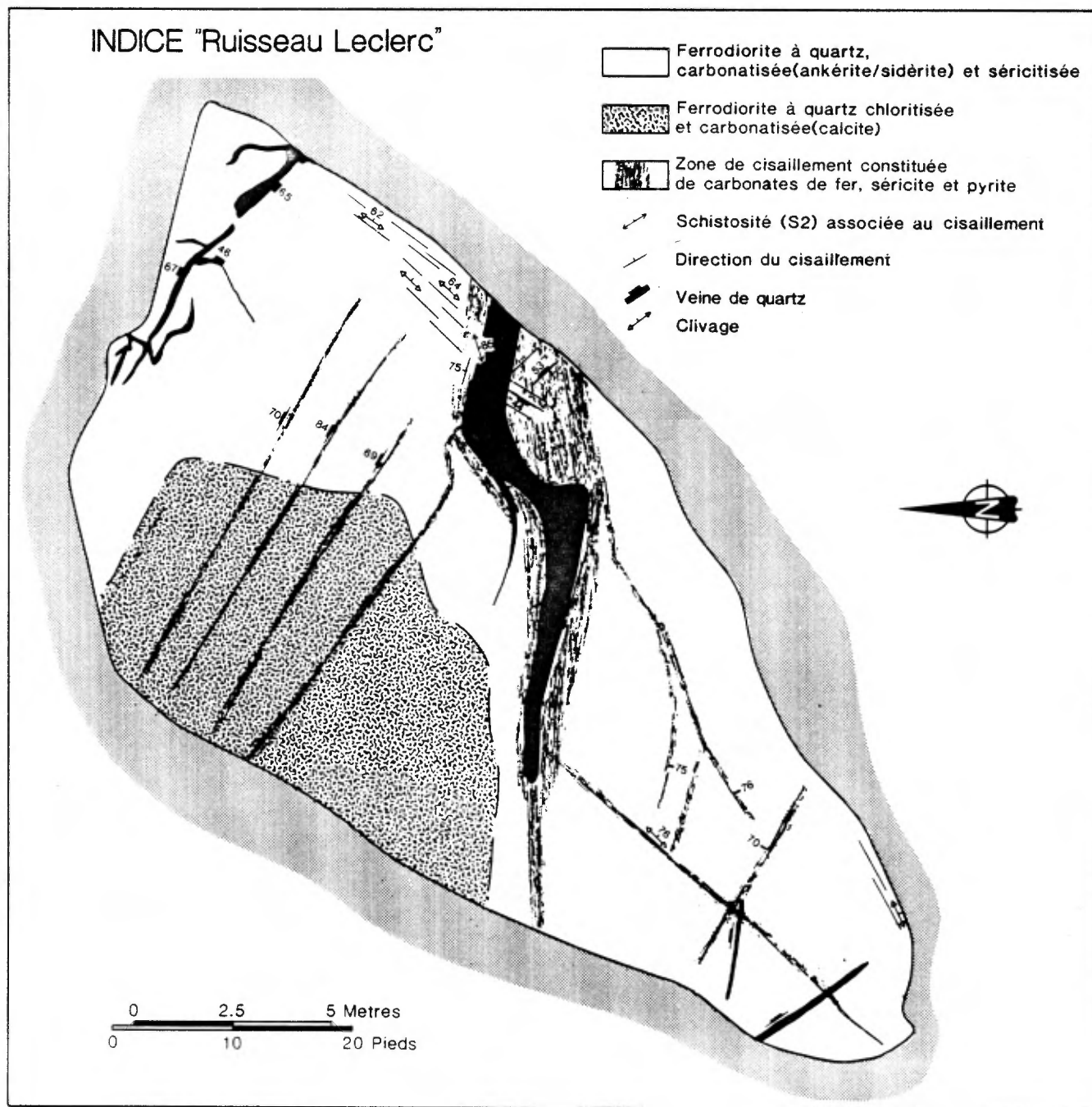


FIGURE 7 Plan géologique de l'indice du "Ruisseau Leclerc".

3.2.5 Indice TADD

3.2.5.1 Localisation géographique et géologique

L'indice Tadd appartient à la compagnie Explorations Noranda. Il est situé à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest de la ville de Chibougamau (Feuille S.N.R.C. 32 G/16) (Fig 1, Indice E). Selon la carte de compilation de Gobeil et Racicot (1983) il est localisé sur le flanc nord d'un pli anticlinal orienté est-ouest. En terme stratigraphique, la roche encaissante est la ferrodiorite à quartz du filon-couche de Bourbeau (Dubé, 1985).

3.2.5.2 Minéralisation

L'indice TADD a été découvert par Explorations Noranda en 1981 (Thiboutot et al., 1981). Il s'agit d'une zone de ferrodiorite ankéritisée, séricitisée et pyritisée localisée dans le filon-couche de Bourbeau et auquel s'associe plusieurs zones fortement altérées et déformées (Dubé, 1985). Depuis 1981, la compagnie Noranda a effectué de nombreux travaux de décapage, cartographie, échantillonnage et sondage. Jusqu'à présent, les meilleurs résultats obtenus sur cet indice ont été, en surface, de 0,22 Au oz/t et par forage de 0,16 Au oz/t sur 2,5 pieds (Fig 8). Un peu plus vers l'ouest (110 mètres - 350 pieds), la compagnie a également intersecté par forage (BG 84-8) une zone semblable à TADD qui a titré 0,056 Au oz/t sur 5,6 pieds (Britt et Archer, 1986, communication personnelle).

3.2.5.3 Structure

Dans le secteur de l'indice TADD, on note la présence de zones de cisaillement d'orientation est-ouest à pendage vers le sud (Fig 8). Ces zones de cisaillement s'étendent sur une longueur d'au moins 5 kilomètres et une largeur qui varie de 1 à 50 mètres (Dubé, 1985). Les roches affectées par ce cisaillement sont très déformées, mylonitisées et la foliation est très bien développée. À l'intérieur de ces zones de cisaillement la schistosité (S) et les plans de cisaillement (C) sont sub-parallèles et ne permettent donc pas de déterminer les caractéristiques structurales (inverse ou normal, sénestre ou dextre) de ces zones de cisaillement. Toutefois, d'après les linéations minéralogiques observées le mouvement associé à ces cisaillements est principalement vertical avec possiblement une faible composante latérale dextre

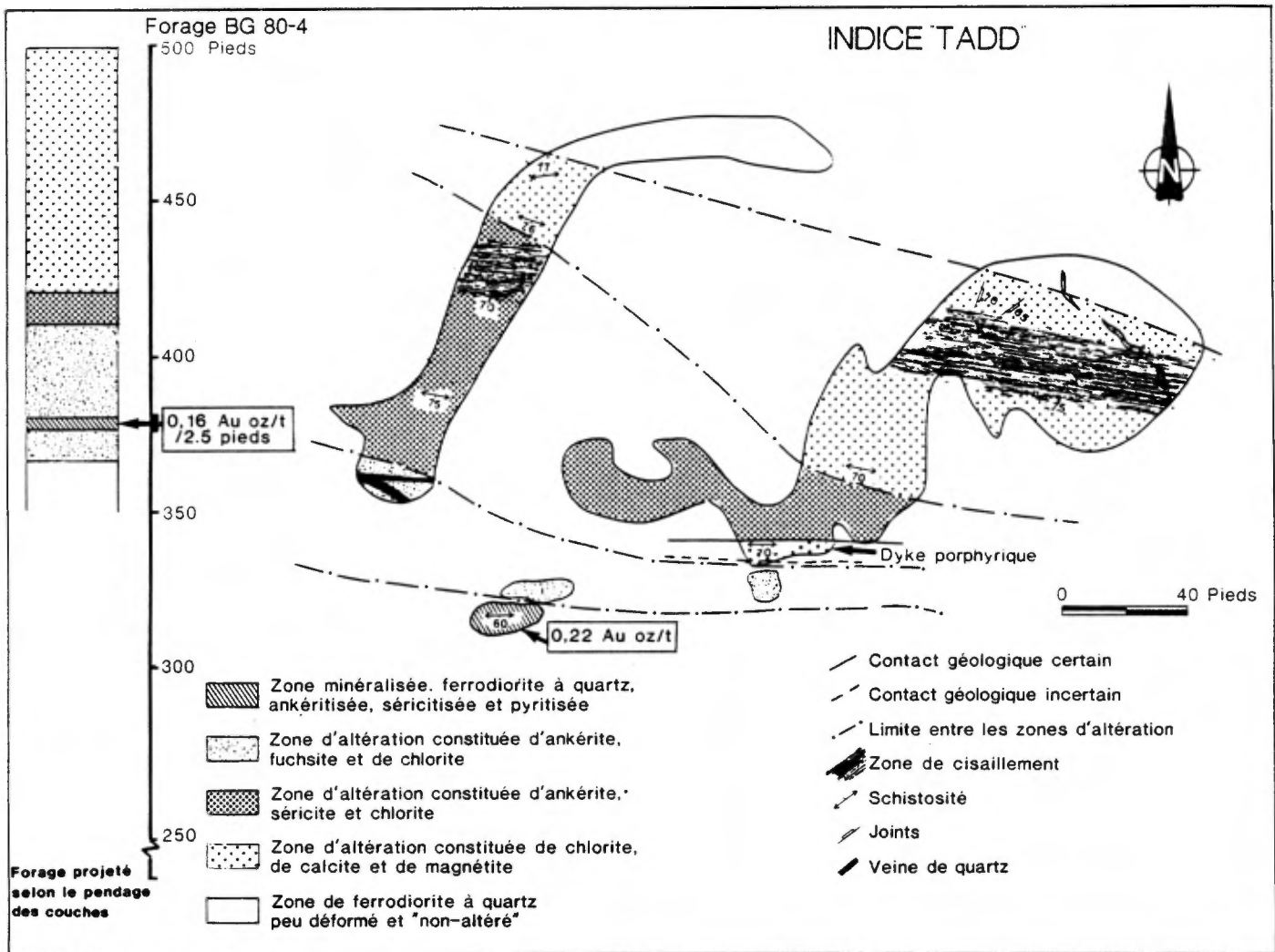


FIGURE 8 Plan géologique de l'indice "TADD".

(linéation à 134/56 sur plan à 095/68). Ces zones de cisaillement est/ouest contrôlent spatialement et génétiquement les altérations hydrothermales et la minéralisation observée dans le secteur de TADD. Il est possible que ces zones de cisaillement représentent la continuité vers l'ouest de la faille de Faribeault (Daigneault et Allard, 1984) observée à l'est du secteur étudié.

Superposé à la déformation est-ouest, on observe localement la présence d'un clivage de fracture ou des joints orientés nord-est et nord/nord-est. Finalement, à partir de données géophysiques et des trous de sondage Britt et Archer (1986, communication personnelle) interprètent la présence locale de failles nord/nord-est (030/60). L'influence de ces structures tardives sur les cisaillements est/ouest restent toutefois à définir.

3.2.5.4 Altération

Dans le secteur de l'indice TADD, les zones de cisaillement qui recoupent le filon-couche de Bourbeau se caractérisent par la présence de fortes altérations hydrothermales qui ont entraîné la cristallisation de carbonates (ankérite et calcite), de séricite, de chlorite, de fuchsite, de pyrite et d'or (Dubé, 1985). Ces altérations sont distribuées selon une certaine régularité. Nous avons donc regroupé ces minéraux en différents faciès d'altération. La figure 8 présente la distribution spatiale de ces zones d'altération observées en surface et dans le forage BG 80-4. Le lecteur doit prendre note que l'ensemble de la zone altérée a été affecté par la zone de cisaillement est-ouest. Toutefois, la recristallisation associée à l'intense carbonatation subie par les roches a détruit la fabric tectonique (Dubé, 1985), expliquant ainsi l'aspect relativement massif des roches ankéritisées. Ainsi, la zone minéralisée se caractérise par la présence d'ankérite, séricite et pyrite (10-15%). Accolée à la zone aurifère on observe une zone caractérisée par la présence de fuchsite, ankérite avec plus ou moins de chlorite, suivie d'une zone à ankérite, séricite et chlorite. En s'éloignant encore plus de la zone minéralisée on note la présence de chlorite, calcite et magnétite. Ce dernier faciès passe graduellement au faciès schiste vert régional caractérisé par de faible déformation, l'ouralitisation des pyroxènes et la saussuritisations des plagioclases.

3.2.6 Indice "Springer"

3.2.6.1 Localisation géographique et géologique

L'indice "Springer", appartenant à la compagnie Explorations Falconbridge Copper, est localisé à environ 2.5 km au nord de la ville de Chapais (feuille S.N.R.C. 32G/15) (Fig 1, Indice F). Selon la carte de Lavoie (1972) (Fig 2), il se situe sur le flanc est, près de la charnière, d'un pli synclinal antiforme d'orientation nord-est. La roche hôte est le ferrogabbro à quartz du filon-couche de Bourbeau.

3.2.6.2 Minéralisation

Jusqu'à présent, la compagnie Explorations Falconbridge Copper a effectué très peu de travaux sur cet indice. L'affleurement a été décapé et localement échantillonné. Parmi les 5 échantillons composites recueillis deux d'entre eux ont titré 0,23 Au oz/t et 0,11 Au oz/t. Ils provenaient d'une zone de cisaillement d'orientation nord-ouest (Doiron, 1986, communication personnelle) (Fig 9).

3.2.6.3 Structure

La cartographie détaillée (échelle 1" = 20') que nous avons effectuée sur cet indice a permis de mettre en évidence deux zones de cisaillement d'orientation nord-est (040/60 et 035/72) à mouvement inverse sénestre (Fig 9). Ces zones de cisaillement sont donc parallèles à la trace du plan axial du pli synclinal antiforme local (Lavoie, 1972). La zone de cisaillement localisée dans la partie est de l'indice contient une veine de quartz blanche localement enfumée ayant 2 à 3 pieds de largeur. Cette veine de quartz montre des évidences de plissement locaux en "S" avec développement d'un clivage de plan axial dans les zones de charnière. De plus, la veine est boudinée. La zone de cisaillement localisée dans la partie ouest de l'affleurement est caractérisée par une très forte schistosité et la présence de filonnets de quartz plissotés et boudinés. L'ensemble de la zone de cisaillement semble d'ailleurs légèrement plissé en "S". Il est difficile de déterminer la cause exacte du plissement des zones de cisaillement et des veines de quartz qu'elles contiennent. Toutefois, comme ces cisaillements sont subparallèles au plan axial du pli nord-est, il est possible qu'ils se soient formés précocement lors du plissement et que la poursuite du plissement ait entraîné leur déformation. Il est également possible que cette déformation soit associée à la

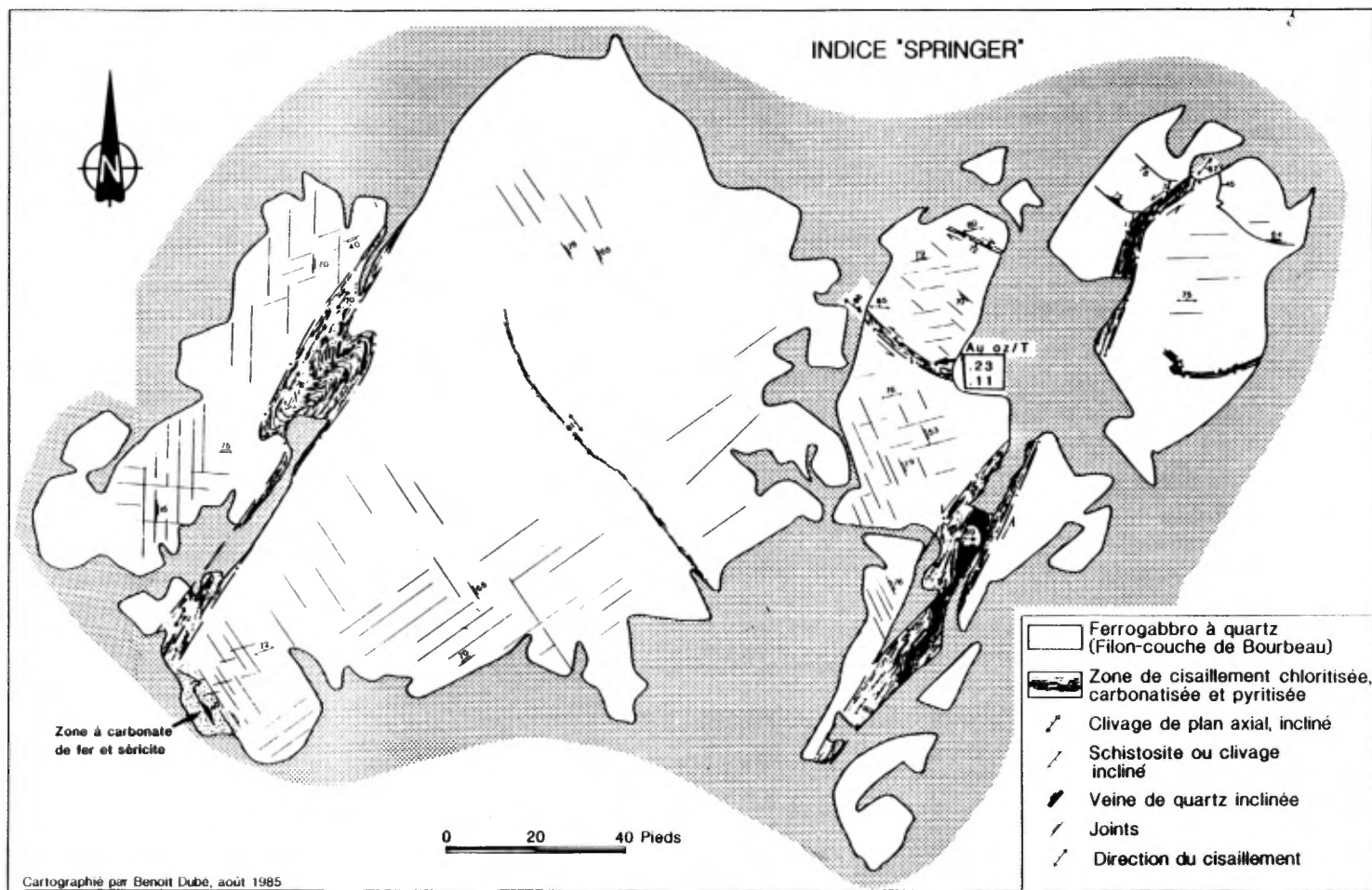


FIGURE 9 Plan géologique de l'indice "Springer".

poursuite de la déformation à l'intérieur de la zone de cisaillement après que la veine de quartz se soit formée ou à un mouvement tardif causé possiblement par la faille du lac Gwillim.

Nous avons également observé la présence d'autres structures plus mineures telles: des zones de cisaillement (≤ 1 pied de largeur) orientées nord-ouest, à mouvement inverse dextre et contenant localement des veinules de quartz, des joints nord-ouest, des joints nord-sud et un clivage est-ouest (Fig 9).

3.2.6.4 Altération

L'altération hydrothermale observée à l'indice "Springer" est principalement localisée à l'intérieur des zones de cisaillement nord-est. Cette altération se caractérise par une forte carbonatation, chloritisation, séricitisation et pyritisation de l'encaissant. La pyritisation est principalement observée à l'intérieur de la zone de cisaillement localisée dans la partie est de l'affleurement. On observe en effet l'abondance de pyrite au contact avec l'encaissant et la veine de quartz. Par endroits, des zones lenticulaires de pyrite massive sont présentes dans la veine de quartz. Il s'agit possiblement de fragments d'encaissants totalement pyritisés incorporés dans la veine de quartz. La calcite semble le principal carbonate développé car la roche réagit fortement à l'acide chlorhydrique à froid sur la masse. À l'extrémité sud-ouest de l'affleurement (Fig 9), on observe une petite zone de couleur rouille causée par la présence de carbonate de fer et/ou magnésium, séricite (\pm fuchsite) et pyrite (3 à 5%). Cette zone d'altération est associée à une veine de quartz blanc contenant 1% de pyrite disséminée. L'extension vers le sud de cette zone demeure indéterminée.

4- CONCLUSION

Afin de résumer les principales caractéristiques des indices aurifères étudiés nous présentons en guise de sommaire un tableau comparatif (Tab 1). On constate alors qu'exception faite de l'indice "Springer", tous les indices étudiés sont associés à des zones de cisaillement est-ouest et localement nord-ouest. Il s'agit donc de zones de cisaillement orientées, en tout ou en partie, sub-parallèlement aux plans axiaux des plis régionaux et aux couches. L'altération hydrothermale est dans tous les cas contrôlée par la présence de zones de cisaillement. Cette altération se caractérise partout par la présence de

**TABEAU 1 - RESUME DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES INDICES
AURIFERES ETUDIES**

	<i>Chibougamau Copper</i>	<i>Bourbeau West 1</i>	<i>Bourbeau West 2</i>	<i>Ruisseau Leclerc</i>	<i>Tadd</i>	<i>Springer</i>
Minéralisation aurifère	Forages 0,416 Oz/T/5.0' 0,356 Oz/T/4.6' 0,256 Oz/T 2.5'	Composite 0,15 Oz/T	Forage 0,21 Oz/T/3' Cannelure .088 Oz/T/3'	Forage .02 Oz/T/3'	Forage 0,16 Oz/T/2.5' Composite 0,22 Oz/T	Composite 0,23 Oz/T 0,11 Oz/T
Localisation	Canton Levy	Canton Daubrée	Canton Daubrée	Canton Cuvier	Canton Barlow	Canton Levy
Contrôle structural (zones de cisaillement)	Nord-ouest et est-ouest	Est-ouest	Est-ouest et nord-ouest	Est-ouest et nord-ouest	Est-ouest	Nord-est ± nord-ouest
Altération	Carbonate Chlorite	Ankérite Calcite Séricite Fuchsite	Ankérite Calcite Chlorite	Ankérite Séricite	Ankérite Séricite Fuchsite Chlorite Calcite	Chlorite Calcite Séricite
Phases métalliques dans l'encaissant	Pyrite (≤ 5 - 10%)	Pyrite ≤ 5%	Pyrite ≤ 10%	Pyrite ≤ 15%	Pyrite ≤ 10 - 15%	Pyrite ≤ 20%
Position stratigraphique	Ferrogabbro à quartz et leucogabbro	Ferrogabbro à quartz	Ferrogabbro à quartz	Ferrogabbro et ferrodiorite à quartz	Ferrodiorite à quartz	Ferrogabbro à quartz

031

carbonate (ankérite/calcite) soit en remplacement des constituants de la roche soit sous forme de veinules sub-parallèles au cisaillement. On observe également fréquemment de la chlorite et parfois de la séricite et/ou fuchsite. Mégascopiquement, la pyrite constitue la seule phase métallique observée. Elle ne constitue jamais plus de 20% de l'ensemble des constituants et se localise principalement dans l'encaissant accolé aux veines de quartz plutôt qu'à l'intérieur des veines de quartz. Exception faite de l'indice "Chibougamau Copper", tous les indices aurifères étudiés sont localisés dans le ferrogabbro à quartz ou la ferrodiorite à quartz. Ils se situent donc plutôt vers le sommet du filon-couche de Bourbeau là où les proportions de silice et de fer total sont plus élevées (Dubé et Guha, 1986 b). Tous ces indices sont donc de nature épigénétique. La minéralisation et l'altération hydrothermale présentent un lien spatial et génétique avec les zones de cisaillement. Nous croyons toutefois que la compétence du filon-couche de Bourbeau et son contenu élevé en fer ont respectivement permis le développement d'une perméabilité secondaire qui a facilité la circulation des fluides hydrothermaux et favorisé la précipitation de carbonate, de la pyrite et de l'or.

À première vue, ces indices montrent des mécanismes de formation semblables à ceux observés dans les mines Norbeau et Cooke. En effet, le type d'altération et leur relation avec les zones de cisaillement "est-ouest" semblent une constante importante. Toutefois, aucun d'entre eux ne présente, jusqu'à maintenant, un contenu en sulfures (chalcopyrite et pyrrhotite) comparable à celui de la mine Cooke et aucun d'entre eux ne contient non plus de veine de quartz aurifère comparable à celles cartographiées à la mine Norbeau.

5- REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement les responsables et les géologues des compagnies Explorations Falconbridge Copper Ltée, Division Opémisca, Explorations Noranda Ltée et les Mines Northgate-Patino pour la très grande collaboration et les nombreuses discussions accordées lors de nos travaux sur les indices minéralisés.

Nous tenons également à souligner la qualité de l'encadrement scientifique et logistique fourni par le M.E.R. par l'entremise d'Alain Simard, Kamal Sharma, Réal Daigneault et André Gobeil.

Nous voudrions remercier tout particulièrement Yves Michaud et Yves Savard pour la qualité du travail qu'ils ont effectué tout au long de l'été, de même que M. Guy Archambault, M. E.H. Chown et Jean Bélanger pour leur apport scientifique et logistique. Finalement, nous devons mentionner l'excellent travail technique fourni par Claude Dallaire dans la réalisation des figures.

6- Bibliographie

ALLARD, G.O., 1976. Dore Lake Complex and its importance to Chibougamau geology and metallogeny: Ministère des Richesses Naturelles. Qué., DP-368, 446p.

ALLARD, G.O., CATY, J.L., CHOWN, E.H., CIMON, J., GOBEIL, A. et BAKER, D.J., 1979. Stratigraphie et métallogénie de la région de Chibougamau. Association Géologique du Canada - Association Minéralogique du Canada; Excursion B-1, Université Laval, Québec, 95p.

ALLARD, G.O. et GOBEIL, A., 1984. General geology of the Chibougamau region: Dans J. Guha et E.H. Chown (eds), Chibougamau-Stratigraphy and Mineralization, CIM Special vol. 34. pp 5-19.

AVRAMTCHEV, L., 1975. Quart sud-ouest du canton de Barlow. Ministère des Richesses Naturelles, DP-120.

BÉLANGER, J., 1979. Caractérisation pétrochimique et géochimique de la zone cupro-zincifère "8-5" et de ses roches encaissantes, secteur Cooke, mines Opémisca, Chapais, Québec, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi.145p.

BÉLANGER, J., GUHA, J., COULOMBE, A., et CARIGNAN, J., 1984. The 8-5 zone, Cooke Mine, Chapais: A volcanogenic massive sulphide deposit in the Blondeau Formation: Dans CIM Special vol. 34, pp. 271-287.

BOISVERT, M., 1985 Lithogéochimie du sill Bourbeau, du dyke leucogabbroïque, ainsi que le comportement et distribution des éléments K_2O et Au, Propriété Chiboug - Copper. Rapport Interne. Corporation Falconbridge Copper, Division Opémisca.

- BOUDREAULT, A.P., 1977.** Pétrographie et géochimie des laves et des filons-couches mafiques ultramafiques du canton de Richardson, Québec. Mémoire de maîtrise non publié, Université du Québec à Chicoutimi, 117p.
- BOYLE, R.W., 1979.** The geochemistry of gold and its deposits (together with a chapter on geochemical prospecting for the element), Canada Geological Survey, Bulletin 280, 584p.
- BUCHANAN, M.J., 1983.** Étude pétrographique et géochimique du filon-couche de Bourbeau à partir du trou de forage S-970, Division Opémisca, Chapais. Projet de fin d'étude, B.Sc.A. Université du Québec à Chicoutimi, 81p.
- CRUGNOLA, M.T., 1984.** Caractérisation pétrographique et géochimique du filon-couche de Bourbeau à partir du trou de forage S-560, Opémisca Chapais. Projet de fin d'études, B.Sc.A., U.Q.A.C, 87p.
- DAIGNEAULT, R et ALLARD, G.O., 1984.** Évolution tectonique d'une portion du sillon de roches vertes de Chibougamau. Dans: J. Guha et E.H. Chown (eds) Chibougamau-Stratigraphy and Mineralization, CIM Special Vol. 34, pp. 517-534.
- DUBÉ, B., 1985.** Géologie, pétrographie et métallogénie d'indices aurifères localisés dans le filon-couche de Bourbeau, centre-nord du canton de Barlow, Chibougamau: Thèse de Maitrise, Université Laval. 191 p.
- DUBÉ, B. et GUHA, J., 1986 a.** Étude métallogénique (aurifère) du filon-couche de Bourbeau, région de Chibougamau. Centre d'Étude sur les Ressources Minérales. Université du Québec à Chicoutimi. Rapport préliminaire présenté au M.E.R. MB 86-04. 53p.
- DUBÉ, B. et GUHA, J., 1986 b .** Étude métallogénique (aurifère) du filon- couche de Bourbeau, région de Chobougamau: Étude régionale et gitologie de la mine Cooke. Centre

d'Étude sur les Ressources Minérales. Université du Québec à Chicoutimi. Rapport d'étape présenté au M.E.R (sous presse).

DUQUETTE, G., 1970. Stratigraphie de l'Archéen et relations métallogéniques dans la région de Chibougamau: Ministère Rich. Nat. Qué., Étude spécial 8, 18p.

DUQUETTE, G., 1976. North half of McKenzie and Roy townships and northwest quarter of McCorkill township. Ministère de Richesses Naturelles, Québec. DP-357. 126p.

DUQUETTE, G., 1982. Demie nord des cantons de McKenzie et de Roy et quart nord-ouest du canton de McCorkill. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP-837. 72p.

GAGNON, J., 1985. Travaux d'exploration 1984. Propriété Cuvier-2, Canton Cuvier. Les Explorations Nord-Ouest Ltée. Rapport interne Mine Northgate Inc. 7p.

GOBEIL, A., 1973. Demie sud du canton de Cuvier. Ministère des Richesses Naturelles, Québec; rapport préliminaire, DP-201, 18p.

GOBEIL, A., et RACICOT, D., 1983. Carte lithostratigraphique de la région de Chibougamau. Ministère de l'Énergie et des Ressources; M.M. 83-02.

GUHA, J., 1984. Hydrothermal systems and correlation of mineral deposits in the Chibougamau mining district - an overview: Dans J. Guha et E.H. Chown (eds) Chibougamau-Stratigraphy and Mineralization, CIM Special Vol. 34, pp 517-534.

LAJTAI, E.Z., 1969. Mechanics of second order fault and tension gashes: Geol. Soc. Amer. Bull., v.80, pp. 2253-2272.

- LAVOIE, J.S., 1972. Geology of Opemisca Mines. Rapport interne. Falconbridge Coppe Limited, Division Opemisca. 24p.
- MANDL, G., DEJONG, L.H.J. et MALTHA, A., 1977. Shear zones in granular material: Rock Machanics, v. 9, pp. 95-144.
- PHILLIPS, G. N., 1986. Geology and alteration in the Golden Mile, Kalgoorlie. Economic Geology. Vol. 81, pp.779-808.
- PILOTE, P., GUHA, J., DIMROTH, E., TREMBLAY, A. et GOBEIL, A., 1984. Stratigraphic positions of mineralized occurences in the Mount Bourbeau and Lac Berrignan regions and their signifiante: dans CIM Special vol 34, pp. 258-299.
- POITRAS, A., 1984. Caractérisation géochimique du complexe de Cummings, région de Chibougamau-Chapais, Québec. Mémoire de Maîtrise, Université du Québec à Montréal, 159p.
- STOCKWELL, C.H., 1964. Age determinations and geological studies; Geol. Survey of Canada, paper 641-17 (part 2).
- TCHALENKO, J.S., 1968. The evolution of kink bands and the development of compression textures in sheared clays; Tectonophysics, v. 6, pp. 159-174.
- THIBOUTOT, H., DUBÉ, B, et ARCHER, 1981. Rapport géologique: Barlow 1-80. Explorations Noranda Ltée. 16p.