

Geotectonic Evolution and Metallogeny in Tunisia

By M. AMOURI*)

Zusammenfassung

Die Entwicklung des Landes wird seit der Trias bis ins Miozän an Hand paläofazieller Karten dargestellt (Fig. 2–11), wobei die den betreffenden Epochen zeitlich zugeordneten Lagerstätten verzeichnet sind. Die von älteren Autoren angenommene Verbindung zwischen Brüchen im Sockel, Triasdiapiren und Pb-Zn-Lagerstätten ist unwahrscheinlich. Die Mehrzahl der Erzvorkommen wird als primär syngenetisch und im Tertiär mobilisiert angesehen.

Summary

As the other Maghreb countries, Tunisia is included in the alpidic metallogenic province. By its geographic position, it occupies a privileged place in relation to the other mediterranean countries. Indeed, its situation is a hinge: on one hand, it is located between the saharian platform, in the South and the alpidic orogenic domain, in the North, and on the other, it is situated between the western part of the Maghreb and Sicilia which is the european extension of the Atlas. This position gives Tunisia particular geologic and metallogenic aspects.

Geologically, Tunisia is characterized by the absence of hercynian outcrops; the oldest being the permian in the south, at J. TEBAGA. The mesozoic and cenozoic cover, shoved off on the triassic level, is folded and faulted by tectonics which become more and more intensive to the North.

Tunisia shows an alpidic metallogeny with a Pb-Zn-F-Ba and Fe paragenesis. Ores are concentrated in the north and central parts of the country, whereas the eastern and southern parts do not contain metal deposits.

The genesis of the ore deposits was discussed by many authors. Except the phosphate series which are purely sedimentary, the genesis of the metallic ore de-

*) Département de Géologie, ENIS. 3038, Sfax, Tunisie.

posits is interpreted differently according to authors and schools. Some think that all ores result from the last alpidic orogenic event, called telethermal, others admit the synsedimentary origin, with diagenetic remobilization in some karstic and faulted environments.

The text shows the relation between the geotectonic and paleogeographic evolution and metallogeny since the triassic system. It is supported by a set of paleogeographic maps. Major ore deposits are represented by black symbols in their epoch of genesis.

Résumé

La Tunisie, pays du Maghreb, se situe sur la marge active de la plaque africaine. Son évolution géotectonique n'est connue qu'à partir du Trias. Le rapprochement Afrique-Laurasie, dès le Jurassique, a permis une tectonique souple puis cassante.

Cette tectonique a commencé discrètement à l'Aptien, puis au Crétacé supérieur et a engendré des structures, en haut-fond, favorables au piégeage des métaux lourds. Plus tard, au Miocène, la tectonique devient intense à la suite de la collision entre les deux plaques permettant ainsi l'expulsion des nappes telliennes puis numidiennes dans la partie septentrionale du pays. Au front de ces nappes se développent des bassins intramontagneux et une avant-fosse, le tout à remplissage molassique, affectés d'une tectonique post tangentielle. Sur les bordures de ces structures, de nombreux gîtes métallifères stratiformes se sont formés. Ces gîtes ont alimenté «per descensum» d'autres gîtes karstiques et/ou de cassures, situés dans des séries sous-jacentes, anté-néogènes.

Introduction

La Tunisie, comme les autres pays du Maghreb, fait partie de la province métallogénique alpine maghrébine (ROUTHIER, 1980). Par sa position géographique, elle occupe une place privilégiée par rapport aux autres pays méditerranéens. En effet, sa situation en charnière, entre d'une part, la plateforme saharienne, au Sud, et le domaine orogénique alpin, au Nord, et d'autre part, les pays occidentaux du Maghreb et la Sicile, prolongation européenne de l'Atlas, lui confère des aspects géologiques et métallogéniques bien particuliers.

Du point de vue géologique, la Tunisie est caractérisée par l'absence de tout affleurement hercynien; le plus ancien étant le Permien à Fusulines, d'extension limitée, dans le Jebel Tebaga de Medenine, au Sud. Elle est formée de terrains mésozoïque et cénozoïque se présentant en couverture décollée au niveau du Trias, surtout au Centre et au Nord. Ces terrains sont affectés d'une tectonique souple et cassante, devenant de plus en plus intense vers le Nord.

Du point de vue métallogénique, la Tunisie renferme des gisements de type alpin à paragenèses simples Pb-Zn, Fe, F-Ba et P, répartis essentiellement dans le Nord et le Centre. Les parties méridionales et orientales en sont dépourvues.

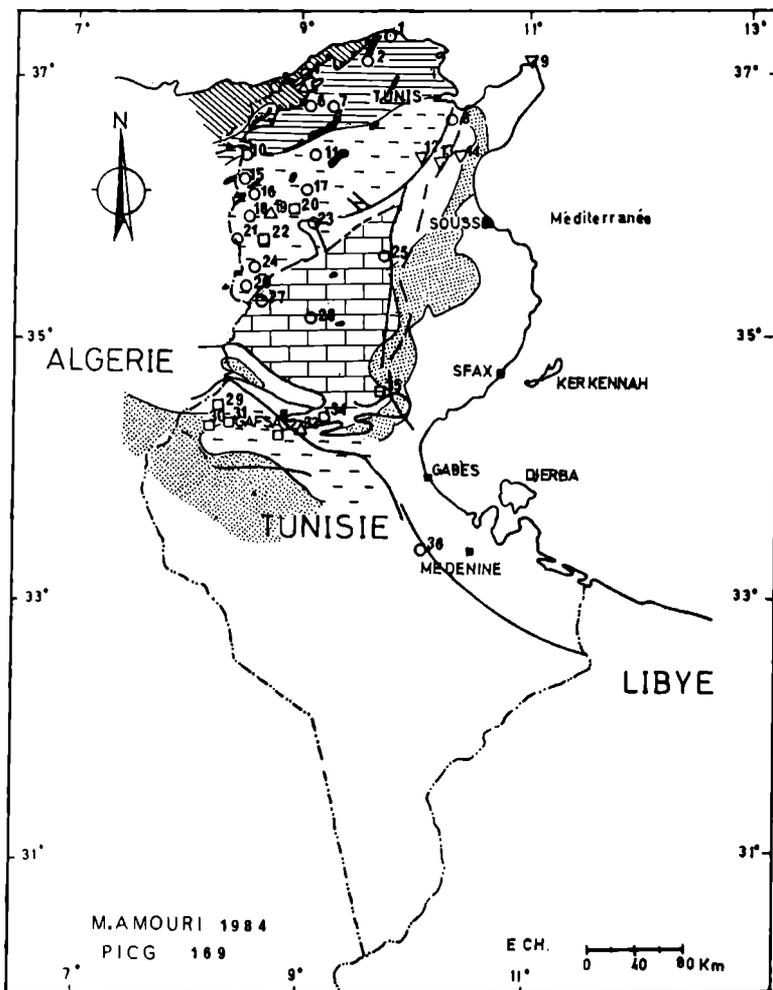


Fig. 1 - Esquisse structurale et localisation des principaux gisements.
Structural sketch and location of major ore deposits.

- | | |
|---|--|
|  Flysch numidien
<i>Numidian flysch</i> |  Bassins crétacés-tertiaires
<i>Cretaceous-tertiary basins</i> |
|  Bassins miocènes
<i>Miocene Troughs</i> |  Ile de Kasserine
<i>Kasserine Island</i> |
|  Diapirs triasiques
<i>Triassic diapirs</i> |  Bassins intracratoniques
<i>Intracratonic basins</i> |

○ Pb-Zn △ Fe ▽ F - Ba □ P

1-Bechateur; 2-Jalta; 3-AinAllega; 4-Sidi Driss ; 5-Tamera; 6-J. Hallouf-Sidi Bou Aouane; 7-El Haouaria; 8-J. Ressas; 9-Oued M'tak; 10-O. Maden; 11-Fej El Adoum; 12-Sidi Taya; 13-Hammam Zriba-J. Guebli; 14-H. Jedidi; 15-Sakiet; 16-Garn Halfaya; 17-Bougrine; 18-Sidi Amor; 19-Jerissa; 20-Sra Quartane; 21-Boujabeur; 22-Kalâat Khasba; 23-Skarna; 24-Lajered; 25-Trozza; 26-EL Hamra; 27-Chambi; 28-Ain Nouba; 29-Moularès; 30-Redeyef; 31-Metlaoui; 32-Mdilla; 33-J. Ank; 34-El Ayacha; 35-Mehri Zebbeus; 36-Tebaga.

La mise en place des différents gîtes a été discutée par plusieurs auteurs. Hormis les gîtes de phosphate qui sont purement sédimentaires, la genèse des autres gisements métallifères fût discutée et interprétée différemment selon les époques et l'école des auteurs. Certains pensent que tous les gisements résultent de la dernière manifestation orogénique alpine, qualifiés de téléthermaux (SAINFELD, 1952; BOLZE, 1952). D'autres admettent l'origine synsédimentaire, avec remobilisation et piégeage dans des structures favorables tels les karsts et les cassures (FUCHS, 1973; NICOLINI, 1968 et d'autres).

Evolution Geotectonique

Dans le développement qui suit, et sur la base des nouvelles données relatives aux études géologiques et métallogéniques effectuées ces dernières années, nous essayons de montrer la liaison entre évolution géotectonique de la Tunisie et la mise en place des minéralisations. Cette évolution ne peut être examinée qu'à partir du Trias, du fait que le socle n'affleure nulle part; le seul affleurement permien du Sud est considéré comme faisant partie de la couverture mésozoïque; même les forages les plus profonds n'ont pas atteint le socle dans les parties centrale et septentrionale du pays.

Selon P. F. BUROLLET (1983) et J. MARIE et al. (1984), les pays atlasiques, dont fait partie la Tunisie, se développent au front de la plate-forme saharienne. Ce front constitue une zone intermédiaire entre le craton, au Sud, et les orogènes telliens, au Nord. La plate-forme possède une croûte continentale amincie ou étirée en direction du Nord. Elle a commencé à s'enfoncer par subsidence à partir du Carbonifère supérieur ou du Permien. Au Trias, elle était occupée par une mer à tendance évaporitique; le Jurassique est marin, souvent profond. Des contraintes en collision ou en décrochement, à partir du Crétacé, ont créé des ondulations assez vastes; les paléo-reliefs positifs ont réduit ou arrêté la sédimentation; alors que ceux négatifs ont accéléré la subsidence. Ces contraintes se sont accentuées au Paléogène pour aboutir aux collisions et aux phases majeures des plissements néogènes.

Le schéma structural actuel (Fig. 1) montre du Nord au Sud les zones suivantes:

- * flysch numidien, unité allochtone formée d'importantes masses gréseuses.
- * bassins molassiques en auge du Miocène.
- * bassins crétacés et tertiaires nord et sud.
- * le môle de Kasserine.
- * les bassins périatlasiques ou intracratoniques.
- * l'axe nord-sud.
- * la plate-forme saharienne.

Les gisements de phosphate se trouvent sur le pourtour de l'île de Kasserine, au niveau des bassins crétacé et tertiaire nord et sud; les gisements métalliques sont concentrés principalement dans les bassins crétacés-tertiaires nord et les bassins molassiques.

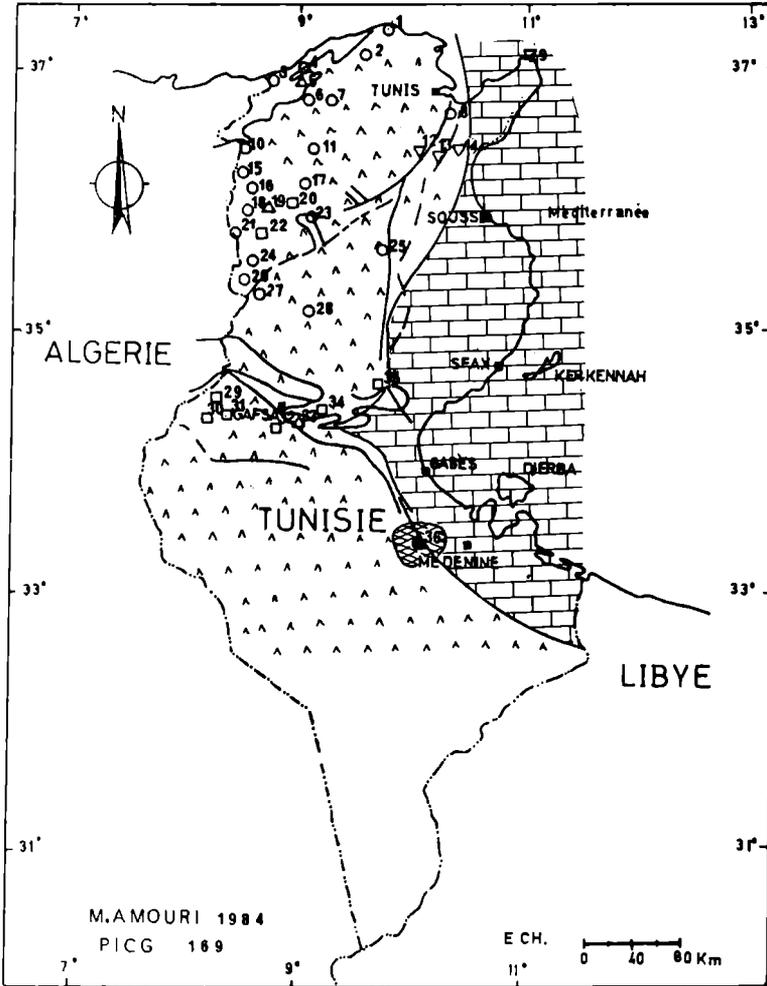


Fig.2 - Carte paléogéographique du Trias

Paleogeographic map for Trias

- | | | | |
|---|---|---|--|
|  | Faciès à évaporites
<i>Evaporitic facies</i> |  | Aires émergées
<i>Emerged areas</i> |
|  | Faciès carbonatés
<i>Carbonated facies</i> | | |

Les symboles noirs désignent les gisements formés pendant le Trias.

Black symbols show ore deposits formed during Trias

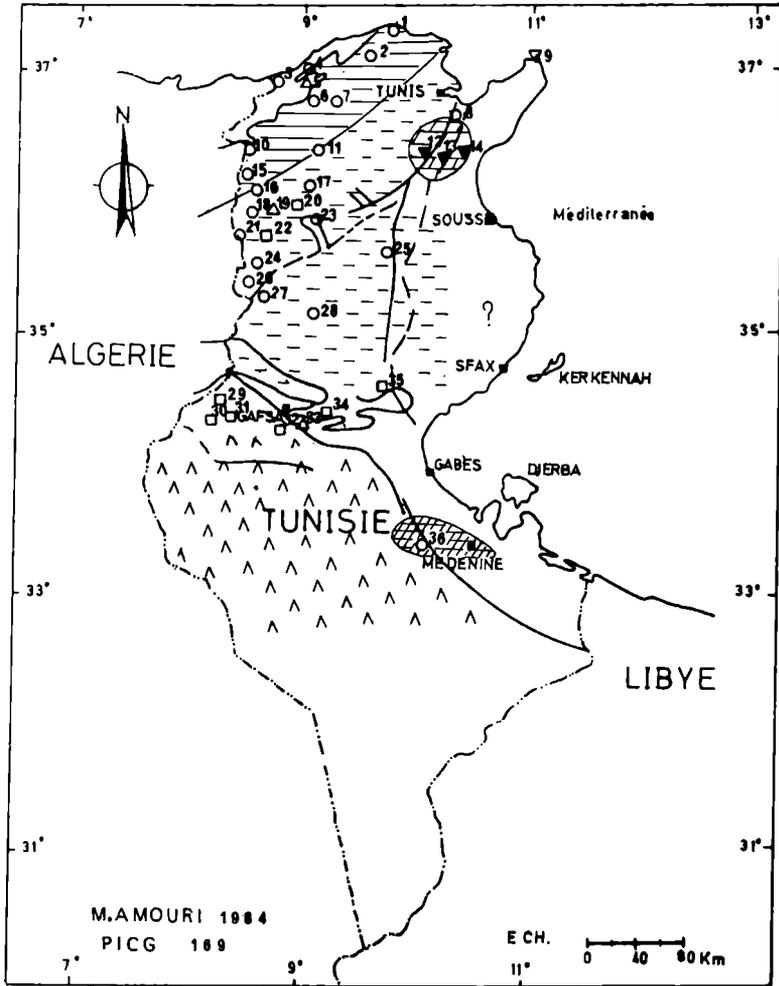


Fig. 3 - Carte paléogéographique du Jurassique inférieur

Paleogeographic map for lower Jurassic

- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | Sillon tunisien
<i>Tunisian trough</i> |  | Aires émergées
<i>Emerged areas</i> |
|  | Faciès néritique
<i>Neritic facies</i> |  | Faciès à évaporites
<i>Evaporitic facies</i> |
|  | Faciès récifal à para-récifal
<i>Reefal to subreefal facies</i> | | |

Les symboles noirs indiquent les gisements formés au Jurassique inférieur

Black symbols show ore deposits formed during lower Jurassic

Au Trias, la Tunisie est recouverte d'une mer, marge sud-ouest de la Tethys, peu profonde, à tendance évaporitique, responsable du dépôt de séries détritiques, carbonatées et évaporitiques. La nature de ces dépôts a facilité la mise en place de nombreuses intrusions diapiriques. A l'Est se développe un domaine carbonaté (BUROLLET, 1975), alors qu'au Sud, le môle de Tebaga reste émergé (Fig. 2).

Aucune forme de minéralisation ne se trouve ni dans le Trias ni dans les éléments de brèche au contact du Trias; ce qui exclut toute minéralisation ancienne, antérieure au Trias. La localisation de nombreux gîtes métalliques, à proximité des diapirs triasiques, a amené certains auteurs à penser au rôle métallisant du Trias (BOLZE, 1952; SAINFELD, 1952); or, on sait que les diapirs ont commencé à percer dès le Jurassique; leur affleurement, à l'Aptien, a été signalé par E. LAATAR (1980) dans la mine de Fej el Adoum. Par ailleurs, la liaison diapir-accident de socle n'est pas toujours claire. En effet, les failles du socle s'amortissent dans le niveau du décollement. Il est difficile d'expliquer, par conséquent, le cheminement des solutions minéralisantes, à partir du socle jusqu'aux sites de dépôt aptien, les plus proches, en traversant un niveau gypso-argileux décollé et une série fortement épaisse du Crétacé inférieur. D'ailleurs P. SAINFELD (1952) a émis quelques réserves à propos de la théorie téléthermale. Les travaux de V. PERTHUISOT et H. ROUVIER (1984) ont montré le rôle indirect joué par les diapirs pour la formation des concentrations métallifères; ce sont les structures positives engendrées par la montée diapirique qui en sont responsables.

Le Jurassique fait suite au Trias avec une sédimentation variée argilo-sableuse et carbonatée. Les domaines paléogéographiques commencent à peine à se différencier. Du Nord au Sud, on rencontre le sillon tunisien à sédimentation marneuse profonde, puis une zone à sédimentation marno-calcaire faisant transition avec le domaine carbonaté et évaporitique du Sud. Au Nord-Est, s'individualise un domaine récifal ou pararéefal sur lequel se sont formées, à deux reprises, les minéralisations fluobarytiques et sulfurées de Zaghouan, au Sinémurien (Fig. 3) et au Portlandien (Fig. 4). Ces minéralisations, stratoïdes ou en amas, sont associées à des surfaces d'émergence intra et fini-Jurassique (FLORIDIA, 1973; FUCHS, 1973; THIEBEROZ, 1974; TOUHAMI, 1979). Ces minéralisations étaient considérées comme résultant de la dernière manifestation orogénique alpine (SAINFELD, 1952). R. TRUILLET (1981) considère les lacunes stratigraphiques comme dues à une ablation suivie d'une substitution tectonique de couverture. La minéralisation jalonne un grand contact mécanique qui tronque les séries sous-jacentes et sur-jacentes. La mise en place est le résultat d'un hydrothermalisme qui est encore actif. Malheureusement, aucune minéralisation actuelle n'a été trouvée au voisinage des sources actuelles thermales.

Le passage Jurassique-Crétacé est continu, sauf dans la zone fluorée où les lacunes persistent. A partir du Néocomien, les domaines paléogéographiques s'affirment davantage (Fig. 5). Du Nord au Sud, on rencontre le Sillon tunisien qui reste à sédimentation marneuse profonde, puis une zone de transition à sédimentation mixte grés-argilo-carbonatée, future zone des dômes ou des diapirs; ensuite une plate-forme instable, à quelques îlots émergés, est le siège d'opposition entre les apports clastiques sahariens au Sud-Ouest et les faciès de mer ouverte à la limite de la plate-forme stable orientale; ensuite, le sillon de Gafsa à sédimentation fortement

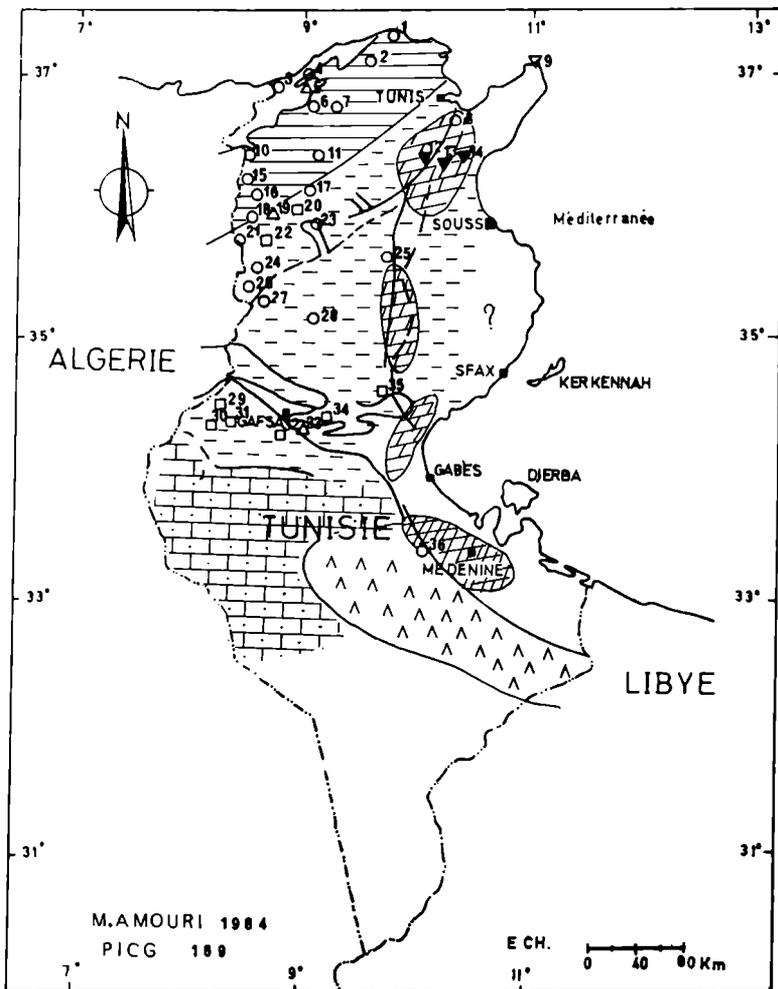


Fig. 4 - Carte paléogéographique du Jurassique supérieur
Paleogeogeographic map for upper Jurassic

	Sillon tunisien <i>Tunisian trough</i>		Faciès sablo-carbonatés <i>Sandy-carbonated facies</i>
	Faciès néritique <i>Neritic facies</i>		Aires émergées <i>Emerged areas</i>
	Faciès récifal <i>Reefal facies</i>		Faciès à évaporites <i>Evaporitic facies</i>

Les symboles noirs indiquent les gisements formés au Jurassique supérieur

Black symbols show ore deposits formed during upper Jurassic

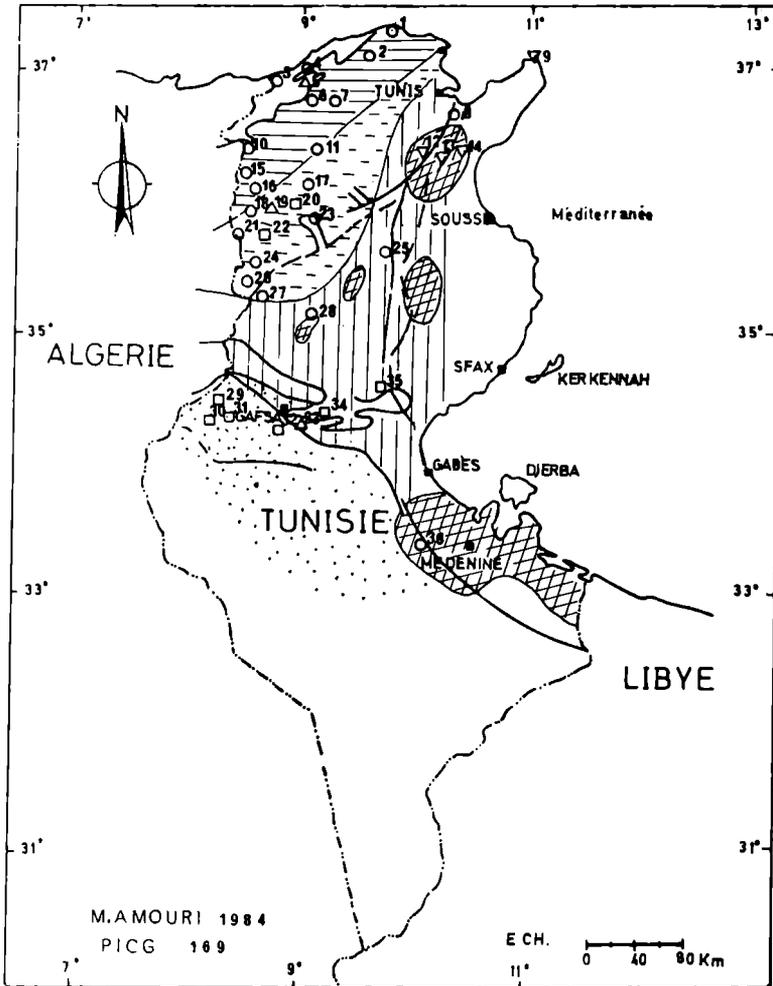


Fig. 5 - Carte paléogéographique du Crétacé inférieur
Paleogeographic map for lower cretaceous

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Sillon tunisien
<i>Tunisian trough</i> |  | Aires émergées
<i>Emerged areas</i> |
|  | Dépôts mixtes
<i>Mixed deposits</i> |  | Sables grossiers
<i>Coarse grained sand</i> |
|  | Dépôts argilo-sableux
<i>Argilaceous sandstone deposits</i> | | |

subsidente; enfin, la plate-forme saharienne, stable, à sédimentation deltaïque avec un domaine émergé de Tebaga.

Pendant le Crétacé inférieur, aucune forme de minéralisation n'est connue. C'est à partir de l'Aptien que se forment la plupart des minéralisations plombo-zincifères et ferrifères du Centre tunisien. A la suite de mouvements compressifs, des percements diapiriques se font sentir, surtout dans la zone des dômes et la plate-forme centrale, entraînant ainsi l'installation de haut-fonds (Fig. 6) qui évolueront par la suite pour donner les anticlinaux actuels. Sur chaque haut-fond, se développe un faciès récifal à pararécifal passant latéralement à des marno-calcaires avec variation de puissance. Les faciès carbonatés sont porteurs des minéralisations Pb-Zn-Ba et Fe. Les exemples sont nombreux: El Hamra, Lajred, Ain Nouba, Boujaber, Sidi Amor, Slata, Jerissa . . . Le modèle génétique défini comme périadiapirique par V. PERTHUISOT et H. ROUVIER (1984) est fondé sur la possibilité de transfert d'une partie des métaux dans la couverture sédimentaire vers le point haut constitué par la structure diapirique, grâce à des solutions particulièrement salées et chaudes. Les phénomènes diagénétiques comme la silicification et la dolomitisation peuvent jouer un rôle purificateur; elles permettent en effet de libérer les carbonates préenrichis de leur contenu métallifère. Les éléments ainsi libérés seront concentrés dans des structures piéges, comme les réseaux karstiques, par exemple. Les observations de terrain et les analyses minéralogiques et géochimiques isotopiques effectuées récemment confirment ces points de vue (AMOURI, 1984). La source initiale des métaux doit être recherchée dans les séries jurassiques et crétacées, émergées, situées à l'Ouest, en Algérie. Le Maghreb se présentant comme un plan incliné vers l'Est (VILA, 1980), il est alors concevable que la remobilisation des concentrations hercyniennes ou alpines précoces puisse donner le stock métallifère nécessaire pour la formation de ces gîtes périadiapiriques.

Au Crétacé supérieur, les mêmes phénomènes se répètent en quelques endroits du Centre-ouest tunisien: J. Chambi, Bougrine, Fej el Adoum . . . Les minéralisations stratiformes sont souvent remobilisées dans des réseaux de fractures plus ou moins ouvertes par dissolution karstiques (LAATAR, 1980) (Fig. 7).

A la fin du Crétacé, s'individualise le môle résistant de Kasserine, large domaine émergé. Sur ses bordures s'installe une ligne de rivage fluctuante en fonction des transgressions et regressions.

Le début du Tertiaire est marqué par le dépôt des séries phosphatées tout autour du môle de Kasserine (Fig. 8). Les bassins de Gafsa, au Sud, et de Tajerouine, au Nord, sont les plus importants. Les couches phosphatées sont en nombre de huit. Elles ne sont pas toutes exploitables. La différence des teneurs en Uranium dans les phosphates entre les bassins sud et nord, le bassin sud étant le plus pauvre, résulte d'une différence du milieu de dépôt. Le bassin de Gafsa, au Sud, est intracratonique et partiellement fermé; alors que le bassin nord est ouvert, de type méditerranéen (ABDELHADI et al., 1981). Au sommet des séries phosphatées se dépose une couche de fer oolithique au J. ANK (Fig. 8); alors qu'à la base des mêmes séries se trouvent les minéralisations Pb-Zn du Sekarna, au Centre.

Au début du Tertiaire ou peut être avant, les terres émergées, à l'échelle du Maghreb, prennent de l'ampleur; la liaison terrestre devenant possible de la côte

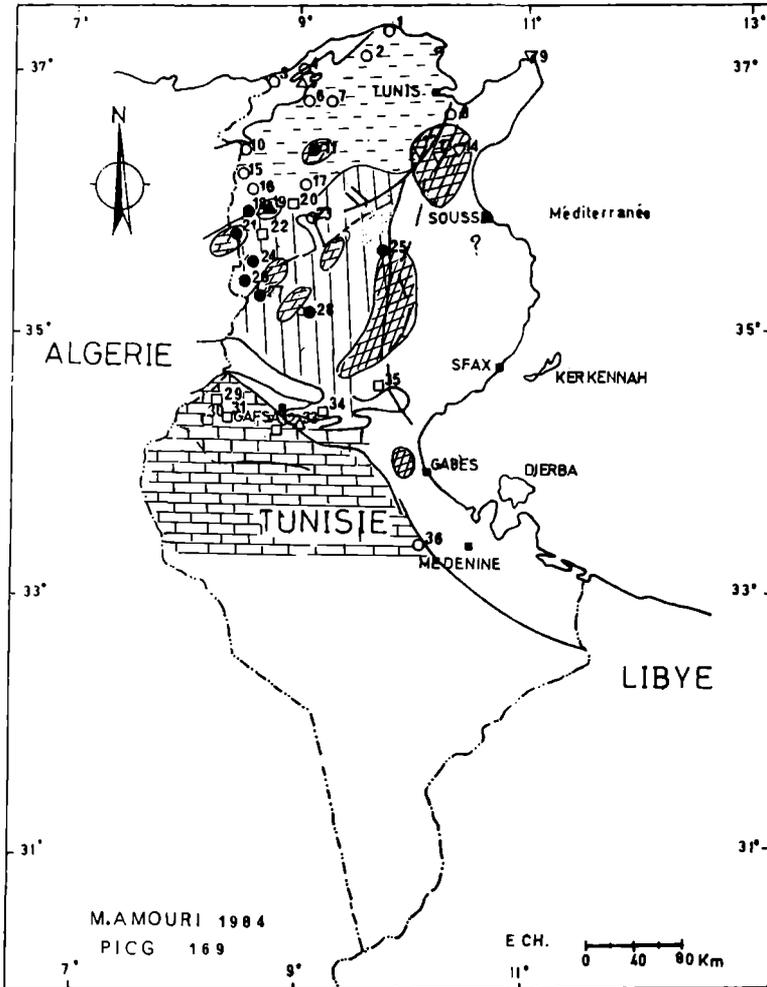


Fig 6 - Carte paléogéographique de l'Aptien
 Paleogeographic map for Aptien

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Sillon tunisien
Tunisian trough |  | Aires émergées
Emerged areas |
|  | 1 Zone des hauts-fonds
High ground zona |  | Plate-forme carbonatée interne
Internal carbonated platform |
|  | 2 | | |

1. Sedimentation de la plate-forme externe
 Continuous sedimentation of external platform
2. Faciès récifal subémergé
 Submerged reefal facies

Les symboles noirs indiquent les gisements formés à l'Aptien
 Black symbols show ore deposits formed during Aptien

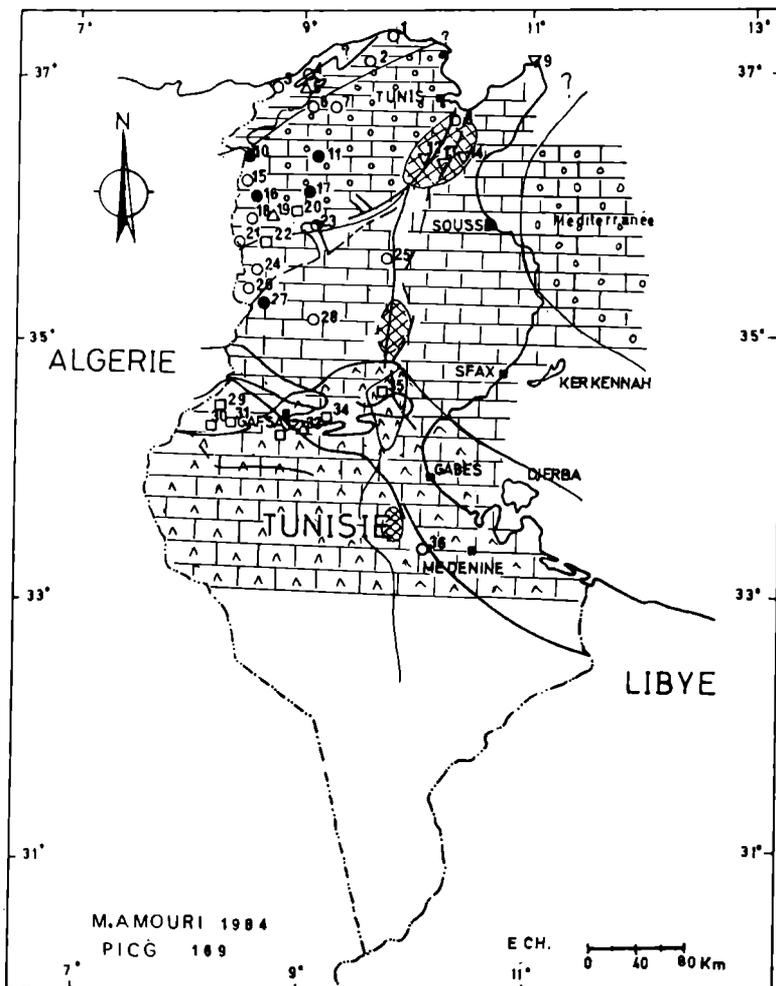


Fig.7 - Carte paléogéographique du Cénomanién
Paleogeographic map for Cenomanien

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Sillon tunisien
<i>Tunisian trough</i> |  | Aires émergées
<i>Emergded areas</i> |
|  | Dépôts planctoniques
<i>Planctonic deposits</i> |  | Evaporites
<i>Evaporits</i> |
|  | Plate-forme carbonatée
<i>Central carbonated platform</i> |  | Plate-forme sud
<i>South platform</i> |

Les symboles noirs indiquent les gisements formés au Cénomanién
Black symbols show ore deposits during Cenomanien

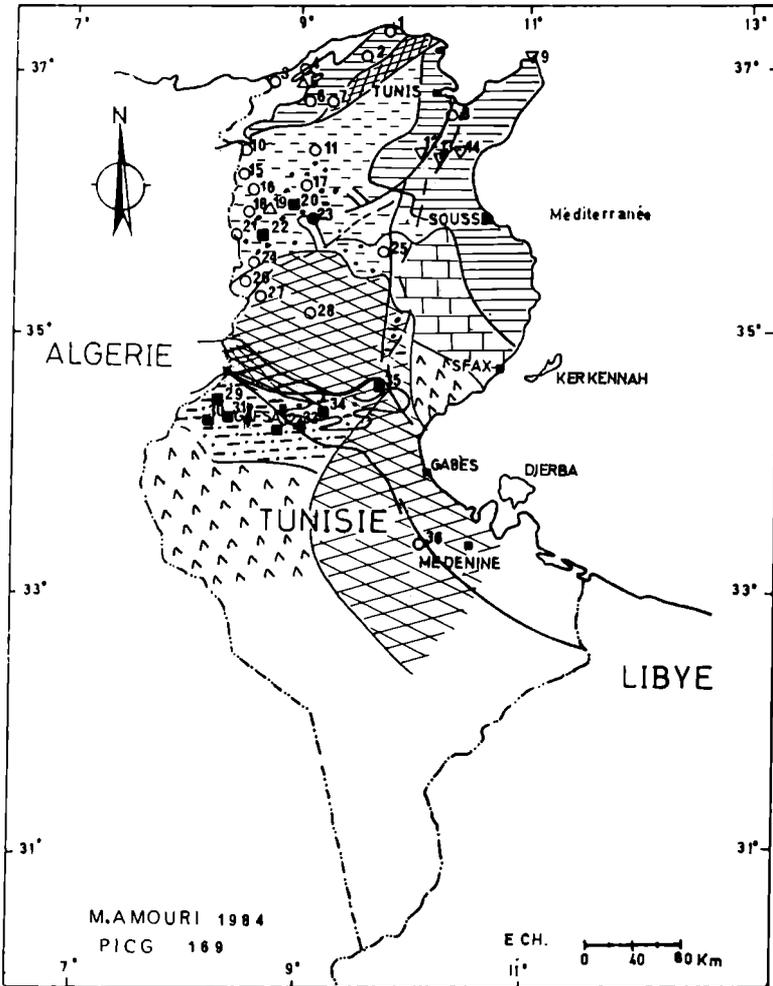


Fig. 8 - Carte paléogéographique de l'Eocène
Paleogeographic map for Eocene

	Dépôts néritiques <i>Neritic deposits</i>		Plate-forme carbonatée <i>Carbonated platform</i>
	Dépôts mixtes <i>Mixed deposits</i>		Dépôts phosphatés <i>Phosphated deposits</i>
	Aires émergées <i>Emerged areas</i>		Evaporites <i>Evaporites</i>

Les symboles noirs indiquent les gisements formés à l'Eocène
Black symbols show ore deposits during Eocene

atlantique à Bizerte; c'est ce qu'on appelle le paléo-Maghreb (VILA, 1980). Les mouvements en compression N-S s'accroissent aussi pendant cette même période, surtout au Priabonien, accompagnant des bouleversements paléogéographiques profonds de l'avant pays de la chaîne alpine du Maghreb. Ces bouleversements consistent en l'accroissement des mouvements salifères et l'expulsion des premières nappes lors de l'écrasement partiel de la marge nord-africaine.

De l'Oligocène au Burdigalien, la compression continue de manière inégale dans l'espace et dans le temps. La tectonique est plus précoce à l'Ouest du Maghreb qu'à l'Est, les déformations devenant de plus en plus intenses en allant vers l'Est (VILA, 1980).

A l'Oligocène, presque toute la Tunisie est émergée; on note toutefois un domaine sans dépôts, occupant tout le Centre et le Sud, alors qu'au Nord on enregistre d'importants dépôts gréseux (BUROLLET, 1975) (Fig. 9).

Pendant le Burdigalien et avant la mise en place des nappes numidiennes, une légère manifestation métallogénique se fait sentir au Nord, près de Béja et au Cap Bon (Fig. 10), dans des bassins internes, juste au front des unités oligocène-crétaées ou telliennes.

Du Burdigalien au début du Tortonien, les phénomènes compressifs demeurent discrets et peuvent être momentanément nuls.

Au Tortonien se déroule un nouvel épisode de collision dont les modalités sont différentes de celles de l'édifice priabonien. En effet, selon J. M. VILA (1980), toute la tectonique se fait à sec, au dessus d'un plan de sous charriage qui ne tient pas compte de la paléogéographie antérieure, c'est à dire de la nature et des caractéristiques mécaniques des séries accumulées jusqu'à la fin du Crétacé supérieur ou de l'Eocène. Ces caractéristiques n'influent que sur le style des déformations.

Pendant cette période et jusqu'au Pliocène, se sont développés plusieurs petits bassins internes (Fig. 11), à remplissage diversifié, dans la partie septentrionale du pays (VASSILEFF et al., 1979), au front des nappes numidiennes. Ces bassins sont tous minéralisés en Pb-Zn et quelques autres métaux accessoires; leur substratum est plissé et fracturé au même titre qu'eux. Ils sont orientés NE-SW avec un déversement vers le SE. Les minéralisations sont disséminées dans des séries laguno-continentales détritiques et/ou dans des calcaires lacustres. Ces remplissages des bassins peuvent être volcano-terrigenes dans quelques endroits, Sidi Driss par exemple. Ces bassins ont fait ou font actuellement l'objet de quelques exploitations.

A ces gîtes de bassins, qualifiés de néogènes (VASSILEFF et al., 1979), sont associés des gîtes encaissés dans les terrains anté-néogènes. Ces gîtes occupent les réseaux de fractures souvent élargies par dissolution karstique; l'exemple le plus typique est celui de J. Hallouf-Sidi Bou Aouane.

Un peu plus vers le Sud de ces bassins, deux avant-fosses se sont développées, longeant le cours inférieur et moyen de l'Oued Mejerda (VASSILEFF et al., 1979). Il s'agit d'un étroit chenal comblé d'une importante série molassique. Sur ses bordures se développent des séries à Pb-Zn (El Alia) et à Cu (Chouichia).

Du Tortonien supérieur au Quaternaire, correspond la période de genèse des reliefs actuels. En effet, l'édifice tortonien n'a subi que des modifications modérées qui correspondent à une fracturation et à un plissement le plus souvent à grand

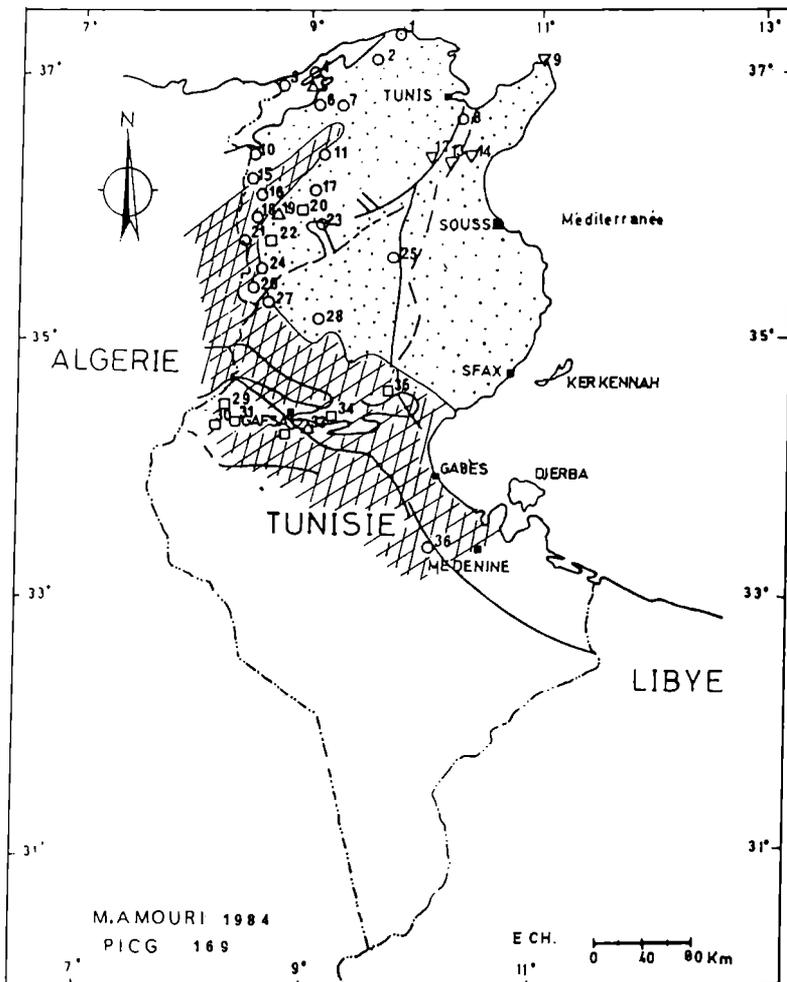


Fig. 9 - Carte paléogéographique de l'Oligocène
Paleogeographic map for Oligocene

-  Dépôts gréseux
Sandstone deposits
-  Aires émergées
Emerged areas

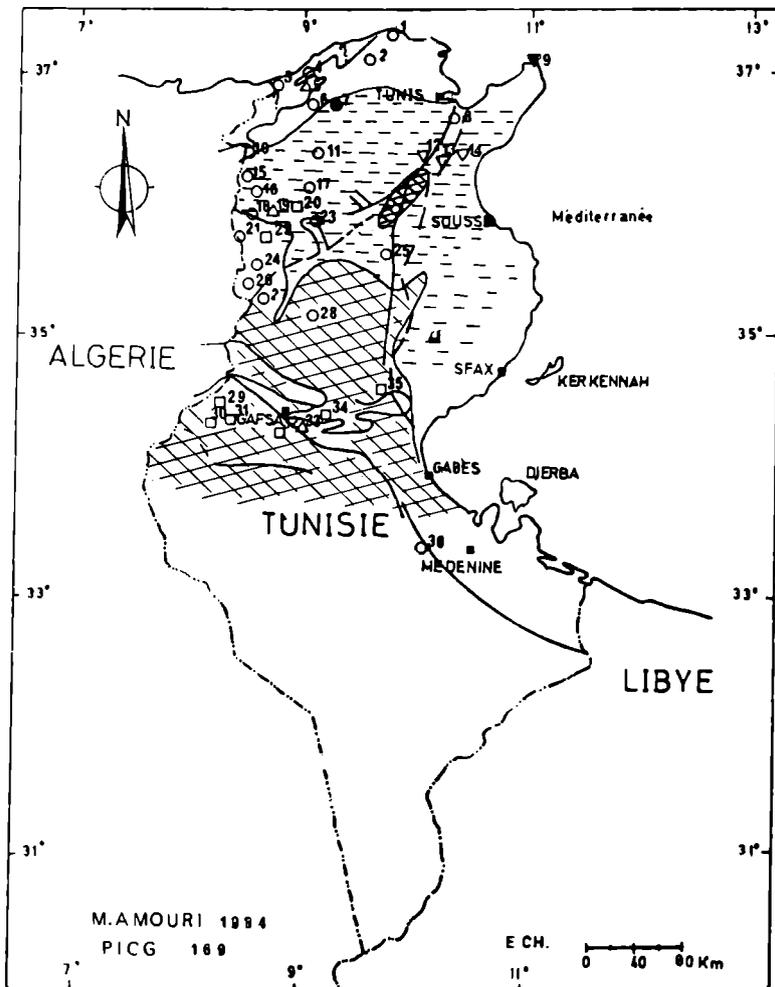


Fig. 10 - Carte paléogéographique du Miocène anté-nappes
Paleogeographic map for ante-nappe miocene

-  Dépôts néritiques
Neritic deposits
-  Aires émergées
Emerged areas

Les symboles noirs indiquent les gisements formés au Miocène anté - nappes
Black symbols show ore deposits formed during ante-nappe Miocene.

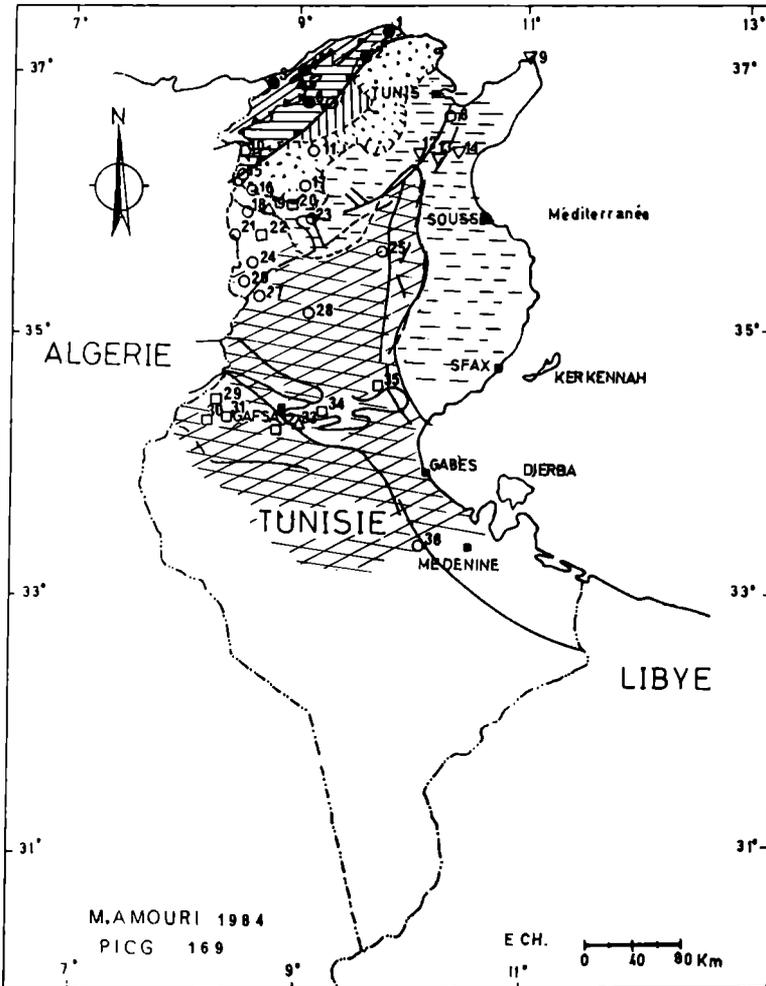


Fig. 11 - Carte paléogéographique du Miocène post-nappes

Paleogeographic map for post-nappes miocene

	Unité numidienne <i>Numidian unit</i>		Avant-fosse <i>Fore-deep</i>
	Unités telliennes <i>Tellian units</i>		Dépôts néritiques <i>Neritic deposits</i>
	Parautochtone <i>Parautochthonous</i>		Aires émergées <i>Emerged areas</i>

Les symboles noirs indiquent les gisements formés au Miocène post-nappes

Black symbols show ore deposits formed during post nappes Miocene

rayon de courbure des grandes unités charriées. On peut distinguer deux phases compressives successives précédant deux phases de relaxation des contraintes (ROUVIER, 1977). Les phases de relaxation correspondent à l'émission des roches effusives (volcanisme acide et basique des Nefza, Nord tunisien).

Enfin, l'accumulation des sédiments plio-quatérnaires permet une forte subsidence en Tunisie septentrionale et orientale. On observe parfois un renversement spectaculaire des traits majeurs du relief dans la région de Bizerte (BUROLLET, 1975). Des massifs montagneux qui encadrent le sillon miocène post-nappe, s'effondrent rapidement au cours du Pliocène avec des basculements de plus de 2000 m entre le début du Pliocène et l'époque actuelle.

Conclusion

Les gisements tunisiens, à part les phosphates qui sont indiscutablement sédimentaires, présentent un caractère apparent épigénétique tardif, qualifié de «téléthermal». Cependant, les travaux récents de plusieurs auteurs ont démontré que ces gisements n'apparaissent pas comme issus de la dernière phase hydrothermale de l'orogénèse alpine; au contraire, ces gisements se sont formés à des époques différentes selon l'évolution géotectonique du pays. Cette évolution a permis l'installation de structures favorables au piégeage des métaux, des haut-fonds et des petits bassins à caractère réducteur notamment, durant le Crétacé et le Néogène post-nappes.

L'origine primaire des métaux, volcanique ou terrigène, n'a pu être démontrée. Une étude comparative régionale, à l'échelle du Maghreb serait-elle justifiée pour résoudre le problème; d'autant plus que la migration des métaux de l'Ouest vers l'Est est tout à fait plausible.

Les éléments métallifères ont passé par au moins une étape syndiagénétique, comme le témoignent les teneurs élevées des calcaires non transformés de Bougrine. La finesse des grains minéraux et leur disposition laminaire, dans des niveaux stratigraphiques voisinant la plupart des cas les gîtes métallifères, témoignent aussi de la présence des minéralisations primaires. Ces éléments sont libérés par dolomitisation et silicification et enfin concentrés dans des ouvertures de type karstique, par exemple, lors des mouvements tectoniques ultérieurs. C'est ce dernier phénomène qui donne l'aspect téléthermal.

Bibliographie

- ABDELHADI, M., SASSI, S., et PREMOLI, C. (1981): Répartition de l'Uranium dans les phosphates tunisiens. In résumés. 1^{er} Congrès national des Sciences de la Terre. Tunis. P. 60 bis.
- AMOURI, M. (1984): Les minéralisations Pb-Zn liées à l'Aptien dans l'Atlas tunisien central. 5^{ème} séminaire national des Sciences de la Terre. Alger.
- BOLZE, J. (1952): Diapirisme et métallogénie en Tunisie. 19^{ème} C. G. I. Alger. XII section. PP. 91-104.
- BUROLLET, P. F. (1967): General Geology of Tunisia. In guidebook to the geology and history of Tunisia. Petrol. Explor. Soc. Libya. 9th ann. field conf. 1967. PP. 51-58.

- BUROLLET, P. F. (1975): Géologie et sédimentologie de la Tunisie. Livret guide excursion N° 15. IX Congrès international de sédimentologie. Nice.
- BUROLLET, P. F., et BUSSON, G. (1983): Plate-forme saharienne et Mésogée au cours du Crétacé. Notes et Mémoires. N° 18. CFP. Paris. PP. 17–26.
- FLORIDIA, S. (1973): La province fluorée tunisienne. Aperçu géologique et métallogénique. Livre jubilaire M. SOLIGNAC. Annales des mines et de la géologie n° 26 Tunis. PP. 459–477.
- FUCHS, Y. (1973): Sur les relations entre émerSIONS et concentrations métallifères, quelques exemples tunisiens. Livre jubilaire M. SOLIGNAC. Annales des Mines et de la Géologie n° 26 Tunis. PP. 479–509.
- LAATAR, E. (1980): Gisements de Plomb-zinc et diapiirisme du Trias salifère en Tunisie septentrionale. Les concentrations périadiapiiriques du district minier Nefate-Fedj El Adoum (région de Téboursouk). Thèse spécialité. Université P. et M. CURIE. Paris VI. 280 P.
- MARIE, J., TROUVE, PH., DESFORGES, G., et DUPHAURE, PH. (1984): Nouveaux éléments de paléogéographie du Crétacé de Tunisie. Notes et mémoires n° 19 CFP. Paris. 37 P.
- NICOLINI, P. (1968): Les gîtes Plombo-zincifères de Tunisie. Symposium sur les gisements Plombo-zincifères en Afrique Tunis 1966. Annales des mines et de la Géologie n° 23. Tunis. PP. 207–240.
- PERTHUISOT, V., et ROUVIER, H. (1984): Halocinèse et métallogénie: les gisements de Pb-Zn périadiapiiriques. Géochronique 1984, supplément au n° 10. Résumés 27° CGI. Moscou. PP. 42–43.
- ROUTHIER, P. (1980): Où sont les métaux pour l'avenir? mémoire B. R. G. M. n° 105.
- ROUVIER, H. (1977): Géologie de l'extrême – nord tunisien: tectoniques et paléogéographies superposées à l'extrémité orientale de la chaîne nord-maghrébine. Thèse Es. Sciences Paris VI. 898 P.
- SAINFELD, P. (1952): Les gîtes Plombo-zincifères en Tunisie. Annales des mines et de la géologie n° 9. Tunis.
- THIEBEROZ, J. (1974): Hammam jedidi et Hammam Zriba (région de Zaghouan, Tunisie). Etude géologique et minière de deux gisements stratiformes dans le cadre de la province fluorée tunisienne. L'association des concentrations fluorées aux surfaces d'émerSION. Thèse spécialité université Paris VI.
- TOUHAMI, A. (1979): Contribution à l'étude géologique et métallogénique de la province fluorée tunisienne. (Tunisie orientale) rôle de l'altération superficielle dans la formation des concentrations fluorées. Thèse spécialité 321 P. Tunis.
- TRUILLET, R. (1981): La structure de Hammam Zriba. Son histoire géologique et métallogénique. Inf résumés. 1^{er} Congrès national des Sciences de la Terre Tunis. P. 51.
- VASSILEFF, L., et STANICHEVA-VASSILEVA, G. (1979): Le Néogène en Tunisie septentrionale. Position géotechnique et métallogénie. I. Cadre géologique. Geologica Balcanica 9, 3. Sofia PP. 71–92.
- VASSILEFF, G., et STANICHEVA-VASSILEVA, G. (1979): Le Néogène en Tunisie septentrionale. Position géotectonique et métallogénie. II. Tectonique du néogène. Geologica Balcanica 9, 4. Sofia 1979. PP. 59–76.
- VILA, J. M. (1980): La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse Es. Sciences. Université P. et M. CURIE. Paris VI. 639 P.