MB 88-15

GEOLOGIE DU GISEMENT AURIFERE DE CROINOR - REGION DE VAL-D'OR -

Documents complémentaires

Additional Files





Licence



License

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

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Energie et des Ressources
Service géologique du Nord – Ouest

SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

Géologie du gisement aurifère de Croinor – Région de Val-d'Or –

Roch Gaudreau Michel Rocheleau Benoît Perrier

Université Laval

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.

1988 MB 88 – 15

LE GISEMENT DE CROINOR

par

Roch Gaudreau, Michel Rocheleau et Benoit Perrier

INTRODUCTION

Localisation

Le gisement de Croinor est situé dans la partie est du rang VIII du canton de Pershing (77°00'55", 48°06'35"), à 74 km par route à l'est de la ville de Val d'Or et à 20 km au NE de la mine Chimo. L'accès à partir de Val d'Or se fait par la route 117 vers l'est, puis par une route gravelée partant 3 km au sud de Louvicourt.

Historique

Les premiers travaux de prospection réalisés dans cette région ont été effectués par la compagnie Ventures Ltd en 1932. Les journaux de sondages ne rapportent alors que de faibles valeurs d'or au sud de la propriété actuelle de Croinor.

On attribue la découverte de la zone de Croinor au prospecteur Fred Thompson en 1944. La même année, la société Croinor Pershing Mines Ltd entreprend un programme intensif d'exploration par tranchées et sondages. Ces travaux permettent de définir une zone minéralisée, évaluée alors comme une structure de 460 m de longueur par 4 m d'épaisseur avec une teneur moyenne de 9,94 g/t Au (Ingham, 1944). Durant la période de 1946 à 1948, la compagnie réalise des travaux souterrains: un puits de 195 m, 2 020 m de galeries et de travers bancs sur quatre niveaux, 189 m de monteries ainsi que 5 587 m de sondages sous terre. En surface, 11 215 m de sondages sont

effectués durant la même période. En 1948, une étude de rentabilité évalue les réserves à 117 935 tonnes avec une teneur de 7,2 g/t Au (James et Buffam, 1948).

Durant la période de 1953 à 1972, la propriété est passée entre les mains de plusieurs compagnies et prospecteurs, dont Little Long Lac Gold Mines Ltd qui a effectuée 11 sondages (1 450 m). En 1972, la mine de Croinor, gérée par la compagnie Malartic Goldfields, a produit 10 886 tonnes de minerai, dont 5 440 tonnes traitées au moulin de la compagnie ont donné une teneur moyenne de 3,5 g/t Au (M.E.R., 1979). Entre 1973 et 1976, la société Abigold Mines Inc. effectue 8 sondages totalisant 699 m et des levés magnétiques et électromagnétiques (Brown, 1975).

En 1979, trois sociétés prennent possession de la propriété de Croinor: Onaping Resources Ltd, Dominion Explorers Ltd et Spooner Mines and Oils Ltd. Entre 1979 et 1981, le consortium complète un programme de sondage de surface pour un total de 16 000 m; il effectue aussi des travaux souterrains incluant une rampe d'accès allant jusqu'au premier niveau. Les réserves sont estimées alors à 858 205 tonnes avec une teneur de 7,89 g/t Au (Canadian Mines Handbook, 1983).

En 1983, la compagnie Les Mines Sullivan Inc. devient co-propriétaire du gisement avec Dominion Explorers Ltd et complète deux programmes de forage totalisant 31 sondages de surface (4 617 m) et 100 sondages sous-terre (4 784 m).

A la fin de l'année 1983, un échantillonnage en vrac de 1 562 tonnes de minerai a donné une récupération moyenne de 6,17 g/t Au. Durant l'année 1984, les travaux se sont limités à des développements souterrains (montages et chantiers dépilages), à un programme de forage de surface de 2 254 m et au décapage d'une zone minéralisée d'une superficie d'environ 6 000 m^2, située à 150 m au sud-est du puits. Les dernières estimations des réserves établies par Les Mines Sullivan Inc. pour le gisement de Croinor, se chiffrent à 386 600 tonnes avec une teneur de 4,94 g/t Au (diluée à 20%) dont 66 607 tonnes à 5,66 g/t Au sont des réserves prouvées (Veilleux, 1984). De ces réserves totales, 50 182 tonnes à 5,14 g/t Au se situent sous le niveau 4, à plus de 150 m de profondeur. A la fin de 1987, la compagnie Cambior prend le contrôle de Les Mines Sullivan Inc. et devient propriétaire du gisement de Croinor.

Travaux antérieurs

Quelques rapports géologiques et publications gouvernementales (Bell et Bell, 1932; 1933; Norman, 1947; Dresser et Denis, 1949; Germain, 1973) abordent partiellement l'étude gîtologique du gisement de Croinor. Les études techniques de Middleton (1973), Schaaf et Brown (1974), Brown (1976), Nunes (1984) et de Veilleux (1984) décrivent les zones minéralisées et leurs potentielles. Une synthèse stratigraphique, paléogéographique et gîtologique des cantons de Louvicourt, Vauquelin, Pershing et Haig est entreprise, depuis 1985, par un groupe de recherche de l'Université Laval en collaboration avec le MER et certaines données sont déjà publiées (Lacoste et Gaudreau, 1986; Gaudreau et al., 1986; Lacoste et al., 1987; Gaudreau et al., 1987).

CADRE GEOLOGIQUE

Stratigraphie

Le cadre stratigraphique du gisement de Croinor est marqué par une filon-couche dioritique différencié, injecté dans une séquence de roches volcaniques de composition andésitique, et recoupé par des dykes dioritiques et une intrusion de porphyre quartzo-feldspathique (figure 1). Les volcanites, dans lesquelles les faciès effusifs sont nettement dominants bien que l'on y retrouve quelques horizons lenticulaires de pyroclastite, ont été provisoirement reliées au Groupe d'Harricana (?) par Lacoste et al. (1987); toutefois cette interprétation lithostratigraphique nécessite des travaux de pétrographie et de géochimie supplémentaires, qui débordent le cadre de la présente étude.

Nous décrirons à la section suivante les laves, les pyroclastites, le filon-couche de Croinor, les dykes dioritiques et le porphyre quartzo-feldspathique. Le tableau 1 résume la composition minéralogique de chacune de ces unités.

Roches encaissantes

Roches volcaniques effusives

Les roches volcaniques effusives, de composition andésitique, sont constituées de coulées communément coussinées, à sommet localement bréchiques, et interstratifiées de coulées massives. La puissance des coulées individuelles massives est de 1 à 3 m d'épaisseur. Dans les horizons coussinées, les coussins sont de dimension décimétrique à métrique. Les brèches de coulées sont monogéniques et contiennent souvent des fragments riches en amygdules dispersées (<5 cm), composées de minéraux secondaires (quartz-feldspath-carbonate).

La lave est généralement caractérisée par une couleur grisâtre en surface d'altération et verdâtre en cassure fraîche et une texture homogène finement grenue à aphyrique. En lame mince, la majorité des laves présente une texture microlitique composée de fins cristaux idiomorphes de plagioclases dans une matrice chloritisée et épidotisée (pistachite), avec parfois quelques phénocristaux de plagioclase (0,5 à 2,5 mm). Les échantillons les moins chloritisés sont plutôt riches en actinote et épidote (pistachite et clinozoïsite). La quantité de quartz est toujours inférieur ou égale à 10 %.

Pyroclastites

Les pyroclastites andésitiques, qui forment des horizons lenticulaires interstratifiés avec les laves, sont constituées de tufs à cendre cristallins et de tufs à lapilli et à blocs. Les lapilli et les blocs (1 à 15 cm), de couleur blanchâtre et de composition intermédiaire (andésite ou dacite), baignent dans une matrice verdâtre chloriteuse à cristaux de plagioclase. Certains lits de pyroclastite, situés au sud-ouest du filon-couche, montrent une forte amphibolitisation.

En lame mince, la matrice des tufs grossiers et les tufs à cendre sont composés de cristaux de plagiocase saussuritisés (0,3 à 1,0 mm) dans une matrice silicifiée, chloritisée et légèrement carbonatée et/ou épidotisée. La séricite est aussi abondante dans les faciès cisaillés et déformés.

Filon-couche de Croinor

Le filon-couche de Croinor, dont l'attitude générale est de N295° avec un pendage de 50° à 65° vers le nord, présente une bonne signature magnétique en plus d'être délimité sur des affleurements et en forages. Son épaisseur varie de 60 à 150 m sur une longueur approximative de

3 km. De la base vers le sommet, trois lithologies ont été reconnues: une mélano-diorite, une leuco-diorite et une diorite quartzifère (figure 1).

La mélano-diorite de couleur vert foncé est grenue et riche en minéraux ferromagnésiens. Ce faciès est généralement folié ou mylonitisé, mais localement la texture primaire en mosaïque est bien préservée. Cette texture est caractérisée par des agglomérations de plagioclase, de quartz et de chlorite granoblastiques avec des cristaux disséminés d'amphibole et de pyroxène ouralitisés et chloritisés. Les cristaux de magnétite sont généralement remplacés par le leucoxène. La roche est légèrement carbonatée et épidotisée.

Dans les zones mylonitisées, la mélano-diorite présente des textures de pression-dissolution de la chlorite, parallèles au plan de cisaillement.

La leuco-diorite montre une texture diabasique et contient principalement du plagioclase et du quartz (< 10 %) ainsi que des reliques de cristaux d'amphibole. La magnétite, le leucoxène et l'apatite sont les minéraux accessoires les plus importants. La roche est généralement épidotisée, chloritisée et plus ou moins carbonatée.

La zone felsique supérieure, composée par la diorite quartzifère, est caractérisée par une matrice riche en quartz avec des cristaux millimétriques de quartz bleuté. Les minéraux interstitiels sont le plagioclase saussuritisé, la chlorite et l'apatite. Ce faciès est carbonaté et silicifié. Des lentilles discontinues de matériel granophyrique accompagnent ce faciès.

En lame mince, des intercroissances symplectiques entre le quartz et le plagioclase sont fréquentes et forment par endroits des textures granophyriques et myrmékitiques (figure 2). Ces textures sont associées à des faciès felsiques (15 à 20 % de quartz) et témoignent habituellement des phases finales de cristallisation.

Dyke dioritique

Le levé cartographique des affleurements du filon-couche de Croinor a mis en évidence la présence de dykes dioritiques injectés dans le filon-couche. Ces dykes sont généralement de faible puissance (moins de 1 m) et montrent des bordures de refroidissement centimétriques.

Deux types de dykes ont été reconnus. Le premier type, mélanocrate et de granulométrie

fine, est caractérisé par des petits yeux de quartz arrondis et une altération assez forte en chlorite et épidote. La minéralogie est complétée par des cristaux reliques de plagioclase, de quartz microgranoblastique et des traces de minéraux opaques.

Le second type de dyke se distingue plus difficilement du filon-couche par son altération similaire; carbonatation, silicification et chloritisation ainsi que par sa structure foliée et cisaillée. Le carbonate et le quartz présentent une texture microgranoblastique tandis que la chlorite et la muscovite montrent une texture lépidoblastique.

Porphyre quartzo-feldspathique

Le porphyre quartzo-feldspathique qui recoupe le filon-couche et les volcanites 365 m à l'ouest du puits est bordé à l'ouest et à l'est par un reseau de failles de décrochement de direction NW et N-S.

La roche est très foliée par endroit et les phénocristaux de quartz et de plagioclase, qui représentent jusqu'à 50% de la roche, ont subi de fortes rotations dans le plan de schistosité. La matrice est constituée de quartz granoblastique (50-60%) dans une pâte composée de chlorite (15%), de carbonate (10-25%) et de muscovite (10%). Aucune zone aurifère n'est connue dans ce porphyre qui semble postérieur à la minéralisation.

Roche hôte

La diorite quartzifère à lentilles granophyriques constitue la roche hôte du gisement de Croinor. On y reconnaît deux faciès principaux à proximité des zones minéralisées: le faciès métasomatisé non minéralisé et le faciès minéralisé (tableau 1).

Faciès métasomatisé non minéralisé

Le faciès métasomatisé et non minéralisé de la diorite quartzifère, de couleur gris pâle à brun-rougeâtre, est surtout silicifié, carbonaté et légèrement chloritisé et pyritisé. La foliation est soulignée par une schistosité peu marquée. L'aspect grenu de la roche disparaît dans les zones d'altération plus intense, où la schistosité est nettement plus développée.

Les zones fortement cisaillées de la diorite quartzifère métasomatisée, présentent une séricitisation très importante, accompagnée de carbonate, d'un peu de silice et parfois d'une forte quantité de pyrite. La chlorite persiste soit en fines lamines entre les plans de cisaillement ou en petites lentilles très étirées.

Faciès minéralisé

Le faciès minéralisé de la diorite quartzifère, de couleur blanchâtre en cassure fraîche, est tacheté de rouge par les carbonates de fer en surface altérée. Ce faciès se trouve dans les épontes des veines de quartz et des zones de cisaillement minéralisées ainsi qu'en borbure des brèches hydrauliques minéralisées. Toutes ces zones minéralisées présentent une déstabilisation complète de la magnétite titanifère au profit de la pyrite, du leucoxène et/ou du carbonate de fer. Des réseaux réticulaires résiduels d'ilménite sont parfois visibles dans la pyrite.

Les principales altérations hydrothermales du faciès minéralisé sont la séricitisation (séricite et fuchsite), la carbonatation (ankéritisation) et la pyritisation. Les autres minéraux d'altération plus localisés sont la chlorite dans les zones de cisaillement et la tourmaline dans l'éponte des fractures de tension.

Lithochimie

Les principales lithologies volcaniques et intrusives dans le secteur du gîte de Croinor ont été analysées pour les éléments majeurs, mineurs et certains éléments traces (tableau 2). Douze échantillons ont été choisis à partir de critères pétrographiques, notamment: le degré de préservation des textures et, dans la mesure du possible, le métasomatisme faible. Les échantillons de volcanite sélectionnés contiennent seulement 2 à 4 % d'éléments volatils (échantillons 8 à 12, tableau 2), respectant ainsi les critères de sélection de Gélinas et al., (1977). Les échantillons de diorite du filon-couche de Croinor présentent par contre une perte au feu élevée (4,25 à 12,6 %) causée par la forte carbonatation de l'ensemble des faciès (échantillons 1 à 7, tableau 2). L'examen pétrographique a déjà démontré que toutes les lithologies ont été affectées par le métamorphisme régional ou l'auréole métamorphique du batholite de Pershing (tableau 1).

Les résultats lithochimiques pour les roches volcaniques encaissantes du filon-couche

indiquent que les laves et les pyroclastites sont calco-alcalines (échantillons 8 à 12, figure 3a). La mélano-diorite, la leuco-diorite et la diorite quartzifère du filon-couche sont franchement tholéiitiques avec un enrichissement en fer pour les faciès plus différenciés (échantillons 1 et 2, figure 3a). Les échantillons no 3, 4 et 5 du filon-couche sont en dehors de la droite de différenciation dans ce diagramme AFM de Irvine et Baragar (1971). Ceci s'explique par le fait que ces roches sont fortement métasomatisées (carbonatation, épidotisation). L'effet de l'altération hydrothermale s'estompe cependant lorsque ces résultats d'analyse sont reportées sur le diagramme ternaire de Jensen (1976) (figure 3b).

Le diagramme Y vs Zr (figure 4), montre une consanguinité entre les différents faciès dioritiques du filon-couche; les valeurs en Y et Zr de la mélano-diorite, de la leuco-diorite et de la diorite quartzifère se distribuent en effet le long d'une droite de pente constante. Le filon-couche de Croinor et les volcanites encaissantes semblent par contre provenir de liquides d'affinité magmatique différente (figure 3 a et b), où les rapports Zr/Y sont plus élevés dans les volcanites que dans la diorite (tableau 2).

Sur la figure 5, nous avons reporté les valeurs de certains oxydes et éléments (MgO, TiO2, Y et Zr) d'échantillons prélevés sur une section N-S, localisée au sud du puits de la mine, et représentant les différentes lithologies du filon-couche. Les profils obtenus, qui sont continus et symétriques de part et d'autre d'une zone mylonitisée représentant une charnière anticlinale, illustrent le contrôle important de la cristallisation fractionnée dans la différenciation magmatique du filon-couche de Croinor. Le Mg, élément réfractaire, est plus abondant dans le coeur de l'anticlinal caractérisé par l'unité inférieure mafique du filon-couche. A l'opposé, les éléments hygromagmaphiles Ti, Y et Zr, abondants dans le magma résiduel, sont concentrés dans les bordures nord et sud plus felsiques du filon-couche lors du processus de cristallisation fractionnée. L'analyse pétrographique présente la même tendance de différenciation avec les termes les plus siliceux et les passages granophyriques dans les bordures nord et sud du filon-couche.

Métamorphisme

Les assemblages minéralogiques observés dans le filon-couche de Croinor (chlorite, albite, épidote, quartz, carbonate) ainsi que dans les volcanites encaissantes (chlorite, épidote,

actinote, quartz, albite) définissent un métamorphisme au faciès des schistes verts, zone à chlorite, correspondant au métamorphisme faible de Winkler (1979). Cet isograde est conforme au métamorphisme régional observé dans l'ensemble du territoire cartographié (Gaudreau et al., 1986; Lacoste et al., 1987).

Les minéraux primaires sont passablement altérés: les pyroxènes et les amphiboles sont ouralitisés et chloritisés; la magnétite-titanifère est partiellement transformée en leucoxène alors que le plagioclase est fortement albitisé et épidotisé.

Nous avons également noté quelques zones amphibolitisées dans les pyroclastites localisées au sud du filon-couche. Cette amphibolitisation caractérise un métamorphisme de contact du type cornéenne à amphibole, relié à l'intrusion du batholite de Pershing. Ce type de métamorphisme est très semblable à celui qui a été décrit dans les laves du Trivio au sud-ouest du batholite par Lacoste et al., (1987).

Structure locale

Nous avons résumé au tableau 3 les relations chronologiques entre les phases de déformation (D_1, D_2, D_3), les éléments structuraux (schistosités et linéations) et l'attitude des déformations souples, ductiles et cassantes. Nous décrivons ci-après les principaux éléments structuraux, les plis P_2 et P_3, les failles et les cisaillements E-W, les failles tardives N-S et NE et enfin les plis d'entraînement reliés aux failles

Eléments structuraux

La stratification primaire S_0, de direction E-W à NW-SE, est généralement bien conservée dans certaines bandes de volcanites et en particulier dans les faciès pyroclastiques.

La schistosité S_1 apparaît parfois dans les pyroclastites et forme un angle variant de 5° à 25° par rapport aux plans de la schistosité S_2. On retrouve dans certains horizons tufacés à l'ouest du gîte de Croinor des plis P_1 décimétriques, de direction E-W et à plongées variables.

La schistosité S_2, la plus pénétrative, possède une direction générale E-W variant de N275°

à N290° avec un pendage moyen de 70° vers le nord (tableau 3). Cette schistosité, particulièrement forte dans la diorite et les volcanites en bordure du contact entre ces deux unités, devient parallèle à la direction du contact (N290°) et présente un pendage qui varie de 40° vers le nord dans la diorite à 70° vers le nord dans les volcanites. Au coeur du filon-couche, correspondant à une charnière cisaillée de plis P_2, la déformation augmente: les phénomènes de "pression-dissolution" de minéraux comme la chlorite sont fréquents et la schistosité régionale se transpose dans les plans de cisaillement pour donner une roche cataclasée et recristallisée à structure de "C-S mylonite" (figure 6).

La linéation d'étirement régionale est bien marquée avec une direction de N075° à N090° et une plongée variant de 40° à 70° vers l'est (tableau 3). Cette linéation devient presque verticale à l'approche des zones de déformation et en particulier près de la zone mylonitisée du filon-couche de Croinor.

Plis P2 et P3

Lacoste et al., (1987) ont cartographié des plis régionaux P_2, déversés vers le sud; deux de ces plis peuvent être suivis sur plus de 10 km de longueur dans les volcanites à l'est du gisement de Croinor (non visibles sur la figure 1). Ces plis kilométriques, de direction N100°, plongent vers l'est de 30° à 60° et sont associés à la phase principale de déformation D_2 (Lacoste et al.,. 1987).

Un antiforme régional P_2, isoclinal et faillé, dont l'axe corrrespond à une bande mylonitisée de près de 15 mètres d'épaisseur, traverse d'est en ouest le filon-couche de Croinor (figure 1). La trace axiale de cet antiforme traverse le contact nord entre le filon-couche et les pyroclastites à l'est du gisement de Croinor puis se confond avec la mylonite située dans la mélano-diorite. La zone mylonitisée n'est plus observée dans les sections de forage à l'ouest du porphyre quartzo-feldspathique. Le filon couche à l'ouest du porphyre ne semble pas plissé car le faciès de diorite quartzifère n'est présent que dans la bordure nord du filon-couche.

Une autre phase de déformation, reliée au raccourcissement N-S, a été détectée dans l'ensemble des travaux souterrains et de surface. Elle est représentée par une ondulation générale décamétrique des plans de foliation de la schistosité régionale S_2, ainsi que par le plissotement des veines de quartz N-S et N-E. Cette déformation, probablement reliée à la phase D_3, est plus évidente dans les unités tufacées. Les kinks sont subverticaux et de direction N050° et N310°. Les quelques plis conjugués P_3 observés présentent des plans axiaux de direction NE et

NW et une plongée de 65° vers le NE ou le NW.

Failles inverses

Les contraintes selon les axes de déformation Z (N-S) et Y (E-W) ont entraîné le développement dans le filon-couche, de failles inverses de direction E-W à proximité des contacts nord et sud avec les volcanites (figure 7a et tableau 3). Ces failles inverses, mieux connues sur le flanc nord de la diorite, forment une zone tectonique d'une puissance de 1 à 30 m qui recoupe le contact diorite-volcanite avec un angle de 15° à 25° (sens anti-horaire) pour disparaître ensuite vers l'est dans les volcanites. L'attitude générale de cette zone est de N265° à N280° avec un pendage vers le nord de 50° à 65°. Des brèches hydrauliques minéralisées se développent parfois dans le toit (compartiment nord) de la faille alors que le mur (compartiment sud) est plutôt cisaillé (figure 7a).

Les failles sont marquées pas une linéation qui plonge abruptement vers le nord (N000° à N015°) suggérant un mouvement vertical majeur. Les indicateurs cinématiques, tels les plis d'entraînement et les crochons de faille, confirment le mouvement inverse des failles. Une série de fractures étroites conjuguées, sub-horizontales et injectées de veines de quartz lenticulaires et discontinues, est associée aux failles inverses.

L'étude des sections de forage indique que ces failles inverses, structures hôtes des minéralisations aurifères, présentent un pendage variable en profondeur, passant de 50° vers le nord à sub-horizontal à certain niveau. De plus ces failles se répètent en profondeur donnant un profil minéralisé en échelon.

Cisaillements

Les zones de failles inverses sont reprises par un système tardif de cisaillement métrique minéralisé, d'orientation E-W (figure 7a et tableau 3). Ces zones de cisaillement, longeant les failles inverses, présentent un pendage sub-parallèle au pendage de ces failles, à la surface comme en profondeur. La linéation résultant de l'intersection des surfaces "C" et "S" a une direction de N090° et une plongée variant de 15° vers l'est à 15° vers l'ouest. Les fabriques "C-S", observées dans la projection horizontale de la zone de cisaillement, indiquent un mouvement dextre. L'entraînement de la schistosité régionale dans le plan de cisaillement se fait sentir, par endroits, à plus d'un mètre de la zone de cisaillement principale. Cet entraînement de la

schistosité n'a pu se faire que dans des conditions de pression élevée, étant donné le comportement ductile de la diorite, généralement considérée comme une roche compétente à comportement plutôt cassant. Nous avons aussi observé des micro-plis isoclinaux et des microlithons centimétriques entre les plans "C" dans les zones de cisaillement.

Failles inverses tardives

Les zones de faille et de cisaillement E-W sont recoupées par un réseau de petites failles inverses conjuguées de directions N350° et N060° (figure 7b). Les failles N-S, les plus fréquentes présentent un pendage de 50° à 70° vers l'est et un mouvement dextre, tandis que les failles NE ont un pendage d'environ 70° vers l'ouest et un mouvement senestre. En général ces failles ont un déplacement latéral faible de l'ordre de 3 à 5 mètres. L'identification et l'interprétation cinématique de ces structures tardives sous-terre est importante pour comprendre la continuité des zones minéralisées E-W.

Autres structures

Le degré élevé de ductilité de la diorite durant la déformation est souligné par le développement de nombreux plis d'entraînement d'amplitude métrique, observés le long des zones de failles inverses et de cisaillements E-W. La charnière de ces plis est pincée et le plan axial est généralement sub-parallèle au plan de cisaillement ou plan de faille. Contrairement à l'interprétation de Veilleux (1984), ces plis d'entraînement, qui résultent d'un cisaillement simple, n'ont pas de relation avec les plis régionaux P_2 et P_3 et par conséquent ne jouent qu'un rôle mineur sur la géométrie des structures aurifères.

D'autres plis d'entraînement d'amplitude décimétrique à métrique ont été observés le long des plans de failles conjugées NE et N-S. La charnière de ces plis a une direction moyenne de N045° et une plongée de 40° vers le NE. Une partie de la minéralisation semble légèrement remobilisée à partir des structures E-W vers la charnière de ces plis d'entraînement sous forme d'amas centimétriques et de micro-veinules de pyrite. L'importance de ces remobilisations reste à vérifier même si les quantités de sulfure dans les charnières de plis sont faibles.

Une faille NW, d'âge incertain a été identifié 365 m à l'ouest du puits au contact entre un dyke de porphyre quartzo-feldspathique et le filon-couche de Croinor. Cette faille à rejet horizontal apparent dextre décroche le filon-couche sur une distance de 45 m.

GEOLOGIE ECONOMIQUE

Structures aurifères

Les principales structures aurifères dans le secteur du gîte de Croinor sont directement associées à la zone de faille inverse qui recoupe la diorite quartzifère sur le flanc nord de l'anticlinal. La minéralisation se trouve essentiellement dans des structures planaires relativement rectilignes et continues: 1) soit dans des brèches hydrauliques constituées de diorite fracturée et injectée de veines de quartz, 2) soit dans la diorite foliée et métasomatisée identique aux fragments de la brèche hydraulique, 3) soit dans la diorite fortement cisaillée injectée de veines de cisaillement lenticulaires, 4) soit dans les veines de tension subhorizontales.

1) Brèches hydrauliques

Les brèches hydrauliques forment des structures subverticales lenticulaires avec une direction subparallèle à l'orientation des failles inverses. Elles sont composées de fragments anguleux (1 à 5 dm de diamètre) orientés de diorite quartzifère foliée, de composition semblable à la diorite des épontes. La matrice, constituée de quartz fumé bleu et blanc et d'un peu de tourmaline, représente jusqu'a 75 % du volume de la brèche (figure 8). Les fragments de diorite sont fortement silicifiés et ankéritisés et contient 1 à 10% de cristaux grossiers et d'agrégats de pyrite aurifère. L'éponte sud de la brèche hydraulique est généralement cisaillée alors que l'éponte nord est plutôt foliée.

Le mécanisme de formation de ces brèches s'apparente à celui des veines hydrauliques qui sont formées par injection rapide sous une forte pression de fluides hydrothermaux dans les zones de faiblesse de la roche. Ce mécanisme de formation des brèches par chute de pression favorise la précipitation de l'or. Des teneurs supérieures à 25 g/t Au sont identifiées dans les brèches hydrauliques (tableau 4). Ces brèches hydrauliques représentent la structure aurifère ayant les teneurs en or les plus constantes du gisement de Croinor.

2) Diorite foliée et métasomatisée

Les zones grenues et foliées du faciès de diorite quartzifère, fortement silicifiées et carbonatées (ankérite), contiennent de 2 à 8% de pyrite aurifère hypidiomorphe et disséminée.

Cette diorite foliée est similaire aux fragments de diorite, observés à l'intérieur de la brèche hydraulique. Les teneurs en or de cette structure sont très erratiques.

3) Diorite fortement cisaillée

Dans la diorite quartzifère, la bordure du compartiment sud (compartiment affaissé) des failles inverses de direction E-W est généralement caractérisée par une zone de cisaillement métrique (postérieure aux failles inverses) et légèrement ondulée. Ces zones de cisaillement sont le site de remobilisation d'or ou d'une nouvelle venue d'or. Cette zone riche en séricite, fuchsite et carbonate est injectée de veinules sub-concordantes, centimétriques à décimétriques et très lenticulaires ou boudinées (figure 9). Ces veinules sont généralement composées de quartz fumé et de tourmaline massive. Elles sont bordées d'épontes centimétriques ankéritisées, de couleur brun-orangé, contenant de la pyrite millimétrique, allotriomorphe et très étirée, ainsi que de l'or libre disséminé dans la roche. L'or a aussi été observé dans les amas lenticulaires de pyrite et à l'état libre dans les veines de quartz. Latéralement, les teneurs en or semblent souvent erratiques. Néanmoins, les meilleures valeurs d'or intersectées dans les forages de la compagnie Sullivan ont été trouvées dans ce type de structure aurifère, spécialement là où les cisaillements contiennent des plis parasites d'entraînement.

4) Veines de tension subhorizontales

Des veines de quartz discontinues, associées aux failles inverses se sont injectées dans des fractures de tension sub-horizontale à pendage faible vers le SE. L'angle entre le plan de faille inverse (système en compression) et le plan des veines sub-horizontales (système en tension) est de 75°. Les veines sub-horizontales sont principalement constituées de quartz blanc, de cristaux agglomérés de tourmaline et de carbonate. La pyrite aurifère à texture idiomorphe est présente en cristaux centimétriques.

Les autres veines plus tardives, injectées dans les fractures de tension d'orientation et de pendage variable, ne semblent pas minéralisées. Ces veines sont composées uniquement de quartz blanc-laiteux. Elles sont microplissées si elles sont de direction N-S et NE et boudinées si elles sont de direction E-W.

Zones minéralisées

Nunes (1984) et Veilleux (1984) ont reconnu quatre zones minéralisées principales dans la diorite quartzifère métasomatisée, cisaillée, injectée de veines de quartz et parfois brèchique (figure 1). La direction de ces zones est de N290° avec un pendage de 40° vers le nord, excepté sous le niveau 500 où le pendage devient plus abrupt. Ces zones minéralisées correspondent à des zones tectoniques reliées aux failles inverses; elles ont d'abord été décrites par Nunes (1984) et ensuite réévaluées par Veilleux (1984) pour le calcul des réserves. Nous donnerons un bref aperçu la localisation, des dimensions et des réserves de chacune de ces zones.

La zone I semble la mieux définie jusqu'à présent. Elle est visible en surface au grand décapage situé 120 m au SE du puits (figure 1) et se trouve près du contact nord diorite-volcanite, sous le niveau 250 de la mine. Elle s'étend en profondeur jusqu'au niveau 500 dans sa partie est et jusqu'au niveau 125 dans sa partie ouest, suggérant une légère plongée vers l'est de cette zone minéralisée (Nunes, 1984). Elle possède une épaisseur moyenne de 2,7 m, une profondeur de 37 m et une longueur d'environ 600 m (Nunes, 1984). Les réserves totales, diluées à 20 %, ont été estimées à 128 000 tonnes avec une teneur de 3,77 g/t Au (Veilleux, 1984).

La zone II débute près du niveau 500 et peut monter jusqu'au niveau 375 pour se terminer au contact entre la diorite et les volcanites. Elle est composée de deux veines principales et peut être suivie entre les sections 4+00W et 12+00W (figure 1). L'épaisseur moyenne de cette zone est de 2,4 m et elle s'étend sur près de 67 m de profondeur (Nunes, 1984). Les réserves totales, diluées à 20 %, ont été estimées à 139 00 tonnes avec une teneur de 5,21 g/t Au (Veilleux, 1984).

La zone III localisée à une profondeur verticale de 210 m semble sub-horizontale. Elle n'a été intersectée que de la section 7+00W à la section 8+00W (figure 1). Son épaisseur est de 2,8 m, sa largeur est d'environ 45 m alors que la longueur est d'au plus 30 m (Nunes, 1984). Les réserves ont été estimées par Nunes (1984) à 19 000 tonnes avec une teneur de 7,89 g/t Au. Ces réserves, qui n'ont pas été identifiées spécifiquement par Veilleux (1984) sont probablement regroupées avec les réserves situées en profondeur.

La zone IV, identifiée par Veilleux (1984), est intersectée à la section 4+00W au niveau 375 et entre les sections 5+00W et 9+00W au niveau 500 (figure 1) suggérant une légère plongée vers l'ouest de cette zone minéralisée. Cette zone regroupe des réserves totales, diluées à 20 %, de 78 500

tonnes avec une teneur de 5,9 g/t Au.

Les autres zones, considérées dans les calculs de réserves de Veilleux (1984) sont situées soit en profondeur, soit en bordure ouest du porphyre quartzo-feldspathique et ne représentent que des quantités mineures de minerai.

Métasomatisme

Les principales altérations hydrothermales, pouvant servir de guide à la localisation des zones minéralisées, sont la carbonatation (ankérite), la silicification et la pyritisation qui augmentent très rapidement à l'approche des zones de failles et de cisaillements. La carbonatation forme de grands halos décamétriques limitant les blocs minéralisés et longeant les grandes structures aurifères. La silicification se développe particulièrement dans l'éponte métasomatisées d'épaisseur métrique des zones minéralisées. La pyritisation présente une distribution similaire à la silicification mais d'avantage restreinte aux structures aurifères.

Les autres minéraux d'altérations plus localisées sont la séricite, la fuschite et la tourmaline massive dans les zones de cisaillement, et la tourmaline cristalline dans les fractures de tension sub-horizontales et les brèches hydrauliques.

Géochimie de l'or

Le tableau 4 présente les résultats d'analyses d'éléments traces sur des échantillons minéralisés de diorite, de veines de quartz et de porphyre quartzo-feldspathique; les échantillons sélectionnés ont été prélevés en surface dans la zone décapée, et sur des carottes de forage.

Même si les bonnes teneurs d'or sont généralement associées à des valeurs plus élevées de Ag, As et Fe (tableau 4), il ne semble pas y avoir de corrélation significative entre la présence de l'or et ces divers éléments traces. Il en va de même pour les relations entre le Cu et l'or ou le Cr et l'or (tableau 4), qui semblent indiquer une distribution erratique de l'or par rapport à la chalcopyrite et à la fuchsite. Il est a noter que le Te semble absent des zones minéralisées à une

exception près (tableau 4). Par contre, le W, indicateur possible de la scheelite est bien présent dans l'environnement des zones minéralisé avec des teneurs de l'ordre de 10 à 60 ppm. Pour identifier des cibles aurifères, ces divers éléments traces ne semblent pas de meilleurs traceurs aurifères que l'or lui-même.

Toutefois la présence de sulfures s'avère un bien meilleur guide. En effet les zones riches en pyrite sous forme de cristaux grossiers sub-idiomorphes (0,8 à 1,5 cm) sont habituellement accompagnées de valeurs d'or anomales et souvent économiques.

Etude métallographique

Les principaux minéraux métalliques observés dans le gisement de Croinor sont la magnétite et l'ilménite primaires (1 à 5 %), la pyrite avec inclusions d'or (2 à 8 %) et des traces de chalcopyrite et de pyrrhotite.

Magnétite et ilménite primaires

La magnétite et l'ilménite primaires à texture idiomorphe à hypidiomorphe sont intimement associées. Par endroits, l'ilménite se présente en fines inclusions (exsolutions) dans la magnétite. La magnétite est plus abondante dans le faciès de mélano-diorite, alors que l'ilménite tend à se concenter dans le faciès de leuco-diorite et de diorite quartzifère. Sous l'influence des solutions hydrothermales riches en soufre, la magnétite et l'ilménite se déstabilisent au profit de la pyrite, d'un peu de pyrrhotite et d'un assemblage constitué de chlorite, carbonate et leucoxène.

Pyrite

Deux générations de pyrite ont été identifiées; la pyrite tectonisée et la pyrite non-tectonisée. La pyrite aurifère tectonisée sub-idiomorphe présente une texture poeciloblastique avec de nombreuses inclusions de quartz, chlorite et séricite. Cette pyrite, localisée dans les zones foliées, les brèches hydrauliques et les veines sub-horizontales, est micro-fracturée et légèrement déformée. La pyrite, localisée dans les zones de cisaillement, est très étirée et recristallisée sous forme d'amas lenticulaires. Ces cristaux de pyrite aurifère sont donc pré à syn-cinématiques par rapport à la déformation cassante (faille inverse et brèche hydraulique) et pré-cinématiques par

rapport à la déformation ductile (cisaillement E-W).

La seconde génération de pyrite est sous forme de plages allotriomorphes ou de veinules non déformées contenant de nombreuses inclusions de chalcopyrite et un peu d'or. Cette pyrite est syn à post-cinématique par rapport aux déformations ductiles et cassantes. Elle se trouve dans les mêmes structures aurifères que la première génération de pyrite mais toujours en bordure des failles conjuguées inverses N-S et NE. Cette pyrite est reliée soit à une deuxième venue de fluides hydrothermaux ou soit à la recristallisation de la pyrite de première génération sous l'effet des contraintes tectoniques.

Chalcopyrite

La chalcopyrite se présente dans la gangue en petits cristaux millimétriques ou sous forme de plages. On la retrouve aussi associée à la pyrite aurifère de première génération, où elle forme des micro-veinules remplissant avec l'or les fissures et les cavités de la pyrite tectonisée. La chalcopyrite est également présente en inclusions dans la pyrite de seconde génération.

Or

L'or est associé préférentiellement à la pyrite grossière tectonisée dans les épontes des veines et dans les fragments des brèches hydrauliques. On le retrouve en inclusions et sous forme de remplissage à l'intérieur de microfissures orthogonales dans la pyrite idiomorphe tectonisée (figure 10), ainsi qu'en inclusions dans la pyrite non déformée. Occasionnellement, l'or se trouve à l'état libre dans les veines et veinules de quartz fumé des zones de cisaillement ainsi que dans les épontes fortement métasomatisées. Une étude semi-quantitative à la microsonde électronique révèle que l'or contient généralement de 10 à 20% d'argent.

Ordre de cristallisation

Selon les observations métallographiques, l'ordre de cristallisation des minéraux métalliques du gisement de Croinor est le suivant: 1) magnétite et ilménite, 2) pyrite tectonisée (pyrrhotite), 3) or, (chalcopyrite), 4) pyrite non tectonisée et or (?).

DISCUSSION DES RESULTATS ET CONCLUSION

Facteurs de contrôle de la minéralisation aurifère

Les principaux facteurs de contrôle de la minéralisation aurifère à Croinor sont de nature structurale, faciologique et chimique et se manifestent de différentes façons à l'échelle régionale, à l'échelle locale ou du gisement et enfin à l'échelle microscopique ou lithochimique.

Facteurs de contrôle régionaux

-Se situe en bordure de failles inverses E-W ou dans des zones de cisaillement E-W.

-Dans un filon-couche dioritique différencié.

-A proximité d'un contact entre des roches volcaniques et intrusives.

Facteurs de contrôle locaux (à l'échelle du gisement)

-Dans des zones cisaillées, subparallèles à la schistosité S_2, d'orientation approximative E-W et dans des veinules de quartz lenticulaires associées aux cisaillements.

-Dans des brèches hydrauliques ou dans des veines de tension subhorizontales.

-Associé au faciès le plus différencié du filon-couche dioritique et correspondant à une diorite quartzifère parfois granophyrique.

-Chloritisation étendue du filon-couche dioritique; halos décamétrique de carbonatation et métrique de silicification limitant les blocs minéralisés.

-Séricitisation (séricite et fuchsite) associée à la roche fortement cisaillée et minéralisée.

-Ankérite, tourmaline et pyrite abondantes dans les zones minéralisées et épontes immédiates.

Facteurs de contrôle microscopiques ou lithochimiques

-Pyrite qui origine en bonne partie de la déstabilisation de la magnétite titanifère

-Or à l'état libre dans le quartz fumé ou dans la diorite quartzifère métasomatisée.

-Or sous forme d'inclusion ou de remplissage de fracture dans la pyrite tectonisée ou sous forme d'inclusion dans la pyrite non tectonisée.

-Contrôle chimique marqué par une association entre la minéralisation aurifère et le faciès enrichi en fer de la diorite différenciée qui représente une zone propice à la réduction et à la

précipitation des fluides hydrothermaux.

-Métasomatisme impliquant des apports de K_2O, CO_2, B, et S et de certains éléments métalliques Au, Ag, (W), (Cr) et (As).

Comparaison avec d'autres gisements

Considérant la nature de la roche hôte et le contexte structural, nous pouvons établir des comparaisons entre certains paramètres des zones minéralisées du gisement de Croinor et ceux des gisements de Louvicourt Goldfield et de Sigma 2 dans la région de Val d'Or. Tous ces gisements sont de type filonnien et localisés dans des filon-couches différenciés.

A Croinor, les meilleures anomalies aurifères sont localisées dans le faciès de diorite quartzifère comportant des lentilles de granophyre et constituant la partie sommitale d'un filon-couche différencié. Cette relation faciologique entre les zones minéralisées et le faciès le plus différencié d'un filon-couche a aussi été soulignée pour les mines de Louvicourt Goldfield (Latulippe, 1985; Sauvé, 1985) et de Sigma 2 (Latulippe, 1985; Gaudreau et al., 1986; Hébert et al., soumis). Il est cependant difficile d'établir pour Croinor une relation génétique entre les processus de différenciation magmatique et la concentration de l'or à cause du degré élevé de déformation et de métasomatisme des échantillons étudiés.

Ces gisements sont aussi associés à des zones de faille ou de cisaillement E-W injectées de veines de quartz aurifères. Pour les trois gisements cités, la diorite quartzifère et le granophyre sont des faciès de bordure du filon-couche, situés à proximité de contacts volcano-intrusifs favorisant le développement des comportements ductiles et cassants de la roche. La roche hôte est fortement métasomatisées même si la nature et l'intensité du métasomatisme peut varier d'un gisement à l'autre. A Croinor, le métasomatisme est caractérisé par une forte carbonatation et une silicification, tandis qu'au gisement de Louvicourt Goldfield la carbonatation est modérée et est accompagné d'une biotisation (Sauvé, 1985). Le gisement de Sigma 2 présente une chloritisation, une silicification mais une absence de carbonatation (Hébert et al., soumis). Les principaux sulfures des zones minéralisées sont la pyrite et un peu de chalcopyrite pour les gisements de Croinor et de Louvicourt Goldfield (Sauvé, 1985) et l'arsénopyrite, la pyrite et un peu de pyrrhotite et de chalcopyrite pour le gisement de Sigma 2 (Hébert et al., soumis).

Conclusion

Le gîte aurifère de Croinor se définit comme un gisement de type épigénétique dans lequel les métallotectes structuraux et faciologiques semblent les plus importants.

Nous avons en effet démontré les relations directes qui existent entre l'évolution de la déformation, l'injection de veines de quartz et la minéralisation aurifère. Ces relations, que nous illustrons à la figure 11, sont marquées par une déformation D_2 (contrainte tectonique N-S), qui évolue graduellement dans le temps 1) d'une phase souple et ductile (plissement E-W et formation de C-S mylonite dans la mélano-diorite), 2) à une phase cassante (failles inverses, brèches hydrauliques, fractures de tension), 3) pour se terminer par une phase ductile (cisaillements E-W). Les deux dernières phases ont probablement contribué à la création d'une porosité dans la roche entraînant a) la circulation de solutions hydrothermales, b) la carbonatation, la silicification et la séricitisation extensive des roches, c) l'injection de veines de quartz et d) la minéralisation du faciès de diorite quartzifère. Finalement, la présence de failles inverses de décrochement, de direction N-S et NE, semble avoir contribué à une remobilisation légère de la minéralisation et à une recristallisation des sulfures aurifères.

Les meilleures anomalies aurifères du gisement de Croinor sont localisées dans le faciès de diorite quartzifère enrichi en fer et constituant la partie sommitale du filon-couche différencié de Croinor. Nous avons déjà suggéré que l'apport métasomatique de soufre dans ce faciès particulièrement riche en fer a favorisé la déstabilisation de la magnétite et de l'ilménite au profit de la pyrite, d'un peu de pyrrhotite et d'un assemblage constitué de chlorite, carbonate et leucoxène. Cette nouvelle association minéralogique semble avoir favorisé la précipitation de l'or dans les micro-fractures de la pyrite ou à proximité de minéraux riches en fer.

Enfin rappelons que la diorite quartzifère et le granophyre possèdent les caractéristiques rhéologiques adéquates à la déformation cassante et à la canalisation des fluides minéralisants. De plus ces roches sont des faciès de bordure du filon-couche et se situent à proximité de contacts volcano-intrusifs, où la différence de compétence des roches favorise le développement de fractures et de cisaillements. Le flanc sud du filon-couche de Croinor, caractérisé par une zone très cisaillée au contact entre les roches volcaniques et l'intrusif, représente une cible de choix pour la recherche de nouvelles zones minéralisées dans le secteur où le filon-couche est plissé et où

le faciès de diorite quartzifère est présent.

L'identification de failles et de cisaillement E-W, la nature différencié et enrichie en fer d'un filon-couche dioritique constituant la roche hôte et la proximité d'un contact volcano-intrusif mettant en présence des roches de compétences différentes, constituent des métallotectes aurifères qui méritent une attention particulière en exploration.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été commandité par le Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec par l'entremise du Département de Géologie de l'Université Laval.

Nous tenons à remercier d'une façon particulière L. Imreh du Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec pour les nombreuses discussions sur le terrain et en laboratoire; ces échanges nous ont permis d'apporter les précisions nécessaires à l'élaboration des modèles gîtologiques. Nous remercions aussi C. Veilleux de la compagnie Les Mines Sullivan Inc., ainsi que M. Bérubé, consultant, qui ont favorisé ce travail en nous donnant accès à une documentation essentielle et aussi avec qui nous avons eu des discussions fructueuses.

REFERENCES

BELL, L.V. et BELL, A.M., 1933 - Terrains miniers de la région de Pascalis-Louvicourt. Service des Mines du Québec, Québec; Rapport annuel 1932, partie B, pages 3-69.

BELL, L.V. et BELL, A.M., 1932 - Région des sources de la rivière Bell avec détails des gîtes aurifères de Pascalis et de Louvicourt. Service des Mines du Québec, Québec; rapport annuel, 1931, partie B, pages 69-144.

BROWN, P.K., 1975 - Summary report, 1975 field program. Les Mines Abigold Inc. Croinor property, Pershing township, Quebec, Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; GM 31862, 25 pages.

BROWN, P.K., 1976 - Supplementary report, revised mineral inventory, Les Mines Abigold Inc. Croinor property, Pershing township, Quebec; Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; GM 32279, 21 pages.

CANADIAN MINES HANDBOOK, 1983 - Northern Miner Press Ltd, Toronto, 523 pages.

DRESSER, J. A. et DENIS, T. C., 1949 - Géologie du Québec, Ministère des Mines du Québec, R.G. 20, 562 pages.

GAUDREAU, R. - LACOSTE, P. - ROCHELEAU, M., 1986 - Géologie et gîtologie de Louvicourt-Vauquelin, Abitibi, Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; MB 86-67, 124 pages.

GAUDREAU, R. - PERRIER, B. - ROCHELEAU, M. et LACOSTE, P., (soumis) - Gîtologie et métallogénie du secteur Vauquelin, Pershing et Haig. Dans: Synthèse stratigraphie, paléogéographique et gîtologique du secteur Vauquelin, Pershing et Haig, rapport d'étape (phase 2), Michel Rocheleau éditeur, . Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec. 153 pages.

GELINAS, L. - BROOKS, C. - PERRAULT, G. - CARIGNAN, J. - TRUDEL, P. et GRASSO, F., 1977 - Chemo-stratigraphic divisions within the Abitibi Volcanic Belt, Rouyn-Noranda district, Québec. Dans: Volcanic regimes in Canada, éditeurs W.R.A. Baragar, L.C. Coleman, J.M. Hall, The Geological Association of Canada, Special paper **16**, pages 265-295.

GERMAIN, M., 1973 - Géologie du quart nord-est du canton de Pershing, comté d'Abitibi-Est, Québec. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, Québec; DP 198, 22 pages.

HEBERT, R. - GAUDREAU, R. - PERRIER, B. - GIGUERRE, C. - ROCHELEAU, M. et LACOSTE, P., soumis - Le gisement de Sigma 2. Pétrologie et gîtologie d'un filon-couche différencié et minéralisé. document interne, Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec.

INGHAM, W. N., 1944 - Report on the property, Croinor Pershing Mines Ltd Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; GM 08499A, 18 pages

IRVINE, T.N. et BARAGAR, W.R.A., 1971 - A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Journal Canadien des Sciences de la Terre, vol. **8**, pages 523-545.

JAMES, W.F. et BUFFAM, B. S. W., 1948 - Croinor Pershing Mines Ltd, Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; GM 00372, 13 pages.

JENSEN, L.S., 1976 - A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. Ministry of Natural Ressouces, Ontario, Division of Mines, Miscellaneous Paper 66, 30 pages.

LACOSTE, P. - GAUDREAU, R. - ROCHELEAU, M. et RACINE, M., (soumis) - Géologie du secteur Vauquelin, Pershing et Haig. Dans: Synthèse stratigraphie, paléogéographique et gîtologique du secteur Vauquelin, Pershing et Haig, rapport d'étape (phase 2), Michel Rocheleau éditeur, . Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec. 153 pages.

LACOSTE, P. et GAUDREAU, R., 1986- Cantons de Vauquelin et de Pershing, Abitibi-Est. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; carte annotée, DP 85-32.

LATULIPPE, M., 1985 - Val d'Or-Matagami. Dans: Rapports de représentants régionaux 1984, Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; DV 85-02, pages 43-70.

MIDDLETON, B.M., 1973 - Report on Croinor-Pershing gold prospect, Pershing township, Quebec; Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; GM 29566, 25 pages.

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES DU QUEBEC, 1979 - Fiche de gîte minéral, No 32 C/3-43, gîte Abigold, 4 pages.

NORMAN, G. W. H., 1947 - Vauquelin, Pershing and Haig Township, Abitibi County, Québec, Geological Survey of Canada, Paper 47-12 et 47-6.

NUNES, J., 1984 - Summary report, 1983 program, Sullivan Mines Inc., Croinor Gold Deposit, Pershing township, rapport de compagnie, 37 pages.

SAUVE, P., 1985 - Géologie de la mine d'or Louvicourt Goldfield, Région de Val d'Or. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; MB 85-43, 28 pages.

SCHAAF, R.E. et BROWN, P.K., 1974 - Evaluation report, underground exploration program, Les Mines Abigold Inc. Croinor property, Pershing township, Quebec; Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, Québec; GM 30000, 40 pages.

VEILLEUX, C. A., 1984 - Summary report on the Croinor gold projet Pershing twp., Québec, rapport interne Les mines Sullivan, 11 pages.

WINKLER, H.G.F., 1979 - Petrogenesis of metamorphic rocks. Fifth edition. Springer-Verlag New-York Inc., 348 pages.

LISTE DES FIGURES

1- Carte géologique détaillée de l'environnement du gisement de Croinor.

2- Photomicrographie illustrant la texture myrmékitique du faciès de diorite quartzifère du filon-couche de Croinor. (Lumière transmise, polarisée, X 20).

3- Diagrammes AFM de Irvine et Baragar (1971) (3a) et de Jensen (1976) (3b) indiquant la limite entre les champs tholéiitique et calco-alcalin et illustrant les affinités lithochimiques des roches volcaniques du Groupe de Harricana dans le secteur du gisement de Croinor. Les numéros correspondent aux analyses chimiques du tableau 2.

4- Diagramme de Y vs Zr illustrant une consanguinité entre les différents faciès dioritiques du filon-couche de Croinor.

5- Diagrammes de variations d'oxydes et d'éléments (MgO, TiO2, Y, Zr), d'échantillons prélevés sur une section N-S traversant le filon-couche, localisée au sud du puits de la mine.

6- Mélano-diorite présentant une structure de C-S mylonite localisée au sud-est du puits de la mine, dans la zone de décapage.

7- Diagrammes tridimensionnels illustrant la cinématique de la déformation en relation avec les structures aurifères du gisement de Croinor.

8- Brèche hydraulique à fragments décimétriques minéralisés sur le toit (compatiment nord) et cisaillement dextre le long du mur (compartiment sud) d'une faille inverse. Zone de décapage au sud-est du puits de la mine.

9- Zone de cisaillement dextre minéralisée riche en séricite, fuchsite et carbonate, et

injectée de veinules lenticulaires de quartz sub-concordantes centimétriques à décimétriques.

10- Microphotographie illustrant des inclusions d'or remplissant les cavités de la pyrite micro-fracturée. Zone minéralisée au sud-est du puits de la mine (lumière réfléchie, normale, X 20).

11- Relations temporelles de la déformation, des veines de quartz et de la minéralisation aurifère du gisement de Croinor.

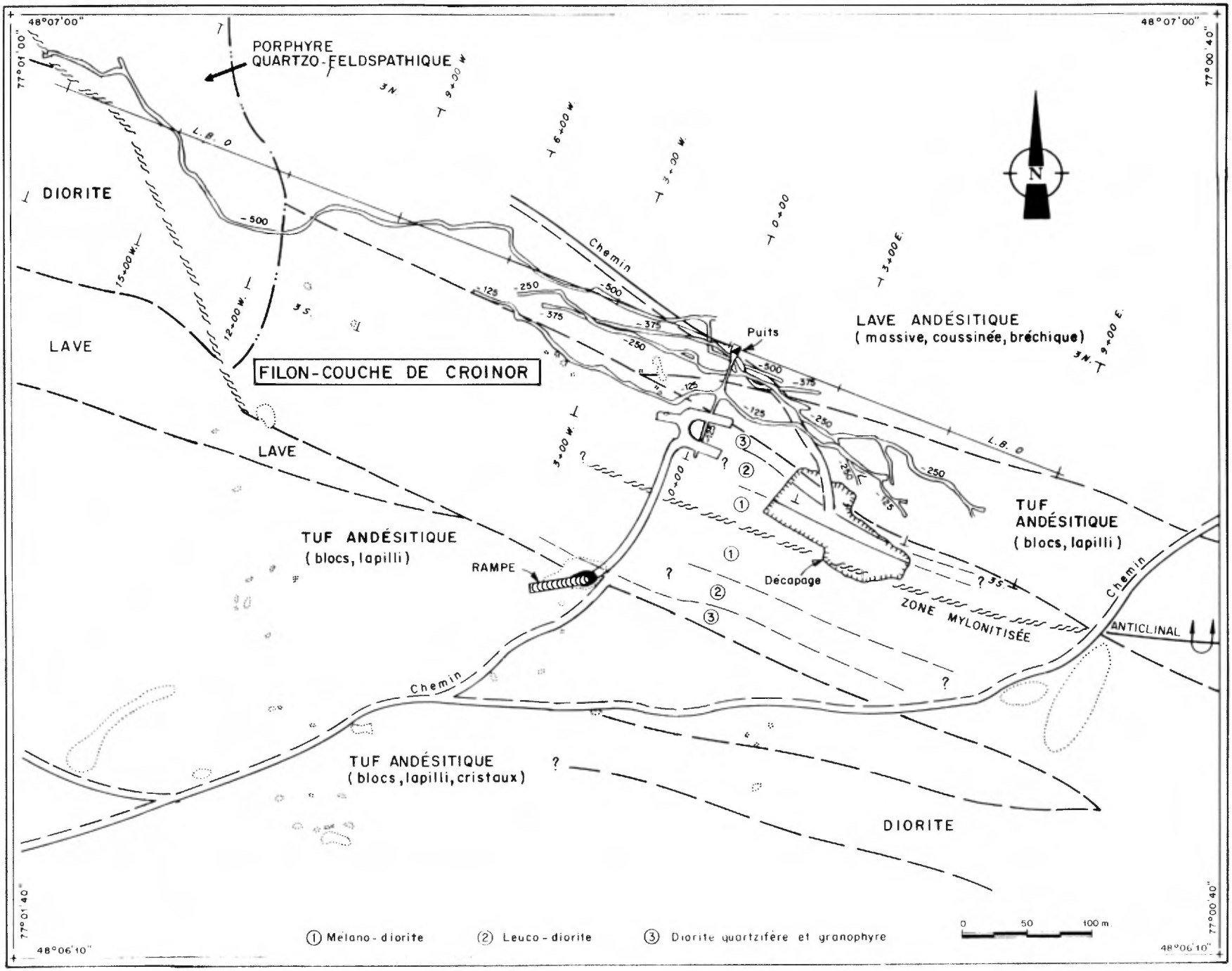
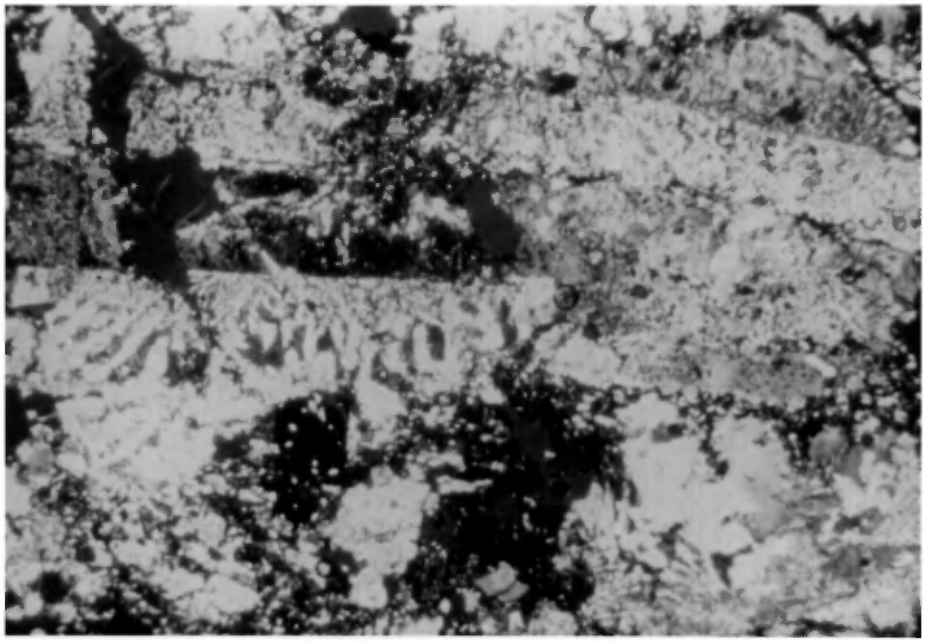

48°07'00"
77°01'00"
77°00'40"
48°06'10"
PORPHYRE
QUARTZO-FELDSPATHIQUE
DIORITE
LAVE
LAVE
FILON-COUCHE DE CROINOR
LAVE ANDÉSITIQUE
(massive, coussinée, bréchique)
TUF ANDÉSITIQUE
(blocs, lapilli)
TUF ANDÉSITIQUE
(blocs, lapilli)
TUF ANDÉSITIQUE
(blocs, lapilli, cristaux)
DIORITE
Chemin
Puits
RAMPE
Décapage
ZONE MYLONITISÉE
ANTICLINAL
L.B. 0
N
① Mélano-diorite
② Leuco-diorite
③ Diorite quartzifère et granophyre
0
50
100 m

Figure 1



1 mm ---------

Figure 2

DIAGRAMME AFM DE IRVINE ET BARAGAR (1971).

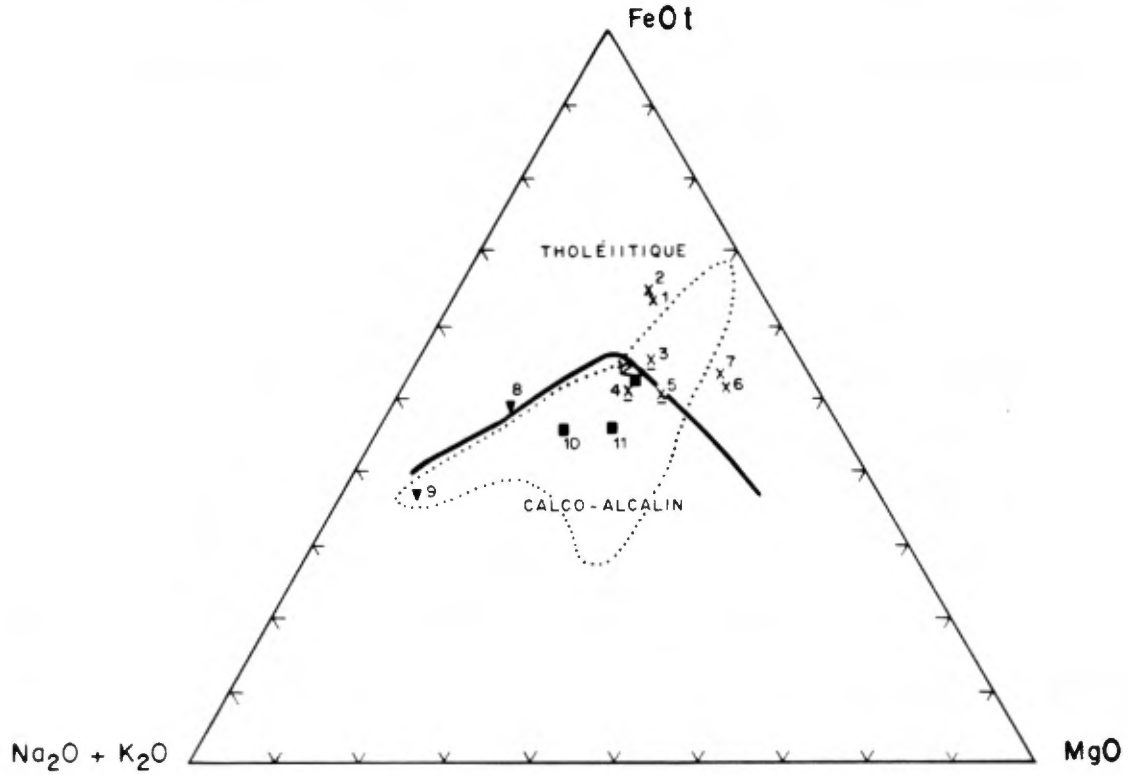


DIAGRAMME DE JENSEN (1976)

■ : Lave.
▼ : Pyroclastite.
X : Filon-couche de Croinor.
X̲ : Idem à "X", altéré

Champ des volcanites du Groupe de Harricana.

(Lacoste et al , soumis.)
(46 analyses)

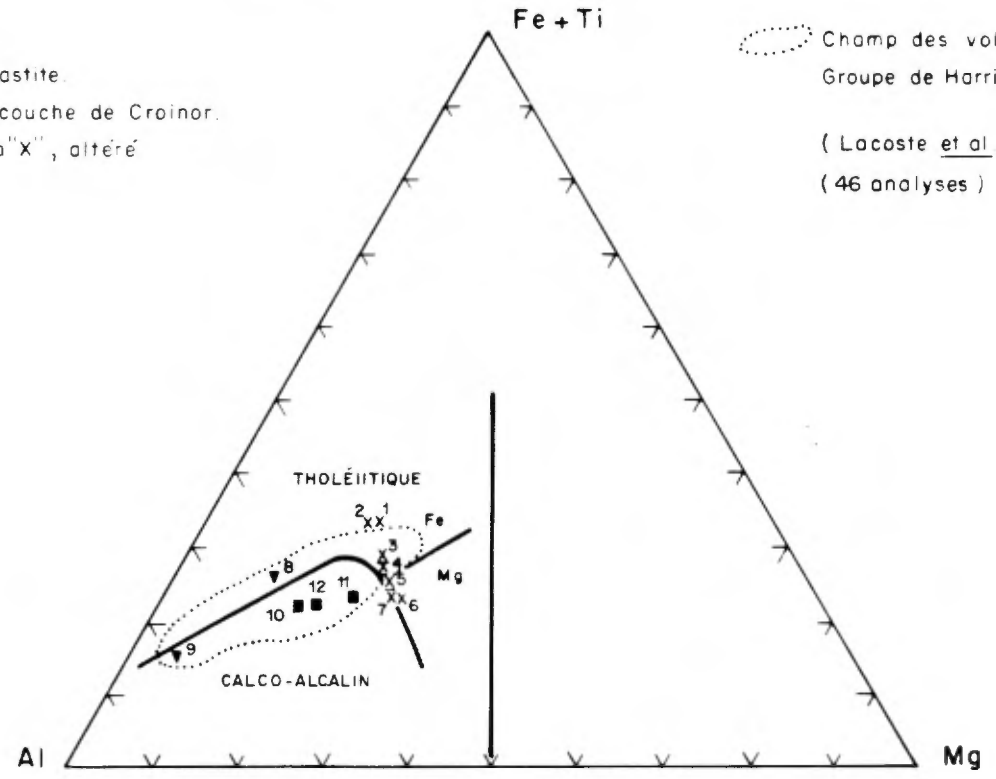


Figure 3

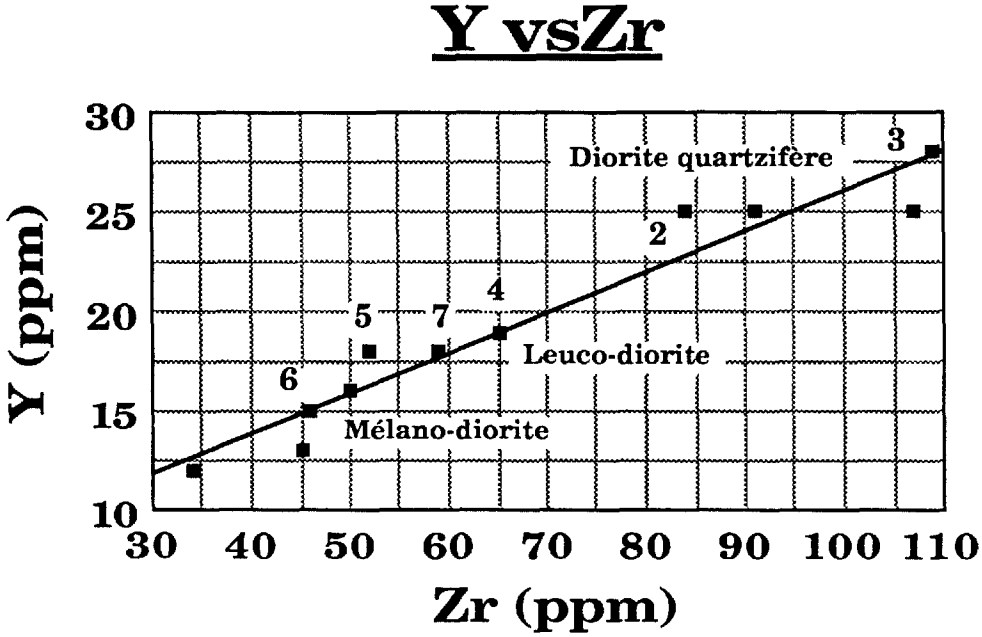

Y vsZr
30
25
20
15
10
Y (ppm)
30 40 50 60 70 80 90 100 110
Zr (ppm)
Diorite quartzifère
Leuco-diorite
Mélano-diorite
2
3
4
5
6
7

Figure 4

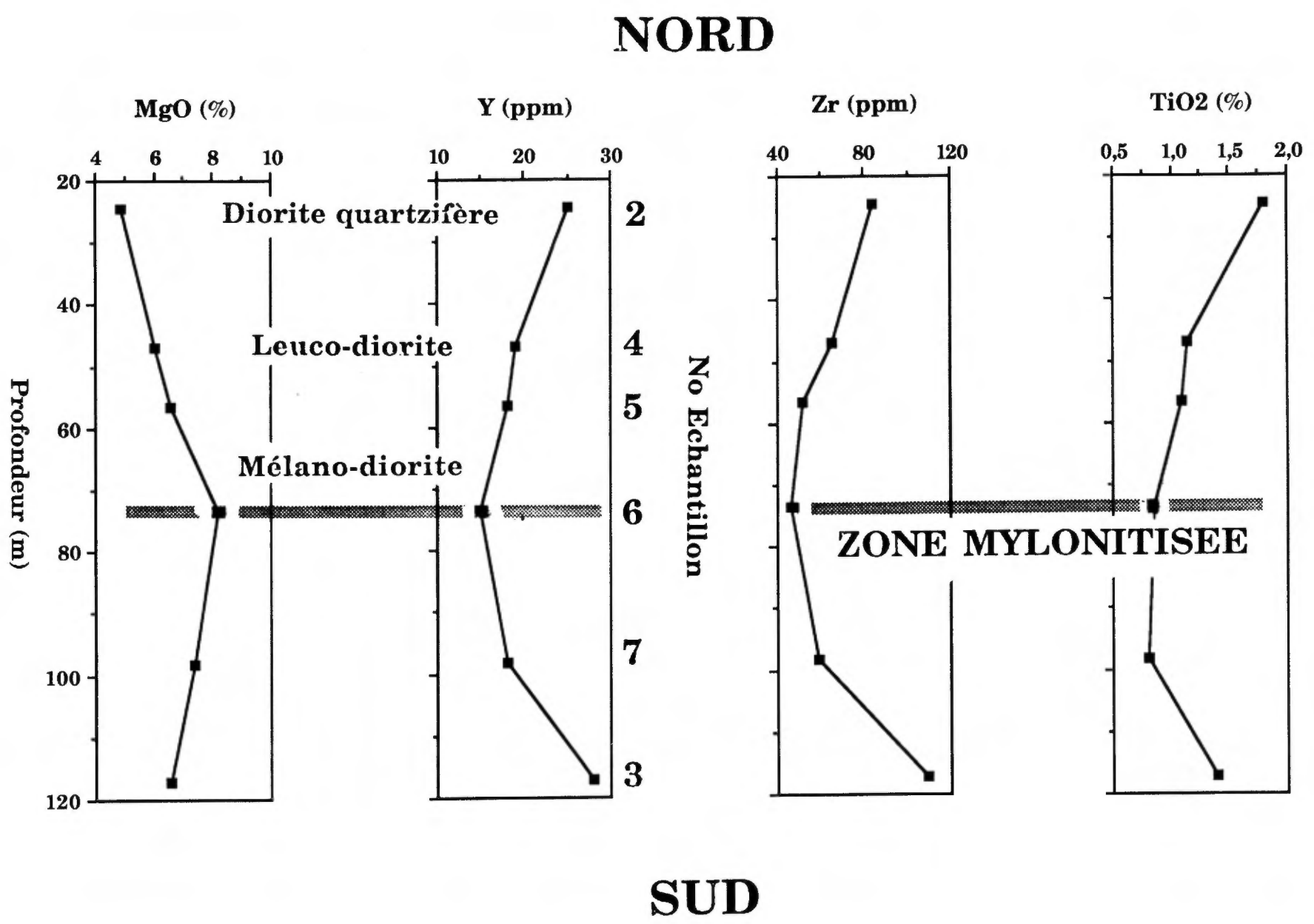

NORD
MgO (%)
Y (ppm)
Zr (ppm)
TiO2 (%)
4
6
8
10
10
20
30
40
80
120
0,5
1,0
1,5
2,0
20
40
60
80
100
120
Profondeur (m)
Diorite quartzifère
Leuco-diorite
Mélano-diorite
No Echantillon
2
4
5
6
7
3
ZONE MYLONITISEE
SUD

Figure 5
32

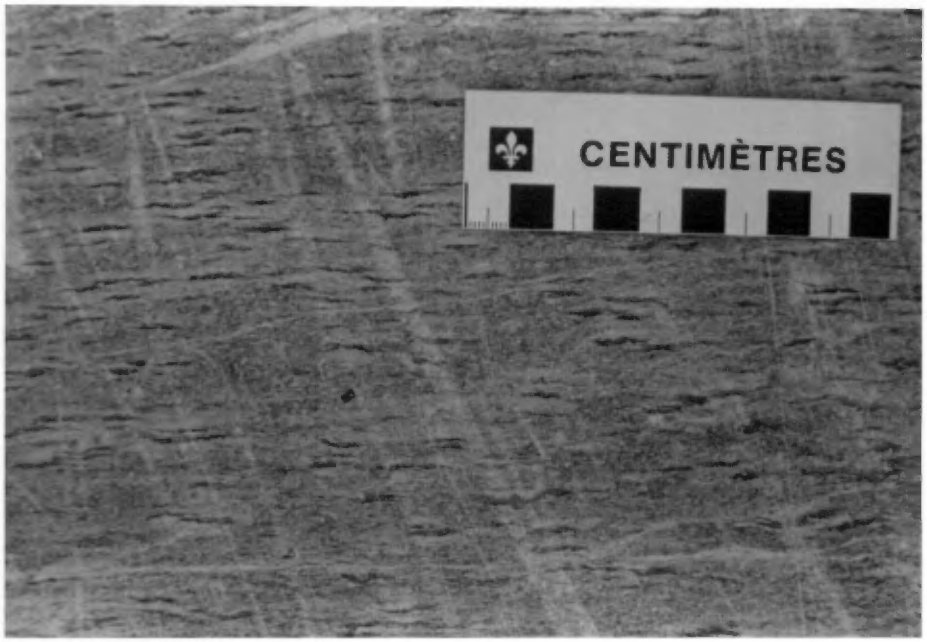
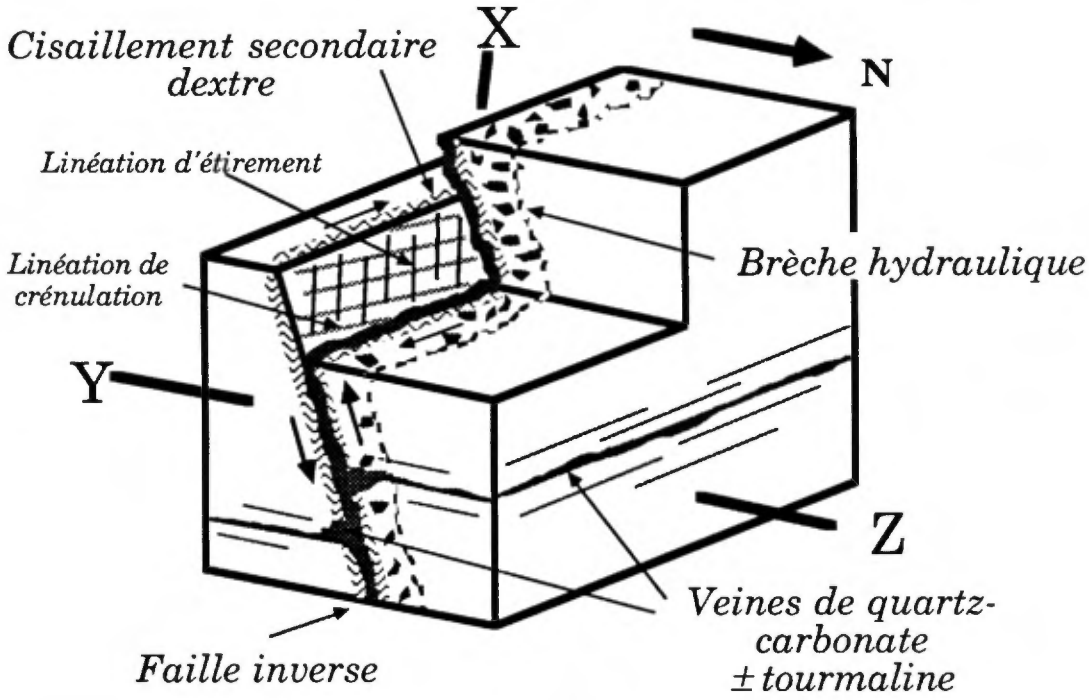


Figure 6

1re phase, Croinor: Faille inverse et cisaillement



2e phase Croinor: Failles inverses conjuguées

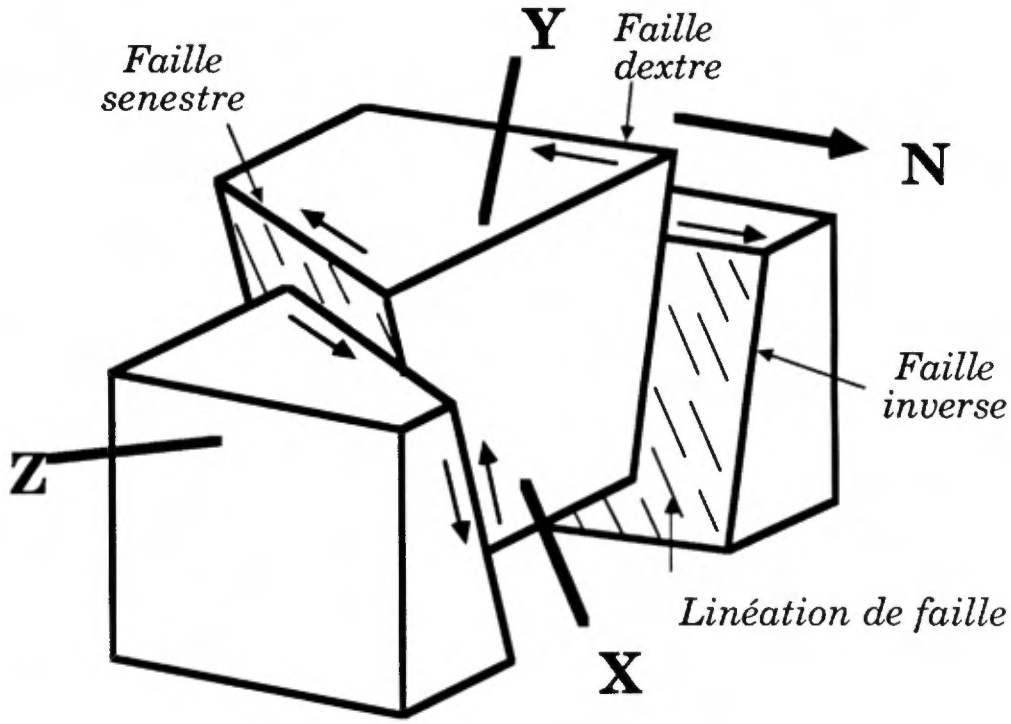


Figure 7



Figure 8



Figure 9

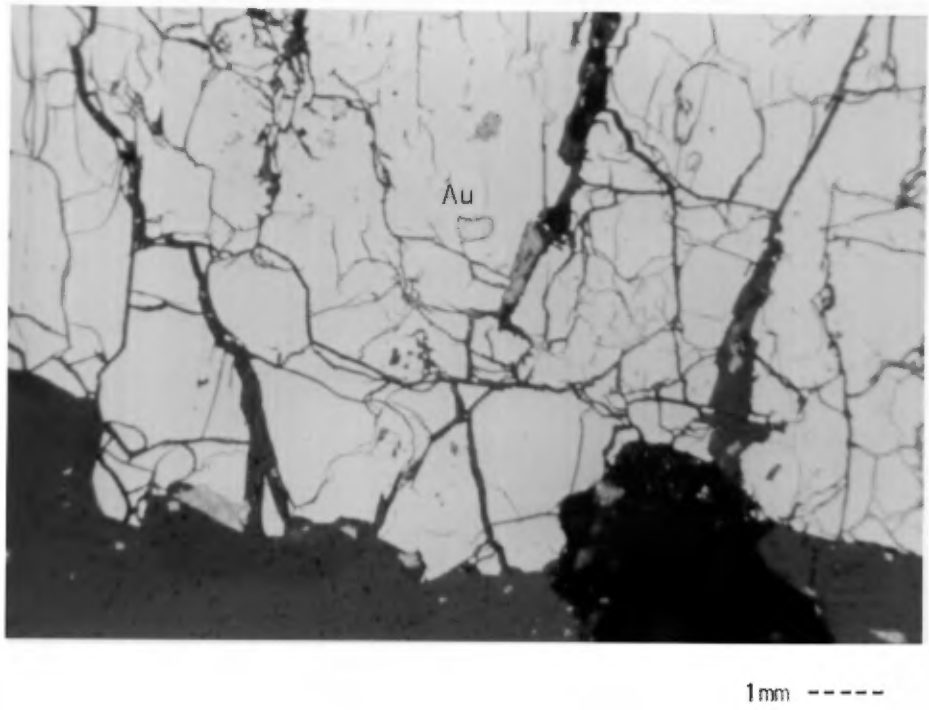


Figure 10

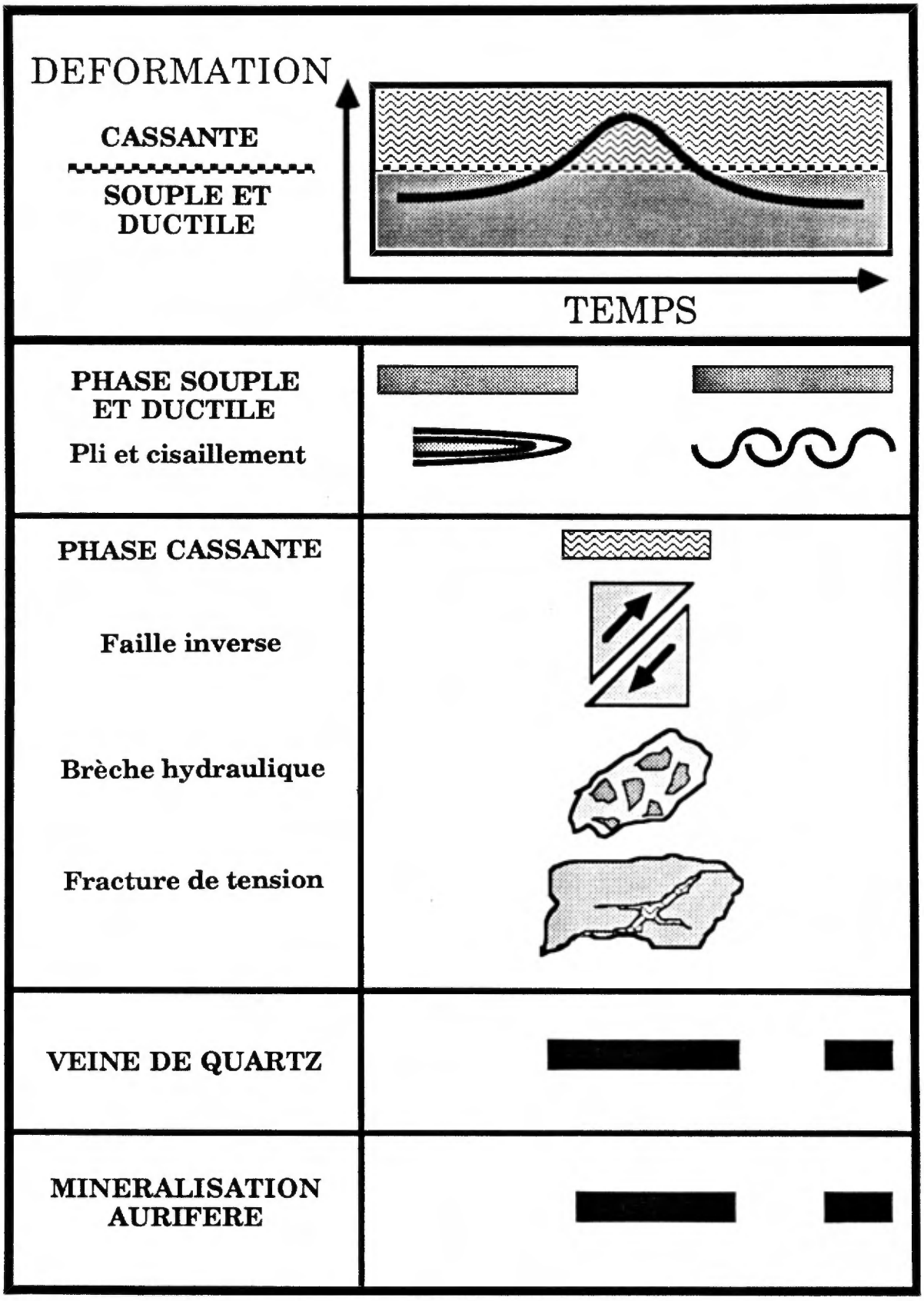

DEFORMATION
CASSANTE
SOUPLE ET DUCTILE
TEMPS
PHASE SOUPLE ET DUCTILE
Pli et cisaillement
PHASE CASSANTE
Faille inverse
Brèche hydraulique
Fracture de tension
VEINE DE QUARTZ
MINERALISATION AURIFERE

Figure 11

LISTE DES TABLEAUX

1- Pétrographie de lithologies représentatives au voisinage du gisement de Croinor.

2- Géochimie de lithologies représentatives des laves, des pyroclastites et du filon-couche dioritique au voisinage du gisement de Croinor. Les teneurs (non spécifiées) sont en ppm.

3- Relations chronologiques entre les phases de déformation (D_1, D_2, D_3), les éléments structuraux (schistosités et linéations) et l'attitude des déformations souples, ductiles et cassantes.

4- Géochimie des éléments traces des zones minéralisées 1 et 2 du gisement de Croinor.

Lithologie	lave andésitique	lave andésitique	tuf à cristaux-lapilli andésitique		porphyre quartzo-feldspathique		dyke dioritique
Altération	épidotisée chloritisée	épidotisée -	silicifié carbonaté		séricitisé		silicifié, carbonaté chloritisé
Structure et texture	amygdalaire granoblastique	schisteuse microlitique	lité, folié granoblastique		folié, cisaillé porphyrique		schisteux microgranoblastique
			matrice	fragments lithiques	matrice	phénocristaux	
			60%	40%	55%	45%	
Minéralogie (%)							
Quartz	0-10	5-10	30-35	45-55	50-60	10	25-40
Plagioclase	5-20	25-30	15-20	25-35	10	90	15-20
Amphibole	0-10	15-30	0-5		-	-	-
Pyroxène	-	-	-	-	-	-	-
Epidote	30-35	15-20	0-5	2-5	0-5	-	5-20
Chlorite	20-35	5-10	10-20	5-10	15	-	15-25
Biotite	tr	tr	-	-	-	-	-
Séricite	-	-	10-25	-	10	-	2-20
Carbonate	0-2	2-10	10-15	10	10-25	-	10-35
Apatite	tr	tr	1	-	1-2	-	-
Magnétite	tr	tr	1-4	-	-	-	0-2
Ilménite/leucoxène	tr	tr	0-2	-	-	-	tr
Pyrite	-	-	tr	-	-	-	0-3

Lithologie	mélano-diorite	leuco-diorite	diorite quartzifère	diorite mylonitisée	diorite quartzifère métasomatisée	diorite quartzifère minéralisée
Altération	épidotisée chloritisée	épidotisée chloritisée	carbonatée silicifiée	carbonatée chloritisée	silicifiée carbonatée	séricitisée carbonatée
Structure et texture	grenue mosaique	massive diabasique	massive granophyrique	mylonitisée granoblastique	foliée	cisaillée
Minéralogie (%)						
Quartz	0-5	5-10	15-20	0-5	25-30	10-15
Plagioclase	40-50	30-40	35	5-15	15-30	5-10
Amphibole	2-5	1	tr	tr-2	-	-
Pyroxène	tr	-	-	-	-	-
Epidote	15-20	10-15	5-10	tr	-	-
Chlorite	20-25	20	15	20	15-20	10-15
Biotite	-	-	tr	-	-	tr
Séricite	tr	0-5	0-10	20-25	5-10	30-45
Carbonate	5-15	15	20	30-40	20-25	10-15
	-	tr	1	-	tr	tr
Magnétite	2	1	1	1	tr	tr
Ilménite/leucoxène	1-3	2-3	3-4	tr	3-5	1-3
Pyrite	-	-	tr	-	1-3	4-10

Tableau 1

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Roche	Diorite quartzifère	Diorite quartzifère	Diorite quartzifère	Leuco-diorite	Mélano-diorite	Mélano-diorite	Mélano-diorite	Tuf à cristaux andésitique	Tuf à cristaux andésitique	Lave andésitique	Lave andésitique	Lave andésitique
Echantillon	CR-02	CR-48	CR-55	CR-49	CR-50	CR-51	CR-52	CR-56	2042	CR-110	2028	3048
Forage	-	83 S 252	83 S 252	83 S 252	83 S 252	83 S 252	83 S 252	83 S 252	-	-	-	-
Profondeur (m)	-	24.4	117.0	46.9	56.4	73.5	98.1	121.6	-	-	-	-
Eléments (%)												
SiO2	53.89	52.36	50.00	49.16	50.86	48.92	49.73	61.92	63.98	64.12	56.64	55.58
Al2O3	14.13	15.25	16.97	15.56	16.36	18.02	17.49	15.08	17.92	15.17	15.86	17.68
Fe2O3t	14.35	15.14	14.27	12.38	11.80	12.12	11.80	8.51	4.56	7.32	9.51	9.17
MgO	4.78	4.89	6.53	5.99	6.59	8.16	7.39	2.22	0.95	3.23	5.18	4.34
CaO	7.92	7.11	6.18	10.35	8.98	9.21	10.25	4.45	5.41	3.69	6.15	8.37
Na2O	2.77	2.77	3.96	2.32	4.00	2.33	2.01	3.98	3.84	4.54	5.04	3.43
K2O	0.02	0.05	0.30	2.69	0.06	0.01	0.10	1.95	2.31	0.26	0.09	0.01
TiO2	1.71	1.79	1.40	1.14	1.09	0.85	0.81	1.24	0.78	1.18	1.02	1.14
MnO	0.20	0.19	0.16	0.19	0.16	0.19	0.19	0.15	0.06	0.17	0.15	0.19
P2O5	0.23	0.44	0.24	0.22	0.12	0.18	0.23	0.51	0.19	0.30	0.36	0.08
CO2	4.00	0.46	5.15	10.43	4.35	0.35	2.21	2.58	0.56	0.14	1.27	0.80
P.A.F.	6.60	3.35	8.75	12.60	8.25	4.25	6.50	4.55	2.30	2.55	3.55	3.65
Eléments (ppm)												
Co	-	41	50	43	45	61	56	17	7	15	28	30
Zr	107	84	109	65	52	46	59	227	151	181	131	105
Y	25	25	28	19	18	15	18	37	22	37	28	23
Zr/Y	4.3	3.4	3.9	3.4	2.9	3.1	3.3	6.1	6.9	4.9	4.7	4.6

Tableau 2

Déformations		Foliations	Linéations	Déformations souples et ductiles	Déformations cassantes
TEMPS ↓	D 1	Sl N030° - N100° pendage variable	Non observée	•Plis (dm) N070° - N100° plongée variable	?
	D 2	S2 pénétratif N275° - N290° / 70° N	L d'étirement N075° - N090° plongée 40° à 70° E	A) Plis régionaux (km) et plis parasites (dam-m) E-W associés plongée 30° - 60° E B) Mylonite (dam) N280° / 50° N	
			L faille inverse N000 - N015° plongée 50° NE		A) Failles (m) inverses ± E-W / 50 - 70° N Fractures de tensions (cm-dm) subhorizontales minéralisées Brèches hydrauliques (m) ± E-W / 50° - 70° N minéralisées B) Fractures de tension (dm) direction et pendage variable non-minéralisées
			L crénulation N090° plongée 15° E ou W	Cisaillements (m) dextres N270° / 50° et plis parasites d'entraînement (cm-m) associés au cisaillement	
	D 3	Kinks conjugués N050° / 90° N310° / 90°	L d'intersection 2/3 N050° plongée 80° NE N310° plongée 45° NW	A) Plis kinks B) Plis parasites d'entraînement associés au failles inverses	Failles inverses (m) conjugées dextres N350° / 50° - 70° E senestres N240° / 70° W

Tableau 3

LEGENDE DU TABLEAU 4

Limite de détection: L plus petit que; U plus grand que; tr trace.

Altération: CB Carbonatation; AK Ankéritisation; SE Séricitisation; FU Fuchsitisation; SI Silicification; CH Chloritisation; EP Epidotisation; TL Tourmalinisation; PY Pyritisation.

# Ech.	Roche	Altération	Forage	Profondeur	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Cr	Ag	Fe (%)	V	As	Te	W	Au (ppb)
CR-03	diorite quartzifère	CB PY	zone décapée	surface	43	37	95	58	48	79	0.7	8.4	450	L5	L10	60	260
CR-04	diorite quartzifère	CB PY	zone décapée	surface	352	43	114	55	39	69	L0.5	9.6	263	L5	L10	28	115
CR-09	veine quartz tourmaline	CB PY	zone décapée	surface	20	37	91	82	35	4	1.2	8.2	361	33	L10	50	10
CR-10	concentré de pyrite	-	zone décapée	surface	33	152	9	30	12	2	11.1	35.1	25	306	28	L10	U30000
CR-11	diorite schisteuse	SE CB PY	zone décapée	surface	914	33	66	91	21	5	0.5	7.1	155	38	L10	60	4670
CR-13	concentré de pyrite	-	zone décapée	surface	38	155	12	252	75	1	4.1	35.7	25	252	L10	10	25600
CR-16	fragment brèche hydrolique	CB SI PY	zone décapée	surface	76	14	39	39	16	4	L0.5	4.0	145	26	L10	50	1170
CR-17	diorite schisteuse	SE CH FU	zone décapée	surface	31	14	33	35	55	298	L0.5	3.0	119	8	L10	10	28
CR-19	dyke diorite	SI CB PY	zone décapée	surface	41	28	98	33	28	9	0.7	6.8	147	18	L10	20	154
CR-20	diorite schisteuse	CB SE	zone décapée	surface	294	26	94	26	56	554	L0.5	6.0	185	L5	L10	L10	54
CR-21	diorite schisteuse	SE FU	zone décapée	surface	46	30	29	59	98	479	L0.5	3.1	260	28	L10	30	190
CR-24	diorite schisteuse	SE PY	zone décapée	surface	162	43	90	60	48	21	0.7	7.0	408	L5	L10	16	513
CR-27	tuf à lapilli	PY CB SE	zone décapée	surface	112	27	74	37	35	44	L0.5	5.4	128	13	L10	10	351
CR-43	Porphyre quartzo-feldspathique	SE CH	81-163	372.9 - 377.9	50	-	-	-	-	-	1.6	-	-	-	-	-	2
CR-44	Porphyre quartzo-feldspathique	SE CB	81-163	378.0 - 383.0	45	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	8
CR-45	tuf à lapilli	CB	83-S-252	45.0 - 60.0	64	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-	-	-	12
CR-48	diorite quartzifère	EP	83-S-252	79.8 - 80.0	59	51	123	41	30	39	L0.5	11.0	351	L5	L10	L10	12
CR-49	diorite quartzifère	CB	83-S-252	148.0 - 160.0	91	40	133	43	72	203	1.0	8.5	194	L5	L10	L10	15
CR-50	diorite quartzifère	CB EP	83-S-252	180.0 - 190.0	71	19	90	45	56	167	L0.5	8.2	226	12	L10	L10	1
CR-51	Diorite mafique	EP CB	83-S-252	241.0 - 241.5	86	42	128	61	253	288	0.5	9.3	186	L5	L10	L10	50
CR-52	Diorite mafique	EP CB	83-S-252	321.5 - 322.0	84	33	117	56	230	277	L0.5	8.7	172	L5	L10	L10	L1
CR-55	diorite quartzifère	CB	83-S-252	380.0 - 389.0	68	42	113	50	96	62	L0.5	9.7	203	L5	L10	16	29
CR-56	tuf à lapilli	CB SE	83-S-252	389.0 - 418.0	149	27	109	17	15	11	2.5	5.7	84	86	L10	L10	L1
CR-61	fragment brèche hydrolique + quartz	CB PY	83-497	66.0 - 75.0	24	31	56	110	75	32	2.0	6.0	162	58	L10	20	69800
CR-62	diorite schisteuse	SE CB	83-497	58.0 - 66.0	88	-	-	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	9
CR-65	diorite quartzifère	CB SE PY	81-117	84.7 - 103.4	12	28	67	86	36	27	L0.5	5.4	152	41	L10	24	10400
CR-66	diorite schisteuse	SE PY	81-117	114.0 - 116.0	10	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	263
CR-67	veine quartz-tourmaline + 20% diorite	PY FU	81-117	131.0 - 137.0	11	43	68	60	68	89	L0.5	8.2	130	27	L10	16	8190
CR-68	diorite quartzifère	CB PY	81-117	126.0 - 131.0	26	-	-	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	6
CR-69	diorite schisteuse	CB PY	81-117	139.0 - 147.5	101	36	86	44	82	346	L0.5	7.6	181	9	L10	L10	158
CR-77	diorite felsique	CB	81-146	34.3 - 34.6	107	-	-	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	1
CR-78	diorite quartzifère	CB	81-146	36.0 - 46.0	86	35	87	54	121	163	L0.5	8.1	175	20	L10	10	30
CR-79	veine quartz-tourmaline + 10% diorite	AK PY	81-146	36.0 - 46.0	25	19	22	21	17	30	1.6	3.0	69	8	L10	14	26500
CR-80	veine quartz-ankérite	FU	81-146	60.0 - 60.5	26	24	28	49	147	183	L0.5	5.3	101	L5	L10	L10	40
CR-81	diorite mylonitisée	CH	81-146	63.5 - 63.9	52	-	-	-	-	-	1.4	-	-	-	-	-	6
CR-83	tuf à lapilli schisteux	SE CB CH	81-127	20.5 - 21.5	51	34	69	30	92	151	L0.5	7.0	159	22	L10	24	320
CR-84	veine quartz-tourmaline + 5% diorite	AK	81-127	21.5 - 30.5	12	23	36	14	16	13	0.7	4.7	47	16	L10	L10	16600
CR-85	diorite schisteuse	SE CB	81-127	21.5 - 30.5	51	27	59	42	33	37	L0.5	5.4	158	20	L10	20	16300
CR-86	diorite	CB	81-127	31.3 - 31.6	44	-	-	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	2
CR-87	diorite quartzifère	CB PY	81-127	54.0 - 56.0	141	49	118	63	33	5	0.7	9.7	411	19	L10	28	5170
CR-88	diorite schisteuse	CB CH SE	81-127	51.0 - 53.0	101	28	51	30	52	154	L0.5	5.6	154	20	L10	10	39
CR-89	veine quartz + 10% diorite	CB	81-127	53.8 - 62.0	35	13	17	22	10	6	0.5	2.8	74	13	L10	L10	11300
CR-91	diorite quartzifère	CB	81-120A	667.6 - 668.4	16	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	12
CR-92	diorite schisteuse	SE CH CB	81-120A	673.4 - 673.6	154	41	96	40	49	169	L0.5	8.3	272	L5	L10	L10	34
CR-93	diorite schisteuse	TL SE FU	81-120A	675.5 - 676.5	123	33	66	48	55	271	L0.5	6.6	178	L5	L10	L10	24
CR-94	diorite schisteuse	SE PY CB	81-120A	677.7 - 678.2	155	28	72	68	35	15	0.6	5.5	285	24	L10	50	25400
CR-96	fragment brèche hydrolique + quartz	PY CB	81-120A	685.0 - 686.0	21	25	37	31	32	54	1.5	5.6	133	23	L10	12	57260
CR-97	diorite schisteuse	SE CB PY	81-120A	687.8 - 688.0	19	47	86	38	82	443	L0.5	7.8	243	6	L10	32	131
CR-110	tuf à cristaux-lapilli	-	près du puits	surface	35	11	92	15	11	17	L0.5	4.9	101	24	L10	L10	1

Tableau 4