

Les Minéralisations de Plomb, Zinc, Cuivre du Domaine Alpin en Algérie

Par B. TOUAHRI*), Y. FUCHS*)

With 9 Figures

Zusammenfassung

Die hauptsächlichen Kennzeichen der Pb-Zn-Cu-Lagerstätten Algeriens werden dargestellt. Ihre räumliche Verteilung ist durch die tektonische Entwicklung in der Zeitspanne zwischen Trias und Miozän bestimmt. Die Pb-Zn-Vorkommen im Tell-Atlas treten in Carbonat-Gesteinen auf und gehören zum Plattform-Typ, während die tertiäre polymetallische Gruppe mit vorherrschendem Kupfer an einen Kalk-Alkali-Magmatismus gebunden ist.

Résumé

On présente un résumé des caractères des minéralisations Pb-Zn-Cu du domaine alpin en Algérie: morphologie, minéralogie, relations avec les roches encaissantes et avec le magmatisme.

La distribution des minéralisations est liée à l'évolution structurale et paléogéographique depuis le Trias jusqu'au Miocène.

On y distingue:

— Les minéralisations Zn-Pb associées aux séries sédimentaires qui constituent les différentes unités structurales de la chaîne, sont pour un grand nombre d'entre elles dans des environnements carbonatés de plate-forme mobile antérieurs à la phase orogénique paroxysmale.

— Les minéralisations polymétalliques liées au magmatisme calco-alcalin tardi-paléogène, caractérisées par l'importance du cuivre. Ces minéralisations, strati-formes ou filoniennes, sont associées à un magmatisme calco-alcalin effusif et hypovolcanique intrusif.

*) Laboratoire de Géochimie et Métallogénie, U.P.M.C., Tour 16, E. 5, 4, Pl. Jussieu, 75230, Paris, Cédex 05.

Abstract

The main characteristic features of the Pb-Zn-Cu ore deposits of the alpidic zone in Algeria are described: morphology, mineralogy, relation to the neighbourhood rocks and to magmatism.

The repartition of ore occurrences is related to the structural and paleogeographical evolution from the Triassic to the Miocene.

One can observe:

— A lead, zinc group associated with the sedimentary formations which are forming the different structural units of the Tell Mountains ridge. The most of these lead-zinc occurrences are hosted in carbonatic rocks on a mobile plat-form during a preorogénic phase.

— A polymetallic group is related to the calc-alkaline magmatic activity (partly effusif and partly not) during late Paleogene stage and to the closely related hydrothermal activity. These deposits are both of stratiform and vein type. They are characterized by the relatively high amount of copper.

Introduction

On tente une «régionalisation» stratigraphique et structurale des minéralisations de plomb-zinc-cuivre de la chaîne tellienne en Algérie. Pour cela on tiendra compte des progrès récents en matière de géologie qui ont permis à W. WILDI (1983) de préciser le schéma stratigraphique et structural de la chaîne Tello-Rifaine.

La position de certaines minéralisations devra, cependant, être précisée par la suite.

En métallogénie, les références sont plutôt rares, par contre le dossier exploration minière est riche, grâce à l'intérêt que l'Etat lui accorde.

L'important travail d'inventaire effectué par V. VYDRINE (1972), diverses études régionales et de gîtes réalisées depuis 1966, l'ouvrage de J. GLAÇON (1967), la synthèse de A. POPOV (1968), et les quelques thèses de métallogénie présentées ces dernières années, constituent l'ensemble des données disponibles.

1. Cadre structural du nord de l'Algérie

La structure actuelle du Nord de l'Algérie est le résultat d'une évolution géologique complexe du Trias jusqu'au Miocène. Deux schémas structuraux ont été proposés, le premier par M. KIEKEN (1962), le second par M. DURAND DELGA (1969). Celui-ci vient d'être précisé par W. WILDI (1983), en prenant en compte les résultats des travaux les plus récents. Il distingue (Fig. 1):

1.1. La Chaîne Tellienne

Elle est limitée au Sud par le front des nappes telliennes et elle comprend du Nord au Sud (Fig. 1):

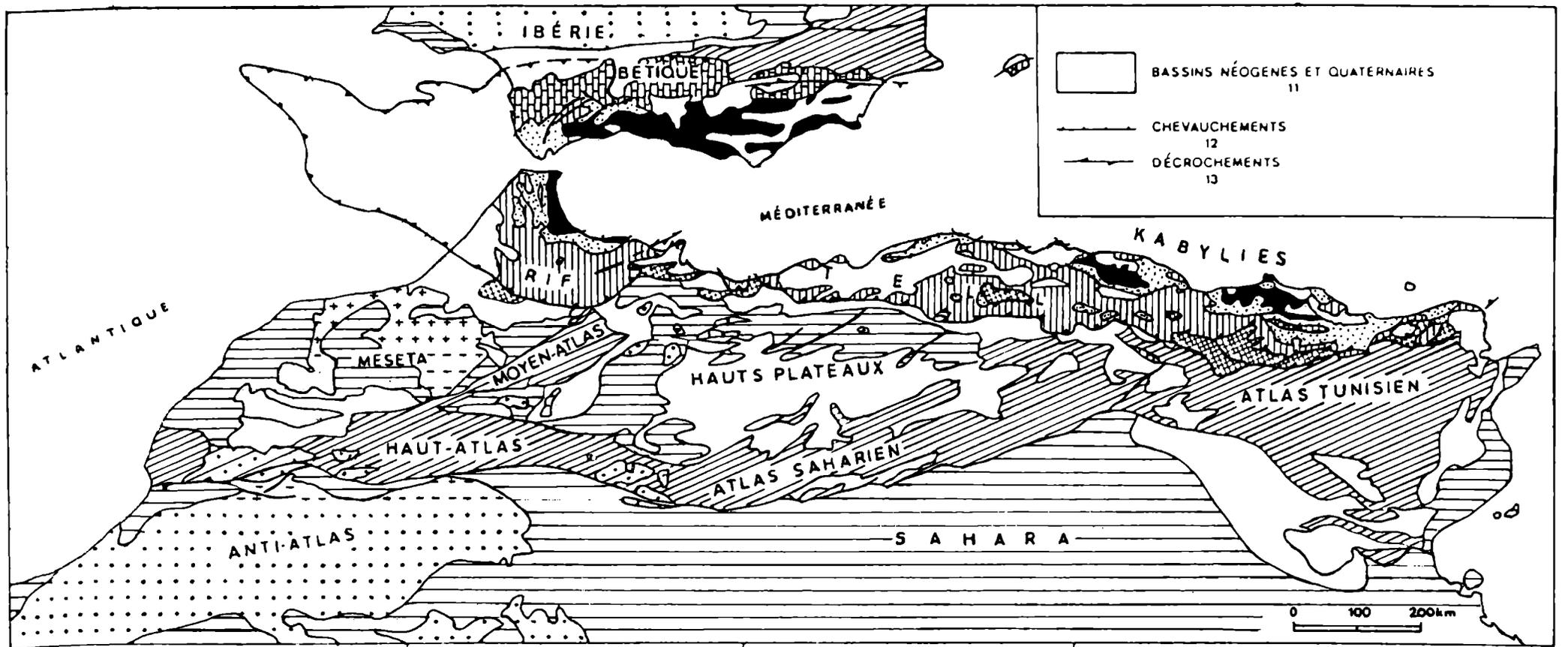


Fig. 1. Cadre structural du Nord de l'Algérie, d'après W. WILDI (1983).

a) Le domaine interne: il est formé des éléments issus de la dilacération de la plaque d'Alboran. Il affleure en Grande et Petite Kabylie et constitue les massifs d'Alger, du Chénoua, de Cherchell, et de Ténés. Il comprend le socle cristallophyl- lien kabyle, d'âge Précambrien, et sa couverture sédimentaire, la Dorsale kabyle ou Chaîne calcaire, formée de termes paléozoïques et trias à éocènes.

b) Le domaine des Flyschs: il est lié à la bordure sud et éventuellement ouest de la plaque d'Alboran. Il comprend des sédiments marins profonds de nature flysch- oïde d'âge jurassique moyen à oligo-miocène.

c) Le domaine externe tellien: il représente la marge téthysienne du continent africain. Les phases tectoniques tertiaires l'ont découpé en trois types d'unités qui sont du Nord au Sud: les unités ultra-telliennes, les unités telliennes s. s., les unités péni-telliennes, et les unités méridionales à Nummulithes.

d) Le sillon externe sud-tellien: il est constitué par les bassins sédimentaires qui ont reçu au Miocène les nappes de glissement et les klippes sédimentaires d'ori- gine septentrionale.

1.2. Les Avant-Pays africains

Ils bordent la chaîne tellienne au Sud et ils correspondent à la marge continen- tale de l'Afrique, on distingue:

a) Les Hauts Plateaux, avant-pays stable, tabulaire, et de comportement tec- tonique rigide.

b) Les Atlas Tunisien et Saharien, les Monts du Hodna, du Belezma, et des Aurés sont des avant-pays autochtones et à séries mésozoïques épaisses.

c) Les Sellaouas, à l'Est en avant de l'Atlas Tunisien, et les Traras et le Fillaou- cène, à l'Ouest en bordure nord des Hauts Plateaux, sont des avant-pays parautoch- tones plissés et écaillés vers le Sud.

d) L'ensemble allochtone Sud-Sétifien et l'unité néritique Constantinoise, sont de grandes unités rigides parautochtones, qui chevauchent les avant-pays de l'Al- gérie orientale.

2. Les minéralisations Pb-Zn-Cu dans la Chaîne Tellienne

C'est dans la chaîne tellienne, à l'Est du méridien de Blida, et dans les avant- pays de l'Algérie nord-orientale, qu'on trouve la plus forte densité d'indices affleu- rants avec environ 68% de l'accumulation métal, connue en Pb+Zn+Cu de tout le Nord du pays, qui s'élève à 5.3 millions de tonnes environ.

Sur une quarantaine de gîtes de plus de 10.000 t, douze renferment plus de 100.000 t chacun, deux seulement dépassent 500.000 t (les gisements de El Abed et de Oued El Kébir).

Les avant-pays renferment 56% de l'accumulation métal connue de tout le pays, les complexes post-nappes 30%, les unités telliennes 13%.

Dans les avant-pays, où dominent les minéralisations du type sous-inconfor- mité en environnement carbonaté épicontinental, ce sont le Crétacé inférieur à l'Est et le Dogger à l'Ouest, qui portent la plus forte concentration (43%).

2.1. Le socle cristallophyllien de Grande et Petite Kabylie

Les minéralisations se présentent en amas veinulés et d'imprégnations dans des calcaires métamorphiques, ou en filons et filonnets dans des gneiss et des mica-schistes.

Les premières sont souvent accompagnées par de la barytine et ont les caractères de gîtes concordants. Leur minéralogie est simple: blende (généralement dominante), galène, pyrite et accessoirement chalcoppyrite et stibine. On les interprète comme des minéralisations stratiformes postérieurement remobilisées par le métamorphisme et le magmatisme.

Les secondes, à gangue de quartz, sont:

– en Grande Kabylie, à chalcoppyrite, blende, pyrite, stibine et fluorine: l'étain peut atteindre 800 ppm et l'or, 0.3 ppm.

– en Petite Kabylie, à blende, galène, cuivres gris; l'or titre jusqu'à 3–4 ppm dans les minerais, et l'argent dans les concentrés atteint 110 ppm.

2.2. La Dorsale kabyle ou Chaîne calcaire

Les minéralisations sont mal connues; on signalera pour mémoire, le district du Djurdjura, où les indices de zinc (dominant) et de plomb, sont associés à des structures où sont impliqués, des calcaires dolomitiques et des dolomies de plate-forme du Lias des séries internes et médianes de dorsale. Ces minéralisations peuvent être remaniées en lentilles stratiformes dans l'Eocène carbonaté épicontinental.

2.3. Le domaine des Flyschs

Les minéralisations se répartissent selon une bande qui longe la bordure méridionale des massifs kabyles.

En Petite Kabylie, elles sont associées aux niveaux carbonatés du Lias et du Crétacé, et elles présentent différents aspects:

– amas veinulés brêchiques ou d'imprégnation, à blende dominante, galène argentifère et cuivres gris. La localisation des minéralisations est contrôlée soit par des zones silicifiées, hard-ground, à la partie supérieure du Lias sous un recouvrement de marnes du Crétacé inférieur, soit par des vides karstiques à l'intérieur des dolomies intensément fracturées.

– amas filoniens dans le Crétacé et le long des failles qui le mettent en contact avec le Lias dolomitique, ou l'Eocène. Outre la blende et la galène apparaissent la chalcoppyrite et les cuivres gris argentifères.

Ce dernier type présentent des analogies quant à sa composition, et sa localisation structurale avec les minéralisations dans les unités haut-telliennes de la partie septentrionale des Babors (voir paragraphe suivant).

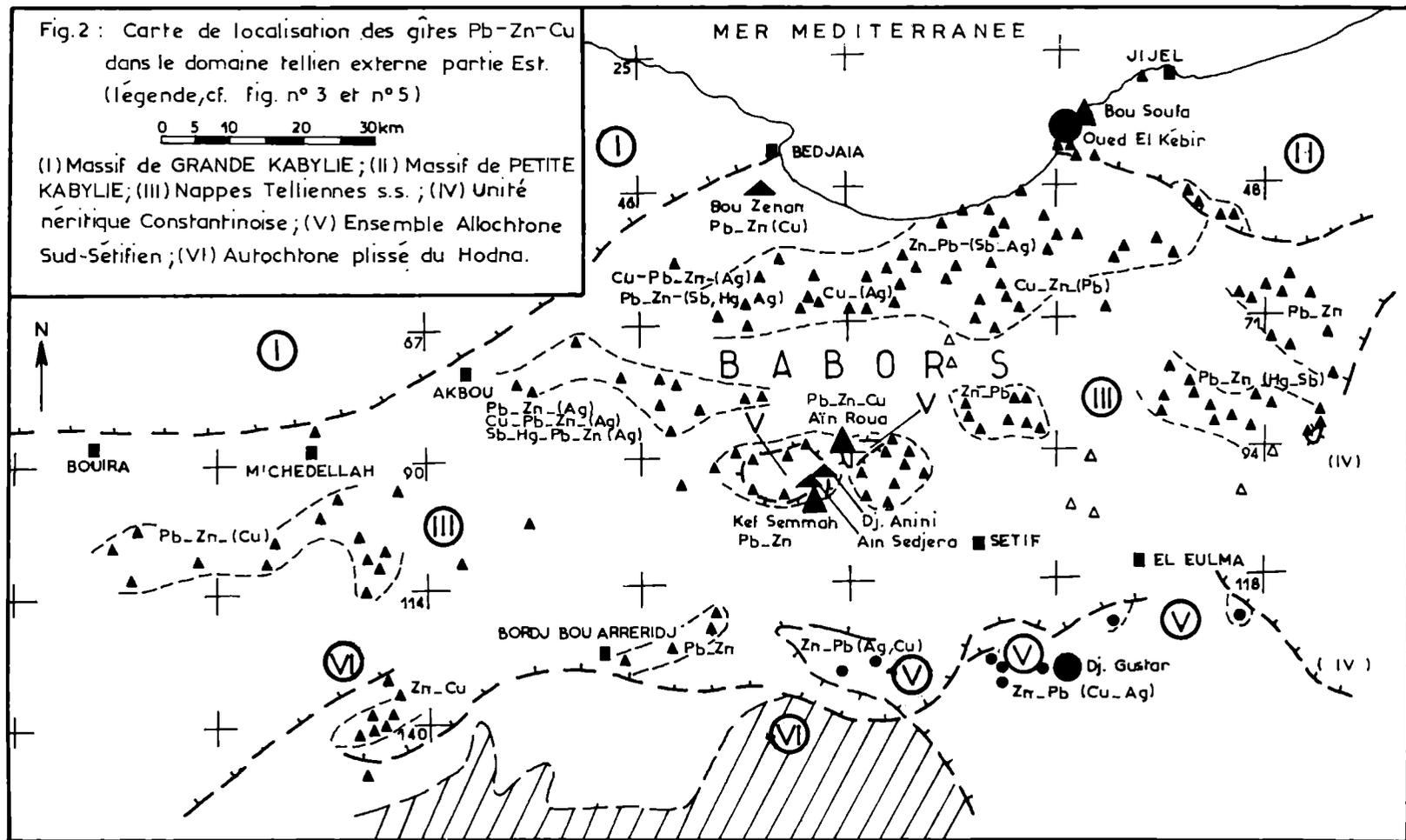
2.4. Le domaine externe tellien

On constate que la plupart des minéralisations est associée aux unités haut-telliennes.

Fig.2 : Carte de localisation des gîtes Pb-Zn-Cu dans le domaine tellien externe partie Est. (légende, cf. fig. n° 3 et n° 5)

0 5 10 20 30km

(I) Massif de GRANDE KABYLIE; (II) Massif de PETITE KABYLIE; (III) Nappes Telliennes s.s.; (IV) Unité nérifique Constantinoise; (V) Ensemble Allochtone Sud-Sétifien; (VI) Autochtone plissé du Hodna.



Celles associées aux unités mi et bas-telliennes sont encaissées dans des formations carbonatées d'âge jurassique à éocène. Elles peuvent localement être remaniées dans le Miocène.

a) Les Babors: Les minéralisations sont soit liées à des brèches tectoniques constituées de dolomies du Lias et qui longent des accidents Est-Ouest qui mettent en contact du Jurassique inférieur avec des marnes du Crétacé inférieur, soit en lentilles et amas de faibles extensions encaissés dans les dolomies du Lias (Fig. 2; GLAÇON, 1967).

Les premières sont à blende et pyrite avec apparition, en profondeur, de cuivres gris, de chalcopyrite, et d'arsénopyrite; les secondes sont à cuivres gris argentifères, pyrite, blende, galène avec parfois du cinabre.

Ce dernier type se distingue aussi par sa gangue composée de barytine, de sidérite et de quartz.

b) L'Atlas de Tablat: l'allure générale des gisements d'un point de vue morphologie est la même. Ce sont des filons de brèches tectoniques composés d'éléments de l'encaissant qui est représenté par des marnes et calcschistes du Crétacé. Une particularité de ce district est que l'on y remarque une zonalité Est-Ouest: les minéralisations sont cuprifères à l'Ouest, et zinci-plombifères et argentifères à l'Est, et où la gangue est riche en barytine (Fig. 3).

c) L'Ouarsenis, ou mine de Bou Caïd: les corps minéralisés sont souvent discordants par rapport à leur encaissant représenté par des calcaires dolomitiques et des dolomies du Lias. Celui-ci est renversé et repose en contact anormal sur une série flyschoides de type tellien et d'âge crétacé.

La localisation des corps minéralisés (en run, amas et colonnes) est contrôlée par des failles et des fractures de direction N-S, N-E, et N-W, marquées par des zones de brêchification et des cavités karstiques.

Celles-ci sont souvent de véritables «grottes aveugles» remplies de minerais oxydés, et enrobée de minerais sulfurés brêchiques dans l'encaissant carbonaté.

Selon les quartiers de la mine les minerais sont différents: barytine avec très peu de sulfures, lentilles pénécordantes à barytine et sulfures, minéralisations brêchiques à gangue de carbonates avec peu de barytine et à sphalérite dominante.

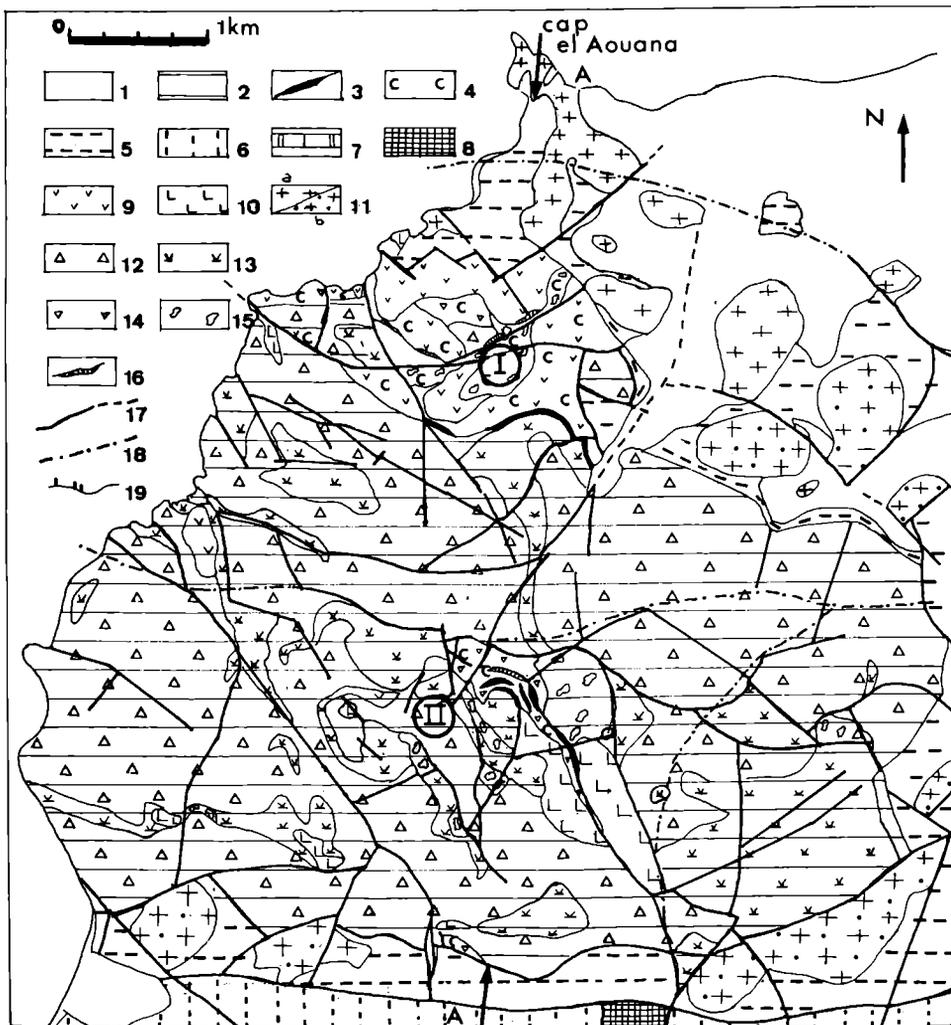
d) Le gîte de Koudiat Stah: la minéralisation, encaissée dans des calcaires éocènes appartenant aux unités bas-telliennes, est contrôlée par des joints marneux (à bitume et dissémination de cinabre) et par la fracturation. Aux niveaux minéralisés succèdent des marnes et argiles de même âge et qui correspondent à un épisode transgressif sur des dépôts de plate-forme tidale. Il s'agit là d'une minéralisation du type sous-inconformité en environnement épicontinental.

2.5. Les minéralisations associées aux phénomènes magmatiques tardi-paléogènes

a) Généralités:

Les principales expressions de ce magmatisme sont:

— des complexes volcano-sédimentaires, régions de Cap de Fer-Edough, de Jijel-Bejaïa, d'Oran et de Ténés.



coupe A-A



Fig. 4. Carte géologique simplifiée du Massif d'El Aouana, et coupe géologique (A-A) Nord-Sud; d'après G. MATSAK, 1978. I = gîte de Bou Soufa; II = gîte de Oued El Kébir; 1 = alluvions, sables, éboulis du quaternaire; 2 = formation de Port Maria; 3 = niveau volcano-sédimentaire; 4 = formation de Bou Soufa; 5 = grès, marnes, calcaires, de l'Oligocène et du Miocène; 6 = grès, marnes et calcaires du Cénomanién; 7 = calcaires domérien à oxfordien; 8 = conglomérats, grès, argiles gypsifères, dolomies, du Trias; 9 = intrusions andésitiques; 10 = intrusions dacitiques; 11 = a) intrusions périphériques grenues, b) microgrenues, diorites et microdiorites; 12 = brèches et tufs andésitiques; 13 = coulées andésitiques; 14 = brèches et tufs andésitiques et dacitiques; 15 = brèches d'explosion; 16 = niveaux mineralisés; 17 = failles et leurs prolongements supposés; 18 = failles interprétées d'après la géophysique; 19 = forages.

– des filons de rhyolites et des épanchements du type ignimbrétique en Petite Kabylie.

– des sills et dykes de diorites, de microgranites, et de rhyolites dans la région du Cap de Fer-Edough.

– des intrusions de granites calco-alcalins au Cap Bougaroun, en Petite Kabylie (massifs de Boudoukha et d'El Milia), dans les régions de Thénia et Dellys en Grande Kabylie, d'Oued Amizour, de Jijel et d'Oran.

Ces phénomènes magmatiques seraient contemporains de la transgression de la fin du Miocène inférieur et du début du Miocène moyen (Burdigalien).

Ils succèdent à la fermeture de la Téthys occidentale (au Lutétien supérieur-Priabonien) qui conduit à la collision entre la partie orientale d'Alboran et la marge africaine tellienne.

Les minéralisations Pb-Zn-Cu associées à ces processus sont très fréquentes tout le long du littoral maghrébin. On donnera un bref aperçu sur les gîtes les plus importants connus en Algérie.

b) Les gîtes du Massif d'El Aouana:

– cadre général (MATSACK, 1978; GLAÇON, 1967): le complexe volcano-sédimentaire (Fig. 4) comprend deux assises, l'une inférieure, celle de Bou Soufa comprend des andésites, des tufs andésitiques, des niveaux de conglomérats et de brèches pyroclastiques, des niveaux argileux à faunes du Miocène inférieur. Elle repose sur du Miocène argilo-gréseux et carbonaté. L'autre, supérieure, celle de Port Maria comprend des basaltes andésitiques recoupés par des dômes hypovolcaniques de même composition; les tufs et brèches sont plus rares que dans la première formation.

Entre les deux assises, il y aurait une faible discordance angulaire soulignée par un niveau sédimentaire argileux surmonté par une brèche explosive du type ignimbrétique.

Tout le complexe est recoupé par des dômes de dacite et de rhyodacite et leurs brèches associées, et il est ceinturé par des intrusions grenues et microgrenues («ring wall») qui percent les argiles et grès de l'Oligocène qu'elles métamorphosent légèrement.

Le gîte de Bou Soufa: situé au Nord du massif, il est encaissé dans la formation de Bou Soufa. En dehors des zones minéralisées, les roches andésitiques présentent un fond géochimique à 2000 ppm en cuivre.

La minéralisation se serait mise en place en trois phases:

1^{ère} phase: pyrite et quartz en imprégnation diffuse, amas et veinules.

2^{ème} phase: réouverture de la fracturation par la mise en place de intrusions, apparition des minéraux cuprifères (énargite, tétraédrite, chalcopyrite, bornite, chacosine I) et de barytine, de quartz ainsi qu'une deuxième génération de pyrite. La minéralisation prend l'aspect de stockwerks, de filonnets et de veinules. Cette phase donne naissance aux zones riches (2 à 8% en Cu) qui se localisent le long des contacts avec les intrusions et dans des fractures (Fig. 5).

3^{ème} phase: elle est induite par une longue période d'enrichissement supergène. Une deuxième génération de chalcosine se développe et domine sur les sulfures primaires de la deuxième phase. Ces processus supergènes sont très impor-

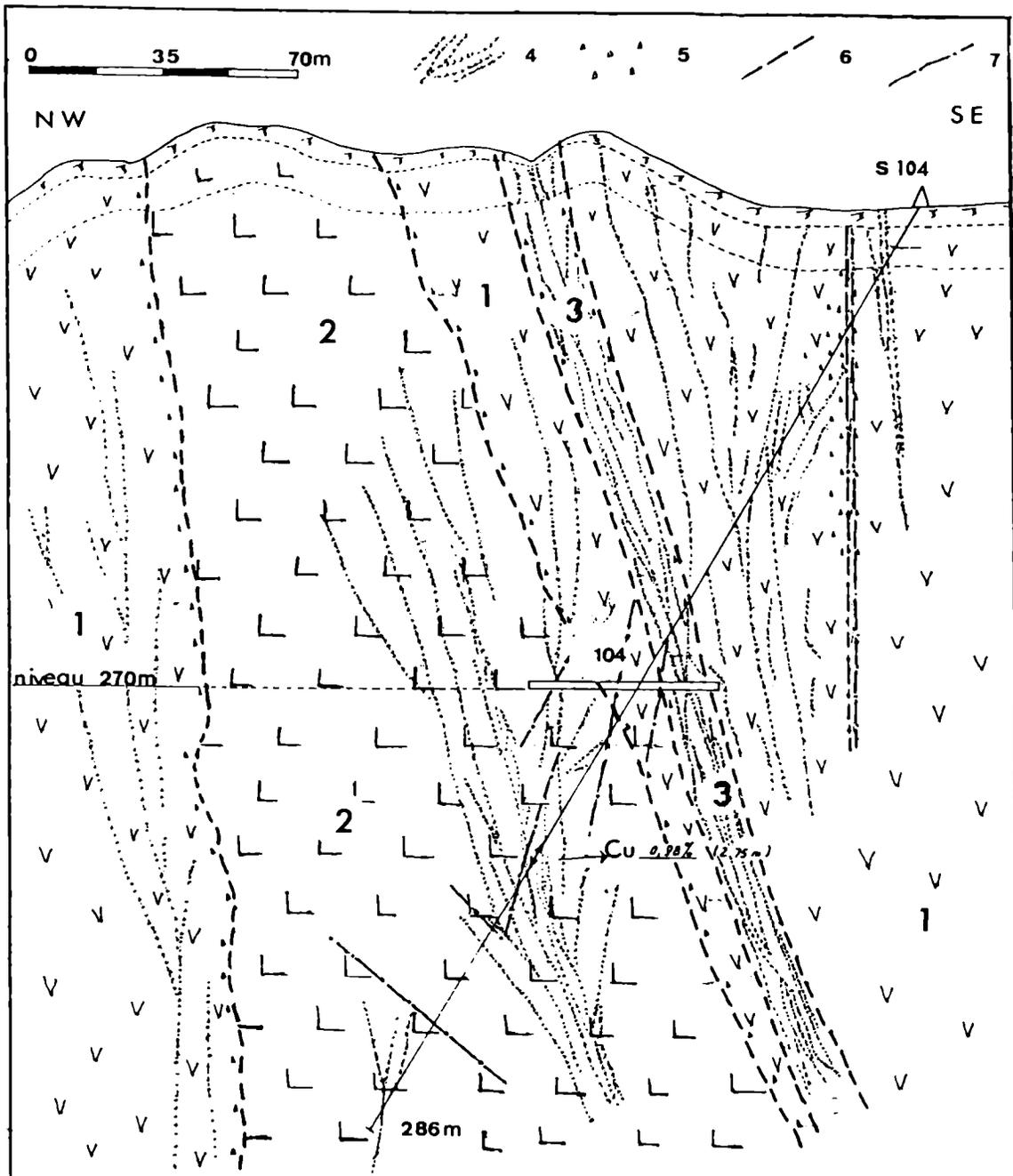


Fig. 5. Le gisement de cuivre de Bou Soufa, allure générale de la minéralisation (D'après rapport interne SO. NA. RE. M., inédit, 1971). 1 = formation andésitique de Bou Soufa, très altérée; 2 = intrusion andésitique, fortement altérée; 3 = zone minéralisée, riche, silicifiée, et barytisée; 4 = bréchification le long des failles des fractures et des contacts entre l'intrusion et la formation de Bou Soufa; 5 = failles; 6 = fractures.

tants à la partie supérieure du gîte où l'or en particulier titre en moyenne 2 g/t alors que dans les niveaux profonds il est toujours à moins de 1 g/t.

Le gîte de Oued El Kébir: il se trouve à la partie centrale du massif au Sud du gîte précédent, et il présente un caractère franchement stratiforme, tout au moins pour la minéralisation dite du niveau principal (Fig. 6), qui constitue l'essentiel des réserves calculées.

Celle-ci se localise à la partie supérieure de la formation de Bou Soufa sous un niveau volcano-sédimentaire argileux qui précède un dépôt de brèches ignimbritiques. Le tout étant surmonté par la formation de Port Maria.

Des forages géologiques ont récemment recoupé une minéralisation cuivreuse en imprégnations et veinules (du type griffon), analogue à celle du gîte de Bou Soufa et encaissée dans les mêmes types de roches.

Le minéralisation principale correspond à la superposition d'au moins deux phases (Lang-Villemaire, comm. or.):

– la première syn et diagénétique montre une paragenèse à pyrite, marcassite, cuivres gris, galène, schalenblende, chalcopryrite, et à gangue de roches volcaniques altérées avec quartz, barytine, calcite, sidérite, et dolomite.

– la seconde est représentée par une minéralisation filonienne qui recoupe la première phase. Elle montre une association à chalcopryrite, pyrite, marcassite, énergite et galène. Elle est liée à une phase hydrothermale tardive et est contrôlée par une tectonique syn et post-volcanique à caractère distensif.

c) Les altérations hydrothermales:

Dans une première approche on peut distinguer:

– celles qui affectent l'ensemble du complexe volcano-sédimentaire: ce sont essentiellement une kaolinisation et une silicification.

Cette dernière, plus rare dans la formation de Port Maria, est très développée dans celle de Bou Soufa. A Oued El Kébir, des quartzites hydrothermaux riches en alunite à leurs parties supérieures, affleurent et ont été recoupés par forage à la partie orientale du gîte.

– celles circonscrites aux limites des gisements: il faut dire qu'à Oued El Kébir, les altérations liées aux processus de minéralisation dans le niveau stratiforme principal, se limitent à une faible silicification. Elles sont plus développées en association avec les minéralisations pyriteuses et cuprifères du type griffon du gîte de Bou Soufa et sous le niveau principal de Oued El Kébir. Les roches, surtout au voisinage des fractures, sont intensément silicifiées puis pyritisées et barytisées. La séricitisation est fréquente, et on note aussi la présence de sidérite, d'ankérite, et de magnétite.

En conclusion, les altérations ont débuté à la fin du dépôt de la formation de Bou Soufa et se sont poursuivies postérieurement à celui de la formation de Port Maria. La superposition des différentes phases de minéralisation correspond aux différentes étapes d'évolution dans la nature des fluides hydrothermaux contrôlés par plusieurs phases de réouverture de la fracturation.

d) Les gîtes filoniens polymétalliques de Petite Kabylie:

Des manifestations intrusives, granodiorite, granite, monzonite, d'âge essentiellement Langhien (BOUILLIN, 1979), se placent à la partie centrale du massif et

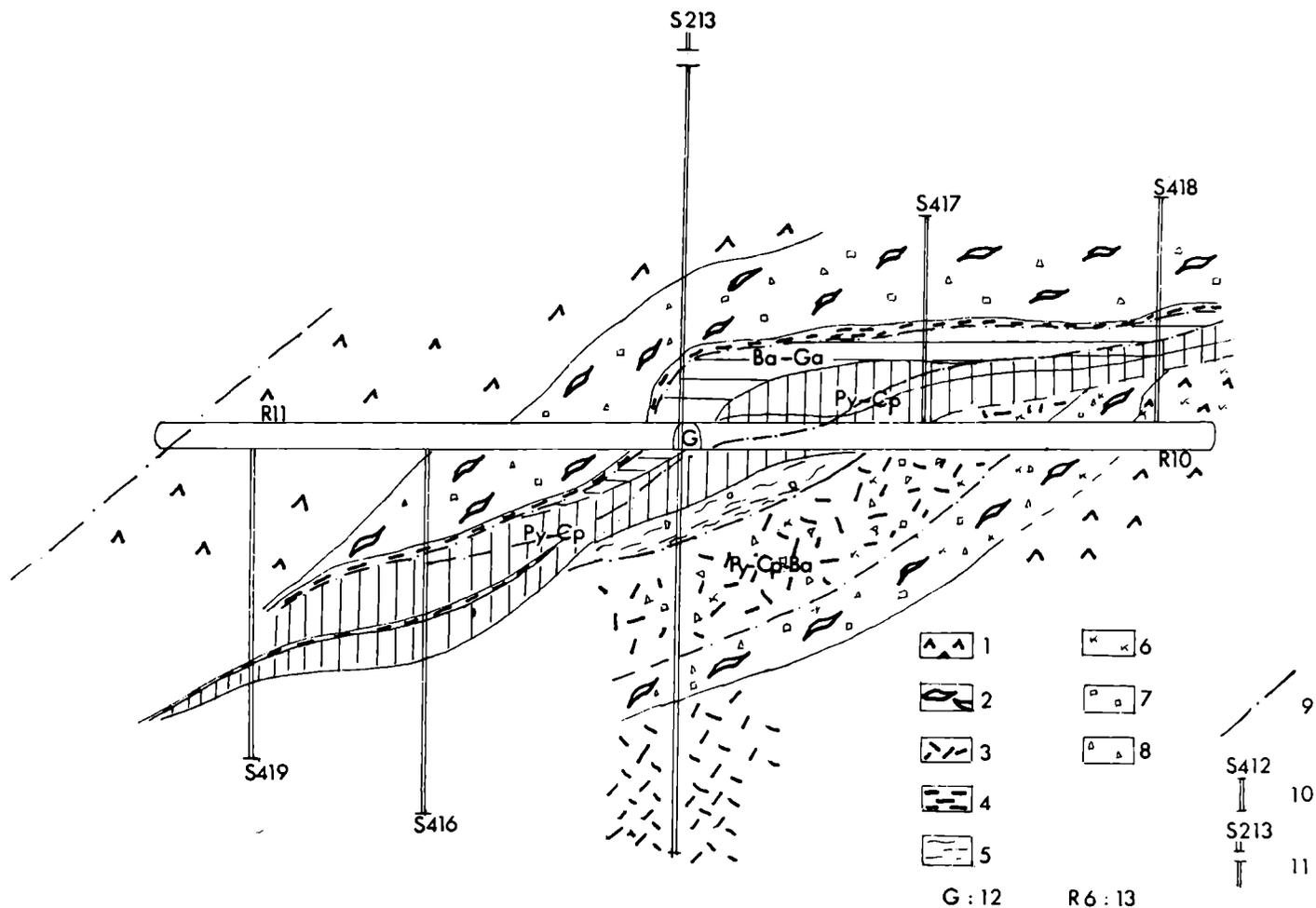


Fig. 6. Le gisement de Pb-Zn-Cu de Oued El Kébir, morphologie des amas minéralisés, et zonalité verticale de la minéralisation. Ba = barytine; Ga = galène; Cp = chalcopryrite; Py = pyrite. 1 = tufs andésitiques; 2 = laves andésitiques; 3 = niveaux argileux, volcano-sédimentaires; 5 = brèches volcano-sédimentaires; 6 = kaolinisation; 7 = pyrite; 8 = brêchification; 9 = failles; 10 = sondages souterrains et 11 = depuis la surface; 12 = galerie principale; 13 = recoupes.

Tableau I. Caractères généraux des minéralisations associées au magmatisme tardi-paléogène

	District de THÉNIA	District de BOUDOUKHA	District de SIDIKAMBER	District de OUEDOUDINA
TYPE (les chiffres indiquent les teneurs en %)	Pb († 0.4)-Zn; Cu († > 1)	Zn (5.8) Cu (2.3) Pb (1.2)	Zn-Pb-(Cu)	Zn (5-6)-Pb (2-2.5)
MORPHOLOGIE	filons, imprégnations	filons, amas veinulés	filons, amas veinulés	filons
GANGUE	quartz, tourmaline	quartz, barytine, chlorite, carbonates	quartz, calcite, sidérite, barytine	idem Sidi Kamber
ENCAISSANT	granite de Thénia et dykes associés	socle kabyle nappe des flyschs	socle kabyle	socle kabyle
MINÉRALOGIE	Pyrite, chalcopryrite, pyrrhotite, blende	Blende, chalcopryrite galène, pyrite, mispickel, cuivres gris, boulangérite	Pyrite, chalcopryrite, pyrrhotite, blende galène	Blende, galène, cuivres gris, chalcopryrite, pyrrhotite, bournonite
ZONALITE				vers. SW: Zn, Ba †; en prof. Pyrite, Zn, Cu, Sb †
ELEMENTS TRACES (teneurs en ppm)	Sn † 200, As 1000-10.000, W 300-1000, Au 1-n. 10	As, Sb, Au, Ni, Co, Bi 1900-5000, In 20, Sn † 100, Cd 300-3000,	(1) Conc. Pb 1964/68 Cu 300-500, Mn 300, P 50, Ag 80-120, Au 0,6	
1. dans le minerais		Ag 900-2500	(1) Conc. Zn 1964/68 Cu 2800-3000, Cd 1800-4500, Mn 75	Ag 1500-2000
2. dans les concentrés de Plomb			P 9-85, As 15-20, Ag 35-42, Au ≠ 1, Ge 20-195, Ga < 30	
de Zinc			In 3-20 615-1000	
de Cuivre		Au 7		
3. dans PbS				

(1) = d'après M. Oussedik et V. Hérault, 1971. - † indique l'accroissement des teneurs. - Conc. = concentrés. - Prof. = profondeur.

contrôlent la plus forte concentration polymétallique de la région (Fig. 7 et Tableau n° 1).

– le district de Boudoukha: les filons minéralisés recoupent le socle et sa couverture chevauchante de flyschs crétacés à éocènes. Ils recoupent aussi des minéralisations cuprifères veinulées encaissées dans les schistes métamorphiques, et qui sont de même composition que celles filonniennes.

– le district de Sidi Kamber: les filons recoupent les gneiss et les micaschistes du socle qui renferment des minéralisations veinulées concordantes à la foliation des roches. Les teneurs en argent sont plus faibles que pour le district de Boudoukha.

– le gîte de Oued Oudina: analogue aux précédents, il est cependant le plus éloigné des massifs intrusifs. Sa particularité est qu'on y signale une zonalité verticale et horizontale: vers le S-W, la barytine et la zinc augmentent, et en profondeur le plomb diminue, la pyrite et le zinc augmentent en même temps que la minéralisation devient à cuivres gris antimoniés et à bournonite.

e) Le gîte de Ain Barbar, à l'Est du Massif de l'Edough:

Les filons polymétalliques recoupent une série de flyschs d'âge Maestrichien, et le socle cristallin externe, de type africain, de l'Edough (VILA, 1980; MARIGNAC, 1976). Ces flyschs affleurent en boutonnière parmi la nappe nummidienne, d'âge Oligo-Miocène, qui les surmonte et que les filons, il semble, ne recoupent pas (Fig. 8).

Des dykes de rhyolites et de microgranites recoupent les filons et aux intersections, C. MARIGNAC (1976) signale des enrichissements en étain.

Une zonalité marquée, comme à Kef Oum Théboul (POPOV, 1986; NESTEROV, 1982), ou certains indices de Petite Kabylie, n'est pas signalée. Dans quelques filons la pyrrhotite et la galène augmentent en profondeur, mais en général, l'importance de la minéralisation diminue en profondeur.

C. MARIGNAC (1983) propose l'hypothèse d'une aire paléogéothermique plusieurs fois réactivée par des phénomènes tectoniques qui ont rythmé l'évolution des fluides hydrothermaux. Il considère une mise en place des minéralisations en trois phases:

1^{ère} phase hydrothermale précoce: chloritisation et brêchification de l'encaissant.

2^{ème} phase: à sphalérite, pyrrhotite (subordonnée), puis chalcopyrite.

3^{ème} phase: composée de plusieurs épisodes tardifs (brêchification, remaniement des phases précédentes, formation de quartzites hydrothermaux), chacun marqué par une reprise de l'activité tectonique.

3. Conclusions générales

Les minéralisations Pb-Zn-Cu de la chaîne alpine en Algérie sont hétérochrones et hétérotypiques: l'âge des formations porteuses s'échelonnent du Protérozoïque au Miocène et au Pliocène (gîte Zn-Sb-Cu de Hammam N'Bails, TOUBAL, 1984). Les plus importantes en tonnages dans les aires à plus forte concentration d'indices sont associées soit à une activité magmatique et volcanique à tendance

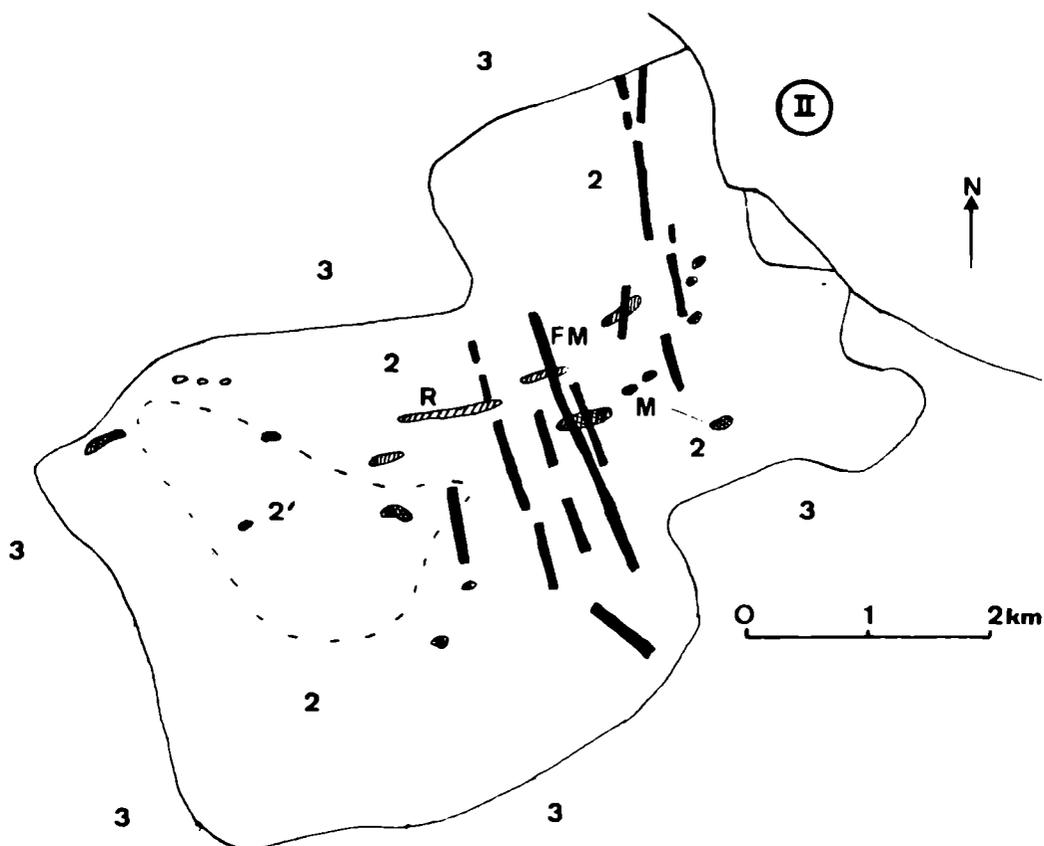
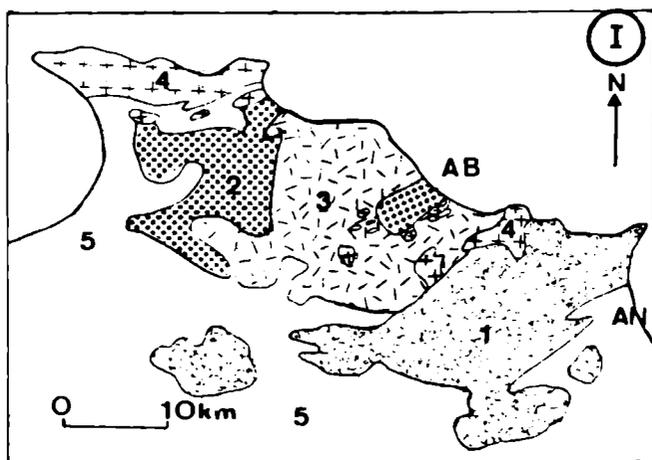


Fig. 8. Le gisement filonien polymétallique de Aïn Barbar. I = cadre régional: 1 = socle cristallin externe de l'Edough; 2 = flysch maestrichien à microbrèches; 3 = nappe numidienne: Oligo-miocène argiligréseux; 4 = formations magmatiques intrusives, sub-volcaniques et volcaniques tertiaires; 5 = formations sédimentaires post-nappes et Quaternaires; AB = fenêtre tectonique de flysch maestrichien parmi la nappe nummidiennne, et encaissant les filons minéralisés, voir détail II. Détail II: 2' = «cornéennes» à niveau de tufs enrichis en carbonates; FM = filons minéralisés; R = dykes de rhyolites; M = dykes de microgranites. D'après C. Marignac, 1976.

calco-alcaline, soit à des formations dolomitisées et probablement à des discordances (type sous-inconformité).

a) Les minéralisations associées au magmatisme

Elles peuvent être scindées en deux groupes:

— celles associées au volcanisme effusif de tendance andésitique: elles sont représentées dans le district d'El Aouana et elles sont connues tout le long du littoral maghrébin depuis le Rif, au Maroc et jusqu'en Tunisie.

A Oued El Kébir on définit un amas stratiforme principal à Pb-Zn-Cu, et pyrite, barytine; il repose sur une minéralisation cuprifère (du type griffon) et pyriteuse. Cette dernière constitue le gîte de Bou Soufa et se rencontre à Oued El Kébir.

— celles associées au magmatisme intrusif et subvolcanique tardipaléogène: elles constituent une véritable aire à minéralisation polymétallique caractérisée par l'importance du cuivre. Elles chevauchent des domaines structuraux différents d'Ouest en Est (massifs de Grande et Petite Kabylie, socle externe de l'Edough et sa couverture flyschöide chevauchante, nappe nummidienne près de la frontière avec la Tunisie). Si on prend comme référence le schéma génétique de C. MARIGNAC (1976, 1983), proposé pour le gîte de Aïn Barbar, le champ géothermique et donc l'activité hydrothermale a été déterminant dans la formation de ces minéralisations.

b) Les minéralisations associées aux formations carbonatées

Elles sont très pauvres en cuivre et sont le plus souvent à zinc (dominant) et galène. A l'exception des minéralisations associées aux calcaires métamorphiques du socle kabyle, elles sont encaissées dans des formations dolomitiques de plate-forme mobile d'âge lias à éocène.

Celles-ci se corrélaient avec les différentes plate-formes qui contrôlent la localisation des minéralisations Pb-Zn du type sous-inconformité des domaines autochtones et paraautochtones au Sud du front des nappes telliennes.

Vers l'Est de la chaîne et en bordure du domaine externe tellien et méridionale du domaine interne, le mercure, l'antimoine, l'arsenic et le cuivre (des cuivres gris argentifères), viennent compliquer les paragenèses ce qui reflète l'importance des remobilisations hydrothermales lors de l'orogénèse alpine et le long des principales lignes structurales E-W et N-E.

References

- 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. Soc. Géol. Fr., N. S., t. LVII, 135*, pp.1-84.
- DURAND DELGA, M. (1969): Mise au point sur la structure du Nord'Est de la Berbérie. *Bull. Serv. Géol. Algérie, nouv. série, 39*, pp. 89-131.
- GLAÇON, J. (1967): Recherches sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell Sétifien (Algérie). *Bull. Serv. Géol. Algérie, nouv. série, 32, 2* tomes.

- KIEKEN, M. (1962): Les traits essentiels de la géologie algérienne. Livre mém., P. Fallot, Mém. h-série, Soc. Géol. Fr., vol. I, pp. 545–614.
- LANG-VILLEMARE, C. (1984): Contribution à l'étude pétrographique du massif volcanique d'El Aouana et des minéralisations associées. Rapport de mission, Inivers. Alger, Bab Ezzouar, inédit.
- MATSAK, G., et al. (1978): Rapport des travaux de prospection et d'évaluation sur le gisement cupro-polymétallique de Oued El Kébir. Rapport E. RE. M., Algérie, inédit.
- MARIGNAC, C. (1976): Mise en évidence des successions paragénétiques dans les principaux filons minéralisés du district filonien polymétallique d'Ain Barbar (Wilaya d'Annaba, Algérie). Sc., de la terre, Nancy, t. XX, 1975–1976, pp. 333–401.
- MARIGNAC, C. (1983): The polymetallic ore Veins of Ain Barbar (Algeria) as a consequence of alpine geothermal activity. Miner. Deposits of the Alps and of alpine epoch in Europe (ed. by H. J. SCHNEIDER).
- NESTEROV, V. (1981): Rapport des travaux de prospection et d'évaluation sur le gisement cupro-polymetallique de Kef Oum Théboul. Rapport E. RE. M., Algérie, inédit.
- OUSSEDIK, M., HÉRAULT, V. (1971): Etudes des blendes et galènes Algériennes. Bull. Serv. Géol. Algérie, nouv. série, 41, pp. 71–93.
- ПОПОВ, А. (1968): Les types morphologiques et la répartition des gisements de zinc et de plomb en Algérie. Gisements de plomb zinc en Afrique. Ann. Mines et Géol. Tunisie. n° 23. pp. 103–203.
- ПОПОВ, А. (1971): Rapport des travaux géologiques sur le gisement de Bou Soufa. Région de Jijel, Rapport E. RE. M., Algérie, inédit.
- TOUBAL, A. (1984): Contribution à l'étude des minéralisations antimonifères du Nord-Est algérien: une province métallogénique hétérochrone. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univers. Paris VI.
- VILA, J. M. (1980): La chaîne Alpine d'Algérie Orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse Doct. és-sciences, Univers. Paris VI.
- VYDRINE, V. (1972): Géologie et répartition des gîtes de métaux non-ferreux au Nord de l'Algérie. 2 tomes, fichier des indices et des gîtes de métaux non-ferreux, carte provisoire au 1 : 500.000. Rapport E. RE. M., Algérie, inédit.
- WILDI, W. (1983): La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie): structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. Géol. Dyn. et Géograph. Phys., 3, 24, pp. 201–297.