

LES GISEMENTS ET INDICES DE MAGNÉTITE DE LA RÉGION DE BERRAHAL (MASSIF DE L'EDOUGH, NORD-EST ALGÉRIEN). ENVIRONNEMENT GÉOLOGIQUE ET DONNÉES PÉTROGRAPHIQUES.

Bachir HENNI*, Bernard GUY, Djamal Eddine AÏSSA*** et Daniel GARCIA****

RÉSUMÉ

La région de Berrahal (massif métamorphique de l'Edough) contient d'anciens gisements et indices de fer sous forme de magnétite liés à des roches calco-silicatées. Les corps minéralisés sont stratiformes et encaissés dans des schistes à disthène, staurotide et grenat au voisinage de marbres. L'étude pétrographique des corps minéralisés montre que le minerai se présente sous forme de trois faciès: minerai carbonaté (Mc), minerai intermédiaire (Mi), minerai silicaté (Ms). Les paragenèses observées dans les corps minéralisés comprennent essentiellement magnétite, olivine (fayalite), pyroxène (hédenbergite), calcite et grenat (almandin). L'analyse des déformations de ces minéraux montre qu'ils ont subi les mêmes effets du métamorphisme que les roches encaissantes et qu'ils sont antérieurs au métamorphisme Mn+2.

Mots clés - Edough - Magnétite - Faciès de minerai - Métamorphisme.

BERRAHAL MAGNETITE DEPOSITS AND OCCURENCES (EDOUGH MASSIF NORTH-EAST OF ALGERIA) : GEOLOGICAL ENVIRONMENT AND PETROGRAPHIC DATA.

ABSTRACT

The Berrahal area (metamorphic massif of Edough, NE Algeria) contains magnetite deposits, linked to some calc silicates rocks. The ore bodies are stratiforms and enclosed in the kyanite, staurotide and garnet schists near the marbles. The petrographical study of ores shows the presence of three facies: carbonate ore, intermediate ore and silicate ore. The paragenesis observed includes, essentially, magnetite, olivine (fayalite), pyroxene (hedenbergite), calcite and garnet (almandine). The analysis of deformations shows that minerals underwent the same effects of metamorphism as host rocks and they are anterior to Mn+2 metamorphism.

Keywords - Edough - Magnetite - Ore facies - Métamorphisme.

* Département Sciences Nat., Ecole Normale Supérieure, B.P 92 Kouba, 16050 Alger, Algérie

** Département Géochimie, Ecole Nat. Sup. Des Mines, 158 Cours Fauriel, 42023 St Etienne, France

*** Département Géologie Minière, I.S.T (U.S.T.H.B), B.P 32 El Alia 16111 Alger, Algérie

- *Manuscrit déposé le 18 Novembre 2000, accepté après révision le 17 Février 2001*

I - INTRODUCTION

La région de Berrahal, prolongement occidental du massif cristallin de l'Edough, est située à une trentaine de kilomètres à l'Ouest de Annaba (fig. 1B). Cette région, appelée autrefois Aïn Mokra, a été célèbre par la présence d'anciens gisements de magnétite qui ont commencé à être exploités à partir des années 1860 (Dussert, 1912) et la région est restée, longtemps, en inactivité jusqu'au début des années 1970 où l'EREM (1968, 1971, 1973) (ex : Sonarem) a entrepris des travaux de prospection à l'échelle de tout le massif de l'Edough entrant dans le cadre d'une vaste campagne pour la réévaluation des réserves des gisements de fer de Berrahal, Djéhal et Béliéliéta. Dans cette note, l'étude de la minéralisation ferrière a concerné les sites de Moktat El Hadid, Boudjelbana, El Mour Oûan'ia et la 3^{ème} mine (Sidi Ammar Ben Mohammed) (fig. 5). Il est difficile de retracer l'évolution pétrogénétique des corps minéralisés dans un contexte complexe de métamorphisme régional du fait des diverses origines possibles. Il pourrait s'agir d'anciens gisements sédimentaires et/ou volcano-sédimentaires de fer métamorphisé ou de concentrations à magnétite résultant du seul effet du métamorphisme régional et/ou de skarns en relation directe ou indirecte avec les cas précédents.

Grâce à des travaux de terrain, d'études minéralogiques et géochimiques, il nous a été possible de présenter de nouveaux résultats sur la nature des phases minérales, des différentes phases de métamorphisme ayant affecté les corps minéralisés et les roches encaissantes, ainsi qu'une mise en évidence des différentes paragenèses entrant dans la composition des corps minéralisés

II- CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

1 - A l'échelle de tout le massif de l'Edough

Le massif de l'Edough constitue le témoin le plus oriental des massifs cristallophylliens du littoral algérien (fig. 1A). La position structurale

de ce massif dans l'édifice orogénique alpin reste diversement appréhendée.

Pour certains auteurs (Hilly, 1962; Bouillin, 1977; Durand Delga, 1980), le massif de l'Edough est considéré comme le prolongement des massifs internes de Grande et Petite Kabylie; alors que pour d'autres (Vila, 1970; Latouche *et al.*, 1978; Aïssa, 1985), il serait au contraire un massif externe à caractère africain.

Le massif de l'Edough (fig. 1) est constitué par :

- 1- Un socle métamorphique, formé essentiellement par des gneiss en association complexe avec des reliques d'éclogites, de granulites, de péridotites; tandis qu'à la périphérie s'observent des micaschistes et des schistes associés à des calcaires métamorphiques, des amphibolites et des pyroxénites (Bossière *et al.*, 1976; Aïssa, 1985, 1996; Hammor; 1992; Monié *et al.*, 1992).
- 2- Des séries carbonatées dites «composites» (Vila, 1970). Elles comprennent des calcaires attribués au Jurassique et au Crétacé.
- 3- Une nappe de flyschs numidiens, surmontant la nappe de flyschs crétaqués (Vila, 1970; Marignac, 1985).
- 4- Un magmatisme peralumineux à leucogranites et rhyolites (Aïssa, 1985; Aïssa et Semroud, 1989; Aïssa, 1996), et un magmatisme calco-alcalin (microgranites) d'âge Burdigalien à Langhien (Marignac et Zimmermann, 1983; Marignac, 1985; Aïssa, 1985).
- 5- Des sédiments post-magmatiques marquant la mise à l'affleurement franche et définitive du socle de l'Edough et des microgranites associés.

Les données suivantes ne concernent que quelques endroits du massif de l'Edough.

D'après Gleizes *et al.* (1988), on distingue dans la partie la plus orientale du massif de l'Edough, deux unités tectoniquement superposées séparées par un accident ductile tangential. Ces deux unités ont subi dans leur ensemble une déforma-

LES GISEMENTS ET INDICES DE MAGNÉTITE DE LA RÉGION DE BERRAHAL (MASSIF DE L'EDOUGH, NORD-EST ALGÉRIEN)

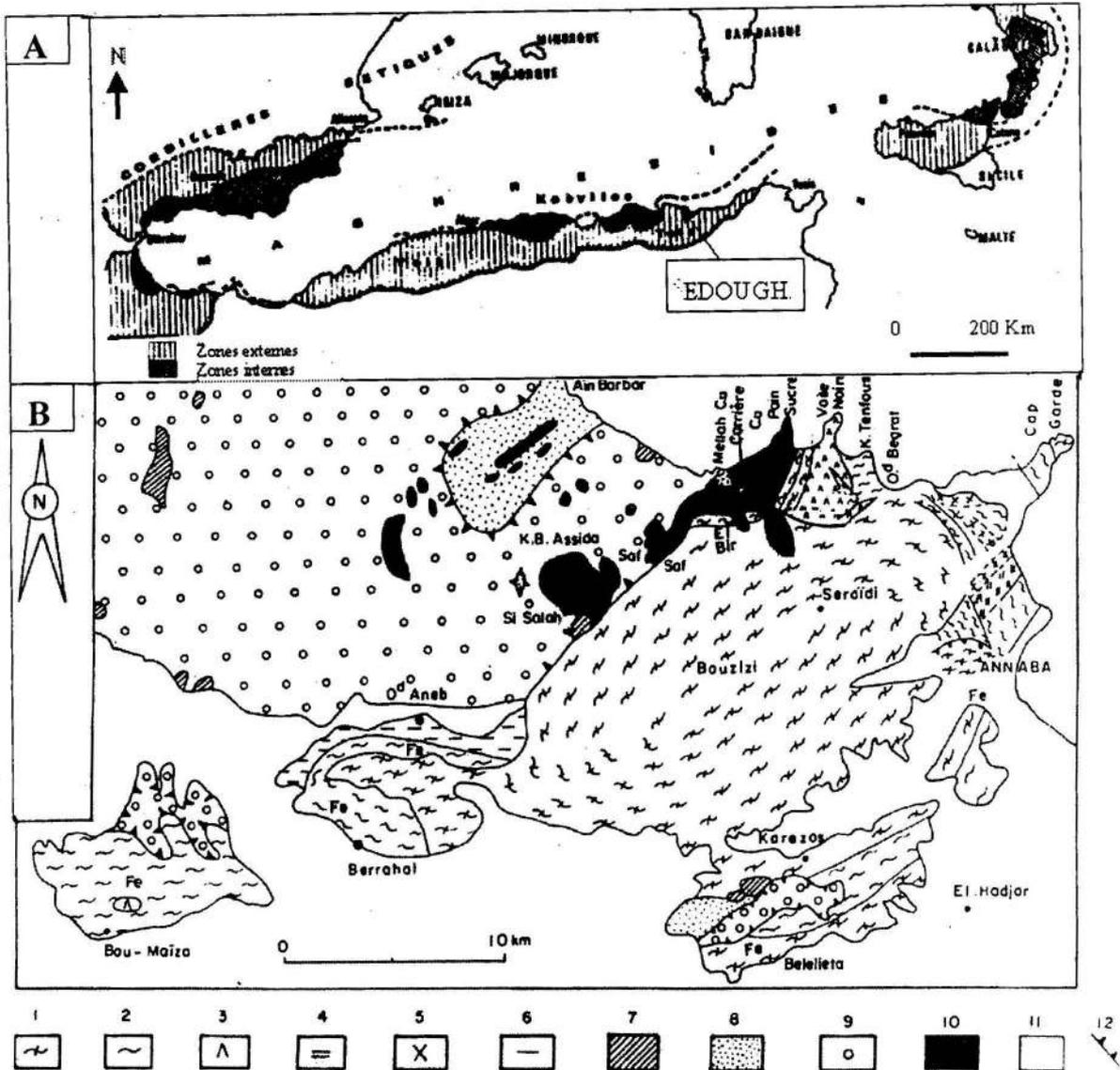


Fig. 1 - (A) : Position du massif de l'Edough dans son contexte régional. Carte montrant les grands traits du double orogène bétique-maghrébide (M. Durand Delga, 1980).

Position of Edough massif in the perideterranean alpine belt

(B) : Situation de la région de Berrahal dans son environnement géologique. Schéma géologique du massif de l'Edough et position des principales minéralisations. (extrait de Aïssa, 1996).

Location of Berrahal and geological environment of Edough ore field (from Aïssa, 1996)

1 : gneiss (*Gneisses*); 2 : micaschistes et marbres (*micaschists and marbles*); 3 : amphibolites (*amphibolites*); 4 : série des "alternances" ("*alternance set*"); 5 : leucogranites "syn tectoniques" (*syntectonic granites*); 6 : schistes épimétamorphiques (*epimetamorphic schists*); 7 : formations créacées (*cretaceous formations*); 8 : flysch créacé (*cretaceous flysch*); 9 : flysch numidien; (*nimidian flysch*); 10 : roches magmatiques langhiennes (*langhian magmatic rocks*); 11 : alluvions, éboulis (*alluvial deposits*); 12 : contact anormal (*thrust*); Fe : gisements et indices métallifères (*iron deposit and occurrences*).

tion cisailante suivant une direction N140E et une vergence vers le NW.

Ilavsky et Snopkova (1987), se basant sur des datations palynologiques suite à la découverte d'Acritarches dans les schistes de la "série des alternances", donnent un âge Ordovicien supérieur à Dévonien aux formations originelles excluant l'âge Précambrien de leur métamorphisme. Un âge Sm-Nd de 285 ± 27 MA (Hamor *et al.*, 1990) a été mis en évidence dans l'Edough. Cet âge tardi hercynien pourrait témoigner de l'existence d'un événement tardi hercynien dans l'Edough dont la nature reste toutefois à préciser.

Des incertitudes sur l'âge du métamorphisme subsistent encore. Pour Hamor (1987), Brunel *et al.* (1988) et Gleizes *et al.* (1988), l'âge du métamorphisme mésozoïque du massif de l'Edough et la tectonique cisailante vers le NW associée, est d'âge Calédonno-hercynien. Ainsi la déformation non coaxiale synmétamorphe serait explicable par des failles normales ductiles hercyniennes ayant suivi un épaissement crustal. Pour Caby et Hamor (1992), le massif de l'Edough, d'après sa géométrie, les déformations ductiles épizonales affectant les formations mésozoïques avec une vergence vers le NW identique à celle des gneiss et micaschistes sous-jacents ainsi que la zonalité du métamorphisme serait l'exemple d'un "metamorphic core complex" d'âge Miocène. La pile tectonique engendrée lors d'un régime de nappes aurait été enfouie dans les conditions d'un métamorphisme à disthène et se serait ensuite considérablement amincie dans un régime tardi orogénique extensif en relation avec l'exhumation des parties profondes du bati sous forme de dôme à cœur granito-gneissique. D'après les données radiométriques ^{39}Ar - ^{40}Ar , la tectonique ductile extensive est, selon Monié *et al.* (1992), d'âge Burdigalien.

2 - A l'échelle de la région de Berrahal

Les formations métamorphiques de la région de Berrahal sont caractérisées par une série

gneissique que surmonte un complexe micaschisteux. La minéralisation à magnétite, qui est portée par des roches à silicates calciques et des carbonates, est encaissée au sein du complexe à micaschistes (fig. 2 et 5).

L'analyse paragenétique des roches métamorphiques de la région de Berrahal a permis de déceler deux associations minérales distinctes (Henni, 1994) (tab. 1) :

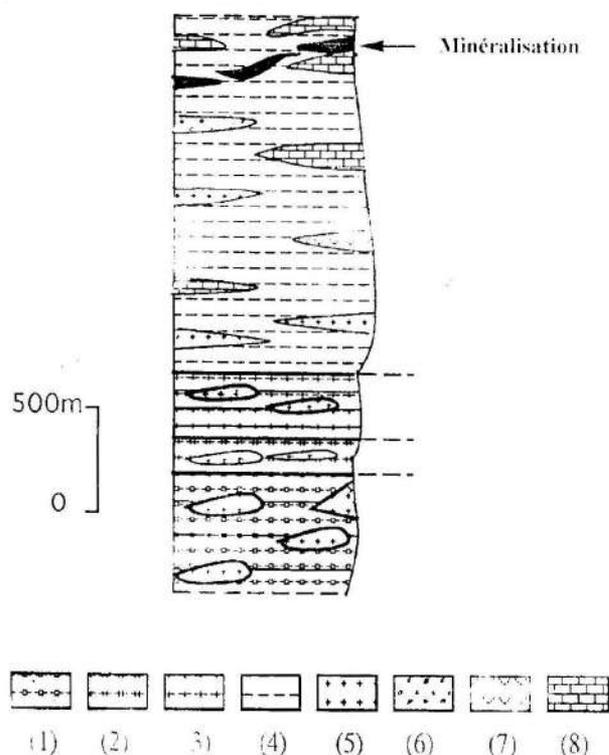


Fig. 2 - Colonne lithologique schématisée des formations métamorphiques de la région de Berrahal, massif de l'Edough, Algérie (Henni, 1994).

Lithostratigraphic column of metamorphic units of Berrahal area

- 1: Complexe gneissique (*gneissic complex*),
 2: micaschistes + gneiss ocellés (*micaschists and eyes gneiss*); 3, 4: micaschistes et micaschistes feldspathiques (*micaschists and feldspatic micaschists*); 5: granitoïdes (*granitoids*);
 6: quartzites (*quartzites*); 7: roches à silicates calciques (*calc silicate rocks*); 8: marbres (*marbles*).

NB: Les épaisseurs des roches à silicates calciques, des granitoïdes des quartzites, des marbres et des corps minéralisés sont exagérées (*Thickness of rocks and orebodies are magnified*)

Tableau I - Résumé des principaux types pétrographiques et leurs assemblages minéralogiques
Summary of main petrographic Kinds and their mineralogicals assemblages

TYPE PETROGRAPHIQUE	ASSOCIATION PRIMAIRE (Avant la phase de déformation cisailante caractérisant le métamorphisme Mn+2)
FORMATIONS GNEISIQUES	Gt, Ky, FK, \pm Plag, Qtz, Mu
GNEISS OEILLES + MICASCHISTES FELDSPATHIQUES	Gt, Ky, FK, \pm Plag, Qtz, Mu
ROCHES GRANITOIDES	Gt, FK, Plag, Qtz
FORMATIONS SCHISTEUSES	Gt, Ky, St, Qtz, Mu, Opq
NIVEAUX CARBONATES	Cal, Phl, Pyx, Ol, Opq

- Une première association plus ou moins conservée, antérieure à la foliation principale caractérisée par le grenat, le disthène, la staurotide et attribuée à un métamorphisme Mn+1 (fig. 3). Dans les micaschistes, l'étude de lames minces montre des paragenèses à grenat-staurotide et grenat-disthène.

- Une deuxième association synschisteuse et superposée à la première, caractérisée essentiellement par biotite + micas blancs + quartz. Cette association est liée à un deuxième métamorphisme Mn+2 associé à la déformation responsable de la foliation «S» régionale affectant toutes les roches métamorphiques. Cette foliation est porteuse d'une linéation d'étirement minéral de direction moyenne N130-140 (fig.4).

L'étude du terrain et de préparations microscopiques suivant des sections [XZ] (plan XZ de l'ellipsoïde de déformation) montrent le caractère non coaxial de la déformation liée au métamorphisme Mn+2 (Henni, 1994). Les critères utilisés (Berthé *et al.*, 1974; Nicolas, 1988) à différentes échelles indiquent un déplacement relatif des formations géométriquement supérieures vers le NW (fig. 5).

Les travaux précités (Hammor, 1987; Brunel *et al.*, 1988; Gleizes *et al.*, 1988; Caby et Hammor, 1992, Monié *et al.*, 1992) hésitent quant au caractère polymétamorphique de la série cristallophyllienne du massif de l'Edough.

Au terme de notre analyse, il apparaît clairement que les roches métamorphiques qui affleurent dans la région de Berrahal montrent :

- Un assemblage minéralogique antérieur au développement de la foliation blastomylonitique à caractère non coaxial. Cet assemblage à disthène, grenat, ... traduit, au moins, un épisode métamorphique (Mn+1) méso-catazonal qu'on peut mettre en liaison avec les linéations N-S et NE-SW (Gleizes *et al.*, 1988) relevées dans l'unité inférieure et représentant selon les auteurs, des domaines à directions reliques suggérant l'existence d'une phase de déformation antérieure à l'épisode de cisaillement selon N140E.

- Une association paragenétique contemporaine de la foliation régionale "S" porteuse de la linéation minérale liée à Mn+2 dont la déformation synmétamorphe, non coaxiale, s'exprime par

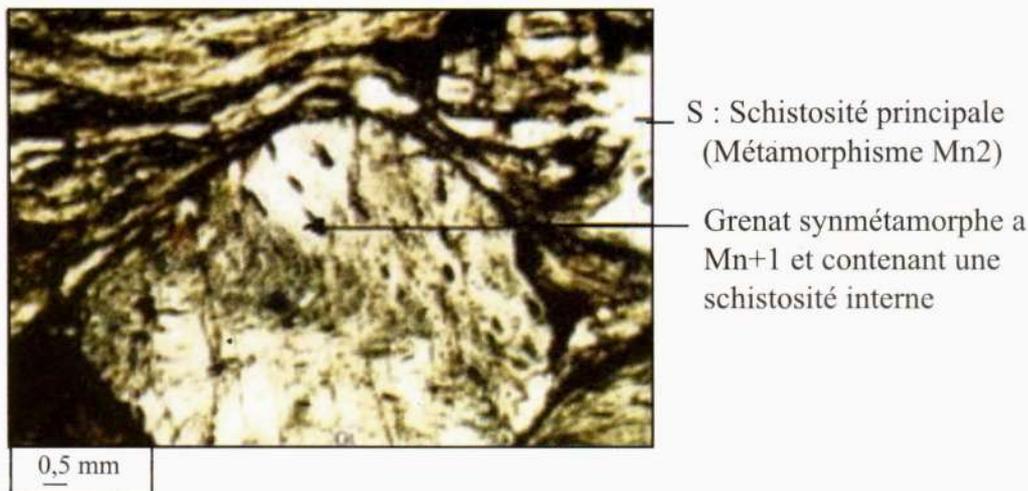


Fig. 3 - Section en lame mince montrant la relation entre le grenat formé lors du métamorphisme Mn+1 et la schistosité principale 'S' du métamorphisme Mn+2. Micaschistes à grenat, staurotide et disthène (Henni, 1994).

Thin section showing the relationship between garnet (Mn+1 metamorphism) and main Mn+2 schistosity. Garnet, staurolite and kyanite micaschists (Henni, 1994)



Fig. 4 - Linéation d'étirement minéral de direction N130-140 de la région de Berrahal (Henni, 1994)

Stretching lineation N130-140 of Berrahal area

des cisaillements tangentiels avec un transport vers le NW. Cet événement tangentiel, accompagné d'une association à muscovite + quartz + biotite, s'est déroulé dans des conditions moins intenses que celles décrites par Gleizes *et al.*, (1988) concernant une tectonique similaire et mise en évidence dans l'extrémité orientale du massif de l'Edough. Il s'agit vraisemblablement de structures similaires correspondant à des climats différents en liaison avec un seul événement tectonique.

III- CARACTÈRES PÉTROGRAPHIQUES ET MINÉRALOGIQUES DES CORPS MINÉRALISÉS

Les gisements de magnétite se présentent sous forme de couches stratiformes plus ou moins lenticulaires composées par des roches calcitiques et calco-silicatés; l'ensemble est encaissé dans des schistes à Disthène - Staurotide - Grenat au voisinage de marbres. Dans le détail ces couches et lentilles, d'extension métrique à plurimétrique, de puissance décamétrique à

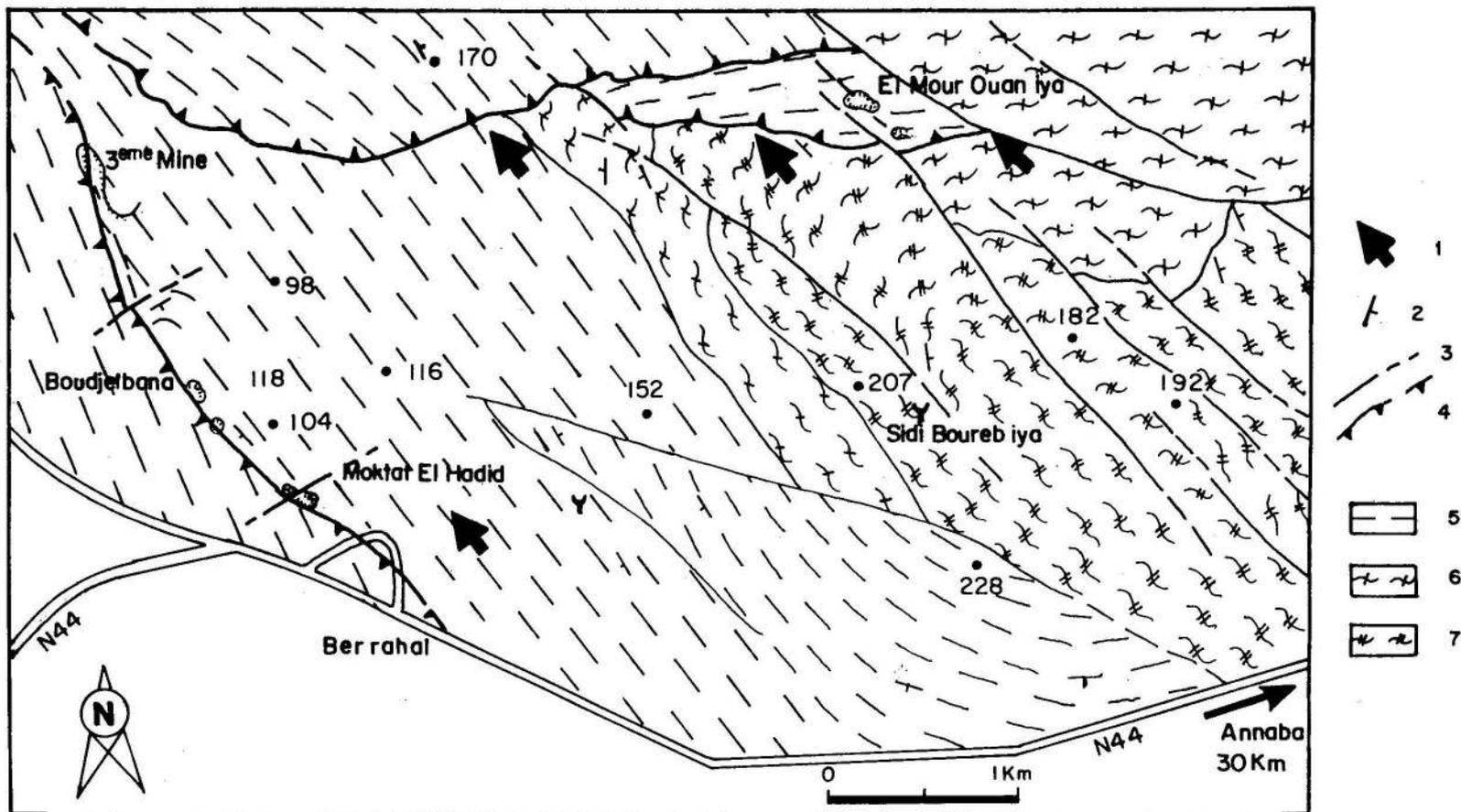


Fig. 5 - Carte géologique de la région de Berrahal (Henni, 1994)

Geological map of Berrahal area

- 1 : Sens de déplacement des formations géométriquement supérieures (*movement sense of upper formations*)
- 2 : Pendage de la schistosité / foliation (*schistosity dip*); 3 : Failles (*faults*); 4 : Contacts cataclastiques chevauchants (*cataclastic thrusts contacts*); 5 : Schistes à disthène, staurotide et grenat (*kyanite-staurolite-garnet*); 6 : Gneiss ocellés et micaschistes feldspathiques (*eyes gneisses and feldspathic micaschists*); 7 : Formations gneissiques (*gneissic formations*).

Tableau II - Résumé des principaux caractères des anciens gisements de magnétites de la région de Berrahal*Summary of main features of Berrahal magnetite deposits*

MORPHOLOGIE		Corps stratiformes à aspect lenticulaire d'étendue métrique à décamétrique et d'épaisseur décimétrique à plurimétrique.
ETENDUE DE LA MINERALISATION		Régionale, d'ordre kilométrique
PETROGRAPHIE		Intercalations de bandes centimétriques de roches à minéraux silicatés (Skarns), de bandes essentiellement calcitiques et des bandes de minerai massif à magnétite
COMPOSITION MINERALOGIQUE		Magnétite, Calcite, Olivine, Pyroxène, Grenat, Hornblende, Sulfures (pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite, löllingite). Accessoirement: Chlorite, Serpentine, Actinote et des minéraux d'altération supergène: Covellite, Martite, Goethite, Limonite, Marcassite.
COMPOSITION PAR FACIES	Minerai carbonaté Mc	Magnétite, Calcite ±Hedenbergite
	Minerai intermédiaire Mi	Magnétite, Fayalite, ±Hedenbergite, ±Hornblende Ferro Edenitique et Hastingsitique ± Calcite.
	Minerai silicaté Ms	Hedenbergite, Fayalite, Hornblende Ferro Edenitique et Hastingsitique, ±Magnétite, ±Almandin, (±Calcite, ±Quartz)

métrique, montrent des intercalations de bandes centimétriques à décimétriques de roches minéralisées en magnétite et composées par des minéraux carbonatés, silicatés et calco-silicatés. Près des corps minéralisés et sur quelques mètres on rencontre une intercalation de schistes ferrugineux et de grenatites à amphiboles.

Les principaux caractères des corps minéralisés à magnétite de la région de Berrahal sont résumés dans le tableau 2.

Les données de la microsonde des minéraux analysés montrent parmi les silicates des termes essentiellement ferrifères (fig. 6 à 8). On note, essentiellement, des variations de compositions dans le Mn. Les compositions moyennes des phases minérales analysées sont du type suivant :

La magnétite :

Xmagnétite = 98.43 à 99.1

Xjacobsite = 0.55 à 1.2

Xmagnésioferrite = 0.16 à 0.53

Les teneurs en Ti sont très insignifiantes

L'olivine :

Xfayalite = 81.14 à 91.71

Xknébélite = 4.97 à 10.96

Xforstérite = 3.13 à 7.9

Le pyroxène :

Xhedenbergite = 76.94 à 78.73

Xdiopside = 17.04 à 18.7

Xjohannsenite = 4 à 5.92

Le grenat :

75.14 à 82.14% almandin ($\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$)
 11.99 à 15.28% grossulaire ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$)
 3.4 à 8.22% spessartine ($\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$)
 0.87 à 3.2% andradite ($\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$)
 0.8 à 1.61% pyrope ($\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$)

L'étude des corps minéralisés du Nord (EL Mour Ouân'iyā) et des corps minéralisés du Sud (Boudjelbana) nous a permis de distinguer, dans les deux secteurs, trois types de faciès (Henni, 1992) : un faciès de minerai carbonaté (Mc), un faciès de minerai silicaté (Ms) et un faciès de minerai intermédiaire (Mi) :

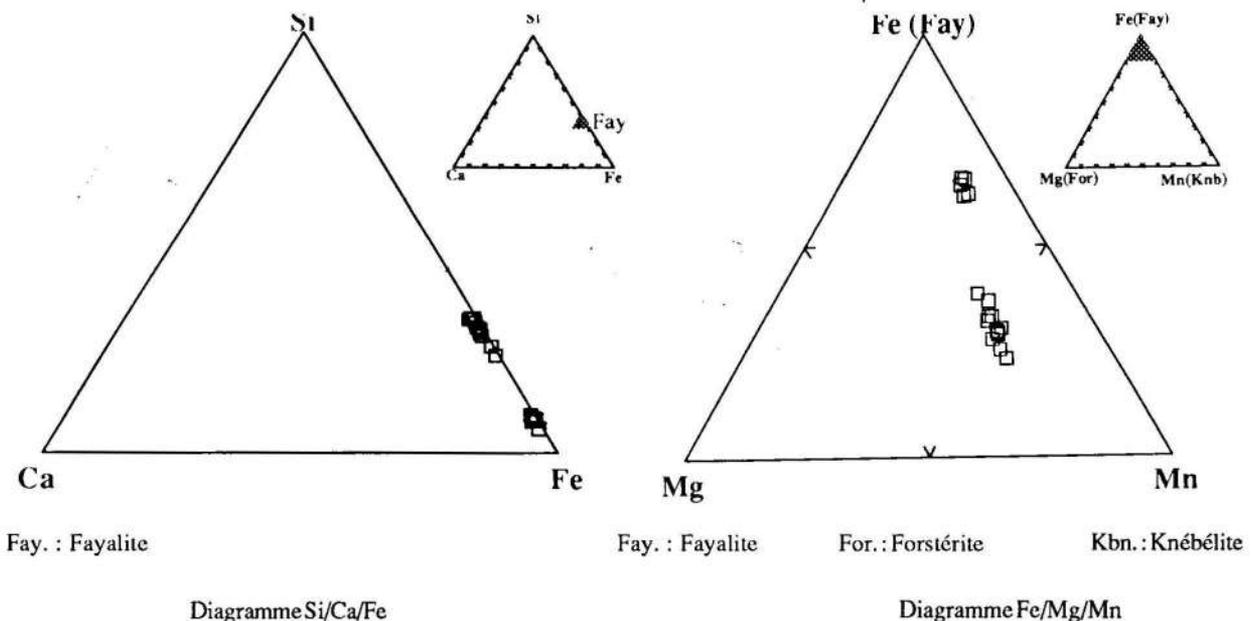


Fig. 6 - Composition des olivines dans les diagrammes Si/Ca/Fe et Fe/Mg/Mn

Composition of olivines plotted in Si/Ca/Fe and Fe/Mg/Mn diagrams

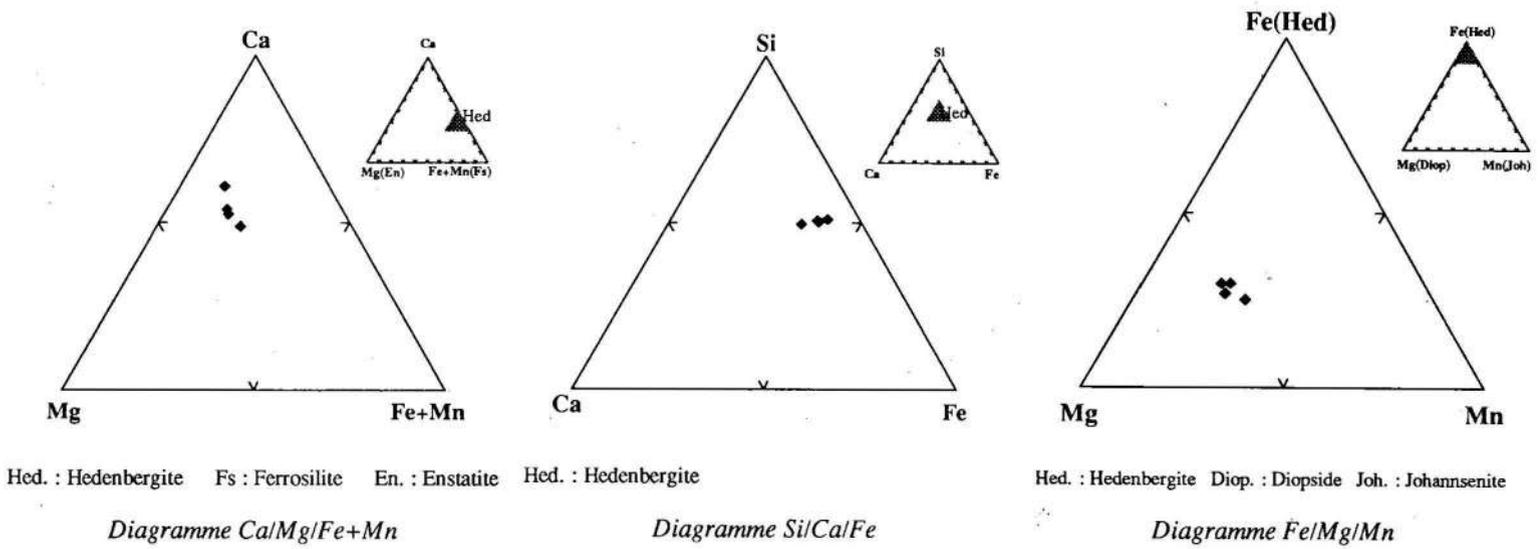


Fig. 7 - Composition des pyroxènes dans les diagrammes Ca/Mg/Fe+Mn, Si/Ca/Fe et Fe/Mg/Mn .
Composition of pyroxenes plotted in Ca/Mg/Fe+Mn, Si/Ca/Fe and Fe/Mg/Mn diagrams.

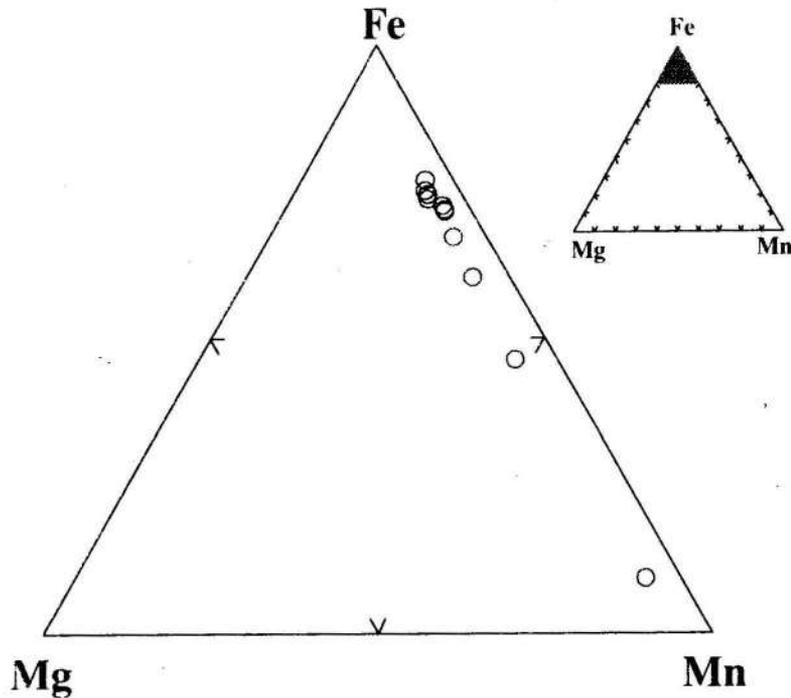


Fig. 8 - Composition des grenats dans le diagramme Fe/Mg/Mn
Composition of garnets plotted in Fe/Mg/Mn diagramm

1er Faciès : Mc (Minerai carbonaté)

C'est un minerai à gangue essentiellement carbonatée, caractérisé par un rubanement expri-mé par une alternance de bandes à calcite et de bandes à calcite + magnétite (fig. 9). La composition minéralogique est du type: Magnétite + Calcite essentiellement avec parfois la présence de l'hedenbergite.

La magnétite est largement dominante et peut, dans certains échantillons, constituer un véritable minerai massif. Les proportions des bandes à calcite et des bandes à calcite + magnétite sont assez variables d'un échantillon à un autre.

2eme Faciès : Ms (Minerai silicaté)

Ce faciès est caractérisé par un minerai à gangue essentiellement silicatée (Fayalite et Hédénbergite). La composition minéralogique est essentiellement à : Fayalite, Hédénbergite,

Magnétite (\pm Quartz). De l'amphibole est aussi présente (Hornblende ferroedenitique et hastingsitique) (Henni, 1994), suivant la classification de Leake (1978) ainsi que du grenat (Almandin).

La magnétite est très peu abondante. Sa répartition est plus homogène que dans le cas du faciès Mc. On observe quand même des bandes où la magnétite est relativement plus abondante; ce qui conduit à un rubanement moins clair que dans le faciès Mc.

3eme Faciès : Mi (Minerai intermédiaire)

C'est un minerai que nous considérons comme intermédiaire à cause de ses teneurs en silice plus faibles que celles de Ms. La texture est comparable à celle du faciès Ms mais le rubanement est plus clair et la magnétite est nettement plus abondante. La gangue correspond essentiellement à de l'olivine. La composition minéralogique est la suivante:

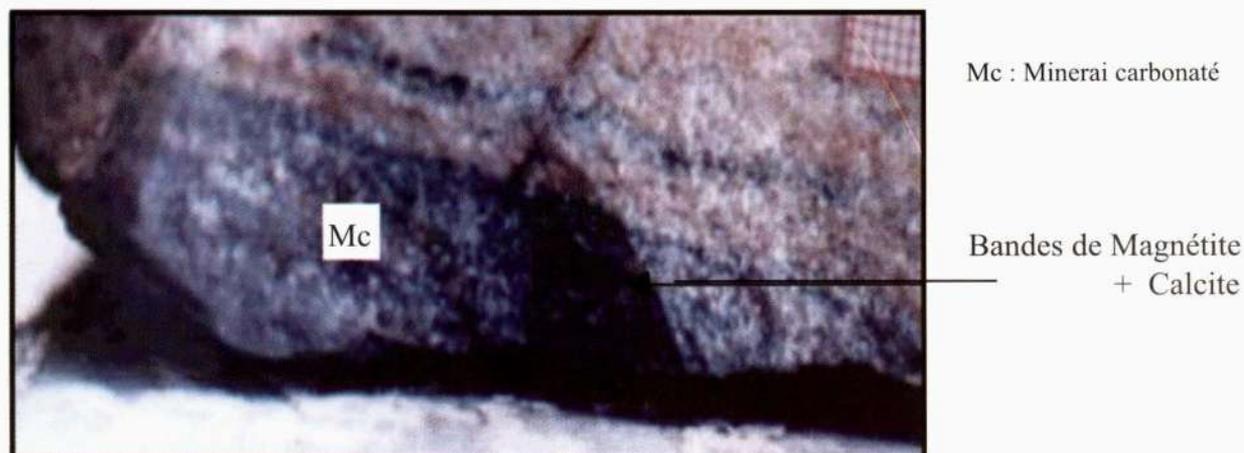


Fig. 9 - Faciès du minerai carbonaté de la région de Berrahal.

Carbonate ore facies of Berrahal area

Fayalite, Magnétite, \pm Hédenbergite, \pm Calcite, \pm Hornblende ferroedenitique et hastingsitique.

Il est à noter l'existence d'une phase hydrothermale à sulfures (pyrrhotite, pyrite, chalcopryrite, löllingite) associés à de l'Actinote et de la serpentine essentiellement. Cette association minérale est concentrée dans les fissures et les cavités de dissolution affectant les corps minéralisés attestant son caractère tardif (Henni *et al.*, 2000). L'analyse de ces sulfures a montré des teneurs appréciables en or (Aïssa et Henni, 1997).

Les minéraux précoces composant ces faciès tels que Magnétite, Calcite, Fayalite, Hédenbergite et Grenat sont répartis en proportions variables selon le type de faciès de minerai et sont déformés par un métamorphisme Mn+2. L'enregistrement des déformations associées à ce métamorphisme peut s'observer à l'affleurement par la présence d'une linéation N130-N140 sur la surface des corps minéralisés (fig. 10) et en lame mince par une foliation concordante aux schistes encaissants ainsi que des indices d'aplatissement et d'étirement subis par les minéraux précoces (fig. 11).

Les effets de déformation sont variés : craquelures, aplatissements, étirements, macles mécaniques, formes sigmoïdes et structures ocellées.

L'analyse des marqueurs de déformation syn-métamorphe montre donc que les minéraux Magnétite, Calcite, Olivine, Pyroxène et Grenat ont subi les effets du métamorphisme Mn+2 et apparaissent antérieurs à ce stade. L'effet de Mn+2 est matérialisé par la cristallisation de l'amphibole essentiellement. L'existence de formes sigmoïdes, de structures œillées avec dissymétrie des clastes formés par ces minéraux précoces, relevés dans les corps minéralisés ainsi que la présence de petits plans cisailants "C" (fig. 12) indiquent un type de déformation non coaxiale avec une vergence vers le NW, attestant le même type de déformation noté dans les schistes encaissants et à l'échelle de la région d'étude.

IV - CONCLUSION

L'étude menée dans la région nous a permis d'apporter plusieurs précisions et de nouveaux résultats sur l'environnement géologique et la pétrographie des anciens gisements de magnétite.

Les roches métamorphiques de la région de Berrahal sont caractérisées par des formations gneissiques que surmontent une série de micaschistes à disthène et de marbres. Les corps minéralisés se présentent sous forme de

LES GISEMENTS ET INDICES DE MAGNÉTITE DE LA RÉGION DE BERRAHAL (MASSIF DE L'EDOUGH, NORD-EST ALGÉRIEN)

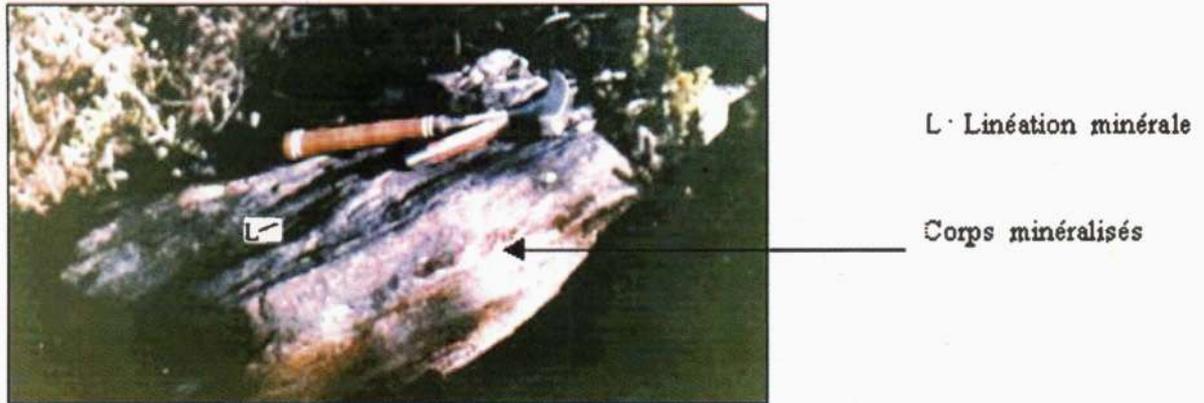


Fig. 10 - Linéation N130-140 sur la surface des corps minéralisés de la région de Berrahal (Henni, 1994)

N130-140 lineation on ore bodies surface of Berrahal area

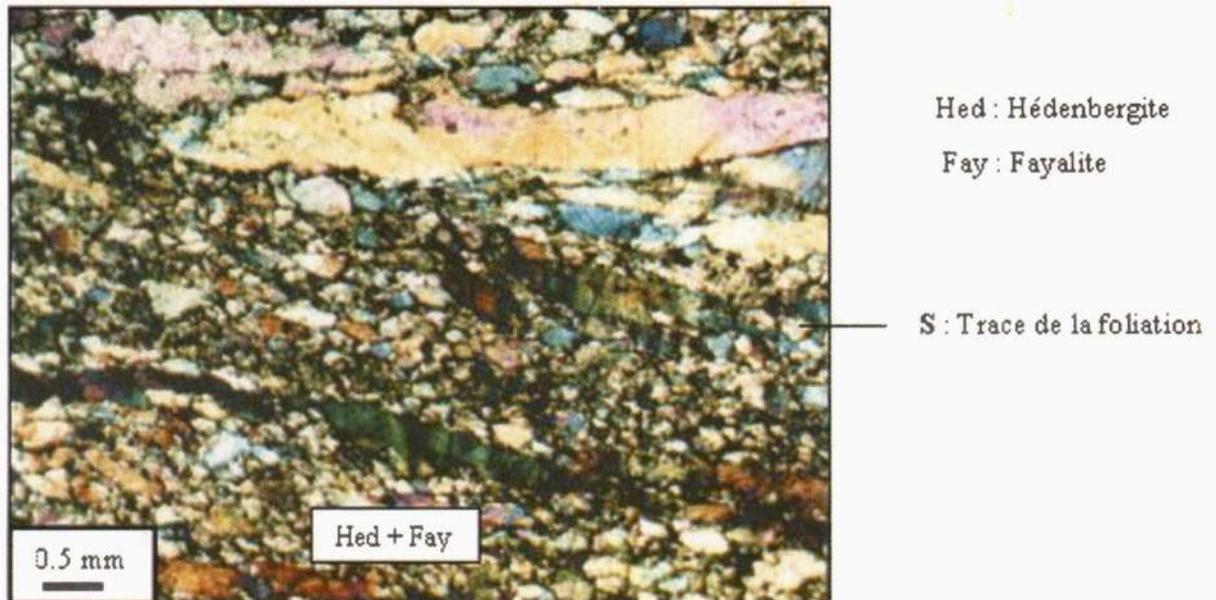


Fig.11 - Section en lame mince montrant des indices d'étirement et d'aplatissement des minéraux constituant les corps minéralisés suivant les plans de foliation "S"

Thin section showing mineral stretching and flatering in ore bodies along the "S" foliation planes

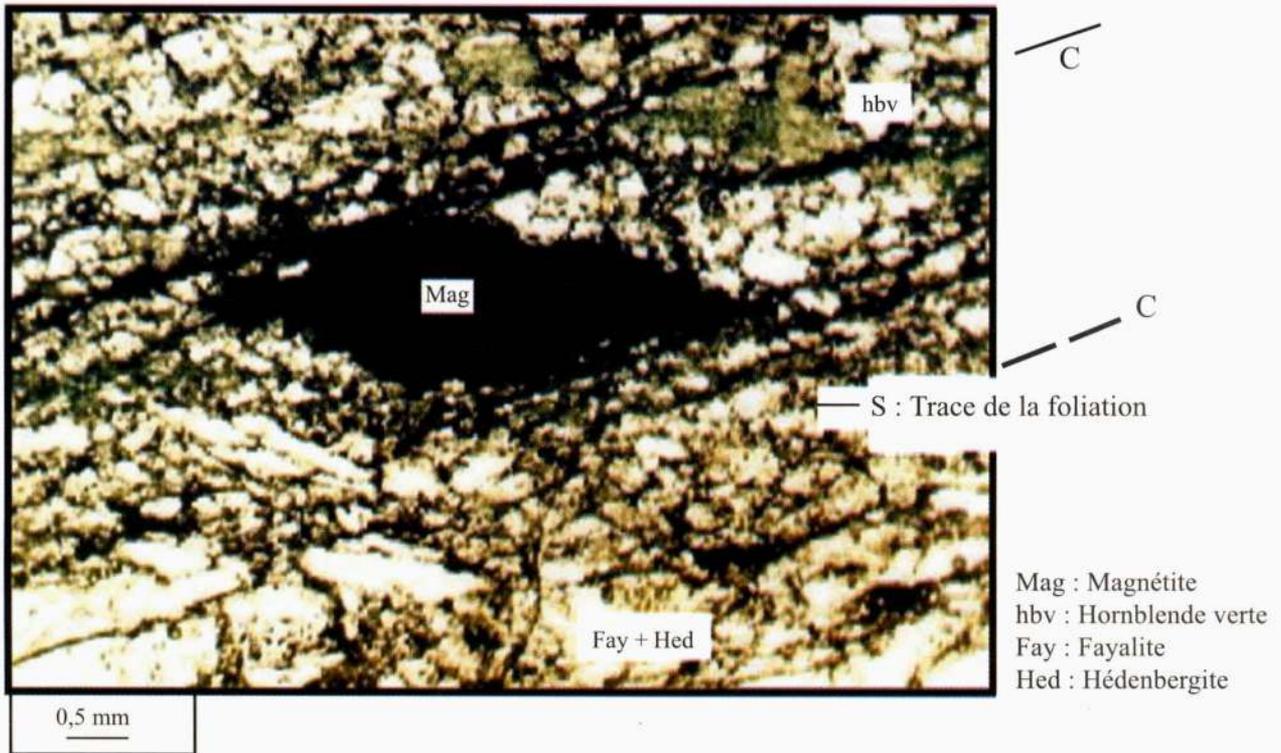


Fig. 12 - Section en lame mince montrant les plans 'C' (Corps minéralisés de la région de Berrahal)

Thin section showing 'C' planes (Ore bodies of Berrahal area)

couches stratiformes plus ou moins lenticulaires et sont encaissés dans la série à micaschistes-marbres. Ces corps sont affectés par les mêmes déformations et portent le même type de linéations que les roches métamorphiques environnantes. L'étude pétrographique des corps minéralisés montre trois types de faciès distincts: un minerai à gangue carbonatée (type Mc), un minerai à gangue silicatée (type Ms) et un minerai intermédiaire (type Mi). Les cristaux de magnétite et les minéraux précoces, suite aux déformations synmétamorphes, apparaissent allongés et étirés suivant les plans de foliation témoignant le même type de déformation que les roches encaissantes et montrent que les corps minéralisés ainsi que les minéraux qui les composent ont subi une déformation ductile lors d'un métamorphisme Mn+2. Les effets de cette

déformation sont variés: aplatissements, étirements, macles mécaniques, formes sigmoïdes, structures ocellées, dissymétrie des clastes et présence de petits plans cisailants (C) indiquant une vergence NW; ce qui montre aussi que les minéraux précoces constituant les corps minéralisés tels que magnétite, calcite, hédénbergite, fayalite, almandin préexistaient au métamorphisme Mn+2 et peuvent avoir été générés par un métamorphisme Mn+1. Ceci est d'une grande importance car l'intervention directe du métamorphisme général dans la genèse de niveaux minéralisés, laisse présager une extension d'ordre régionale pour ces derniers. Une étude tectonique fine pourra nous renseigner sur la répartition de la série des micaschistes-marbres-magnétite dans la partie septentrionale du massif de l'Edough.

BIBLIOGRAPHIE

- AÏSSA, D. E., 1985.** Etude géologique et métallogénique du massif de l'Edough. - *Thèse Doctorat 3^o cycle*. Alger.
- AÏSSA, D. EET SEMROUD, B., 1989.** Etude préliminaire des roches magmatiques associées au socle de l'Edough (Annaba). *7^{ème} Sem. Nat. Sc. Terre. Alger*.
- AÏSSA D. E., 1996.** Les minéralisations du massif cristallophyllien de l'Edough, Annaba. Caractérisation géologique, géochimique, minéralogique, métallogénique et évolution des phases fluides mises en jeu. *Thèse Doctorat ès Sciences, Alger*. 420p.
- AÏSSA, D. EET HENNI, B., 1997.** Presence of gold and its relation with the iron deposits of Edough massif. NE Algeria. (in arabic). *2nd Congress of ore deposits*. Amman, Jordan. pp. 43-56.
- BERTHÉ, D., CHOUKROUNE, P. ET GAPAIS, D., 1979.** Orientations préférentielles du quartz et orthogneis-sification progressive en régime cisailant : l'exemple du cisaillement sud armoricain. *Bull. Minéral.*, v. 102, pp. 265-272.
- BOSSIÈRE, G., COLLOMB, P. ET MAHDJOUR, Y., 1976.** Sur un gisement de péridotite découvert dans le massif de l'Edough (Annaba). *C. R. Acad. Sc., Paris. Série D.*, t. 283, pp. 885-888.
- BOUILLIN, 1977.** Géologie alpine de la petite kabylie dans les régions de Collo et d'El Milia. *Thèse de Doct. d'Etat, Univ. Paris*.
- BRUNEL, M., HAMMOR, D., MISSERI, M., GLEIZES, G. ET BOULOTTON, J., 1988.** Cisaillements synmétamorphiques avec transport vers le NW dans le massif cristallin de l'Edough (wilaya d'Annaba, Algérie). Une faille normale ductile hercynienne ?. *C. R. Acad. Sc., Paris. Série II.*, t. 306, pp. 1039-1045.
- CABY, R. ET HAMMOR, D., 1992.** Le massif cristallin de l'Edough (Algérie). "An metamorphic Core Complex" d'âge Miocène dans les maghrébides. *C. R. Acad. Sc., Paris. Série II.*, t. 314, pp. 829-835.
- DURAND DELGA, M., 1980.** La méditerranée occidentale : étapes de sa genèse et problèmes structuraux liés à celle-ci. *Mém. Sér. Soc. géol. France, n° 10*. pp. 203-224.
- DUSSERT, M., 1912.** Etude sur les gisements métallifères de l'Algérie. *Ann. Mines Paris*. 191p. 6 pl.
- EREM, (1968, 71, 73).** Rapports internes inédits.
- GLEIZES, G., BOULOTTON, J., BOSSIÈRE, G. ET COLLOMB, P., 1988.** Données lithologiques et pétrostructurales nouvelles sur le massif cristallophyllien de l'Edough (Est algérien). *C. R. Acad. Sc., Paris. Série II.*, t. 306, pp. 163-168.
- HAMMOR, D., 1987.** Etude pétrostructurale du massif de l'Edough. NE de la chaîne maghrébide. Algérie. *D.E.A. Univ. Montpellier*. 23p.
- HAMMOR, D., BOSCH, D. ET LANCELOT, J., 1990.** Géochronologie U/Pb et Sm/Nd des formations métamorphiques de l'Edough (NE de l'Algérie). *15^{ème} Coll. Géol. Afr. Nancy*. P.373.
- HAMMOR, D., 1992.** Du panafricain au miocène : 600 millions d'années d'évolution polycyclique dans le massif de l'Edough (Algérie NE) retracés par la pétrologie, la tectonique et la géochronologie (U/Pb, Rb/Sr, Sm/Nd, ³⁹Ar/⁴⁰Ar). *Thèse Doctorat Univ. Montpellier II*.
- HENNI, B., 1992.** Any petrographical and mineralogical results of the magnetite ore bodies in the Berrahal area. Edough massif; NE Algeria. (in french). *9th Nat. Cong. of Earth Scie. Tlemcen, Algeria*.
- HENNI, B., 1994a.** La minéralisation ferrifère de Berrahal et ses environs (massif de l'Edough, Algérie). Caractérisation et approche génétique. *Thèse Magister*. 186 p. Alger
- HENNI, B., 1994b.** The magnetite ore bodies of the Berrahal area (Edough massif, NE Algeria). A typical example of reaction skarn (in French). *2nd Maghrebin Congress of Applied Geology. Annaba, Algeria*.

- HENNI, B. ET AÏSSA, D.E., 1999.** Les gisements de magnétite du sud du massif de l'Edough (Annaba) : Un type de minéralisations générées par un métamorphisme Mn+1 et affectées par un métamorphisme Mn+2. *4^{ème} Journées Scientifiques des Sciences de la Terre, USTHB, Alger.*
- HENNI, B., GUY, B. ET AÏSSA, D. E., 2000.** Caractérisation de la phase à sulfures en relation avec les gisements de magnétite de la région de Berrahal (massif de l'Edough, NE algérien). *5^{ème} Journées Scientifiques des Sciences de la Terre, USTHB, Alger.* P.43
- HILLY, J., 1962.** Etude géologique du massif de l'Edough et du cap de fer. *Pub. Serv. Carte. géol. Algérie, Bull. 19.*
- ILAVSKY, J. ET SNOBKOVA, P., 1987.** Découverte d'Acritarches paléozoïques dans les terrains métamorphiques de l'Edough (wilaya de Annaba, Algérie). *C. R. Acad. Sc., Paris.* t. 305, pp. 881-884.
- LATOCHE, L., BOSSIÈRE, G. ET CONQUÉRÉ, F., 1978.** Le socle et les roches ultra basiques du massif de l'Edough. Comparaison avec une série charnokitique éburnéenne de l'Ahaggar central (Algérie). *6^{ème} RAST, Orsay,* p. 234.
- LEAKE, B. E., 1978.** Nomenclature of amphiboles. *Bull. Minéral.,* 101, n°4, pp. 453-468.
- MARIGNAC, CH., ET ZIMMERMAN, 1983.** Ages K-Ar de l'événement hydrothermal des intrusions associées dans le district minéralisé miocène d'Aïn Barbar (Est Constantinois). *Mineral. Deposita,* 18. P. 457-467.
- MARIGNAC, CH., 1985.** Les minéralisations filoniennes d'Ain Barbar (Algérie): un exemple d'hydrothermalisme lié à l'activité géothermique alpine en Afrique du Nord. *Thèse Doct. Etat, I.N.P.L., Nancy,* 2 vol., 1163p.
- MONIÉ, P., MONTIGNY, R. ET MALUSKI, H., 1992.** Age burdigalien de la tectonique ductile extensive dans le massif de l'Edough (Kabylies, Algérie). Données radiométriques $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. 163, n° 5, pp. 571-584.
- NICOLAS, A., 1988.** Principes de tectonique. *Ed. Masson.* (2nd). 224p.
- VILA, J. M., 1970.** Le djebel Edough : un massif cristallophyllien externe du N.E de la berbérie. *Bull. Soc. géol. Fr. (7),* XII, p. 805-812.