MB 88-24

GEOLOGIE DE LA MINE MALARTIC GOLD FIELDS - REGION DE MALARTIC -

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'Énergie et des Ressources
Service Géologique du nord-ouest

SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

Géologie de la mine Malartic Gold Fields
- Région de Malartic -

Robert Sansfaçon
Pierre Trudel

Minerai Lac Limitée - IREM-MERI

Ce document est une reproduction fidèle du manuscrit tel que soumis par l'auteur sauf pour une mise en page sommmaire 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.

1988

MB 88-24

TABLE DES MATIERES

Page titre. i
Table des matières. ii
Liste des figures iii
Liste des photos. v
Liste des tableaux. vi
0. Introduction et méthode de travail 1
1. Localisation 2
2. Historique et production 2
3. Travaux géologiques antérieurs 9
4. Cadre géologique de la mine. 10
4.1 Généralités. 10
4.2 Roches encaissantes. 14
4.2.1 Groupe de Pontiac 14
4.2.2 Groupe de Piché 15
4.2.2.1 Komatiites 19
4.2.2.2 Porphyres felsiques. 20
4.2.3 Groupe de Cadillac. 25
4.2.4 Groupe de Blake River 29
4.2.5 Groupe de Kewagama. 29
4.2.6 Groupe de Malartic. 30
4.3 Roches hôtes - diorites. 30
4.4 Structure. 33
4.5 Métamorphisme. 41
5. Géologie économique. 42
5.1 Description des corps minéralisés. 42
5.2 Contrôle de la minéralisation. 45
5.2.1 Contrôle structural 47
5.2.2 Contrôle lithologique 53
5.3 Distribution du minerai aurifère dans les diorites . . 54
5.4 Minéralogie des veines 56
5.5 Altération des épontes 58
5.5.1 Diorites altérées 58
5.5.2 Porphyres felsiques altérés 64
5.5.3 Roches ultramafiques altérées 65
6. Discussion et conclusion 66
7. Remerciements. 68
8. Bibliographie. 70

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Cadre géologique de la mine Malartic Gold Fields et des autres gisements aurifères du secteur de Malartic . .	3
Figure 2.	Localisation géographique de la mine Malartic Gold Fields. . . .	4
Figure 3.	Géologie de la propriété Malartic Gold Fields. . . .	7
Figure 4.	Distribution des groupes lithologiques sur la propriété Malartic Gold Fields. . . .	11
Figure 5.	Localisation des puits nos 1 et 2, de la faille de Cadillac et de la zone "P", propriété Malartic Gold Fields. . .	17
Figure 6.	Minerai dans les parties étroites et lenticulaires des dykes de diorite .	18
Figure 7.	Géologie de surface aux environs des puits nos 1 et 2 de la mine Malartic Gold Fields . .	34
Figure 8.	Géologie du niveau 91 m du puits #2 et du niveau 175 m du puits #1 . .	36
Figure 9.	Coupe verticale N - S à proximité du puits #1. . . .	37
Figure 10.	Exemple de discordances intrusives déformées	39
Figure 11.	Attitude des coulées komatiitiques du Groupe de Piché	40
Figure 12.	Plan géologique des diorites aurifères, niveau 323 mètres, puits no 2 .	44
Figure 13.	Localisation des zones majeures et des indices aurifères connus sur la propriété Malartic Gold Fields . . .	46
Figure 14.	Détail de la minéralisation aurifère dans la diorite	48
Figure 15.	Localisation des veines aurifères dans une lentille dioritique, puits numéro 2	49

Figure 16. Localisation des veines aurifères dans les 50
lentilles de diorite du niveau 730 m, puits no 2,
mine Malartic Gold Fields

Figure 17. Zones subhorizontales à teneur plus basse dans . . . 57
un dyke de diorite minéralisée

Figure 18. Diagramme A F M pour les roches de la mine 63
Malartic Gold Fields

LISTE DES PHOTOS

Photo 1.	Dyke de porphyre felsique recoupant les grauwackes du Groupe de Pontiac	24
Photo 2.	Porphyre felsique avec phénocristaux hypidiomorphes de plagioclase	24
Photo 3.	Veinule de calcite, quartz et feldspath recoupant des horizons pélitiques dans un grauwacke	27
Photo 4.	Grauwacke dont les horizons pélitiques montrent des petits plis ouverts	27
Photo 5.	Grès grossier comportant quelques fragments conglomératiques	28
Photo 6.	Grain de quartz corrodé présentant une large cavité, dans un grauwacke	28
Photo 7.	Diorite typique peu altérée	32
Photo 8.	Diorite altérée riche en cristaux de tourmaline zonée renfermant des aiguilles d'amphibole	32
Photo 9.	Veine de quartz plissée et boudinée dans les grauwackes du Groupe de Pontiac; propriété Canadian Malartic	52
Photo 10.	Veine de quartz faillée et transposée; propriété Canadian Malartic	52
Photo 11.	Diorite minéralisée et altérée en calcite et chlorite	60
Photo 12.	Porphyroblastes de chlorite dans un schiste à grain fin	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Production de la mine Malartic Gold Fields. 8

Tableau 2. Analyse pétrographique des échantillons de la mine Malartic Gold Fields 21

Tableau 3. Analyses chimiques des roches de la mine Malartic Gold Fields . . 22

MINE MALARTIC GOLD FIELDS

0. INTRODUCTION ET METHODE DE TRAVAIL

Ce rapport sur la mine Malartic Gold Fields constitue le dernier d'une série de huit documents portant sur la géologie des gisements d'or du camp minier de Malartic. Les rapports précédents portaient sur les gîtes East Malartic, Barnat-Sladen, Canadian Malartic, Norlartic, Camflo-Malartic Hygrade, Marban et Black Cliff. Le but ultime de ces travaux est d'en arriver à une meilleure compréhension des contrôles de la minéralisation aurifère dans le secteur de Malartic.

Ce rapport est basé principalement sur des travaux de recherche récents et, dans une proportion moindre, sur une compilation des données existantes sur la mine Malartic Gold Fields. Le premier auteur travaille dans la région de Malartic de façon continue depuis 1977 et il a cartographié en détail tous les terrains appartenant à la société Minerais Lac dans ce secteur. Ces travaux ont donné lieu d'abord à un mémoire de maîtrise et présentement à une thèse de doctorat en préparation. Pour sa part, le deuxième auteur a effectué plusieurs visites sur le terrain à Malartic dans le cadre de ce projet.

Ces travaux récents nous ont permis de décrire le cadre géologique de la mine et de préciser les contrôles de la minéralisation aurifère. Plusieurs plans de mine figurant dans ce rapport ont été modifiés et réinterprétés afin de tenir compte de ces nouvelles connaissances. De plus, l'étude de dix-huit (18) lames minces provenant de forages souterrains conservés par Minerais Lac nous a permis de décrire la

pétrographie des roches encaissantes du gisement. Nous n'avons pas effectué de nouvelles analyses chimiques de roches dans le cadre de ce rapport, mais nous avons utilisé les six (6) analyses publiées par Eakins (1962).

La mine étant fermée depuis 1965, nous avons été dans l'impossibilité d'observer sous terre les zones de minerai et pour cette raison, la description des corps minéralisés, leur minéralogie et l'altération associée proviennent essentiellement d'une synthèse des descriptions antérieures.

1. LOCALISATION

La propriété originale de la mine Malartic Gold Fields (ou Goldfields) était située dans les cantons de Fournière et de Dubuisson, comté d'Abitibi, à 10 kilomètres à l'est de la ville de Malartic et à 6 kilomètres à l'est de la mine East Malartic (figure 1). Deux groupes de gisements y ont été exploités, soit les mines numéros 1 et 2. Le puits de la mine numéro 1 est situé à 350 mètres à l'est de la ligne séparant les cantons de Founière et de Dubuisson, tandis que le puits de la mine numéro 2 est situé à 275 mètres à l'ouest de cette ligne (figure 2).

2. HISTORIQUE ET PRODUCTION

Les claims de la mine Malartic Gold Fields furent jalonnés en 1934 par W.B. Crane et J. Partanen sous la direction de J.P. Norrie. Ces terrains, pratiquement dépourvus d'affleurements, furent jalonnés sur la base d'un raisonnement géologique de J.P. Norrie selon lequel l'extension de la faille de Cadillac, bien connue pour ses gisements d'or,

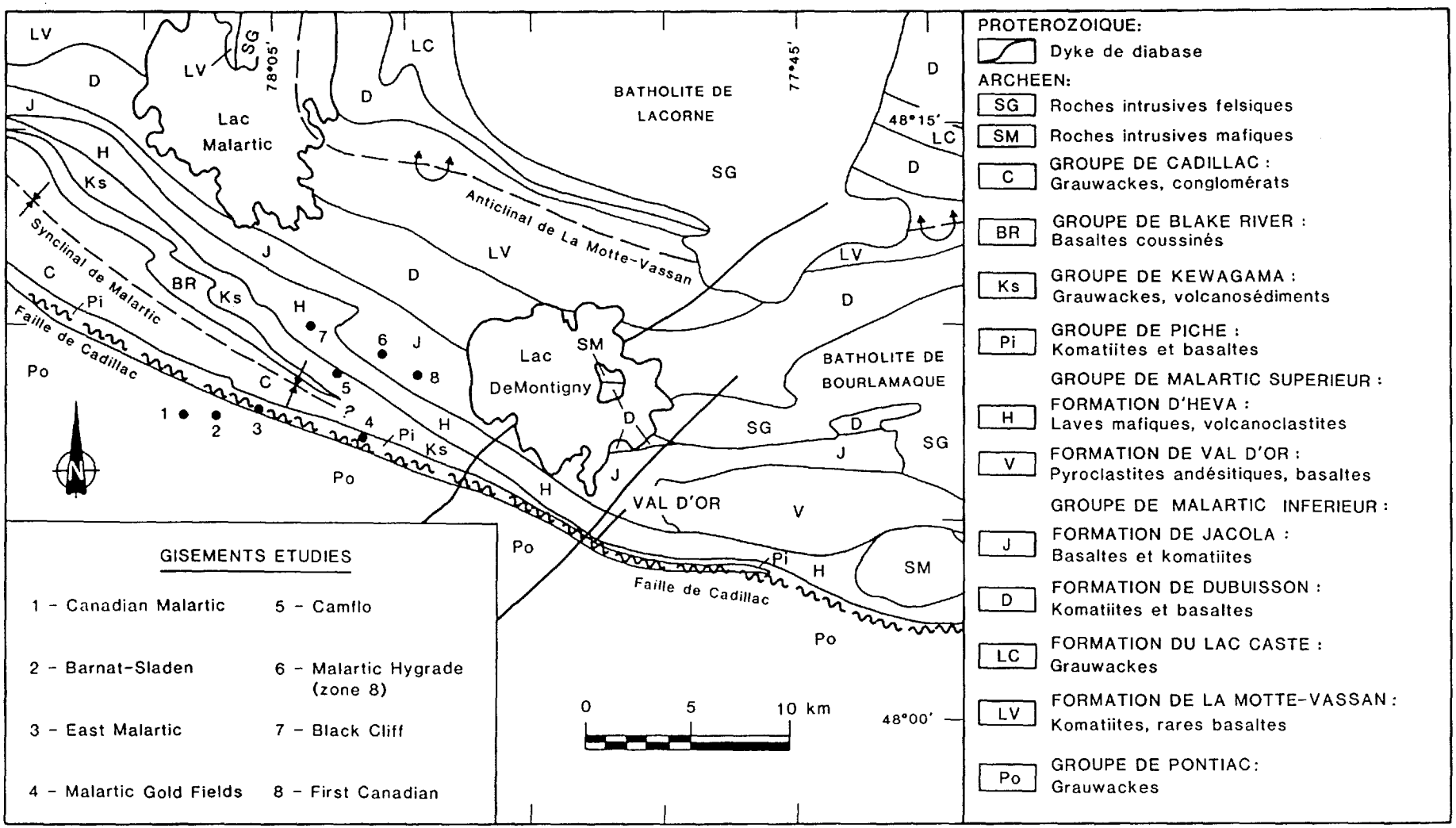


Figure 1. Cadre géologique de la mine Malartic Gold Fields (no 4) et des autres gisements aurifères du secteur de Malartic (modifié d'Imreh, 1984).

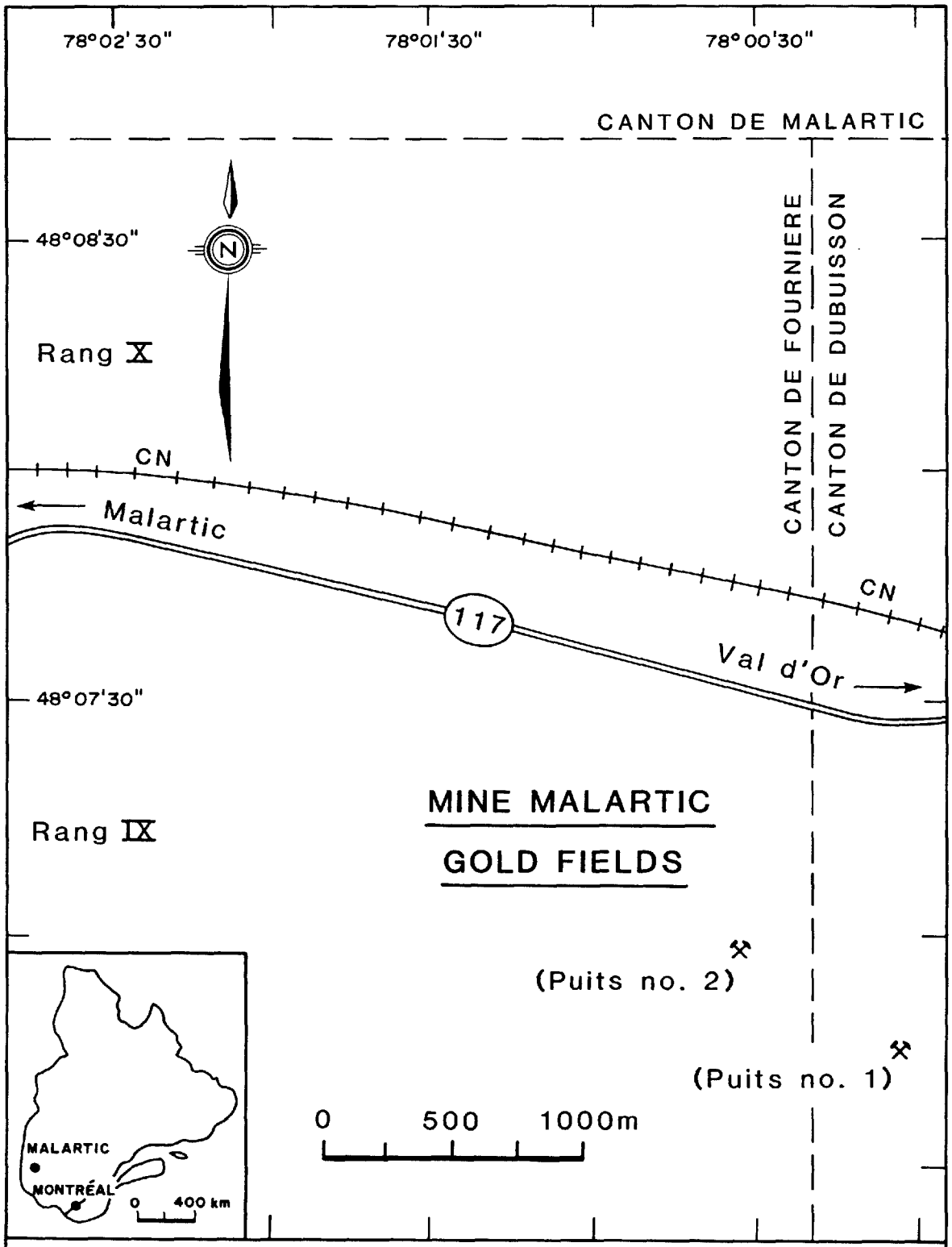


Figure 2. Localisation géographique de la mine Malartic Gold Fields (d'après la carte SNRC 32D/1).

traverserait ce groupe de claims. Ce raisonnement s'avéra exact, et un levé à la boussole d'inclinaison et quelques forages de reconnaissance permirent bientôt de localiser la bande de roches volcaniques favorable à la minéralisation aurifère. Cette bande, qui longe la faille de Cadillac (figure 1), était alors connue sous le nom de "bande de Malartic" (Halet, 1948), mais Latulippe (1976) la nomma plus tard "Groupe de Piché" et c'est ce nom que nous utiliserons tout au long de ce rapport.

La compagnie Malartic Gold Fields est incorporée le 5 janvier 1935 avec comme propriétaires J.P. Norrie et F.C. Buckland. Les forages systématiques débutent en 1936. Les contacts de la bande volcanique avec les roches sédimentaires sont considérés comme les endroits les plus favorables, et les premiers travaux se concentrent sur le contact sud du Groupe de Piché, parce que les gisements de la mine East Malartic sont situés le long de ce contact volcanites-sédiments et qu'il est logique de supposer une répétition des mêmes conditions. Malgré des travaux intensifs, qui permettent de localiser un peu de minéralisation, aucun gisement économique n'est découvert et l'intérêt se porte alors sur le contact nord. Ces nouveaux travaux ont beaucoup plus de succès, et permettent de délimiter plusieurs lentilles minéralisées de bonne teneur à l'automne 1938. Il aura quand même fallu plus de 20 400 mètres de forages au coût d'environ 200 000$ pour localiser les premiers gisements exploitables.

Le fonçage d'un premier puits débute en 1939, sur ce qui deviendra la mine numéro 1, afin d'explorer et de confirmer la présence d'une zone minéralisée économique. Une usine de traitement d'une capacité initiale de 270 tonnes par jour entre en opération en décembre 1939. Cette

capacité sera haussée à 550 tonnes par jour en 1941 puis à 1 500 tonnes par jour en 1949.

Une campagne de forage amorcée en 1938 amène la découverte d'une deuxième zone minéralisée, 900 mètres au NW du puits #1. Il s'agit de la mine numéro 2 sur laquelle on commence le fonçage du puits #2 en 1942 (figure 3). Les deux puits communiquent entre eux par l'intermédiaire de galeries à 366 mètres de profondeur. Le puits #1 atteindra une profondeur de 764 mètres et sera développé sur 16 niveaux, tandis que le puits #2 compte 18 niveaux sur une profondeur de 833 mètres.

La production, débutée au taux de 375 tonnes par jour en 1940, se stabilise ensuite à environ 550 tonnes par jour de 1941 à 1948, puis à environ 1 500 tonnes par jour de 1949 à 1959. En 1960, le gisement disparaît en profondeur et la production diminue graduellement jusqu'à l'épuisement des réserves et la cessation des opérations minières en avril 1965. Le moulin reste cependant en opération, et environ 70% du minerai de la mine Barnat-Sladen y sera traité. On y traite également du minerai des mines Marban et Norlartic, qui sont des filiales de la compagnie Malartic Gold Fields. Le moulin fonctionne toujours et sert présentement à usiner une partie du minerai de la mine Bousquet.

De 1939 à 1965, la mine Malartic Gold Fields a produit 8 957 789 tonnes de minerai qui ont fourni 52 952 kilogrammes d'or pour une teneur moyenne de 5,91 g/t Au (tableau 1). Cette production en fait la deuxième mine en importance dans le secteur de Malartic, derrière la mine East Malartic (Trudel et Sansfaçon, 1987). Le rapport Au:Ag du minerai était de l'ordre de 17:1, donc très élevé par rapport à certaines zones de la mine Barnat-Sladen où il était inférieur à 1:1 (Sansfaçon et al., 1987).

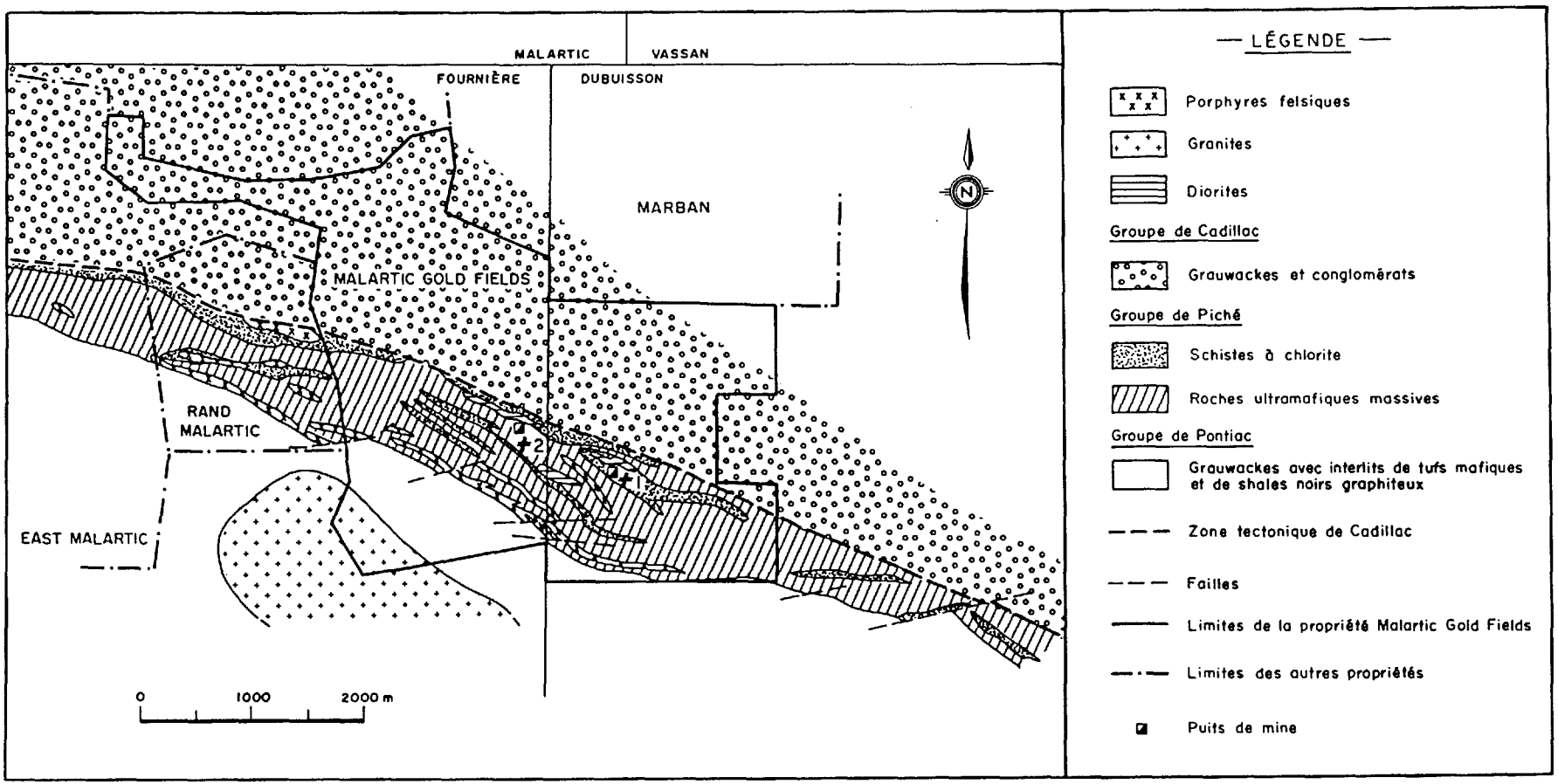


Figure 3 – Géologie de la propriété Malartic Gold Fields (modifié de Sansfaçon, 1986).

TABLEAU 1. PRODUCTION DE LA MINE MALARTIC GOLD FIELDS

Année	Tonnes de minerai	Kg d'or	Teneur (g/t Au)
1939	4 857	34,6	7,12
1940	136 261	1 056,5	7,75
1941	203 279	1 505,6	7,41
1942	225 716	1 567,3	6,94
1943	205 802	1 358,6	6,60
1944	188 097	1 109,6	5,90
1945	169 931	997,1	5,87
1946	189 018	1 177,1	6,23
1947	181 742	1 167,7	6,43
1948	271 721	1 876,9	6,91
1949	453 841	2 831,4	6,24
1950	549 847	3 282,9	5,97
1951	518 186	3 205,2	6,19
1952	576 695	3 510,7	6,09
1953	594 097	3 393,8	5,71
1954	609 463	3 669,6	6,02
1955	609 513	3 527,1	5,79
1956	573 844	3 094,5	5,39
1957	556 783	2 998,8	5,39
1958	598 314	3 358,1	5,61
1959	524 795	2 996,0	5,71
1960	366 675	1 992,0	5,43
1961	253 456	1 422,8	5,61
1962	146 249	733,2	5,01
1963	133 176	638,1	4,79
1964	111 377	418,2	3,75
1965	5 054	28,7	5,68
	---	---	---
	8 957 789	52 952,1	5,91

En 1973, Malartic Gold Fields vend plus des deux tiers de sa propriété à Golden Briar Limited, dont le secteur de la mine numéro 1. Présentement, Mines Chabella détient la partie est de l'ancienne concession minière, incluant la mine numéro 1, et y a accordé une option au Groupe minier Ariel. Minerais Lac détient une autre partie de la propriété originale, incluant le secteur de la mine numéro 2 et l'usine de traitement qu'elle utilise toujours. Finalement, Cambior détient la partie de la propriété originale située à l'ouest du puits #2. Tous ces terrains font encore l'objet de travaux d'exploration très actifs.

3. TRAVAUX GEOLOGIQUES ANTERIEURS

Les études géologiques consacrées à la mine Malartic Gold Fields sont peu nombreuses. Une première description du gîte fut effectuée par Bell (1937). Gunning et Ambrose (1940) présentent également une description sommaire de la propriété dans le cadre d'une étude géologique régionale du secteur de Malartic.

Des rapports plus détaillés ont été publiés lorsque la mine était en production. Halet (1948) a discuté de la structure et du contrôle de la minéralisation, tandis qu'Anderson et Wilton (1953) ont décrit les méthodes d'exploration et de développement utilisées. De courtes descriptions géologiques ont aussi été publiées par Dresser et Denis (1951) et par Black (1954).

L'étude gîtologique la plus complète demeure toutefois celle d'Eakins (1952, 1962) qui décrit de façon très détaillée l'altération de tous les gisements du secteur sud de Malartic. Malheureusement, dans ce travail général, on ne peut pas toujours distinguer entre les observations

effectuées dans les différentes mines. Imreh (1979) décrit quelques affleurements de coulées komatiitiques situés sur la propriété. Sansfaçon (1986) aborde de façon générale l'ensemble des dépôts aurifères du secteur sud de Malartic.

Le présent rapport reprend toute l'information publiée sur la mine, en plus d'ajouter des données inédites sur la géologie structurale et la pétrographie des roches encaissantes du gisement.

4. CADRE GEOLOGIQUE DE LA MINE

4.1 GENERALITES

Le secteur de Malartic est constitué d'une alternance de bandes de roches volcaniques et sédimentaires d'orientation générale N 110°E (figure 4). Ces roches sont d'âge archéen et sont localisées dans la partie SE de la ceinture volcanique de l'Abitibi, qui fait partie de la province géologique du Supérieur.

Diverses nomenclatures stratigraphiques ont été proposées pour les bandes alternées de roches volcaniques et sédimentaires présentes dans la région de Malartic, entre autres par Gunning et Ambrose (1940), Latulippe (1976) et Imreh (1976, 1984). Dans ce rapport, nous utiliserons la nomenclature de Latulippe (1976), tout en reconnaissant la subdivision du Groupe de Malartic en cinq formations, telles que définies par Imreh (1984). La séquence stratigraphique proposée par Latulippe (op. cit.) est présentée à la figure 1.

Selon la nomenclature adoptée, la propriété originale de Malartic Gold Fields, de forme très irrégulière et d'une superficie de 3 192 acres, couvre du sud au nord, une partie des Groupes de Pontiac, de

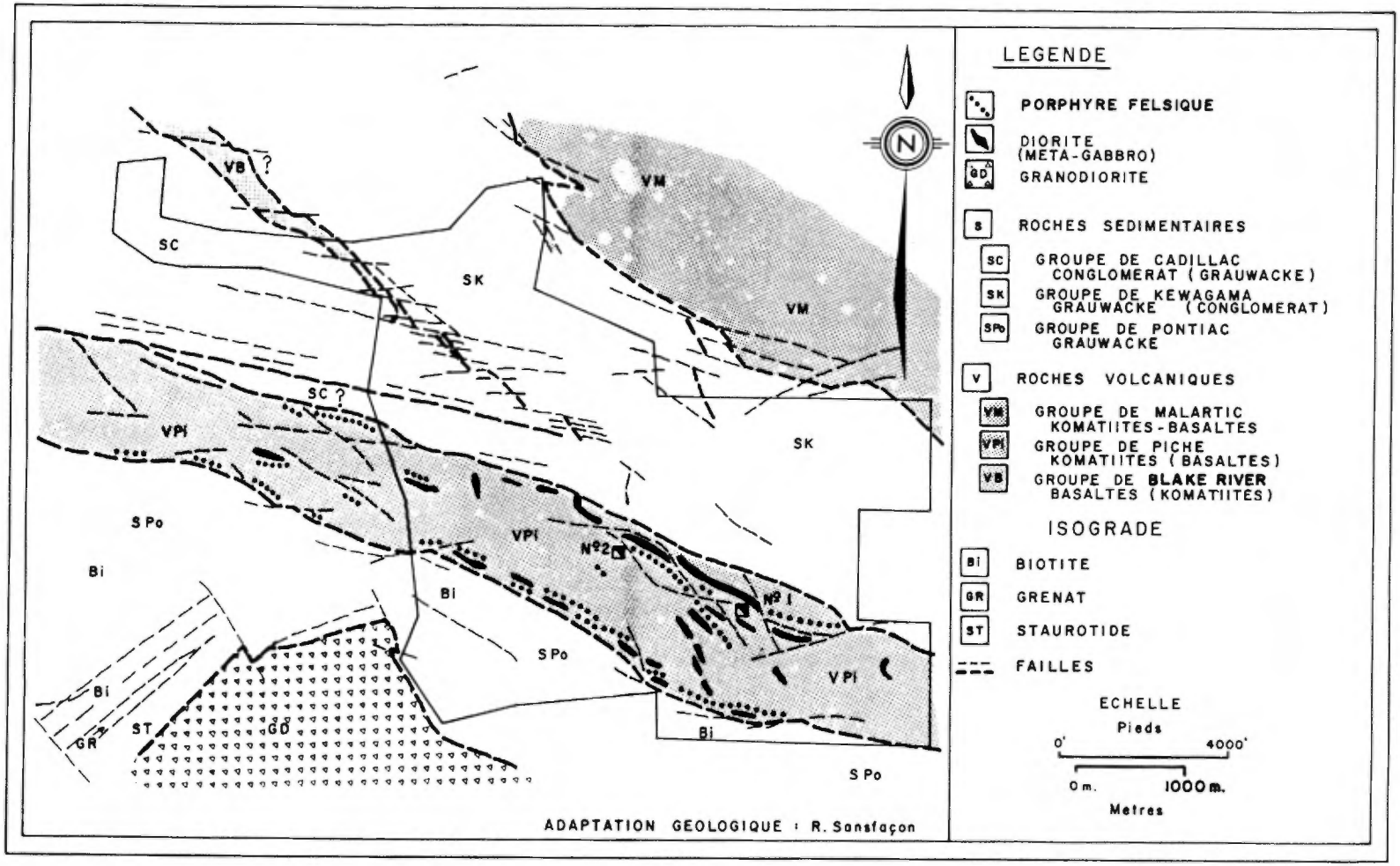


Figure 4. Distribution des groupes lithologiques sur la propriété Malartic Gold Fields.

Piché, de Cadillac, de Blake River, de Kewagama et de Malartic (figure 4). Cependant, tous les gisements économiques sont restreints à des intrusions de diorite recoupant les volcanites du Groupe de Piché. Les Groupes de Pontiac, de Cadillac et de Kewagama sont constitués essentiellement de roches sédimentaires, tandis que les Groupes de Piché, de Blake River et de Malartic sont composés majoritairement de roches volcaniques.

La notion de groupes stratigraphiques concordants (Gunning et Ambrose, 1940; Latulippe, 1976; Imreh, 1976, 1984), de direction NW à pendage sub-vertical, pour l'empilement volcano-sédimentaire de la région de Malartic est cependant contestée par plusieurs. Alors que le premier groupe d'auteurs interprète le manque de continuité des unités lithologiques individuelles par des changements latéraux de faciès, d'autres y voient une explication structurale.

Le premier, Norman (1942) rejette le concept d'une structure synclinale majeure (le synclinal de Malartic; figure 1) régissant la distribution des unités volcaniques et sédimentaires du secteur de Malartic, tel que l'avaient proposé Gunning et Ambrose (op. cit.). Il remarque plutôt que les contacts entre les différents groupes lithologiques sont intensément cisaillés. Au nord-ouest de Malartic, Tourigny (1984) a démontré la nature faillée du contact entre le Groupe de Kewagama et ceux de Blake River et de Malartic. Il note des stratifications et des traces de plans axiaux de plis obliques par rapport aux contacts entre les divers groupes, confirmant ainsi les complexités structurales soupçonnées dans ce secteur dès 1925 par James et Mawdsley.

Plus récemment, dans le camp minier de Malartic, Sansfaçon (1986) relève plusieurs plans de litage obliques par rapport au contact entre les Groupes de Piché et de Pontiac, aussi bien dans les roches sédimentaires que volcaniques. Il constate de plus que les intrusions du secteur sont précoces à certaines déformations tectoniques qu'il observe dans les roches qui les encaissent. Ces observations soulèvent la possibilité que ces intrusions soient des méga-dykes disloqués plutôt que des amas ponctuels, et qu'elles puissent être corrélées avec des intrusions semblables situées dans d'autres secteurs. Les observations structurales détaillées de Sansfaçon (op. cit.) démontrent que les différents "groupes" doivent être subdivisés au moyen de plusieurs failles mineures reconnues. La détermination du mouvement le long de ces failles est un préalable à la corrélation d'unités stratigraphiques semblables observées dans divers secteurs. Tout récemment, l'étude structurale détaillée de la mine Kiena (Quirion, 1988) a mis en évidence la présence de nombreuses failles qui remettent en question la continuité stratigraphique des formations reconnues dans le Groupe de Malartic.

Devant les différences d'opinions concernant la stratigraphie du secteur de Malartic, nous conserverons dans ce rapport la nomenclature en usage dans la région, mais sur une base plutôt "géographique" que selon le concept de groupes stratigraphiques au sens propre du terme. Nous croyons que le degré de compréhension actuel de la structure ne permet pas encore d'établir une stratigraphie cohérente pour le secteur de Malartic.

Ainsi, dans la prochaine section, nous décrirons successivement (du sud vers le nord) les roches de la propriété Malartic Gold Fields

appartenant aux Groupes de Pontiac, Piché, Cadillac, Blake River, Kewagama et Malartic. Les échantillons étudiés en lame mince sont situés sur différents niveaux du puits #2 de la mine. Ils proviennent surtout du Groupe de Piché, qui renferme toute la minéralisation exploitée, et du Groupe de Cadillac adjacent au nord. Parmi les 18 lames minces examinées, on en compte 13 dans le Groupe de Piché (3 roches ultramafiques, 3 diorites stériles, 4 diorites minéralisées et 3 porphyres felsiques) et 5 dans le Groupe de Cadillac (5 grauwackes avec interlits de pélites). Les roches des autres groupes n'ont fait l'objet d'aucun examen en lame mince et seront décrites très brièvement. D'ailleurs, elles ne sont pas associées directement à la minéralisation de la mine Malartic Gold Fields.

4.2 ROCHES ENCAISSANTES

4.2.1 GROUPE DE PONTIAC

Les grauwackes du Groupe de Pontiac sont présents dans la partie sud de la propriété. En raison de la forte épaisseur du mort-terrain, ils n'ont été intersectés que par sondages. La granulométrie des unités varie du shale au grès grossier. Les grès et les siltstones contiennent des laminations et leur alternance forme un litage millimétrique à métrique où les structures sédimentaires primaires montrent parfois la séquence complète de Bouma (1962). En lame mince, on constate que les grauwackes sont constitués de grains anguleux et aplatis de quartz et de plagioclase (oligoclase; Eakins, 1962; Sansfaçon, 1986) dans une matrice riche en biotite brune et en muscovite (Grant et al., 1987). On y observe à l'occasion de la chlorite. La pyrite, l'épidote, le sphène et

l'apatite comptent parmi les minéraux accessoires les plus répandus. De fines veinules de quartz, plissées ou boudinées, sont également rencontrées dans ces roches. La texture principale est clastique sauf dans les parties pélitiques où la fraction micacée est si abondante qu'elle définit une texture lépidoblastique.

Pour terminer, mentionnons que les roches métasédimentaires du Groupe de Pontiac sont recoupées par quelques intrusions de composition mafique et felsique.

4.2.2 GROUPE DE PICHE

Le Groupe de Piché est constitué essentiellement de roches volcaniques recoupées par de nombreuses intrusions mafiques (diorites) et felsiques (porphyres). Ces roches volcaniques ont d'abord été décrites comme des coulées basaltiques par Halet (1948). Par la suite, Eakins (1952) reconnut leur caractère ultramafique et les interpréta comme des intrusions de péridotites. Enfin, les travaux récents d'Imreh (1976), d'Issigonis (1980) et de Sansfaçon (1986) ont démontré le caractère effusif de ces roches et ont permis de les interpréter comme des coulées de laves ultramafiques (komatiites). Cependant, des roches intrusives de composition ultramafique existent également, et quelques dykes de 20 centimètres à 3 mètres d'épaisseur ont été reconnus dans le secteur de Malartic. Dans les zones de forte déformation, les coulées komatiitiques sont transformées en schistes talqueux ou talco-chloriteux.

Sur la propriété de Malartic Gold Fields, le Groupe de Piché forme une bande d'environ 800 à 1 000 m de largeur, de direction approximative 115° avec pendage généralement abrupt vers le nord (environ 75°N; Halet,

1948). La bordure sud est constituée d'une zone de schistes talqueux injectée d'une multitude de dykes de porphyre (figure 5). La partie sud et médiane est composée surtout de komatiite massive. La partie nord, sur des largeurs de 30 à 500 m, est une zone de schistes à talc-chlorite qui englobe des blocs isolés de komatiite massive. Une zone de schistes à la bordure nord du Piché serait continue et représenterait la faille majeure de Cadillac selon Eakins (1962).

La diorite est plus abondante dans les zones schisteuses que dans les parties massives. Elle se présente en dykes ou filons-couches assez continus dans la roche massive. Dans les zones de schistes, elle forme des corps lenticulaires et irréguliers, parfois disposés en chapelet (figure 6) et qui ressemblent à des gros boudins. Les dykes de porphyre, si abondants à la bordure sud du Piché, sont peu abondants dans la zone schisteuse nord. Ils recoupent les diorites.

L'allure générale des couches stratigraphiques à l'intérieur de la bande du Groupe de Piché est peu connue. Les zones schisteuses sont très déformées et montrent des plis d'entraînement (Halet, 1948; Eakins, 1962) malheureusement non documentés. Sur deux rares affleurements du Groupe de Piché situés à l'ESE de la mine, Imreh (1979) a relevé des polarités opposées. Elles pointent au NNW dans un cas, au SSE dans l'autre, ce qui suggère un pli de direction ENE à l'intérieur de la bande du Groupe de Piché.

Dans les paragraphes qui suivent, nous décrirons la pétrographie des komatiites du Groupe de Piché ainsi que des intrusions de porphyre felsique. Etant donné que pratiquement tout le minerai aurifère de la mine Malartic Gold Fields provenait des intrusions de diorite, ces roches

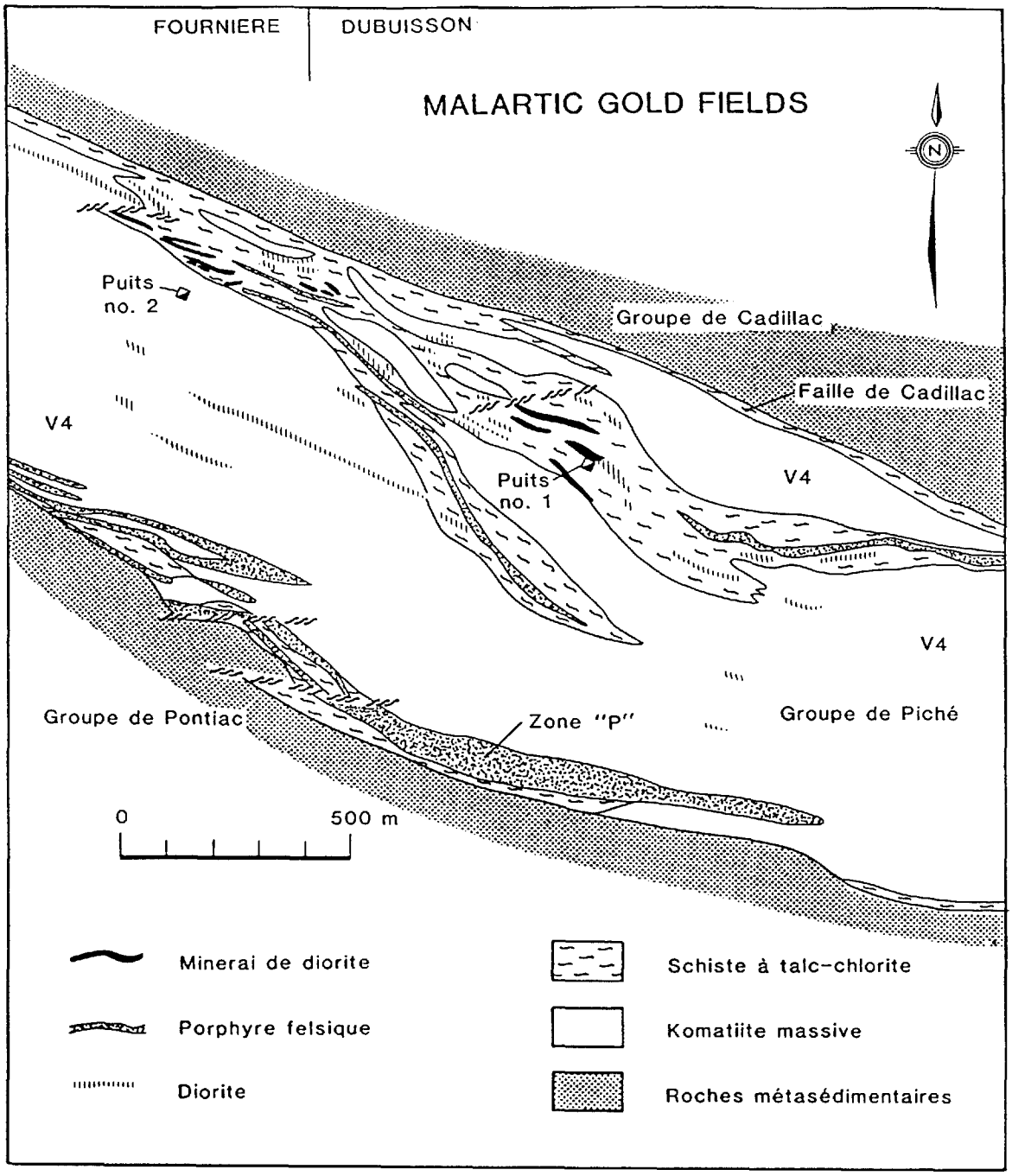


Figure 5. Localisation des puits nos 1 et 2, de la faille Cadillac et de la zone "P", propriété Malartic Gold Fields (d'après la carte de compilation géoscientifique 32D/1 du MERQ).

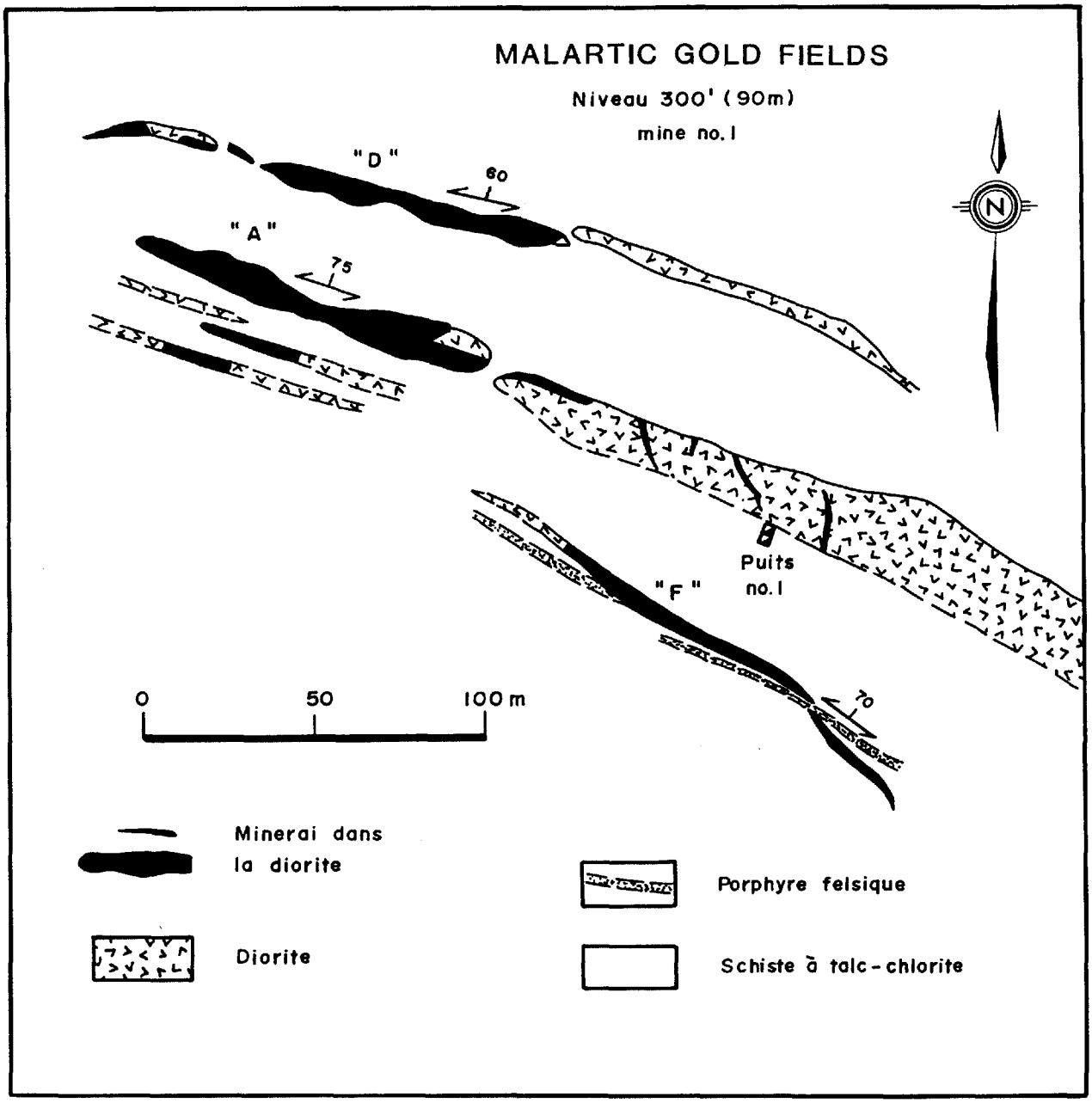


Figure 6. Minerai dans les parties étroites et lenticulaires des dykes de diorite, mine Malartic Gold Fields (d'après Dresser et Denis, 1951).

seront décrites à la section traitant des roches hôtes (section 4.3).

4.2.2.1 KOMATIITES

La komatiite peu altérée et déformée du camp minier de Malartic est une roche massive à grain fin de teinte gris bleuté; c'est la "péridotite massive dure" d'Eakins (1962). Elle est constituée de hornblende, de serpentine et de magnétite et dérive d'une roche composée à l'origine de quantités variables de pyroxène et d'olivine. En se rapprochant des zones cisaillées, la komatiite devient verdâtre et faiblement schisteuse. Elle s'enrichit fortement en talc, chlorite et carbonate aux dépends des minéraux mafiques; c'est la "péridotite massive tendre" d'Eakins (op. cit.). Dans les zones de cisaillement intense, la komatiite se transforme en un schiste talco-chloriteux dont les grains de carbonate sont habituellement plus gros que les paillettes de talc ou de chlorite qui les entourent; c'est le "schiste talco-chloriteux" d'Eakins (op. cit.).

Les trois échantillons de roches ultramafiques que nous avons étudiés appartiennent tous à ce dernier faciès schisteux. Ils contiennent des veinules de talc-carbonate montrant des signes de déformation: on y observe des boudins et des porphyroclastes. Les minéraux opaques s'y présentent parfois sous forme de petits cristaux octaédriques complètement entourés par de la chlorite. De la hornblende, en cristaux xénomorphes et altérés, coexiste avec la biotite et la chlorite dans un échantillon (M 4701-1). Cependant, l'amphibole bleue secondaire (de type crossite) qui avait été observée dans les schistes ultramafiques de la mine Barnat-Sladen (Sansfaçon et al., 1987) n'a pas été identifiée dans

les échantillons de Malartic Gold Fields que nous avons examinés.

La composition minéralogique des roches ultramafiques de la mine Malartic Gold Fields est présentée au tableau 2. De plus, le tableau 3 donne trois analyses de ces roches représentant respectivement la komatiite massive dure (analyse no 1), la komatiite massive tendre (analyse no 2) et la komatiite schisteuse (analyse no 3). On constate que les deux derniers faciès se distinguent par des teneurs en CO_2 beaucoup plus élevées. Hormis cette carbonatation intense, les proportions des autres éléments sont à peu près semblables dans les trois faciès. La teneur normalisée en SiO_2 de ces roches varie de 45 à 47%, et la teneur en MgO de 27 à 30%. Chimiquement, ce sont donc de véritables komatiites (MgO>18%) et leur composition est celle de péridotites pyroxénitiques (20 à 30% MgO; Naldrett et Turner, 1977).

4.2.2.2 PORPHYRES FELSIQUES

Les intrusions felsiques sont communes dans le camp minier de Malartic. Elles ont souvent été nommées "syénites", mais cette appellation est généralement incorrecte puisque l'albite de ces roches est d'origine métamorphique plutôt que magmatique. Ce sont plutôt des tonalites, trondhjémites, monzodiorites ou monzonites, les véritables syénites étant rares (sauf l'exception notable de la cheminée de la mine Camflo). De plus, l'altération hydrothermale associée à la minéralisation aurifère a souvent modifié le rapport plagioclase/feldspath alcalin original de ces roches, ce qui entraîne l'impossibilité de leur donner un nom pétrographique exact. Dans certains cas, comme dans les mines Canadian Malartic, Barnat-Sladen et

TABLEAU 2. Analyse pétrographique de 18 échantillons de la mine Malartic Gold Fields

ECHANTILLONS	LOCALISATION	COMPOSITION MINERALOGIQUE (estimés visuels, en %)												
		PL	KF	QZ	BI	CH	MU	AM	TA	SP	CA	EP	OP	AC
GRAUWACKE (GROUPE DE CADILLAC)														
M 4462-5A	Mine #2: niveau 2100 (640m)	20	--	40	2	6	30	--	--	--	1	tr	1	tr
M 4462-5B	Mine #2: niveau 2100 (640m)	17	--	30	10	15	25	--	--	--	2	1	tr	tr
M 4462-6	Mine #2: niveau 2100 (640m)	19	--	25	18	10	27	--	--	--	--	--	1	tr
M 4462-7A	Mine #2: niveau 2100 (640m)	42	--	42	15	1	tr	--	--	--	tr	--	tr	tr
M 4462-7B	Mine #2: niveau 2100 (640m)	25	--	35	20	2	--	17	--	--	tr	--	1	tr
ROCHES ULTRAMAFIQUES (SCHISTES)														
M 2323-1	Mine #2: niveau 300 (91m)	--	--	tr	--	10	--	--	40	tr	49	--	1	--
M 4538-3	Mine #2: niveau 2100 (640m)	tr	--	5	tr	7	--	--	43	3	40	--	2	tr
M 4707-1	Mine #2: niveau 2700 (823m)	--	--	tr	35	35	--	2	3	--	25	--	tr	--
DIORITES														
M 4462-3 (stérile)	Mine #2: niveau 2100 (640m)	45	--	3	--	5	tr	45	--	--	tr	--	2	tr
M 4538-1 (minéralisée)	Mine #2: niveau 2100 (640m)	23	--	7	tr	25	--	tr	--	--	25	--	15	5
M 4538-2 (stérile)	Mine #2: niveau 2100 (640m)	30	--	5	--	20	--	5	--	--	5	--	15	20
M 4705-2 (minéralisée)	Mine #2: niveau 2700 (823m)	28	--	10	--	20	--	7	--	--	15	--	20	--
M 4706-1 (stérile)	Mine #2: niveau 2700 (823m)	45	--	--	3	tr	--	45	--	--	tr	1	5	1
M 4901-1 (minéralisée)	Mine #2: niveau 2700 (823m)	20	--	35	30	1	tr	--	--	--	9	tr	5	tr
75-1 (minéralisée)	Mine #2: niveau 300 (91m)	50	--	10	7	8	5	--	--	--	5	--	15	tr
MOYENNE DES DIORITES STERILES		40	--	3	1	8	--	32	--	--	2	tr	7	7
MOYENNE DES DIORITES MINERALISEES		30	--	15	9	14	1	2	--	--	14	--	14	1
PORPHYRES FELSIQUES														
M 2330-1	Mine #2: niveau 300 (91m)	55	3	12	8	1	20	--	--	--	1	tr	tr	tr
M 4462-2	Mine #2: niveau 2100 (640m)	83	--	10	1	tr	1	--	--	--	5	tr	tr	tr
M 4707-2	Mine #2: niveau 2700 (823m)	81	--	5	8	1	3	--	--	--	1	--	1	tr

AC: minéraux accessoires (rutile, apatite, sphène, zircon et tourmaline)
AM: amphiboles (hornblende, parfois trémolite)
BI: biotite
CA: carbonates
CH: chlorite
EP: épidote (toutes variétés)
KF: feldspaths potassiques (microcline)
MU: muscovite ou séricite
OP: minéraux opaques (pyrite, magnétite et/ou ilménite)
PL: plagioclases
QZ: quartz
SP: serpentine
TA: talc
tr: trace (< 1%)
--: minéral non observé

TABLEAU 3. Analyses chimiques des roches de la mine Malartic Gold Fields (d'après Eakins, 1962).

	1	2	3	4	5	6
SiO_2	43,59	39,98	39,38	45,81	38,74	55,12
TiO_2	0,64	0,27	0,32	1,47	1,32	0,72
Al_2O_3	4,82	5,31	4,87	12,87	12,26	16,55
Fe_2O_3	7,48	2,23	3,88	6,97	12,21	0,80
FeO	3,21	6,22	5,62	8,52	3,81	3,81
MnO	0,16	0,14	0,15	0,21	0,20	0,08
MgO	25,64	24,07	25,27	4,47	4,35	2,57
CaO	7,08	6,47	5,73	7,22	6,82	4,99
Na_2O	0,41	0,02	0,00	4,57	3,99	7,75
K_2O	0,06	0,09	0,20	0,49	1,56	1,00
P_2O_5	0,04	0,03	0,04	0,14	0,15	0,35
H_2O^+	5,74	5,00	5,34	1,44	1,14	1,18
H_2O^-	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,08
CO_2	0,22	9,66	8,50	5,56	7,42	4,80
S	0,27	0,04	0,14	0,42	9,48	0,40
Cr_2O_3	0,44	0,44	0,51	0,00	0,00	0,01
V_2O_3	0,03	0,01	0,01	0,05	0,04	0,01
NiO	0,13	0,13	0,23	0,00	0,00	0,00
ZrO_2	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Total	100,13	100,27	100,35	100,35	103,64	100,53

Description des échantillons:

1 - Komatiite "massive dure", zone de minerai numéro 2, niveau 750 (229 m) à l'extrémité nord de la station du puits numéro 2.

2 - Komatiite "massive tendre" légèrement schisteuse, zone de minerai numéro 2, niveau 750 (229 m), principal travers-banc.

3 - Komatiite cisaillée (schiste talco-chloriteux), zone de minerai numéro 2, principal travers - banc.

4 - Diorite carbonatée, zone de minerai numéro 2, niveau 750 (229m), galerie 7-6, dyke minéralisé numéro 6.

5 - Diorite minéralisée, zone de minerai numéro 2, niveau 750 (229m), galerie 7-6, dyke minéralisé numéro 6.

6 - Porphyre gris carbonaté, zone de minerai numéro 2, niveau 900 (274m).

East Malartic, l'altération potassique domine avec néoformation de microcline, tandis que dans d'autres cas, comme à la mine Camflo, c'est l'altération sodique et l'albitisation qui dominent (Trudel et Sauvé, 1988). Pour cette raison, nous préférons désigner ces intrusions felsiques à texture porphyrique sous le terme général de "porphyres felsiques".

Dans le secteur de Malartic, les porphyres felsiques forment des dykes, des amas et des filons-couches déformés par des structures plus tardives (Sansfaçon, 1986). Par exemple, la photo 1 provenant de la propriété Canadian Malartic située plus à l'ouest montre un dyke de porphyre felsique recoupant les grauwackes du Groupe de Pontiac à pendage modéré (≈ 40°) et une veine de quartz pegmatitique sub-verticale composée de quartz, albite, muscovite et biotite. Le porphyre felsique est lui-même déformé par une shistosité faiblement incliné S_1 (non visible sur la photo) et par un clivage de fracture sub-vertical S_2.

La même situation se répète sur la propriété Malartic Gold Fields. Les porphyres felsiques sont déformés et occupent des systèmes de fractures différents et tardifs par rapport à ceux occupés par les intrusions de diorite. Ils se présentent sous forme de minces dykes ou de lentilles. Certains, surtout localisés au sud des puits #1 et #2, s'étendent sur de grandes distances en direction E-W. Par contre, d'autres situés au nord des deux puits sont relativement courts et orientés NW (Halet, 1948, et figure 8). Selon nous, l'orientation, la longueur et l'épaisseur de ces intrusions sont en grande partie fonction des déplacements causés par de nombreuses failles subséquentes à leur formation.

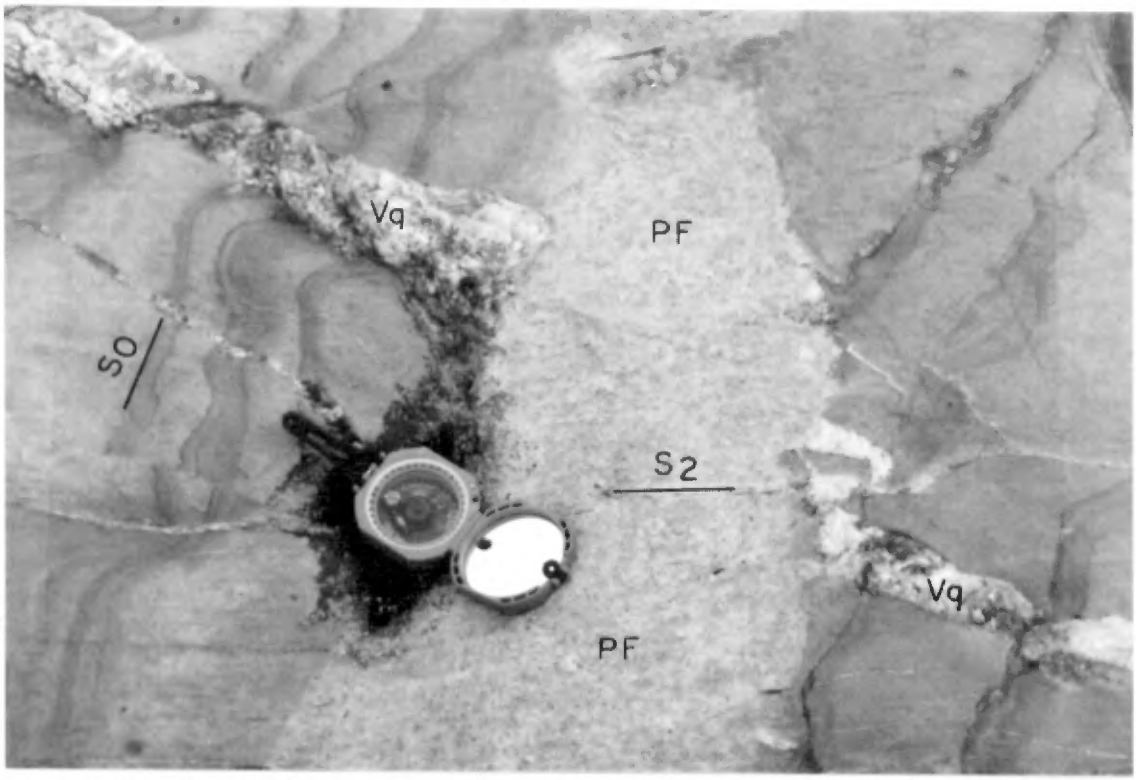


PHOTO 1: Dyke de porphyre felsique recoupant les grauwackes du Groupe de Pontiac (PF: porphyre felsique; vq: veine de quartz; So: stratification; S_2: clivage de fracture). Propriété Canadian Malartic.



PHOTO 2: Porphyre felsique avec phénocristaux hypidiomorphes de plagioclase à mâcles complexes (M 4462-2, L.P.).

En lame mince, le porphyre felsique typique de la mine Malartic Gold Fields se compose d'un agrégat de cristaux d'albite auquel s'ajoutent des quantités variables de quartz, micas, carbonates et minéraux accessoires. Contrairement aux porphyres des propriétés adjacentes, la roche ne contient pas de feldspath potassique. Seul un échantillon (M 2330-1) montre quelques phénocristaux idiomorphes de microcline que de l'albite remplace partiellement (tableau 2).

Les phénocristaux de feldspaths sont hypidiomorphes et certains sont zonés. D'une taille moyenne de deux millimètres, leur proportion atteint 40% et l'ensemble des feldspaths compose en moyenne 80% de la roche. Les feldspaths contiennent parfois de fines inclusions de séricite ou de carbonate, disposées le long des clivages, mais la plupart des cristaux sont limpides. A l'occasion, on distingue aussi de l'hématite en fins cristaux idiomorphes, à teinte rouge et alignés parallèlement. Ces inclusions d'hématite ne confèrent cependant pas une teinte rosée ou rougeâtre aux feldspaths, la roche étant du type porphyre gris (Eakins, 1962). Les minéraux accessoires incluent l'épidote, la pyrite, la magnétite, le sphène, l'apatite, le zircon et la tourmaline. Quant à la texture de la roche, elle est typiquement porphyrique (photo 2). La composition minéralogique des porphyres felsiques de la propriété Malartic Gold Fields est donnée au tableau 2.

4.2.3 GROUPE DE CADILLAC

Les métasédiments du Groupe de Cadillac ressemblent beaucoup à ceux du Groupe de Pontiac, bien qu'ils comportent plus de lentilles de conglomérat. Celles-ci se caractérisent notamment par la présence de

fragments de compositions diverses: porphyres feldspathiques ou quartziques avec une composante volcanique et sédimentaire mineure. On y rencontre également des fragments de fuchsite et de chert noir (Bouchard, 1980). Ces conglomérats sont situés juste à l'extérieur (au nord-ouest) de l'ancienne concession minière de Malartic Gold Fields. Les cailloux à cet endroit sont fortement aplatis dans une direction NW-SE.

Les grauwackes composent la majeure partie du Groupe de Cadillac sur la propriété Malartic Gold Fields. Il s'agit de grès de teinte grise à noire, souvent finement stratifiés, qui offrent généralement un aspect massif et à grain fin. Les échantillons étudiés montrent un litage millimétrique. Les horizons pélitiques sont beaucoup plus abondants que les horizons gréseux ou conglomératiques. Le litage est parfois plissé ou déplacé par de petites fractures remplies par des veinules de calcite et de quartz (photo 3) et les horizons pélitiques montrent souvent de petits plis ouverts (photo 4).

En lame mince, les grauwackes sont constitués de quartz et de plagioclase (albite; Eakins, 1962) dont les grains anguleux mesurent entre 0,1 et 0,3 millimètre; dans les horizons conglomératiques, ces grains peuvent atteindre de deux à trois millimètres (photo 5). Certains grains de quartz sont corrodés et présentent de larges baies comblées par du matériel à granulométrie plus fine (photo 6). La matrice est composée de muscovite et contient plus de chlorite et moins de biotite que les métasédiments du Groupe de Pontiac (Sansfaçon et al., 1987). Les minéraux accessoires incluent le zircon, l'apatite, l'épidote, le sphène, la tourmaline, la pyrite et la magnétite.

Certains échantillons comportent également des horizons, riches en

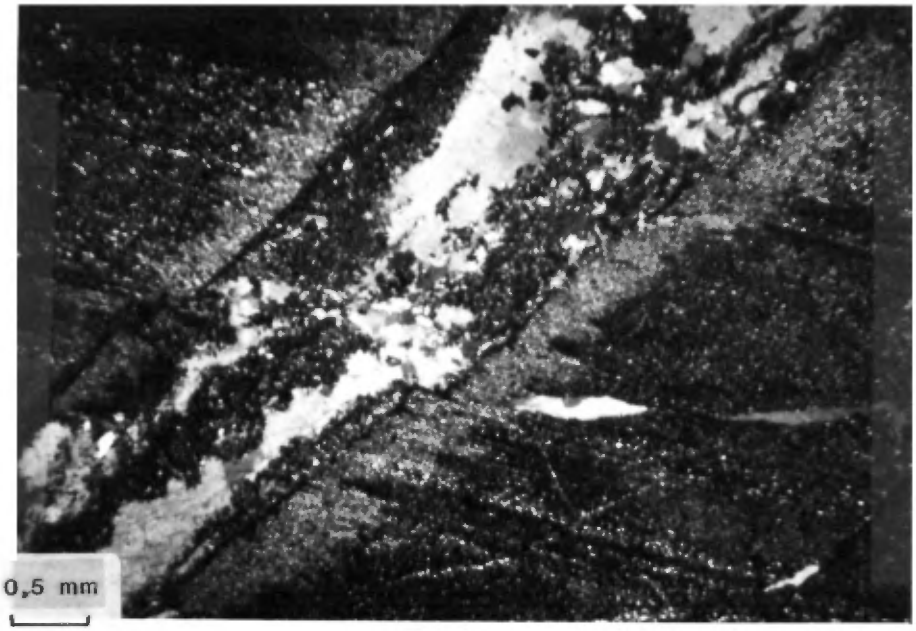


PHOTO 3: Veinule de calcite, quartz et feldspath recoupant des horizons pélitiques dans un grauwacke. On observe une fine bordure d'altération de chaque côté de la veinule (M 4462-5B, L.P.).

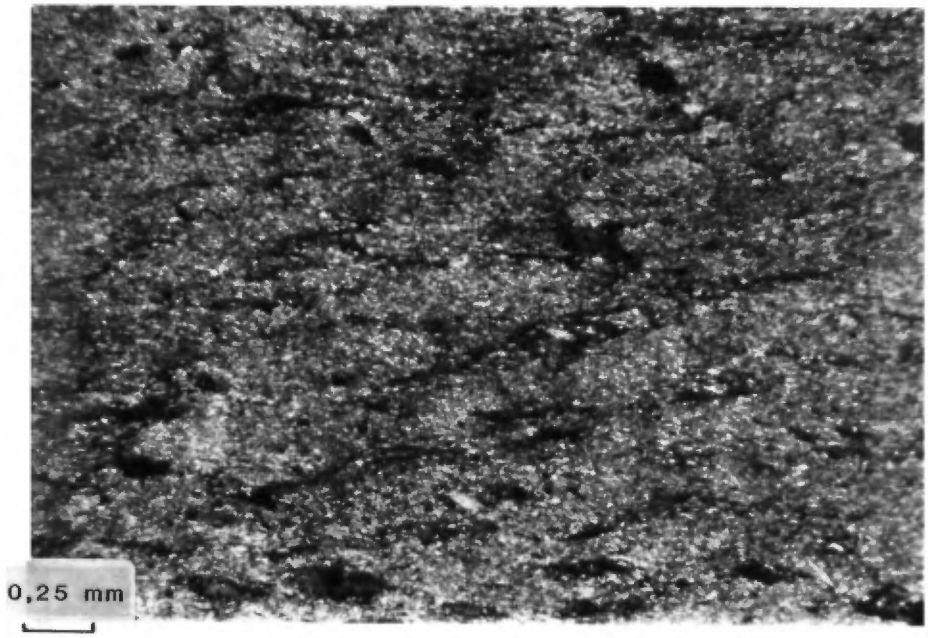


PHOTO 4: Grauwacke dont les horizons pélitiques montrent des petits plis ouverts (M 4462-6, L.P.).

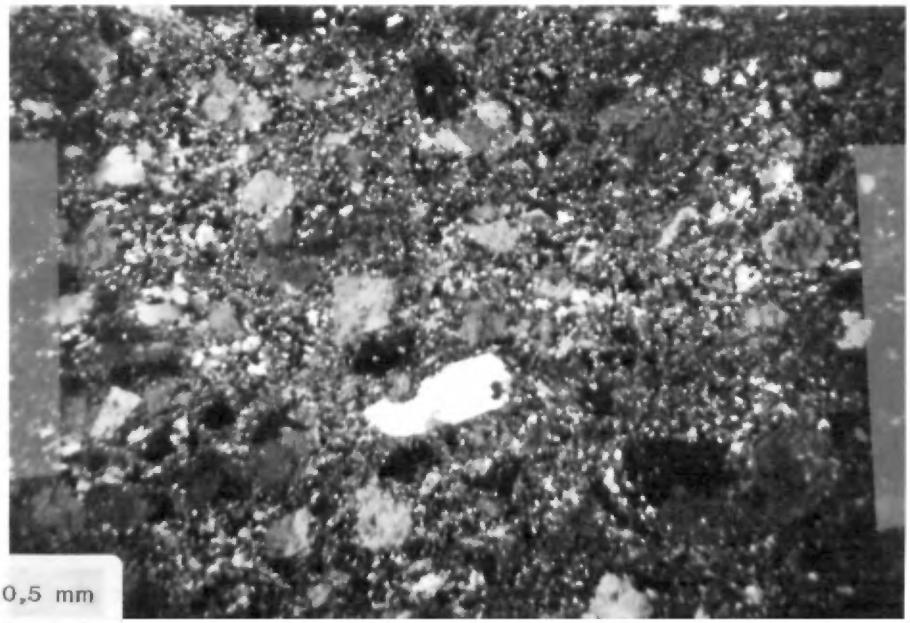


PHOTO 5: Grès grossier comportant quelques fragments conglomératiques (M 4462-7A, L.P.).

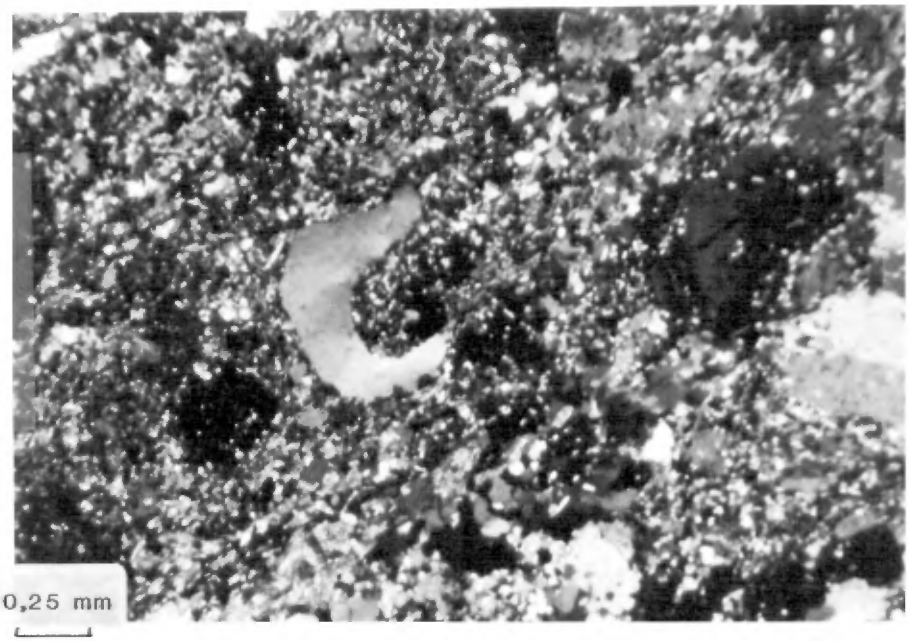


PHOTO 6: Grain de quartz corrodé présentant une large cavité, dans un grauwacke (M 4462- 7A, L.P.).

minéraux mafiques, où le plagioclase se présente en lattes (0,3 à 1,0 millimètre) diversement orientées. Dans le cas de l'échantillon M 4462-6, ces horizons renferment de la biotite et de la chlorite, tandis que dans l'échantillon M 4462-7B, ce sont la hornblende mâclée (0,5 à 1,5 millimètre) et les minéraux opaques qui prédominent. Leur alternance avec des horizons de grès fins et de pélites suggère qu'il s'agit de minces lits de tufs mafiques ou de petits filons-couches de diorite cisaillée.

La composition minéralogique des grauwackes du Groupe de Cadillac sur la propriété Malartic Gold Fields est donnée au tableau 2.

4.2.4 GROUPE DE BLAKE RIVER

Dans le secteur de la mine Malartic Gold Fields, le Groupe de Blake River est restreint à une mince bande de 0 à 275 mètres de largeur qui vient se pincer dans la partie NW de la propriété (figure 4). Vers l'ouest, ce groupe possède une épaisseur considérable dans la région de Rouyn-Noranda et s'étend jusqu'en Ontario.

Dans le secteur considéré, il est surtout constitué de basaltes. Byers et Gill (1948) rapportent que ces roches sont recoupées par des intrusions felsiques au nord-ouest de la propriété. Cependant, ces dernières ont été réinterprétées comme des coulées dacitiques par Latulippe (1976) et sont identifiées comme telles sur les cartes de compilation géoscientifique provinciales.

4.2.5 GROUPE DE KEWAGAMA

A cause de la disparition du Groupe de Blake River qui les séparait

plus à l'ouest, de la similitude des grauwackes qui les composent en majeure partie et de la déformation tectonique, il devient difficile de tracer le contact exact entre les Groupes de Cadillac et de Kewagama sur la propriété Malartic Gold Fields (figure 4). Le seul critère distinctif semble être le fait que les unités conglomératiques sont plus nombreuses et plus épaisses dans le Groupe de Cadillac, et que les cailloux y sont plus abondants et de plus grande taille. De plus, il semblerait que les intrusions mafiques et felsiques soient plus fréquentes dans le Groupe de Kewagama, alors qu'elles sont pratiquement absentes dans le Groupe de Cadillac (Trudel et Sauvé, 1988).

4.2.6 GROUPE DE MALARTIC

Le Groupe de Malartic effleure à peine le coin NE de la propriété Malartic Gold Fields (figure 4). Dans ce secteur, il est composé principalement de komatiites et de basaltes recoupés par des intrusions mafiques et felsiques.

4.3 ROCHES HOTES - DIORITES

Les intrusions dioritiques sont abondantes dans le Groupe de Piché et elles renferment pratiquement toute la minéralisation aurifère exploitée à la mine Malartic Gold Fields. Elles forment des dykes, des filons-couches et des amas lenticulaires variant en épaisseur d'un centimètre à une trentaine de mètres. Leur extension latérale peut atteindre quelques centaines de mètres. Leur attitude est généralement parallèle aux contacts du Groupe de Piché, soit N110°E/75°N, mais il existe de nombreuses variations locales.

Une zone de trempe est parfois relevée à la bordure des dykes. Elle s'exprime généralement par une granulométrie plus fine que le coeur du corps intrusif, qui est surtout à grain moyen ou grossier. Certaines de ces bordures, et parfois même les dykes minces en entier, sont remplacés par de la biotite (Sansfaçon et al., 1987). Aussi, il est fréquent d'observer des "dykes de biotite" de quelques millimètres à deux mètres d'épaisseur sur les différentes propriétés du camp minier de Malartic.

Halet (1948) et Eakins (1952) rapportent que, dans les zones de schistes, les diorites se sont mises en place le long des plans de schistosité, ou encore qu'elles sont situées dans la charnière de plis d'entraînement. Nous croyons plutôt que la forme lenticulaire de plusieurs intrusions de diorite est le résultat d'une déformation subséquente à leur mise en place. Dans les roches ultramafiques plus compétentes, les lentilles de diorite occupent plutôt des fractures et ressemblent à de véritables dykes.

Les diorites sont des roches de teinte gris-vert, composées essentiellement de plagioclase (albite; Eakins, 1962) et de hornblende vert bleuâtre dans une matrice de quartz, de biotite brune, de chlorite, de carbonate, de pyrite, de magnétite et d'ilménite (photo 7). On y rencontre également un peu de sphène, d'épidote, d'apatite, de tourmaline, de zircon et de séricite en altération des plagioclases. Les cristaux, d'une taille moyenne d'un millimètre, forment une texture grenue homogène, bien que dans certains échantillons l'orientation préférentielle des petits feuillets de biotite et de chlorite définisse une texture lépidoblastique. Dans ces échantillons, on observe fréquemment des microporphyroblastes idiomorphes de chlorite ou de pyrite

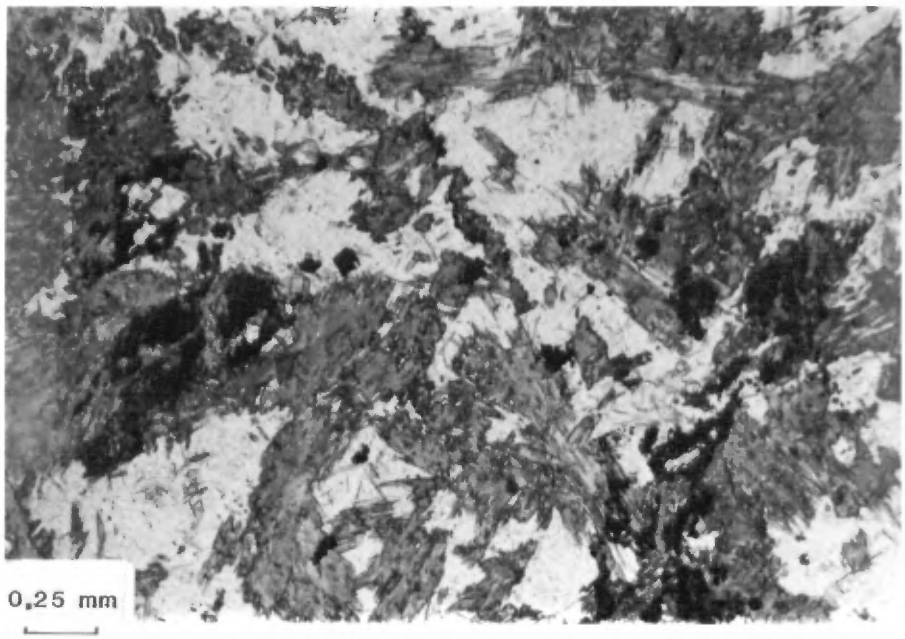


PHOTO 7: Diorite typique peu altérée (M 4462-3, L.N.).

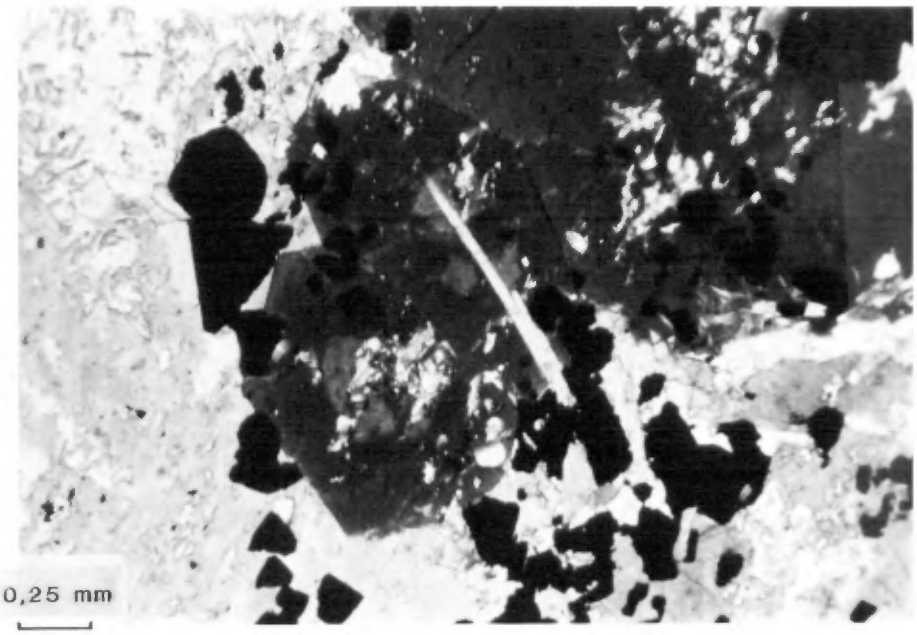


PHOTO 8: Diorite altérée riche en cristaux de tourmaline zonée renfermant des aiguilles d'amphibole (cristal clair allongé; (M 4538-2, L.N.).

qui se développent à angle élevé (70-90°) avec la foliation.

De façon générale, les diorites de la propriété Malartic Gold Fields se distinguent de celles de Barnat-Sladen par une plus faible proportion de feldspaths et une plus grande quantité de biotite, de chlorite et de calcite (Sansfaçon et al., 1987). Certaines diorites à texture ophitique ont été reconnues dans la mine et servent parfois de niveaux-repères dans les corrélations entre forages. Soulignons aussi que certains échantillons (M 4538-1, M 4538-2) contiennent en abondance des phénocristaux hypidiomorphes et poeciloblastiques de tourmaline, de couleur brun rosé ou verdâtre, qui sont souvent fracturés et zonés. Ces échantillons sont riches en chlorite, mais renferment peu d'amphibole; celle-ci se trouve à l'occasion incluse sous forme de longues aiguilles dans les cristaux de tourmaline (photo B).

La composition minéralogique de trois diorites stériles est présentée au tableau 2. L'altération des diorites minéralisées sera décrite en détail à la section 5.5.1.

4.4 STRUCTURE

Dans le secteur de la mine Malartic Gold Fields, le Groupe de Piché présente une direction générale de N120°E. Il est limité au nord et au sud respectivement par les roches sédimentaires des Groupes de Cadillac et de Pontiac. Ces limites sont surtout établies par forages. La limite nord du groupe apparaît à la figure 7 comme une surface légèrement sinueuse inclinée à environ 75° vers le nord. Quelques sondages sur le contact sud suggèrent également une forte inclinaison vers le nord-est.

L'attitude des coulées volcaniques et de plusieurs intrusions, le

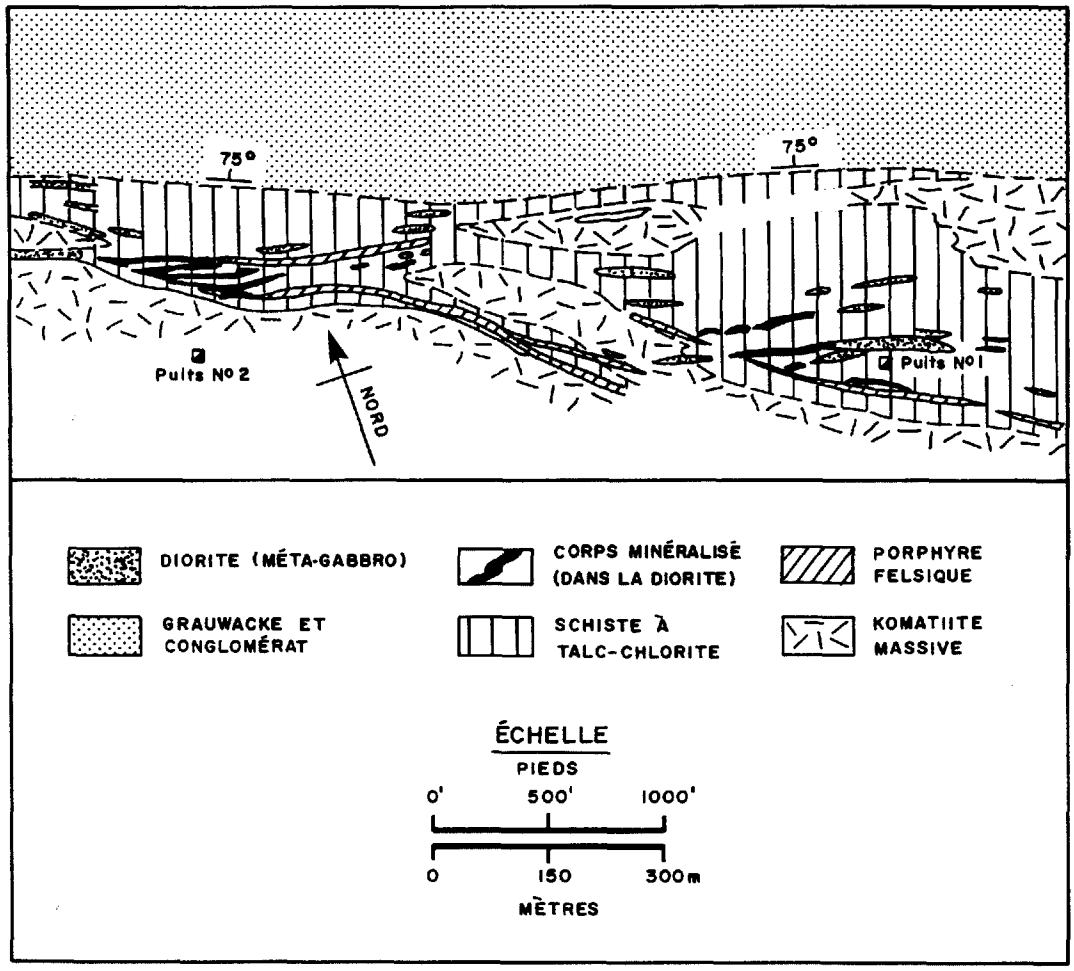


Figure 7 – Géologie de surface aux environs des puits #1 et #2 de la mine Malartic Gold Fields (d'après Halet, 1948).

litage des roches sédimentaires et la foliation des schistes à talc-chlorite montrent une discordance d'au moins 10 à 30° par rapport au tracé général des contacts entre les roches volcaniques et sédimentaires (Sansfaçon, 1986, figure 18). Les pendages de ces plans structuraux sont le plus souvent inclinés abruptement vers le nord, mais plusieurs exceptions sont relevées: ils sont parfois inclinés vers le sud ou sub-horizontaux. Ces observations et les travaux de Gunning et Ambrose (1940), Halet (1948), Imreh (1976) et Sansfaçon (1986) nous portent à croire que les contacts entre la bande volcanique du Groupe de Piché et les roches sédimentaires représentent des discordances de failles.

Le détail structural de la mine Malartic Gold Fields provient du développement minier autour des puits #1 et #2, soit de travaux souterrains localisés surtout près du contact nord du Groupe de Piché. Halet (1948) suggère la présence d'une zone de cisaillement au nord des deux puits, qu'Eakins (1962) identifie à la faille de Cadillac (figure 5). Cette zone se traduit par la transformation des komatiites massives en schistes à talc-chlorite. Halet (op. cit.) présente une cartographie géologique de la surface, des niveaux 91 mètres (puits #2) et 175 mètres (puits #1), ainsi qu'une section à proximité du puits #1. Ces cartes sont reproduites aux figures 7, 8 et 9.

Ces figures montrent au sud des puits #1 et #2 des roches ultramafiques peu déformées. Vers le nord, la quantité de schistes à talc-chlorite s'accroît en incorporant des blocs de komatiites peu tectonisées, pour finalement constituer la lithologie principale dans la bordure nord du Groupe de Piché. Les encaissants de la minéralisation aurifère, soit de nombreuses lentilles de diorites et quelques dykes de

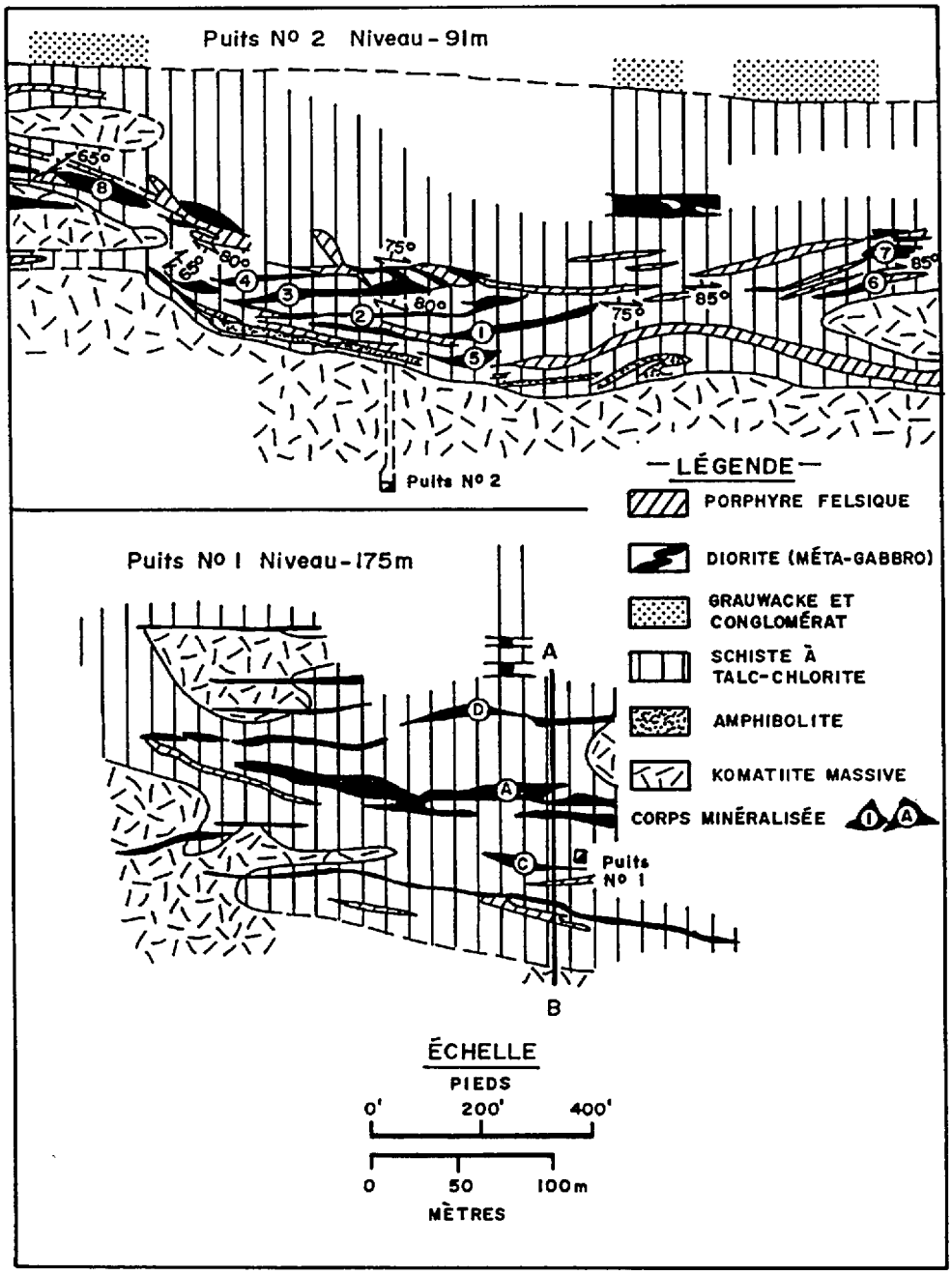


Figure 8 – Géologie du niveau 91m du puits ##2 et du niveau 175m du puits ##1 de la mine Malartic Gold Fields (d'après Halet, 1948). La section AB est montrée à la figure 9.

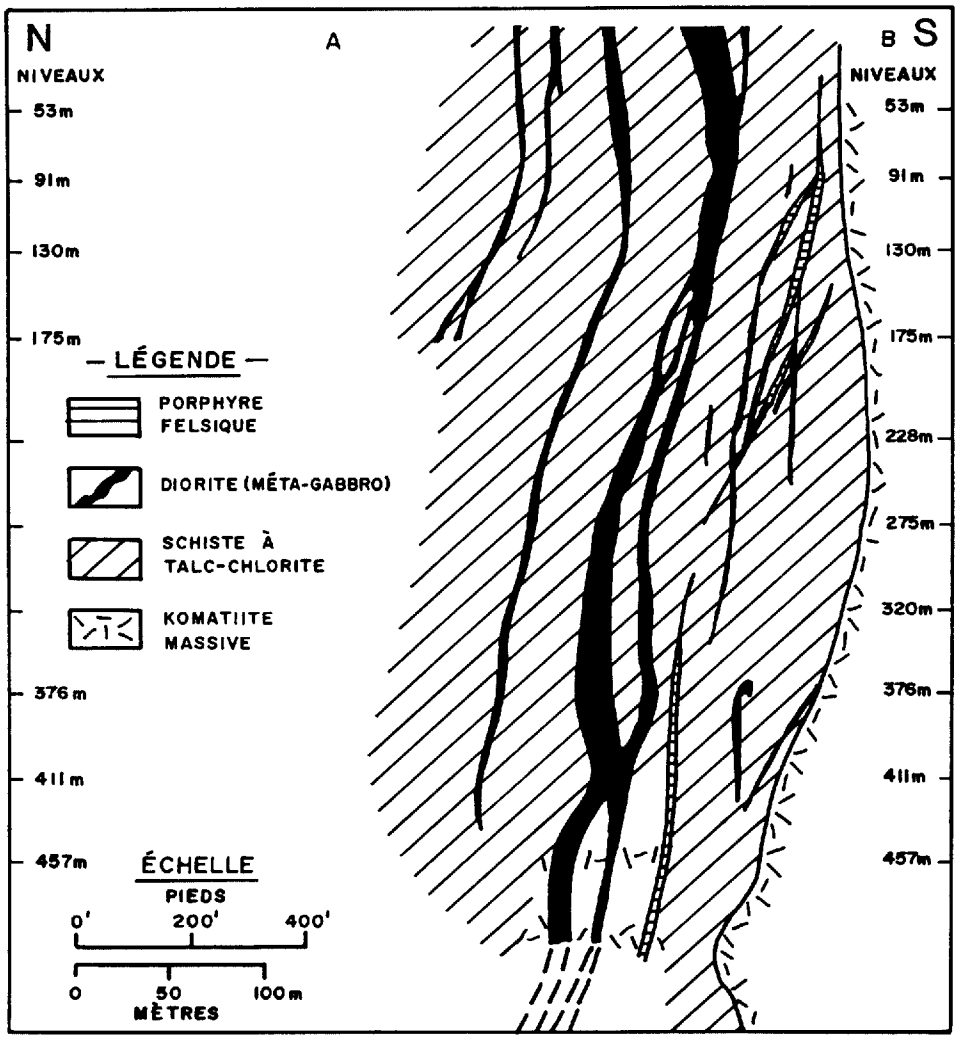


Figure 9 – Coupe verticale N–S à proximité du puits #1 de la mine Malartic Gold Fields (d'après Halet, 1948).

porphyres felsiques, semblent se restreindre surtout aux zones où les schistes s'anastomosent avec des roches ultramafiques moins déformées. Selon Halet (1948) et Eakins (1952), le caractère lenticulaire et ponctuel des intrusions résulterait d'une infiltration de magma dans les ouvertures produites lors d'une période de relâchement des contraintes ayant produit la foliation dans les schistes.

L'examen de la carte géologique détaillée du niveau 275 mètres du puits #2 (figure 10) nous conduit cependant à une interprétation différente de celle proposée par ces deux auteurs. Cette figure montre plusieurs failles NW, EW et NE sub-parallèles aux différentes orientations de la foliation dans les schistes (figure 8). La forme curviligne de plusieurs failles résulte de contraintes postérieures à leur formation. Les schistosités représentent les plans axiaux de nombreux plis mésoscopiques. Selon nous, les blocs losangiques produits par les intersections de failles, les plis et les boudins expliquent la géométrie lenticulaire des intrusions que nous interprétons comme des fragments de dykes beaucoup plus continus à l'origine. De plus, les plans de stratification des coulées volcaniques relevés dans les carottes de forages sont parfois parallèles et parfois perpendiculaires (les pendages variant de la verticale à l'horizontale) aux différentes schistosités observées.

Une cartographie effectuée par Imreh (1979) sur les rares affleurements du Groupe de Piché dans le voisinage de la mine reflète les difficultés structurales mentionnées précédemment. L'orientation NE des coulées de la figure 11 est en effet oblique à l'orientation NW des limites du Groupe de Piché (figure 1). Les coulées ont des polarités

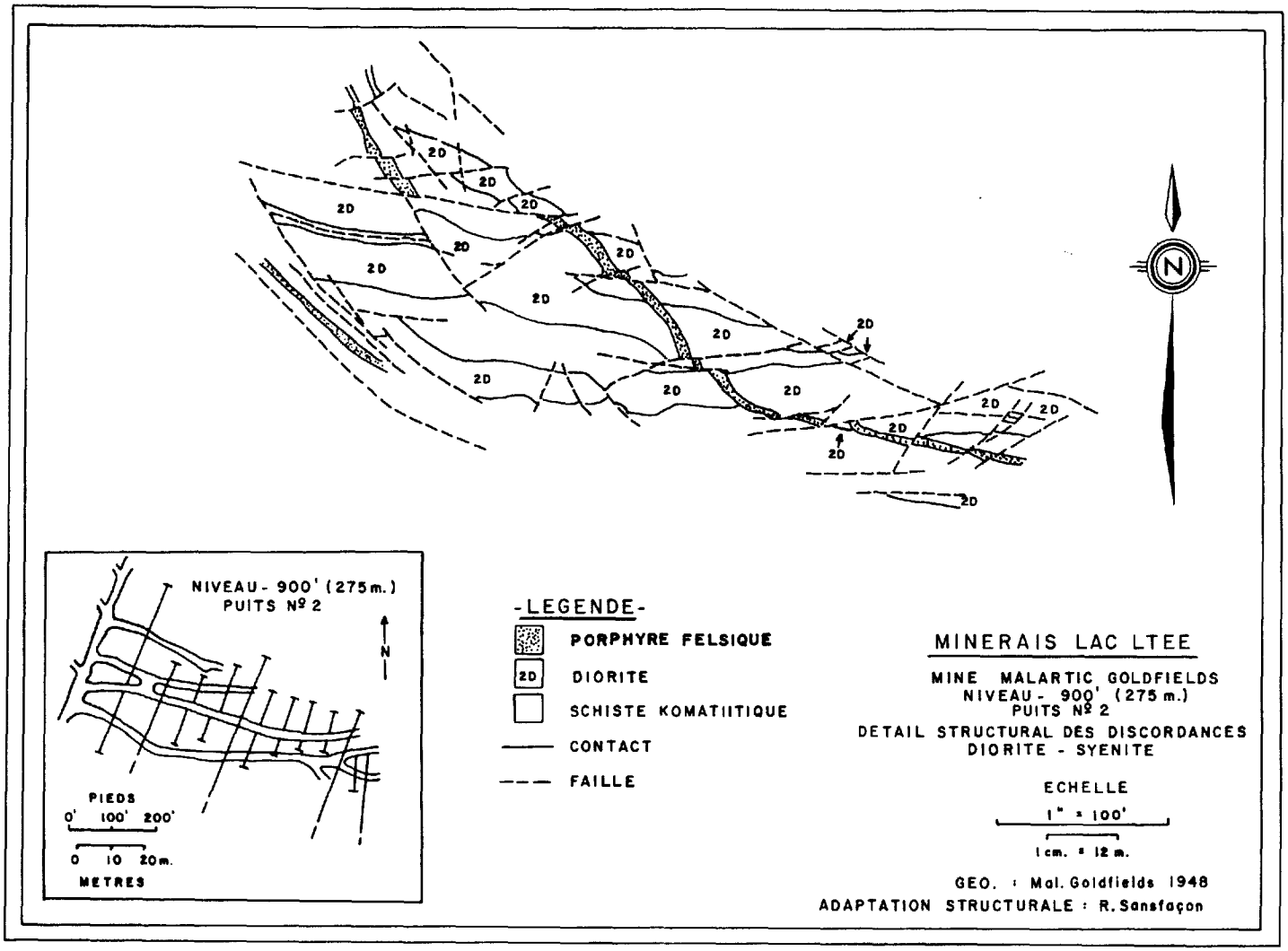


Figure 10. Exemple de discordances intrusives déformées, puits no 2, mine Malartic Gold Fields.

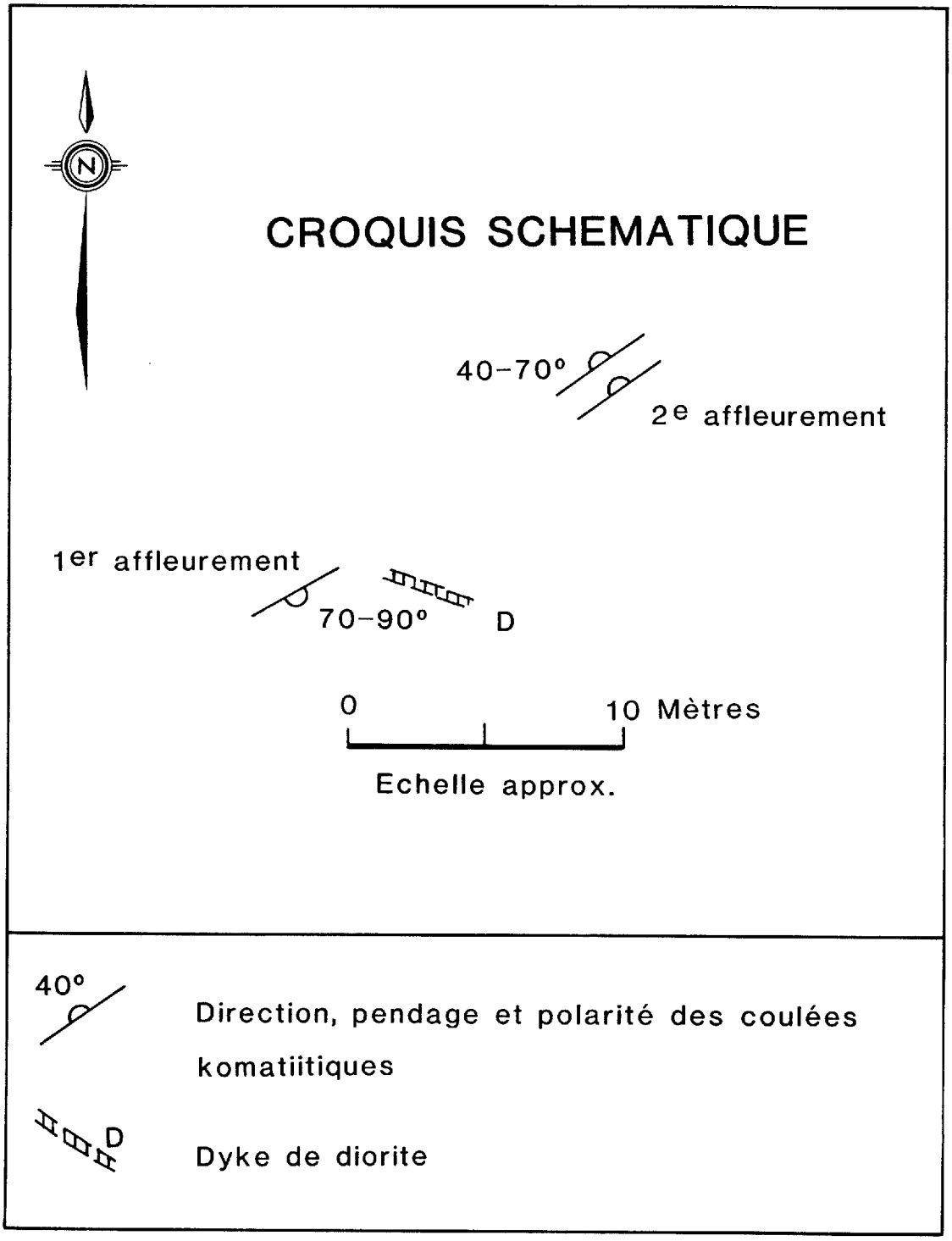


Figure 11 - Attitude des coulées komatiitiques du Groupe de Piché sur la propriété Malartic Gold Fields (d'après Imreh, 1979). Bordure sud du Groupe de Piché, à l'ESE de la mine.

opposées, définissant une structure anticlinale dont le plan axial est également oblique aux contacts du Groupe de Piché. Ces observations nous portent à conclure que ces contacts représentent des discordances de failles. De plus, la figure 11 illustre le caractère nettement discordant d'un dyke de diorite par rapport à l'attitude des coulées komatiitiques, démontrant ainsi son caractère intrusif.

4.5 METAMORPHISME

Les isogrades de la staurotide et de la sillimanite ont été tracés dans les roches sédimentaires du Groupe de Pontiac, au sud de Malartic (Imreh, 1984). Cependant, les roches du camp minier lui-même se situent généralement dans la partie supérieure du faciès des schistes verts (Trudel et Sauvé, 1988). On y observe localement une minéralogie rétrograde (partie inférieure du faciès des schistes verts), notamment dans certaines zones de failles.

La staurotide a été observée à 3,2 kilomètres au SW du puits #2 de la mine Malartic Gold Fields. Cette localité se situe à environ 2 kilomètres au sud de la faille de Cadillac, et à notre connaissance, il s'agit de l'occurrence de staurotide la plus rapprochée de cette structure entre les villes de Rouyn-Noranda et de Val d'Or. Cependant, la présence de staurotide à cet endroit est peut-être reliée à un métamorphisme de contact en bordure du pluton granodioritique de Fournière, comme le suggère le parallélisme des isogrades avec le pourtour du pluton à cet endroit (figure 4).

Les roches sédimentaires du Groupe de Pontiac situées sur la propriété Malartic Gold Fields montrent l'assemblage minéralogique biotite - plagioclase - muscovite - quartz. Le plagioclase peut être de l'albite ou de l'oligoclase (Eakins, 1962). Dans le Groupe de Piché, les diorites peu altérées présentent un assemblage composé de hornblende - biotite - albite - quartz. Cependant, deux échantillons (M 4538-1 et M 4706-1) contiennent des plagioclases zonés dans lesquels des reliques de plagioclase calcique sont préservées. Dans les diorites altérées, les quantités de chlorite et de carbonate augmentent considérablement aux dépends de la hornblende (tableau 2). Dans le Groupe de Cadillac, les grauwackes présentent l'assemblage biotite - chlorite - albite - quartz (Gunning, 1940; Eakins, 1962). Lorsque la composition s'y prête, par exemple dans les lits de tufs mafiques (ou filons-couches de diorite?), la hornblende peut être présente.

Ces observations démontrent que sur la propriété Malartic Gold Fields, les Groupes de Cadillac et de Piché ont été métamorphisés au faciès des schistes verts supérieur (zone de la biotite), tandis que le Groupe de Pontiac a atteint le début du faciès amphibolite.

5. GEOLOGIE ECONOMIQUE

5.1 DESCRIPTION DES CORPS MINERALISES

La minéralisation aurifère de la mine Malartic Gold Fields est localisée dans deux zones principales, soit les zones des puits #1 et #2 (figure 5). La zone du puits #2 constitue la plus importante des deux en termes de tonnage exploité. Une distance de 400 m sépare ces deux secteurs favorables qui ont de 300 à 500 m de longueur, près de 100 m de

largeur et qui se prolongent jusqu'à 800 m de profondeur. Les lentilles individuelles de minerai ont la forme de cigares aplatis. Elles mesurent jusqu'à 150 m de longueur horizontale et 10 m d'épaisseur et elles sont allongées verticalement. Halet (1948) rapporte que des lentilles de 30 m de longueur horizontale ont été suivies verticalement sur 150 m. Cet allongement vertical des corps dioritiques minéralisés correspond à la linéation d'étirement régional dans le secteur de Malartic-Val d'Or (Robert, 1988).

Le minerai vient essentiellement de nombreuses petites masses ou dykes lenticulaires de diorite (figure 12). Selon Halet (1948), le minerai consiste en un stockwerk de veines et veinules de quartz dans la diorite pyritisée et altérée. L'or est rarement visible et se retrouve surtout dans l'éponte pyriteuse des veines. Les veines individuelles varient en épaisseur de quelques millimètres jusqu'à 30 cm. Elles forment surtout des réseaux de veines subparallèles d'orientation variable. La diorite ne devient minerai qu'aux endroits où les veines sont suffisamment nombreuses pour amener tout le dyke, ou un volume considérable du dyke, à une teneur économique. De grands segments de dyke sont alors minés en vrac. Les veines sont fortes et persistantes dans la diorite, mais elles se pincent et disparaissent rapidement en passant dans le schiste en bordure du dyke. Les murs du dyke forment donc la limite du minerai (Halet, op. cit.). Ces murs pendent généralement à 75° vers le nord. Les intrusions de porphyre felsique, qui recoupent les diorites, renferment habituellement des teneurs d'or sub-économiques.

En plus des deux zones exploitées, l'ancienne concession minière de

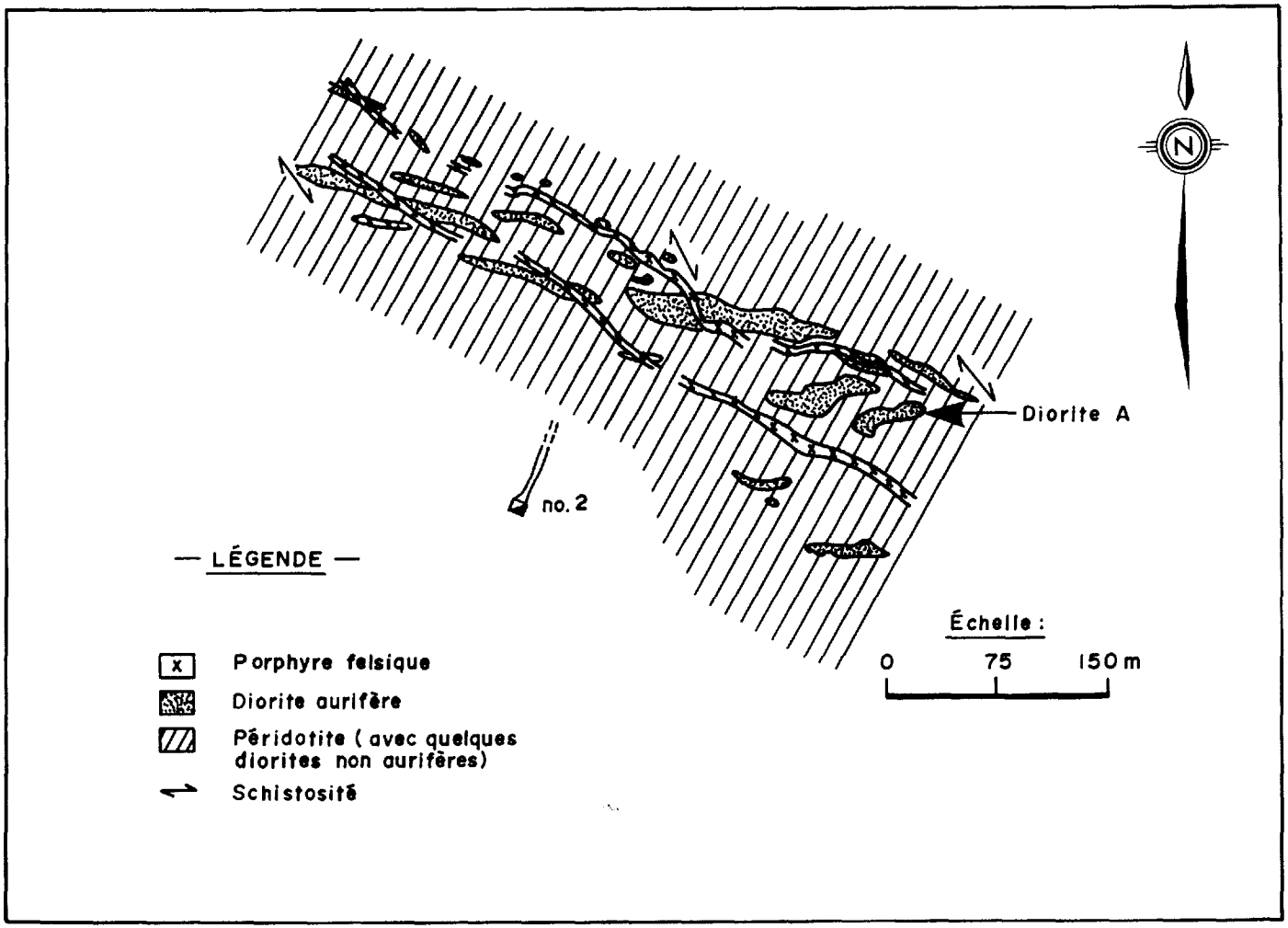


Figure 12. Plan géologique des diorites aurifères de la Malartic Gold Fields. Niveau 323 mètres, puits no 2 (d'après R. Sansfaçon).

Malartic Gold Fiels renferme également trois indices aurifères situés au sud des puits #1 et #2. Il s'agit des indices Goldstack, P et du Moulin (figure 13).

L'indice Goldstack est situé au sud-est du puits #1. Il représente possiblement une extension de la zone principale du puits #1. A cet endroit, des dykes dioritiques de directions NW et NS sont présents sur une distance d'environ 200 mètres et sont recoupés par un dyke de porphyre felsique. La fracturation, l'altération et la minéralisation aurifère présentes dans les diorites sont semblables à celles observées dans les zones principales de la mine. Les données actuelles suggèrent que le tonnage de cet indice est insuffisant pour en permettre une exploitation rentable.

Les indices P et du Moulin sont situés à la bordure sud du Groupe de Piché. La dernière zone a été explorée récemment par Minerais Lac. Dans ces deux zones, des dykes de porphyre felsique gris recoupent les roches ultramafiques. Ils renferment des veines de quartz-pyrite-tourmaline où l'or est parfois observé à l'oeil nu. Des intrusions dioritiques sont également présentes, mais elles se sont avérées stériles jusqu'à maintenant. Ces deux indices sont actuellement sub-économiques, en raison d'un tonnage insuffisant.

Dans les sections qui suivent, nous ne décrivons que le minerai "de diorite" qui a été exploité dans les deux zones principales de la mine.

5.2 CONTROLE DE LA MINERALISATION

Le contrôle de la minéralisation aurifère à la mine Malartic Gold Fields est à la fois structural (relié à la fracturation) et lithologique

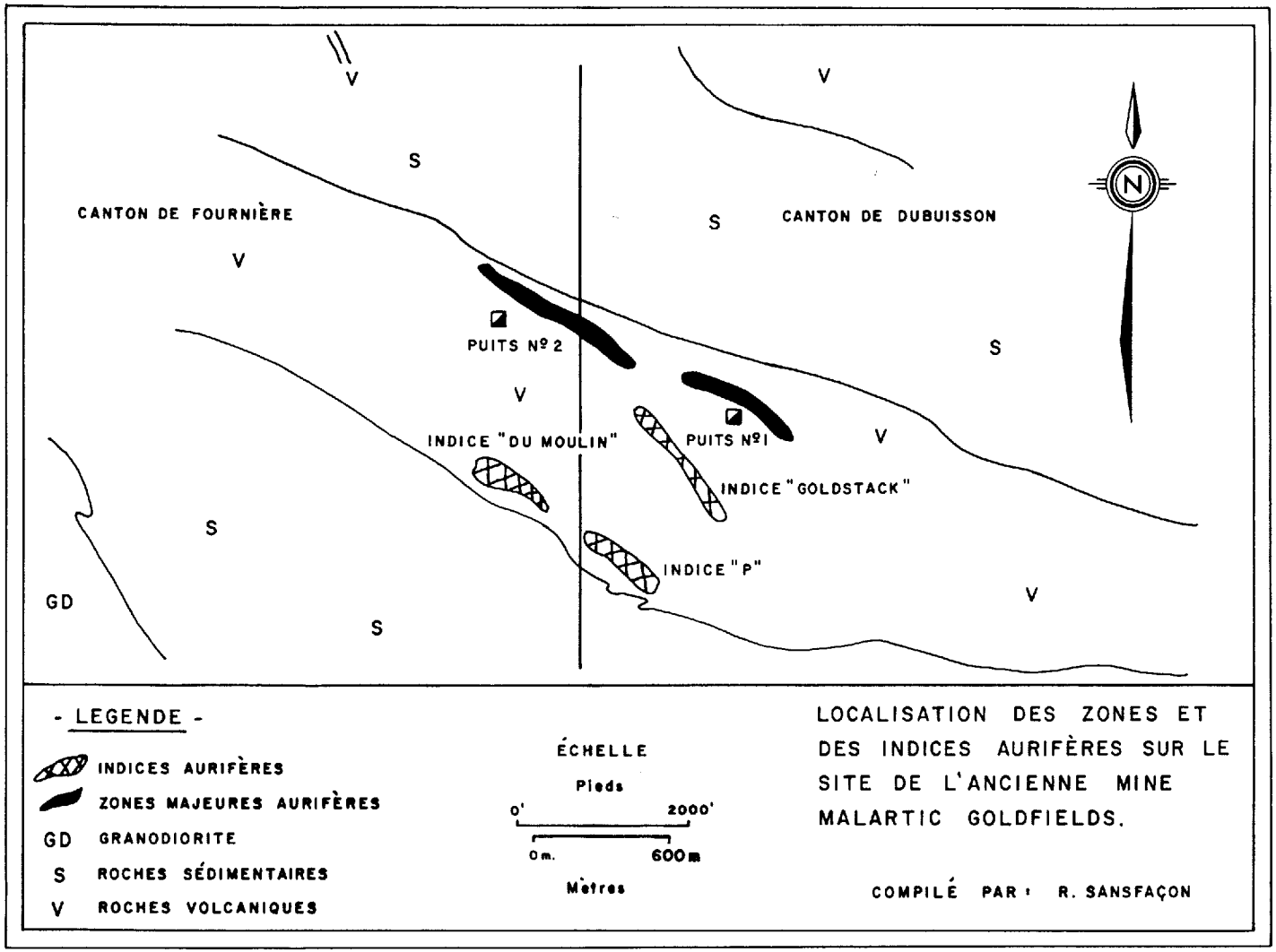


Figure 13. Localisation des zones majeures et des indices aurifères connus sur la propriété Malartic Gold Fields.

(restreint aux intrusions de composition dioritique). Ces deux aspects sont discutés ci-après.

5.2.1 CONTROLE STRUCTURAL

A la mine Malartic Gold Fields, l'or est principalement dispersé dans les bordures pyritisées de fractures affectant les intrusions dioritiques (figure 14 B). Des veines de quartz peuvent occuper ces fractures, mais elles sont généralement stériles, même si de l'or visible y a parfois été observé.

Le nombre et l'espacement des fractures sont très variables d'un corps dioritique à l'autre, et même à l'intérieur d'un même amas. De plus, ces fractures peuvent être sub-parallèles, sub-perpendiculaires (figure 14 A) ou obliques par rapport aux contacts des intrusions dioritiques. Plusieurs réseaux de fractures sont présents, dont au moins un possède des pendages modérés à sub-horizontaux (figure 15).

D'autres réseaux, sub-perpendiculaires ou obliques au système sub-horizontal, montrent des pendages plus abrupts quoique généralement moins inclinés que les contacts des intrusions (Anderson et Wilton, 1953). Sur un niveau donné et pour une même intrusion, un réseau de fractures prédomine souvent sur les autres (figure 14 A). Cependant, le réseau dominant peut varier d'une intrusion dioritique à l'autre, et même d'un niveau à l'autre à l'intérieur d'un même corps intrusif.

L'une des causes de cette variation réside selon nous dans le fait que les fractures sont déformées par des éléments tectoniques postérieurs à leur développement. Ce phénomène est illustré à la figure 16 où l'on constate que les intrusions dioritiques ainsi que les veines qu'elles

MALARTIC GOLD FIELDS

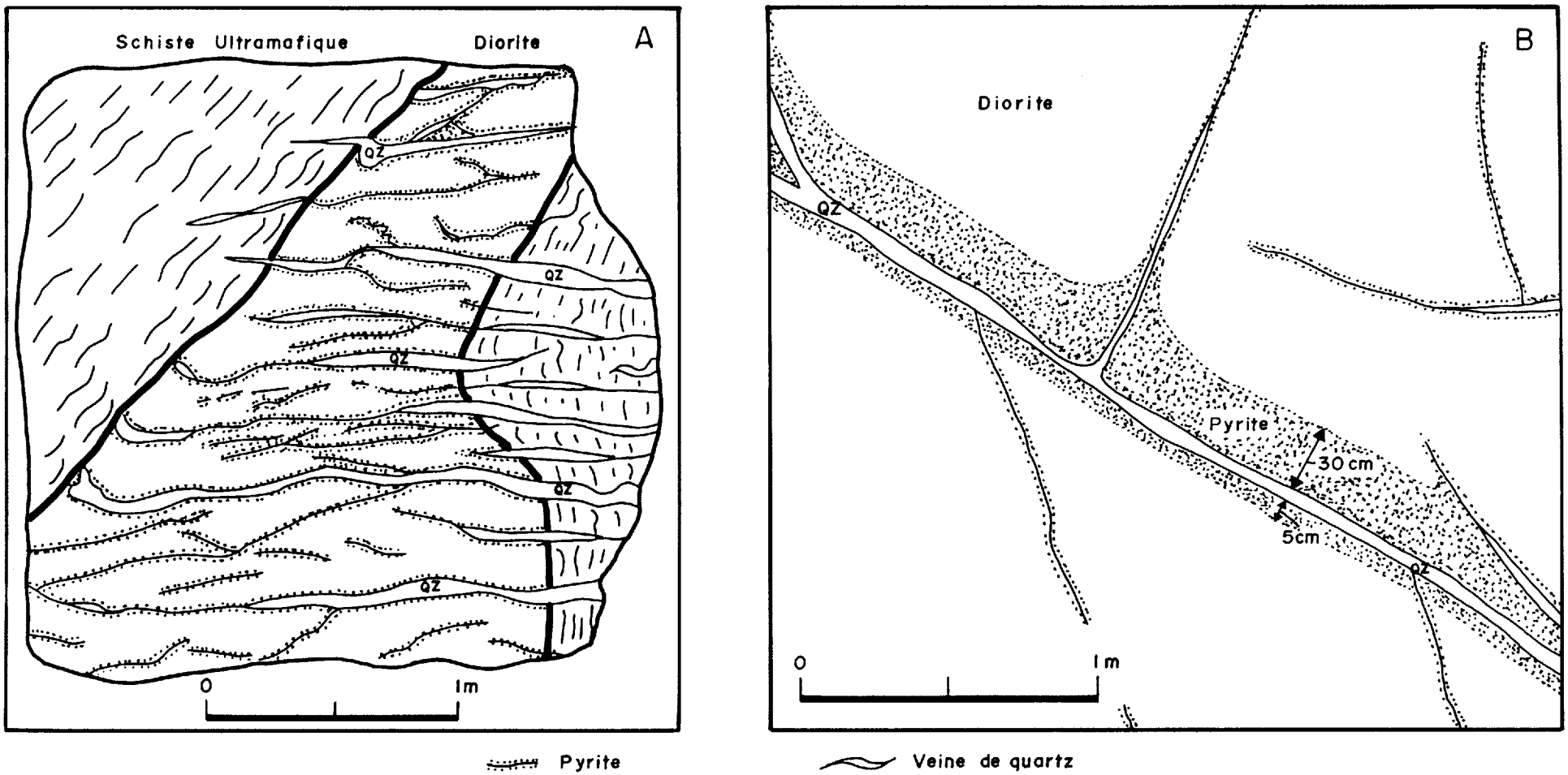


Figure 14. Détail de la minéralisation aurifère dans la diorite, mine Malartic Gold Fields (d'après Eakins, 1952). A) Pyrite aurifère bordant les fractures et les veines de quartz, le minerai est restreint à la diorite. B) La zone de pyrite est plus large dans l'éponte supérieure de certaines veines.

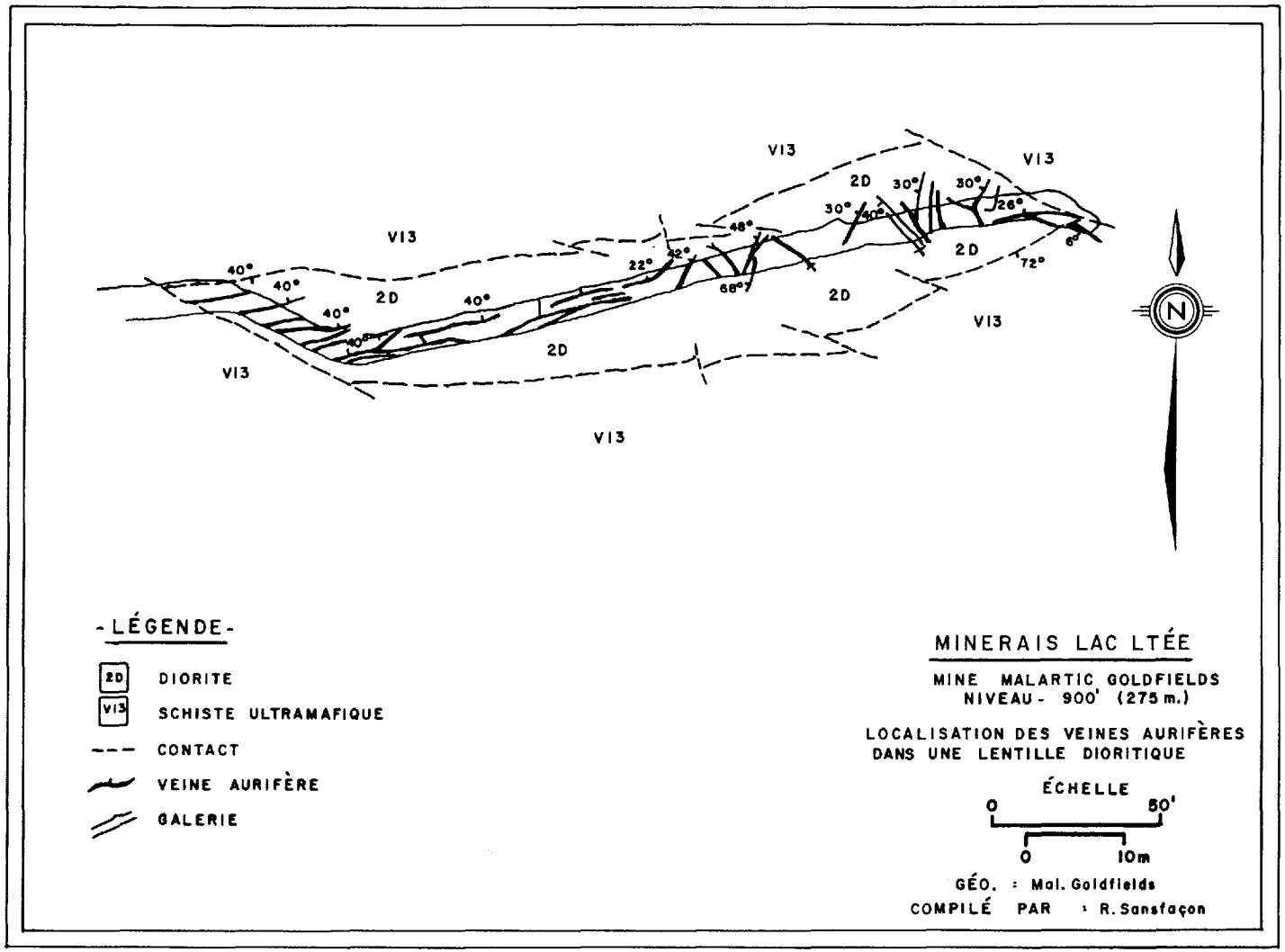


Figure 15. Localisation des veines aurifères dans une lentille dioritique, puits no 2, mine Malartic Gold Fields.

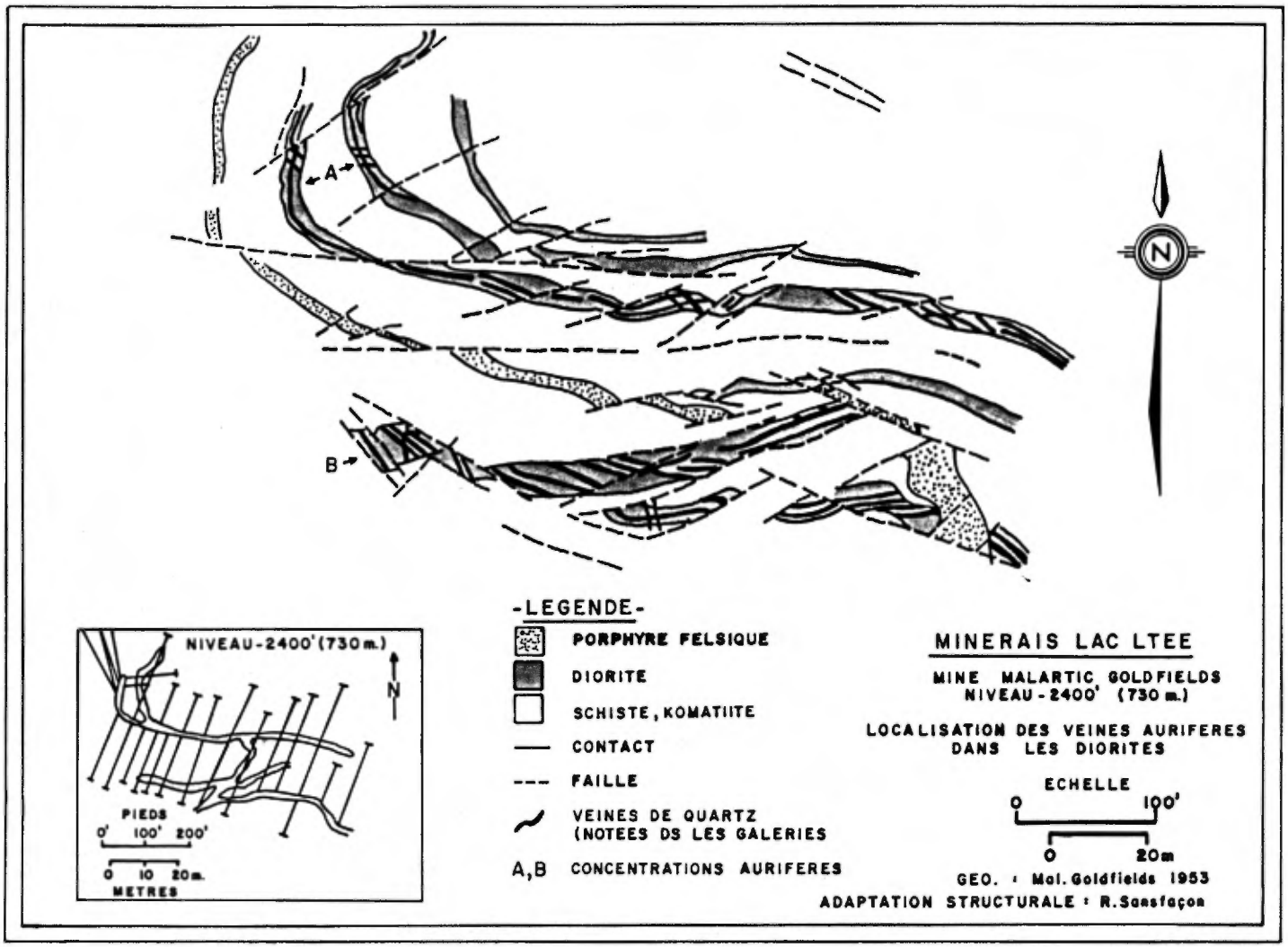


Figure 16. Localisation des veines aurifères dans les lentilles de diorite du niveau 730m, puits no 2, mine Malartic Gold Fields.

renferment sont plissées et déplacées par de nombreuses failles orientées NW, EW et NE. Ces plissements et ces failles induisent dans les veines de quartz aurifères des changements d'attitude qui peuvent être brusques ou progressifs.

A cet égard, les structures observées dans les veines de la mine Malartic Gold Fields sont tout à fait comparables à celles des veines de la propriété Canadian Malartic située plus à l'ouest. A cet endroit, on observe dans les sédiments du Groupe de Pontiac des veines de quartz plissées, boudinées, faillées et transposées (photos 9 et 10). Ces observations, ainsi que celles illustrées à la photo 1, démontrent le caractère précoce de certaines veines de quartz aurifères par rapport aux phases de déformation subséquentes.

Un autre facteur de contrôle concerne l'épaisseur des dykes dioritiques, qui influence leur fracturation. Ainsi, Dresser et Denis (1951) rapportent que les dykes de moins de 10 m d'épaisseur sont parfois fracturés et minéralisés de part en part. Ces dykes ont fourni la majorité du minerai. Les dykes plus gros (10 à 30 m d'épaisseur) ne sont que partiellement fracturés. La minéralisation peut être restreinte à quelques zones de fractures obliques au dyke, ou continue d'un bord à l'autre du dyke. Ces zones mesurent 10 à 30 m de longueur horizontale et 1 ou 2 m d'épaisseur. Elles sont parfois distantes l'une de l'autre de 10 ou 15 m (figure 6). Malgré la grande variabilité de leurs attitudes, tel que mentionné précédemment, beaucoup de zones ont une direction de N 30° E et un pendage de 45° NW (Dresser et Denis, 1951).

L'absence de données précises sur l'orientation et la nature des veines limite leur description. La fracturation de la diorite et sa

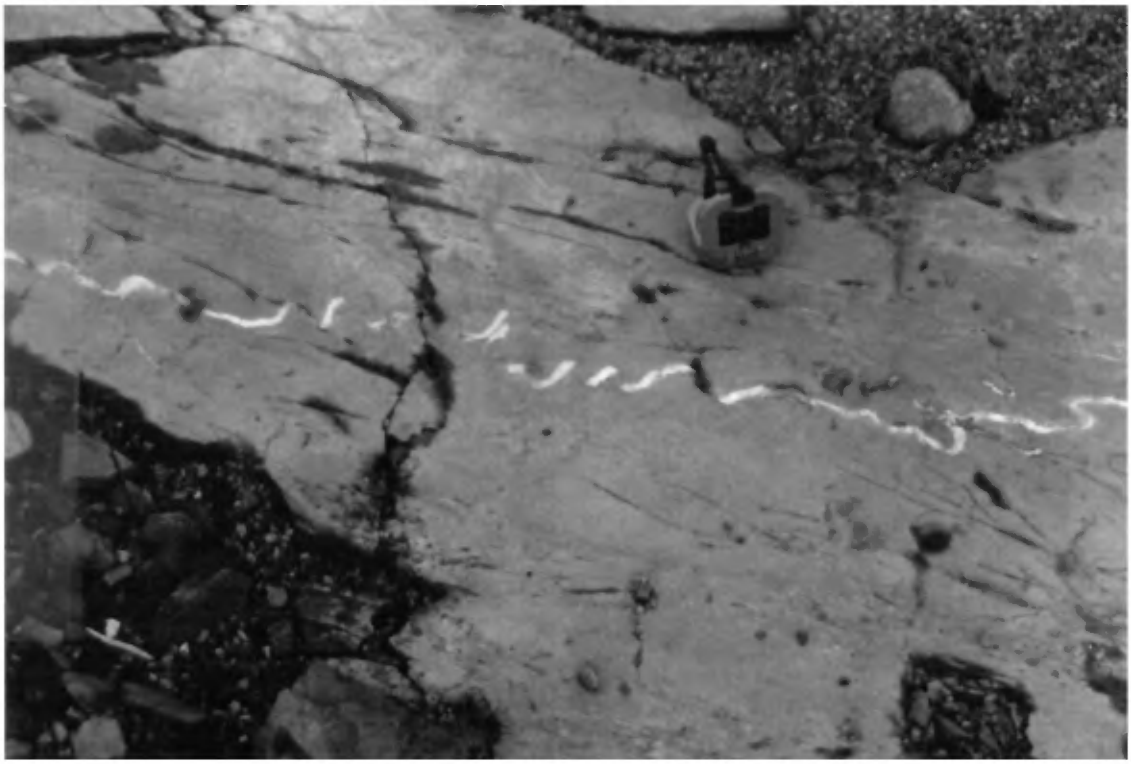


PHOTO 9: Veine de quartz plissée et boudinée dans les grauwackes du Groupe de Pontiac; propriété Canadian Malartic.



PHOTO 10: Veine de quartz faillée et transposée; propriété Canadian Malartic (F: faille; So: stratification; S_2: schistosité).

minéralisation tiennent sans doute à sa nature cassante en comparaison des schistes ductiles encaissants: les veines sont persistantes et subparallèles dans le dyke, mais elles se terminent brusquement en pénétrant le schiste.

Nous avons déjà mentionné (section 5.1) que les dykes dioritiques minéralisés avaient la forme de cigares aplatis possédant une plongée verticale et un axe intermédiaire (E-W) beaucoup plus long que leur axe court (N-S). Cette géométrie est parfaitement compatible avec le style tectonique régional (Robert, 1988) qui résulte d'une compression nord-sud (contrainte maximale σ_1) avec une direction d'étirement verticale (contrainte minimale σ_3). Dans ces conditions, la contrainte intermédiaire σ_2 est E-W et horizontale, ce qui explique l'extension et le boudinage E-W des dykes dioritiques. Ainsi, l'étirement n'était pas limité à la direction verticale; un étirement horizontal s'est également produit.

Mentionnons en terminant un dernier facteur de contrôle relatif à l'intensité de la déformation. En effet, les amas de diorite minéralisée sont restreints aux zones de forte déformation, alors que dans la komatiite massive, les intrusions de diorite sont beaucoup plus continues, non fracturées et non minéralisées.

5.2.2 CONTROLE LITHOLOGIQUE

Halet (1948) a insisté sur le contrôle lithologique de la minéralisation. Il souligne que les veines de quartz se retrouvent dans toutes les lithologies sauf les schistes finement laminés, mais que la minéralisation économique est presqu'uniquement restreinte aux diorites.

Certains dykes de porphyre bien fracturés contiennent autant de veines de quartz que les diorites mais leur teneur en or et en pyrite est basse même où ils rencontrent les dykes de diorite minéralisée. De plus, lorsque certaines veines présentes dans la diorite pénètrent pour quelques décimètres dans le schiste environnant, la quantité de pyrite présente dans les épontes de la veine chute brusquement en pénétrant le schiste. Ce phénomène est illustré à la figure 14 A. Comme Eakins (1962), nous croyons que la haute teneur en fer et, particulièrement, en magnétite de la diorite est un facteur important dans la formation de la pyrite et la déposition de l'or.

Halet (1948) rapporte également un certain contrôle de la minéralisation de la diorite par les dykes de porphyre. Il décrit un dyke de porphyre qui recoupe l'extrémité de deux dykes de diorite. La meilleure teneur d'or dans la diorite est précisément à la rencontre du porphyre et cette teneur décroît graduellement en s'éloignant du porphyre. Il affirme qu'il y a plusieurs autres exemples de cette nature et que l'association est trop évidente pour être fortuite.

5.3 DISTRIBUTION DU MINERAI AURIFERE DANS LES DIORITES

Les teneurs en or des lentilles dioritiques sont variables et dépendent de l'intensité de la fracturation et de la pyritisation (Eakins, 1962). Ces variations se perçoivent latéralement, soit sur un même plan de niveau, ou encore verticalement, soit sur une succession de niveaux. Ainsi, par exemple, seules les lentilles A et B de la figure 16 sont économiques, tandis que les autres parties des diorites ont des teneurs marginales (<1,7 g/t Au). Par contre, sur un autre niveau, la

répartition du minerai aurifère peut être entièrement différente, malgré une géologie structurale analogue à celle de la figure 16.

Halet (1948), Dresser et Denis (1951) ainsi qu'Anderson et Wilton (1953), rapportent d'intéressantes observations sur la distribution des teneurs aurifères dans les diorites. Ces observations sont basées sur des normes de production selon lesquelles on évitait de miner les parties à basse teneur afin de maintenir une teneur moyenne de plus de 5,5 g/t Au au moulin. L'ensemble de tout le minerai exploité à la mine possède d'ailleurs une teneur moyenne de 5,9 g/t Au (tableau 1).

Halet (1948) rapporte que les lentilles dioritiques d'une épaisseur inférieure à 9 mètres et de courte longueur contiennent généralement un minerai plus riche et plus continu que celles qui sont plus puissantes et plus longues. Certaines lentilles étroites peuvent toutefois être sub-économiques ou entièrement stériles (teneur <0,3 g/t Au). Dans les lentilles de forte taille, la minéralisation est souvent limitée à des segments de 9 à 33 mètres de longueur, séparés par des parties relativement stériles de 10 à 12 mètres de longueur où les fractures minéralisées sont déficientes ou très espacées (Dresser et Denis, 1951). La minéralisation peut être continue sur toute la largeur du dyke, ou sur seulement une partie de celle-ci, l'épaisseur minimale exploitable étant toutefois de 1,5 mètre.

Plusieurs lentilles dioritiques aurifères de la mine sont plus continues en profondeur qu'elles ne le sont en longueur. Ces lentilles se présentent donc comme des cylindres aplatis, de plongée abrupte. Anderson et Wilton (1953) ont décrit une variation verticale des teneurs en or à l'intérieur de ces corps cylindriques. L'étude de 19 de ces

cylindres a démontré que 11 d'entre eux contenaient des blocs sub-horizontaux à basse teneur (1,5 à 2,4 g/t Au) coincés dans du minerai de bonne teneur (figure 17). Ces blocs sub-économiques ont des hauteurs qui varient du mètre à une centaine de mètres. Le programme de contrôle des teneurs du minerai nécessitait donc des forages transversaux afin de localiser les lentilles dioritiques favorables à la minéralisation et ensuite des forages subverticaux selon leur plongée afin de mieux évaluer leur teneur.

5.4 MINERALOGIE DES VEINES

Les veines consistent de quartz blanc ou bleuté, souvent avec une quantité considérable de tourmaline, et une faible quantité de pyrite. Des traces d'arsénopyrite, de chalcopyrite et de galène sont aussi présentes (Halet, 1948; Dresser et Denis, 1951). Un peu d'or est parfois visible mais, de l'avis général, les veines de quartz contiennent peu d'or. Dresser et Denis (1951) évaluent à 15% la proportion de veines de quartz dans le minerai de diorite.

La diorite formant l'éponte des veines est altérée et bien minéralisée en pyrite avec un peu d'arsénopyrite sur une distance de quelques décimètres en bordure des veines de quartz et de fines fractures (Halet, 1948). Toute la masse de diorite est altérée lorsque les veines sont suffisamment rapprochées. La pyrite est en cristaux de 1 ou 2 mm et forme jusqu'à 15% du minerai selon Dresser et Denis (1951). L'arsénopyrite est rarement visible à l'oeil nu (P.T. Black, cité par Eakins, 1962). Des échantillons représentatifs de minerai auraient une teneur d'environ 0,1% As d'après Dresser et Denis (1951). L'or est

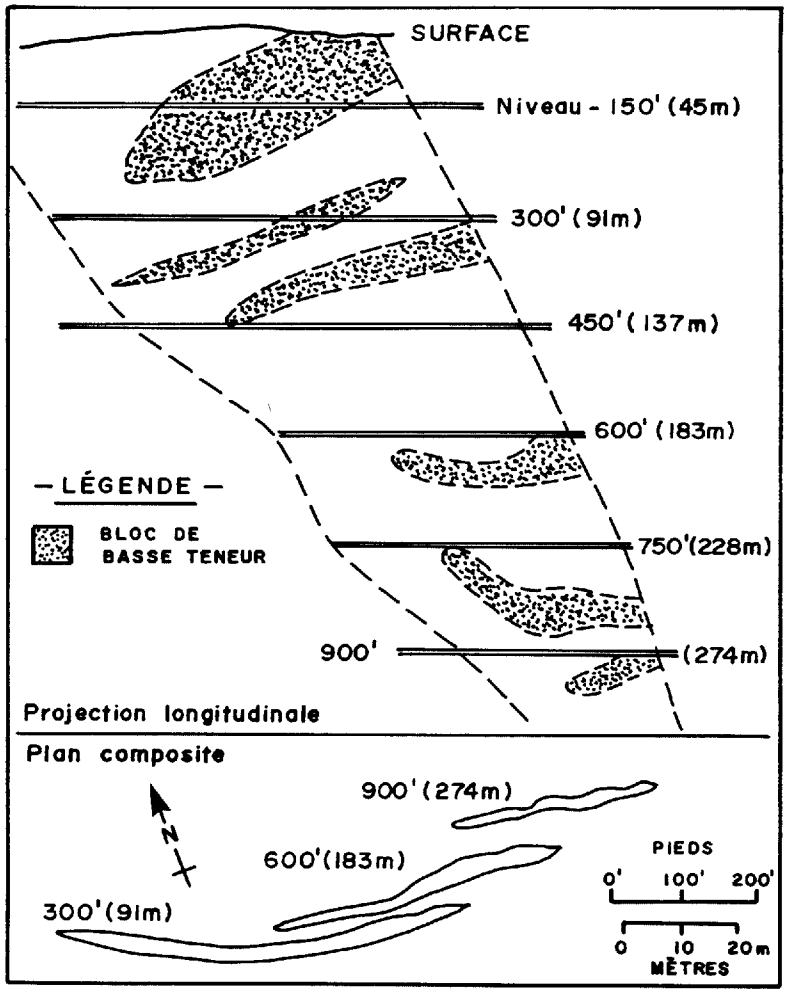


Figure 17. Zones subhorizontales à teneur plus basse dans un dyke de diorite minéralisée, Malartic Gold Fields (d'après Anderson et Wilton, 1953).

rarement visible. Halet (1948) croit que l'or est associé de près à la pyrite et que la majorité de l'or du minerai est dans la diorite pyritisée. D'après cet auteur, un concentré de pyrite contiendrait 95% de l'or présent dans le minerai.

5.5 ALTERATION DES EPONTES

Dans les zones minéralisées, les intrusions de diorite et de porphyre felsique de même que les roches ultramafiques encaissantes montrent toutes les effets d'une altération hydrothermale intense. L'étude pétrographique démontre que les assemblages minéralogiques des zones altérées et minéralisées sont toujours compatibles avec le degré de métamorphisme régional des roches encaissantes. De plus, les zones minéralisées se retrouvent dans les mêmes structures qui affectent les roches à l'échelle régionale. Pour ces raisons nous croyons que la minéralisation aurifère dans le secteur de Malartic (incluant la mine Malartic Gold Fields) est syn-tectonique et syn-métamorphique (Trudel et Sauvé, 1988).

Pratiquement toute la minéralisation aurifère de la mine Malartic Gold Fields est contenue dans des diorites altérées. Cependant, une faible proportion vient aussi des porphyres felsiques, tandis que les roches ultramafiques sont nettement stériles. Dans les sections qui suivent, nous décrivons successivement les diorites, les porphyres felsiques et les roches ultramafiques altérés.

5.5.1 DIORITES ALTEREES

Le tableau 2 démontre clairement que la diorite minéralisée est

silicifiée, biotitisée, chloritisée, carbonatisée et pyritisée par rapport à la diorite stérile. L'augmentation de ces minéraux d'altération s'effectue principalement aux dépends de la hornblende et, à un degré moindre, du plagioclase de la diorite originale.

La silicification n'est importante que dans les zones bréchiques ou le long de fractures importantes qui affectent les lentilles de diorite. Le quartz de type cherteux se présente alors en minces filonnets ou en amas de substitution plus volumineux, pouvant mesurer jusqu'à 30 centimètres de largeur.

La pyritisation se rencontre surtout dans la diorite biotitisée et carbonatée, bien qu'elle se développe aussi dans la diorite silicifiée sans carbonate ou biotite. Le développement de la pyrite est étroitement contrôlé par l'étendue de la fracturation. Sur la propriété Malartic Gold Fields, le contenu en pyrite des diorites peut atteindre 20 à 25% (photo 11). Disséminée ou en fines veinules, la pyrite se concentre surtout dans les épontes bordant les fractures et les filons de quartz. Selon Eakins (1962), la pyritisation résulterait en partie de la déstabilisation de la magnétite, car il observe que la quantité de pyrite s'accroît proportionnellement à la diminution de la magnétite. Eakins (1962) mentionne et illustre un phénomène curieux observé à Malartic Gold Fields: une zone pyritisée beaucoup plus large dans l'éponte supérieure que dans l'éponte inférieure de certaines veines (figure 14 B; un phénomène semblable a été observé à la mine Lamaque: Karvinen, 1985, rapport non publié).

Un échantillon peu altéré (M 4538-2) est riche (5-10%) en magnétite secondaire qui remplace partiellement la hornblende et le plagioclase.



PHOTO 11: Diorite minéralisée (20% pyrite) et altérée en calcite et chlorite (M 4705-2, L.P.).

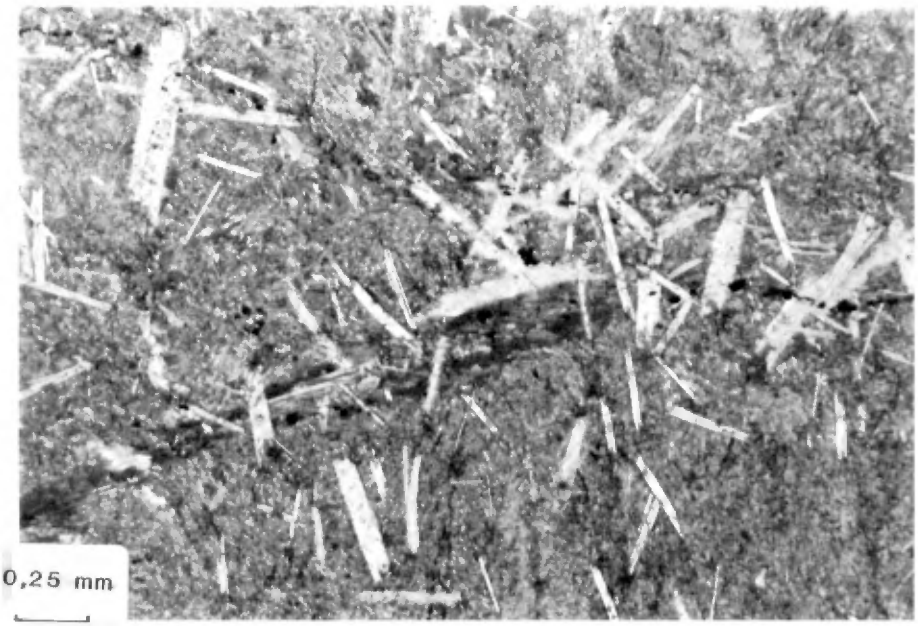


PHOTO 12: Porphyroblastes de chlorite dans un schiste à grain fin (M 4707-1, L.N.).

Eakins (1962) décrit la formation de magnétite aux dépens de la hornblende dans une phase initiale d'altération. Dans notre cas, cependant, la hornblende est abondante et stable. Nous ne savons pas si cette oxydation est antérieure à la pyritisation ou si elle lui est contemporaine et se forme à la périphérie des zones altérées. Cette oxydation en magnétite peut être importante pour la minéralisation aurifère car selon Eakins (1962), une bonne part de la pyrite s'est formée aux dépends de la magnétite.

La diorite minéralisée est aussi fortement affectée par la carbonatation. La quantité de carbonate peut représenter jusqu'à 30% de la roche, particulièrement dans la diorite très pyritisée qui prend alors un aspect lessivé et une teinte chamois à grisâtre. Le carbonate comble les interstices entre les autres minéraux ou se dispose en nodules ou en veinules. Il est également à noter que la chloritisation des diorites minéralisées est plus intense à la mine Malartic Gold Fields que dans tout autre gisement du secteur sud de Malartic. Par exemple, la diorite minéralisée de Malartic Gold Fields contient en moyenne 14% de chlorite (tableau 2) contre seulement des traces à la mine East Malartic (Trudel et Sansfaçon, 1987).

La minéralisation aurifère de la mine Malartic Gold Fields est donc associée à une addition de S, CO_2, K, B et As provenant du fluide minéralisateur, comme en témoignent les augmentations respectives de pyrite, de carbonate, de biotite, de tourmaline et d'arsénopyrite observées dans le minerai. D'ailleurs, l'abondance de tourmaline constitue une autre caractéristique du gîte Malartic Gold Fields par rapport à l'ensemble des gisements du secteur sud de Malartic.

La biotitisation observée dans les diorites aurifères de la mine Malartic Gold Fields est une altération commune dans plusieurs gisements d'or de l'Abitibi (Taner et al., 1986). Ces auteurs ont démontré que la biotite d'origine hydrothermale associée à la minéralisation aurifère ne se distingue pas chimiquement de la biotite d'origine métamorphique stabilisée lors du métamorphisme régional. La composition de la biotite associée à la minéralisation aurifère dépend plutôt de la nature de la roche encaissante et de son interaction avec le fluide hydrothermal. Ainsi, la biotite de la zone South Briar de l'indice Goldstack (figure 13) est associée à une chlorite magnésienne et est conséquemment riche en Mg (Taner et al., op.cit.).

La composition minéralogique de quatre diorites minéralisées est donnée au tableau 2 et la composition chimique de deux diorites altérées est présentée au tableau 3. La première (analyse 4) est carbonatée (5,56% CO_2) et la deuxième (analyse 5) est carbonatée et pyritisée (7,42% CO_2 et 9,48% S). La teneur normalisée en SiO_2 de ces roches est respectivement de 49,4% et 45,3%. Chimiquement, les diorites de la mine Malartic Gold Fields seraient donc plutôt des gabbros. Ces roches sont riches en fer (14,8% FeO total) et leur affinité tholéiitique les distingue des porphyres felsiques qui sont d'affinité calco-alcaline (figure 18), selon les analyses disponibles. Mentionnons que cette distinction entre les intrusions tholéiitiques précoces et les intrusions calco-alcalines plus tardives est confirmée par un grand nombre d'analyses dans l'ensemble du camp minier de Malartic (Trudel et Sauvé, 1988).

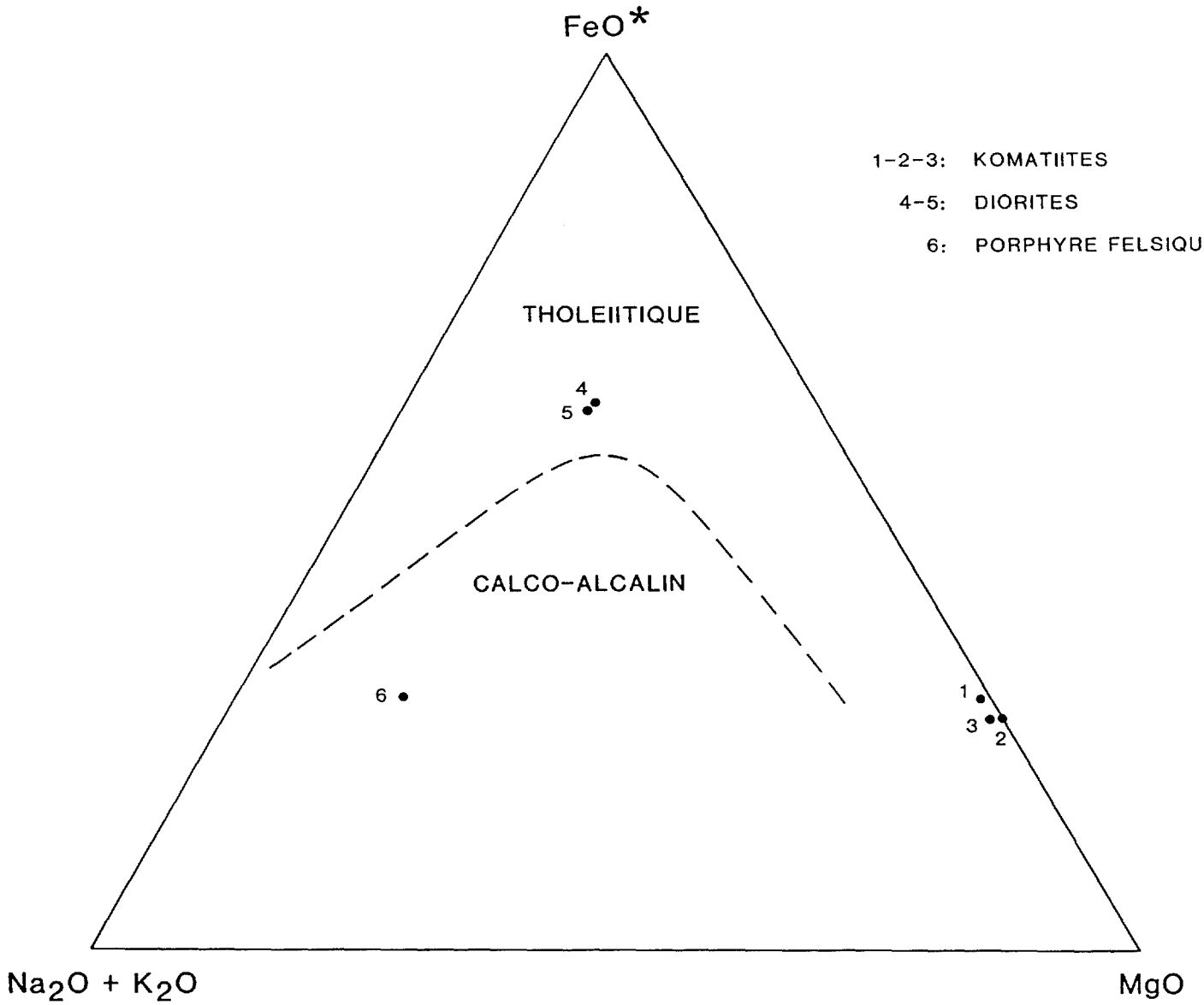


Figure 18 - Diagramme AFM pour les roches de la mine Malartic Gold Fields (les numéros d'analyse correspondent à ceux du tableau 3, ligne de division d'après Irvine et Baragar, 1971). FeO * : fer total exprimé sous forme de FeO.

5.5.2 PORPHYRES FELSIQUES ALTERES

Les dykes de porphyre gris situés près des principales zones de minerai ont été altérés par des processus de silicification, de carbonatation, de pyritisation et d'albitisation et la matrice montre des évidences de recristallisation.

L'albitisation est l'une des altérations les plus fréquentes. Le développement de l'albite s'accompagne de la disparition de l'épidote des phénocristaux de feldspath et de la formation de calcite. De plus, il y a déstabilisation de la biotite: de teinte brun rougeâtre dans les phases les moins altérées, elle passe, avec l'altération croissante, à une biotite brun verdâtre et enfin à la chlorite verte commune (Eakins, 1962). La roche prend un aspect compact et une couleur plus pâle, grisâtre ou chamois, et les contours des phénocristaux deviennent diffus. L'albitisation semble parfois directement liée au degré de fracturation de la roche.

La pyritisation se produit surtout dans le porphyre felsique intensément fracturé. La pyrite se dépose alors de préférence le long des fractures, sous forme de cristaux idiomorphes ou d'amas de petits grains arrondis. La silicification est souvent associée à la pyritisation. Elle se traduit par le remplacement de l'albite et de la biotite par du quartz qui forme des veinules à travers les phénocristaux. De plus, une recristallisation de la matrice s'opère où le quartz prédomine. Suite à une forte silicification, la matrice peut être presque totalement remplacée et il peut ne subsister que des phénocristaux corrodés de feldspaths (Eakins, 1962).

Le tableau 3 présente une analyse de porphyre felsique carbonaté

(4,80% CO_2). Cette roche contient une teneur normalisée en silice de 58,6%. Son rapport Na_2O/K_2O est élevé (7,75 : 1) et l'examen pétrographique démontre que ces roches contiennent très peu de feldspath potassique (tableau 2). Pétrographiquement, elles correspondent donc à des tonalites. Il ne faut cependant pas oublier que les porphyres felsiques altérés ont pu subir une albitisation assez intense.

5.5.3 ROCHES ULTRAMAFIQUES ALTEREES

A proximité des zones cisaillées, la komatiite massive et serpentinisée devient schisteuse et s'enrichit fortement en talc, en chlorite et en carbonate. Elle est peu sujette à une pyritisation et une silicification prononcées, mais on y note fréquemment une biotitisation et une amphibolitisation.

La chloritisation est particulièrement remarquable dans les schistes où les roches de teinte gris verdâtre contiennent à l'occasion de grands feuillets idiomorphes de chlorite, diversement orientés, qui se superposent à la masse à grain fin (photo 12).

La biotitisation s'exprime par le développement de nombreux feuillets de biotite brunâtre dans les schistes ou par la présence de minces bandes de biotite noire, massive à légèrement schisteuse, le long des contacts entre les roches intrusives et la komatiite. Elle résulte d'une introduction de potassium dans la roche, car la komatiite non altérée en contient très peu (valeur moyenne de 9 analyses: 0,11% K_2O selon Eakins, 1962).

A la biotitisation se superpose une autre altération caractérisée par la formation de cristaux hypidiomorphes d'amphibole, qui peuvent

atteindre plus de 3 centimètres. Les relations observées sur le terrain et en lame mince montrent que le développement des porphyroblastes d'amphibole est toujours postérieur à celui de la biotite (Eakins, 1962).

6. DISCUSSION ET CONCLUSION

La mine Malartic Gold Fields demeure le deuxième plus important producteur d'or du secteur de Malartic, après la mine East Malartic. Elle montre cette particularité que les intrusions de porphyre felsique y sont stériles, alors que cette lithologie est habituellement considérée comme la roche-hôte la plus favorable à la minéralisation aurifère dans la région (Sansfaçon, 1986).

La minéralisation aurifère à Malartic Gold Fields se situe presqu'exclusivement dans des intrusions dioritiques et est très semblable à celle dans les diorites des mines East Malartic et Barnat-nord. Minéralogiquement, le minerai de Malartic Gold Fields contient plus de chlorite, de carbonate, de tourmaline et d'arsénopyrite. La présence de microcline et d'amphibole tardive notée dans les mines près de la ville de Malartic n'a pas été observée ici.

La localisation du minerai est contrôlée par la fracturation intense de la diorite cassante située dans un schiste ductile. La majorité du minerai provient de dykes de moins d'une dizaine de mètres d'épaisseur qui étaient minés sur leur pleine largeur. Les dykes plus épais résistent mieux à la déformation et ils forment peu de minerai. Un contrôle chimique (teneur en fer de la roche hôte) qui gère la quantité de pyrite formée semble également affecter la teneur en or.

Même si les dykes de porphyre felsique ne contiennent que des teneurs

sub-économiques en or à la mine Malartic Gold Fields, ils semblent avoir quand même contrôlé dans certains cas la localisation du minerai aurifère. Halet (1948) mentionne plusieurs exemples où la minéralisation aurifère dans les diorites est plus riche aux endroits où ces roches sont recoupées par des dykes de porphyre felsique. Selon lui, cette situation se répète trop souvent pour être fortuite. Il suggère que les dykes de porphyres fracturés ont servi de conduits aux solutions minéralisatrices qui ont ensuite réagi avec la diorite chimiquement plus favorable. Cette hypothèse est intéressante, mais elle n'explique pas pourquoi les porphyres ne sont pratiquement jamais minéralisés à des teneurs économiques à Malartic Gold Fields alors qu'ils le sont dans les autres mines du secteur. Une hypothèse possible serait que les porphyres de la propriété Malartic Gold Fields soient particulièrement pauvres en fer.

Les relations observées démontrent que la minéralisation principale dans la diorite est postérieure ou contemporaine aux dykes de porphyre comme dans les autres mines de la région (Trudel et Sauvé, 1988). La déformation tectonique s'est cependant poursuivie après la période de minéralisation. Elle semble surtout marquée par des failles EW et par des petites failles NE et SE.

En conclusion, la mine Malartic Gold Fields constitue un exemple classique de minéralisation aurifère dans une zone de forte déformation affectant des roches compétentes (diorites) encaissées dans des roches plus ductiles (schistes talqueux). Notre étude de ce gisement suggère que les nombreux amas de diorite peuvent être réinterprétés comme des dykes de grandes dimensions boudinés. Ce modèle ouvre de nombreuses possibilités d'exploration et souligne l'importance d'études structurales

détaillées afin de pouvoir raccorder ensemble les segments d'intrusions favorables. Nous croyons que la notion de "groupes" au sens stratigraphique, tel qu'il est généralement perçu dans la région de Malartic, constitue une barrière à l'exploration. A notre avis, l'exploration ne devrait pas être restreinte à un "groupe" en particulier, mais devrait plutôt être orientée vers la reconstitution géométrique des intrusions favorales qui peuvent recouper les roches de plusieurs "groupes" différents. Dans un deuxième temps, il faut rechercher les endroits où des zones de forte déformation se superposent à ces lithologies favorables (dykes de diorite et de porphyre felsique).

7. REMERCIEMENTS

Le premier auteur travaille présentement à la réalisation d'une thèse de doctorat sur la stratigraphie et la structure du camp minier de Malartic. Plusieurs des figures qui illustrent ce rapport sont des documents inédits résultant de ses travaux de recherche. Les auteurs tiennent à remercier les personnes ou organismes suivants qui ont contribué à la réalisation de ce rapport:

- la société Minerais Lac et en particulier M. Roger Doucet, directeur de la division Exploration - Québec, pour l'accès aux données disponibles et l'obtention d'échantillons de forages;
- M. Pierre Sauvé et Mlle Maureen Grant pour leur contribution aux études pétrographiques;
- le professeur Claude Hubert (Université de Montréal) pour les nombreuses discussions profitables concernant la structure de la région de Malartic;

- MM. André Lacombe (Ecole Polytechnique) et Daniel Beaudoin (Minerais Lac) pour la réalisation des figures;

- Mlle Sabine Plusquellec (IREM) pour la dactylographie.

8. BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON, J.B. et WILTON, C.K. (1953): Stope control by diamond drill sampling at Malartic Goldfields Limited. Canad. Inst. Mining Metall., Trans., v. 56, pages 157 à 159.

BELL, L.V. (1937): Malartic Gold Fields Limited. Dans: "Terrains miniers et travaux de mise en valeur dans la région de Rouyn - Rivière Bell durant l'année 1936", Service des Mines du Québec, rapport préliminaire 116, page 43.

BLACK, P.T. (1954): The geology of Malartic Gold Mine, Halet, Quebec. Canadian Mining Journal, volume 75, numéro 12, page 104.

BOUCHARD, M. (1980): Tectonique de la région de Cadillac-Malartic. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, rapport intérimaire DPV-683, 16 pages.

BOUMA, A.H. (1962): Sedimentology of some flysh deposits. Dans: "Developments in sedimentology", Elsevier Publication Company, Amsterdam.

BYERS, A.R. et GILL, J.E. (1948): Sladen Malartic mine. Dans: "Structural geology of Canadian ore deposits", Institut Canadien des Mines et de la Métallurgie, volume anniversaire, pages 858 à 864.

DRESSER, J.A. et DENIS, T.C. (1951): Géologie de Québec, volume III: géologie économique. Ministère des Mines du Québec, rapport géologique 20, 641 p.

EAKINS, P.R. (1952): Geological setting of the gold deposits of the Malartic district, Quebec. Thèse de doctorat, Université McGill, 208 pages.

EAKINS, P.R. (1962): Caractères géologiques des gisements aurifères du district de Malartic, comté d'Abitibi-Est. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, rapport géologique 99, 143 pages.

GRANT, M.; SANSFACON, R. et TRUDEL, P. (1987): Géologie de la mine Canadian Malartic, district de Val d'Or. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, MB 87-26, 49 pages.

GUNNING, H.C. et AMBROSE, J.W. (1940): Malartic area, Quebec. Commission Géologique du Canada, mémoire 222, 262 pages et 12 cartes hors-texte.

HALET, R.A. (1948): Malartic Gold Fields mine. Dans: "Structural geology of Canadian ore deposits", Institut Canadien des Mines et de la Métallurgie, volume anniversaire, pages 868 à 875.

IMREH, L. (1976): Nouvelle lithostratigraphie à l'ouest de Val d'Or et son incidence gîtologique. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, DP - 349, 73 pages.

IMREH, L. (1979): Lithostratigraphie et roches ultramafiques du secteur de Val d'Or-Amos. Assoc. Géol. Canada et Assoc. Minér. Canada, excursion A-4, 40p.

IMREH, L. (1984): Sillon de La Motte-Vassan et son avant-pays méridional: synthèse volcanologique, lithostratigraphique et gîtologique. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, MM 82-04, 72 pages et 2 cartes hors-texte.

IRVINE, T.N. et BARAGAR, W.R.A. (1971): A guide to the classification of the common volcanic rocks. Journal Canadien des Sciences de la Terre, volume 8, pages 523 à 548.

ISSIGONIS, M.J. (1980): Occurrence of disseminated gold deposits in porphyries in Archean Abitibi belt, Northern Quebec, Canada. Institute of Mining and Metallurgy transactions, Applied Earth sciences, vol. 89, section B, pages 157 et 158.

JAMES, W.F. et MAWDSLEY, J.B. (1925): La Motte and Fournière map-areas. Commission Géologique du Canada, rapport sommaire pour l'année 1925, partie C, pages 52 à 57.

KARVINEN, W.O. (1985): Geology of the Lamaque mine property, Val d'Or, Québec. Institut de Recherche en Exploration Minérale, rapport non publié, 35 pages et une carte hors-texte.

LATULIPPE, M. (1976): Excursion géologique Val d'Or - Malartic. Ministère des Richesses Naturelles du Québec, DP-367, 124 pages.

NALDRETT, A.J. et TURNER, A.B. (1977): The geology and petrogenesis of a greenstone belt and related nickel sulphide mineralization at Yakabindie, Western Australia. Precambrian Research, volume 5, pages 43 à 103.

NORMAN, G.W.H. (1942): La partie est du canton de Dubuisson, comté d'Abitibi, Québec. Commission Géologique du Canada, brochure 42-9.

QUIRION, D. (1988): Etude structurale et pétrographique du gisement S-50 à la mine Kiena, Val d'Or, Québec. Mémoire de maîtrise, département de géologie, Université de Montréal (en préparation).

ROBERT, F. (1988): Comparaison du style structural et de la minéralisation aurifère dans trois districts de la province du Supérieur. Dans: "Larder Lake-Cadillac: une réévaluation des ressources", colloque présenté par l'association étudiante de géologie de l'Université de Montréal et l'IREM-MERI, 25 mars 1988, programme et résumés, pages 26 et 27.

SANSFACON, R. (1986): Le district de Malartic. Dans: "Structure et or, de Rouyn à Val d'Or, Québec", réunion anuelle conjointe de l'Association Géologique du Canada et de l'Association Minéralogique du Canada, livret-guide de l'excursion 14, pages 28 à 43.

SANSFACON, R.; GRANT, M. et TRUDEL, P. (1987): Géologie de la mine Barnat-Sladen, Malartic, Québec. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, MB 87-41, 43 pages.

TANER, M.F.; TRUDEL, P. et PERRAULT, G. (1986): Géochimie de la biotite associée à certains gisements d'or de Val d'Or, Malartic et Chibougamau, Québec. Canadian Mineralogist, volume 24, pages 761 à 774.

TOURIGNY, G. (1984): Géologie structurale et métamorphisme des roches précambriennes du Groupe de Kewagama dans la région de Cadillac-Malartic, Abitibi, Québec. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal, 85 pages.

TRUDEL, P. et SANSFACON, R. (1987): Géologie de la mine East Malartic, région de Val d'Or. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec, MB 87-25, 64 pages.

TRUDEL, P. et SAUVE, P. (1988): Synthèse des caractéristiques géologiques des gisements d'or du district de Malartic. Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec (en préparation).

