

# Le gisement de molybdene de Hüseynbey - Ovasi et l'importance economique de ce metal.

Par Georges Ladame, Dr. es Sc.

Comme pour de nombreuses regions du monde entier les encyclopedies signalent au meme titre en Anatolie la presence sporadique de molybdenite dans differentes localites. La molybdenite est le seul mineral reellement commercial dont on retire le metal en question.

Ce n'est cependant qu'à Hüseynbey - Ovasi, district de Keskin, province d'Ankara, que se trouvent des affleurements suffisamment importants de filons quartziferes, impregnes de molybdenite, pour avoir justifie des travaux de recherches minieres d'une certaine ampleur. A l'heure actuelle, on peut dire que le gisement de Hüseynbey - Ovasi est bien le seul de son genre en Turquie.-

Depuis environ 6 mois, des travaux de recherches sont pousses avec activite par l'Institut M.T.A. en vue de la reconnaissance complete du gisement et de sa preparation pour la future exploitation.

La situation geographique est favorable, puisque son altitude n'est que de 1050 m. environ, sa distance de la Station de chemin de fer Balışeh ne comporte que 9 km.

**Aperçu geologique.** — Le granite à amphibole et à biotite, qui constitue la base de la region de Beyovasi, se rattache genetiquement au massif de "Keskin - Köp.-rüköy,,. Cette roche presente dans l'ensemble un caractere melanocrate qui l'apparente localement à un magna granodioritique. La

presence de phenocristaux de feldspath lui confert un caractere porphyroide propre aux roches dont la consolidation s'est effectuee à faible profondeur.

On est frappe par l'etat d'alteration de certains affleurements du granite. La kaolinisation, plus precisement la sericitisation, en est localement complete. -

Le defaut de sedimentaire rend ici fort problematique les considerations sur l'âge de la mise en place du massif erüptif. Les observations que j'ai eu l'occasion de faire à Yerköy et à Yozgat, en collaboration avec le Dr. P. Arni, ou le granite est analogue à celui de Hüseynbey - Ovasi, permettent pour l'instant de parler d'âge *mesozoïque*.

Le granite passe, sur le versant N du Gümüş - Pınarı, à des roches microgrenues leucocrates et aplitiques accompagnees de veritables quartzporphyres. Signalons aux environs du col du meme nom les nombreux eclats verdâtres d'une roche d'aspect lamprophyrique, mais que je tends à considerer comme une diorite quartzifere à hornblende, vu l'incertitude qui regne sur la nature exacte de son mode de gisement. Il ne m'a pas ete possible de trouver d'echantillons en place en cours de cheminement. -

Concernant les gîtes de molybdene, c'est-à-dire du point de vue pratique, il importe surtout de constater que le granite de Hüseynbey - Ovasi a ete recoupe à

différents endroits par des filons de pegmatite. Tel est le cas de l'amas pegmatitique situé au S.E du hameau d'Eldelek ou de la crête de rochers nommée Gökkaya; tel est surtout le cas de différents affleurements filoniens renfermant le molybdène, sous une forme quelconque. *Ges filons sont d'origine pegmatitique.* Ils se distinguent des premiers par la présence d'une minéralisation ne comportant non seulement du molybdène, mais aussi de la magnetite, de la pyrite, accessoirement de la pyrite cuivreuse, par-ci par-là de la galène. Ils sont donc de véritables gîtes métallifères.

**Description des filons.** — Le territoire examiné dans cet article (v. le croquis de situation, figure no. 1) comprend:

- 1) *Le filon principal, dit de Hüseyinbey - Ovası,*
- 2) *Les affleurements, dits de Karamustafa,*
- 3) *Les affleurements Yusuf, Keklik - Kaya et d'autres de moindre importance.*

1) *Le filon de Hüseyinbey-Ovası* a une orientation variant entre NE 50° et NE 100°



Figure No. 2

Avant-plan, baraquement du compresseur; Second plan, tranchée creusée à l'affleurement du filon de Hüseyinbey - Ovası sur la rive droite du Çanlıkdere, altitude 1070 m. Arrière plan, colline de Semenkaça dans la direction (E-S-E) des affleurements de Karamustafa.

D'innombrables accidents tectoniques accentuent encore ces variations. Le filon est étiré, sa continuité est parfois complètement interrompue par des rejets et des failles.

Le point de départ des travaux a été la rive droite du Çanlıkdere à l'altitude 1070 m. (v. figure No 2) Leur orientation moyenne est NE 90°. Le pendage se maintient aux environs de N 70°. Des constatations précédentes, il résulte que le remplissage filonien a subi maints remaniements et qu'il est loin d'être homogène. Ce remplissage comporte les éléments suivants:

- a) des paquets de la roche encaissante,
- b) du quartz, associé à du feldspath,
- c) des enduits argileux noirâtres,
- d) des rognons de biotite verdâtre (chlorite).

Au point de vue des minéraux métalliques associés à la gangue dont je viens de faire rapidement l'analyse, on peut résumer comme suit mes observations:

a) *La molybdénite*, qui est un sulfure naturel de formule MoS<sub>2</sub>, renfermant 60% de molybdène, se présente dans le quartz, qu'elle colore d'une teinte bleutée; elle s'y trouve à l'état pulvérulent, intimement mélangée à la magnetite. Elle est aussi associée à la chlorite un mica magnésien dans ce cas la molybdénite est cristallisée en larges paillettes hexagonales, intercalées entre les paillettes de la chlorite à laquelle vient s'adjoindre une forte proportion de magnetite. Les enduits argileux abondants sont colorés par la molybdénite, mais surtout par la magnetite.

Il y a enfin des témoins brechoïdes de la roche encaissante et une zone d'imprégnation partant des épontes du filon proprement dit, qui sont minéralisées plus ou moins intensément, au point de pouvoir être considérées comme minérales, au même titre que le matériel sortant du filon.—

b) *La pyrite*, accessoirement la *pyrite cuivreuse* et exceptionnellement la *galène* se rencontrent en premier lieu dans les

craquelures secondaires du quartz. Les remplissages argileux renferment abondamment de la pyrite.—

c) *La magnetite* est ponderalement le mineral metallique le plus repandu. J'ai signale ses formes d'association en rapport avec la molybdenite et la pyrite et n'ai pas à y revenir.—

Ces differents mineraux ont donne lieu à la formation des derives d'oxydation bien connus : La molybdenite s'est transforme en *ocre de molybdene* de formule  $M_0O_8$  et en *powellite* de formule  $C_0 M_0 O_4$ ; cette derniere se rencontre dans le quartz des divers affleurements et constitue une curiosite mineralogique par suite des pseudomorphoses powellite - molybdenite en paillettes hexagonales que Ton y observe. —

La pyrite s'est transforme en limonite et en sulfates ferreux. Des traces de malachite soulignent par leurs colorations d'un vert vif la presence de pyrite cuivreuse.

Une serie de croquis du remplissage filonien illustrent mieux qu'une description (v. figures 3<sub>a</sub> et suivantes) son caractere extremement variable. Sa largeur moyenne varie entre 0,4 et 1,0 m, tandis que la zone d'impregnation au toit et au mur peut atteindre une puissance de plusieurs metres avec des teneurs en  $M_0 S_2$  de l'ordre de 1,0 à 3,5 % . Cette impregnation est en relation avec des ramifications partant du filon central et bifurquant dans toutes les directions, au gre des accidents tectoniques.

2) Alors que le prolongement W du filon de Hüseyinbey Övasi fait defaut, il se trouve 1000 m plus à l'E une serie d'affleurements connus sous le nom de «KARAMUSTAFA». On acquiert sur le terrain l'impression que le filon principal, dont je viens de faire la description et "Karamustafa" peuvent etre groupes dans la meme zone d'influence pegmatitique. On se trouve ici sur le versant W du vallon du Keklik-dere.

Le filon est oriente NE 70° à 90° avec un plongement N de 50° à 75°. Le dynamometamorphisme y est moins prononce. Cette impression est accentuee par le fait d'un remplissage plus homogene qu'au filon principal.—

Voici deux profils releves l'un en amont- pendage, le Second à l'aval-pendage, 200 m. plus à l'E :

*Profil du filon "Karamustafa,, , amont- pendage.*

Mur granite à mica noir, nettement pegmatitique,



Figure No. 3a

Bloc de minerai de molybdenite provenant du filon principal, dit de Hüseyinbey - Övasi; aux epentes quartz blanchâtre, craquele avec veines de pyrite secondaire et quelques grosses paillettes de molybdenite; la partie noirâtre à gauche est un remplissage argileu impregne de magnetite, de pyrite et de molybdenite; au centre, quartz gris - bleute, brechoide, charge de magnetite et de molybdenite; dimension du bloc: 100 cm/65 cm.

- 3 cm quartz blanc, filonien, â molybdenite,
- 110 cm pegmatite,
- 2 cm quartz avec molybdenite,
- 38 cm pegmatite,
- 12 cm quartz avec molybdenite,
- 12 cm pegmatite,
- 25 cm quartz avec molybdenite,

Toit granite identique â celui du mur,  
*Parofil du filon "Karamustafa» , aval-  
 pendage.*

- Mur granite porphyroïde â biotite, hornblende et phenocristaux de feldspath,
- 11 cm quartz blanc laiteux,
- 4 cm filonnets de biotite verdâtre,
- 26 cm quartz blanc, traces de powellite,
- 3 cm filonnets de biotite verdâtre,
- 14 cm quartz blanc, traces de molybdenite et de powellite,
- 18 cm quartz, biotite, feldspath, ensemble pegmatitique,
- 35 cm quartz blanc,

Toit granite identique â celui du mu.

D'une façon generale, les observations recueillies â Karamustafa montrent la presence de molybdene. Il s'y trouve moins de pyrite que dans le filon principal, moins de magnetite aussi.

3) Le troisieme groupe comprend *les filons "Yusuf,, , Keklik-Kaya, etc. ,* situes sur le versant E du Semen kaya, tout comme "Karamustafa,, , mais â 500 m. plus au N.-

Il s'agit en realite plus d'un faisceau filonien, c'est-â- dire, de petits filons relativement etroits, lenticulaires, d'une longueur de 30 â 50 m. , se relayant reciproquement. Leur orientation est NE 100° â 110°, le plongement etant N 60° â 75°. Le remplissage ne varie pas : on y retrouve le quartz, la biotite, la magnetite en abonçance, ainsi que la pyrite. La proportion relative des differents mineraux, rappelle ce qui a ete constate dans le filon principal

decrit en premier lieu. C'est - â - dire que le quartz a une teinte gris - bleuee, lorsqu'il est charge de magnetite et de molybdenite. La biotite se presente en rognons, en nids et en rubans qui encadrent le quartz ou qui longent les epontes filoniennes. A la biotite s'associe tres generalement la magnetite. On observe ici de beaux echantillons de powellite en pseudomorphoses de molybdenite -

*Considerations genetiques* — Les differents gîtes dont je viens de faire une rapide description se rattachent â des intrusions pegmatitiques. Leur remplissage remanie, par suite du dynamometamorphisme regional, est dejâ heterogene de par la composition petrographique de ses constituants. Leur complexite a ete encore accentuee par la succession de venues mineralisantes auxquelles ils ont ete exposes au cours des âges geologiques.

Les phenomenes pegmatitiques et mineralisants sont des phenomenes propres â la region consideree dans son ensemble et non pas localises aux 2 ou 3 affleurements decrits dans cet article. La preuve en est la pyritisation subie par le massif granitique, sa teneur en magnetite, son alteration accentuee, â mon avis, par des phenomenes hydrothermaux.

Il est donc probable que les recherches de prospection permettent de decouvrir de nouveaux points mineralises, soit en affleurement, soit, au contraire, en profondeur.

Au point de vue paragenetique, il semble que la magnetite et une partie de la molybdenite sont d'origine pegmatitique-pneumatolytique, tandis qu'une autre partie, largement cristallisee, mieux individualisee se rattacherait â une phase plus tardive. La pyrite est dans l'ensemble posterieure, d'origine hydrothermale. Elle cimente des cassures du quartz qui sont evidemment secondaires.

*Mise en valeur.*

Les recherches minières sont poussées activement au filon principal, dit de Hüseyinbey - Ovası, puisque c'est là que l'on a constaté à maints endroits une minéralisation particulièrement dense en molybdénite. On a commencé par une tranchée (v. figure no. 2) Elle a eu l'avantage de mettre en évidence la disposition en stockwerk de ce gîte, qui comprend donc une cassure principale, des ramifications et une zone d'imprégnation. Le terrain étant très friable, il a fallu poursuivre les recherches en galeries, faire un puits (v. figures no. 4 et no. 5), etc. Sauf dans les parties quartzifères du filon, on n'emploie que relativement peu d'explosifs, car le minerai vient assez facilement au pic.

À "Karamustafa,,," à "Keklikkaya,,," aussi, le terrain est solide, les filons généralement quartzifères ; une autre technique s'est imposée dès le début.

Voici quelques analyses de minerai qui permettent d'apprécier la situation de ce point de vue qualitatif :

Analyse N°	Mo S <sub>2</sub> %	Fe %	Cu %	Observations
	ou Mo 2 %			
914	3,77 ou 6,28	7,89	0,01	Stocks première qualité
916	0,43 ou 0,72	0,65	Traces	Entrée galerie B
921	1,17 ou 1,95	3,59	Traces	divers stocks
922	0,49 ou 0,83	3,06	Traces	stocks pauvres
924	2,80 ou 4,56	8,52	Traces	stocks première qualité
928	0,38 ou 0,63	3,39	Traces	stocks pauvres
1,886	1,87 ou 3,13	—	Traces	zone d'imprégnation

La teneur en or est insignifiante dans le minerai ; elle atteint 1,0 g/t dans les concentrés. La teneur en argent est de l'ordre de 7 à 9 g/t dans le minerai.

Il est bien évident que ces minerais demanderont à être traités pour pouvoir devenir utilisables et marchands. Ce traite-



Figure No. 4

Entree de la galerie de base. Au-dessus de l'entree, affleurement du filon de quartz de Hüseyinbey - Ovası. A droite, échafaudage du puits foncé par l'institut M. T. A.,

ment consistera en une concentration, opérée par la méthode de flottation, de façon à éloigner du minerai tous les corps chimiques indésirables et même nuisibles pour la fabrication des aciers spéciaux au molybdène. Grâce à la flottation, il sera possible d'obtenir des concentrés titrant couramment 90 % de Mo S<sub>2</sub> -

**Quelques considérations économiques.** — Le molybdène allié aux aciers a la faculté d'améliorer considérablement certaines propriétés très appréciées. Voici

teuses, etc.) a demontre que ces aciers ne perdent pas leur trempe, c'est-à-dire leur durete. malgre l'echauffement considerable auquel ils sont soumis. De la un gain considerable dans le rendement des machines en question tres repandues dans les Industries les plus variees.-

Les aciers au molybdene (chrome-molybdene ou chrome-nickel molybdene) ont en outre un coefficient d'elasticite, une durete et une resistance à la corrosion chimique bien superieurs à ceux des aciers utilises auparavant. En les employant, on realise un gain de poids et d'encombrement important dans tecas de plaques de blindage pour ouvrages de fortification, navires de guerre, tanks, etc... Ces memes proprietes sont tout autant appreciees des constructeurs de machines. Les soupapes des moteurs à explosion sont faites avec des aciers au molybdene, de meme les bandages des roues des wagons de ehemin de fer, etc. etc. -

On sait que pour l'industrie chimique, les aciers inoxydables ou "anti-acides,, sont de premiere importance. O n a done fait des vannes, des autoclaves, des tuyauteries en acier au molybdene. -

L'impulsion rapide donnee à l'emploi toujours plus repandu du molybdene est due à la propagande scientifiquement organisee du plus grand producteur de ce metal, la Climax - Molybdenun Cy of Colorado, U. S. A. La statistique de production de cette mine bien americaine par ses enormes proportions permet de constater un accroissement du tonnage des concentrates qui devient particulierement important à partir de 1934. Les metallurgistes en viennent vraisemblablement à remplacer systematiquement le tungstene, et meme le vanadiums des aciers speciaux, par le molybdene. -

1923.	. . . . .	23tonnes	
24.	. . . . .	291	»
25.	. . . . .	1150	»
26.	. . . . .	1360	»
27.	. . . . .	2230	»
28.	. . . . .	3300	»
29.	. . . . .	3900	»
1930.	. . . . .	3200	»
31.	. . . . .	2500	»
32.	. . . . .	2500	»approximativement
33.	. . . . .	2500	»
34.	. . . . .	3900	»
35.	. . . . .	9450	»
36.	. . . . .	10000	»estimation provisoire

Le gisement de Cūmax possede des reserves d'un minerai à 0,7 % de MoS<sub>3</sub> depassant largement 100 millions de tonnes.-

L'usine de concentration avait une capacite de 3500 tonnes par 24 heures en 1935, actuellement elle traite 5000 tonnes et les dispositions sont prises pour arriver à 10000 tonnes de minerai par 24 heures. C'est dire que la Climax escompte une augmentation de 100 % de la consommation actuelle de molybdene, puisqu'elle fournit à elle seule les 85 % de la production mondiale.-

Il est evident que les autres producteurs de concentrates de molybdenite (MoS<sub>2</sub>) et ceux encore plus rares qui produisent des concentrates de wulfenite (Pb MoO<sub>4</sub>), le Second mineral industriel d'ou l'on retire le molybdene. sont clairesemes et d'importance tres secondaire.-

On signale quelques exploitations, telles l'Arizoan Molybdenum Cy., la Molybdenum Corporation of America, etc. en U.S.A. Il existe une mine relativement plus importante au Mexique. Au Canada les gisements sont trop pauvres et trop peu etendus pour

travailler aux cours actuels, alors que pendant la guerre mondiale leur activité a été assez grande. -

En Norvège, l'A.S. Knaben Molybdængruber a développé énergiquement ses exploitations et modernise son installation de flottation pour y traiter aux meilleures conditions son tout-venant à 0,35 - 0,4 % de  $\text{MoS}_2$ . Sa production de concentrés semble s'être accrue de 150 à 200 tonnes en 1930 à 600 et même 700 tonnes dans les années 1934 - 1935. Ceci témoigne également d'un ferme espoir dans l'avenir de ce métal. -

Au Maroc français, la mine d'Azegour dispose d'un gisement dont le tout-venant ne peut être traité dans la règle sans avoir été schéide pour le porter à 0,8 - 0,9 % de  $\text{MoS}_2$ . L'usine de flottation construite en 1932 avait une capacité moyenne de 80 tonnes par 24 heures, ce qui lui permettait de produire en 1933 154 tonnes de concentrés, en 1934 165 tonnes. En 1935, l'usine a été doublée et une nouvelle augmentation de sa capacité était prévue pour 1936.-

Le cours coté en U. S. A. pour le  $\text{Ib.}$  de  $\text{MoS}_2$  contenu par tonne de concentrés

se maintient à 0,42 depuis 1933. Ce cours équivaut à environ 950 Ltq. pour le tonne de concentrés à 87 - 88% de  $\text{MoS}_2$ .

Le fait que les exploitants du monde entier agrandissent leurs entreprises permet de supposer qu'elles sont rémunératrices et

favorables au développement des industries nationales de ces différents pays. -

Si l'on juge d'après les échantillons de minerai analysés jusqu'à présent, le gisement de Hüseyin bey - Ovasi serait favorisé par des teneurs supérieures aux teneurs ordinaires. Il ne me reste qu'à formuler l'espoir que les travaux de développement de la mine mettent en vue un tonnage justifiant l'organisation d'une exploitation industrielle complète pour que la Turquie puisse bientôt se compter parmi les rares producteurs de concentrés de molybdénite. -

*Dr. Georges Ladame, ing. dipl.*

Ankara, Avril 1937.

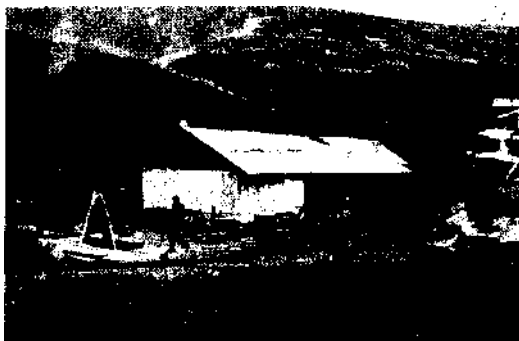


Figure No. 5

Echafaudage du puits et baraque du treuil d'extraction.