

MÉTALLOGÉNIE ET ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE DE LA CHAÎNE TELLIENNE EN ALGÉRIE

A. Boutaleb*, A. Afalfiz*, Djamel-Eddine Aïssa*, Omar Kolli*, Ch. Marignac** et Belkacem Touahri***

RÉSUMÉ

Cette synthèse relative aux minéralisations à Fe, Pb, Zn, Ba \pm (Cu, Hg, Sb, Ag, Au, ...) des ensembles géologiques du Nord algérien met en évidence l'importance métallogénique des événements suivants :

- Un événement ancien, intimement lié au socle Kabyle, présentant des horizons minéralisés à Fe-Pb-Zn-Ba déformés et métamorphisés, rencontrés surtout à la limite ensemble gneissique/ensemble schisteux du socle. Ce dernier comporte en général, une pseudo-couverture paléozoïque dont le potentiel métallifère semble être négligeable.
- Un événement triassico-jurassique qui paraît être susceptible de contenir un potentiel métal syn-diagénetique principalement à Cu (\pm Pb, Zn, Ba) en relation directe avec l'installation des bassins téthysiens.
- Une phase éocène, bien caractérisée sur l'ensemble du Nord de l'Algérie, à la suite de laquelle les serrages les plus importants ont été initiés. Cet événement tectonique serait à l'origine de l'expulsion des fluides de bassins (eaux connées + hydrocarbures) vers les hauts fonds où ils vont précipiter dans des structures favorables.
- Un événement métallogénique néogène qui est surtout représenté le long du littoral algérien en relation directe avec la mise en place du magmatisme calco-alcalin.

Cette étude illustre les liens systématiques, clairement observés, entre les événements tectoniques, tectono-sédimentaires, magmatiques et les différentes phases de l'activité minéralisatrice correspondante.

La recherche de ces relations, très utile dans l'élaboration des modèles de mise en place des minéralisations, constitue une approche efficace dans la mise en évidence des guides majeurs pour l'exploration minière.

Mots-clés - Maghrébides - Phases tectoniques - Minéralisations polymétalliques - Bassins sédimentaires - Métamorphisme - Déformation - Phases métallogéniques - Magmatisme néogène.

*Dépt. de Géologie, IST/USTHB B.P. 32 El-Alia Alger, Algérie.

**Ecole des Mines de Nancy, Parc de Saurupt 54042, France.

***Directeur Divisionnaire, E.N.O.F. El Harrach, Algérie.

- Manuscrit déposé le 08 Décembre 1998, accepté après révision le 04 Août 1999.

GEODYNAMIC EVOLUTION AND METALLOGENESIS OF TELLIAN CHAIN IN ALGERIA

ABSTRACT

In this work, a new relative synthesis for the polymetallic mineralisations (Fe, Pb, Zn, Ba) \pm (Cu, Hg, Sb, Ag, Au...) of northern Algerian domains is initiated on the basis of a geological and metallogenic study of a great number of ore deposits, completed by old data, partly reactualised. Considerations that derive some especially as for the source of metals, explained indirectly by the precise formulation of models for deposition of a such or such metallic paragenesis which is present in each ore deposit, we can distinguish the importance of following events :

- A first unit, which is clearly linked to the Kabyle basement, presenting mineralized horizons of (Fe, Pb, Zn, Ba), deformed and metamorphosed, met especially within the limit - gneissic basement/schist complex. This one comprises generally, a pseudo - paleozoic cover where metalliferous potential seems to be insignificant.
- A triassic-jurassic event that appears to have contained a potential metal syn-diagenetic mainly with Cu \pm Pb, Zn, and Ba.
- An Eocene phase, which is well characterised on the whole northern Algerian is probably responsible of fluid flow from subsident basin to the paleohighs.
- A last neogene metallogenic event that is especially represented through the Algerian littoral have direct relationship with the magmatic calco-alkaline activity.

This study shows, the effective illustration of systematic relationship observed between the tectonic, the tectono-sedimentary or magmatic events and the different phases of the corresponded mineralising activity.

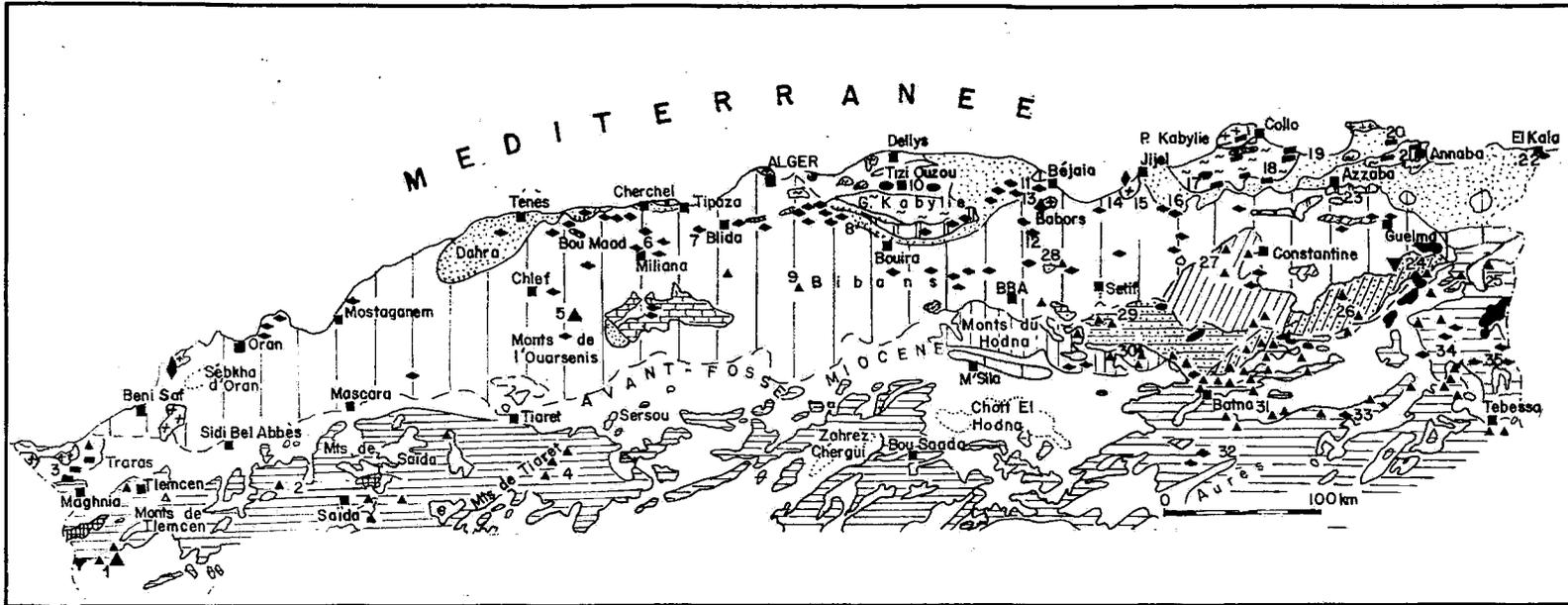
The research of these relationships, very useful in the elaboration of the models of deposition of the mineralizations constitutes an efficacy approach in the deposition in obviousness of major guides for the mining exploration.

Keywords - Maghrebides - Polymetallic mineralizations - Hydrothermal/syn-sedimentary - Veintype - Metamorphosed - Deformed - Metallogenic phases - Neogene magmatic activity.

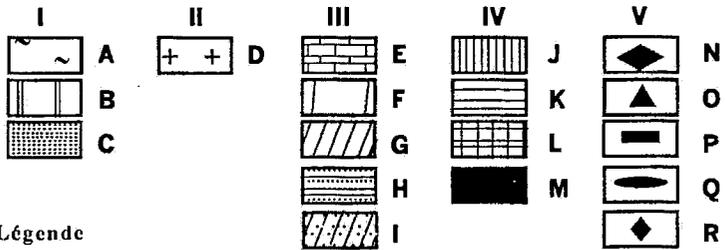
I - INTRODUCTION

Le tronçon algérien des Maghrébides (fig.1) se caractérise par une forte densité de minéralisations à Fe-Pb-Zn-Ba et accessoirement Cu-Sb-Hg et F. Une trentaine de gîtes ont fait l'objet d'exploitation, en particulier ceux d'El Abed, de Chaabet El Hamra (Zn-Pb), de Aïn Barbar (Cu,Zn,Pb), du district de Azzaba (Hg), de Bou Caïd et Aïn Mimoune (Ba) et enfin ceux d'Ouenza et Bou Khadra qui le sont exclusivement pour le fer.

Les synthèses géologiques les plus récentes sur lesquelles s'appuie cette note sont celles de M. Durand Delga (1980), J. M. Vila (1980), W. Wildi (1983) et J. P. Bouillin (1984). Sur le plan gîtologique, le terrain algérien ne connaît pas encore de synthèse métallogénique. Les seuls travaux qui existent sont ceux issus des études antérieures comme celles de J. Glaçon (1967) et A. Popov (1968) pour les minéralisations de Pb-Zn-Cu du Nord algérien. Il existe aussi des synthèses qui sont en fait des études de préparation de thèse en l'occurrence les



Fond géologique de W. Wildi, 1983



- Légende**
- I - Domaines internes avec A- Socle, B- dorsale, C- Flyschs.
 - II - D- Plutonisme et volcanisme néogènes.
 - III - Domaines externes avec E- Autochtone relatif de l'Ouarsenis, F- Nappes telliennes, G- Néritique constantinois, H- Allochtone sud sértifien, I- Ecaillé de Sellaoua.
 - IV - Autochtone avec J- Domaine hodnéen, K- Atlas, L- Socle africain, M- pointements triasiques
 - V - Les minéralisations avec N- Minéralisations sécantes (épigénétiques), O- Minéralisations stratiformes et en amas dans des roches carbonatées, P-Filons associés spatialement à des roches plutoniques tardi-tectoniques, Q- Minéralisations localisées dans les formations des socles kabyles, R- Minéralisations associées spatialement à des roches volcaniques néogènes.

Principaux gîtes à Pb-Zn (Fe-Cu-Ba-F) de la chaîne tellienne d'Algérie

- | | | |
|------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 - El Abed | 13 - Amizour | 25 - Ouasta |
| 2 - O. Zebboudj | 14 - Beni Seghoual | 26 - A. Arko |
| 3 - Baaziz | 15 - El Aouana | 27 - A. Kerma |
| 4 - A. Melaz | 16 - Achaïches | 28 - Guergour |
| 5 - Ouarsenis | 17 - Bou M'lih | 29 - Gustar |
| 6 - Zaccar | 18 - Boudoukha | 30 - Ch' El Hamra |
| 7 - Mouzaïa | 19 - O. Oudina | 31 - A. Bougda |
| 8 - Guerrouma | 20 - A. Barbar | 32 - Ichmouï |
| 9 - Berrouaghia | 21 - Karezaz | 33 - A. Mimoun |
| 10 - Bou Mahni-Afensou | 22 - K. Oum Teboul | 34 - Mesloula |
| 11 - Boukhiama | 23 - Mrasma | 35 - Bou Jabeur |
| 12 - Babors | 24 - H ^m N'Bails | |

Fig. 1 - Carte géologique simplifiée de la Chaîne tellienne avec la localisation des principaux gîtes à Pb-Zn (Fe-Cu-Ba-F), compilation de A. Boutaleb (1999)

Simplified geological map of tellian Chain with location of the main Pb-Zn (Fe-Cu-Ba-F) ore deposits. Compiled by A. Boutaleb (1999)

MÉTALLOGÉNIE ET ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE DE LA CHAÎNE TELLIENTE EN ALGÉRIE

recherches de B. Touahri (1986), de D.E Aïssa *et al.*, (1995 et 1996) et A. Boutaleb *et al.*, (1993, 1999). En outre, les travaux de recherche en gîtologie ont connu un certain développement depuis 1980 et concernent:

- les minéralisations des domaines internes kabyles (Afalfiz, 1990 et travaux en cours; Kolli, 1997);

- les minéralisations de socle externe d'affinité africaine à savoir les minéralisations propres au massif de l'Edough-Annaba (Aïssa, 1985; 1996);

- les minéralisations du domaine externe (Toubal, 1986 et Bouarroudj, 1986);

- les minéralisations des avants-pays carbonatés (Touahri, 1987; Henni, 1984; Othmanine, 1989, Khaldi, 1987; Beyoud, 1990; Bouzenoune, 1993 et Boutaleb, thèse en cours);

- les minéralisations liées au magmatisme miocène (Marignac, 1976-1986; Lang Villemaire, 1987; Aïssa, 1996; Graïne-Tazrout, 1997).

Cette étude est une récapitulation des modèles de formation des concentrations minérales, prises dans leurs contextes géodynamiques.

II - PRINCIPAUX TRAITES DE L'ÉVOLUTION GEODYNAMIQUE DES MAGHREBIDES

L'évolution géodynamique des différentes transversales N-S (fig. 2 et 3) est intimement liée à celle de la chaîne tello-rifaine ou maghrébides. Les synthèses (Wildi, 1983 et Durand Delga *et al.*, 1980) sont toutes fondées sur les modèles actuels de la tectonique des plaques. Il s'agit des plaques eurasienne et africaine entre lesquelles s'est trouvée, une sous-plaque intermédiaire (le domaine Mésoméditerranéen ou le domaine d'Alboran de Andrieux, 1971 *in* Wildi, 1983). Cette disposition

en puzzle, très mal définie pour la période anté-triasique va se préciser durant le Mésozoïque avec de notables complications à partir du Crétacé inférieur juste avant de subir de "sévères crises" pendant les phases éocène et miocène.

Au Trias (moyen-supérieur), commence la rupture le long des futures limites de plaques, suivi d'une subsidence au niveau des marges qui s'accroît au Lias. Au Trias supérieur, une mer peu profonde envahit le domaine externe. Elle est responsable du dépôt d'horizons évaporitiques puissants et de séries détritiques et de coulées basaltiques accompagnés de séries carbonatées. Plus au Nord, dans le domaine interne se déposent des séries épicontinentales de faibles épaisseurs où ont été signalées des spilites, des tufs et des roches basaltiques (Gélard, 1979).

Le Lias correspond à la création de bassins marins ouverts sur les bordures, surtout Sud, de la plaque d'Alboran. L'installation de la Téthys est accompagnée de brèches et conglomérats qui sont interprétés comme des brèches de pentes liées à des failles de distensions syn-sédimentaires (*in* Wildi 1983).

Dans l'avant-pays, on assiste à l'installation d'une mer épicontinentale qui va persister durant le Lias inférieur et moyen. Parallèlement, on note l'apparition au niveau du domaine atlasique d'un «sillon» plus profond, se raccordant au «sillon» tunisien à sédimentation marine avec le Belezma qui à cette époque étaient le siège d'une nouvelle instabilité du tréfonds marin, et ne semblent pas avoir été atteints par le «delta» en provenance du Sud.

Au Jurassique moyen-supérieur, dans les domaines kabyles, la sédimentation est condensée et pélagique, tandis que sur le talus se déposent des conglomérats, des brèches et des microbrèches. Le bassin qui recevra plus tard les flyschs, est le domaine le plus nettement

MÉTALLOGÉNIE ET ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE DE LA CHAÎNE TELLIEUNE EN ALGÉRIE

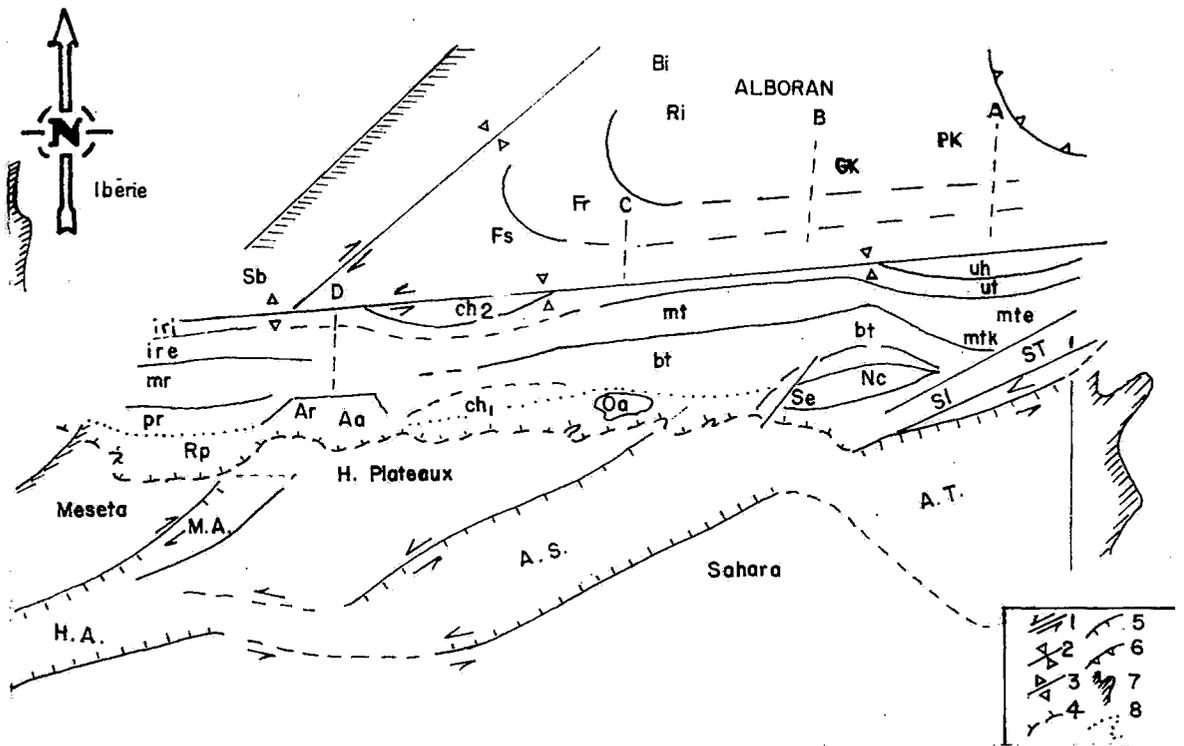


Fig. 2 - Carte palinspatique des Maghrébides au Crétacé supérieur (d'après W. Wildi, 1983 modifiée) sans échelle

Palinspatic map of Maghrebides in upper Cretaceous (after W. Wildi, 1983 modified) without scale

- 1- Décrochement (*Wrench fault*), 2- Compression (*Compression*), 3- Distension (*Overstretching*), 4- Front des nappes (*Thrust front*), 5- déversement (*Warping*), 6- Chevauchement (*Overthrust*), 7- Rivages actuels (*Recent shore*).

Aa : avant-pays atlasique (*Atlasic for land*); Ar : avant-pays rifains (*Rifain land*); Ch1 : unité Chouala, position du domaine d'après J. M. Vila (1980) (*Chaoula uni, position of domain after J.M. Vila (1980)*); Ch2 : position hypothétique retenue par W. Wildi (1983) (*Hypothetic position according to W. Wildi (1983)*); lre/lri : unité intra-rifaine de Ketama-Tanger externe/interne (*Intra-Rifean unit of Ketama-Tanger external and internal zones*); M.A. : Moyen Atlas (*Middle Atlas*); mte : unité du Dj. Eddis (*DJ. Eddis unit*); mtk : Unité de Kasseb (*Kesseb unit*); Nc : néritique constantinoise (*Neritic of Constantine*); Se : unité sud sétifienne (*South Setifian unit*).

océanique avec des sédiments pélagiques siliceux et micritiques. En effet en 1986 J. P. Bouillin suggère la possibilité de l'existence d'ophiolites dans ce bassin qui serait le raccord entre les zones internes et l'avant pays africain. C'est selon cette logique qu'il semble être admis qu'à l'aplomb du bassin des flyschs se seraient mises en place au Jurassique, des roches basiques et des radiolarites. Ces dernières se trouvent actuellement intimement liées surtout au

substratum de la série maurétanienne de la région de Texenna et des Achaïches sur la transversale de Petite Kabylie (Bouillin, 1979). Un peu plus tard, au sommet du Jurassique, la sédimentation carbonatée revient dans l'ensemble du domaine externe où le maximum de la transgression se situe probablement pendant le Portlandien (Guiraud, 1990). Les traces de remaniements des fonds marins représentent des manifestations locales de la

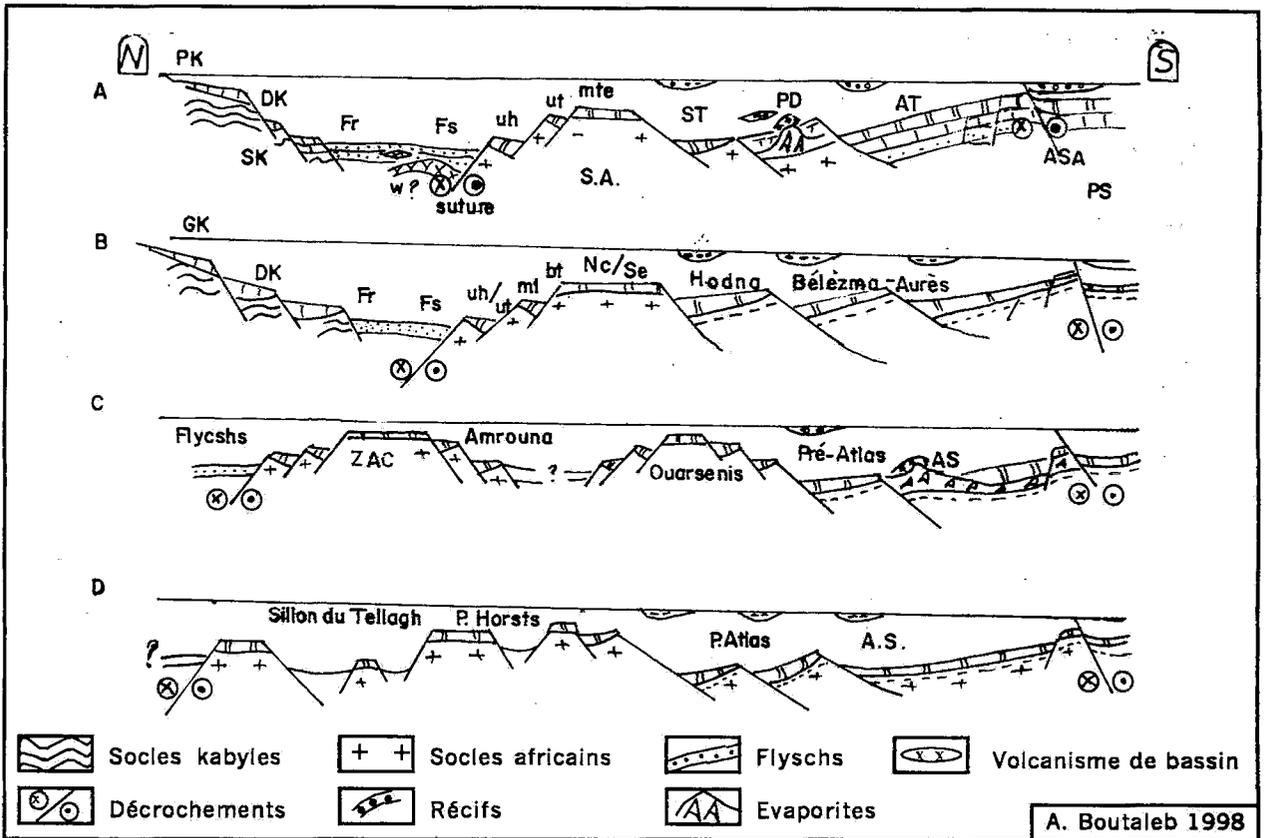


Fig. 3 - Coupes palinspatiques (sans échelle) schématiques NS à travers la carte de la fig. 2 (inspirées des travaux de Bouillin, 1990; Kazi Tani, 1986; Bureau, 1986 et Sonatrach inédits).

Palinspatic sketch (without scale) cross sections NS through the map of fig. 2 (After Works of Bouillin, 1990; Kazi Tani, 1986; Bureau, 1986 and Sonatrach inedited)

phase de distension néocimmérienne, assez bien caractérisée dans le domaine tellien. En effet les premiers plissements dans les Babors sont signalés vers la fin du Jurassique par D. Obert (1981) qui interprète ces déformations comme étant dues au fonctionnement des coulissages sénestres entre le continent africain et le bloc d'Alboran (*in Wildi, 1983*).

Au Crétacé inférieur, la sédimentation gréseuse envahit le sillon nord-africain où se développent les dépôts de flyschs, avec vraisemblablement un volcanisme sous-marin très discret qui se serait manifesté dès le

Berriasien dans la série maurétanienne. Dans les Babors, des pélites barrémiennes peuvent être discordantes sur n'importe quel terme stratigraphique antérieur, ainsi que sur des plis orientés Est-Ouest. Dans les zones externes se développent des cônes détritiques sous-marins dont le centre se situerait sur la transversale des Bibans et de l'Ouarsenis. De même, en cette période, le Hodna et les Aurès sont le siège d'une succession de régressions et de transgressions (régression au Berriasien, transgression au sommet du Barrémien, transgression à l'Aptien qui s'accompagne d'une régression; une nouvelle transgression marine s'opère dès

l'Albien supérieur). Ces diverses pulsations marines et les mouvements de condensation sont l'écho d'événements tectoniques importants qui ailleurs marquent la fin du Crétacé inférieur (phase autrichienne) qui ont probablement été plus intenses dans le domaine tellien nord-hodnéen (dans les Babors, Obert, 1974) et en Kabylie (Cheilletz *et al.*, 1994). Signalons au passage la forte mobilité du Trias (diapirisme) enregistré dans le "Pays des diapirs" dès l'Aptien (Thibieroz, *et al.*, 1976), puis suivit d'autres mouvements à l'Albien dans les Babors (Obert, 1974) et dans les Bibans (Aoudjehane, 1989).

Pendant le Cénomano-Turonien, l'avant-pays montre une relative uniformité paléogéographique. La période du Crétacé supérieur au Lutétien est caractérisée par le dépôt des produits d'érosion de la dorsale et des sillons des flyschs suivit d'une réduction tectonique de ce sillon (Bouillin, 1986) annonçant une nouvelle compression.

Au nord du Hodna, le Sénonien montre une série complète dont la puissance augmente en direction du sillon Sud-tellien. La phase Emschérienne, bien exprimée dans le Djebel Boutaleb (Bertraneu, 1952), se manifeste essentiellement par des plissement de grands rayons de courbures et de failles NW-SE, souvent injectées de matériel triasique.

Les effets de cette phase de déformation se font sentir aussi dans le domaine tellien et dans le môle néritique constantinois où les séries carbonatées montrent de nombreuses lacunes et de légères discordances.

Les résultats obtenus lors d'une étude récente sur le cristallin de Grande Kabylie (Saadallah 1992) mettent en évidence la présence d'une tectonique transcurrente d'âge Sénonien (80 Ma) avec un édifice de basse pression.

Il semble qu'au cours du Sénonien, il y ait eu une phase tectonique qui a affecté les différents

domaines de la chaîne tellienne, puisque on l'a signalé dans le socle (80 Ma), dans les Babors où elle est présente, avec une schistosité de fracture et des plissements NE-SW à E-W (Obert, 1981) ainsi que dans le Hodna et les Aurès (Guiraud, 1990).

Au cours du Lutétien supérieur-Oligocène, on assiste à la fermeture de la Téthys occidentale. La plaque africaine amorce un déplacement vers le Nord en se rapprochant de l'Europe. Ainsi, la plaque «Mésio-Méditerranéenne ou Alboran» coulisse vers l'Ouest (Tapponnier, 1985), puis rentre en collision avec la marge septentrionale africaine. Il s'ensuit un plissement qui évoluera en nappes gravitaires, tandis que l'avant-pays est affecté par un plissement de direction NE-SW.

Dans les zones externes, on note des discordances liées à des recouvrements anormaux dans le Constantinois. Dans le sillon des flyschs, l'Oligocène grésio-micacé cicatrise le contact entre la «dorsale calcaire» et les flyschs maurétaniens (Durand Delga et Fontboté 1980). Dans la dorsale de Grande Kabylie (Naak *et al.*, 1992), de Petite Kabylie (Mahdjoub et Merle, 1990) et du Chenoua, on relève la présence d'une tectonique transpressive d'âge Eocène (Belhai *et al.*, 1990).

Cependant le «Priabonien à blocs» de J. M. Vila (1980) qui est donc de cet âge et sa signification sont loin de faire l'unanimité des chercheurs. Pour Ph. Coiffait (1992), le môle néritique constantinois instable pendant tout le Crétacé moyen et supérieur semble ne pas avoir été affecté par cette phase éocène appelée phase atlasique (Laffite, 1939). En toute logique, il paraît clair que dans l'avant-pays atlasique cette phase soit mieux représentée que dans le Tell. En effet, plus au Nord, les tectogénèses ultérieures, plus sévères ont dues oblitérer les traces de cette phase et il est donc normal qu'elle ne soit que peu ou pas du tout caractérisée. La phase

transpressive atlasique reconnue dans toute la chaîne tellienne (zones internes, zones externes et avant-pays) est considérée comme la plus importante de l'histoire post-hercynienne de l'Algérie du Nord.

De l'Oligocène au Burdigalien inférieur, le domaine interne était le siège de puissantes accumulations molassiques dont les séries les plus récentes correspondent aux séries numidiennes. Tandis que l'avant-pays de la chaîne tellienne se caractérise pendant cette période par un calme orogénique relatif.

Au Burdigalien, la naissance de la Méditerranée occidentale s'amorce par l'effondrement de la zone méso-méditerranéenne qui était alors émergée. Dans l'avant-pays de la chaîne tellienne, surtout au début du Burdigalien, le domaine marin atteint son extension maximale. Au Langhien, le bassin du Hodna est le siège de masses souples (klippes sédimentaires) provenant des régions plus septentrionales, ce phénomène a débuté au Langhien inférieur et s'est poursuivi jusqu'au Tortonien supérieur. La relaxation générale des contraintes conduit à une activité magmatique calco-alcaline localisée le long du littoral algérien (Semroud, 1981; Semroud *et al.*, 1992, Ouabadi, 1994).

Pendant la «phase tortonienne» de nouvelles nappes sont mises en place dans l'avant-pays. On assiste aussi au plissement Est-Ouest des Monts du Hodna et des Aurès donnant des plis emboutis qui reprennent les plis éocènes (Vila, 1980).

Dans l'édifice tello-kabyle, les formations post-nappes se trouvent légèrement chevauchées par les unités septentrionales (Gélard, 1979; Coutelle, 1979), ces mouvements dateraient du Miocène terminal. Plus au sud, des mouvements verticaux positifs semblent avoir affecté de vastes étendues recouvrant les Bibans, le Hodna et la majeure partie des Aurès-Nemencha (Guiraud, 1975).

A la limite Mio-Pliocène, de légers mouvements se sont parfois produits, telles que la surrection de quelques chaînons montagneux au Nord du Hodna, traduisant une nouvelle avancée des lames carbonatées sétifo-constantinoises émergées au Miocène (Guiraud, 1975).

La collision entre les zones internes issues de la plaque d'Alboran et la marge septentrionale africaine est à l'origine d'une importante activité magmatique et hydrothermale qui s'est développée durant les phases de relaxation miocènes et Plio-Quaternaire, sur toute la bordure septentrionale des Maghrébides.

III - LES MINÉRALISATIONS

1 - Les minéralisations dans les domaines internes

Exceptées certaines minéralisations de Petite Kabylie et de Grande Kabylie (Taka, Bou Mahni, Tinzar, Afensou, Azaraz, Boumlih et Achab), on sait peu de choses sur les minéralisations hercyniennes ou antérieures (fig. 1, 4 et 5). Il s'agit de gîtes à Pb-Zn-Ba ou Pb-Zn-Cu associées aux formations métamorphiques carbonatées et terrigènes d'âge probablement fini-Précambrien des Kabyliides. Les travaux de A. Afalfiz (1990) ont montré que ces minéralisations sont liées aux métacarbonates de la partie sommitale de la formation des alternances qui assure la transition entre l'ensemble schisteux et le complexe gneissique constituant le socle métamorphique de la Petite Kabylie. Cette barre carbonatée est métamorphisée dans le faciès schistes verts. La minéralisation est constituée de sulfures (de Pb, de Zn et de Fe). De forme stratoïde, cette dernière a subi des déformations ductiles (S1, S2 et cisaillements associés); montrant clairement des textures de minerai métamorphisé (photo 4, 5, et 6 planches ht II). La présence d'un horizon de porphyroïde et de roches vertes insérés au sein du corps minéralisé Boumlih-Azaraz établit un lien spatial avec une activité

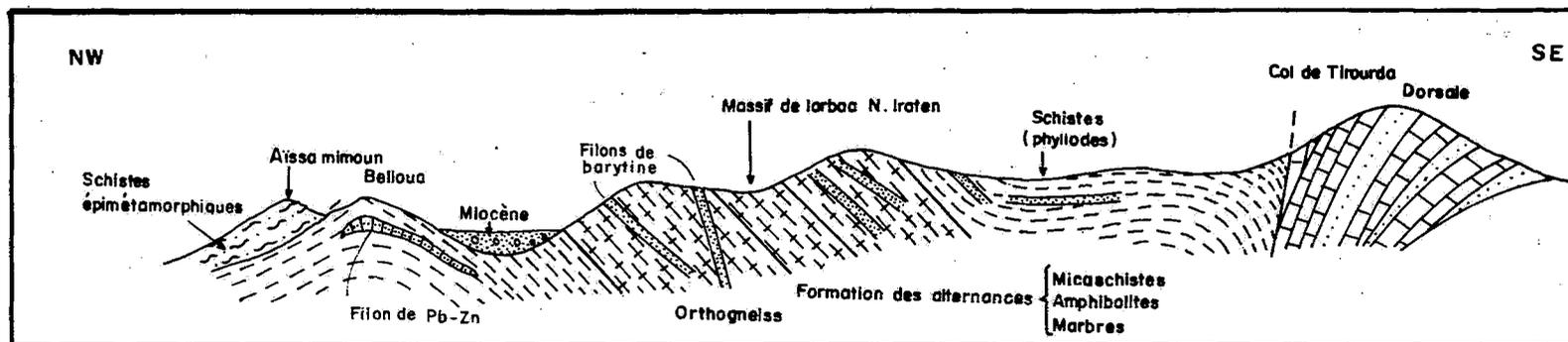


Fig. 4 - Coupes géologique à travers le socle de Grande Kabylie (d'après Kolli, 1997)
Geological cross section through basement of Grande Kabylie (after Kolli, 1997)

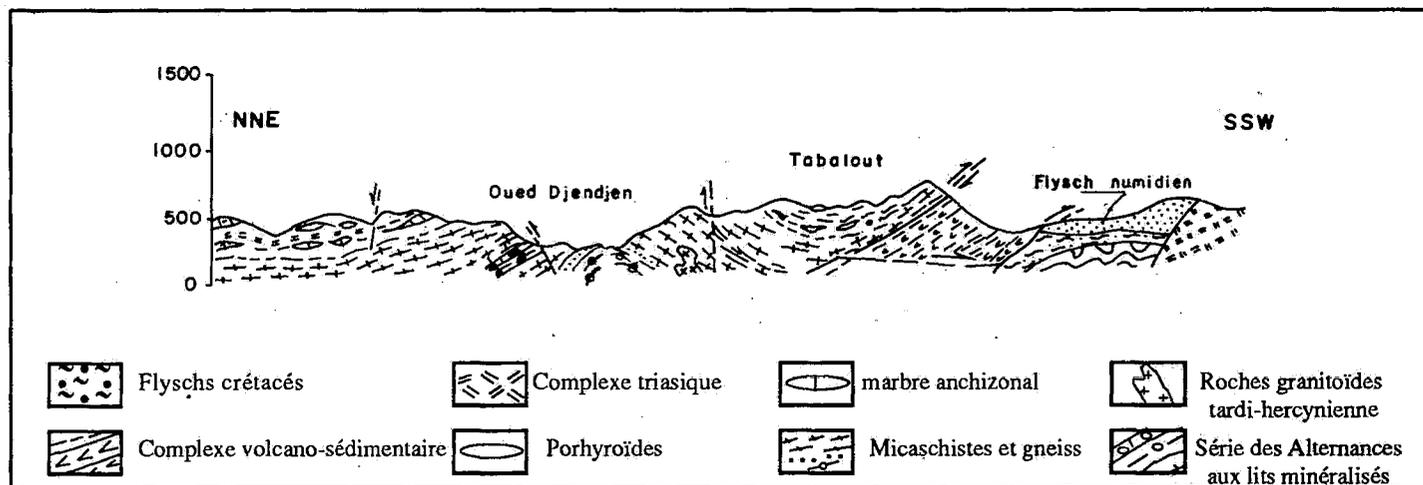


Fig. 5 - Coupes géologique à travers le socle de la Petite Kabylie occidentale (d'après Afalfiz)
Simplified geological cross section of western Petite Kabylie (After Afalfiz.)

magmatique ancienne en relation spatiale directe ou non avec la minéralisation est clairement prouvée. En effet, l'horizon de porphyroïde ou encore, les roches vertes qui se localisent au sein du corps minéralisé de Boumlih-Azaraz, constituent des témoins de cette activité (Afalfiz, 1990). L'auteur, conclut pour une mise en place de ces concentrations minérales syngénétiques de leur encaissant métasédimentaire. Par ailleurs, les valeurs isotopiques : Pb^{206}/Pb^{204} obtenues sur les minéralisations de Taka et d'Azaraz (respectivement : 18,0 et 17,92) sont les moins radiogéniques par rapport à celles des autres minéralisations des zones internes, suggèrent une mise en place anté-hercynienne (Touahri, 1987).

En Grande Kabylie, Le massif cristallin renferme des minéralisations à Ba, F, Pb, Zn, Fe et Cu qui ont été classées par O. Kolli (1997) selon leur contexte lithologique en :

- a- minéralisations filoniennes et en lentilles à barytine-magnétite dans les gneiss;
- b- minéralisations filoniennes et en lentilles à barytine-galène dans les séries schisteuses;
- c- minéralisations stratiformes à sphalérite-galène-pyrite-chalcopryrite, encaissées dans les niveaux carbonatés au sommet de la série schisteuse.

Les minéralisations filoniennes du socle recourent clairement la foliation majeure (S1) des gneiss (photo. 1 et 2, Pl. h. t. I) et des schistes. L'âge de la surface (S1) n'est pas connu avec certitude. Néanmoins, on sait que elle est sûrement anté-triasique (Bouillin *et al.*, 1984). Par ailleurs, les filons de barytine encaissés dans les gneiss recourent les pegmatites à muscovites qui sont post-S1, et sont probablement liés à la fin du métamorphisme de basse pression considéré comme étant le plus tardif dans les massifs kabyles (Bossière, 1980). La minéralisation stratiforme, encaissée dans les dolomies intercalées au sommet de la série schisteuse,

forme un niveau parallèle à (S1) au sein d'une barre carbonatée à l'intérieur de la série schisteuse. La foliation S1 bien marquée dans les schistes est également présente dans les dolomies. La minéralisation stratiforme à sphalérite brune coexiste avec des minéralisations fissurales à sphalérite noire, pyrite et surtout galène. La sphalérite en bandes, est discordante dans le détail. Elle forme des lits millimétriques à décimétriques. Les plus épais montrent une structure bréchique où la sphalérite cimente les fragments de dolomies recoupant (S1). Cette minéralisation a donc (les deux phases précédentes indiquent que la sphalérite est post S1) été déformée et recristallisée postérieurement à son dépôt: sphalérite et fragments de dolomies sont aplatis et boudinés (photo.3, Pl. h. t. I).

L'ensemble de ces minéralisations (filoniennes et stratabound) est donc au plus tardi-hercynien et probablement post-hercynien (Marignac *et al.*, 1992). Par ailleurs, la paragenèse actuelle des filons à barytine suggère qu'il s'agissait initialement de minerai à quartz-barytine-dolomite-pyrite - (adulaire ou illite) - smectite?. Cet assemblage est similaire à celui des filons de barytine du Massif Central français (Jébrak, 1985) dont l'âge mésozoïque est reconnu. De même, la minéralisation stratiforme à sphalérite présente de grandes analogies avec les minéralisations karstiques sous-inconformité de la Bordure Cévenole (Macquar *et al.*, 1990) dont l'âge Mésozoïque est également prouvé.

Toutes ces minéralisations portent la trace d'une mylonitisation épizonale (S2); cette mylonitisation affecte également les gneiss et la série schisteuse. Dans ces conditions la mylonitisation ne pourrait appartenir qu'au cycle alpin et dont l'âge probable est Crétacé inférieur (Cheilletz *et al.*, 1994).

En Petite Kabylie et principalement au Nord des Babors, des minéralisations cuivreuses

stratiformes (\pm Pb-Zn-Ba, liées au substratum volcano-sédimentaire du flysch maurétanien ont été mises en évidence. L'analyse structurale et l'étude des paragenèses de ces minéralisations dans la région de Texenna et des Achaïches, semble montrer qu'il s'agit de minéralisations syngénétiques des dépôts volcaniques d'âge Jurassique présumé (Aalfiz, thèse en cours). Le contrôle tectono-sédimentaire (brèche intraformationnelle, slumping, grande et rapide variations latérales des épaisseurs et de la nature des termes lithologiques) ainsi que la présence de radiolarites en rapport étroit avec le volcanisme basaltique d'âge vraisemblablement Jurassique, paraissent appuyer encore plus l'hypothèse d'une origine volcano-sédimentaire de cette minéralisation. Cette dernière, typique des secteurs situés à la frontière entre zones internes et zones externes, serait donc contemporaine des événements distensifs téthysiens qui ont été initiés au Trias et largement confirmés au Jurassique.

Dans le massif de l'Edough, les minéralisations anté-alpines, intimement associées au socle métamorphique d'affinité africaine différent de celles des socles de Petite et Grande Kabylie. Ces minéralisations (Aïssa, 1985; 1996) sont représentées essentiellement par :

a- des niveaux stratoides à magnétite et sulfures à métaux de base (\pm Au \pm Sb \pm As) dans les métapélites. Ces niveaux minéralisés, parfois plissotés, occupent généralement la zone de contact marbres/ micaschistes à disthène;

b- des lentilles à magnétite, hématite (\pm Au) dans les métagabbros et orthoamphibolites;

c- des lentilles à chromite, hématite (\pm Au) dans les métapéridotites. Ces roches formant l'essentiel du massif amphibolitique de la Voile Noire, reposent par contact mylonitique sur l'unité du socle la plus profonde;

d- des niveaux stratoïdes à sulfures de Fe,Pb,Zn,Cu dans les métapélites;

e- des métagreissens à Sn,W, Li, qui sont en relation directe avec des méta-leucogranites.

Conclusions

Les zones internes sont le produit d'orogènes successives dont chacune est caractérisée par des gîtes à Pb-Zn (Ba-Fe-Cu). Ce fait explique la variété et la complexité des gîtes de cette région.

Nous avons tenté d'établir une chronologie relative de ces gîtes en les mettant en parallèle avec les principaux événements tectono-sédimentaires. Il ressort que :

- l'époque hercynienne est responsable de la mise en place de minéralisations du type Azarzbou M'lih (Petite Kabylie) et les métagreissens et magnétites du massif de l'Edough;

- l'époque éo-alpine durant laquelle se sont mises en place les minéralisations à Pb-Zn-Ba de grande Kabylie;

- une époque probablement contemporaine de la mise en place des volcanites dans le bassin des flyshs au Jurassique supérieur-Crétacé inférieur.

2 - Les minéralisations des avants-pays carbonatés et du domaine des nappes

Tout d'abord, en l'état actuel de nos connaissances, il faut signaler qu'aucune forme de minéralisation ne se trouve ni dans le Trias ni dans les éléments de brèches au contact du Trias. Cependant la relation spatiale qui existe entre le Trias (fig. 1) et beaucoup de concentrations métalliques (Ouenza, Mesloul, Koudia Safia, etc ...) trouve son explication dans le rôle indirect joué par les "percements triasiques" (Rouvier *et al.*, 1985, Perthuisot 1978, Charef 1986, Bouzenoune 1993; Pohl *et al.*, 1986 et Aoudjehane, 1989).

B. Touahri (1987) dans ses travaux sur les minéralisations à Pb-Zn d'El Abed, encaissées dans les formations aaléno-bajociennes apparte-

nant à la région d'El Abed, propose un mécanisme de mise en place par reflux de solutions chaudes minéralisantes et porteuses de soufre réduit à partir des sulfates triasiques, depuis les dépressions subsidentes entourant le haut-fond du Tounzait (région d'El-Abed) et à la faveur d'une phase distensive majeure intrabajocienne.

Les autres concentrations à Pb-Zn du môle de Saïda (fig.1) pour lesquelles on ne dispose que de peu d'éléments, sont apparemment, du type "sous-inconformité" tantôt stratiformes et tantôt sécantes, encaissées dans les dernières dizaines de mètres des dolomies aaléno-bajociennes et au niveau de la surface d'émersion ravinée et karstifiée, qui coiffe les dolomies.

La distribution des indices à l'échelle régionale semble être contrôlée par des failles (*in* Touahri, 1987). Ces minéralisations semblent être identiques à celles connues dans la "Chaîne des Horsts" au Maroc, à celles du Hodna avec les gîtes à Pb-Zn de Aïn Kahla, Gouzi-Debba, Kender et Talkhempt, qui se trouvent encaissés dans le Lias et qui sont également clairement antérieures à la phase atlasique.

Par ailleurs, au Sud des Babors, on connaît les minéralisations à Pb-Zn de Boukdéma (Guergour)-Zdim-Gustar et Messaouda (fig. 1). Il s'agit de lentilles minéralisées en sphalérite dominante (plus ou moins galène et pyrite)

encaissée dans les dolomies spathiques silicifiées (Lias du Guergour, Messaouda et Zdim) et les calcaires à Clypeines fortement silicifiés du Malm de Gustar. toutes les occurrences sont du type sous-inconformité, leur mise en place est épigénétique et polyphasée. Leur mode de gisement est à mettre en relation avec les différentes phases qui ont affecté le sillon tellien (phase atlasique et miocène) et les bassins méridionaux du Hodna, Aurès et sillon du Sellaoua (phase emschérienne, atlasique et miocène).

Beaucoup de minéralisations à Pb-Zn de l'avant-pays (fig. 1 et 6) sont encaissées dans les formations du Crétacé inférieur. On distingue du Nord au Sud, les gîtes et indices du Guergour (Tafrent, minéralisation oxydée dans l'Aptien), Zdim Nord (indices de sphalérite et galène dans l'Aptien), les gîtes de la région de Aïn Azel sont très nombreux (Chabet el Hamra, Menes et Kef Aomar dans les dolomies et calcaires dolomités de l'Hauterivien, Kherzet Youssef dans le membre médian du Barrémien et un peu dans l'Aptien. A cette liste, on doit ajouter les gîtes de Ouled Tebben : Bou Aissi et Dzoli dont l'encaissant était attribué au Barrémien, sont en fait encaissés dans l'Aptien dolomitique (Boutaleb, 1999). Toutes ces minéralisations sont lenticulaires ou veinulées associées à une dolomitisation diagénétique et épigénétique, les associations minérales sont très simples à sphalérite dominante et accessoirement galène et pyrite. Leurs successions paragénétiques mon-

Fig. 6 - Logs lithostratigraphiques des formations encaissants les minéralisations à Pb-Zn des domaines (Babors, Sétifien, Hodna et Belezma-Aurès).

Lithostratigraphic columns of Pb-Zn hosted rocks of Babors-Aures region.

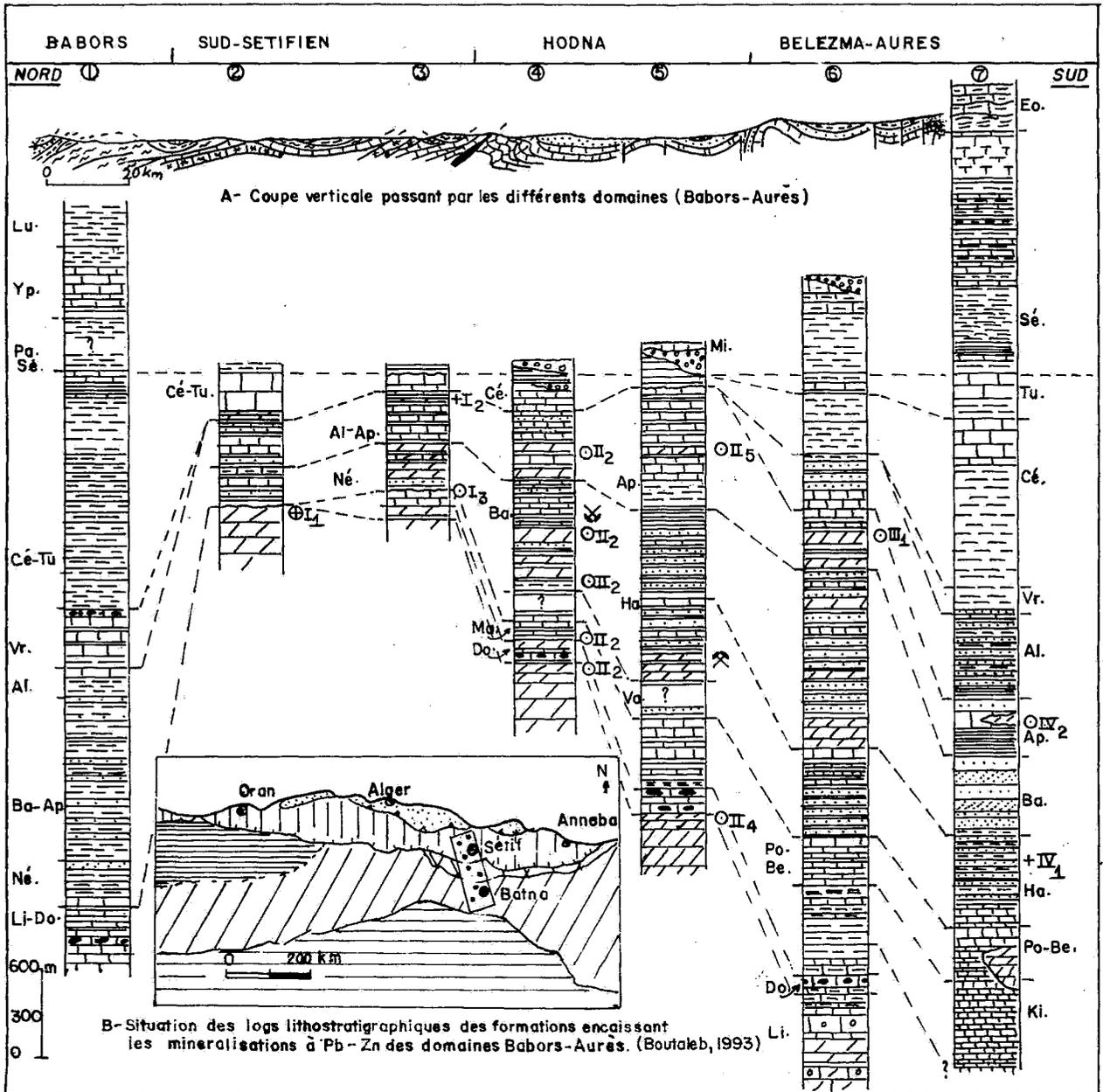
Abréviations utilisées dans les logs:

Mi- Miocène, **Eo-** Eocène, **Lu-** Lutétien, **Yp-** Yprésien, **Pa-** Paléocène, **Sé-** Sénonien, **Cé-Tu-** Cénomanién-Turonien, **Vr-** Vraconien, **Al-** Albien, **Ba-Ap-** Barrémo-Aptien, **Né-** Néocomien, **Li-Do-** Lias-Dogger.

Noms des gîtes minéralisés :

I₁ : Guergour, **I₂ :** Zdim, **I₃ :** Gustar, **II₂ :** Hadjar Labiod, **II₄ :** Kender, **II₅ :** Tazila, **III₁ :** Mérouana, **IV₁ :** Taghit, **IV₂ :** Ichmoul.

MÉTALLOGÉNIE ET ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE DE LA CHAÎNE TELLIEUNE EN ALGÉRIE



Pour A		Nappes de flyschs et telliennes	Pour les logs	①	②	Situation des logs par rapport aux différents domaines structuraux		
		Domaines sud-sétifien		I ₁	I ₂		Ex. de gîte	
		Domaine hodnéen				Mine en activité	Mine épuisée	
		Domaine aurésien						
Pour B		Zones internes		Minéralisations				
		Nappes telliennes					●	Stratiformes
		Meseta oranaise					⊕	Mixtes
				+	Sécantes			

trent qu'elles sont épigénétiques et polyphasées : Elles sont structurées en deux à trois phases, avec une phase à sphalérite dominante, qui suit une phase précoce à pyrite cogénétique de la dolomitisation diagénétique. La dernière phase est surtout plombifère. Selon A. Boutaleb (1993), leurs mises en place sont dues aux phases compressives successives, reconnues dans la région du Sétifien-Hodna (la phase atlasique et la phase miocène).

De même, en ce qui concerne les nombreuses minéralisations stratiformes du Belezma-Aurès (fig. 1 et 6) : Mérouana, Tenoun Kenine, Aïn Bougda, Chellala et Ichmoul, qui sur la base des observations nouvelles (Boutaleb, thèse en cours), paraissent être également des minéralisations épigénétiques et polyphasées associées principalement au phénomène de dolomitisation des calcaires à Orbitolines de l'Aptien.

Il semble être utile de préciser que ces minéralisations du domaine atlasique sont intimement liées à l'activité tectonique éo-miocène. Ainsi, pour le cas du gîte de Mérouana qui appartient à une zone qui s'aligne le long de la marge septentrionale du bassin subsident aurésien où les accidents syn-sédimentaires sont très actifs durant tout le Mésozoïque et jusqu'au Lutétien. Ce gîte est encore bien similaire à celui d'Ichmoul qui est également situé sur l'intersection de deux familles de failles, à savoir : la direction tectonique (N140) à cachet syn-sédimentaire, responsable de la formation de bassins d'effondrements à sédimentation continentale et lacustre du Mio-Pliocène et les accidents de direction tellienne (NE-SW), d'âge tardi-Eocène à Miocène inférieur. Par ailleurs, les données acquises sur le contexte géodynamique régional, ajouté à nos observations gîtologiques, pétrographiques excluent l'hypothèse d'une origine syngénétique de la minéralisation. Ainsi, pour le moment, il serait plus correcte de considérer ces minéralisations comme étant dues surtout aux eaux de

formations issues des zones subsidentes et soumises à des compressions successives (surtout atlasique).

Dans le pays des diapirs, l'Aptien néritique passant latéralement à des marno-calcaires plus épais, est porteur de minéralisations à Pb-Zn-Ba-F et Fe, dont les gîtes de Mesloul, Bou Djabeur, Ouenza et Bou Khadra en constituent les représentants. Le modèle avancé pour ces minéralisations qui ont un lien spatial avec le diapirisme (Bouzenoune, 1993; Bouzenoune *et al.*, 1994; Pohl *et al.*, 1986) est fondé sur la possibilité de transfert des métaux (Pb, Zn, F, Ba et Fe) de la couverture subsidente vers l'apex des structures positives que constituent les diapirs, grâce aux eaux de formations chaudes et salées.

J. M. Vila (1994) propose un âge de mise en place anté-plissement atlasique et serait de l'Albien pour les minéralisations de Fer sidéritique de l'Ouenza.

Aucune minéralisation stratiforme n'est connue dans les séries du Crétacé supérieur au Lutétien de la chaîne tellienne et dans son avant-pays si l'on excepte les indices du Guergour (Kef Semmah et Ain Sedjera) à pyrite riche en sphalérite (Schalenblende) encaissées dans la formation à alternances marno-calcaires du Cénomanién inférieur et associées à des minéralisations de même composition liées à des fractures NW-SE.

Au point de vue métallogénique, nous pensons que les minéralisations stratiformes épigénétiques et polyphasées du Sétifien-Hodna et Belezma-Aurès, surtout celles qui montrent des fluides à chimisme différent (des fluides riches en cations monovalents : Na, K et des fluides riches en cations bivalents : Ca et Mg) dans le même gîte ou d'un gîte à l'autre (Boutaleb *et al.*, 1999) ont dû recevoir des pulsations d'eaux de formations lors de la compression atlasique issue des bassins subsidents. Les gîtes étudiés

dans le Sétifien, le Hodna et le Belezma-Aurès présentent un polyphasage dans la mise en place des minéralisations (dont l'une au moins serait de l'Eocène; Touahri, 1987).

3 - Les minéralisations liées au magmatisme miocène

De nombreuses minéralisations polymétalliques, caractérisées surtout par l'abondance du cuivre sont spatialement associées aux roches volcaniques (districts d'El Aouana, Oued Amizour, M'sirda et Tifaraouine) ou à des roches plutoniques à sub-volcanique (districts de Petite Kabylie centrale, de l'Edough et du Cap de Fer).

Le massif d'El-Aouana, avec principalement les gîtes de Bou Soufa et de Oued El-Kebir présente un intérêt économique certain (Tayeb, 1956; Glaçon, 1967; Touahri, 1986). Les minéralisations à Cu dominant de Bou Soufa et à Pb-Zn-Cu de Oued El Kébir présentent des associations minérales complexes et polyphasées (deux à trois phases dont l'une très riche en pyrite,

paraît être syngénétique de la mise en place des roches volcaniques).

Plus à l'Est, dans le massif de l'Edough, le gisement de Cu-Pb-Zn de Ain Barbar est constitué par 17 filons, encaissés dans des flyschs sénoniens (Marignac, 1985). Les indices minéralisés de l'Edough (Aïssa, 1996) qui consistent essentiellement en des filons, veinules et lentilles, montrent une variété minéralogique inhabituelle au sein de l'assemblage (minéraux métalliques et minéraux de gangue). De l'Ouest vers l'Est du massif, on passe progressivement des minéralisations à Cu-Zn-Pb, puis à Zn-Cu-Pb vers des minéralisations à Pb-Zn-Sb pour enfin aboutir à des minéralisations à Sb-As (\pm Au, \pm Ag) à l'extrémité la plus orientale du massif (Aïssa, 1996).

Les minéralisations hydrothermales qui sont intimement liées au magmatisme qui s'étale du Burdigalien au Langhien, s'échelonnent selon D. E. Aïssa (1996) parallèlement comme suit (fig. 7) :

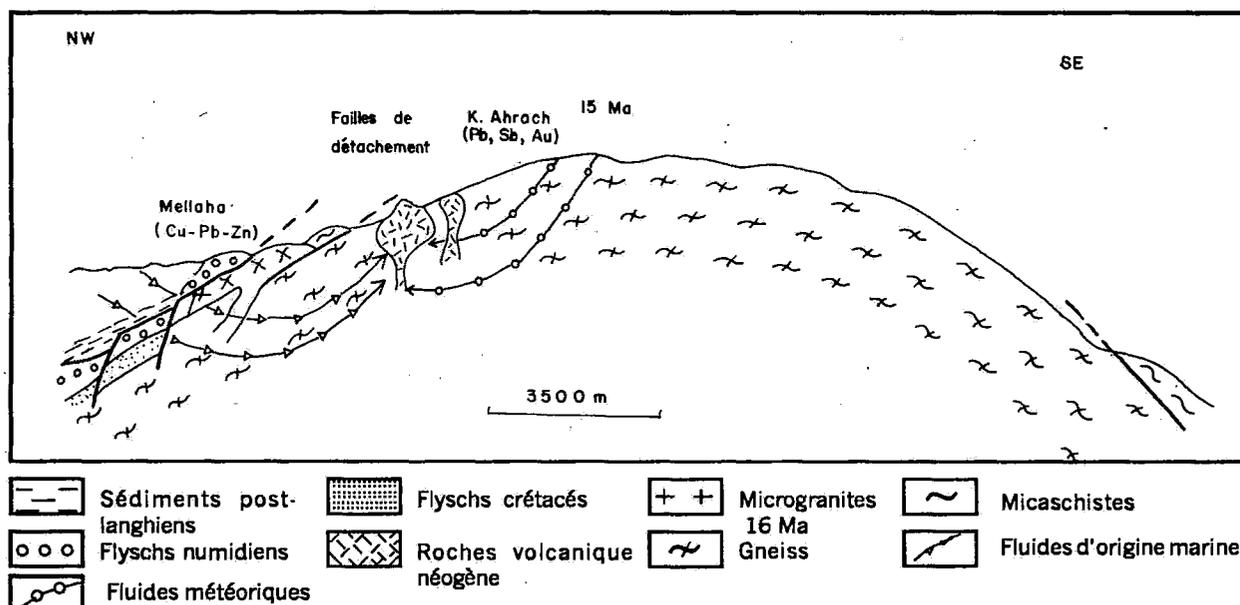


Fig. 7 - Coupe schématique à travers le massif de l'Edough postérieurement au Langhien (Aïssa et al., 1995).

Schematic cross section through Edough after the Langhian age (Aïssa et al., 1995).

- autour de 17 Ma des skarns et des greisens ($420^{\circ} \pm 20^{\circ}\text{C}$; 500 ± 100 bars), se forment en liaison directe avec la mise en place de corps de leucogranites;
- un peu plus tard, autour de 16 Ma des filons polymétalliques mésothermaux ($270\text{-}320^{\circ}\text{C}$) se mettent en place en relation spatiale et temporelle avec des intrusions microgranitiques.
- enfin à 15 Ma, des minéralisations typiquement épithermales ($T^{\circ} < 270^{\circ}\text{C}$; $P < 100$ bars) se développent en relation avec le magmatisme rhyolitique peralumineux.

Il est utile de constater pour l'ensemble de ces indices que le mode et la profondeur de mise en place des structures minéralisées évoluent sans discontinuité en même temps que la succession de plus en plus jeune et superficielle des intrusions magmatiques (fig. 7); ce qui indique manifestement une liaison directe avec l'uplift du socle de l'Edough (Aïssa *et al.*, 1995; Aïssa, 1996).

En Petite Kabylie, au sein du massif cristallophyllien et principalement autour du massif granitique des Beni-Toufout, se développe un champ filonien polymétallique caractéristique de l'activité hydrothermale associée spatio-temporellement à des roches granitiques miocènes. A titre d'exemple, on peut signaler les filons polymétalliques de Boudoukha et d'Aïn Kechera (présence d'étain). L'ensemble des indices est généralement à chalcopryrite, pyrite, galène argentifère et blende. L'assemblage métallique, toujours porté par une gangue quartzuse, est surtout, structuré en filons d'orientation (NE-SW) et (NW-SE). L'étude géochimique de la zone de contact (caisse filonienne/roche encaissante) et l'étude microthermométrie effectuée sur les inclusion fluides des quartz de la gangue, nous montre assez bien que la minéralisation est du type mésothermale ($250^{\circ}\text{C}\text{-}300^{\circ}\text{C}$), reprise plus tard par des fluides moins chaud ($110^{\circ}\text{C}\text{-}150^{\circ}\text{C}$) et nettement moins riches en éléments métalliques (Aalfiz, thèse en cours). Le modèle de mise en place que l'on peut avancer pour le

moment est celui des accumulations métalliques de fractures nées au cours du fonctionnement de circuits convectifs hydrothermaux au voisinage immédiat des sites de cristallisation des masses granitiques miocènes de la région.

Plus à l'Ouest d'El-Aouana, en zone baborienne cotière, le massif volcano-plutonique miocène de Oued Amizour recèle une minéralisation à Pb-Zn à partir de laquelle les travaux de prospection de l'ORGM ont abouti à la découverte en 1990 du gisement à Zn-Pb d'Aït Bouzid. Pour Graïne-Tazrout (1997) les formations volcano-plutoniques de Oued Amizour se composent de granitoïdes suivis par la mise en place d'andésites dites basales, puis de rhyolitoïdes et enfin des andésites qui s'inscrivent dans la série calco-alcaline. Les accidents sub-latitudinaux et les failles (N140) contrôlent aussi bien la mise en place d'un volcanisme sub-aérien à aérien que les processus métallogéniques associés (amas pyriteux, minéralisations fissurales...). En effet, sur le plan métallogénique, ce massif se caractérise par l'importance des dépôts pyriteux liés aux altérations hydrothermales et de minéralisations d'allure filonienne de direction N140 à paragenèse essentiellement à Zn-Pb \pm Cu. Les travaux de Graïne-Tazrout (1997), menés sur Oued Amizour montrent assez bien que L'âge limite (Tortonien/Messinien) pourrait être retenu pour la mise en place des minéralisations polymétalliques de la région sud de Bougie.

Notons enfin, qu'après le magmatisme Miocène, il perdure un hydrothermalisme particulier tardi-collisionnel à actuel, probablement responsable de la mise en place de minéralisations du type Hammam N'Baïl (minéralisation polymétallique à antimoine (nadorite) encaissée dans les formations carbonatées du Mio-Pliocène lacustre). En fait, ces minéralisations sont liées à un contexte tectonique particulier de la marge nord-africaine durant la période post-miocène jusqu'à l'actuel, généré surtout par le rapprochement des plaques d'Europe et d'Afrique.

VI - CONCLUSION

Fondé sur des contrôles géodynamiques, le caractère polyphasé dans la mise en place des concentrations minérales paraît un fait indéniable sur les différents gîtes de la chaîne tellienne. D'une part les sulfures ont précipité lors d'événements métallogéniques majeurs qui coïncident avec des événements tectono-sédimentaires ayant affecté la chaîne tellienne, et d'autre part, ils sont caractéristiques des différents domaines paléogéographiques. Ainsi on peut définir :

A - Des contextes tectoniques (anté à syn-plissement atlasique) auxquels sont associés les minéralisations localisées dans les différents ensembles lithostratigraphiques à savoir :

1- Les contextes tectoniques et les ensembles lithostratigraphiques associés à la marge du microcontinent d'Alboran et de son socle anté-triasique :

-les minéralisations liées aux socles hercyniens et plus ancien (Grande et Petite Kabylie et Edough) avec les gîtes et indices de fer et de polymétaux de Bou Maiza (Edough), d'Azaraz-Boumlih-Achab (PK) et certains indices de barytine de Grande Kabylie;

- les minéralisations des différentes séries de couverture sédimentaire méso-cénozoïque sur les socle de PK et GK et de l'Edough ou engagés tectoniquement sous ces derniers.

2- Les contextes tectoniques et les ensembles lithostratigraphiques méso-cénozoïques associés à la marge passive africaine: l' Atlas Saharien et les diapirs orientaux, l'Atlas tellien et les nappes pelliculaires associées.

3- Les minéralisations liées au contexte de bassins et plate-forme sédimentaire (Fe, Zn Pb-Ba) des Hauts plateaux et du Môle néritique de Aïn M'lila.

4- les minéralisations des haut-fonds au sein du sillon tellien du type Babor, Zaccar, Theniet El Had, et les Traras .

B- Des contextes tectoniques (néogènes) auxquels sont liés les minéralisations localisées dans les zones de relachement de contrainte (distension, faille de détachement, activité magmatique contemporaine et circuit convectif associé) en l'occurrence :

1- Les régions volcano-plutoniques de la côte algérienne et l'hydrothermalisme associé à ces minéralisations (Oued El Kebir-Bou Soufa, Oued Amizour les amas de pyrite de Petite Kabylie centrale et de l'Edough);

2- les zones localisées au sein des fractures profondes encore actives actuellement, qui se caractérisent par un hydrothermalisme intense et des phénomènes de remobilisation associés aux minéralisations anciennes lors de l'hydrothermalisme post collisionnel à l'Actuel (avec apport de Hg, Sb, F, Cu, Pb et très peu de Zn). En effet les concentrations minérales du type Hammam N'Bail (fig. 1), les minéralisations du Miocène post-nappe de Berrouaghia (Aoudjehane, 1987) et le district mercurifère de Azzaba (Bouarroudj, 1986), en sont de bons exemples. En fait, ces minéralisations sont liées à un contexte tectonique particulier de la période post-miocène qui se caractérise par le rapprochement des plaques d'Europe et d'Afrique.

Ainsi, sur toutes les transversales, depuis les zones internes et jusqu'à l'Atlas saharien, on rencontre des minéralisations à Pb-Zn (Ba-F-Cu-Hg-Sb-As...), filoniennes ou liées spatialement au volcanisme néogène post-nappes (Amizour, Boukhiama, El Aouana, Aïn Barbar, Saf Saf, Mellaha, M'sirda et Tifaraouine). Ces dernières occupent des réseaux de fractures d'extension ou associées à des failles normales (gîtes de cassures omniprésents dans les domaines kabyles, les Babors, les Bibans, le Sétifien, le Hodna, et le Belezma-Aurès et les Filauocènes).

Toutes ces occurrences semblent être liées à une série de contraintes qui auraient facilité le mouvement de fluides minéralisants chauds qui viennent se piéger dans des structures favorables créées par la tectonique verticale lors de la phase fini-langhienne et qui semblent s'inscrire dans un cadre bien semblable à celui présenté pour les minéralisations mio-cènes de l'Edough (Aïssa *et al.*, 1995; Aïssa, 1996).

EN RESUMÉ

Les gîtes algériens principalement à Pb-Zn de la chaîne tellienne mis à part les gîtes du socle kabyle et qui semblent avoir été affectés par le métamorphisme hercynien (Aalfiz, 1990), présentent un caractère épigénétique. En effet les concentrations minérales se sont mises en place lors d'événements métallogéniques importants. Bien que les événements tectoniques soient nombreux depuis le Trias, cinq phases métallogéniques ont pu être distinguées et seraient à l'origine des diverses concentrations polymétalliques connues dans la chaîne tellienne.

Les mouvements distensifs du Jurassique moyen sont suivis par la mise en place de minéralisations à Pb-Zn dans les dolomies du Dogger des pays des Horsts (Touahri 1987). Plus au Nord, des minéralisations cuivreuses accompagnées de très modestes accumulations de (Pb, Zn, Ba) bien représentées à Texenna- ainsi qu'aux Achaïches et à Boudjedoun (Aalfiz, thèse en cours), sont insérées au sein des formations jurassiques constituant le substratum du flyschs maurétanien. Ces deux secteurs se trouvent situés actuellement au sein de l'accident frontal séparant les zones internes des zones externes des Maghrébides.

La phase compressive albiennaise dont on ne peut généraliser les effets à travers la chaîne tellienne serait responsable de la déformation des minéralisations du socle dans le massif de

Grande Kabylie (Cheilletz *et al.*, 1994). Dans le pays des diapirs des mouvements distensifs à l'Albien serait vraisemblablement responsable de la mise en place des percements diapiriques, auxquels sont associés des concentrations minérales notamment la minéralisation sidéritique de l'Ouenza (Vila, 1994).

Enfin et toujours en régime compressif, la phase sénonienne (emschérienne) assez bien marquée à travers la chaîne tellienne aurait été responsable de reflux d'eaux connées favorables (en partie) à la formation des minéralisations à Pb-Zn stratiformes connues dans l'avant-pays de la chaîne tellienne; à savoir les minéralisations du Hodna et du sétifien. La phase tectonique pyrénéo-atlasique a permis de faire perdurer l'arrivée de fluides (avec plus ou moins des hydrocarbures) dans les gîtes stratiformes épigénétiques et polyphasés.

La phase tortonienne est suivie d'une période de relaxation (distension langhienne). Elle s'accompagne de la mise en place d'un magmatisme calco-alcalin très important. L'analyse des cartes de répartition des minéralisations de cet âge, montre clairement un lien spatial de cet événement magmatique avec certaines concentrations connues à Amizour (Tazrout-Graine, 1997), à El Aouana (Glaçon 1967), à Aïn Kechera et à Merdj-Moussa (Aalfiz, thèse en cours) et enfin à l'Edough (Marignac, 1988a, Aïssa *et al.*, 1995 et Aïssa 1997), ainsi que la formation de petits bassins miocènes aux quelles se trouvent liées des minéralisations veinulées sub-économiques mais omniprésentes à travers toute l'étendue de la chaîne tellienne depuis le littoral jusqu'aux Aurès.

Remerciements - Nous remercions Melle Y. Mahdjoub, Mr R. Ouali, M. Naak et D. Belhai de l'I. S. T. - U.S.T.H.B. et J. Thibieroz de l'U.P.M.C. Paris VI pour leurs critiques, remarques et suggestions.

BIBLIOGRAPHIE

- AFALFIZ, A., 1990. Etude comparative paragenétique et géochimique des indices minéralisés à Fe, Pb, Zn, Cu, Ba de la partie occidentale du massif cristallophyllien de Petite Kabylie, Algérie. *Thèse de magister*. 202p. Alger.
- AFALFIZ, A., 1990. Une minéralisation stratiforme de nature polymétalliques dans le socle cristallophyllien de Petite Kabylie (Taher, Jijel, Algérie). *Colloque international de Rabat, Maroc*.
- AFALFIZ, A. 1991. Lithotectonic unit of correlation in the internal zones of Maghrebides; the example of Tahrit unit (Ouled Asker), Western Little Kabylia, Algeria. *Newsletter N°3, project IGCP N°276*.
- AFALFIZ, A., 1995. General features of some strata-bound ores in Little Kabylia massif, Algeria. *Poster for the Third Biennial SGA Meeting, Prague, Czech Republic*. August 28-31, 1995.
- AFALFIZ, A., 1995. L'indice polymétallique de l'Oued Bourkik, un autre témoin d'une minéralisation antécambrienne dans le massif de Petite Kabylie. Algérie. *3rd National Symposium on Mineralogy, August 1995, University of Baia Mare, Romania*.
- AISSA, D.E., 1976. Contribution à l'étude pétrogénétique et métallogénique du massif d'El-Aouana. *Mémoire de D.E.A., Fac. des Sciences, Alger 1976*.
- AISSA, D.E., 1985. Etude géologique et métallogénique du massif de l'Edough. *Thèse Doctorat 3^o cycle USTHB, Alger*.
- AISSA, D.E. ET BOUTALEB (EX. TALBI), A., 1991. Permanence géochimique, héritages et remobilisations: exemple du socle de l'Edough et de son pourtour régional. *Bull. ORGM, Serv. Géol. Algérie- Vol. 2, n° 1, pp. 53-64*.
- AISSA, D.E., BOUTALEB (EX. TALBI), A., CHEILLETZ, A., GASQUET, D. ET MARIGNAC, C., 1994. La minéralisation en sidérite du Belielicta (Edough) doit-elle être comparée à celle de l'Ouenza ? - 2^{ème} Sémin. Maghrébin de Géologie appliquée. Nov. 1994.
- AISSA, D.E., CHEILLETZ, A., GASQUET, D. AND MARIGNAC, CH., 1995. Alpine metamorphic core complexes and metallogenesis: the Edough case (NE Algeria). *in Mineral Deposits: from their origin to their environmental impacts. Pasava, Kribek and Zak eds: Balkema, Rotterdam, pp.23-26*.
- AISSA, D.E., 1996. Etude géologique, géochimique et métallogénique du massif de l'Edough (Annaba, NE Algérie). *Thèse de Doctorat d'Etat, USTHB Alger*. 500 p., 4 Pl. HT
- ANDRIEUX, J., 1971. La structure du Rif central. Notes et Mém. *Serv. géol. Maroc, Rabat, n° 235, 155 p., 2 cartes h. t.*
- BAUDELLOT, S. ET GERY, B., 1979. Découverte d'Acritarches du Cambrien supérieur et du Trémadoc dans le massif ancien de Grande Kabylie. *C.R. Acad. Sci. Paris, t. 288, Série D, p.1513-1516*.
- BELHAI, D., MERLE, O. ET SAADALLAH, A., 1990. Transpression dextre à l'Eocène supérieur dans la chaîne des Maghrébides (Massif du Chénoua, Algérie). *C. R. Acad. Sci. Paris, t. 310, Série D, p. 795-800*.
- BENZERGA, M., 1974. Première contribution à l'étude géologique et métallogénique des chaînons intermédiaires. Sud sétifien (Algérie). *Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Nancy*.
- BEYOUND, Z., 1990. Les tidalites carbonatées et les minéralisations à Pb-Zn-Ba-F du Jurassique inférieur et moyen de Aïn Kahla (Hodna Algérie). *Thèse de docteur de l'INPL. Nancy, 162 p.*
- BOSSIERE, G., 1980. Un complexe métamorphique polycyclique et sa blastomylonitisation: Etude pétrologique de la partie occidentale du Massif de Grande Kabylie (Algérie). *Thèse Doct. Sc., Univ., Nantes, 302 p*
- BOUARROUDJ, M. T., 1986. Etude métallogénique du district mercurifère de la Chaîne nord numidique (région de Azzaba, Algérie nord orientale). Contrôles des minéralisations et perspectives de recherche. *Thèse Doct. Ing., Univer. Paris VI*.

- BOUILLIN, J.P., 1979.** La transversale de Collo et d'El Milia (Petite Kabylie) : une région-clef pour l'interprétation de la tectonique alpine de la chaîne littorale d'Algérie. *Mém. h. sér. Soc. géol. Fr.*, n°135, p. 1-84.
- BOUILLIN, J.P., 1984 a.** Nouvelle interprétation de la liaison Apennins-Maghrébides en Calabre; conséquences sur la paléogéographie téthysienne entre Gibraltar et les Alpes. *Rev. géol. dyn. géogr. phys.*, Vol. 25, fasc. 5, p. 321-388.
- BOUILLIN, J.P., 1984 b.** Récapitulation de données sur la chronologie des événements métamorphiques dans le socle kabyle (Algérie). *In Sassi et Julivert, IGCP n° 5, Newsletter Vol. 6.*
- BOUILLIN, J.P., 1986.** Le «bassin maghrébin» : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), n°4, p. 547-558.
- BOUTALEB, (EX. TALBI), A., 1993.** Métallogénie des gîtes à Pb-Zn-Ba du Sétifien-Hodna-Aurès. In : *Proceedings of Workshop MVT. Mississippi Valley Type Deposits in Europe and North Africa, comparaisons with North American Deposits, constraints on modelling paleo-circulations. Univ. Paris VI, 1993.* pp. 203-210.
- BOUTALEB, A., AÏSSA, D. E. ET TOUAHRI, B., 1999.** Les gîtes plombo-zincifères du Hodna : minéralisations comparables au type "Vallée du Mississippi" (NE Algérien). *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie*, Vol. 10, n° 51, pp 55-71, 6 fig., 2 tab.
- BOUZENOUNE, A., 1993.** Minéralisations péridiapiriques de l'Aptien calcaire: les carbonates de fer du gisement hématitique de l'Ouenza (Algérie orientale). *Thèse Doct., Univ. Paris VI.*
- BUREAU, D., 1986.** Approche sédimentaire de la dynamique structurale: Evolution mésozoïque et devenir tertiaire de la partie septentrionale du fossé présaharien (Sud-ouest constantinois et Aurès-Algérie). *Th. Doct. Sc., U.P.M.C. Paris VI.*
- CHAREF, A., 1986.** La nature et le rôle des phases fluides associées à la minéralisation Pb-Zn dans les formations carbonatées et leurs conséquences métallogéniques : étude des inclusions fluides et des isotopes (H, C, S, O, Pb) des gisements des Malines (France), Jbel Hallouf-Sidi Bou Auane et Fedj el Adoum (Tunisie) *Thèse INPL-CRPG, Nancy, 291 p.*
- CHEILLETZ, A., KOLLI, O., GASQUET, D. ET MARIGNAC, CH., 1994.** Existe-t-il un événement tectonométamorphique d'âge crétacé inférieur dans les Maghrébides? : données préliminaires $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en Grande Kabylie. 15^e RST, Nancy, 1994-Soc. Géol. Fr. édit. Paris, p. 93
- COUTELLE, A., 1979.** Géologie du Sud Est de la Grande Kabylie et des Babors d'Akbou. *Thèse Doct. Sc., Univ. Bretagne occidentale.* 567 p.
- DURAND-DELGA, M., 1969.** Mise au point de la structure du Nord-Est de la Berbérie. *Publ. Serv. Géol. Algérie*, Nlle sér., n°39, p. 89-131.
- DURAND-DELGA, M., 1980.** La Méditerranée occidentale : étape de sa genèse et problèmes structuraux liés à celle-ci. *Mém. h. sér. Soc. géol. Fr.*, n° 10, p. 203-224.
- DURAND-DELGA, M. ET FONBOT, J.M., 1980.** Le cadre structural de la Méditerranée occidentale. 26 th. Int. Géol. Congress., Paris, *Mém. BRGM*, 115, p. 67-75.
- GELARD, J.P., 1979.** Géologie du Nord-Est de la Grande Kabylie. *Thèse, Mém. géol. Univ. Dijon*, 5, 335 p.
- GLAÇON, J., 1967.** Recherche sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell sétifien (Algérie). *Serv. Carte Géol. Algérie. Bull. N° 32, Nlle série, II*, p. 319-751.
- GRAÏNE-TAZEROUT, KIL., 1997.** Les dépôts pyriteux et les minéralisations Zn, Pb, (Cu) du massif volcanoplutonique miocène de Oued Amizour (Béjaïa, Algérie) : Environnement volcanologique, altérations hydrothermales, typologie des minéralisations. *Thèse magister USTHB*, 227 p.
- GUIRAUD, R., 1970.** Aperçu sur les principaux traits structuraux du Hodna et des régions voisines. *Publ. Serv. Géol. Algérie. (Nlle série). Bull. N° 41*, p. 45-49.
- GUIRAUD, R., 1975.** L'évolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique (2)*. Vol. XVII. Fasc. 4, p. 427-446. Paris.

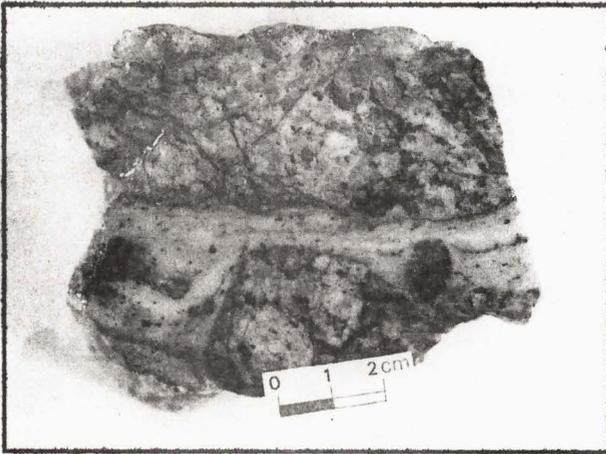
- GUIRAUD, R., 1990.** L'évolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines: *Thèse Doct. Sci. Univ. Nice, 259 p. Mémoires n°3, Publ. de l'ONIG, Alger.*
- HENNI, A., 1984.** A minéralogie, les particularités géochimiques et la genèse du gisement de Kherzet Youssef. Résumé de Thèse de 3ème cycle, Univ. Léningrad URSS
- JE BRAK, M., 1980.** Contribution à l'étude des filons de barytine, fluorine et galène du Massif central français: le district d'Ussel. *Bull. B.R.G.M. (2) Sect. II, n°3, p. 205-221.*
- JE BRAK, M., LHEGU, J., TOURAY, J.C., 1983.** Filons en décrochement et en extension. Deux familles de filons à F-Ba-Pb-Zn des hercynides françaises et marocaines. *Annales Soc. Géol. Nord, t CII, p. 181-186.*
- JE BRAK, M., 1985.** Contribution à l'histoire naturelle des filons (F-Ba) du domaine varisque français et marocain. *Thèse d'Etat, Univ. Orléans ; Doc. B.R.G.M, n° 99, 510 p.*
- KAZI TANI, N., 1986.** Evolution géodynamique de la bordure nord africaine: le domaine intraplaque nord algérien. Approche mégaséquentielle: *Th. Doct. Sc., Univ. Pau et Pays de l'Adour, 881p.*
- KHALDI, A., 1987.** Le gisement de Kherzet Youssef: une minéralisation Pb-Zn-Fe-(Ba) stratiforme dans le membre médian marno-carbonaté du Barrémien de la région de Aïn Azel (Hodna, Algérie), *Th. Doct; 3ème cycle, ENSG Nancy, 439 p.*
- KOLLI, O., SAUPE, F., MARIGNAC, CH., GASQUET, D. ET CHEILLETZ, A., 1994.** Géochimie isotopique du sou-fre des minéralisations barytiques de la Grande Kabylie (Algérie): données préliminaires. 15e RST, Nancy, 1994-Soc. Géol. Fr. *édit. Paris, p. 74*
- KOLLI, O. 1997.** Géologie et gîtologie des minéralisations à Ba-Pb-Zn-(Cu-Fe) du socle cristallin de Grande Kabylie. Evolution métallogénique au cours du cycle alpin. *Thèse Doctorat d'Etat, IST- USTHB, 300p.*
- LEACH, D. AND SANGSTER, D. F., 1993.** Mississippi Valley-type lead-zinc deposits. In: KIRKHAM R. V. and al., eds. Mineral deposit models, *Geological Association of Canada Special Paper 40* p. 289-314.
- MACQUAR, J.C, ROUVIER, H. ET THIBIEROZ, J., 1990.** Les minéralisations Zn, Pb, Ba, F, péri-cévénols: cadre structuro-sédimentaire et distribution spatio-temporelle. *Coll. J. Bouladon, Orléans 1988, Doc. B.R.G.M. 183, p. 143-158.*
- MAHDJOUR, Y., 1991.** Cinématique des déformations et évolution P,T anté-alpine et alpine en petite Kabylie (Algérie N.E.). Un modèle d'évolution du domaine tellien interne. *Thèse Doct. Sc., Univ. U.S T H B, Alger, 193 p.*
- MARIGNAC, CH., 1985.** Les minéralisations filoniennes d'Aïn Barbar (Algérie): un exemple d'hydrothermalisme lié à l'activité géothermique alpine en Afrique du Nord. *Thèse Doct. Sc., I.N.P.L., Nancy, 2 vol., 1163p.; 1 vol. annexe, 176p.*
- MARIGNAC, CH., KOLLI, O., CHEILLETZ, A. ET GASQUET, D., 1992.** Les minéralisations en Pb-Zn et barytine de Grande Kabylie (N Algérie), métamorphosées dans l'épizone, sont-elles la preuve de l'existence d'un évènement tectonométamorphique alpin dans le socle kabyle? *C.R. Acad. Sci. Paris, t. 314, Série II, p. 799-805.*
- NAAK, M., 1988.** Etude géologique de la Dorsale Interne du Djurdjura. Interprétation généralisée à l'ensemble de la chaîne et proposition d'un modèle d'évolution dynamique de ce tronçon de la paléomarge continentale kabyle. Thèse de Magister, Univ. Alger.
- NAAK, M., PEYBERNES, B. ET WALLEZ, M. J. F., 1992.** Décrochevements synsédimentaires précoces et resédimentation de blocs jurassiques dans l'Eocène moyen hémipélagique de la Dorsale Kabyle du Djurdjura (Grande Kabylie, Algérie)
- OBERT, D., 1981.** Etude géologique des Babors orientaux (Domaine tellien, Algérie). *Mém. Sc. Terre Univ. U.P.M.C. Paris VI, N° 81-32, 635 p.*
- OUABADI, A., 1994.** Pétrologie, géochimie et origine des granitoïdes peralumineux à cordiérite (Cap Bougaroun, Beni Toufout et Filfila). *Thèse Doctorat ès Sci., USTHB, Alger, 248 p.*
- OTIMANINE, A., 1987.** Les minéralisations en fluorine, barytine, Pb-Zn et Fe sidéritique autour du fossé de Tebessa-Morsott. Relation entre paléogéographie albo-aptienne, diapirisme, structure et métallogénie. *Thèse Doct. 3ème cycle, Univ. P. et M. Curie, Paris VI, n° 87-56, Paris, 220 p.*

- PERTHUISOT, V., 1978.** Dynamique et pétrogenèse des extrusions triasiques en Tunisie septentrionale. *Thèse Sc. Univ. Paris VI*, 312 p. 91 fig., 49 pl. 4 pl. h. t., ronéot.
- POHL, W., AMMOURI, M., KOLLI, O., SCHEFFER, R. AND ZACHMANN, D., 1986.** A new genetic model for the North african metasomatic siderite deposits. *Mineral Deposita*, pp. 228-233.
- POPOV, A., 1966.** Les types morphologiques et la répartition des gisements de zinc et de plomb en Algérie. *Ann. Mines et Géol., Tunis*, 1968 n° 23, p. 101-203.
- ROUVIER, H., PERTHUISOT, V. AND MANSOURI, A., 1985.** Pb-Zn deposits and salt-bearing diapirs in S-Western Europe and North Africa. *Econ. Geol.* Vol. 80, p. 666-687.
- SAADALLAH, A., 1992.** Cristallin de Grande Kabylie (Algérie). *Thèse Doct. ès Sc. USTHB, Alger*
- SAUPE, F., KOLLI, O., JACQUIER, B., CHEILLETZ, A. AND MARIGNAC, CH., 1995.** Sulfur isotope geochemistry of the barite and sulfide occurrences of Great Kabylia, N. Algeria. In: Pasava J.; Kribek B.; and Zak K. (eds). *Mineral Deposits: From their Origin to Their environmental Impact*. A. A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.
- SEMROUD, B., 1981.** Evolution pétrologique du complexe magmatique néogène de la région Béjaïa-Amizour. *Thèse Doct. Sc., Univ. Alger*, 263 p.
- SEMROUD, B., OUABADI, A. AND BELANTEUR, O., 1992.** Typologie des granites miocènes de la marge algérienne par la cristallogénèse des micas. *14^e Réunion Ann. Sci. Terre, Toulouse, France*.
- TAYEB, G., 1956.** Géologie et minéralisation du Massif éruptif Cavallo. *Bull. Sc. et écon. B.R.M.A., Alger* n° 4, pp. 2692-2717.
- TAPPONNIER, P., 1977.** Evolution tectonique du système alpin en Méditerranée : poinçonnement et écrasement rigide-plastique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), n° 3, p. 437-460.
- THIBIEROZ, J. ET MADRE, M., 1976.** Le gisement de sidérite du Djebel Ouenza est contrôlé par un golfe de lamer aptienne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord; Alger*, T 67, fasc. 3-4 est écrasement rigide-plastique.
- TOUAHRI, B., 1987.** Géochimie et métallogénie des minéralisations à Pb-Zn du Nord de l'Algérie. *Th. Doct. Sc. Univ. Paris VI*, 380 p.
- TOUBAL, A., 1984.** Contribution à l'étude des minéralisations antimonifères du Nord Est algérien : Une province hétérochrone. *Thèse de 3^e cycle, Univer. Paris VI*.
- VILA, J. M., 1980.** La chaîne alpine d'Algérie-Nord-orientale et des confins algéro-tunisiens. *Th. Doct. Sc. Univ. UPMC, Paris VI*.
- VILA, J. M., 1994.** Mise au point et données nouvelles sur les terrains triasiques des confins algéro-tunisiens : Trias allochtone, "glaciers de sel" sous-marins et vrais diapirs. *Mémoires du Service géologique de l'Algérie*, n° 6, pp. 105-152, 25 fig.
- VILLEMAIRE, C., 1987.** Les amas sulfurés du massif d'El Aouana (Algérie). Dynamisme de mise en place des roches volcaniques et implications métallogéniques. *Journal of African Earth Sciences*, Vol. 7, N° 1 p. 133-148.
- WILDI, W., 1983.** La chaîne tello-rifaine (Algérie-Maroc-Tunisie): Structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. *Rev. de géol. dynam. et de géogra. physique*, Vol. 24, Numéro spécial, p. 201-297.

Planches

Planche I

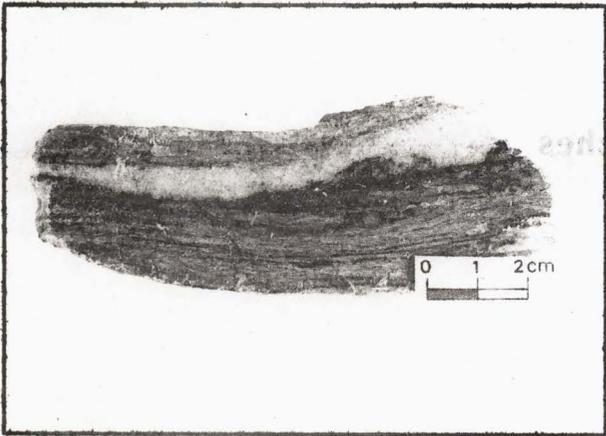
Photo 1



Aspect macroscopique d'un échantillon d'orthogneiss cataclasé du socle de Grande Kabylie. La veinule de barytine (en clair) est sécante par rapport à la première foliation ; le minéral de barytine emballe des fragments de l'encaissant et montre une nouvelle foliation. Les cristaux de magnétite sont allongés dans le plan de foliation.

Macroscopic aspect of a sample of orthogneiss fractured of the the Great Kabylie basement. The veinule of barytine (in clear) cross-cut with regard to the first foliation ; the ore of barytine wraps fragments of enclosing rocks and shows a new foliation. Crystals of magnétite are lengthened in the plan of foliation.

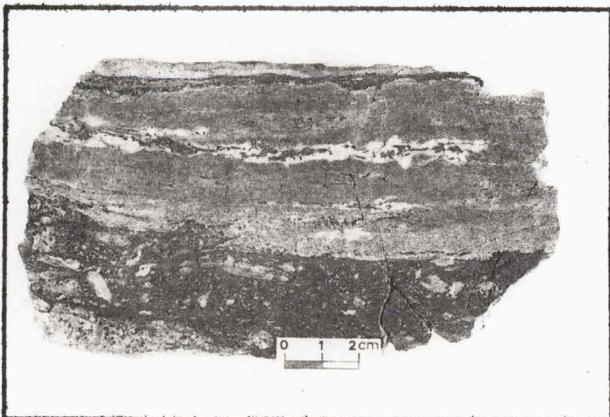
Photo 2



Aspect macroscopique d'un échantillon montrant une veinule de barytine blanche sécante sur la schistosité S1.

Macroscopic aspect of a sample showing a veinule of barytine white cross-cut the schistosité (S1).

Photo 3



Aspect macroscopique d'un échantillon à minéralité de sphalérite dans les dolomies.

La sphalérite (en noir) cimente des fragments de dolomies découpées sur S1. La sphalérite et les fragments de dolomies sont aplatis et boudinés.

Macroscopic aspect of a sample from layered ore of sphalérite in dolomites.

The sphalérite (in black) is like cement for clasts of dolomites cut up on S1. The sphalérite and clasts of dolomites are flattened.

Planche II



Photo 1

Microphotographie montrant le moulage des minéraux métalliques par la biotite 2 (biot 2) née du métamorphisme (M2) d'âge Hercynien ou plus récent. Remarquons le pseudoblindage du minerai par le grenat anti-schistosité (S2).

Microscopic aspect showing mold metallic minerals by Hercynian (or more recent) metamorphic biotite (biotite 2).

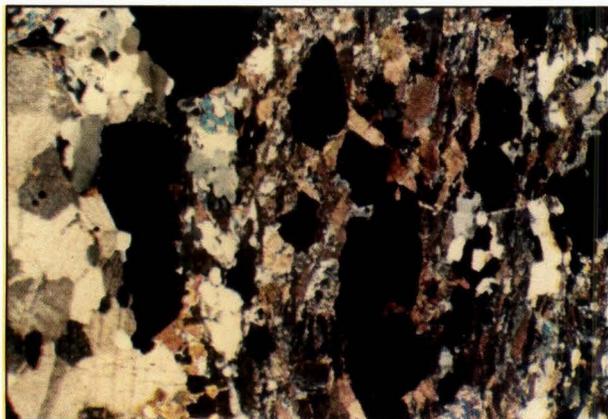


Photo 2

Figure montrant le moulage des minéraux métalliques par la biotite 1 (bio 1) matérialisant la schistosité (S1) d'âge Hercynien ou plus ancien. Remarquons les formes sigmoïdes de quelques cristaux de magnétite pris dans les plans de cisaillement (C).

Microscopic aspect showing the mold of some metallic minerals by biotite 1 which represent the Hercynian (or more older) schistosity.



Photo 3

Figure montrant des indices et remarques de déformation ductile clairement visibles sur les minéraux métalliques. Remarquons le microplissement de pyrrhotite et de chalcoppyrite concordant avec la schistosité (S1).

Microscopic indices of ductil deformation overprinting metallic minerals.