

Verh. Geol. B.-A.	Jahrgang 1978	Heft 3	S. 311-319	Wien, Dezember 1979
Proceed. 3 rd ISMIDA (Leoben, Oct. 7-10, 1977)			S. 137-145	Wien, Dezember 1979

Über Erzlagerstätten im Tertiär von Tunesien und Constantinois

Von YVES FUCHS^{*)}

Mit 6 Abbildungen

Schlüsselwörter

Algerien (E-)
 Tunesien
 Tertiär
 Erzlagerstätten
 Coelestin
 Phosphate
 Bleierz
 Paläoklimatologie
 Paläogeographie
 alpine Tektogenese
 Vulkanismus
 alpine Orogenese

Zusammenfassung

In Tunesien und Ost-Algerien (Constantinois) sind im Tertiär drei verschiedene geologische Gebiete zu unterscheiden. Im Süden finden wir den Kontinent, in der Mitte (Gegend von Gafse, Kasserine, Tebessa, Dj. Onk, Nementschas) befindet sich eine epikontinentale Plattform mit Inseln, die vom Ende der Kreidezeit bis zum Miozän bestanden haben; im Norden liegt das Gebiet der Überschiebungen und der syn- bis orogenetischen Sedimentationsbecken.

Aufgrund der lagerstättenkundlichen Untersuchungen gelang es, Unterschiede zwischen den Lagerstätten der drei genannten Gebiete klar herauszuarbeiten: In der zentralen Zone die Coelestin-Vorkommen im untersten Eozän, die Phosphatlagerstätten im unteren bis mittleren Eozän, die Blei-Vorkommen im oberen Eozän, die vererzten Karstfüllungen bei Bled Zelfane unter der Diskordanz des Miozäns auf Kreide. Alle Unterschiede in den Lagerstätten sind paläoklimatisch und paläogeographisch bedingt.

Im Norden hingegen steht die Genese der schichtförmigen wie die der gangförmigen Lagerstätten (Pb, Zn, Hg, Sb, F, As . . .) in Zusammenhang mit der alpinen Tektogenese und dem ihr zuzuordnenden Vulkanismus.

So zeigt sich, daß die geographische Verteilung der Lagerstätten im Tertiär Tunesiens und Ost-Algeriens in enger Verbindung steht mit der geologischen Geschichte und besonders mit der alpinen Orogenese.

Die zahlreichen Erzvorkommen und Lagerstätten im Tertiär von Tunesien und Constantinois (östlicher Teil Algerien) sind in der Form (Gänge, Karstfüllung, Lager . . .) und im Vererzungstyp voneinander sehr verschieden. Coelestin im untersten Eozän um Kasserine-Tebessa Paleinsel, Phosphatlagerstätten von Metlaoui und Djebel Onk, oolithische Eisenerzlager von Djebel Ank und Ain Babouch im obersten Eozän, Karst mit Galmeifüllung in Bled Zelfane, Karst mit Vanadinit in Djebel Goraa, Blei-Zink Lager in Verbindung mit

^{*)} Anschrift des Verfassers: Dr. Y. FUCHS, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, 91405 Orsay Cedex.

Evaporiten in dem Miozän von Tabouna el Diebs und in dem Eozän von Djebel Abeid West, Blei-Zink-Arsen-Quecksilber und Fluorit Vorkommen von Oued M'Tak, Blei-Zink und sogar Antimon Lagerstätten in detritischen kontinentalen Ablagerungen des Miozäns von Sidi Driss, Sidi Embarek, El Haouaria bei Beja, Hammam N-Bails, Quecksilberlagerstätten von El Arja und Azzeba, Gängen mit komplexen Paragenesen wie Sakhiet Sidi Youssef, Kef Oum Teboul, Aïn Barbar, usw., usf.

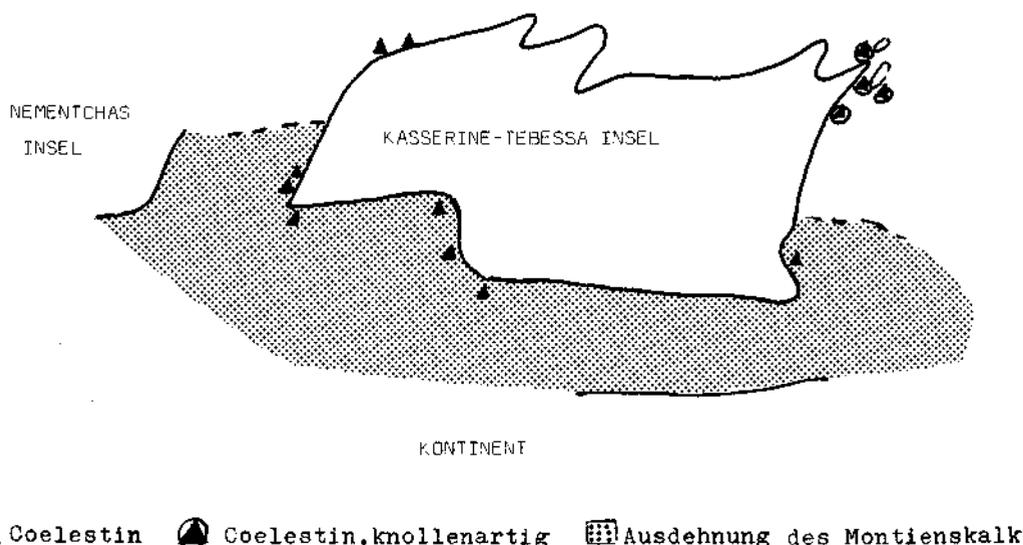


Abb. 1: Paleogeographische Verteilung der Coelestin-Vorkommen in Süd-Tunesien.

In diesem metallogenetischen „Puzzle“ ist es schwer zu sehen, ob diese so verschiedenen Lagerstätten und Vorkommen sich irgendwie ordnen lassen. Es ist wichtig, die Beziehungen zwischen der Genese der Lagerstätten und der Entwicklung der geologischen Geschichte in diesem Gebiet zu sehen (Paleoklimatologie, Pedogenese, Paleogeographie, Sedimentation, Vulkanismus). Ein geologischer Überblick läßt zwei verschiedene Gebiete erkennen: im Süden eine epikontinentale Plattform und im Norden die verschiedenen Einheiten der Alpenen Orogenese, wie sie sich in Maghreb kennzeichnet.

Die südliche epikontinentale Plattform besteht aus Mittelunesien westlich der Nord-Süd Achse (Gouvernorat von Kasserine, Gafsa . . .) und Süd-Constantinois (Willaya von Tebessa und El Oued).

In diesem ganzen Gebiet sind örtliche Emersionen schon in der Kreide zahlreich vorhanden. (FUCHS 1973, MRABET 1976). Zu dieser Zeit ist das Gebiet eine epineretische instabile Plattform mit einer im Süden gelegenen evaporitischen Mulde (Gafsa Senke), die diese Plattform vom Kontinent trennt. Im Norden Tunesien und Constantinois treten tiefere Fazies auf. Nach der Maestrichtienstufe findet eine Regression statt. Im ganzen Gebiet enden die Kreideablagerungen mit Krusten oder Hard-ground. Über eine weit verbreitete Zone gibt es sogar eine Emersion. So bildet sich eine Insel mit ca. 80 Kilometer Durchmesser: die Insel von Kasserine-Tebessa. Wahrscheinlich gibt es eine andere Insel weiter im Westen

in der Gegend der Nementschasegebirge (CHABOU-MOSTEFAÏ 1977). Dieses paleogeographische Bild wird bis zum mittleren Miozän dauern.

Am Nordrand der Südzone treten während des Oligozäns besonders in der Nähe von Thibar kürzere begrenzte Emersionen auf (MAHJOUB 1973). In diesem südlichen Gebiet sind

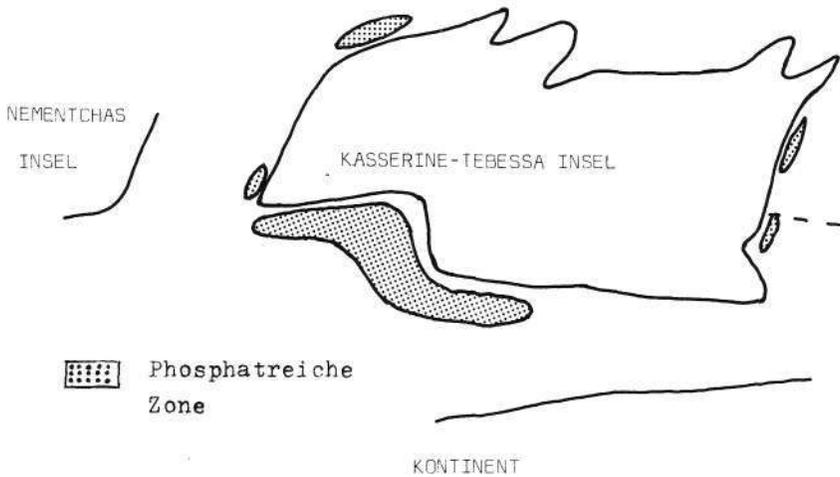


Abb. 2: Paleogeographische Verteilung der Phosphatlagerstätten des Mittleren Eozän.



Abb. 3: Coelestinknolle.

Vererzungen verschiedener Typen bekannt. Es handelt sich um Coelestin in untersten Eozän (CHABOU-MOSTEFAÏ, DELVOLVÉ, FUCHS, MENANT und RIVIÈRE 1977) um die berühmten Phosphatlager von Süd Tunesien und Algerien (SASSI 1975, CHABOU-MOSTEFAÏ 1977), um oolithisches Eisenerz im Eozän von Djebel Ank in Tunesien (NICOLINI 1967) und Aïn Babouch in Algerien, um Bleivererzungen in Evaporiten von obersten Eozän des Djebel Ab-

eid West. Dazu kommen noch Karstfüllungen, die sich in während der Emersion gebildeten Höhlen befinden und von Ablagerungen des Miozäns überdeckt sind (AMOURI, 1977).

Mit Ausnahme der Karstfüllung des Bled Zelfane befinden sich alle Vererzungen am Rand der Insel in Randfazies und besonders in der Übergangzone zwischen lagunärem Milieu (meist evaporitisch) und dem marinen Milieu, und das auf einer Plattform, die durch eine besonders schwache Subsidenz gekennzeichnet ist.

Die Lager mit Coelestin treten in zwei verschiedenen stratigraphischen Horizonten auf und zwar in der untersten und obersten Montienstufe. Es handelt sich um Coelestinlager, die bis mehrere Meter Mächtigkeit erreichen können aber öfter nur von einigen Zentimetern bis ein Meter mächtig sind.



Abb. 4: Cm – mächtige Lager und Drusen.

Man findet auch Coelestinknollen (Abb. 3). Zentimetermächtige Lager und Drusen (Abb. 4) befinden sich oft unter Flächen mit stark ausgeprägter biogenetischer Aktivität (Löcher, usw.) (Abb. Nr. 5). Dieses Phänomen tritt besonders in obersten Montien auf. Bemerkenswert ist die Stellung der Vererzung in der Nähe von Lorigda (Piste zwischen Fondouk Ouslane und Lorigda). Dort ist es möglich festzustellen, daß sich der Coelestin am Rand eines Sedimentationsbereiches mit Anhydrit in der unmittelbaren Nähe eines Emersionsgebietes mit starker Entwicklung von Verkieselungskrusten (Silcrete) (Djebel Gridjima) abgelagert hat. Hier ist zu bemerken, daß die röntgenographischen Untersuchungsergebnisse der Tonmineralien einen großen Anteil des Smektit, ein weiteres Zeichen des hohen Silica-Gehalts im Sedimentationsbereich, beweisen.

Es ist anzunehmen, daß der Strontiumgehalt dieser Sedimente seine Herkunft in der Verwitterung und Auslaugung der zu dieser Zeit aus dem Wasser ausgetauchten Kasserine-Tebessa Insel hat. Der Stoff wäre durch fließendes Wasser bis ins Sedimentationsbecken gebracht worden. Dort hätte die Anwesenheit einer SO_4 -reiches evaporitische Fazies zur Ausscheidung des Strontiums führen können. Der Coelestin, den man im selben stratigraphischen Horizont über dem ganzen Nordrand der Arabisch-Afrikanischen Platte findet,

(Algerien, Tunesien, Lybien, Palestina, Syria) wäre sedimentärer Herkunft und würde besondere klimatische und paleogeographische Verhältnisse charakterisieren¹⁾.

Immer am Rand der Insel (Abb. 2) aber höher im Eozän gelegen treten die Phosphatlagerstätten (Djebel Djemidjima und Kouif in Algerien, Kalaa Djerda und Redeyef-Metlaoui Gegend in Tunesien) auf. Im Eozän des ganzen Gebietes gibt es eine Phosphat-führende Stufe. Nach M. SOLIGNAC (1935) enthält die Cuisienstufe in der Gegend von Teboursouk ungefähr 10% Phosphat. Daß es sich um die Insel von Kasserine-Tebessa herum (Abb. 2) um Lager von großem Umfang und Gehalt handelt, ist in Verbindung mit den spezifischen Eigenschaften dieser Zone zu sehen.



Abb. 5: Flächen mit ausgeprägter biogenetischer Aktivität.

Das Liegende der Phosphatlagerstätten ist immer eine Fläche mit starker biogenetischer Aktivität (Löcher). Die Löcher sind selbst mit Phosphat gefüllt. Die Phosphat-haltigen Schichten sind linsenförmig. Seitlich keilen sie aus (Dj. Djemidjima – Dj. Onk) und an ihrem Platz tritt Hardground mit Verkieselungen. Auf der Plattform um die Insel ist die Subsidenz sehr schwach. Wenn die Subsidenz total aufhört, werden Phosphatkerne (Pellets, Koprolithe, usw.) durch Wasserströmungen in kleine Depressionen des Meeresboden „gefeßt“. Ihre Akkumulation ist umso stärker, da in selber Zeit keine andere Sedimentation weder chemisch noch detritisch stattfindet. Die Diagenese wird noch das Werden dieser Akkumulation beeinflussen, aber der Ursprung der Konzentration liegt in der besonderen Bedeutungslosigkeit der Subsidenz, was schon von I. BENTOR (1952) betont wurde.

Im oberen Eozän trifft man Eisenerzlagerstätten in Djebel Ank (NICOLINI 1967) und A⁹IN BABOUC (BETIER et ALT, 1952). Es handelt sich um Eisenooolithe die nach P. NICOLINI (1967) direkt auf den Phosphatlagern liegen und eng mit den Küstenfazien der Insel verbunden sind.

¹⁾ Der Coelestin kann auch unter ähnlichen klimatischen Verhältnissen (Wüstenklima) noch aktuell in kontinentalen evaporitischen Mulden (Sebkhas) sich bilden. Es ist der Fall in quarternären Sedimenten von Mauretanien (Ph. BRIOT 1978) von Western Australia (W.M.C., 1976) und South Australia (WILLIAMS 1972, WOPFNER und TWIDALE 1967).

Es müßte noch erwähnt werden¹⁾, daß das Bleivorkommen von Djebel Abeid West in Evaporit-Fazies auftritt, also auch in sehr enger Verbundenheit mit einer Randfazies der Insel.

Diese Insel von Kasserine-Tebessa bestand also vom Ende der Kreidezeit bis zur Transgression des Miozäns (G. CASTANY, 1952, P. F. BUROLLET 1956). In der Nähe von Kasserine selbst (Djebel Chambi) und zwischen Kasserine und Thala (Bled Zelfane) findet man Verwitterungsprofile mit Calcrete, Karst, die als Zeugen der während der Emersion entwickelten Verwitterung gelten dürfen. Die Karstbildung ist auf die höher gelegenen Zonen begrenzt (Bled Zelfane). In tiefer gelegenen Gebieten findet man Verwitterungsprofile und pedologische Kalkkrusten (Calcrete) (PH. BRIOT 1978). Der Karst konnte sich in Bled Zelfane entwickeln, weil die Bedingungen sehr günstig waren (Muttergestein, Klima, Tiefe des Wasserspiegels). Die Karsthohlräume sind mit Halloysit, Galmei und schließlich Sandstein des Miozäns gefüllt worden.

Die metallischen Elemente, die in den Formationen der Kreide vorhanden waren, wurden durch Wasser transportiert, in den Karst gebracht und dort ausgefällt. (AMOURI 1977). Die Vererzung besteht meistens aus Galmei. Jedoch zeigten elektronenmikroskopische Untersuchungen die Anwesenheit von Bleiglanzkriställchen im Halloysit. Diese Kristalle weisen auf einen besonderen Reichtum an Paleobakterien hin (Foto Nr. 6) (AMOURI, DEVIGNE und FUCHS 1977). Der Entwicklungszustand dieses Karsts ist nicht so vollendet, daß es bis zur Sulfidausfällung kommen kann (BERNARD 1968). Jedoch haben die Bakterien durch ihre biochemische Tätigkeit die Anwesenheit eines Sulphuretums bedingt und dadurch die Möglichkeit der Bildung von Bleiglanz in einem Bereich gegeben, in dem sonst nur Galmei ausfallen konnte.

Nach M. AMOURI (1977) würden diese Beobachtungen dazu führen, eine Auslaugung der Metalle aus der Kreide unter einem heißen und feuchten Klima anzunehmen. Er spricht sogar von tropischen Bedingungen. Die Entwicklung eines Karsts braucht ja etwas Feuchtigkeit; die ersten Schichten des transgredierenden Miozäns zeigen rote Färbung, die mit großer Wahrscheinlichkeit von einer rotgefärbten Verwitterungsfläche „geerbt“ werden. Jedoch die Verwitterungsprofile der tiefergelegenen Gegend am Fuß von Djebel Chambi enden mit Kalkkrusten (Calcrete); die selbe Beobachtung wurde auf der weiter im Westen gelegenen Insel des Nementschas gemacht (Khanguet Sidi Naji).

Solche Calcrete können sich nur entwickeln, wenn die Wasserjahresmenge unter 400 Millimeter liegt, also in ziemlich trockenem Klima, was absolut nicht mit den tropischen Klimabedingungen übereinstimmt, die von M. AMOURI erwähnt wurden. Es scheint mehr, daß die roten Böden und der Karst sowie die Calcrete sich unter einem ziemlich trockenen Klima gebildet haben, das vielleicht nicht viel anders war als das Heutige in dieser Gegend.

Die Vererzungen im Südtel des Gebietes scheinen erst sehr verschieden zu sein, sind aber in Wirklichkeit sehr gut in dem paleogeographischen und paleoklimatischen Rahm geordnet. Das Klima spielt eine bedeutende Rolle in der Verwitterung der aus dem Wasser aufgetauchten Zonen und der Auslaugung einzelner Elemente. Es ist gut möglich, daß sogar die klimatischen Bedingungen eine Trennung zwischen den verschiedenen Elementen herbeiführen (FUCHS 1975). Andererseits ist ein arides Klima und eine sehr schwache Subsidenz besonders günstig für die Entwicklung evaporitischer Lagunen entlang der Küste. Diese Lagunen bilden dann eine geochemische Sperre, eine Art Falle für die paleoklimatologisch bedingte Metallzufuhr, die von der Insel in diesen Bereich gebracht wird.

¹⁾ Diese Anwesenheit von Bleiglanz in Evaporiten mit rythmitischen Strukturen ist in Tunesien keine Seltenheit, tritt aber auch in Vorkommen von Tabouna el Djeb (Miozän) auf.

Eine Forschung läuft zur Zeit über diese Vorkommen. Die Resultate werden Ende 1978 publiziert.

Die Vererzungen in Nord-Tunesien und Nord-Constantinois sind vor Kurzem von mehreren Autoren beschrieben worden (ROUVIER 1975, MARIGNAC 1976, GHARBI 1977). Die jetzigen Bemerkungen beruhen meistens auf den Ergebnissen dieser Autoren und versuchen nur, Vergleiche und Verschiedenheiten mit dem Südgebiet klarzumachen.

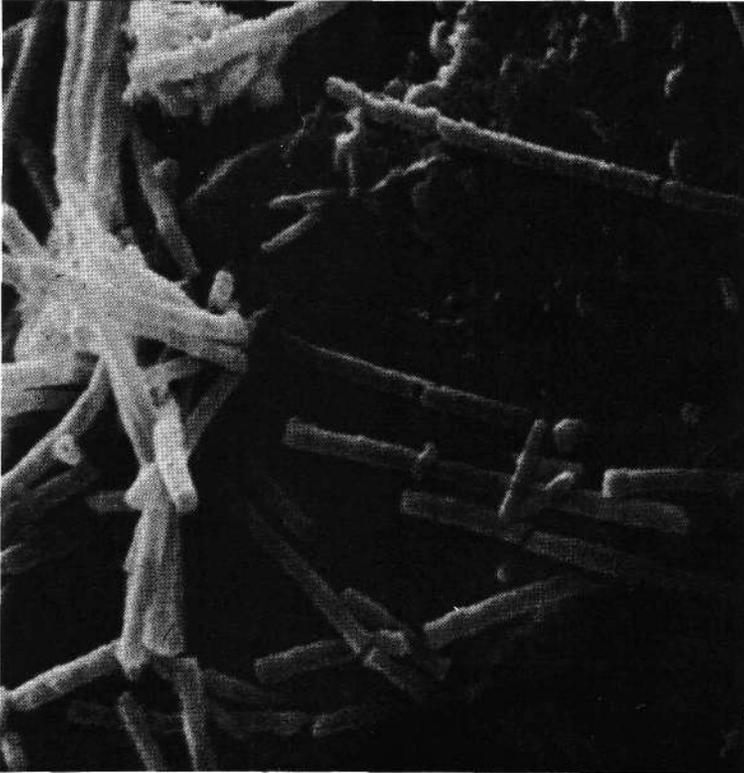


Abb. 6: Elektronenmikroskopische Aufnahme von Bleiglanzkriställchen im Halloysit.

Diese Vererzungen im Norden sind ganz verschieden und auch ihre Beziehungen zu der geologischen Geschichte sind anderer Art. Es handelt sich um Gänge, komplexe Quecksilberlagerstätten (Arja, Azzeba), schichtgebundene Blei-Zink Anhäufungen im Zement der kontinentalen Konglomerate des Miozäns (Sidi Driss, Sidi Embarek) oder in Süßwasserkalken (Oued Barche), sogar Antimonvererzungen in Miozän (Hammam N'Bails), Blei-Zink-, Arsen-, Quecksilber-, Fluorit-Vererzungen auf eine Erosionsfläche, die sich über dem Burdigalienkalk (Oued M'Tak) gebildet hat (FUCHS 1973).

Das Nordgebiet gehört nicht mehr zur epikontinentalen Plattform, sondern zu dem Rand der Tell-Überschiebungen. Diese Überschiebungen haben mit dem unteren Miozän begonnen, die Bewegungen enden aber während des Tortonien mit Schwerkraft-Rutschungen, so daß die ganze Struktur als ein Megalitostrome (A. FAURE, MURET und G. CHOUBERT 1975, C. MARIGNAC 1976) gelten kann.

Durch diese tektonische Entwicklung sind natürlich auch paleogeographische Änderungen aufgetreten. Ein Teil des Materials der Überschiebungen, die sich unter anderen paleo-

geographischen Bedingungen gebildet hatte, wurde umgearbeitet und in den Miozänbecken abgelagert. Damit wurden auch chemische Elemente gebracht, die vorher in diesem Gebiet fremd waren.

Es scheint aber noch wichtig zu betonen, daß das Nordgebiet durch aktiven Plutonismus und Vulkanismus während des Tertiär gekennzeichnet wird. Schon im Eozän trifft man in den Sedimenten Quarzkristalle rhyolitischer Herkunft (R. CLOCCIATI und M. SASSI 1974). Diese Quarzkerne enthalten Einschlüsse von Cordierit. Es heißt, dieser Vulkanismus hat seine Herkunft in der Anatexis eines Teils der Kruste. Bemerkenswert ist, daß die Zinn-ober Vererzungen von Azzeba und Arja an den ersten stratigraphischen Horizont mit diesen merkwürdigen Quarzen gebunden sind.

In diesem Nordgebiet ist der alkalische Plutonismus und Vulkanismus des Neogens im Küstenbereich geographisch begrenzt (J. GLACON 1971). Pyroklastisches Material wurde in verschiedenen Lagerstätten des Miozäns beobachtet (Oued M'Tak, Sidi Driss). Es scheint, daß bei den schichtförmigen Vererzungen die Metallzufuhr zum Teil durch Auslaugung aus dem Material der Überschiebungen herrührt, zum Teil direkt oder indirekt aus den Vulkaniten entstanden ist.

Das Steigen eines Manteldiapir in den hinteren Gebieten der Subduktionzonen hat eine Anatexis der untersten Kruste zur Folge und damit werden die Metalle, die in der Kruste vorhanden waren, wieder in Bewegung gesetzt. Für C. MARIGNAC (1976) ist die gangförmige Lagerstätte von Aïn Barbar (Algerien) das Resultat der Tätigkeit eines oder mehrerer hydrothermalen konvektiven Systeme, die mit heutigen starken geothermischen Zonen vergleichbar wären.

Diese Phänomene wären in Verbindung mit calc-alkalischen subvulkanischen Intrusionen am Ende des Miozäns gewesen.

Die scheinbare Unordnung der Erzlagerstätten und Vorkommen in den erwähnten Gebieten gibt nur einen ersten Eindruck wieder. Die Erzanhäufungen sind in Wirklichkeit in ihrer Genese sehr eng mit der geologischen Geschichte der Gegend verbunden, und die Merkmale ihrer Paragenese, Form, usw. sind vom geologischen Rahmen bedingt.

Es unterscheiden sich zwei Zonen; in der ersten im Süden, einem epikontinentalen Bereich spielen Paleoklimatologie und Paleogeographie die Hauptrolle in der Genese der Lagerstätten. Bei der zweiten Zone im Norden bedingten Tektonik und Vulkanismus die Bildung der Lagerstätten.

Im Tertiär von Tunesien und Constantinois ist die Verteilung der Lagerstätten sowie ihre Paragenese der Entwicklung der verschiedenen Zonen der alpidischen Orogenese zugeordnet.

Literatur

- AMOURI, M.: Etude des indices zincifères sous inconformité miocène en environnement carbonaté du Bled Zelfane (Tunisie Centrale). – Thèse 3ème Cycle Tunis. ronéo, 137 p. 19 tabl. 31 fig. 18 Pl. Photos, Tunis 1977.
- AMOURI, M., DESVIGNE, J.-P. & FUCHS, Y.: Paleobacteria and Lead/Zinc mineralisation at Bled Zelfane (Central Tunisia). – IX Colloquium on African Geology Göttingen 28/4 – 30/4/77. Göttingen 1977.
- AMOURI, M., DÉVIGNE, J.-P. & FUCHS, Y.: Paléo-Bactéries et Minéralisations Plombo-Zincifères du Bled Zelfane (Tunisie Centrale). – Mineral. Deposita 13, 183–189, Berlin 1978.
- BENTOR, Y.: Relations entre la Tectonique et les dépôts de phosphates dans le Neguev Israélien. – Congrès Geol. Intern. Alger. 1952. Section XI. Algier 1952.
- BERNARD, A.: Role métallogénique de la sédimentation intrakarstique. – VIII ème Congrès Sedim. Intern. Heidelberg 1971.
- BETIER, G., GLANGEAND, L. et al.: Etude sur les gisements de fer de l'Algérie, In Symp. sur les gisements de fer du Monde. XIX ème Congrès Geol. Int. Alger, 35–46, Algier (1952).

- BRIOT, Ph.: Contribution à l'étude de quelques calcretes uranifères (Australie, Mauritanie, Namibie). Thèse 3ème Cycle – à paraître. 1978.
- BUROLLET, P. F.: Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie Centrale. – Ann. Mines et Geol. n° 18. Tunis 1956.
- CASTANY, G.: Atlas Tunisien Oriental et Sahel. – Monographies régionales. 2° n°6. XIX^e C. G. I. Alger 1952.
- CHABOU-MOSTEFAL, S.: Etude géologique des gîtes phosphatés de la région de Djebel Onk. D. E. A. – Université d'Alger. Ronéotypé 1977.
- GHARBI: Etude des minéralisations de mercure de Tunisie du Nord. Thèse 3^e Cycle. Nancy INP. 1977.
- GLAON, J.: Recherches sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell Sétifien. – Publ. Serv. Carte Géol. Algérie. N^o 32. 2 vol. 1 atlas., Algier 1967.
- MAHJOUR, M. N.: Etude des minéralisations vanadifères dans les poches karstiques du Djebel Goraa. (Djebba Tunisie). Thèse 3^e Cycle. Orsay 1973.
- MARIGNAC, C.: Etude des successions paragenétiques dans les minéralisations filoniennes polymétalliques d'Aïn Barbar, Wilaya d'Annaba (République Algérienne). Première approche des paramètres physico-chimiques de leur mise en place. Thèse 3^e Cycle, Nancy. 1976.
- MRABET, A.: Contribution à l'étude stratigraphique, pétrographique et sédimentologique de l'axe Nord-Sud (Tunisie Centrale). Thèse 3^e Cycle. ronéo. Université Paris VI. 1975.
- NICOLINI, P.: Remarques comparatives sur quelques éléments sédimentologiques et paléogéographiques liés aux gisements de fer oolithiques de Djebel Ank (Tunisie) et de Lorraine (France). – Mineralium Deposita, vol. 2 95–101, Berlin 1967.
- ROUVIER, H.: Géologie de l'extrême Nord Tunisien: Tectonique et paléogéographies superposées à l'extrémité orientale de la chaîne Nord-Maghrébine. – Thèse es Sciences. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris VI. 1976.
- SASSI, S.: La sédimentation phosphatée au Paléocène dans le Sud et le Centre-Ouest de la Tunisie. – Thèse Etat. Orsay. 1974.
- CHABOU-MOSTEFAL, S., DELVOLVÉ, J. J. et al.: Sur les niveaux à célestite de Tunisie Centrale et du Sud Constantinois. – IX Colloquium on African Geology. 28-4/30-4. Göttingen. à paraître in B. S. G. F.
- FAURE MURET, A. et CHUBERT, B.: Proposition d'un nouveau modèle tectonique pour la Méditerranée Occidentale; C. R. A. S. – T 280. Série D, pp 1947–1950. 1975.
- FUCHS, Y.: Sur les relations entre émigration et concentration métallifère (quelques exemples tunisiens) – Ann. Mines Geol. n° 26. Tunis. Livre jubilaire Solignac. 479–509, Tunis 1973.
- FUCHS Y.: A propos de quelques exemples de relations entre altérations et concentrations métallifères (Pb, Zn, Cu, U, Ba, Sr, F . . .) dans le domaine épicontinental. – B. S. G. F. 1976 (7) t XVIII, n° 1, pp 91–94. Paris 1975.
- SOLIGNAC M.: Rapport interne. O. N. M. Tunis 1935.
- WILLIAMS A. F.: Celestite occurrences in the Western Great Artesian Basin – South Australia. n° 43. Juillet 1972.
- WOPFFNER H. et TWIDALE C. R.: Geomorphological History of the Lake Eyre Basin pp 118–143 in J. M. Jennings and J. A. Mabutt Editors; Landform Studies from Australia and New Guinea, Canberra: Australian National University Press, 434 p. 1967.
- W. M. C. (Western Mining Corporation Limited): Travail collectif du service géologique de la W. M. C. 14 pages ronéo, 11 fig. 1975.