PRO 86-05

LE DISTRICT MINIER DE CASA-BERARDI: CYCLES VOLCANIQUES ET/OU UNE AUTRE FAILLE DE CADILLAC

Documents complémentaires

Additional Files



Licence

License

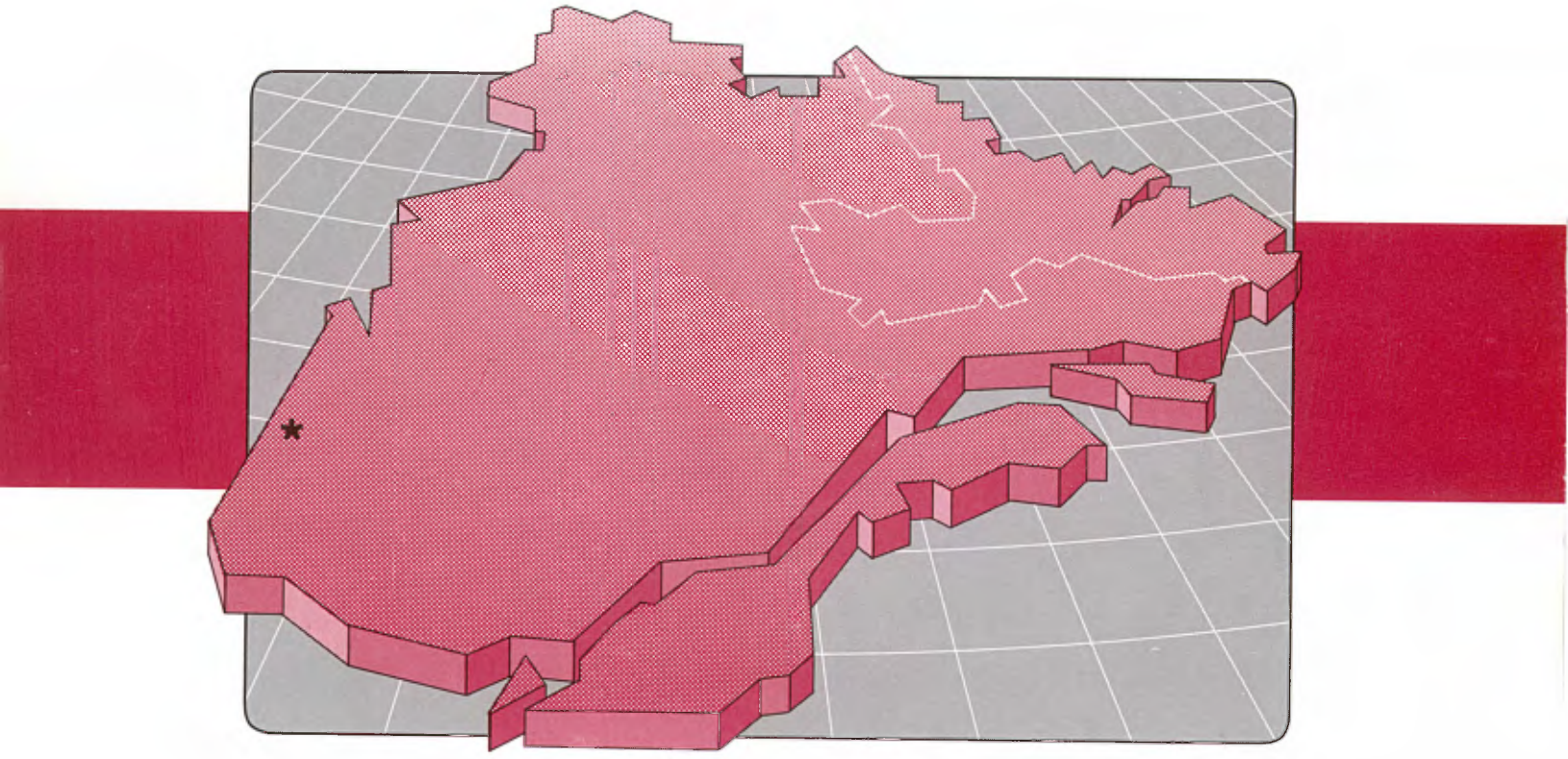
Cette première page a été ajoutée au document et ne fait pas partie du rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources naturelles
Québec

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction générale de l'Exploration géologique et minérale

Le district minier de Casa–Bérardi: cycles volcaniques et/ou une autre faille de Cadillac

Par
Sylvain Lacroix



PRO 86–05

LA RÉGION DE CASA-BÉRARDI:
SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE ET MÉTALLOGÉNIQUE PRÉLIMINAIRE

RAPPORT DE CONFÉRENCE DU CIM

Sylvain Lacroix

Chargé du projet Harricana-Grasset

Service de la géologie

Ministère de l'Énergie et des Ressources

PLAN

page

I - INTRODUCTION 1

II - HISTORIQUE 2

III - PROJET HARRICANA-GRASSET 5

A) Problématique et nature du projet 5

B) Méthodologie proposée et nature de cette publication .. 6

IV - SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE RÉGIONALE 8

A) Sédimentologie, volcanologie et plutonisme 8

B) Géologie structurale 12

- La faille de Casa-Bérardi et les failles associées .. 12

- Mode de déformation du sillon 15

C) Géologie économique 19

- Typologie des zones minéralisées 20

- Type 1: Minéralisation polymétallique - Cu-Zn-(Au-Ag) 20

- Type 2: Minéralisation aurifère - Au-(Ag...) 22

. Sous-type 2A - Minéralisation aurifère stratiforme 22

. Sous-type 2B - Minéralisation aurifère filonienne 25

PLAN (suite)

page

- Ensembles volcaniques et sédimentaires et métallogénie prévisionnelle 26
  - Type 1: Minéralisation polymétallique 27
  - Type 2: Minéralisation aurifère 30
    - . Sous-type 2A - Minéralisation aurifère stratiforme 30
    - . Sous-type 2B - Minéralisation aurifère filonienne 32

V - CONCLUSION 35

VI - RÉFÉRENCES 37

TABLEAUX

1 - Données d'évaluation minière des principales concentrations minérales du sillon Harricana-Turgeon.

2 - Liste des travaux réalisés et à venir dans le cadre du projet Harricana-Grasset.

3 - Classification typologique des principales concentrations minérales du sillon Harricana-Turgeon.

4 - Caractéristiques géologiques générales des différents ensembles volcaniques et sédimentaires du sillon Harricana-Turgeon.

FIGURES

1 - Localisation du projet Harricana-Grasset et du sillon Harricana-Turgeon dans la province orogénique abitibienne.
Modifiée d'après Imreh (1982).

2 - Carte géologique montrant la localisation des principales concentrations polymétalliques du sillon Harricana-Turgeon.

3 - Carte géologique et structurale montrant la localisation des principales concentrations aurifères du sillon Harricana-Turgeon.

4 - Nombre de permis de prospecteur vendus au bureau régional de Rouyn-Noranda (MERQ - secteur Mines) depuis janvier 1985.

5 - Carte géologique du sillon Harricana-Turgeon. Modifiée de la carte lithostratigraphique de l'Abitibi (MERQ-OGS, 1983).

6 - Disposition géométrique des différents éléments structuraux et des contraintes principales de la phase de déformation D1.

7 - Carte des ensembles volcaniques et sédimentaires du sillon Harricana-Grasset.

RÉSUMÉ

Le potentiel minéral identifié jusqu'à présent, dans la région de Matagami - Selbaie - Joutel - Casa-Bérardi, consiste en concentrations de Cu-Zn-Ag-Au (ex.: Matagami, Selbaie, Joutel et Golden Hope) et d'Au (ex.: Agnico-Eagle et Telbel, Golden, Knight, Boulder Mtn Ress. et Tandem-Placer-Golden Shield). Les récentes découvertes polymétalliques et aurifères dans cette région ont fait de la partie nord-ouest de la ceinture volcano-sédimentaire archéenne de l'Abitibi l'un des points de mire de l'exploration minière au Canada. Malgré les activités d'exploration intense, la connaissance géologique du territoire demeure fragmentaire à cause de l'épaisse couverture quaternaire recouvrant la roche de fond.

Les récentes découvertes dans cette région ont coïncidé avec les premières publications géoscientifiques provisoires d'un projet multidisciplinaires de la Direction Générale de l'Exploration géologique et minérale (MERQ), structuré au début de 1985. Ce projet, intitulé Harricana-Grasset, vise à acquérir des connaissances géoscientifiques en vue d'améliorer le cadre géologique régional. Afin d'atteindre ces objectifs, une approche multidisciplinaire intégrée (géochimie, géophysique, revision géologique, sondages stratigraphique) a été retenue.

Les travaux de revision géologique et la compilation de travaux géologiques et géophysiques des compagnies d'exploration suggèrent que les récentes découvertes polymétalliques et aurifères sont contrôlées régionalement à la fois par le volcanisme et la structure. Ainsi, les concentrations polymétalliques sont associées aux roches felsiques ceinturant les granitoïdes alors que les concentrations aurifères sont alignées le long de linéaments géophysiques (conducteurs électromagnétiques aériens). Ces linéaments correspondent généralement à des contacts entre les roches volcaniques et les roches sédimentaires; ils représentent la fin d'un cycle volcanique et/ou une zone de faille majeure similaire à celle de Cadillac - Larder Lake. Cette dernière hypothèse s'appuie notamment sur des analogies entre la structure régionale du secteur de Casa-Bérardi - Joutel et celui de Rouyn.

La mise en évidence des contrôles régionaux (volcaniques ou structuraux) des minéralisations polymétalliques et aurifères permettra de préciser les critères d'exploration utiles dans la région. L'importance de ces contrôles devra être évalué dans toute la partie septentrionale de la sous-province de l'Abitibi.

I - INTRODUCTION

La sous-province tectonique de l'Abitibi est la plus grande des sous-provinces volcaniques du bouclier canadien; son énorme potentiel minéral en a fait l'une des plus explorées et étudiées. L'exploration minérale et les études géologiques ont cependant été longtemps concentrées dans la partie sud (Timmins - Kirkland Lake - Rouyn - Val d'Or) ainsi que dans la partie nord-est (Desmaraisville - Chibougamau) de l'Abitibi. La partie nord-ouest de l'Abitibi (respectivement à l'ouest et au nord des districts miniers de Matagami et Joutel), un sillon de roches volcaniques et sédimentaires que nous dénommons ici le sillon Harricana - Turgeon a été peu explorée et peu étudiée (figure 1).

Le présent texte fait d'abord le bilan des travaux d'exploration qui ont fait de cette partie de l'Abitibi le point de mire de l'exploration minière au Canada. On y décrit ensuite les travaux entrepris par la Direction Générale de l'Exploration Géologique et Minérale (DGEGM) du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MERQ) afin d'assister les groupes d'exploration dans leurs recherches. Enfin, les travaux réalisés jusqu'à présent par le MERQ nous permettent d'esquisser une synthèse géologique régionale provisoire et de traiter, sommairement, de métallogénie.

II - HISTORIQUE

Le tableau 1 résume les données se rapportant aux principaux gîtes et indices découverts jusqu'à présent dans le sillon Harricana-Turgeon; chacune de ces concentrations minérales a été localisée dans le contexte géologique régional illustré aux figures 2 et 3.

La région du nord-ouest de l'Abititi est reconnue depuis plus de 25 ans pour les gisements polymétalliques des camps miniers de Matagami (nos 1 à 10 du tableau 1) et Joutel (nos 11 à 14 du tableau 1). Ces dépôts ont tous été découverts à la fin des années 50 avec l'avènement des méthodes géophysiques aéroportées. Ces deux camps miniers représentent ensemble un potentiel minéral de l'ordre de 40 millions de tonnes métriques de minerai de zinc, d'argent, contenant du cuivre et un peu d'or.

On a dû attendre à la fin des années 60 (1967) pour que se produise une autre découverte au nord de Joutel; celle-ci allait devenir en 1974 la mine d'or Agnico-Eagle (15). Elle vit son développement accéléré au début des années 80 avec le fonçage d'un second puits (mine Telbel). Les mines Agnico-Eagle et Telbel ont produit depuis le début de leurs opérations 2,7 millions de tonnes à 0,17 oz/t d'or et leurs réserves sont estimées à plus d'un million de tonnes (Rive, 1985).

Le milieu des années 70 a vu la découverte de deux dépôts majeurs dans la région soit celui qui allait devenir les mines Selbaie (16) au Québec et le gisement Amoco (18) (Detour Lake, Ontario). Les mines Selbaie annonçaient au début de 1985, la mise en production de la zone A1, suite à une subvention de 25 millions de dollars de la part du MERQ. Le potentiel minéral des mines Selbaie (zones A1, A2 et B) est évalué à près de 35 millions de tonnes de minerai de cuivre, zinc, argent et or. Le gisement Amoco représente, quant à lui, plus de 19,7 millions de tonnes à 0,11 oz/t d'or, ce qui en fait l'un des plus gros gîtes aurifères au Canada.

En 1983, Golden Knight et Inco annonçaient officiellement la mise à jour de deux gisements aurifières totalisant plus de 6 millions de tonnes à 0,21 oz/t d'or dans le canton de Casa-Bérardi (17). Inco annonçait également la découverte d'une zone aurifère dans le canton de Douay (20); les réserves sont maintenant évaluées à 247 000 tonnes à 0,3 oz/t. Ces découvertes aurifères ont fait ressortir l'utilité pour l'exploration de la région, de l'analyse du till de base recueilli à l'aide du forage par circulation renversée. Depuis, cette méthode d'exploration a été appliquée sur d'autres propriétés dans la région et a conduit aux découvertes récentes des compagnies Resources Boulder Mtn (22), Placer Dev.-Golden Shield (23), Tandem (24) et Golden Shield-Newmont (25) (tableau 1).

À la fin de l'année 1985, la mise à jour de concentrations élevées de zinc, cuivre, argent et or à 17 km à l'est des dépôts de Inco-Golden Knight dans Casa-Bérardi, par Teck-Golden Hope-Golden Group (19) déclencha une fièvre boursière et fit, de cette région, le point de mire de l'exploration minière au Canada. Depuis, la région a été le siège d'une activité fébrile reflétée par le fait qu'il s'est enregistré plus de claims dans le district de Rouyn en décembre 1985 et janvier 1986 que durant les années 1983 ou 1984 (figure 4).

En janvier 1986, Inco annonçait la découverte d'une troisième zone aurifère (à l'ouest des deux premières zones) sur sa propriété dans le canton de Casa-Bérardi. Les dimensions du dépôt ne sont pas encore connues mais les premières intersections (tableau 1) laissent croire à la présence d'une troisième zone aurifère d'intérêt.

III - PROJET HARRICANA-GRASSET

A) Problématique et nature du projet

Le potentiel minéral élevé du sillon Harricana-Turgeon était soupçonné depuis longtemps, mais l'exploration a été limitée par le peu d'affleurements qu'on y trouve. Dans cette région du nord-ouest de l'Abitibi, la roche de fond affleure rarement à cause d'une épaisse couverture de dépôts-meubles laissés lors de la dernière glaciation. Ceci explique la confirmation récente du potentiel minéral de cette région géologiquement peu connue ainsi que l'importance d'une nouvelle méthode d'exploration (le forage par circulation renversée) capable de localiser des concentrations minérales (notamment aurifères) sous une grande épaisseur de dépôts-meubles.

Compte tenu du nombre limité de données géoscientifiques la DGEGM (MERQ) a structuré, au début de 1985, un projet triennal d'acquisition de connaissances géoscientifiques, le projet Harricana-Grasset. Celui-ci vise à accroître le niveau de la connaissance géoscientifique et la production d'une synthèse géologique régionale qui permettra d'évaluer le potentiel minéral de la région. Afin d'atteindre ces objectifs, une approche multidisciplinaire intégrée (géochimie, géophysique, révision géologique, sondages stratigraphiques) a été retenue.

B) Méthodologie proposée et nature de cette publication

Le tableau 2 illustre la méthodologie utilisée dans le cadre du projet Harricana-Grasset; on y indique les travaux déjà réalisés et les publications qui en ont résulté ainsi que les prochaines activités prévues.

Depuis le début des travaux, les deux premières étapes ont mené à la réalisation de publications (DP 85-23, ET 85-08) du MERQ alors que la troisième étape devrait faire l'objet d'une publication prochainement. La présente communication fait le point sur la connaissance acquise dans le sillon Harricana-Turgeon suite aux trois premières étapes du projet: elle représente une ébauche de synthèse géologique régionale et d'évaluation sommaire du potentiel minéral du sillon.

La révision de la géologie des feuillets SNRC 32E/10 et 15 prévue au cours de l'été 1986 permettra l'acquisition d'informations supplémentaires sur la demie-ouest de la région couverte par le projet. Parallèlement à ces travaux de révision géologique, des coupes sismiques (réfraction) orientées nord-sud seront réalisées le long des routes reliant Joutel à Selbaie, Joutel à Matagami et La Sarre aux Mines Selbaie entre les latitudes 49°30'et 49°45'. Ces coupes sismiques

visent principalement la localisation des zones de fracturation orientées est-ouest ainsi que l'extension des unités lithologiques reconnues en affleurement. Les nouvelles informations ainsi recueillies devraient servir à améliorer l'image géologique régionale proposée dans le cadre de cette publication. Des sondages stratigraphiques compléteront le projet. Ils devraient servir à vérifier des hypothèses géologiques d'intérêt régional ainsi qu'à définir ou à étendre les environnements géologiques d'intérêt économique mis en lumière par les autres travaux.

IV - SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE RÉGIONALE

Cette section résume d'abord notre connaissance actuelle des aspects volcaniques, sédimentaires, plutoniques et structuraux du sillon Harricana-Turgeon. Nous tenterons, par la suite, d'associer les principaux types de minéralisations connues aux différents contextes géologiques décrits. Nous nous limiterons surtout à discuter des régions mieux connues de Matagami, de Joutel et des feuillets 32E/9, 10, 15 et 16; ces derniers représentent l'aire visée par le projet Harricana-Grasset.

La plupart des idées émises ici représentent de nouvelles hypothèses de travail qui pourront être vérifiées à l'intérieur du projet Harricana-Grasset. Nous espérons que cette ébauche de synthèse géologique et métallogénique suscitera des discussions qui pourront influer sur l'exploration dans la région.

A) Sédimentologie, volcanologie et plutonisme

La figure 5 illustre schématiquement la connaissance géologique que nous avons actuellement du sillon Harricana-Turgeon. Cette carte est une modification de la carte lithostratigraphique de l'Abitibi (MERQ-OGS, 1983) et tient compte des cartes géologiques provisoires

(ET 85-08) produites par la DGEGM (feuillets SNRC 32E/9, 10, 15, 16 et 32F/12, 13), de celles de Maurice Rive du bureau régional de Rouyn (feuillets SNRC 32E/6, 7, 8, 11, 14) et de nos travaux de révision géologique de l'été 1985 (feuillets SNRC 32E/9, 16). À cause du nombre limité d'affleurements et de la distribution irrégulière des sondages, l'interprétation s'appuie fortement sur les données géophysiques (magnétiques au gradiomètre et électromagnétiques) aériennes produites par le MERQ et sur les travaux de Rémick (1969).

Les terrains granitiques et gneissiques (Groupe de Quetico de Dimroth et al., 1982) soulignent le contact septentrional du sillon Harricana-Turgeon qui se compose de roches volcaniques (65%), sédimentaires (20%) et plutoniques (15%). Les roches volcaniques et sédimentaires constituent des bandes de direction est-ouest et la plupart des intrusions plutoniques ont leur grand axe orienté dans la même direction.

Deux bandes principales de sédiments sont localisées dans les parties nord et sud du sillon; elles sont appelées ici respectivement Groupe de Matagami et Groupe de Taïbi en référant au secteur de Matagami (Sharpe, 1968; Latulippe, 1976; Beaudry, 1984 et 1985). Ces deux groupes se composent de sédiments détritiques immatures fins à grossiers d'après les observations de surface. Le Groupe de Taïbi est caractérisé par la présence d'importantes formations de fer au faciès oxyde.

Deux types de volcanisme peuvent être distingués dans le sillon Harricana-Turgeon. Nous croyons qu'ils s'apparentent à ceux décrits dans le sillon de La Motte-Vassan (Imreh, 1982): le type de plaine sous-marine et le type de complexe central. Le volcanisme du type plaine sous-marine a été identifié uniquement jusqu'ici dans les collines Cartwright (Lacroix, 1986). Les roches de ce secteur se composent surtout d'une alternance de laves mafiques et ultramafiques (spinifex) peu différenciées et peu vésiculées qui montrent une grande continuité faciologique latérale. La présence locale de laves ultramafiques a été reconnue au nord du Groupe de Matagami dans la partie ontarienne du sillon (sur la propriété du gisement Amoco; Brereton, 1984), ce qui suggère la présence possible de ce type de volcanisme au nord de la bande sédimentaire.

Le volcanisme de type complexe central semble couvrir une grande partie du sillon; il compose probablement l'ensemble de la bande volcanique délimitée au nord et au sud par les deux bandes sédimentaires ainsi qu'une autre bande passant par Joutel et ceinturant le terrain granitique-gneissique à l'ouest (pluton de Mistawak). Ce volcanisme se caractérise essentiellement par la présence de roches fortement différenciées (de mafique à felsique) et vésiculées comportant une importante fraction de pyroclastites; ces ensembles volcaniques ceinturent des complexes plutoniques possiblement syn-volcaniques.

Deux types de plutonisme (deux suites intrusives) sont communément rencontrés dans la ceinture de l'Abitibi (Campiglio, 1977): une première suite intrusive sodique possiblement syn-volcanique et une seconde suite intrusive potassique, tardive par rapport à l'orogénie kénoréenne. Cette subdivision semble également valable pour le sillon Harricana-Turgeon. Ainsi, les complexes plutoniques de Brouillan (32E/15,16), d'Orvilliers (32E/10) et de Joutel (32E/8) sont présumés appartenir à la première suite intrusive alors que le granite au sud du lac Grasset (32E/16) appartient à la seconde suite intrusive (Lacroix, 1986), tout comme le pluton de la baie de Dunlop, au sud du lac Matagami, (Beaudry, 1985). Le complexe igné intrusif de la rivière Bell est syn-volcanique; sa composition mafique à anorthositique et son caractère lité le différencient nettement des autres complexes plutoniques syn-volcaniques de la région (Sharpe, 1968; Beaudry, 1985). Nous pensons que les complexes syn-volcaniques sont co-magmatiques avec les empilements volcaniques qui les ceinturent; ils ont subi le même métamorphisme régional que ceux-ci. Ils peuvent représenter en partie la chambre magmatique de l'empilement volcanique des complexes centraux. La seconde suite intrusive n'a apparamment aucune relation génétique avec le volcanisme environnant. Ces intrusions, qui n'ont pas subi la déformation et le métamorphisme régionaux sont généralement entourées d'une auréole de métamorphisme de contact plus élevée qui atteint le niveau amphibolite.

B) Géologie structurale

La faille de Casa-Bérardi et les failles associées

On reconnaît, depuis quelques années le rôle important qu'ont dû jouer plusieurs cassures ou failles majeures orientées est-ouest dans l'évolution géologique de l'Abitibi (Dimroth et al., 1982; Hubert et al., 1983), telles les cassures de Larder Lake - Cadillac et de Porcupine - Destor.

Nous proposons ici qu'une faille de ce type, nommée Casa-Bérardi, existe dans le sillon Harricana-Turgeon. Les premières indications de sa présence proviennent des descriptions, faites par Inco, des carottes de forage de leur gisement Golden Pond (MERQ: travaux statutaires - GM 40799, 41974). Nos travaux de revision géologique de l'été 1985 nous ont permis également de tracer une faille le long du tronçon orienté NW de la rivière Harricana et d'en présumer une autre plus au nord à l'aide de marqueurs de la déformation tel des coussins en forme de galettes (Lacroix, 1986).

Nous avons ensuite tracé à la figure 3 le tracé régional approximatif et interprété de la faille de Casa-Bérardi (FCB-FCB'-FCB") et des failles associées d'orientation W-NW (Douay - FD et Harricana - FH au

sud) à l'aide d'observations et d'interprétations géologiques et géophysiques. Ainsi, les zones de failles tracées sur la figure 3 correspondent toutes à des conducteurs électromagnétiques linéaires qui représentent des niveaux graphiteux (Easdon, 1969) (pyroclastites ± volcanoclastites ± argilites ± exhalites). Il semble que plusieurs de ces niveaux graphiteux suivent les contacts régionaux entre les bandes sédimentaires et volcaniques.

Nous proposons donc que la faille de Casa-Bérardi suive l'orientation de deux conducteurs électromagnétiques linéaires (FCB et FCB') orientés tous les deux N80° mais séparés au niveau de la rivière Wawagosic. Nous proposons que la cassure se continue au-delà de la rivière Harricana (tronçon FCB"). Le tracé de ce dernier tronçon de la faille est plus délicat à cause de la présence de plusieurs conducteurs électromagnétiques; il est vraisemblable qu'il s'agisse d'une zone de faille ou encore de plusieurs failles parallèles. Il est également possible que le tronçon FCB' s'infléchisse vers le sud et joigne la faille Douay (FD) pour suivre constamment le contact sud de la bande sédimentaire avec les roches volcaniques.

Nous favorisons le tracé FCB-FCB'-FCB" pour la faille de Casa-Bérardi pour les trois raisons suivantes. Premièrement, le Groupe de Taïbi apparaît en trois sections distinctes sur les cartes géologiques

(figure 3). Nous pensons que le Groupe de Taïbi ne représentait à l'origine qu'une seule bande sédimentaire continue mais qu'elle nous apparaît en trois sections à cause de la déformation tectonique (souple et cassante). Ainsi, le tronçon FCB" correspond à la séparation en deux sections de la bande sédimentaire; des roches volcaniques où les coussins sont déformés en galettes séparent les deux bandes (Lacroix, 1986). Deuxièmement, les failles Douay et Harricana montrent une forme sigmoïdale en échelon par rapport à la faille Casa-Bérardi (FCB-FCB'-FCB"); la disposition de ces trois failles s'explique aisément par une déformation de type cisaillement (voir section suivante). Troisièmement, les formations de fer du Groupe de Taïbi définissent des plis en Z ou sigmoïdaux qui pourraient être des plis d'entraînement formés par un mouvement à composante horizontale senestre le long de la faille de Casa-Bérardi. Ainsi, les formations de fer initialement continues (comme le Groupe de Taïbi) auraient été séparées par la faille (tronçon FCB") et plissées par la déformation souple associée au même mouvement.

D'autres conducteurs électromagnétiques localisés au contact de la bande sédimentaire (Groupe de Taïbi) et des roches volcaniques montrent une orientation NW au nord de la faille de Casa-Bérardi. Ceci suggère la présence possible des failles Turgeon (FT) et Bapst (FB) à ces niveaux. La faille Turgeon permettrait notamment d'expliquer la séparation de portions de la bande sédimentaire.

Le réalignement en une seule bande des formations de fer (et du Groupe de Taïbi) nécessite des déplacements horizontaux apparents (mouvement sénestre) de l'ordre du kilomètre à la dizaine de kilomètres. Ceci est appuyé par l'intensité de la déformation observée sur les coussins basaltiques observés à l'intérieur de la bande volcanique comprise entre les deux sections de la bande sédimentaire du Groupe de Taïbi. Quelques lapilli déformés observés le long de la rivière Harricana montrent un axe long qui plonge dans le sens du pendage (subvertical); ceci nous porte à penser que la composante verticale du mouvement le long de ces zones de failles serait supérieure à la composante horizontale.

Mode de déformation du sillon

Depuis le début des années 1970, des déformations tectoniques polyphasées ont été reconnues dans la plupart des régions minières de la ceinture verte de l'Abitibi. Citons par exemple les travaux de Goulet (1978), Trudel (1978,79), Dimroth et al. (1983a et b) et Hubert et al. (1983) dans la région de Rouyn-Noranda, ceux de Bouchard (1979, 81) dans celle de Cadillac-Malartic, ceux de Babineau (1984) dans celle de La Motte, ceux de Pyke (1975), Davies (1977) et Hodgson (1983) dans celle de Timmins (Ontario) ainsi que ceux de Daigneault et Allard (1983), de Charbonneau et al. (1983) et de Lamothe (1983) dans la région qui s'étend de Chibougamau à Desmaraiville. Bien que la

connaissance structurale de l'Abitibi ait ainsi été améliorée, les modes de déformation archéens sont encore fortement controversés.

Présentement, il existe deux écoles de pensée pour expliquer la tectonique de la partie sud de la ceinture de l'Abitibi. Ces deux écoles s'entendent généralement sur les points suivants:

1) Quatre phases de déformation peuvent être identifiées: les deux premières phases (D1, D2) définissent les motifs structuraux régionaux orientés généralement est-ouest alors que les deux dernières phases (D3, D4) consistent en des réseaux conjugués de kink bands orientés respectivement NE et NO.

2) Des failles majeures comme celles de Cadillac-Larder Lake et de Porcupine-Destor ont été actives durant les deux premières phases de déformation, elles ont notamment agi comme des failles inverses (ou de chevauchement) durant la phase de compression nord-sud associée à la phase D2.

Une école (Dimroth et al., 1983, 85; Archambault, 1985) met en évidence l'importance des noyaux consolidés des complexes centro-volcaniques et l'hétérogénéité des roches de la ceinture pour expliquer les motifs structuraux ondulants de la phase D1 qui a ensuite été reprise

par la phase D2. La seconde école (Hubert et al., 1983; Ludden et al., 1986) suggère plutôt que les motifs structuraux (notamment en forme de Z et en losange) observés ont été formés par la superposition sur une phase D1 ayant développé des structures orientées NW-SE en échelon par rapport aux zones de failles est-ouest (qui ont été le site de mouvements horizontaux) d'une phase D2 où les mêmes failles ont rejoué de façon verticale.

Voici ce qui ressort jusqu'ici de mes travaux dans la région Harricana-Grasset:

1) Le grain tectonique de l'ensemble du sillon semble contrôlé en grande partie par les complexes plutoniques syn-volcaniques. Ainsi, ceux-ci ont généralement un grand axe orienté est-ouest et ils sont ceinturés par les empilements volcaniques de type complexe central en forme de croissant (Matagami, Joutel, Brouillan). Les bandes volcaniques de type plaine sous-marine et les bandes sédimentaires épousent plus largement leurs contours dans une direction est-ouest.

2) Trois phases de déformation ont été identifiées de façon préliminaire dans les feuillets 32E/9 et 16 du sillon. La phase D1 donne le grain tectonique qui varie de E-W à NW-SE; il est

possible que des travaux à venir mettent en évidence la superposition de deux phases de déformation ce qui permettrait d'expliquer les motifs structuraux en Z que nous avons observés (figure 3). Deux phases postérieures de déformation (D2, D3) ont formé des plis locaux et des cisaillementss orientés NE et NNW; ces phases tardives s'apparentent aux phases D3 et D4 de la partie sud de l'Abitibi.

3) Une faille majeure (Casa-Bérardi) orientée N80° (puis N110° plus à l'est) ainsi que des failles de forme sigmoïdale disposées en échelon par rapport à celle-ci qui leur donne une orientation générale W-NW (Douay, Harricana) sont postulées dans la région. Nous pensons que la faille de Casa-Bérardi, suit sur une certaine distance, le contact sud de la bande sédimentaire du sud du sillon (Groupe de Taïbi) pour ensuite la sectionner en deux sections: la faille Douay suit, à l'est de la rivière Harricana, le contact sud de la section sud de la bande sédimentaire. La faille Harricana est parallèle à la faille Douay et elle marque la limite entre le volcanisme de type plaine sous-marine des Cartwright et le volcanisme de type complexe central de Joutel. La bande sédimentaire du sud du sillon ainsi que la plaine sous-marine des Cartwright montrent des motifs structuraux (formes de losange, sigmoïdes et Z) qui

peuvent être dus à une tectonique polyphasée (Type 3 de Ramsay, 1967). Une déformation de type cisaillement peut théoriquement expliquer la disposition géométrique des failles entre elles, la forme et la disposition géométrique des plis observés dans les roches bordant les failles ainsi que le développement et l'orientation des schistosités S2 et S3 liées aux déformations tardives D2 et D3 (figure 7).

4) Les contacts entre les bandes sédimentaires et volcaniques semblent être des sites privilégiés pour le développement de zones de failles orientées E-W en Abitibi. Le développement de celles-ci est possiblement facilité par la différence de compétence entre les bandes sédimentaires et volcaniques qui occasionne une déformation souple d'intensité différente dans les deux bandes. Il est donc normal de suspecter la présence de failles aux contacts des bandes sédimentaires et des bandes volcaniques.

C) Géologie économique

Cette section se divise en deux parties: la première partie propose une classification sommaire des différents types de concentrations minérales du sillon alors que la seconde partie tente d'évaluer le potentiel minéral de la région et de définir des contrôles régionaux des minéralisations.

Typologie des zones minéralisées

Nous avons regroupé les principales occurrences minéralisées du sillon en deux types: 1 - le type polymétallique; 2 - le type aurifère (avec sous-types stratiforme et filonien). Le tableau 3 décrit les principales caractéristiques de chacun des deux types de minéralisation. Les métaux présents, la forme du gîte, les associations lithologiques, la signature géophysique seront discutées dans cette section alors que le contexte géologique régional fera l'objet de la seconde section.

Type 1 - Minéralisation polymétallique: Cu-Zn-(Au-Ag)

Le sillon Harricana-Turgeon est caractérisé par des gisements importants de Zn Cu avec Ag, mais on y trouve également quelques gisements plus modestes de Cu Zn avec peu ou pas d'Ag. La présence, dans ce sillon, de deux gisements de plus de 25 millions de tonnes métriques (Lac Matagami et Selbaie - zone A1) de Zn Cu avec Ag en fait, sans équivoque, le district zincifère de l'Abitibi. Ce district peut être subdivisé en quatre secteurs géographiques et géologiques: le secteur de Matagami, celui de Joutel, celui de Brouillan et celui d'Estrades (figure 2). Le secteur de Matagami regroupe des producteurs anciens, actuels et futurs alors que celui de Joutel est composé strictement d'anciens producteurs (Tableau 1). Le district de Brouillan se

compose des trois zones (A1, A2 et B) des mines Selbaie, dont une est présentement en production et deux le seront prochainement. Le dernier secteur (Estrades) réunit la découverte récente de Golden Hope et le gîte de la rivière Wawagosic (gîte 32E/10-3 selon Avramtchev et Lebel-Drolet, 1981).

Les concentrations polymétalliques des quatre secteurs sont généralement encaissées dans des roches felsiques ou au sommet de celles-ci dans des horizons exhalatifs qui s'étendent sur de grandes distances tel la tuffite-clé de Matagami (Sharpe, 1968; Beaudry, 1984). Les gisements de Matagami sont distaux, c'est-à-dire qu'ils sont détachés des cheminées d'altération: ils se retrouvent dans des dépressions ou bassins sur les flancs de dômes rhyolitiques (Mac Geehan et al., 1981; Mac Lean, 1984). Ils sont tous localisés à proximité ou au sommet stratigraphique, du Groupe du lac Watson (fin d'un cycle volcanique). Le gîte Phelps Dodge semble localisé au sommet du Groupe de Wabassee (MERQ, 1985). Les gisements des secteurs de Joutel et d'Estrades semblent similaires à ceux de Matagami par leur nature stratiforme par rapport aux roches encaissantes felsiques (fiches de gîte 32E/8-4, 6, 8 et 11; Thorsen, 1986).

Les gisements du secteur de Brouillan forment un sous-type distinct car ils sont associés à des veines qui remplissent des zones de

fracturation dans des roches felsiques. Une origine volcanogène a été proposée pour ces gisements; des fluides minéralisants auraient circulé dans des zones de fracturation tardi-volcaniques dans un environnement en partie sub-aérien (Deptuck, 1982). L'existence d'une zone riche en Cu (A2) sous une zone majeure riche en Zn (A1) rappelle le gisement Manitou (Imreh, 1982).

Nous croyons que les roches felsiques qui contiennent les dépôts polymétalliques appartiennent à des empilements volcaniques de type complexe central qui ceinturent des intrusions syn-volcaniques comme celles de Brouillan, de Joutel et le complexe igné de la rivière Bell.

Type 2 - Minéralisation aurifère: Au - (Ag...)

Nous proposons de classifier les minéralisations aurifères en sous-types selon qu'elles soient stratiformes ou filoniennes.

. Sous-type 2A - Minéralisation aurifère stratiforme

Ce sous-type de minéralisation aurifère est celui qui donne une grande partie de son attrait actuel au sillon Harricana-Turgeon. Il est particulièrement intéressant, car il correspond à des conducteurs électromagnétiques linéaires. Les mines Agnico-Eagle et Telbel (15) et

les gisements Golden Pond (17), Amoco (18) et Gold Douay Zone (20) sont de ce sous-type; les anomalies de Boulder (22), Placer-Golden Shield (23), Tandem (24), Golden Shield-Newmont (25), d'Ingamar (28) ainsi que le numéro (31) doivent probablement être placées dans la même catégorie (tableau 1 et figure 3).

Localement, ces minéralisations aurifères sont parfois encaissées dans des sédiments chimiques et détritiques: l'or est associé à la pyrite et à l'arsénopyrite. Ainsi, le gisement Golden Pond est encaissé dans des tufs à lapilli et des brèches felsiques, des sédiments (grès, siltstone et mudstone graphiteux) carbonatisés. L'or est associé à la pyrite et à l'arsénopyrite ou est retrouvé à l'état natif dans des veines de quartz-carbonate-pyrite (Sauerbrei, 1985a). La présence d'une faille (zone de schiste à graphite) a été définie un peu au nord des zones minéralisées (Sauerbrei, 1985b). Les dépôts Agnico-Eagle et Telbel sont encaissés dans des sédiments chimiques carbonatisés riches en pyrite qui ont été interprêtés par Barnett (1982) comme des faciès (sulfures et carbonates) de formation de fer. Un schiste carbonatisé contenant des nodules de pyrite et des bandes de pyrite cataclastique et fragmenté (Barnett, 1982) coiffe au nord-est la zone minéralisée. La zone de faille NW-SE que nous avons définie au niveau de la rivière Harricana est localisée à la base d'une unité volcanique ultramafique sus-jacente à ce schiste. Des pyroclastites felsiques se

trouvent sous le dépôt. L'or de la zone Gold Douay est également associée à la pyrite et à une carbonatisation dans un horizon cherteux (Bonneau, 1986). La présence de l'or associée à la pyrite et à l'arsénopyrite dans le prolongement géophysique vraisemblable des gisements Golden Pond nous a fait inclure les anomalies de Boulder, Tandem, Placer-Golden Shield dans le même type. Newmont a rapporté en Ontario, la découverte d'un horizon aurifère soupçonné d'être le prolongement de celui de Casa-Bérardi. Dans le gisement Amoco, l'or est associé à la pyrite (et à la chalcopyrite) et à des veines de quartz dans une zone carbonatisée centrée sur un tuf cherteux surmontant des laves mafiques et ultramafiques (Brereton, 1984). L'indice aurifère d'Ingamar au sud-est du lac Grasset montre des petits lits de pyrite au contact entre les roches mafiques et felsiques. À proximité du contact, les roches felsiques contiennent des agrégats de quartz et de grenat almandin et montrent des textures de déformation intense. Cet indice peut être interprété comme une exhalite ou une mylonite selon que l'on adopte un point de vue syngénétique ou épigénétique (Tintor, 1986).

Régionalement, toutes ces minéralisations aurifères sont localisées le long de grands linéaments géophysiques (conducteurs électromagnétiques linéaires) qui suivent, pour la plupart, les limites de la bande sédimentaire du sud du sillon (Groupe de Taïbi). Les mines Agnico-Eagle et Telbel sont localisées au contact entre deux séquences

volcaniques distinctes que nous interprétons comme le complexe volcanique central de Joutel et la plaine sous-marine des Cartwright. À l'exception des anomalies de Tandem (24), tous les autres dépôts stratiformes sont situés le long des zones de failles décrites précédemment. Les dépôts stratiformes de la partie nord du sillon sont associés à des conducteurs électromagnétiques localisés aux limites du Groupe de Matagami.

. **Sous-type 2B - Minéralisation aurifère filonienne**

Jusqu'à présent, peu de concentrations aurifères de ce type ont été mises à jour dans le sillon Harricana-Turgeon. Elles sont toutes associées aux deux suites intrusives déjà décrites sauf une (32F/12-32).

Ainsi, un indice aurifère est associé à chacune des intrusions syn-volcaniques de Brouillan et de Joutel. À l'indice 32E/15-35 (26) l'or est rencontré à l'état natif avec la pyrite et la chalcopyrite dans des veines de quartz et d'ankérite qui recoupent une partie dioritique de la tonalite de Brouillan. À l'indice 32E/8-3 (27), l'or (et en traces, l'argent) est associé à la pyrite dans des veines de quartz au contact entre l'intrusion de Joutel et un tuf felsique porphyrique.

Trois indices sont également associés à la suite intrusive tardi- à post-tectonique; ils sont généralement associés à des zones de fracturation dans les roches encaissantes qui bordent les roches intrusives comme celles du lac Grasset et de la baie Dunlop (respectivement situées au sud des lacs Grasset et Matagami). Ainsi, l'indice 32E/16-4 (29) contient de l'or associé à la chalcopyrite à l'intérieur d'une zone de fracturation dans des basaltes et andésites silicifiés en bordure ouest du granite du lac Grasset. Les indices 32F/13-14 et 34 (30) contiennent de l'or associé à de la pyrite et un peu d'argent, de cuivre et de bismuth; la minéralisation est associée à des veines de quartz (d'épaisseurs centimétriques) recoupant les andésites en bordure du batholite de la baie Dunlop.

Un dernier indice (32F/12-52) (32) contient de l'or associé à un dyke albitique recoupant un schiste à séricite. Cet indice est situé sur la zone de faille postulée de Casa-Bérardi.

Ensembles volcaniques et sédimentaires et métallogénie prévisionnelle

La formation et la distribution des zones minéralisées dans l'espace et le temps sont contrôlées par des facteurs volcaniques, sédimentaires, plutoniques et structuraux. Nous essaierons donc, dans cette section, de dégager les milieux géologiques favorables à la présence

des différents types de minéralisations déjà décrits. Nous avons subdivisé le sillon Harricana-Turgeon en plusieurs ensembles volcano-sédimentaires (figure 7), dont les caractéristiques géologiques générales sont décrites au tableau 4. Nous y avons ainsi distingué les deux bandes sédimentaires (2, 4), la plaine sous-marine des Cartwright (6) ainsi que cinq ensembles volcaniques que nous pensons être de type complexe central (3A, 3B, 5, 7A, 7B).

Type 1: Minéralisation polymétallique

Nous croyons que ce type de minéralisation est typiquement associé au volcanisme de type complexe central. Ce type de volcanisme est rencontré dans cinq de nos ensembles (figure 7) et quatre d'entre eux renferment des minéralisations de ce type.

Les deux plus importants ensembles volcaniques de type complexe central sont délimités au nord et au sud par les deux bandes sédimentaires (groupes de Taïbi et Matagami): ce sont ceux de Brouillan (3A) et de Matagami (3B). Ils contiennent plus de 80% des réserves totales (production et réserves) de cuivre et de zinc du sillon Harricana-Turgeon (tableau 1). Ces deux ensembles volcaniques détiennent chacun des réserves totales semblables, de l'ordre de 30 à 40 millions de tonnes de minerai; la région de Brouillan n'en est qu'aux débuts de l'exploitation alors que la région de Matagami est minée depuis près de

25 ans. Dans le secteur de Matagami, tous les gîtes (sauf un, Phelps Dodge) sont localisés approximativement au sommet du Groupe du lac Watson et la découverte récente du même nom montre qu'on peut encore y découvrir des gîtes. Le sommet du Groupe de Wabassee qui semble correspondre au contact entre les ensembles volcaniques de Brouillan et de Matagami (figure 7) peut également contenir des concentrations polymétalliques similaires tel qu'indiqué par le gisement de Phelps Dodge (figure 2).

L'ensemble volcanique de Brouillan contient également des dépôts polymétalliques importants associés aux roches felsiques ceinturant l'intrusion de Brouillan. Nous proposons ici une nouvelle forme pour cette intrusion qui en double presque la superficie initiale (elle déborderait ainsi sur le feuillet 32E/16 à l'est).

L'ensemble volcanique de Joutel constitue un autre complexe volcanique ceinturant une intrusion syn-volcanique(?). Cet ensemble volcanique contient des réserves totales de l'ordre de près de 10 millions de tonnes métriques de minerai de Cu et Zn.

Nous avons délimité ce que nous pensons être un autre complexe volcanique central nommé Orvilliers (figure 7) dans le feuillet 32E/10. Cette proposition se base sur la présence de roches volcaniques felsiques et d'une intrusion en forme de cigare présumée syn-volcanique.

Aucune concentration polymétallique associée aux roches felsiques n'y a été découverte jusqu'à présent.

Le secteur Estrades (figure 7) se distingue des autres ensembles volcaniques précédemment mentionnés parce qu'on n'y trouve pas d'intrusion granitoïde syn-volcanique. Cet ensemble volcanique n'est possiblement que la continuité vers l'ouest des horizons felsiques ceinturant l'intrusion de Joutel (secteur de Joutel). Par la composition de leur minéralisation riche en métaux précieux et leur contexte régional, les gîtes de ce secteur s'apparentent à la mine Normétal (10 109 664 tonnes à 2,1% Cu, 5,12% Zn, 0,55 g/t Au et 45,26 g/t Ag selon la fiche de gîte 32D/14-5) localisée au sommet d'un empilement de roches felsiques.

La figure 2 illustre que les gîtes polymétalliques se retrouvent en essaims de 2 à 15 dans 4 des 5 ensembles volcaniques de type complexe central; ces derniers nous semblent donc les endroits privilégiés pour la découverte d'autres gisements polymétalliques. Jusqu'à présent, toutes les concentrations polymétalliques connues correspondent à des conducteurs électromagnétiques aériens isolés (ponctuels). D'autres gîtes similaires situés à plus grande profondeur n'ont probablement pas été signalés à cause de la limite de détection du levé électromagnétique.

Type 2: Minéralisation aurifère stratiforme

. Sous-type 2A: Minéralisation aurifère stratiforme

Depuis la découverte du gisement de Kid Creek par Texas Gulf en 1964, gisement associé à un niveau graphiteux, on a réévalué l'importance des conducteurs électromagnétiques linéaires pour la recherche des dépôts polymétalliques. On a ainsi mis à jour un grand nombre de ces niveaux graphiteux en Abitibi (Easdon, 1969). C'est à la suite de travaux d'exploration pour les métaux de base que les gîtes aurifères d'Agnico-Eagle, d'Amoco (Ontario) et de Golden Pond furent découverts, le long des grands conducteurs électromagnétiques linéaires causés par des niveaux graphiteux.

Les niveaux graphiteux "aurifères" sont généralement situés au contact entre les bandes sédimentaires et volcaniques ou entre deux séquences volcaniques distinctes. Jusqu'à présent, nos travaux préliminaires d'interprétation structurale suggèrent que les niveaux graphiteux "aurifères" correspondent à des zones de failles orientées E-W et W-NW. Ceci est en accord avec les travaux géochimiques récents qui semblent montrer que les niveaux graphiteux "aurifères" (plus de 0,5 ppm d'or) ont été le site de mouvements de cisaillement ayant permis une reconcentration de l'or (Springer, 1985).

Nos travaux semblent également montrer que les formations de fer (faciès oxyde) ne sont qu'occasionnellement et indirectement associées aux dépôts aurifères. Ceux-ci semblent plutôt reliés à des zones de failles majeures qui ont d'ailleurs découpé le Groupe de Taïbi (et les formations de fer incluses).

La reconnaissance de roches ultramafiques dans l'ensemble volcanique de type plaine sous-marine (collines Cartwright) est particulièrement importante à l'échelle régionale car elle vient supporter la présence d'une ceinture aurifère importante dans la partie sud du sillon Harricana-Turgeon. En effet, il a déjà été suggéré par les travaux de compilation de Hodgson & Mac Geehan (1980) que toutes les ceintures aurifères importantes du bouclier canadien sont situées près ou directement au sommet d'une séquence volcanique de composition mafique-ultramafique.

Les études géochimiques réalisées par Barnett (1982) à la mine Agnico-Eagle suggèrent que les concentrations aurifères se forment à la fin d'un cycle volcanique. Nos travaux préliminaires tendent plutôt à préciser l'importance d'un contrôle structural régional pour la présence des concentrations aurifères. Des travaux gîtologiques détaillés devront être effectués afin de pouvoir préciser d'avantage l'importance relative des mécanismes de concentration primaires et secondaires (structuraux).

La définition des caractères géologiques régionaux associés avec cette ceinture aurifère nous porte à penser qu'il en existe une autre au nord du sillon Harricana-Turgeon. Ceci découle de la présence de conducteurs électromagnétiques linéaires aux limites du Groupe de Matagami, le long desquelles le gisement Amoco (contact nord) et les indices d'intérêt 32E/16-6 et 7 (contact sud) ont été découverts. La reconnaissance de roches ultramafiques sur la propriété du gisement Amoco vient également appuyer cette proposition.

. Sous-type 2B: Minéralisation aurifère filonienne

Jusqu'à présent, seulement un gîte d'intérêt et quatres indices marginaux de cette catégorie ont été identifiés dans le sillon Harricana-Turgeon (tableau 1, 3).

Deux indices aurifères sont associés aux intrusions syn-volcaniques de Brouillan et Joutel. Les exemples classiques de l'association aurifère avec des intrusions syn-volcaniques sont le batholite de Bourlamaque (Val d'Or) et celui de Powell-Flavrian (Rouyn) (Goldie, 1980) tous deux situés dans la partie sud de l'Abitibi. La minéralisation aurifère de cette catégorie est filonienne et généralement retrouvée dans la zone de bordure des intrusions et près des parties plus mafiques de celles-ci, mais parfois également à l'intérieur de celles-ci (Campiglio, 1977; Goldie, 1980; Imreh, 1982). À la lumière de ces

caractéristiques, les parties dioritiques et les bordures des intrusions de Brouillan, d'Orvilliers et de Joutel semblent favorables à la découverte de ce type de minéralisation aurifère.

Une minéralisation aurifère est également associée à la suite intrusive tardi- à post-tectonique; l'or y est généralement relié à des zones de fracturation dans les roches encaissantes de bordure des intrusions comme celles du lac Grasset et de la baie Dunlop. Ce type de minéralisation donne fréquemment de hautes teneurs aurifères mais la dimension des zones minéralisées est généralement faible.

Un dernier type de minéralisation aurifère est associé à un dyke felsique localisé dans une zone de cisaillement relié à la faille régionale de Casa-Bérardi. Ce type d'environnement rappelle les mines Lamaque et Sigma (Val d'Or) associées à des intrusions mineures le long de la faille de Cadillac. D'après nous, d'autres minéralisations de ce type pourraient être trouvées là où des intrusions granitiques sont retrouvées à proximité des zones de failles. Par exemple, mentionnons le secteur des intrusions au nord-ouest de l'intrusion de Brouillan ainsi que le secteur au nord du tronçon est-ouest de la route reliant Joutel à Matagami et incluant le seul indice de ce genre.

Pour les minéralisations aurifères filoniennes, l'absence de signature géophysique régionale rend difficile leur découverte et explique en partie le peu d'intérêt soulevé jusqu'à présent pour celles-ci.

L'utilisation de la géochimie (humus, till de base) à une échelle régionale pourrait permettre la définition de zones d'intérêt où l'analyse structurale des photos-aériennes et des cartes magnétiques (levés gradiométriques) pourraient permettre la localisation de zones de fracturation propices à des activités hydrothermales.

V - CONCLUSION

Le sillon Harricana-Turgeon délimite la région où l'exploration est la plus importante au Canada.

Présentement, le niveau de connaissance géoscientifique de cette région est trop limité pour pouvoir estimer convenablement le potentiel minéral de la région. Le projet Harricana-Grasset de la DGEGM du MERQ vise donc à acquérir suffisamment de connaissances géoscientifiques pour réaliser une synthèse géologique régionale qui permettra ensuite d'évaluer le potentiel minéral de la région. Tous les travaux entrepris dans le cadre de ce projet seront rendus publics dès que possible afin d'assister le secteur privé dans ses travaux d'exploration dans la région.

Dans cette communication, nous avons résumé, d'abord, les principales étapes du développement de l'exploration minière dans la région puis les objectifs et les travaux qui ont été et seront réalisés dans le cadre du projet Harricana-Grasset. Nous avons présenté ensuite une synthèse géologique provisoire qui résume notre connaissance géologique générale. La compilation des principaux gîtes du sillon et leur localisation dans un nouveau cadre géologique régional nous a amené à les regrouper dans trois catégories (polymétallique, aurifère stratiforme et aurifère filonien). Cette démarche nous a finalement conduit à proposer des zones propices à la découverte de niveaux gîtes.

Il ressort de cette étude préliminaire qu'il subsiste encore un bon potentiel polymétallique pour le sillon. Trois ensembles volcaniques de type complexe central (Brouillan, Orvilliers, Estrades) ont fait l'objet de peu de travaux d'exploration, les deux autres (Matagami, Joutel) présentent encore des possibilités de découvertes. Le potentiel aurifère de la région est impressionnant si on en juge par la dimension des trois gros gîtes aurifères stratiformes du sillon (Amoco, Golden Pond, Agnico-Eagle). Le grand nombre d'indices du même type suggère la présence possible de plusieurs autres gîtes le long des conducteurs électromagnétiques localisés au contact de bandes sédimentaires et volcaniques. À première vue, les niveaux graphiteux qui semblent correspondre à des zones de faille se veulent les sites privilégiés pour la découverte d'autres gîtes. Quant aux gîtes aurifères filoniens, leur potentiel est difficile à évaluer actuellement mais la présence d'éléments géologiques favorables (roches intrusives, faille régionale) laisse entrevoir de bonnes possibilités.

La synthèse géologique présentée ici vise à améliorer le cadre géologique antérieurement connu du sillon Harricana-Turgeon, cependant, il convient de mentionner qu'il ne s'agit que d'une ébauche préliminaire de synthèse géologique. Les travaux futurs devraient permettre de vérifier les hypotèses de travail proposées ici.

VI - RÉFÉRENCES

Archambault, G. (1985). Archean wrench fault tectonics and structural evolution of the Blake River Group, Abitibi Belt: Discussion. C.J.E.S., vol. 22, p. 943-945.

Avramtchev, L. et Lebel-Drolet, G. (1981). Carte des gîtes minéraux du Québec. MERQ, Service du potentiel minéral, DPV-744.

Babineau, J. (1985). Géologie de la région de La Motte, Abitibi. MERQ, ET 84-03.

Barnett, E.S., Hutchinson, R.W., Adamcik, A. et Barnett, R. (1982). Geology of the Agnico-Eagle Deposit, Québec. GAC, Special Paper 25, p. 403-426.

Beaudry, C. (1985). Région de Matagami, Abitibi. MERQ, rapport préliminaire, DP 85-07.

Bonneau, J. (1985). Vior-Inco: un duo à suivre dans Casa-Bérardi - Joutel. Finance, 17 février 1986, p. 23.

Bouchard, M. (1979). Région de Cadillac - Malartic. MRNQ, rapport intérimaire, DPV-683.

Bouchard, M.F. (1981). Tectonique de la région de Cadillac - Malartic. MERQ, rapport intérimaire, DPV-791.

Brereton, W.E. (1984). Report on a program of magnetometer survying geological investigations and sampling on the Beschefer Township Gold - Base Metals Property of Sanfred Resources Ltd. MERQ, travaux statutaires, GM 51150.

Campiglio, C. (1977). Batholite de Bourlamaque. MRNQ, étude spéciale, E.S. 26.

Charbonneau, J.M., Picard, C. et Dupuis-Hébert, L. (1983). Géologie des unités affleurant dans les cantons de Daubrée, Dolomieu, Saussure et la Ribourde, district de Chibougamau. MERQ, étude spéciale, ET 82-01, p. 1-68.

Davies, J.F. (1977). Structural interpretation of the Timmins mining area, Ontario. C.J.E.S., vol. 14, p. 1046-1053.

Daigneault, R. et Allard, G.O. (1984). Évolution tectonique d'une portion du sillon de roches vertes de Chibougamau. In Chibougamau-stratigraphy and mineralization. CIMM, Special volume 34, Ed. Guha, J. and Chown, E.H., p. 212-228.

Deptuck, R., Squair, H. et Wierzbick, V. (1982). Geology of the Detour zinc-copper deposits, Brouillan township Quebec. GAC, Special Paper 25, p. 319-342.

Dimroth, E., Imreh, L., Rocheleau, M. and Goulet, N. (1982). Evolution of the south central part of the Archean Abitibi belt, Quebec. Part I: stratigraphy and paleogeographic model. C.J.E.S., vol. 19, p. 1729-1758.

Dimroth, E., Imreh, L., Rocheleau, M. and Goulet, N. (1983a). Evolution of the south central part of the Archean Abitibi belt, Quebec. Part II: tectonic evolution and geochemical model. C.J.E.S., vol. 20, p. 1355-1373.

Dimroth, E., Imreh, L., Rocheleau, M. and Goulet, N. (1983b). Evolution of the south central part of the Archean Abitibi belt, Quebec. Part III: plutonic and metamorphic evolution and geotectonic model. C.J.E.S., vol. 20, p. 1374-1388.

Dimroth, E. and Rocheleau, M. (1985). Archean wrench fault tectonics and structural evolution of the Blake River Group, Abitibi Belt, Quebec: Discussion. C.J.E.S., vol. 22, p. 941-943.

Easdon, M.M. (1969). A compilation of graphitic occurences in the Archean of part of northwestern Quebec. M.Sc., McGill University, 119 pages.

Goldie, R. (1980). Lithostratigraphy and the Distribution of Gold in the South-Central Abitibi Belt of Canada. CIMM, Special Volume 24, p. 15-26.

Goulet, N. (1978). Stratigraphy and structural relationships across the Cadillac - Larder Lake Fault, Rouyn - Beauchastel area, Québec. Ph.D., Queen's University, Kingston, Ontario.

Hodgson, C.J. (1983). Preliminary report on the Timmins - Kirkland Lake area, gold deposits file. Ontario Geol. Survey, open file report 5467, 237 p.

Hodgson, C.J. and MacGeehan, P.J. (1980). A Review of the Geological Characteristics of "Gold-Only" Deposits in the Superior Province of the Canadian Shield. CIMM, Special Volume 24, p. 211-229.

Hubert, C., Trudel, P., Gélinas, L. (1983). Chimico-stratigraphie et tectonique du Groupe de Blake River. Partie II: tectonique. MERQ, mémoire MM 83-01, p. 25-41.

Imreh, L. (1982). Sillon de La Motte - Vassan et son avant-pays méridional: Synthèse volcanologique, lithostratigraphique et gîtologique. MERQ, mémoire, MM 82-04.

Kranidiotis, P.C. and MacLean, W.H. (1984). Geology and alteration of the Phelps-Dodge massive sulfide deposits, northwestern Quebec. GAC-MAC, Joint Annual Meeting, abstract.

Lacroix, S. (1980). Géologie de la région Harricana-Grasset: demie est. MERQ, rapport préliminaire (sous presse).

Lamothe, D. (1982). Étude structurale de la région de la baie Tush, district de Chibougamau. MERQ, étude spéciale, ET 82-01.

Latulippe, M. (1976). The stratigraphic divisions of the Abitibi-Temiscamingue Area of North-Western Quebec: Quebec Department of Mines and Natural Resources unpublished Map, 1:633,600.

Ludden, J., Hubert, C. and Gariepy, C. (1986). The tectonic Evolution of the Abitibi Grenstone Belt of Canada (in press).

MacGeehan, P.J., MacLean, W.H. and Bonenfant, A. (1981). Exploration Significance of the Emplacement and Genesis of Massive Sulphides in the Main Zone at the Norita Mine Matagami, Quebec: CIM Bull., vol. 74, no 828, p. 59-75.

MacLean, W.H. (1984). Geology and ore deposits of the Matagami district. In Chibougamau - Stratigraphy and Mineralization, CIM Special volume 34. Ed. J. Guha and E.H. Chown.

MERQ-OGS (1983). Carte lithostratigraphique de la sous-province de l'Abitibi. MERQ-OGS: 1:500,000 cataloguée "DV 83-16" à Québec et "Map 2484" en Ontario.

Pyke, D.R. (1975). On the relationship of gold mineralization and ultramafic rocks in the Timmins area. Ontario Division of Mines; miscellaneous paper 62.

Ramsay, J.G. (1967). Folding and Fracturing of Rocks. McGraw-Hill, New-York.

Remick, J.H. (1969). Géologie de la région d'Harricana-Turgeon; MRNQ, RP 564.

Sauerbrei, J.A., Pattison, E.F. and Averill, S.A. (1985a). Till sampling in the Casa-Bérardi area, Quebec: A case History in Orientation and Discovery. MERQ, séminaire d'information 1985, DV 85-11, p. 115-116.

Sauerbrei, J.A. (1985b). Till Sampling in the Casa-Bérardi Area, Québec: A Case History inOrientation and Discovery. MERQ, séminaire d'information 1985 - communication orale.

Sharpe, J.I. (1968). Géologie et gisements de sulfures de la région de Matagami, comté d'Abitibi-Est. MRNQ, RG 137.

Thorsen, K. (1986). Travaux d'exploration en cours dans les cantons Estrie et Estrade. Journée minière organisée à La Sarre, le 17 mars 1986, communication orale.

Tintor, N. (1986). Who really knows? The Northern Miner Magazine, Janvier 1986, p. 39-43.

Trudel, P. (1978). Géologie de la région de Cléricy, Abitibi-Ouest. MRNQ, rapport final, DP 598.

Trudel, P. (1979). Le volcanisme archéen et la géologie structurale de la région de Cléricy, Abitibi, Québec. Département de Génie minéral, Ecole Polytechnique, Montréal, Québec; thèse de doctorat.

Publications disponibles du projet Harricana-Grasset

Projet Harricana-Grasset, 1985. Cartes géologiques provisoires. MERQ, ET 85-08. 6 cartes (1:50 000): SNRC: 032E/09, 032E/10, 032/15, 032E/16, 032F/12, 032F/13.

Relevés géophysiques Inc., 1985. Levé gradiométrique, région de Matagami. MERQ, DP 85-23. 3 cartes (1:50 000): SNRC: 032E/09, 032E/10, 032E/15, 032E/16, 032F/12, 032F/13.

TABLEAU 1- Données d'évaluation minière des principales concentrations minérales du sillon Harricana-Turgeon.

A) MINES ET CONCENTRATIONS MAJEURES

CODES A	B	C	ANNÉE DE DÉCOUVERTE	NOM	PRODUCTION	RÉSERVES	ÉVALUATION TOTALE
Secteur de Matagami							
1	1	1	1957	Lac Mattagami	22 369 000 TM 0,58% Cu 8,59% Zn	3 751 000 TM	
2	2	1	1957	Bell Allard	234 000 TM 1,13% Cu 9,31% Zn		
3	2	1	1958	Orchan	4 509 000 TM 1,02% Cu 9,86% Zn 0,5g/t Au 37,1g/t Ag		
4	2	1	1958	New Hosco	1 728 000 TM 1,88% Cu 1,61% Zn		
5	2	1	1958	Lac Garon	489 000 TM 1,45% Cu 2,23% Zn		
6	1	1	1959	Norita	2 339 000 TM 1,36% Cu 4,59% Zn		
7	2	1	1960	Bell Channel(#1)	82 000 TM 1,95% Cu 0,57% Zn		
8	2	1	1961	Radiore Est	140 000 TM 2,61% Cu 1,35% Zn		
9	4	2	1973	Phelps Dodge			2 150 000 TM 0,89% Cu 4,1% Zn 0,45 oz/t Ag
10	3?	5A	1985	Lac Watson			Nouvelle découverte

TABLEAU 1- (suite)

A) MINES ET CONCENTRATIONS MAJEURES (suite)

CODES A	B	C	ANNÉE DE DÉCOUVERTE	NOM	PRODUCTION	RÉSERVES	ÉVALUATION TOTALE
Secteur de Joutel							
11	2	3	1958	32E/8-4			1 290 547 T 2,16% Cu 375 650 T 8,86% Zn 0,26% Cu
12	2	3	1959	32E/8-4 (Poirier)	4 847 729 T 1,97% Cu 0,6% Zn 4,66 g/t Ag	752 143 T 2,22% Cu 490 000 T 11,2% Zn 90 000 T 2,02% Cu 300 000 T 9,2% Zn	
13	2	3	1960	32E/8-6 (Joutel)	1 000 190 T 0,73% Cu 6,95% Zn 34,28 g/t Ag		
14	2	3	1960	32E/8-11 (Explo-zinc)			1 000 190 T 0,73% Cu 6,95% Zn 34,28 g/t Ag
15	1	4	1969	Agnico-Eagle (et Telbel)	2 731 169 T 6,02 g/t Au	1 074 275 T 6,22 g/t Au	
16	1	4	1974	Mines Selbaie . Zone B	1 100 572 T 3,15% Cu 0,69% Zn 1,3g/t Au 31,3g/t Ag	3 036 000 T 3,72 Cu 0,67% Zn 1,3g/t Au 36,08g/t Ag	
	3	3	1974	. Zone A1			32,1 MT 0,39% Cu 2,3% Zn 0,3g/t Au 35,7g/t Ag
	3	3	1974	. Zone A2			0,88 MT 2,26% Cu 1,33% Zn 1,1g/t Au 16,7g/t Ag

TABLEAU 1- (suite)

A) MINES ET CONCENTRATIONS MAJEURES (suite)

CODES A	B	C	ANNÉE DE DÉCOUVERTE	NOM	PRODUCTION	RÉSERVES	ÉVALUATION TOTALE
Secteur de Joutel							
17	4	5B	1981	Golden Pond			2,7 MT 0,2 oz/t Au
	4	5B	1981	Golden Pond East			2,8 MT 0,21 oz/t Au 0,56 oz/t/75 pi Au
		5C	1986	Golden Pont West			0,41 oz/t/66,3 pi Au
18	2	6	1974	Amoco (Detour Lake)			19,7 MT 0,11 oz/t Au

B) GÎTES ET ANOMALIES D'INTÉRÊT

CODES A	B	C	ANNÉE DE DÉCOUVERTE	NOM	COMPAGNIE OU SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DÉTENTRICE	ÉVALUATION
19	4	5D	1985	Estrades	Teck-Golden Hope Golden Group	Trou de découverte: 8,6 M (27,9 pi) 0,241 oz/t Au, 10,34 oz/t Ag 3,2% Cu 18,99% Zn
20	4	5E	1983	Gold Douay Zone	Inco-Soquem-Vior	247 000 T 0,3 oz/t
21	4	3	1960	32E/10-13	Noranda Exploration	7,4% Zn / 0,5 M anomalies en Au, Ag, Cu
22	5	5F	1985		Resources Boulder MTN	
23	5	7	1985		Placer Development - Golden Shield	Anomalies en Au & Ag obtenues dans le till de base à l'aide du forage en circulation renversée
24	5	7	1985		Tandem Resources Inc.	
25	5	7	1985		Golden Shield - Newmont	

TABLEAU 1- (suite)

B) GÎTES ET ANOMALIES D'INTÉRÊT (suite)

CODES A	B	C	ANNÉE DE DÉCOUVERTE	NOM	COMPAGNIE OU SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DÉTENTRICE	ÉVALUATION
26	5	7	1959	32E/15-3		Or natif visible
27	4	3		32E/8-3		Tranchées: 2,8 g/t (moyenne)
28	5	3	1958	32E/16-6, 7	Ingamar Expl.	1 échantillon de surface: 0,27 g/t Au 0,96 g/t Ag 0,2% Cu 0,15% Zn 1,03 g/t Au/ 3M
29	5	3	1959	32E/16-4	Resources Aiguebelle Inc	1 échantillon: 5,55 g/t Au
30	4	1 3	1957,58	32F/13-14,34 Veines Edith, Rolande, Marcelle	Explorations minières du Nord Ltée	11 689 T 0,167 oz/t Au
31	5	4	1957	32F/12-29	?	22 g/t Au/4 M 13,4 g/t Au/0,8 M 80,2 g/t Au/0,2 M 5,8 g/t Au/0,4 M
32	5	3	1944	32F/12-32	?	5,5 g/t Au/0,2 M 6,2 g/t Au/0,9 M

CODES: A Numéro de localisation (voir figures 2 et 3)

B Importance de la concentration minérale
1) Mine
2) Ancienne mine
3) Future mine
4) Gîte d'intérêt
5) Anomalie d'intérêt

C Source d'information
1) Beaudry, 1984
2) Kranidiotis, P.C. & MacLean, W.H., 1981
3) Fiches de gîte du MERQ
4) Rive, 1984
5) Northern Miner A) 7 octobre 1985
B) 13 janvier 1986
C) 13 janvier & 24 février 1986
D) 9 décembre 1986
E) 24 février 1986
F) 7 octobre 1985
6) Canadian Handbook of Mines 1985-86
7) Golden Shield Resources Ltd - Annual Report 1985

Tableau 3 - Classification typologique des principales concentrations minérales du sillon Harricana-Turgeon

Type 1 (A, B)

TYPOLOGIE						
Métaux	Forme	Association lithologique	Contexte régional	Exemples: Sillon Harricana - Turgeon	Exemples comparatifs: Sillon La Motte - Vassan	Signature géophysique
Cu-Zn (Au-Ag)	(A) LENTICULAIRE (stratiforme)	- Tuffite - exhalite - Roches felsiques	- Empilement felsique ceinturant des granitoïdes et complexes ignées intrusifs	SECTEUR DE MATAGAMI: • Lac Mattagami • Orchan, Norita SECTEUR DE JOUTEL: • Poirier, Joutel, Explo-zinc AUTRES SECTEURS: • Gîte 32E/10-13 • Découverte de Teck-Golden Hope-Golden Group	CAMP DE ROUYN: • Mines Horne, Québmont, Vauze, Corbet AUTRE CAMP: • Mine Normétal	- Anomalies électromagnétiques aériennes isolées - Anomalies magnétiques aériennes parfois jumelées
	(B) RÉSEAUX DE VEINES ("stockwork") (zones A1-A2) et lentille (zone b)	- Roches felsiques		• Mines Selbaie	CAMP DE VAL-D'OR: Mine Manitou?	

Tableau 3 - (suite)

Type 2 (A)

TYPOLOGIE						
Métaux	Forme	Association lithologique	Contexte régional	Exemples: Sillon Harricana - Turegon	Exemples comparatifs: Sillon La Motte - Vasson	Signature géophysique
Au	(A) Stratiforme	- Sédiments chimiques & détritiques fins - Roches felsiques (pyroclastiques)	- Contact régional entre des bandes de sédiments et de volcanites ou entre deux séquences volcaniques (faille régionale)	- Mines Telbel et Agnico-Eagle - Gisements de Golden Pond (Casa-Bérardi) et de Golden Douay Zone - Anomalies de Tandem - Placer & Golden Shield-Boulder MTN - Newmont	- Bande des tufs de Goldhurst-Dumagami: . Mines Doyon, Thompson-Bousquet . Gisements Dumagami et Elison	. Grondston conducteurs électromagnétiques linéaires aériens

Tableau 3 - (suite)

Type 3

TYPOLOGIE						
Métaux	Forme	Association lithologique	Contexte régional	Exemples: Sillon Harricana - Turegon	Exemples comparatifs: Sillon La Motte - Vasson	Signature géophysique
Au	B) Filonien	(1) Tonalite - diorite (K_2O) ("pré-à-syn-tectonique, syn-volcanique)	• Bordure et centre des granitoïdes • Bordure des parties dioritiques	CAMP DE JOUTEL: 32E/8-3 CAMP DE BROUILLAN: 32E/15-3	CAMP DE ROUYN: Granitoïde de Flavrian (Eldrich) CAMP DE VAL-D'OR: Granitoïde de Bourlamaque (Belmoral)	
		(2) Granites - syénite (K_2O+) ("tardi-à-post-tectonique)	• Bordure externe des granitoïdes • Zone de cisaillement dans des roches mafiques	PLUTON DE LA BAIE DUNLOP: • Veines Edith, Rolande, Marcelle (32F/13-14,34) GRANITE DU LAC GRASSET: (32E/16-4)		
		(3) Dyke albitique et schiste	• Zone de cisaillement • Faille régionale du contact de sédiments et de volcanites	• 32 F/12-32	CAMP DE VAL D'OR: Lamaque-Sigma?	Conducteurs électromagnétiques linéaires aériens

Tableau 4 - Caractéristiques géologiques générales des différents ensembles volcaniques et sédimentaires du sillon Harricana-Turgeon

ENSEMBLES		NATURE DU (DE LA)			STRUCTURES MAJEURES	MÉTALLOGÉNIE PRÉVISIONNELLE
NOS	NOM	VOLCANISME	SÉDIMENTATION	PLUTONISME		
1	Grasset	• Mafique à ultramafique près du gisement Amoco (pleine sous-marine?)				
2	Groupe de Matagami		Sédiments immatures prédominants			
3A	Brouillan	• Mafique à felsique (complexe volcanique central)		• Tonalite & chlorite syn-volcanique de Brouillan • Granite du lac Grasset	• Empilement volcanique en forme de croissant à l'est et à l'ouest de l'intrusion syn-volcanique	TYPE 1A? 1B TYPE 2B (1,2)
3B	Matagami	• Mafique à felsique (complexe volcanique central)		• Complexe intrusif syn-volcanique de la rivière Bell • Granitoïdes syn- et tardi-volcaniques	• Empilement volcanique en forme de croissant à l'ouest de l'intrusion syn-volcanique • Anticlinal de Galinée	TYPE 1A
4 (A,B,C)	Groupe de Taïbi		• Sédiments immatures prédominants		• Plans axiaux, schistosité S1 en forme de Z et sigmoïdale disposées en échelon par rapport à la faille de Casa-Berardi	Formations de fer importantes

Tableau 4 - (suite)

ENSEMBLES		NATURE DU (DE LA)			STRUCTURES MAJEURES	MÉTALLOGÉNIE PRÉVISIONNELLE
NOS	NOM	VOLCANISME	SÉDIMENTATION	PLUTONISME		
5	Orvilliers	• Mafique à felsique		• Intrusion syn-volcanique présumée		TYPE 1 TYPE 2B(1)
6	Cartwright	• Mafique à ultramafique (plaine sous-marine)			• Plans axiaux et schistosité S1 de forme sigmoïdale et disposée en échelon par rapport à la faille de CB	
7A	Joutel	• Mafique à felsique		• Intrusion syn-volcanique de Joutel	• Empilement volcanique en forme de croissant à l'est de l'intrusion	TYPE 1A TYPE 2B (1)
7B	Estrades	• Mafique à felsique				TYPE 1A

Remarques:

1) Les numéros des ensembles réfèrent à la figure 9
2) Les numéros des types de concentrations minérales réfèrent au tableau 2

LÉGENDE

(Figures 2, 3, 5 et 7)

QUATERNAIRE

 Till, argile, silt, sable, gravier, blocs, tourbière

PRÉCAMBRIEN

 Granites, syénites, monzonites massives

 Tonalites, granodiorites, trondhjémites gneissiques

 Gneiss, migmatites

 Complexes stratiformes anorthositiques

 Roches intrusives mafiques

 Métasédiments

 Pyroclastites + volcanoclastites + argilites + exhalites (conducteur EM aérien)

 Métavolcanites felsiques

 Métavolcanites mafiques

 Formations de fer

SYMBOLES

 Contact d'Avramtchev

 Contact modifié d'Avramtchev

 Faille

FB Faille Bapst

FT Faille Turgeon

FCB Faille Casa Bérardi

FD Faille Gold Douay

FH Faille Harricana

CONCENTRATIONS POLYMÉTALLIQUES

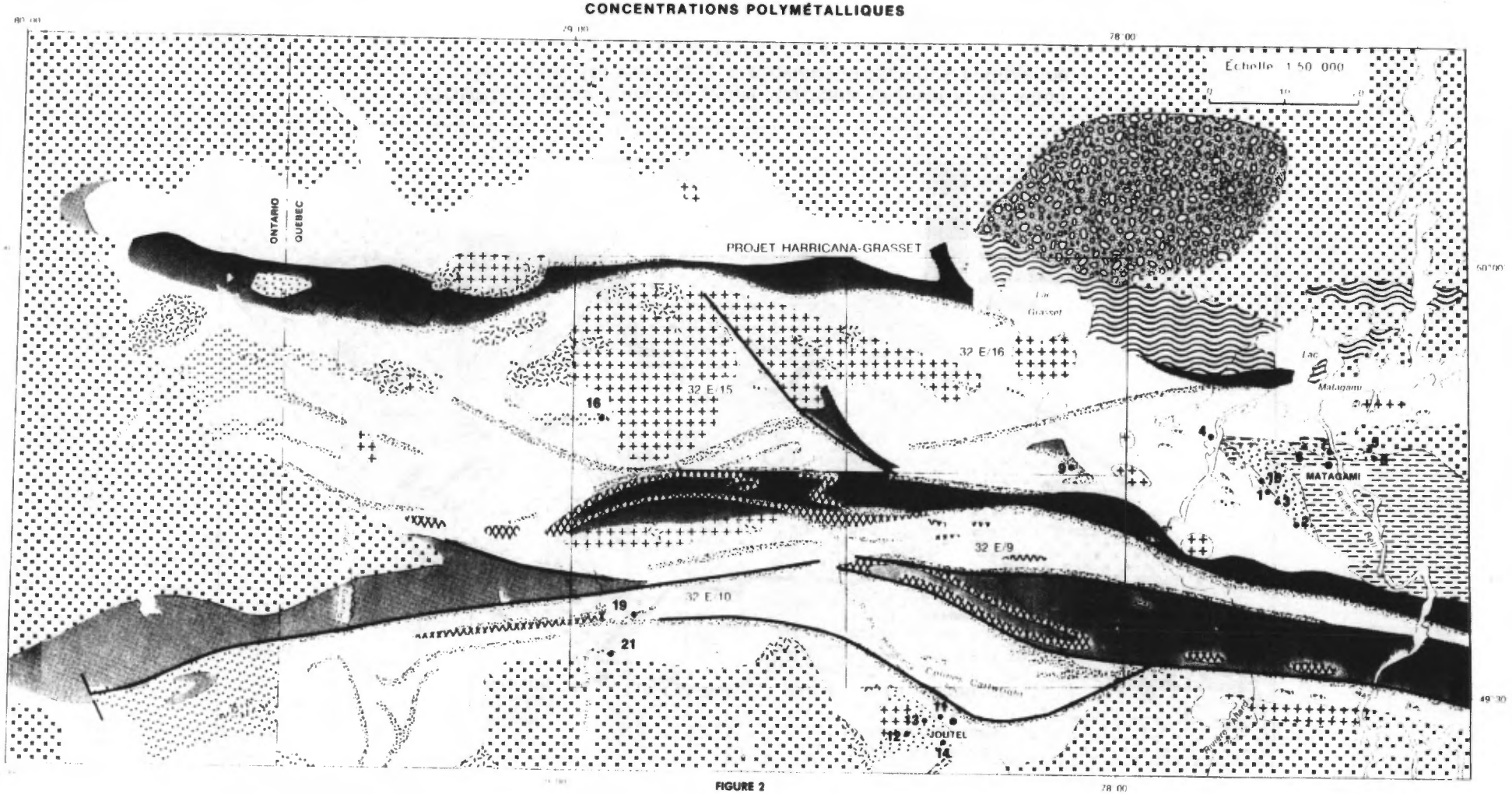


FIGURE 2

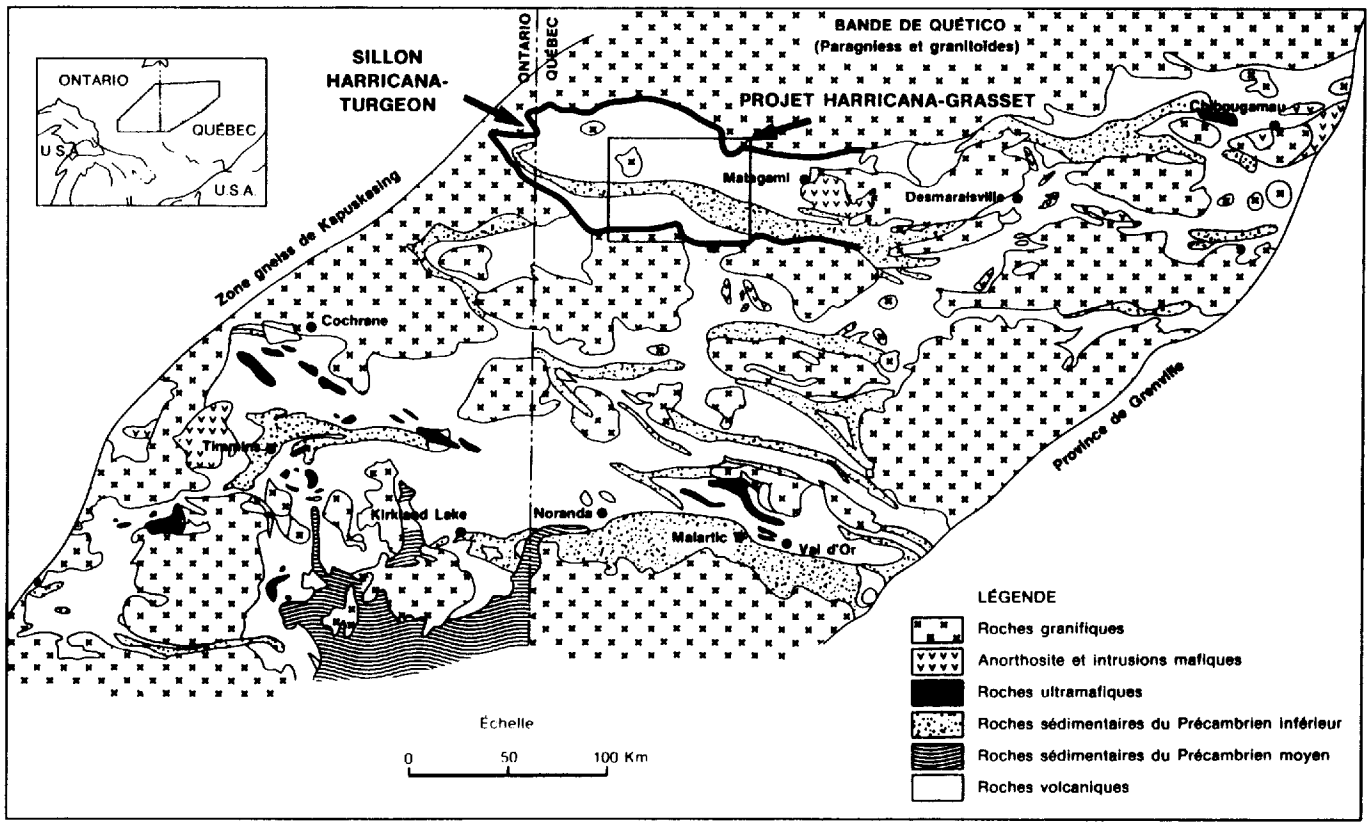


FIGURE 1 -Localisation du projet Harricana-Grasset et du sillon Harricana-Turgeon dans la province orogénique abitibienne. Modifié d'après Imreh (1982)

STRUCTURE ET CONCENTRATIONS AURIFÈRES

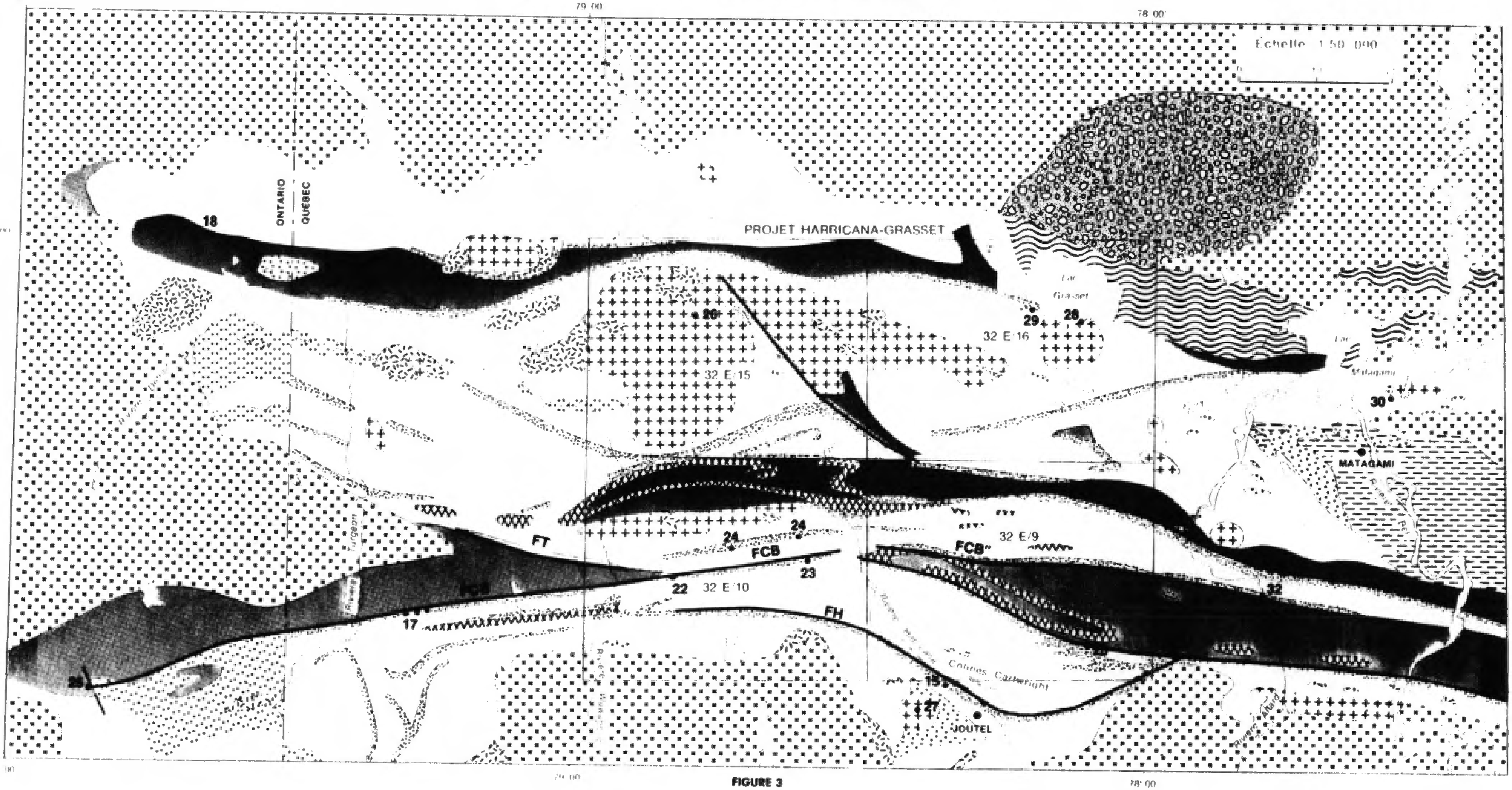


FIGURE 3

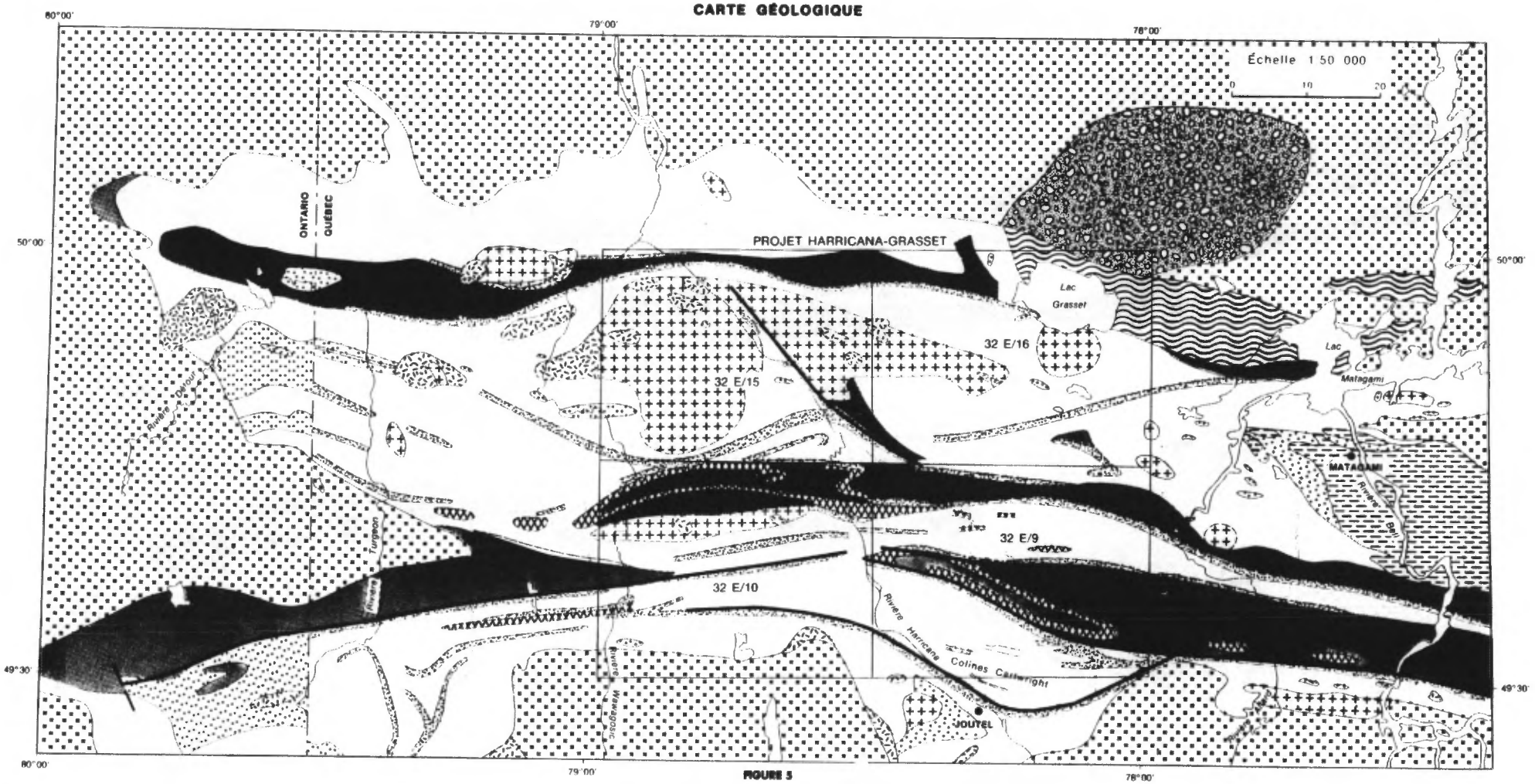
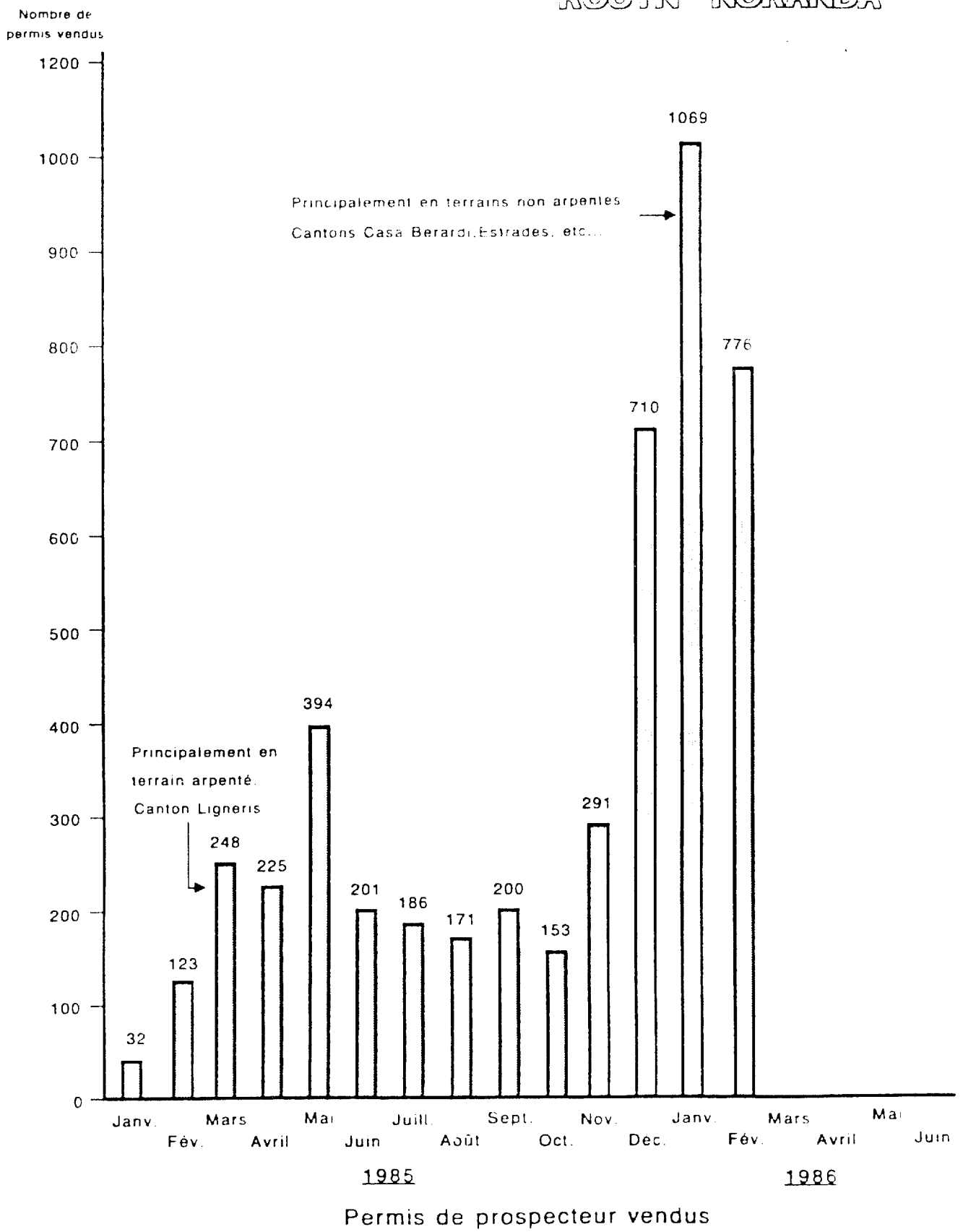

CARTE GÉOLOGIQUE
80°00'
79°00'
78°00'
Échelle 1 50 000
0
10
20
ONTARIO
QUÉBEC
PROJET HARRICANA-GRASSET
50°00'
Lac
Grasset
32 E/16
32 E/15
Lac
Matagami
Rivière Dorion
MATAGAMI
Rivière Bell
32 E/9
Rivière Turgeon
32 E/10
Rivière Harricana
Rivière Waswanipi
Colines Castonguay
JOUTEL
49°30'

FIGURE 5

M.E.R.Q.
SECTEUR MINES

BUREAU RÉGIONAL DE
ROUYN-NORANDA



Permis de prospecteur vendus

NB : 1 permis = 2 claims en terrain arpenté = 5 claims en terrain non arpenté

GHC 86-03-05

FIGURE 4 -Nombre de permis de prospecteur vendus au bureau régional de Rouyn-Noranda (MERQ-Secteur Mines) depuis janvier 1985.

ENSEMBLES VOLCANIQUES ET SÉDIMENTAIRE

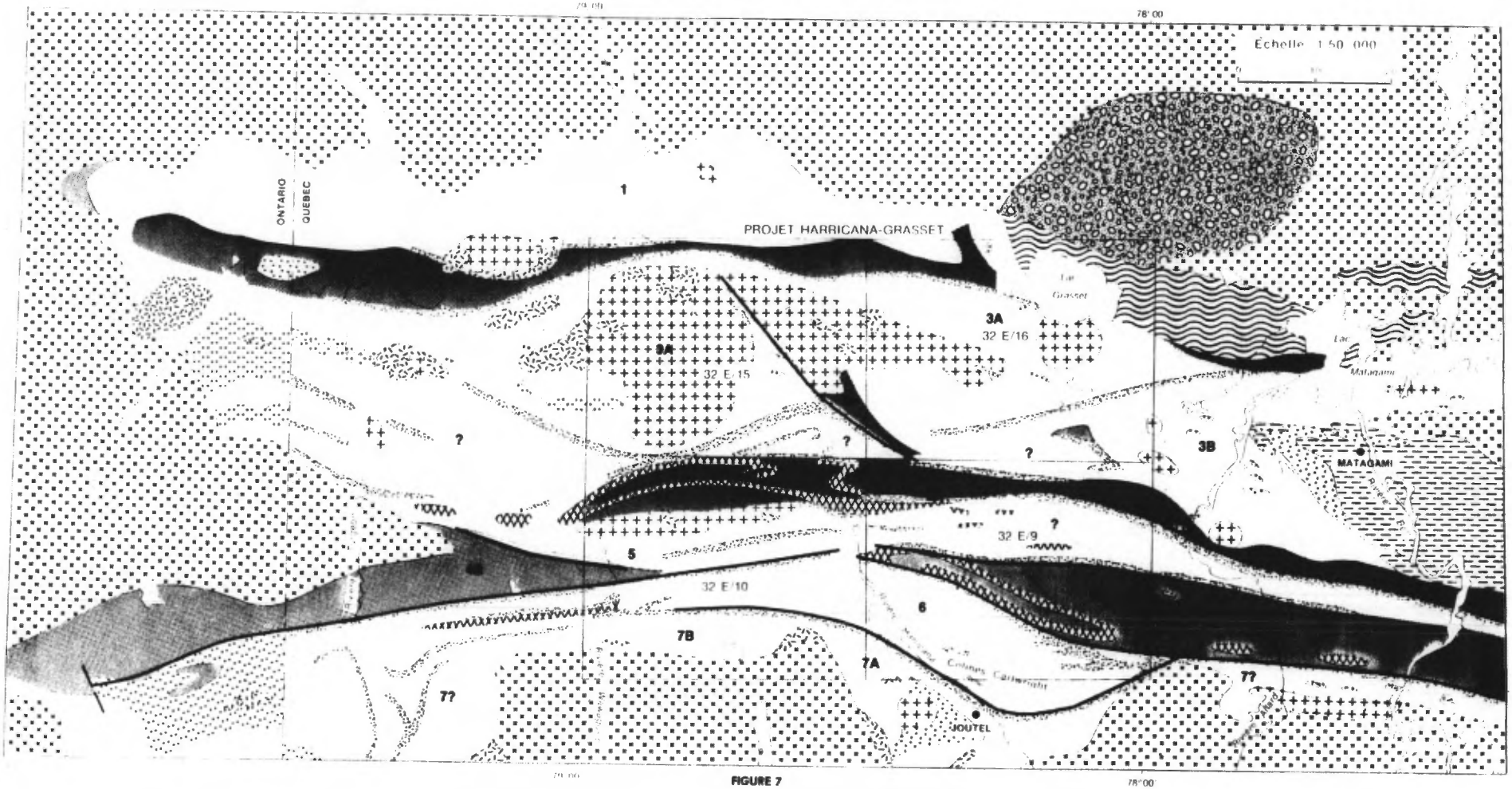


FIGURE 7

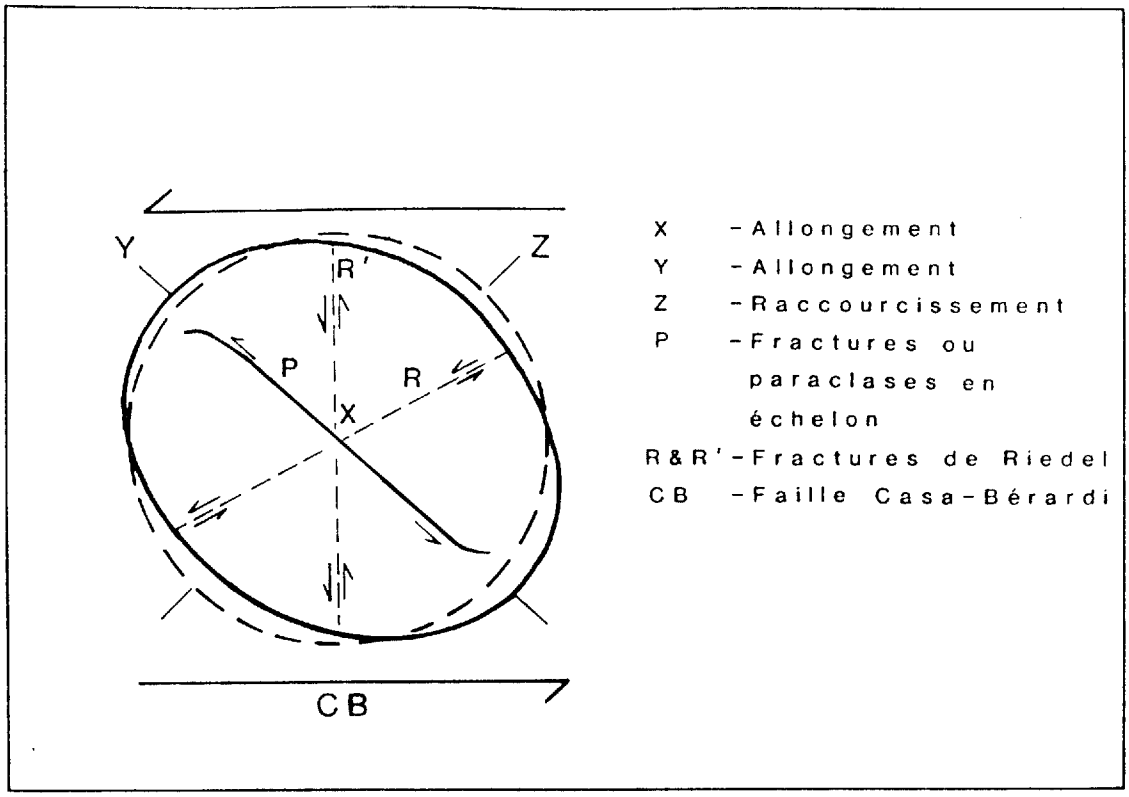


FIGURE 6 -Disposition géométrique des différents éléments structuraux et des contraintes principales de la phase de déformation D1