

# DIAPIRISME POLYPHASE OU GLACIER DE SEL ALBIEN? DILEMME DU MATÉRIEL TRIASIQUE DES CONFINS ALGÉRO-TUNISIENS

Waclaw Marian KOWALSKI\* et Messaoud HAMIMED\*

## RÉSUMÉ

La région située entre Tébessa et Ouenza en Algérie orientale, a connu un diapirisme dont l'existence est liée aux principales phases de distension. La phase Albo-Aptienne se caractérise, dans les zones à manifestations diapiriques, par une réduction importante de l'épaisseur des sédiments et par une minéralisation sidéritique ou polymétallique.

Selon les observations des auteurs, le diapirisme miocène dans les environs d'Ouenza s'est manifesté en deux phases consécutives dont la plus vieille est probablement burdigalienne et la plus récente post-tortonienne. Ce dernier diapirisme a bouleversé le fossé miocène des Oulad Soukies et verticalisé les sédiments miocènes ou les emballé dans le matériel triasique.

La théorie du «glacier de sel» interstratifié dans les sédiments albiens, soutenue par J.-M. Vila et son équipe dans la région Ouenza-Tébessa et surtout appuyée sur l'étude de l'Albien d'Ouenza, n'est pas prouvée selon nous par des faits de terrain. Au contraire, le Trias diapirique montre clairement des contacts intrusifs avec des séries plus anciennes que l'Albien (Barremien de Harraba et Sidi Embarka) ou plus jeunes que celui-ci (Cénomaniens, Turonien et Miocène d'Ouenza : Satour el Hamra, Ain Sidi Salah, Oulija et Dj. Boukamech). Ces contacts sont toujours verticaux et basculent les structures fini-lutésiennes. Cette théorie est une généralisation abusive de phénomènes correspondants à une des phases du diapirisme.

**Mots clés** - Diapirisme - "Glacier de sel" - Trias - Miocène - Tébessa - Ouenza - Minéralisation - Algérie.

## MULTI-PHASES DIAPIRISM OR ALBIAN SALT GLACIER? DILEMMA OF TRIAS MATERIAL ON THE ALGERIAN-TUNISIAN CONFINES

### ABSTRACT

The region between Tebessa and Ouenza, within the eastern part of Algeria, has recognized a multi-phases diapirism whose the existence is linked to the phenomenon of albian-aptian and mio-pto- quaternary principal distensions. The albian-aptian phase is characterised, within the zones of diapiric manifestations, by a drastic reduction of the sediments' thickness and by a sideritic or multi-metallic mineralisation.

According to the authors observations, the miocene diapirism in the vicinity of Ouenza took place in two consecutive phases whose the older one is probably burdigalian and the younger is post tortonian. This last diapirism has disturbed the miocene graben of Oulad Soukies zone and verticalised the miocene sediments or packing them within the triassic material.

The theory «Salt's glacier» interbedded within the albian sediments, and which is recognized by J. M. Vila within the domain of Ouenza-Tebessa, especially in the albian sediments of Ouenza,

\*Centre Universitaire de Tébessa, I. S. T.

- Manuscrit déposé le 16 Juin 1998, accepté après révision le 04 Août 1999

has no foundations in the field. On the contrary, the diapiric trias shows clearly the intrusive contacts with the older rocks than the Albian ( Aptian and Barremian of Harraba and Sidi Embarka) and the younger ones ( Cenomanian, Turonian and Miocene of the Ouenza vicinity as Satour Hamra, Ain Sidi Salah , Oulija and Dj. Boukamech).

These contacts are always, as others in the whole region, vertical and even overturn the folded structures of finished-lutetian.

This theory exploits only one phase of diapirism and enforces it with a false interpretation.

**Key words** - Diapirism - "Salt Galciar" - Trias - Miocene - Tebessa - Ouenza - Mineralisation-  
Algeria

## I - INTRODUCTION

Depuis quelques années, on observe le développement d'une nouvelle théorie qui place les affleurements de matériel triasique apparaissant dans la zone localisée au nord de la limite orientée sensiblement WSW-ENE et passant à quelques kilomètres au nord de Tébessa, dans le domaine dit des "glaciers de sel" sous marins albiens, qui se manifestent jusqu'au front des nappes alpines (Vila, 1995, p.163). Tous les affleurements réputés Triasiques situés entre El Ouasta au Nord et le fossé décrochant de Tébessa au Sud seraient ainsi en majorité le résultat d'une interstratification durant une courte période de sédimentation marine dont l'âge peut varier, selon les lieux, de l'Aptien moyen-supérieur à l'Albien moyen-supérieur (Vila, 1994, p.111). Le plus souvent, ces «glaciers» sont considérés comme interstratifiés entre l'Albien inférieur et l'Albien supérieur (Djebel Ouenza, Djebel Bou Jaber, Djebel Ladjebel, Djebel Meridef et El Kef en Tunisie; J.-M. Vila *et al.*, 1993, 1994, 1996).

La position du «glacier de sel» entre Albien inférieur et supérieur a été argumentée par des datations paléontologiques (par exemple au Djebel Bou Jaber; J.M. Vila et A. Charrière, 1993).

Cependant de nombreux contacts cassants du Trias avec des séries plus récentes n'ont pas été signalés, que ce soit avec l'Aptien (Djebel

Melah), le Turonien (Guebel Ed Diar au NW de Bou Khadra), le Miocène (entre le Djebel Damous et le Koudiat Bou Amoud, 9km à l'ENE de l'Ouenza) et d'autres contacts qui avaient été bien décrits par G. Dubourdiou (1956) et par S. Dozet *et al.*, (sur la feuille d'El Aouinet, 1984).

Les caractères de ces contacts ainsi que les nouvelles observations montrent en fait que la plupart des injections de diapirs triasiques se sont faites au travers des couches de l'Albien et les autres au contact de l'Aptien, du Cénomaniens, du Turonien et même avec du Miocène.

Par ailleurs, pour accréditer la théorie des "glaciers de sel", l'interprétation des textures du matériel triasique intercalé dans l'Albien a été quelque peu modifiée, en remplaçant par exemple la qualification de brèche qui est en accord parfait avec la réalité du terrain par celle de conglomérat. Si les nouvelles datations sont cohérentes et contribuent beaucoup à la connaissance de la stratigraphie de la région, la qualification erronée des textures, surtout à la base du profil du matériel triasique, peut induire en erreur.

La théorie du "glacier de sel" est née à l'Ouenza (Vila, 1993). Elle a été appliquée ensuite aux structures algériennes voisines: Djebel Mesloul, Djebel M'Kirriga, Djebel Mzouzia, Djebel Bou Khadra, Djebel Hameimat Ed Dahra et Hameimat El Gueblia près de Morsott (Vila, 1994a), Djebel Bou Jaber (Vila et Charrière, 1993), Djebel Ladjebel et Dj. Méridef

(Vila 1995), puis à certaines structures situées en Tunisie (Vila *et al.*, 1994 b et 1996).

Au cours de travaux de terrain dans la zone d'étude concernée par la théorie du «glacier de sel», nous avons pu mettre en évidence de nombreux faits qui nous permettent de mettre en doute la crédibilité de cette théorie.

## II - GRANDS ENSEMBLES STRUCTURAUX DE LA REGION

La région où J.M. Vila et ses collaborateurs ont essayé d'implanter la théorie du « glacier de sel » est comprise entre 7°40' - 8°45" de longitude E et entre 35°30' - 36°15' de latitude N (fig.1). Les terrains triasiques occupent, à quelques exceptions près, le cœur d'anticlinaux d'âge fini-éocène (selon Flandrin., 1948. fini-lutétien). L'âge de ces plissements est déduit de l'absence de sédiments du Bartonien, du Priabonien et de l'Oligocène dans la région, et par le caractère discordant des sédiments du Miocène. La direction de ces structures fini-lutésiennes ou atlasiques (phase pyrénéenne) est toujours SW-NE.

Dans la région, selon G.Dubourdiou 1956, J.P. Masse et P. Chikki-Aouimhour 1982, la phase principale de distension est située entre l'Aptien et l'Albien. Par la suite, la distension Miocène a repris dans les structures les anciennes directions de la distension albo-aptienne. Un des effets de cette distension récente est la formation de fossés d'effondrement d'âges différents, allant du Miocène jusqu'au Quaternaire.

Ainsi, après la fin de la phase fini-lutésienne, le renouvellement de la distension est responsable de la fracturation des terrains du Miocène au Quaternaire. Les fractures NE-SW correspondent à la tectonique distensive de la phase tellienne (Miocène) et aussi, surtout au sud de la région, à la phase de plissements du Pliocène inférieur et du Plio-Quaternaire (Kowalski *et al.*, 1996; Kowalski *et al.*, 1997).

Les diapirs de la région sont nés par étapes depuis, l'Albo-Aptien (Thibieroz et Madre, 1976; Perthuisot *et al.*, 1987; Aoudjehane *et al.*, 1992; Bouzenoune, 1993 et Bouzenoune *et al.*, 1995) jusqu'au Tertiaire et Quaternaire (Dubourdiou, 1956).

Les zones d'anticlinaux fini-lutésiennes correspondent aux terrains de la région où la distension crétacé et le diapirisme triasique sont le mieux développés. Ces zones sont caractérisées par une épaisseur réduite des sédiments et de faibles profondeurs de sédimentation en relation avec la montée diapirique. Il existe cependant des anticlinaux fini-lutésiennes (l'anticlinal de Djebel Def par exemple) qui ne montrent ni d'affleurement de Trias ni réduction locale de l'épaisseur de l'Albien. Cet anticlinal est situé entre les structures anticlinales de l'Ouenza et Djebel Bou Djaber où le matériel triasique est injecté dans l'Albien dans les deux cas. Ces anticlinaux sans diapirs triasiques se caractérisent par un pendage des couches beaucoup plus faible que celui des anticlinaux percés par diapirs qui présentent fréquemment des structures déformées asymétriquement. On note aussi que les anticlinaux de la région correspondent aux reliefs élevés, tandis que les synclinaux (à l'exception du synclinal du Djebel Haud es Srhyret Djebel Dyr) forment des reliefs de moindre importance.

Du Sud au Nord de la région d'étude on individualise les structures suivantes (fig. 1) :

a- la zone anticlinale de Djebel Belkfif - Djebel Es Sen - Hameimat (ed Dahra et el Guebla) - Djebel Bou Jaber (voir Kowalski *et al.*, 1996, p.175, fig.1) où s'individualisent deux structures diapiriques: structure Djebel Belkfif - Hameimat et structure Djebel Bou Jaber.

b- La zone du synclinal de Oued Taga et de l'anticlinal Morsott-Ain Zitouna représente des structures sans affleurements diapiriques.

- Dans la structure de Djebel Belkfif - Hameimat, on observe la réduction radicale de

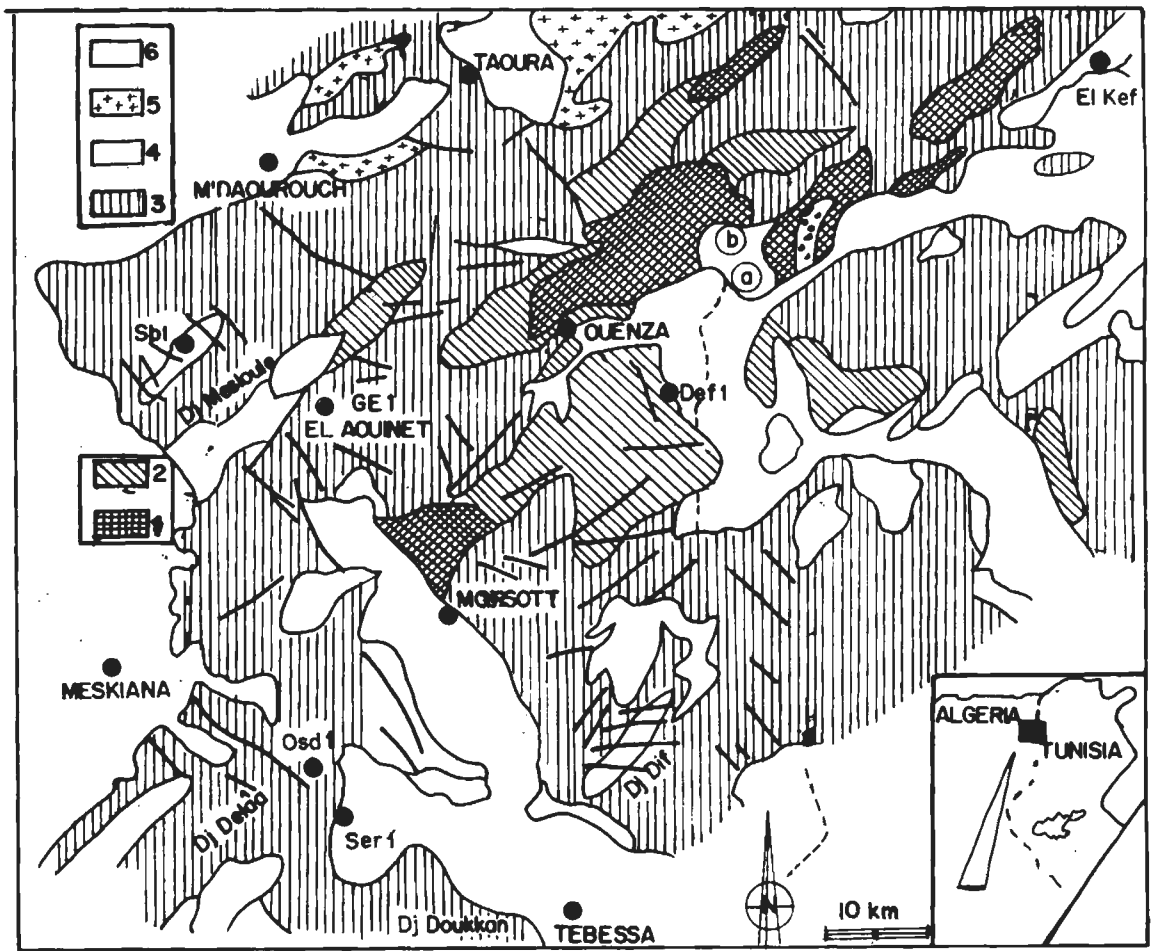


Fig. 1 - Carte géologique simplifiée de l'Atlas Saharien oriental aux confins algéro-tunisiens (W. Wildi, 1983)

*The simplified geological map within the eastern part of the saharian Atlas in the Algerian-Tunisian confines (W. Wildi, 1983).*

1: Trias (*Trias*), 2: Crétacé inférieur (*Lower Cretaceous*), 3: Crétacé supérieur (*Upper Cretaceous*), 4: Paléogène (Paléocène et Eocène) (*Paleogene (Paleocene and Eocene)*), 5: Miocène (*Miocene*), 6: Quaternaire (*Quaternary*), a: Hameimat (*Hameimat*), b: Djebel Harraba (*Djebel Harraba*), c: Sidi Emberka (*Sidi Embarka*), +: Forage (*Boreholes*).

l'épaisseur d'Aptien ou même l'absence d'Albien, ce qui témoigne d'une poussée diapirique importante, liée certainement à la distension crétacée. Cette phase diapirique provoquant la tendance à l'émersion au cours de l'Albien est signalée également dans d'autres travaux effectués dans la zone du Dj. Bou Jaber (Amouri, 1986).

c- Le synclinal perché de Haud es Srhyr se caractérise par un coeur (Turonien et Emché-

rien) à pendage inférieur à 20°. Cependant, le flanc ouest d'Oum es Sba (nommé aussi Bagra) est verticalisé voire renversé au contact du diapir de Bou-Khadra: G. Dubourdiou (1956, p. 512) a signalé que, à proximité de l'affleurement de Turonien (moins de 150m), les crêtes d'Oum-es-Sba sont constituées de calcaires aptiens redressés qui se prolongent sur environ 1500m du NE au SW. A l'Est d'Oum-es-Sba, une série d'Albien et de Vraconien a fortement

comprimé par en dessous les marnes argileuses du Cénomaniens. Les calcaires gargasiens ont été soulevés par le diapir qui s'est frayé en passage à la faveur des accidents bordiers de l'effondrement de Dehissa (faille d'Oum-es Sba).

Selon le même auteur (1956, p.510), l'effondrement de Bled ed Dehissa a eu lieu avant le dépôt du Miocène des environs de Koudiat el Hamra. Nos observations montrent que ce Miocène présente également des contacts intrusifs avec le Trias. Ainsi, si G. Dubourdiou prouve que les structures atlasiques (synclinal de Haud es Srhyr par exemple) sont déformées par le diapirisme post-éocène de Bou-Khadra. Nos observations montrent l'existence d'une phase post-miocène de ce diapirisme, en plus de la phase albo-aptienne qui explique la réduction brutale de l'épaisseur des séries albo-aptiennes dans certains endroits, notamment dans la zone de Bou-Khadra.

d- La zone anticlinale de Bou-Khadra - Djebel Def est marquée au niveau du Djebel Bou-Khadra par un diapirisme polyphasé, tandis qu'au Djebel Def, on n'observe aucune trace de diapirisme au Clansaysien et à l'Albien. De plus, au Djebel Def, la série marine de l'Albien est bien développée et on n'observe pas de réductions locales comme à Djebel Bou-Khadra.

e- Plus au NW, le diapirisme post-eocène a effacé partiellement les éléments des structures atlasiques comme c'est le cas dans le synclinal du Koudiat-el-Hamra à coeur de Coniacien probable et flancs de Turonien couverts par un Miocène discordant à injection diapirique de Trias. Plus au NW, entre Morsott et Sidi-Yahia, on observe la structure anticlinale de Fedj-Ez-Zgag ( $x = 976,5$  et  $y = 287$ ; carte à 1/50000 d'El Aouinet; S.Dozet *et al.*, 1985). Sur le flanc SSE à noyau cénomaniens (fig.2), on observe une injection diapirique de Trias qui a repoussé la série très réduite de l'Albo-Aptien et du Vraconien entre les calcaires turoniens et les marnes

cénomaniens. Il y a donc ici deux phases de diapirisme dont la première est liée à la distension Albo-Aptienne, responsable à la fois à la réduction de la série albo-aptienne et de la minéralisation ferrifère. La deuxième phase, liée à la distension mio-pliocène, a perturbé la structure plicative fini-éocène.

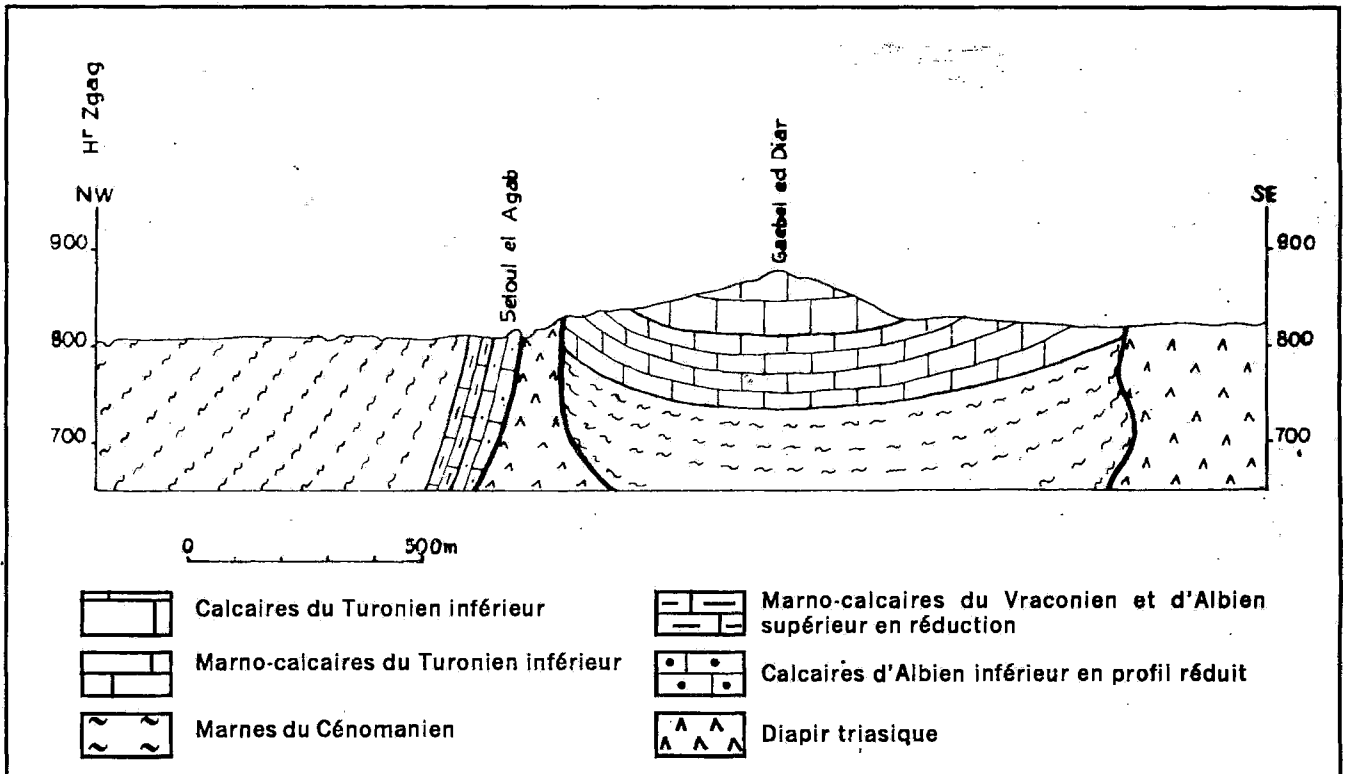
f- Plus au Nord après le synclinal de Bled El Guentas, à coeur de sédiments turoniens et couvert par le Miocène marin de la zone de Sidi Yahia-Mechta Remila (Kowalski *et al.*, 1995), se trouve l'anticlinal de Djebel Guelb-Djebel Ouenza-Djebel Harraba, qui est bien connu à Ouenza par la présence de la minéralisation accompagnée par le diapirisme triasique.

### III - PALEORELIEFS ALBO-APTIENS

#### a) Le Djebel Def

En 1976, G. Thibieroz et M. Madre ont présenté l'hypothèse d'un dépôt des calcaires albo-aptiens de l'Ouenza, dans des zones marines, dont la faible profondeur serait liée à la montée des séries salifères, les zones situées loin des diapirs, marquées par une profondeur plus importante, accueillant une sédimentation plus marneuse.

Dans le dôme anticlinal du Djebel Def (Draa El Hamra et C.515 ; G. Dubourdiou, 1956, p.70) a montré la présence des niveaux supérieurs du Gargasien (*Cidaris cf. pretiosa* DESOR, *Epiaster cf. crassissimus* DEFANCE etc.). Il ajoute (p.158) que dans la zone de Bled-Et-Tebaga au coeur de l'anticlinal du Djebel Def, le sommet de l'Aptien (Clansayésien), d'épaisseur 175m., est marneux à intercalations calcaires (voir carte, pl. IX). L'Albien inférieur de puissance totale environ 320m (G. Dubourdiou, 1956, p.195) affleure entre la zone de Bled Et Tebaga et les calcaires d'Albien moyen du Djebel Def proprement dit. La série de l'Albien moyen et supérieur atteint au total une puissance de 330m et elle est datée par des ammonites (*Pervinquieria sp.*, etc.)



**Fig.2** - Coupe géologique sur le flanc méridional de l'anticlinal déformé du Fedj Ez Zgag : déformation de la structure plissée au cours de la phase fini-lutétienne en relation avec le diapirisme mio-pliocène.

***The geological cross-section by the southern wing of the Fedj ez Zgag deformed anticlinal. The deformation of the folded structure hapening during the final lutetian phase is linked with the mio-pliocene diapirism***

dans la partie supérieure. Au sommet du profil, reposent les marnes du Vraconien.

En visitant le profil de Djebel Def au cours de l'année 1993, W. M. Kowalski et A. Gueddouche, ont constaté que, au contraire des zones diapiriques, l'Albien de cette zone du Def est bien développé. Dans tout ce profil du Dj. Def, bien visible aux affleurements, on n'a pas observé de Trias resédimenté ou diapirique.

La relation entre la présence de diapirs et l'existence de zones peu profondes est logique puisque la poussée verticale du sel provoque un soulèvement du fond marin. Par contre, la liaison avec ces zones hautes des "glaciers de sel", faiblement enracinés et resédimentés dans le

Crétacé est difficilement explicable car, en suivant les lois de la gravité, le matériel triasique resédimenté devrait au contraire s'accumuler dans les zones les plus profondes.

#### b) Le Djebel Belkfif

J.M. Vila (1994, p.111) a essayé d'appliquer la théorie du «glacier de sel» dans la zone de Djebel Belkfif, près de Tébessa.

Les travaux de F. Morel (1957), de K. Boufaa *et al.*, (1996) et nos observations multiples sur le terrain montrent d'une qu'à Dj. Belkfif, l'Aptien n'existe que sous forme de blocs englobés et emportés par le diapir triasique et d'autre part que l'Albien est absent. Ce matériel

triasique ne peut donc pas être intercalé dans un Albien inexistant ou un Aptien qui ne présente que des blocs englobés dans le diapir triasique, en contact direct avec le Cénomaniens-Campaien (Morel, 1957). Cette non-intercalation du Trias dans l'Aptien a été dernièrement confirmée par W. M. Kowalski *et al.*, (1996).

### c) Le Djebel Bou Jaber

L'interprétation stratigraphique du Djebel Bou Jaber présentée par J.M. Vila et A. Charrière (1993) nous paraît correcte du point de vue paléontologique. Cependant, la présence de Trias interstratifié dans l'Albien ne nous semble pas fondée.

Selon G. Dubourdiou (1956), et surtout M. Amouri (1986), non cité par J.M. Vila et A. Charrière, le matériel triasique (ou tout simplement le diapir de Trias) se trouve à la base du complexe albo-aptien, lequel est poussé et verticalisé par celui-ci. Il faut souligner ici que les plis de l'Atlas Saharien oriental n'ont pas de pendages supérieurs à 30°, sauf quand ils sont déformés par le diapirisme.

Les auteurs du présent article ne sont pas d'accord avec G. Dubourdiou sur la relation entre le diapirisme et la compression eocène, mais nous considérons que le percement diapirique est généralement post-eocène ou précisément mio-pliocène et quaternaire.

De plus, selon M. Amouri (1986), dans la partie tunisienne de Djebel Bou Jaber, il manque à la fois l'Albien et le Vraconien, preuve d'une émergence locale qui, toujours selon lui, aurait été responsable par ailleurs de la mise en place d'un gisement polymétallique du type karstique. La présence d'un karst entre Albien inférieur et supérieur du côté algérien du Djebel Bou Jaber a été aussi prouvée par S. Salmi-Laouar (1998).

Les auteurs supposent que l'intensité de l'altération albiennaise de la partie tunisienne du

Djebel Bou Jaber est liée à l'émergence qui a subsisté une plus longue période, qu'en côté algérien, l'Albien marin reconnu par G. Dubourdiou (1956) a été localement ou complètement érodé au cours de l'épisode continental, avant la transgression de l'Albien supérieur-Vraconien du côté algérien et du Cénomaniens du côté tunisien.

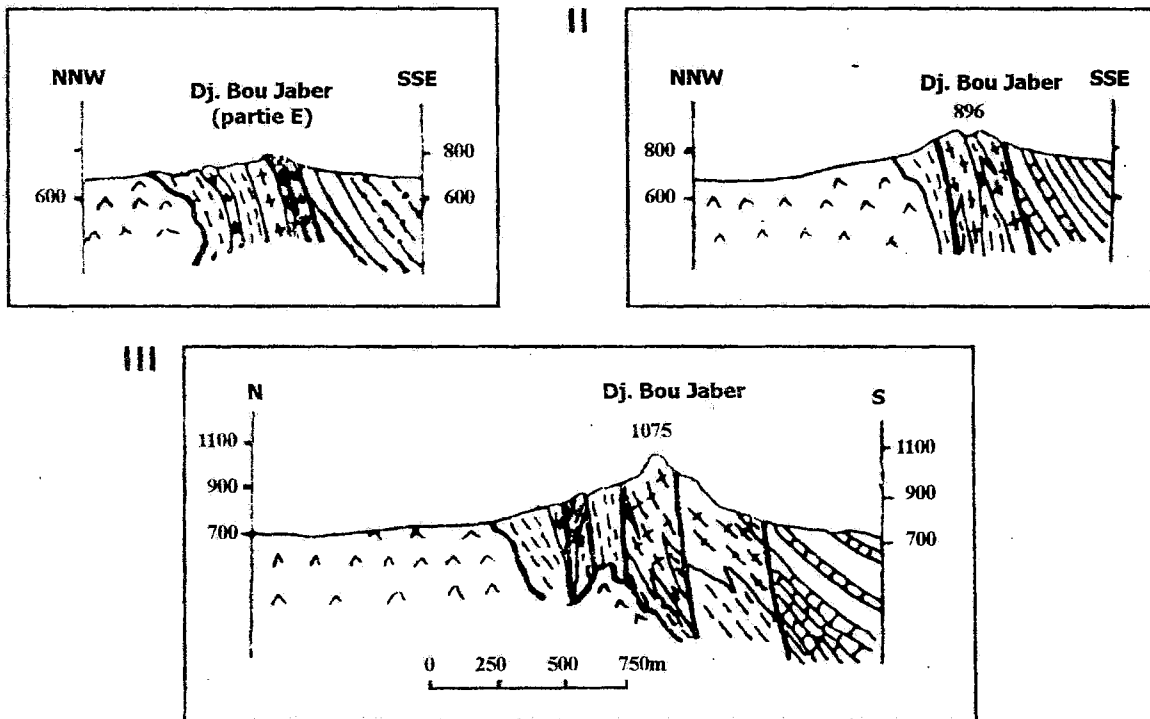
Si G. Dubourdiou (1956) et M. Amouri (1986), (fig.3) placent le diapir triasique au dessous de l'Aptien, J.M. Vila et A. Charrière (1993) indiquent deux niveaux de "glacier de sel" dont le premier est sans aucune base et le deuxième est intercalé entre l'Albien inférieur et supérieur (fig.3).

Sur sa carte géologique du massif de Bou-Jaber à l'échelle de 1/15000 (fig. 4) S. Salmi-Laouar (1998) confirme que le contact du Trias se fait avec le Gargasien dans la partie centrale et orientale du massif et avec le Clansayésien dans la partie occidentale, ce qui semble démontrer la résorption diapirique du Gargasien dans la partie occidentale. La zone déterminée par J.M. Vila et A. Charrière (1993) comme «glacier de sel» intercalé dans l'Albien est en réalité selon nous une injection verticale à partir du corps principal du diapir situé à proximité, du même type que les injections diapiriques observées par nous dans la zone de Hameimat.

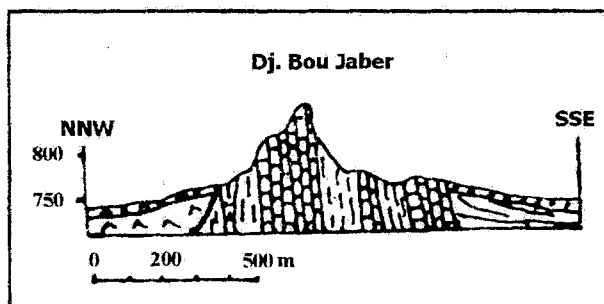
S. Salmi-Laouar donne des coupes géologiques du massif de Djebel Bou Jaber (fig.5) où, dans la partie orientale (secteur du col), on observe le contact discordant entre Trias et Gargasien et dans la partie occidentale une injection du Trias très locale entre l'Albien supérieur et inférieur.

S. Salmi-Laouar (1998) a effectué des analyses isotopiques du soufre de cette injection du Dj. Bou Jaber. Les résultats ont montré que les quatre isotopes stables et naturels S 32, S 33, S 34 et S 36 sont présents. Les analyses ont été effectuées au laboratoire de l'Isotope Géos-

A (I, II, III) :Selon G. Dubourdieu, 1956



B :Selon M. Amouri, 1986



C :Selon J. M. Vila, 1994

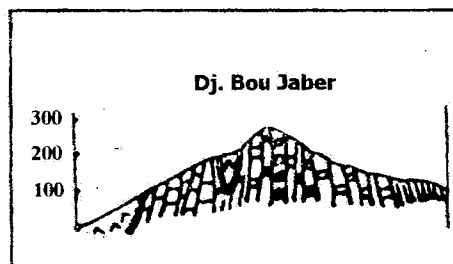



















Fig.3 - Coupes interprétatives du Djebel Bou Jaber (première série).  
*Interpretative cross-sections of Djebel Bou Jaber*










**Légende A**

	Trias diapirique
	Aptien à calcaires récifaux
	Cénomaniens inférieurs
	Aptien (marnes et calcaires argileux)
	Albien inférieur
	Cénomaniens supérieurs
	Albien moyen et supérieur
	Vraconien
	Contact anormal
	F. Faille

**Légende B**

	Trias diapirique
	Barre calcaire principale de l'Aptien moyen
	Alternances marno-calcaires d'Aptien moyen
	Marnes cénomaniennes
	Alluvions sur Trias
	Alluvions sur Cénomaniens
	Contact anormal

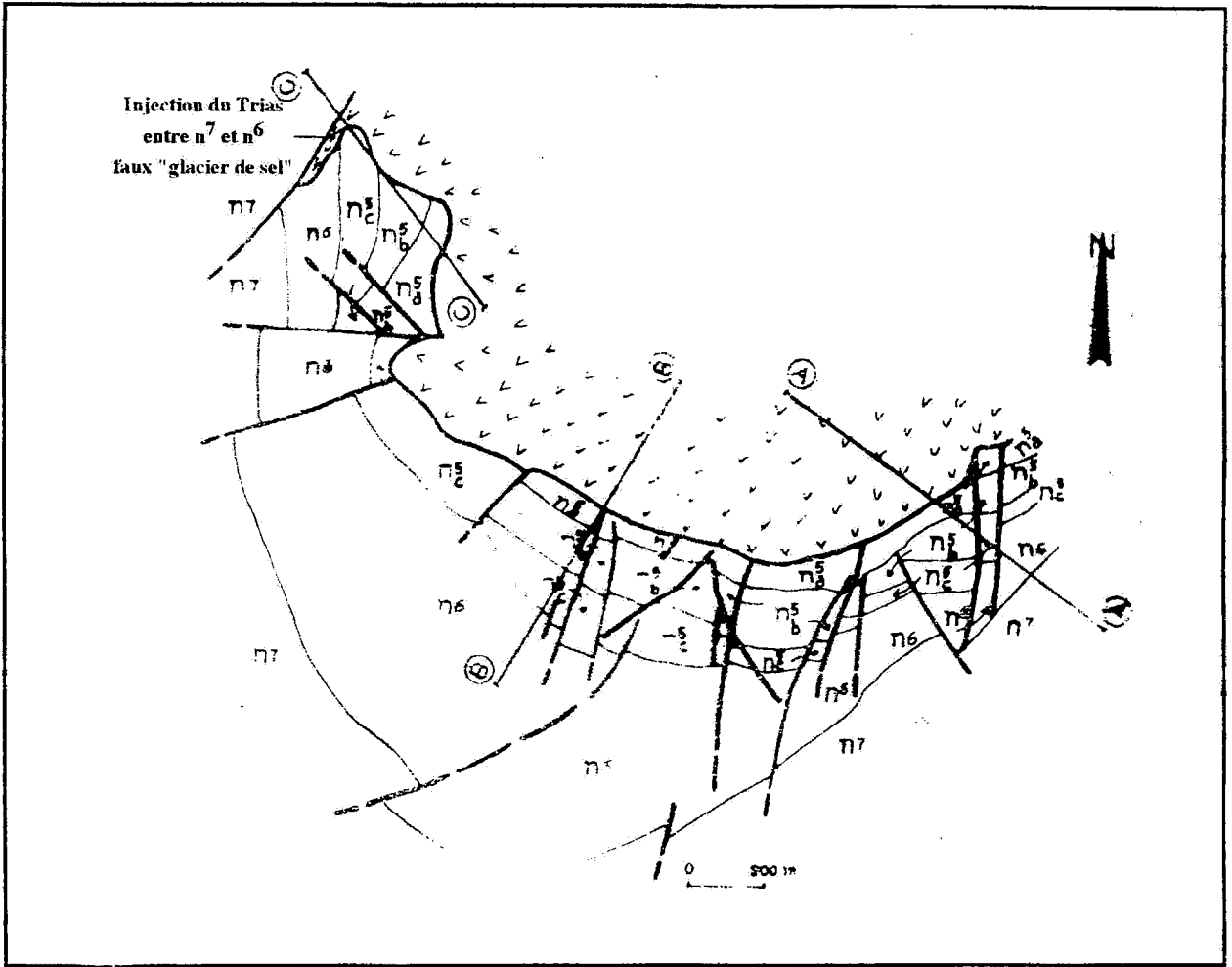
**Légende C**

	Trias resédimenté dans l'Albien et sous l'Aptien
	Calcaires d'Aptien
	Marnes et niveau du matériel triasique resédimenté en Albien
	Calcaires d'Albien
	Repère à Millolides
	Marnes du Cénomaniens
	Contact anormal

ciences Unit, Scottish Universities Research and Reactor Center, East Kilbride, Glasgow, Ecosse. Selon ces résultats, les sulfates et principalement les gypses de Bou-Jaber présentent des valeurs de S 34 comprises entre +14,6‰ et +15,4‰, semblables à celles des eaux de mer triasiques et ne montrent donc aucun fractionnement isotopique depuis le Trias. La composition isotopique des sulfates marins des séries du Crétacé donne, selon G. E. Claypool *et al.*, (1980), des valeurs de S 34 variant entre +18,1‰ et +20,0‰, donc nettement supérieures à celles du Trias. Ce résultat conduit S. Salmi-Laouar à réfuter l'existence d'un «glacier de sel» sous-marin, resédimenté dans le Crétacé dans la zone de Bou-Jaber. Ce n'est pas, une preuve décisive plaçant l'absence de glacier de sel, puisque le gypse du Trias aurait pu être resédimenté en masse en gardant la même signature isotopique. Pourtant c'est un argument puisqu'il n'y a pas de preuve non plus pour l'existence de «glacière de sel» intercalé dans le Crétacé.

Il n'y a donc pas d'après nous de «glacier de sel» dans la zone anticlinale Djebel Belkif-Hameimat - Bou Jaber, mais il y a par contre un diapirisme albo-aptien créateur de hauts-fonds dans la mer albienne de cette zone, cause de l'absence de sédiments albiens aux environs du Djebel Belkif - Hameimat et, dans la partie orientale de Djebel Bou Jaber, de l'altération continentale sur une île albienne.

Par ailleurs, on a constaté à Bou-Jaber et dans la zone voisine du fossé de Morsott à Hameimat le même processus de verticalisation voire parfois même le renversement des couches carbonatées aptiennes ou albo-aptiennes, en relation avec la montée, sous l'Aptien, du Trias diapirique. Dans la région de Hameimat, le Vraconien marin à ammonites, en série très réduite, recouvre en discordance stratigraphique l'Aptien minéralisé (principalement en galène). Au contact avec le Trias les couches d'Aptien sont verticalisées, le contact entre Aptien et Vracon-



<b>n<sup>7</sup></b>	Albien supérieur à Vraconien (marnes et marno-calcaires)	<b>n<sup>5c</sup></b>	Clansayésien		Contact anormal
<b>n<sup>6</sup></b>	Albien calcaire	<b>n<sup>5a</sup></b>	Gargasien inférieur		Failles
<b>n<sup>5c</sup></b>	Gargasien supérieur à Clansayésien		Trias diapirique		

**Fig.4 - Carte géologique du Djebel Bou Jaber (selon S. Salmi-Laouar,1998), simplifiée par les auteurs.**

***Geological map of Djebel Bou Jaber according to S. Salmi-Laouar (1998), simplified by the authors.***

## DIAPIRISME POLYPHASE OU GLACIER DE SEL ALBIEN? DILEMME DU MATÉRIEL TRIASIQUE DES CONFINES ALGÉRO-TUNISIENS

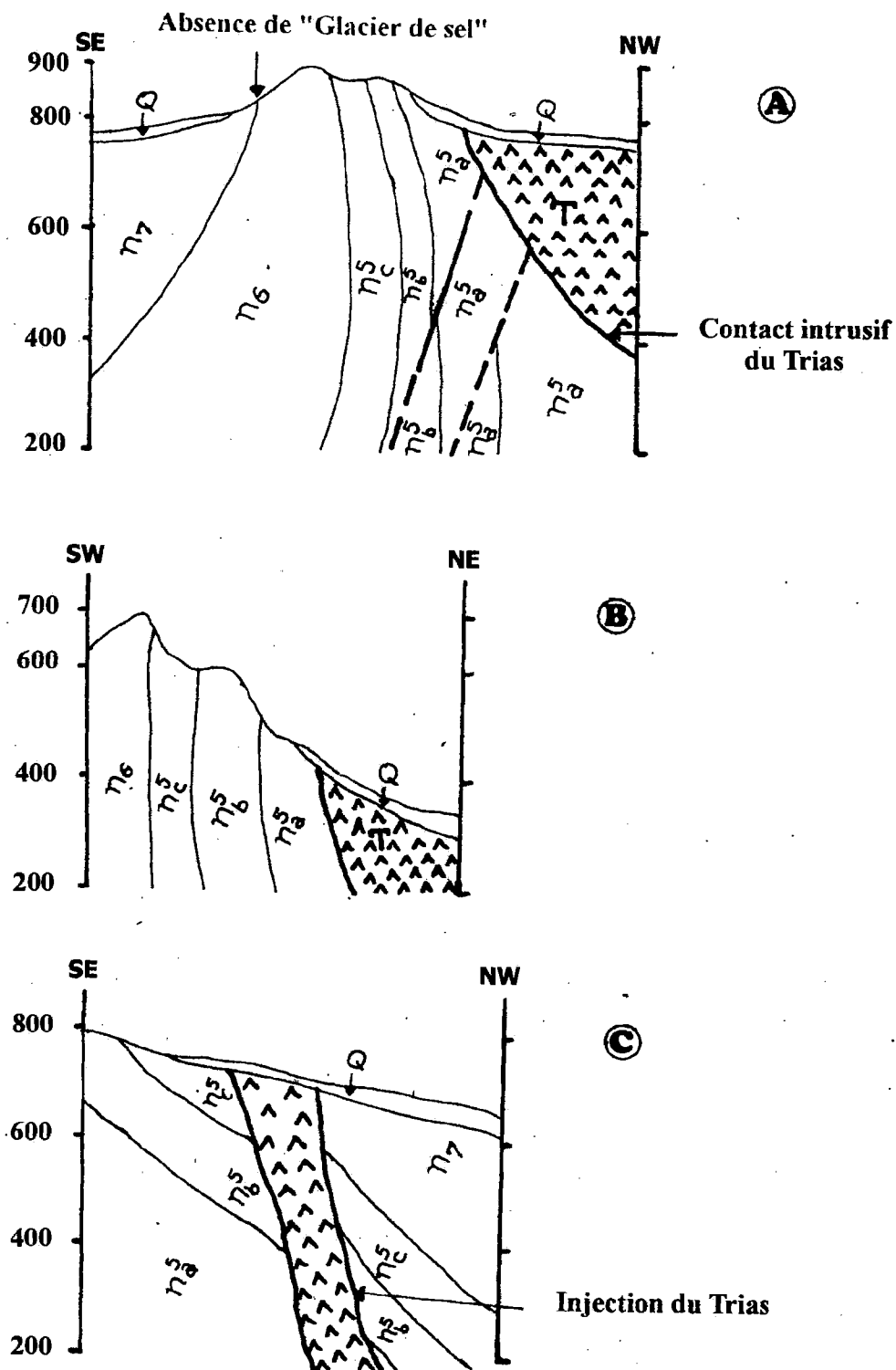


Fig.5 - Coupes géologiques dans le massif du Djebel Bou Jaber (selon S. Salmi-Laouar, 1998)  
mêmes explications qu'en fig.4

*Geological cross-section through Bou Jaber's Massif : according to S. Salmi-Laouar (1998)  
The same explanations as in fig.4 are accorded*

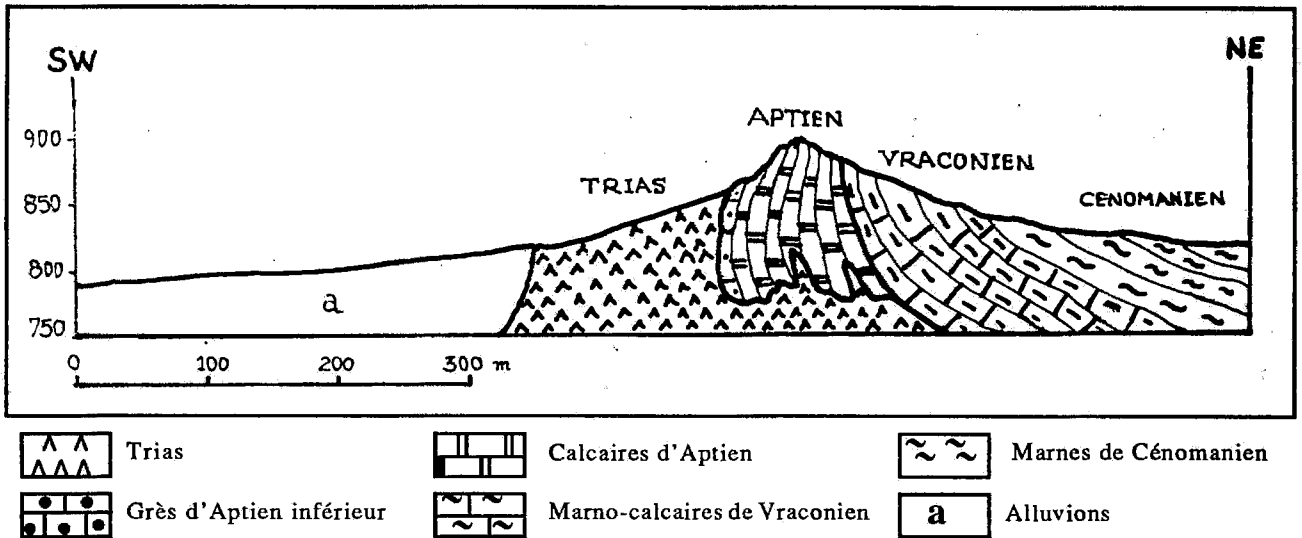


Fig. 6 - Coupe géologique de Dj.Hameimat Nord

**Geological section through Dj.Hamelmat North**

nien est fortement incliné vers l'Est, le Cénomaniien marneux au dessus du Vraconien est peu incliné (augmentation de la profondeur marine en relation avec l'amortissement de l'activité diapirique). (fig 6).

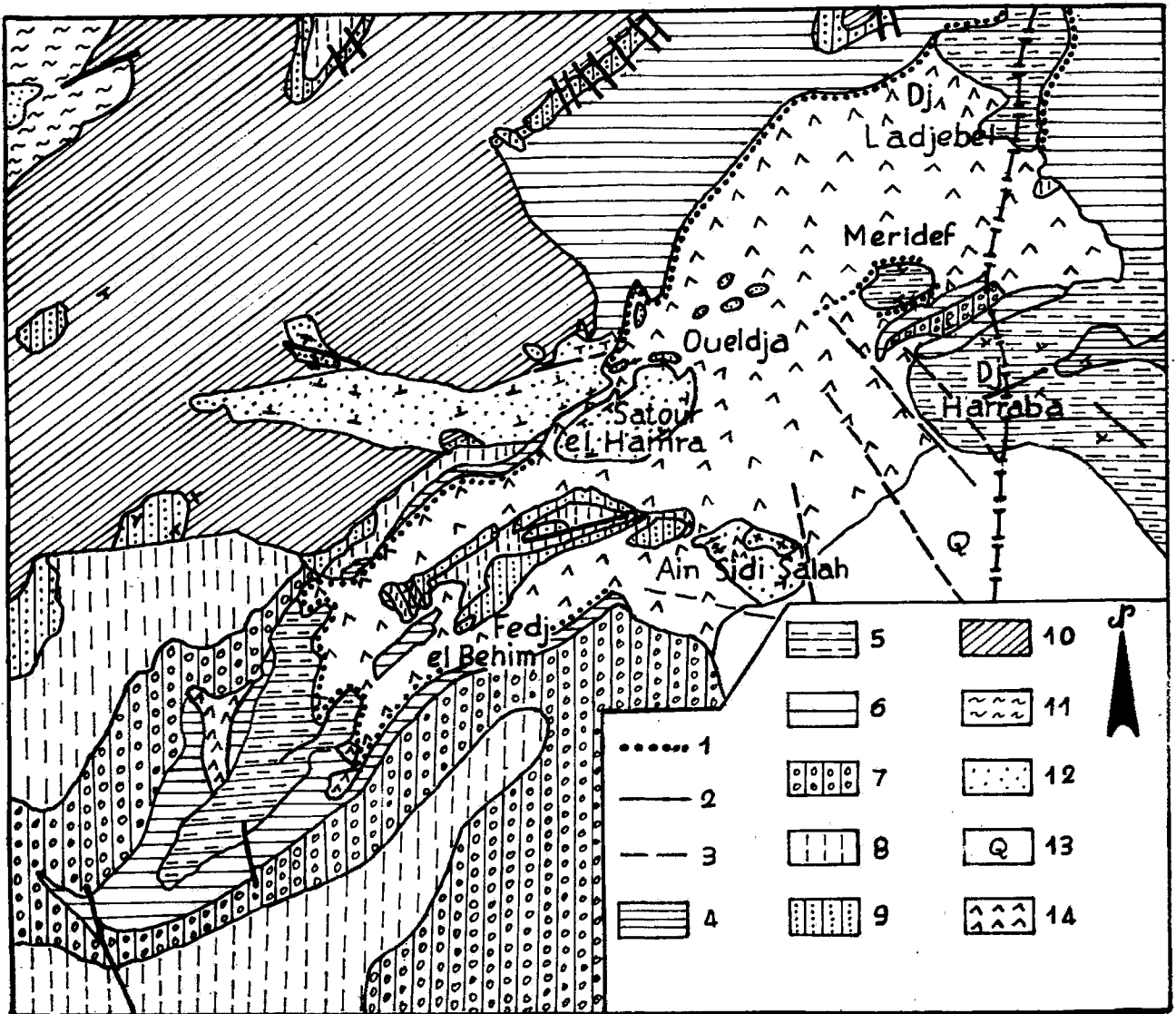
#### IV - NATURE BRECHIQUE DU CONGLOMERAT

Les premiers travaux cartographiques sur les environs d'Ouenza ont été réalisés par G. Dubourdiou (1949, 1956), qui a décrit le Trias diapirique comme un complexe de marnes et d'argiles à gypse emballant des matériaux rocheux de dolomies bréchiques et de cargneules, et des calcaires massifs. Selon J.M. Vila (1994), ces matériaux ne représentent pas du Trias diapirique, mais un matériel triasique resédimenté dans le Crétacé. Cette resédimentation est difficile à imaginer, surtout quand il s'agit de couches entières et de grandes lentilles de roches carbonatées du Trias localement bien conservées dans le diapir. Par exemple, de grands fragments de grès bréchiques rouges et verdâtres à cristaux de quartz bipyramidés sont conservés.

La fin de ce diapirisme albien est liée à la transgression vraconienne marquée par des conglomérats de base post-diapiriques. J.M. Vila (1993) et J.M. Vila *et al.*, (1994), ont rajeuni un peu l'âge de ces conglomérats (Albien supérieur) et les placent dans la partie sommitale du "glacier de sel".

J.M. Vila (1993), a défini le concept de conglomérat basal du «glacier de sel» dans une série vraconienne qui selon A. Bouzenoune *et al.*, (1995) repose sur Albien, et est localement renversée au contact du diapir.

Par ailleurs, selon nous, ce terme de «conglomérat», à connotation sédimentaire a été utilisé abusivement pour le matériel bréchique observable partout dans le Trias diapirique au-dessous du prétendu «glacier de sel». Ce matériel omniprésent dans les affleurements diapiriques a permis ainsi à J.M. Vila (1995) de reconstituer un grand "glacier de sel" sous-marin à l'est de la structure Ouenza - Ladjebel - Méridéf (confins algéro-tunisiens), resédimenté et interstratifié selon lui dans l'Albien comme à Ouenza. Ce «glacier» d'épaisseur très variable, jusqu'à 1000m,



**Fig. 7 -** Esquisse géologique du diapir de l'Ouenza selon G. Dubourdiou (1956) et L. David (1956) avec la position du "glacier de sel" présumé

**Geological sketch of Ouenza diapir according to G. Dubourdiou (1956) and L. David (1956) with the position of presumable "salt glacier"**

**1:** Les limites hypothétiques du "glacier de sel" (*Hypothetical limits of "salt glacier"*), **2:** Failles (*Faults*), **3:** Failles probables (*Probable faults*), **4:** Barremien (*Barremian*), **5:** Aptien (*Aptian*), **6:** Albien (*Albian*), **7:** Vraconien et Albien supérieur (*Upper Albian and Vraconian*), **8:** Cénomaniens (*Cenomanian*), **9:** Turonien (*Turonian*), **10:** Emchérien (*Emcherian*), **11:** Campanien et Maestrichtien (*Campanian and Maestrichtian*), **12:** Miocène (*Miocene*), **13:** Quaternaire (*Quaternary*), **14:** Trias (*Trias*).

selon J.M. Vila, 1995, p.159, fig.7, n'est jamais enraciné.

Selon nous, en réalité, les limites de ce «glacier de sel» ne correspondent pas aux affleurements du Trias dans la région. Du fait de l'assimilation à ce «conglomérat basal» du matériel bréchiq, de grands affleurements de Trias diapirique qui coupent les structures aptiennes ont été éliminés (par exemple dans le noyau barrémo-aptien de l'anticlinal de Sidi Emmbarka, fig.8).

En vérité, G. Dubourdiou (1956) avait déjà montré la continuité du Trias diapirique (voir carte, planche XVI) loin au sud de la zone de Madjez el Djadj, perpendiculairement à la structure plissée du Djebel Meridef au-dessus duquel J.M. Vila fait passer le «glacier de sel» et avec la prolongation continue et perpendiculaire au Djebel Harraba.

La limite inférieure du «glacier de sel» au nord et au sud du Djebel Méridef, ainsi que sa limite supérieure au nord d'En Nesla nous paraît être une interprétation erronée de la grande structure diapirique post-eocène et partiellement post-miocène. Nos observations ont confirmé la précision de celles faites par G. Dubourdiou en soulignant l'absence d'intercalation du matériel diapirique entre l'Albien inférieur et l'Albien supérieur. En effet, la structure du Djebel Méridef est complètement englobée dans le diapir triasique (fig.7) et le Djebel Ladjebel présente avec le diapir de l'Ouenza un contact tranchant typique qui a été bien levé par L. David (1956). En se déplaçant d'Ouenza, par Mechta Beni Guelman, vers le Djebel Méridef ou Madjane el Djad, on ne voit après le pont sur l'oued Mellegue que des affleurements de Trias diapirique dans lesquels il est impossible de placer des limites supérieures ou inférieures d'un «glacier de sel».

Les observations réalisées avec A. Bouzenoune et K. Boufaa sur la zone de contact de l'Aptien avec le Trias de Chagoura et de

Sainte Barbe n'ont pas permis de constater aucune trace de «conglomérat basal» du «glacier de sel». Au contraire, on rencontre partout du matériel bréchiq disséminé dans le Trias diapirique.

Des observations faites au cours de l'année 1994 à Satour el Hamra et à Koudiat Bou Amoud (zone située à environ 9 km. au NE d'Ouenza, fig. 8A) ont confirmé la présence des sédiments miocènes sur le diapir d'Ouenza dans la zone de Satour el Hamra. Plus au Nord, une structure diapirique récente traverse les sédiments du Langhien-Serravalien entre Koudiat Bou Amoud et Djebel Damous, en accord parfait avec les observations de G. Dubourdiou (1956).

On peut mettre en relation cette dernière injection diapirique avec le remplissage du bassin miocène des Oulad Soukies (fig.11). Ces observations sont en accord avec d'autres, faites (1996) dans la partie orientale du diapir d'Ouenza près d'Aïn Sidi Salah (environ 9 km. à l'Est d'Ouenza) qui ne permettent nulle part de constater l'existence d'un «conglomérat basal de glacier de sel» ou le «glacier de sel» lui même (fig.9).

## V - DIAPIRISME OU GLACIER DE SEL COMME INDICE DE MINERALISATION OU DE RECHERCHES PETROLIERES

### a - Rôle du diapirisme dans la formation des gîtes métalliques et des gisements pétroliers

Pour les géologues de l'Office National de la Recherche Géologique et Minière, la théorie du «glacier de sel» est inapplicable sur terrain car la position proposée pour cette structure n'est pas compatible avec celle des affleurements du Trias dans la région. De plus, elle implique l'absence du diapir dans les zones de Djebel Bou Jaber et Djebel Hameimat où le Trias est typiquement diapirique

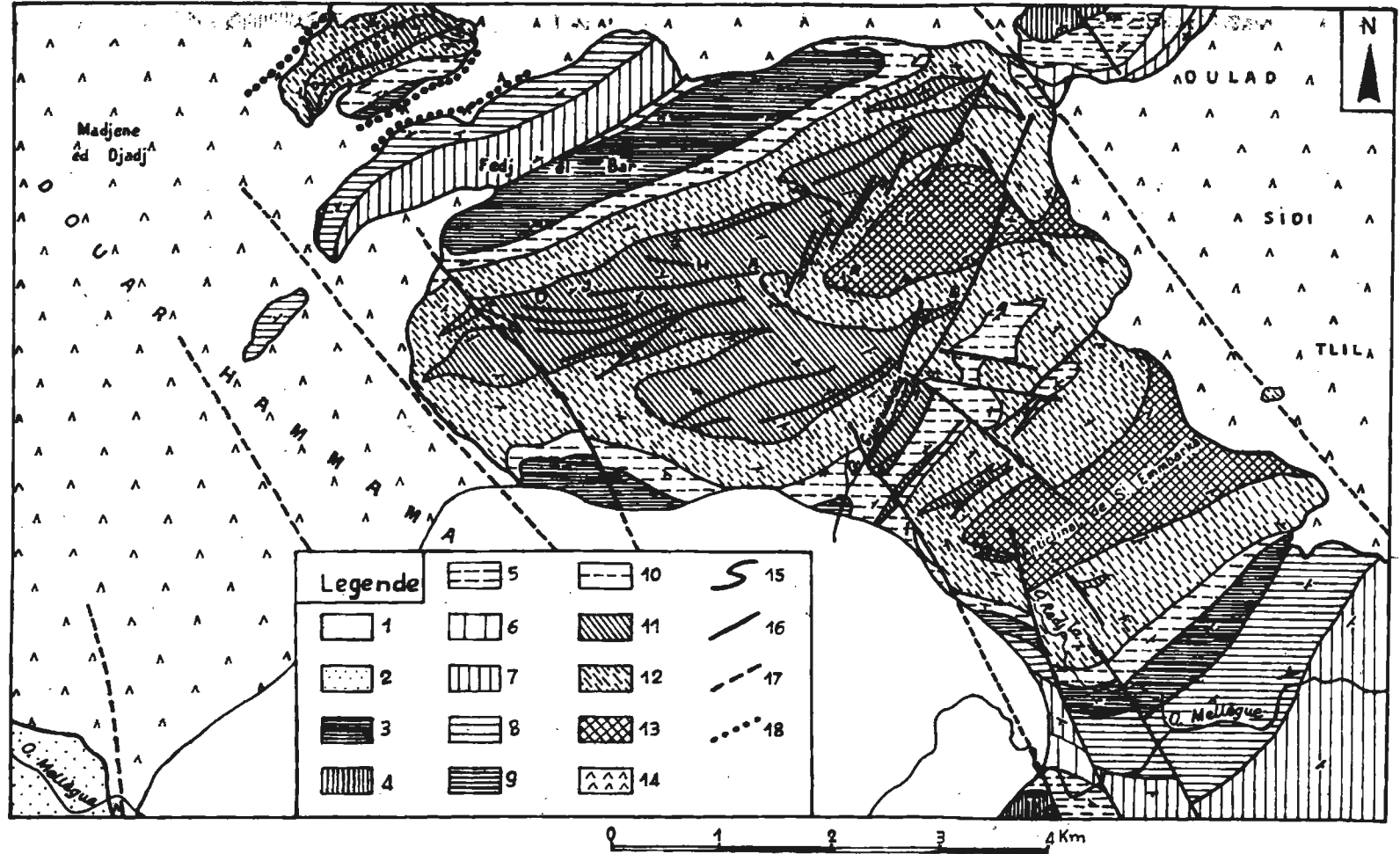


Fig. 8 - Carte géologique simplifiée du diapir d'Ouenza, montrant la position intrusive des diapirs triasiques dans la zone de Djebel Harraba et Djebel Sidi Embarka ( selon G. Dubourdieu 1956).

*The simplified geological map showing the cutting position of diapiric Trias in Djebel Harraba and Djebel Sidi Embarka areas, according to G. Dubourdieu (1956)*

- 1: Quaternaire (*Quaternary*), 2: Miocène (*Miocene*), 3: Turonien (*Turonian*), 4: Cénomanién supérieur à calcaires (*Limestone of Upper Cenomanian*), 5: Cénomanién supérieur à marnes (*Marls of Upper Cenomanian*), 6: Cénomanién inférieur (*Lower Cenomanian*), 7: Vraconien (*Vraconian*), 8: Albien supérieur et moyen (*Upper and Middle Albian*), 9: Albien inférieur (*Lower Albian*), 10: Clansayésien (*Clansayesian*), 11: Aptien (marnes, calcaires et grès) (*Aptian (marls, limestones and sandstones)*), 12: Aptien calcaire (*Aptian (limestone)*), 13: Barremien (*Barremian*), 14: Trias (*Trias*), 15: Contact anormal (*Abnormal contact*), 16: Faille (*Fault*), 17: Faille cachée par les dépôts continentaux ou affectant une zone ultérieurement envahie par le Trias (*Fault hidden by the continental deposits or affecting the area invaded afterwards by the diapiric Trias*), 18: "glacier de sel" de J. M. Vila (1995, 1996) inondé dans le Trias diapirique (*"Salt glacier" of J. M. Vila (1995, 1996) swamped in the diapiric Trias*).

Les observations faites au cours de recherches de minerais de plomb à Hameimat ed Dahra ont confirmé que la concentration de galène et de cérusite s'est faite au contact des calcaires aptiens et du Trias diapirique, ce qui est difficile à expliquer dans l'hypothèse du «glacier de sel».

Nous confirmons ici que la relation de cause à effet entre les fracturations en distension et le développement des diapirs est de même nature que celle qui existe entre cette fracturation et la minéralisation. Nous sommes d'accord avec J.M. Vila (1996) sur le rôle du dispositif distensif dans la minéralisation hydrothermale de l'Aptien de l'Ouenza. Cependant, selon nous, ce dispositif est également associé au diapirisme de la région, qui se manifeste seulement lors des phases de tectonique distensive.

Selon J.M. Vila (1996, p.29), le fluide minéralisateur, d'origine probablement très profonde, a été drainé à la faveur des dispositifs extensifs de blocs basculés où sa circulation ne rencontre aucun obstacle. Le Trias ne semble jouer qu'un rôle très indirect.

En effet selon nous, sans être les véritables catalyseurs de la minéralisation, les structures halocinétiques, par leur liaison avec les zones de distension maximale sont bien associées à cette minéralisation albo-aptienne en ouvrant la route pour les solutions hydrothermales et en augmentant la température du milieu grâce à la chaleur de l'halocinèse.

Selon A. Bouzenoune (1993), A. Bouzenoune *et al.*, (1995) et A. Bouzenoune et P. Lécolle (1997), la température de formation de la sidérite de l'Ouenza est relativement haute (100-120°C) et la zone minéralisée d'Albo-Aptien est en contact avec le diapir. Cette température s'accorde avec le processus de formation du quartz bipyramidé qui n'est pas seulement observé dans le Trias mais aussi dans les zones minéralisées de l'Aptien de Chagoura dans la mine

de l'Ouenza. Cela indique que la formation de sidérite hydrothermale est associée avec l'apport de silice à côté du fer (Si/Fe).

Il n'est pas possible de substituer au dispositif de diapir celui de fluides minéralisateurs chauds et de rift chaud aboutissant à la formation d'un «glacier de sel» sans diapirs (Vila, 1996 p.21). Il est vrai que ce ne sont pas les diapirs qui font la minéralisation de l'Albo-Aptien, mais des solutions minéralisées qui sont liées avec la zone d'alimentation profonde activée par des fractures en distension qui ont facilité également le diapirisme. Dans le principe, on remplace ici un contact vertical entre diapir et roche traversée (nettement observable sur le terrain) par un contact horizontal entre couches superposées. Il est clair que l'on ignore de cette façon les zones de distension minéralisées au contact du diapir.

Les gisements de fer de Bou-Khadra et de l'Ouenza, les gîtes polymétalliques de Mesloula, Ouasta, Hameimat, Djebissa, Bou Jaber et probablement d'autres encore, inconnus aujourd'hui, sont liés aux manifestations du diapirisme grâce à la double relation (minéralisation et diapirisme) avec la tectonique distensive. Le remplacement de la notion de diapir par celle de «glacier de sel» priverait ainsi les diapirs du rôle principal dans la recherche des métaux.

E. Laatar (1980) a confirmé la liaison entre les gisements du Pb-Zn de Tunisie septentrionale et les structures liées aux diapirs. N. Hatira (1988), a associé certaines concentrations de Pb, Zn, Sr et Ba de Tunisie au cortex diapirique. S. Nedjari-Bellahsene et A. Nedjari (1984); H. Rouvier *et al.*, (1985); A. Otmanine (1987) et M. Aoudjehane (1986), ont confirmé à Bou-Khadra la liaison entre la minéralisation sidéritique et le Trias diapirique.

Selon nos observations, les roches triasiques du diapir d'Ouenza ressemblent à une formation



corticale de dômes de sel appelée en Gulf Coast «cap-rock». C'est la formation résiduelle résultant de la dissolution partielle du piston salifère lors de sa migration vers les zones superficielles. On observe aussi ces «cap-rocks» au-dessus des diapirs permien en Pologne. Aux dômes de la Gulf Coast, parfois minéralisés, sont souvent associés des gisements d'hydrocarbures (Price et Kyle., 1988; Posey *et al.*, 1987). Cap-rocks en contact avec les couches imperméables de la zone percée forment des pièges pétroliers.

C'est bien la distension Albo-Aptienne qui a permis la migration des solutions minéralisatrices chaudes. C'est pourquoi l'Albo-Aptien est beaucoup plus minéralisé que les sédiments plus jeunes. La transgression du Vraconien (ou de l'Albien supérieur) a dû être précédée par un long épisode continental qui a pu faciliter la transformation d'une partie de la sidérite en hématite et goethite au cours, de l'altération latéritique qui correspond à la karstification du gisement de Djebel Bou-Jaber, décrite par M. Amouri (1996). Il faut souligner que cet épisode continental est la cause de la rentabilité du gisement de l'Ouenza (oxydation de la sidérite et formation des oxydes de fer). Cet épisode latéritique n'avait pas été signalé dans les travaux précédents.

### **b - Nature extensive du diapirisme**

Ce diapirisme en régime extensif est incompatible avec la définition du diapir au sens de L. Mrazec (1907), très ancienne, qui implique une liaison entre le diapirisme et la tectonique plicative compressive. Ce modèle a été appliqué par A. Charrière *et al.*, (1996), de façon injustifiée selon nous, pour la genèse du diapir de Djebel Djebissa près de Tebessa.

La tectonique fini-lutétienne, dont les directions structurales NE-SW, sont d'après J. Flandrin (1948) semblables à celles des directions des

structures de distension, d'âge albo-aptien, n'est pas responsable du diapirisme.

Quant à la tectonique compressive miocène, très développée dans la zone des nappes de charriages, elle ne se manifestait pas dans la partie septentrionale de l'Atlas Saharien. Toutes les structures inclinées ou verticalisées dans la zone du bassin des Oulad-Soukies, Satour el Hamra et Oulija sont en fait liées au diapirisme miocène à caractère distensif. L'unique trace de la compression miocène peut être représentée par les fractures, dirigées NE-SW, résultant de la distension qui a suivi les phases compressives du domaine septentrional.

La distension miocène s'est manifestée depuis le Burdigalien par l'effondrement de la zone Ouenza-Aïn Sidi Salah puis par celle des Oulad Soukies. L'effondrement de la zone Ouenza-Aïn Sidi Salah était perturbée par une injection diapirique interprétée à tort selon nous par Aoudjhane *et al.*, (1994) comme «l'épaulement sud du diapir de l'Ouenza». Les distensions miocènes et pliocènes (surtout dans la zone de Tebessa) ont suivi la direction des axes des plis fini-lutétiens, autrement dit la direction de la distension albo-aptienne.

La tectonique distensive miocène est responsable à la formation des fossés d'effondrement de Foussana et de Kasserine en Tunisie. La tectonique distensive pliocène a provoqué l'approfondissement de ces fossés et la formation du fossé de Morsott. Enfin, la tectonique distensive plio-quadernaire a donné naissance au fossé de Tebessa.

## **VI - L'EXISTENCE D'UN EPISODE CONTINENTAL DANS L'ALBIEN DE L'OUENZA**

L'Albien de l'Ouenza est représenté par des sédiments marins (calcaires et marnes), riches en CaCO<sub>3</sub>. S'il est clair, qu'il existait pendant

l'Albien une île au Djebel Bou-Jaber, il nous semble très probable qu'il existait de même une île à l'Ouenza, causée par une poussée diapirique comme à Bou Jaber.

En 1992, V. Jikharev a observé à Koudiat ez Zerga, dans la mine de l'Ouenza, une surface de glissement de terrain découvrant la série albienne. L'Albien est recouvert par une formation argileuse et bréchique de couleur jaune ou grisâtre qui représente le Trias à intercalation de débris irréguliers ou bréchiques de roches carbonatées. Au-dessus de ces argiles, reposent de grands blocs de calcaires aptiens qui semblent être intercalés dans le Trias.

Les analyses calcimétriques des roches de l'Albien de la base du profil de Koudiat ez-Zerga, faites par l'entreprise FERPHOS (communication orale), ont montré des teneurs en  $\text{CaCO}_3$  comprises entre 0,19 et 4,98%.

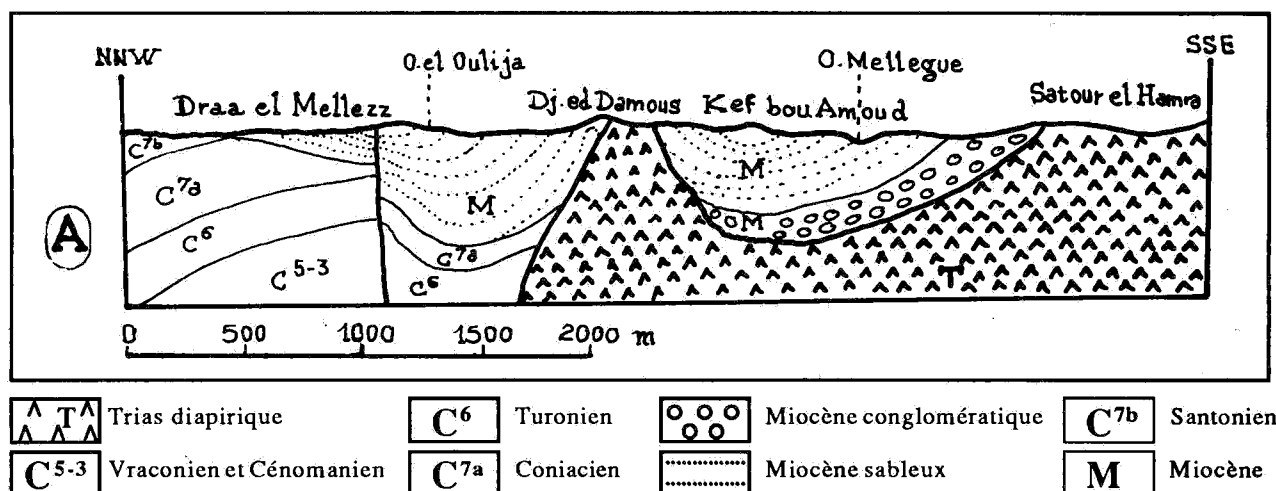
Nous nous sommes procuré, trois échantillons d'un même profil (fig. 9) en provenance du puits S1 de Koudiat ez Zerga (environ 800m. du sommet du Djebel Ouenza). L'échantillon N°1 représente l'Albien situé au-dessous du Trias

diapirique, l'échantillon N°2 représente le matériel diapirique et enfin l'échantillon N°3 consiste en un morceau de calcaire bréchique englobé dans l'argile du matériel triasique. Nous avons réalisé l'analyse diffractométrique de ces échantillons.

Cette analyse diffractométrique (rayonnement filtré  $\text{CuK}\alpha$ ) des trois échantillons, cités ci-dessus nous laisse conclure les résultats ci-dessous :

- L'échantillon N°1 (roche argileuse albienne) se caractérise par la présence des pics typiques d'illite, de kaolinite et de quartz. La raie faible 1,53nm correspond à la montmorillonite. On observe les raies faibles de la pyrite (un des indices des bitumes), de la cristobalite  $\alpha$ , et de la sidérose. La présence de la calcite et la mangano-calcite reste très faible. Enfin, on note la présence d'une faible quantité d'anhydrite dans cet échantillon.

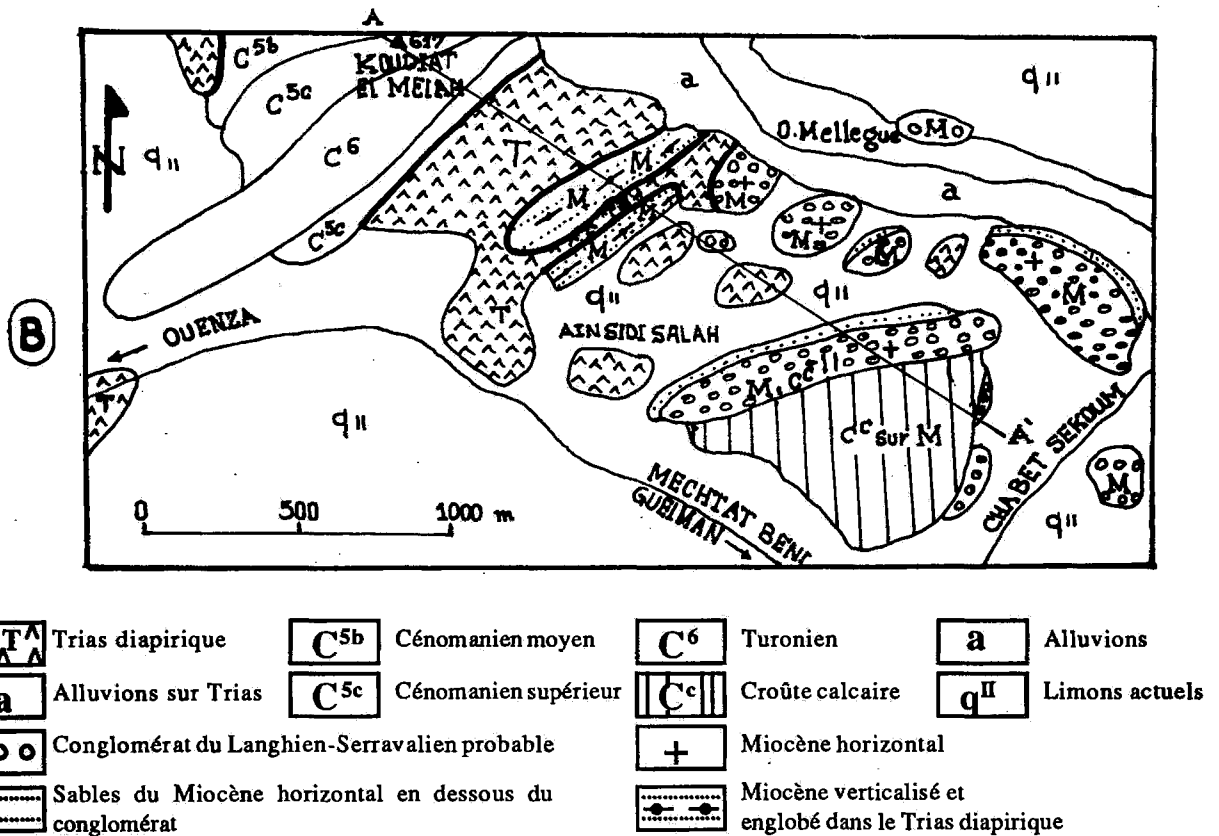
- L'échantillon N°2 est une argile bréchique plus marneuse du Trias. Il contient de l'illite, du quartz, de la calcite, de la mangano-calcite et de la chlorite. Ce dernier minéral n'était pas présent dans l'échantillon N°1. Par contre, dans cet



A - Coupe géologique entre Draa el Mellez et Satour el Hamra à l'Est d'Ouenza selon G. Dubourdiou (1956), réinterprétée par les auteurs

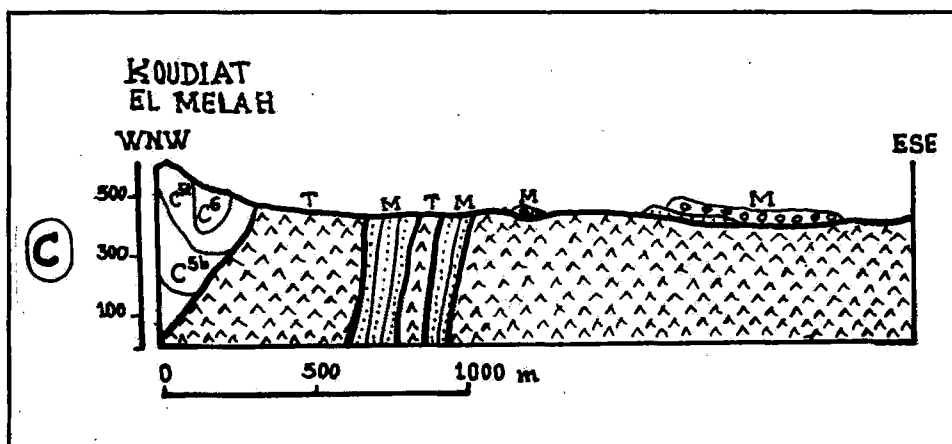
*Geological cross section between Draa el Mellez and Satour el Hamra, eastwards of Ouenza, according to G. Dubourdiou (1956) and reinterpreted by the authors*

DIAPIRISME POLYPHASE OU GLACIER DE SÈL ALBIEN? DILEMME DU MATÉRIEL TRIASIQUE DES CONFINES ALGÉRO-TUNISIENS



B - Carte géologique 1 /25 000 des environs d'Ain Sidi Salah selon G. Dubourdieu (1949), refaite par les auteurs

Geological map (1 /25 000) of Ain Sidi Salah vicinity, according to G. Dubourdieu (1949), but readed by the authors



C - Coupe A-A , mentionnée sur la carte (B), à mêmes explications que celles de la carte.  
Cross-section A-A, mentioned on the map (B), with the same explanations as in (B).

Fig. 9 - Relation entre Trias diapirique, Crétacé et Miocène  
Relation between the diapiric Trias, the Cretaceous and the Miocene

échantillon, l'analyse montre l'absence de kaolinite. Il s'agit donc d'une argile déposée dans un milieu de sédimentation autre que celui du bassin crétacé. La chlorite est du type chamosite magnésienne (raies 1,4, 0,718 et 0,472nm) accompagnée par la thuringite (raie 0,680nm). La présence de la sidérite est négligeable, par contre celle de la goéthite est plus conséquente même par rapport à l'hématite qui est moins abondante. L'anhydrite est présente avec des raies typiques, le gypse est absent (fig.10).

- L'échantillon N°3 est représenté par du calcaire marneux triasique qui est caractérisé par de fortes raies de la calcite, mais sans manganocalcite. Il y a présence aussi de dolomite, de chlorite, d'illite bien représentée, mais la kaolinite est absente. Les raies de goéthite sont intenses et sont accompagnées par celles d'hématite à faibles intensités. Enfin les raies du quartz sont aussi fortes.

Ces analyses ont donc montré que les échantillons des roches argileuses grises de l'Albien (fig.10, éch.1) renferment de la kaolinite, de la montmorillonite et de l'illite. La présence de la cristobalite $\alpha$  est typique pour les zones de remplacement de la montmorillonite par la kaolinite dans conditions de pH différentes. On a observé ce processus au cours de l'étude de «terra rossa» développées sur les marnes du Turonien dans les montagnes de Bellezma, à Igueslaan, sur le flanc SE du Dj. Refaa et à Hidoussa (Baghiani *et al.*, 1995, fig.2, 3 et 4). Ce processus a également été observé dans la zone d'altération anté-miocène de la surface du Carbonifère de la Haute Silesie en Pologne (Kowalski,1977). Il s'agit probablement à l'Ouenza d'une émerision provoquée par un diapirisme profond. L'émerision se traduit par la décarbonation des marnes, le remplacement de la montmorillonite par la kaolinite et aussi par la cristallisation de silice provenant de la décomposition

de la montmorillonite sous forme de cristobalite  $\alpha$ .

Il s'agit des roches argileuses ou des marnes décarbonatées au cours d'une altération superficielle continentale (processus pédologique) dans les conditions climatiques autres que l'actuel (climat chaud et humide).

L'argile jaune du Trias de l'échantillon N°2 (fig.10, analyse 2) a une composition différente de celle de l'argile de l'échantillon N°1. Les conditions de pH sont plus élevées (présence de chlorite et d'anhydrite) en comparaison avec le milieu à altération superficielle de l'échantillon N°1 (présence de kaolinite), il s'agit donc de deux milieux différents (un milieu d'altération des marnes marins dans le cas de l'échantillon N°1 et un milieu lagunaire salifère dans le cas de l'échantillon N°2). L'échantillon N°3 représente un milieu de mer triasique.

En conclusion, ces analyses révèlent une émerision au cours de l'Albien, liée avec la montée du Trias, qui semble aussi être confirmée par le conglomérat d'Albien supérieur (ou de Vraconien) au dessus du diapir triasique.

## VII - PREUVES DU DIAPIRISME

La théorie du «glacier de sel» a été rejetée par A. Bouzenoune *et al.*, (1995) dans la mine de l'Ouenza où elle avait pris naissance. La présence du piston salifère dans le diapir est confirmée selon lui, par le forage P(103) localisé à 4km au Nord d'Ouenza et à 1 km à l'Est de Mzes-es-Saida. En effet, le forage d'une profondeur 332m a traversé sur une épaisseur de 131m une zone bréchiqque essentiellement gypsifère, à éléments carbonatés et argileux, et une masse halitique d'une épaisseur plus de 200m, c'est la première confirmation de la présence de sel dans le Trias des diapirs de cette région. La présence du sel, d'une épaisseur supérieur à 200m

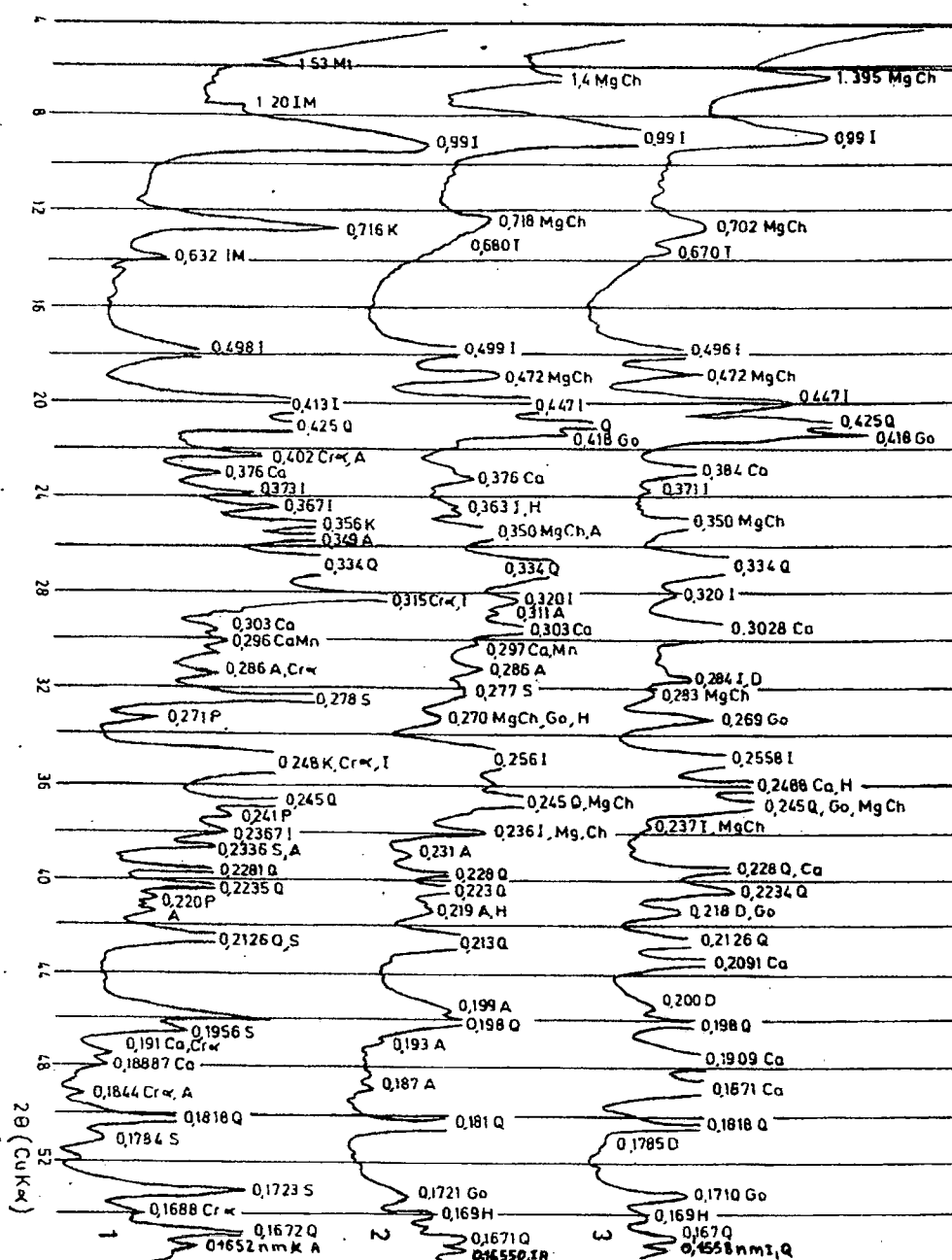


Fig. 10 - Diffractogrammes (CuK $\alpha$ ) : Echantillons 1, 2 et 3 de Koudiat ez Zerga

**Results of the X-R diffraction analysis (CuK $\alpha$ ) of the samples 1, 2 and 3 from Koudiat ez Zerga**

**A:** Anhydrite (*Anhydrite*), **Ca:** Calcite (*Calcite*), **CaMn:** Manganocalcite (*Manganocalcite*), **Ch:** Chlorite (*Chlorite*), **Cr alpha:** Cristobalite alpha (*Alpha Cristobalite*), **D:** Dolomite (*Dolomite*), **Go:** Goethite (*Goethite*), **H:** Hematite (*Hematite*), **I:** Illite (*Illite*), **IM:** Illite-Montmorillonite interstratifiés (*Mixed layers Illite-Montmorillonite minerals*), **K:** Kaolinite (*Kaolinite*), **MgCh:** Chamosite magnésienne (*Magnesian Chamosite*), **Mt:** Montmorillonite (*Montmorillonite*), **Q:** Quartz (*Quartz*), **P:** Pyrite (*Pyrite*), **S:** Sidérite (*Siderite*), **T:** Thuringite (*Thuringite*).

qui n'a pas été totalement traversé par le forage permet de douter sur l'existence d'un glacier de sel.

Ce diapir aurait subi une émergence au cours de l'Albien signalée à l'origine par J. Thibieroz et M. Madre, qui témoigne d'un fonctionnement diapirique.

D'autres preuves en faveur du diapirisme sont, selon A. Bouzenoune *et al.*, (1995), la présence de lames de dolomies rubanées, visibles dans la mine de l'Ouenza. Ces lames sont de couleur grisâtre et parfois sont continues sur plus d'1 km, flottant dans le matériel argilo-gypseux. Nous avons aussi observé ce type de lames dolomitiques, non seulement au niveau de la mine, mais aussi à Ain Sidi Salah et surtout dans la vallée de l'Oued Mellègue entre Satour el Hamra et le Djebel Melah. Cette zone ressemble beaucoup au diapir du Djebel Djebissa au SE de Tébessa. Ces lames et séries de couches du Trias, qui sont partiellement conservées dans le diapir de l'Ouenza sont incompatibles avec une quelconque resédimentation.

La zone salifère nord a été considérée par M. Aoudjhane *et al.*, (1993) comme l'épaulement nord du diapir "en champignon". Cette conception des épaulements de diapir extravasé a sans doute suscité ou facilité l'hypothèse du "glacier de sel". En fait, selon nous, l'épaulement nord est un diapir indépendant du diapir central de l'Ouenza comme le proposait G. Dubourdieu (1956).

Par ailleurs, nos observations faites près de Fedj El Behim, à environ 2km à l'Est d'Ouenza (fig. 10, localisation de site selon G. Dubourdieu, 1956), c'est à dire dans la zone appelée "épaulement sud" de A. Bouzenoune *et al.*, (1993), montrent que cet "épaulement sud" représente en fait deux embranchements diapiriques (est et nord-est) qui entourent un noyau de sédiments verticalisés du Cénomaniens et du Turonien.

Selon nous, cette verticalisation n'est pas provoquée par la tectonique compressive, mais par le jeu tectonique de ces deux diapirs liés à la tectonique distensive. On observe de même, au sud de Fedj el Behim, le contact intrusif avec le Turonien (brèches de contact) et le Miocène qui sont verticalisés au cours d'un même diapirisme miocène. La considération de ces contacts comme des déformations intérieures dans le glacier de sel, ou dans l'épaulement du diapir en champignon, nous éloigne de la réalité du terrain qui a été bien décrit par G. Dubourdieu., 1956.

Le dispositif de diapir à double déversement (Aoudjhane *et al.*, 1993; Bouzenoune *et al.*, 1993) semble donc être local. Du fait de la distension crétacée et mio-pliocène, le diapir a partout tendance à la verticalisation voire au renversement des roches encaissantes qu'il traverse. On observe cela par exemple à Hameimat et dans la zone d'Oum es Sbaa (Bagra).

Aux environs d'Ouenza, du fait du grand volume du Trias diapirique à trois racines, ces renversements sont très spectaculaires et bien visibles à Hallatif et à Koudiat ez Zerga, et ont été observés par J. Thibieroz et M. Madre (1976, p.140) dans le quartier des Conglomérats.

Dans la zone de Fedj el Behim les bancs de grès du Miocène situés près du contact avec le Trias présentent des cassures remplies de produits ferrifères. Ceci explique clairement l'existence du diapir méridional perçant le Miocène.

Selon M. Aoudjhane *et al.*, (1992) et A. Bouzenoune (1993), la mobilisation des évaporites triasiques est liée à la distension qui caractérise l'Atlas Saharien oriental durant le Crétacé. La tectogenèse tertiaire est susceptible de compliquer la simplicité relative de ces

dispositifs à mesure que l'on rapproche de la zone des nappes au nord et au nord-ouest.

### VIII - PHASES DU DIAPIRISME DANS LA REGION DE TEBESSA

Si le diapirisme dans la région a commencé à l'Aptien et s'est développé pendant l'Albien, cela ne signifie pas qu'il ne puisse pas se manifester plus tard. J. Bolze (1954) a daté le diapirisme des Monts de Tebourouk en Tunisie septentrionale du Vraconien. R. Truillet et M. Turki (1980) ont daté le diapirisme du Djebel Amar d'El Ariana en Tunisie de l'Oligocène. Selon L. Vassileff et G. Stanischeva-Vassileva (1979), le diapirisme du matériel triasique en Tunisie septentrionale est plus intensivement développé au Néogène.

D. Kuscer et S. Dozet (1972), dans la notice explicative de la feuille de Souk Ahras, ont souligné le rôle du diapirisme du Trias dans la zone frontière entre l'Atlas Saharien et l'Atlas Tellien. J.M. Vila (1993) a proposé de minimiser ce rôle en interprétant les affleurements du Trias comme un "recouvrement anormal plat" sur les formations du Miocène. Le matériel diapirique du Trias aurait été entraîné comme semelle des nappes de charriage. Les derniers travaux géophysiques (gravimétrie et forage pétroliers) faits par SONATRACH montrent en fait que ces semelles n'existent pas à Souk Ahras, mais au contraire qu'il ne s'agit que d'un diapir typique intrusif dans les formations charriées. Cela nous permet de supposer que dans la zone de Souk Ahras, il existe un diapirisme anté-nappes et un diapirisme post-nappes. La coupe synthétique a été réalisée en 1995 par l'ORGM.

L'existence du diapirisme post-nappe en Algérie est déjà connu, L. Delteil (1974), W. M. Kowalski (1987, observation non publiée) et V. Perthuisot et H. Rouvier (1992) ont signalé à cet égard le diapir de sel d'Ain Nouissy au Sud

de Mostaganem. Sur les bordures de ce diapir, au contact avec le Miocène post-nappe percé par le chapeau de gypse en gros cristaux automorphes, il existe une zone de métasomatose hydrothermale en relation avec des effusions de roches volcaniques. Cette zone se manifeste par la réduction du gypse en soufre natif, la formation de pyrite et la silicification et la minéralisation des marnes du Miocène post-nappes. L'existence du diapirisme post-nappe dans les environs de Souk Ahras n'est pas un cas particulier.

G. Dubourdiou et G. Durozoy (1950) ont signalé la liaison entre l'âge du diapirisme de l'Ouenza et de Tebessa (Djebel Djebissa) et celui de la création des fossés d'effondrement qui sont post-éocènes et qui peuvent jouer jusqu'à nos jours.

La prolongation du fossé miocène des Oulad Soukies vers le sud-est d'Oulija s'amortit dans le diapir triasique à l'ENE d'Ouenza. Ce diapir est considéré par J. M. Vila *et al.*, (1994a) comme "glacier de sel" resédimenté dans l'Albien.

Des recherches récentes (1996), dans la zone du Djebel Bou Kammech, ont montré que toute la partie orientale du fossé des Oulad Soukies est déformée par le diapirisme. Le diapir entoure la zone (de dimension 2 x 4 km) au nord, à l'est et au sud en provoquant l'augmentation de l'inclinaison des roches miocènes d'environ 15° au centre de la zone jusqu'au 90° dans sa partie nord au contact du diapir. Si dans les parties orientale et méridionale les sédiments miocènes semblent reposer normalement sur le Trias (conglomérat basal et grès), dans la partie nord le contact avec le Trias recoupe des couches du Miocène toujours plus jeunes de l'est vers l'ouest, qui deviennent presque verticales. Le matériel diapirique (argiles rouges et vertes à gypse) remplace le matériel le moins résistant du Miocène tandis que ses couches les plus compactes restent isolées dans le diapir. Vers le nord, les couches s'écartent et se

séparent puis se désintègrent et se dispersent totalement dans le diapir.

Ici, on observe donc le dépôt du Miocène après l'un des stades du diapirisme et sa déformation au cours d'un autre stade plus jeune. On note ainsi que toutes ces manifestations diapiriques se passaient dans des conditions de distension, sans aucune trace de tectonique compressive. Il est donc clair que c'est le matériel diapirique typique qui a détruit l'organisation du fossé des Oulad Soukies et qui s'est installé sur une grande surface entre le Miocène du fossé et Djebel Harraba, en entourant entièrement Djebel Ladjbel.

G. Dubourdiou (1956) considérait que le développement du diapirisme dans la zone de l'Ouenza depuis le Miocène jusqu'à nos jours, est en relation avec la surcharge créée dans les fossés d'effondrement. Il a signalé le Miocène sableux englobé dans le Trias diapirique au sud de Djebel Melah et le conglomérat miocène reposant sur le matériel triasique de Satour el Hamra, et noté que ce conglomérat basal correspond à celui de la zone d'Oulija.

Il a aussi signalé (Dubourdiou, 1952) dans la zone située entre le Koudiat Bou Amoud et Djebel Ed Damous (proche à la vallée d'Oulija) le diapir qui recoupe les sédiments miocènes plus jeunes que le conglomérat de Satour el Hamra (fig. 8a).

En automne 1994, nous avons visité cette coupe décrite par G. Dubourdiou (1956) et effectué un échantillonnage sur tout la zone entre Draa el Mellez et Satour el Hamra. Nous avons constaté que ce diapir recoupe au sud le sommet de la série basale de Satour el Hamra et au nord la série localement verticalisée voire renversée des calcaires et marnes fossilifères du Langhien Serravalien. L'âge de cette série a été confirmé dans la zone voisine, entre Mechta Koudiat el Ressay et Koudiat el Ressay à environ 3km plus

à l'ouest, par la présence de la microfaune suivante :

- *Globigerinoides trilobus* REUSS
- *Globigerina bulloides* d'ORBIGNY
- *Globorotalia mayeri* CUSHMAN et ELLISOR

Les sédiments proches du diapir, localement faiblement renversés ou verticalisés, affleurent jusqu'à environ 1km du diapir, et sont dolomités et localement silicifiés au contact nord du diapir. Vers le Sud du diapir, à la base du profil proche de Satour el Hamra (fig. 9a), on a trouvé une grosse série de conglomérat et grès en alternance reposant sur le Trias typique à gypse, quartz bipyramidés et à fragments bréchiques de roches carbonatées et ferrifères. Plus au Sud encore, à Koudiat el Melah, ce Trias englobe le fragment verticalisé de la structure synclinale à flancs marneux de Cénomaniens et coeur calcaire de Turonien. Ici, G. Dubourdiou (1956) a trouvé une ammonite turonienne : *Neoaptychites cephalotus* COURTILLER sp.

Au Sud de Koudiat el Melah, ce Trias englobe des couches miocènes verticales plus vieilles que le conglomérat de Satour el Hamra. Ces couches de Miocène vertical ainsi que le Trias englobant sont recouverts par un Miocène grés-conglomératique correspondant au conglomérat et grès de Satour el Hamra.

Au cours d'une prospection des environs d'Ain Sidi Salah (fig. 9 b et c), à environ 9km à l'est d'Ouenza et à 300m du contact entre le Trias et le Cénomaniens du versant sud du Koudiat el Melah, nous avons constaté la présence de gros lambeaux de sédiments miocènes sableux, qui sont enfoncés verticalement dans les terrains triasiques. L'analyse sédimentologique de la série correspondante a montré une ressemblance de celle-ci avec celle de Fedj el Behim (fig. 11) qui est plutôt enracinée et reposant en discordance sur le Turonien. Dans la zone d'Ain Sidi Salah, les lambeaux sont cassés au contact intrusif du diapir sud de l'Ouenza. Dans le



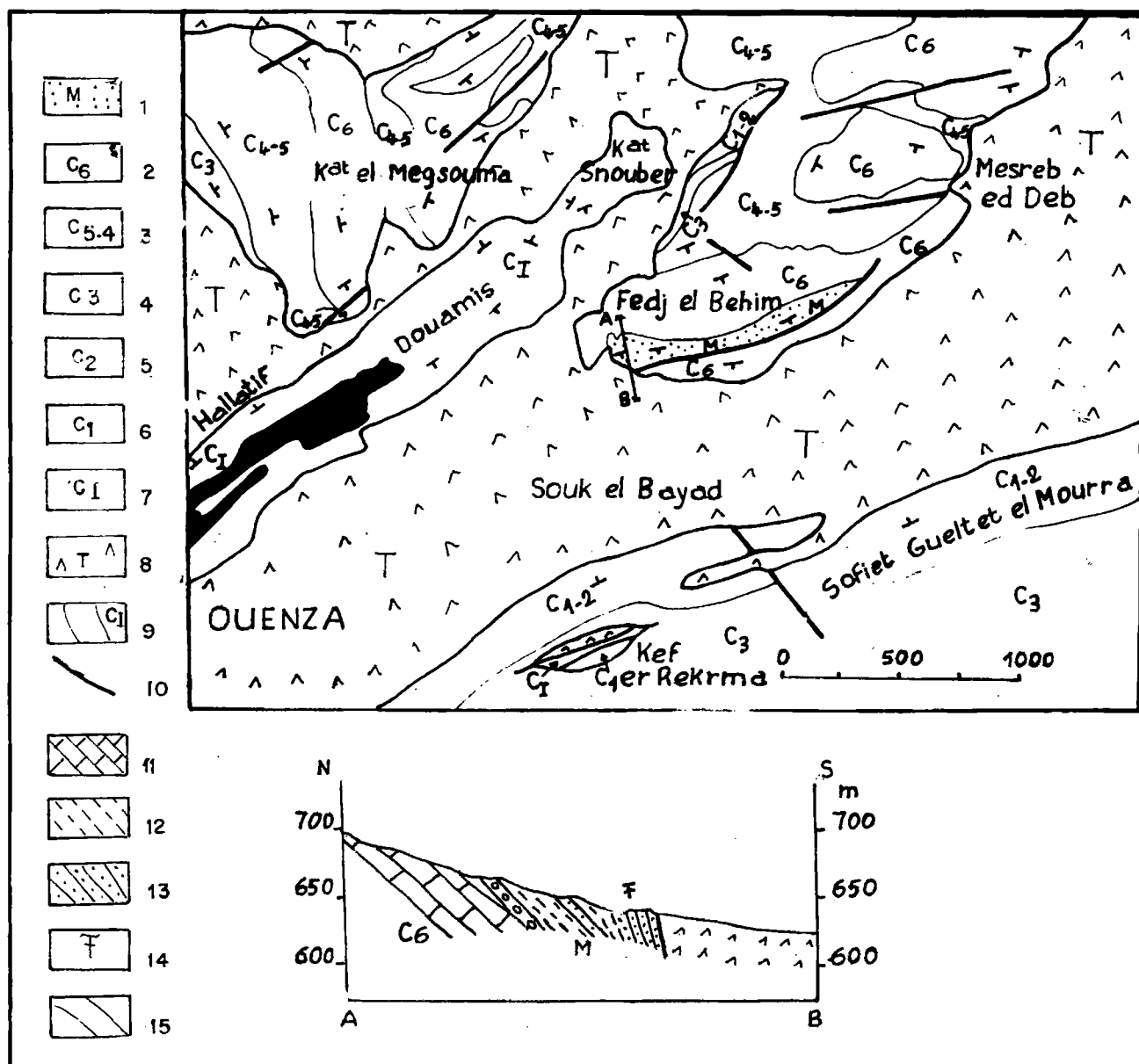


Fig. 11 - Carte géologique de la zone de Fedj el Behim à l'Est d'Ouenza selon G. Dubourdieu (1956) et coupe montrant le contact intrusif du diapir d'Ouenza avec le Miocène.

*Geological map of the Fedj el Behim area eastwards of Ouenza, according to G. Dubourdieu (1956) and a cross-section showing the intrusive contact of Ouenza diapir with the miocene sediments.*

1: Miocène (*Miocene*), 2: Turonien (*Turonian*), 3: Cénomaniens (*Cenomanian*), 4: Vraconien (*Vraconian*), 5: Albien supérieur (*Albian*), 6: Clansayésien (*Clansayesian*), 7: Aptien (*Aptian*), 8: Trias (*Trias*), 9: Minerais de fer (*Iron-ore*), 10: Faille (*Fault*), 11: Calcaires du Turonien (*Turonian limestones*), 12: Marnes et argiles du Miocène (*Miocene marls and clays*), 13: Grès du Miocène (*Miocene sandstones*), 14: Fossils (*Fossils*), 15: Conglomérat basal du Miocène (*Miocene base-conglomerat*).

lambeau le plus au nord, vers la base du profil, on a trouvé un petit fragment de conglomérat arraché d'une base inconnue et verticalisé avec le banc de grès au dessus. Ce conglomérat ressemble celui du Miocène affleurant sur le Turonien de Fedj el Behim. Le conglomérat n'est pas continu, donc la partie principale est à chercher au sein du Trias diapirique.

Les lambeaux de grès verticalisés (localement, légèrement renversés), sont de plus plissés selon la direction de distension et par endroits tordus par la rotation au cours de la montée avec le diapir. Entre les lambeaux, il s'introduit du matériel argilo-ferrugineux du diapir, qui conduit à la séparation de ces lambeaux. Le diapirisme a bouleversé les sédiments miocènes peu diagénisés, déposés en milieu marin sur un substratum inconnu (probablement crétacé) et dans un bassin subsidant bouleversé par le diapirisme. Dans le prolongement de la zone de ces lambeaux miocènes englobés par le Trias, on voit le Trias argileux-ferrugineux avec de grandes lentilles allongés de dolomies écrasées. Ce matériel bréchiq ue est composé de différentes roches (carbonatées, ferrugineuses, argileuses etc.) qui sont typiquement diapiriques (fig.4 b et c). Sur ce matériel diapirique et sur les sédiments miocènes englobés verticalement dans le diapir (donc, sans doute plus vieux que ceux du diapir d'Ouenza), reposent en discordance les grès et les conglomérats de Miocène post-diapirique dont la base est presque horizontale ou localement inclinée jusqu'à 25°. Localement, les grès qui font la base du profil post-diapirique sont érodés avant la sédimentation des conglomérats polygéniques ressemblant à celui connu à la base des sédiments miocènes plus au Nord à Satour el Hamra et dans la zone orientale des sédiments miocènes à l'Est du Oued Oulija.

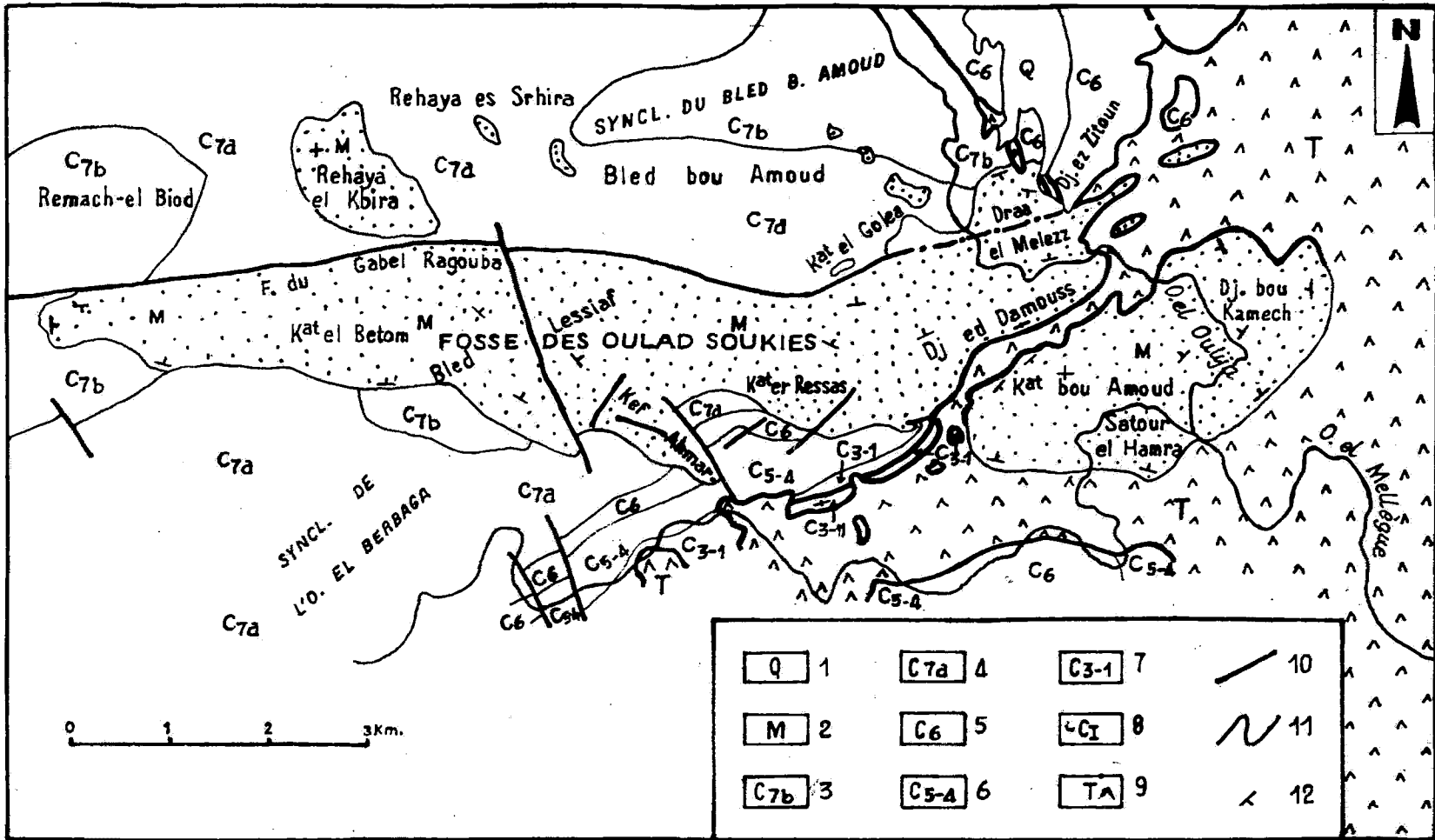
La zone d'Aïn Sidi Salah est située dans le diapir méridional de l'Ouenza autrement dit dans la prolongation orientale de la zone nommée par

M. Aoudjehane *et al.*, (1992) l'épaulement sud du diapir en champignon.

L'ensemble de ces observations nous révèle qu'après la sédimentation d'une partie des sédiments miocènes, le diapirisme s'est manifesté. Il a verticalisé, détachait et même partiellement dispersé les sédiments miocènes (probablement burdigaliens) dans le Trias.

Les conglomérats post-diapiriques représentent probablement du Langhien-Serravalien basal qui repose au-dessus de la série englobée dans le Trias et sur le Trias lui-même. La phase post-burdigalienne du diapirisme survient après la sédimentation des dépôts marins d'âge burdigalien présumé. Il est probable qu'avant l'érosion de la plupart des sédiments marins du Miocène inférieur au cours du diapirisme précoce et la résorption d'une partie des sédiments au sein du diapir pendant la phase de percement, il existait dans cette zone un bassin subsidant marin ou fossé d'effondrement au cours de création qu'on peut nommer: "Bassin Fedj el Behim- Aïn Sidi Salah", parallèle au bassin des Oulad-Soukies, dont l'âge semble par conséquent plus jeune (fin Burdigalien-Langhien-Serravalien-Tortonien).

Le fossé de Fedj el Behim-Ain Sidi Salah a été défiguré par le diapirisme post-burdigalien et ses sédiments ont été partiellement englobés dans le diapir ou en grande partie dispersés dans celui-ci. Le fossé des Oulad Soukies se formait sous influence des poussées venant du diapir au nord de l'Ouenza, c'est pourquoi la sédimentation est toujours plus jeune vers le nord du fossé. Dans la zone de Satour el Hamra, les plus vieux sédiments miocènes sont probablement dispersés ou englobés au-dessous des conglomérats du Langhien-Serravalien probable. Le diapirisme a détruit la liaison entre les sédiments marins du Burdigalien, trouvés dans la partie occidentale du fossé des Oulad Soukies et les sédiments marins du fossé d'Ain Sidi Salah-Fedj el Behim au sud de la région. Les sédiments du Langhien-



**Fig. 12 - Perturbation et destruction, de la partie orientale du bassin d'effondrement des Oulad Soukies, liées au diapirisme mio-pliocène**

***Disruption and destruction of the eastern part of collapse-basin of Oulad Soukies is linked with the mio-pliocene diapirism***

**1: Quaternaire (Quaternary), 2: Miocène (Miocene), 3: Santonien (Santonian), 4: Coniacien (Coniacian), 5: Turonien (Turonian), 6: Cénomanién (Cenomanian), 7: Albien (Albian), 8: Aptien (Aptian), 9: Trias (Trias), 10: Faille (Fault), 11: Contact anormal (Abnormal contact), 12: Pendage (Pitch).**

Serravalien de la partie orientale du fossé des Oulad Soukies (Satour el Hamra) sont percés par un diapir plus récent entre Djebel ed Damous et Koudiat Bou Amoud.

Au nord du Djebel Bou Kamech et à l'est de la zone Draa el Melez-Djebel Damous, l'ensemble des sédiments miocènes (Tortonien inclus) est recoupé par le diapirisme le plus récent. On note que tous ces percements sont liés au phénomène de distension qu'a connu la région.

Au cours du Miocène, la zone située entre Tébessa-Djebel Ouenza et le Djebel Ladjebel n'était affectée que par un régime distensif. Par contre, la zone située au nord de Souk Ahras et la zone tellienne encore plus au nord ont connu un régime violent plutôt compressif qui caractérise toute cette zone. En analysant les résultats de L. David (1956), on peut déduire que les monts de Medjerda au nord de la zone étudiée représentent la zone intermédiaire de l'Atlas Saharien et Tellien. Là, on détecte les empreintes de la tectonique compressive miocène avec tendance à s'étendre vers le sud. On peut essayer de chercher les empreintes de la tectonique compressive miocène dans la zone d'étude par les méthodes microtectoniques dans les zones peu subsidantes, où la distension miocène ne se manifeste pas par la formation des bassins subsidants ou fossés d'effondrement.

Nos observations faites entre Tébessa et Ouenza montrent qu'il y a plusieurs endroits où les diapirs déforment les structures fini-lutéliennes, comme par exemple le flanc sud-est de Djebel Bou Khadra où les roches albo-aptiennes en séries réduites (distension liée avec le diapirisme albo-aptien) sont verticalisées au contact du diapir dont le percement est lié à la distension mio-pliocène.

La formation du fossé de Morsott (Pliocène), de Tébessa (Plio-Quaternaire) et l'activation du diapirisme sont en relation avec le même processus de distension (Kowalski *et al.*, 1995a, b

et c; Boufaa *et al.*, 1996 et Kowalski et Hamimed, sous presse). On observe actuellement la montée du diapir au sein du fossé de Morsott au sud de Bouhallala avec la déformation d'une partie de ce fossé (importante diminution de son extension).

Il s'agit ici d'un diapir polyphasé à premier percement albo-aptien, suivi d'un effondrement pliocène aboutissant à la mise en place du fossé de Morsott, et d'un deuxième percement Plio-Quaternaire (diapir Hameimat-Morsott).

## CONCLUSION

Dans la région située entre Tébessa et Ouenza s'est manifesté un diapirisme polyphasé lié aux distensions albo-aptienne et mio-plio-quaternaire.

Les directions de la distension albo-aptienne suivent les directions des hauts-fonds de la mer du Crétacé, qui sont associés à la montée des diapirs. Tour à tour, ces zones sont devenues les zones axiales des anticlinaux d'âge fini-Lutétien. La tendance à la distension se répète après la phase compressive fini-lutétienne.

La phase albo-aptienne se caractérise par la réduction radicale de l'épaisseur des sédiments de ces étages dans la zone de manifestation du diapirisme et par la minéralisation sidéritique et polymétallique. Dans la zone d'activité diapirique, il se formait à l'Albien des îles comme celles de Hameimat, de Bou-Jaber et d'Ouenza, qui ont été immergées à la fin de l'Albien quand l'action du diapirisme s'est amortie.

L'activation mio-pliocène du diapirisme est liée au contexte distensif qui a donné naissance aux fossés d'effondrement et aux bassins subsidants, en facilitant l'halocinèse. Cette activation mio-pliocène du diapirisme explique des phénomènes, autrefois inexplicables, comme la présence du Trias diapirique dans des zones à épaisseurs considérables de sédiments albo-aptiens.

Nos observations de terrain nous amènent à admettre à la suite de G. Dubourdiou (1952), la réalité des mouvements très récents et même actuels des diapirs triasiques.

Les structures sédimentaires du matériel triasique sont typiques pour les diapirs. L'existence d'un piston halitique à l'Ouenza souligne la faiblesse de la théorie de «glacier de sel».

Les observations des auteurs sur le terrain ont prouvé le rôle prédominant du diapirisme pliocène et plio-quadernaire dans la zone de Tébessa-Bou Khadra et du diapirisme mio-pliocène à l'Ouenza.

Dans la zone de l'Ouenza, on a constaté la présence d'au moins quatre stades de diapirisme:

1- Stade albo-aptien, bien visible à Kef er Rakma où on observe la réduction drastique du profil albo-aptien.

2- Stade du Burdigalien terminal (Aïn Sidi Salah, Fedj el Behim), lié au percement du diapir sud de l'Ouenza.

3- Stade post langhien-serravalien dans la zone entre Djebel el Damous et Koudiat Bou Amoud.

4- Stade mio-pliocène, visible au Nord de Djebel Bou Kamech et à l'Est de Draa el Mellez.

Le stade de Burdigalien terminal a détruit le bassin subsidant marin ou fossé d'effondrement miocène de la zone Ouenza-Fedj el Behim-Ain Sidi Salah, tout en verticalisant, englobant et dispersant les sédiments miocènes dans le diapir triasique.

Le stade post Langhien-Serravalien a bouleversé et verticalisé les sédiments miocènes, entre Djebel ed Damous et Koudiat Bou Amoud, déposés sur le diapir post-burdigalien.

Le stade terminal a détruit la partie orientale du fossé des Oulad Soukies. Le Trias diapiri-

que a englobé et dispersé les sédiments miocènes du Langhien-Serravalien et Tortonien.

Contrairement à J.M. Vila (1996), les auteurs n'ont pas pu mettre en évidence les plissements miocènes sur aucun des affleurements miocènes localisés dans toute la zone située entre Oulad Soukies, Ouenza et Tébessa. Toutes les structures verticalisées sont liées à la distension et/ou la montée du matériel triasique (argiles, roches carbonatées, gypses, etc.) poussé au cours de l'halocinèse, il n'y a pas donc de déformation miocène des «glaciers de sel». Il existe par contre des phases diapiriques à deux périodes principales albo-aptienne et néogène.

**Remerciements :** Les auteurs remercient : Monsieur J.M.Vila, Monsieur J. Thiebero, Monsieur A. Nedjari pour leurs observations sur notre article qui nous ont permis de l'améliorer. Nous remercions cordialement Monsieur V.Perthuisot pour son essai de mettre en ordre certaines idées du texte. Nous remercions aussi Monsieur A. Degaichia pour sa collaboration dans la partie graphique.

## BIBLIOGRAPHIE

- AMOURI, M., 1986. Le gisement de Bou Jaber (Atlas Tunisien Central), un exemple de minéralisation Pb-Zn-F-Ba dans le paléo-karst. *Rev. Sc. de la terre, Tunisie*, Vol. 4, p.87-177.
- AOUJJEHANE, M., 1989. Distribution spatio-temporelle des minéralisations à Zn, Pb, Fe et aspects de la tectonique salifère. *Rapport interne EREM*, n°1, 31p., Boumerdes, Algérie.
- AOUJJEHANE, M., BOUZENOUNE, A., ROUVIER, H. ET THIBIEROZ, J., 1992. Halocinèse et dispositifs d'extrusion de Trias dans l'Atlas Saharien oriental (NE Algérie). *Géologie Méditerranéenne*, T.XIX, n°4, p.275-287.
- BAGHIANI, B., BENDJEMAA, F. (ÉP. BAGHIANI), KOWALSKI, W. M. ET PIARISAT, A., 1995. Mise en évidence de sol d'origine interglaciaire et périglaciaire dans les Monts de Bellezma (Nord-Est d'Algérie). *Ann. Sc. Univ. Fr. Comté, Besançon, Géologie*, 4 (12), 1992-93-94-95, p.43-48.

- BLES, J. L. ET FLEURT, J. J., 1970.** Notice explicative de la carte géologique au 1/50000, Morsott (n°178), *Serv. Géolog. d'Algérie, Alger.*
- BOLZE, J., 1954.** Ascension et percée des diapirs au Crétacé moyen dans les Monts de Teboursouk (Tunisie septentrionale). *C. R. Somm. Soc. Géolog. Fr., sér. II*, t.303, p.831-836.
- BOUFAA, K., KOWALSKI, W. M. ET PHARISAT, A., 1996.** L'évolution néogène des structures atlasiques dans les environs de Tébessa (NE de l'Algérie). *Bull. Soc. Hist. Nat. du Pays Montbeliard*, p.179-184.
- BOUZENOUNE, A., 1993.** Minéralisation péridiapirique de l'Aptien calcaire : les carbonates de fer du gisement hématitique de l'Ouenza (Algérie orientale). *Thèse Doct. Univ. P. et M. Curie (Paris VI)*, vol 1, 206p.
- BOUZENOUNE, A., ROUVIER, H. ET THIBIEROZ, J., 1995.** Trias de l'Ouenza ; contexte diapirique, zonation minéralogique et conséquences métallogéniques. *Bull. Serv. Géolog. de l'Algérie*, vol.6, n°1, p.3-24, 10 fig.
- BOUZENOUNE, A. AND LECOLLE, P., 1997.** Petrographic and geochemical arguments for hydrothermal formation of the Ouenza siderite deposit (NE Algeria). *Mineralium Deposita*, v.32, p.189-196.
- CHARRIERE, A., ANDREU, B., KHECHID-BENKHEROUF, F. ET VILA, J.M., 1996.** Nouvelles données stratigraphiques et structurales sur le Djebel Djebissa, près de Tébessa (frontière algéro-tunisienne) : reconstitution d'un dôme de sel en contexte distensif chaud au Crétacé inférieur-moyen. *Bull. Serv. Géolog. de l'Algérie*. V.7, n°2, Décembre, p.109-132.
- DAVID, L., 1956.** Etude géologique des Monts de la Haute Medjerda. *Publ. Serv. Carte Géolog. de l'Algérie. Nouvelle série, Bull. n°11, Alger*. 304P.
- DELTEIL, J., 1974.** Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Tell oranais oriental (monts de la mine Beni Chougrane, Dahra). *Thèse Science, Univ. Nice*, 294p.
- DOZET, S., FERJANCIC, V., GOJKOVIC, M. ET IVANKOVOC, I., 1985.** Carte géologique n°150 au 1/50.000, El Aouinet (Clairefontaine). *RUDIS, Serv. Géolog. Ljubljana, Alger.*
- DUBOURDIEU, G., 1949.** Carte géologique de l'Algérie au 1/50.000, feuille n°125, Djebel Ouenza. *Serv. Géolog. d'Algérie, Alger.*
- DUBOURDIEU, G., 1952.** Monts du Mellègue. C. G. I. XIX, Alger. *Monogr., Rég. 1ere sér.*, n°3, 54p., 16fig.
- DUBOURDIEU, G., 1956.** Etude géologique de la région de l'Ouenza (Confins algéro-tunisiens). *Publ. Serv. Carte Géolog. Algérie*, N. S. Bull. 10.
- DUBOURDIEU, G. ET DUROZOY, G., 1950.** Observations tectoniques dans les environs de Tébessa et de l'Ouenza (Algérie). *B. S. G. F. (5)*, T. XX, p.257-266, 4fig.
- FLANDRIN, J., 1948.** Contribution à l'étude stratigraphique du Nummulitique algérien. *Publ. Serv. Carte Géolog. Algérie (2)*, Stratigraphie, I.19, 340p.
- HATIRA, N., 1988.** Les observations de Zn, Pb, Sr et Ba dans le cortex des diapirs de Trias salifère: exemple du Trias de Sakiet-Koucha (Tunisie septentrionale), comparaison avec d'autres massifs tunisiens et avec les cap rocks de la Gulf Coast (USA). *Thèse Univ. P. et M. Curie, Paris*, 288p.
- KOWALSKI, W.M., 1977.** The pétrographic of red beds in the sandstone series of Upper Silesia (Upper Namurian) from Coal Basin of Rybnik. *Zesz. Nauk. AGH, Krakov, Geologia*, 3, 1, p.5-61.
- KOWALSKI, W.M., PHARISAT, A., BAGHIANI, B. ET VAN NGOC, N., 1995a.** Analyse séquentielle et paléogéographie du Miocène des environs de Tébessa (Nord-Est de l'Algérie). *Ann. Sci. Univ. Fr.-Comté, Besançon, Géologie* 4 (12), 1992-93-94-95, p.35-41.
- KOWALSKI, W.M., VAN NGOC, N., BAGHIANI, B. ET PHARISAT, A., 1995b.** Paléogéographie du Miocène des environs d'El Aouinet (Nord de Tébessa), NE de l'Algérie. *Ann. Sci. Univ. Fr.-Comté, Besançon, Géologie* 4 (12), 1992-93-94-95, p.55-62.

## DIAPIRISME POLYPHASE OU GLACIER DE SEL ALBIEN? DILEMME DU MATÉRIEL TRIASIQUE DES CONFINES ALGÉRO-TUNISIENS

- KOWALSKI, W.M., PHARISAT, A. ET HAMIMED, M., 1995c.** Analyses sédimentologiques des sables du Miocène des environs de Tébessa (Confins Algéro-Tunisiens). *Ann. Sci. Univ. Fr.-Comté, Besançon, Géologie* 4 (12), 1992-93-94-95, p.49-54.
- KOWALSKI, W.M., BOUDOUKHA, A., HEMILA, M. L., (SOUS PRESSE).** Les stades d'effondrement du graben de Tébessa (Confins Algéro-Tunisiens) et la tectonique pllicative plio-quaternaire. *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. du Pays de Montbéliard*.
- KOWALSKI, W.M., BOUFAA, K., ET PHARISAT, A., 1996.** Les sédiments miocènes (NE de l'Algérie) et leurs relations avec la tectonique. *Bull. Soc. Hist. Nat. du Pays Montbeliard*, p.169-177.
- KOWALSKI, W.M. ET HAMIMED, M. (SOUS PRESSE).** Les grabens de la région de Tébessa et leurs étapes d'effondrements (Confins Algéro-Tunisiens). *Bull. Serv. Géolog de l'Algérie*.
- KUSCER, D. ET DOZET, S.** Carte Géologique d'Algérie au 1/50.000. *Notice explicative. Souk Ahras (77). Alger*.
- LAATAR, E., 1990.** Gisements de Pb-Zn et diapirisme du Trias salifère en Tunisie septentrionale. Les concentrations péri-diapiriques du district minier de Nefete-Fedjel Adoum. *Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> Cycle. Univ. Paris VI*, 280p.
- MASSE, J.P. ET CHIKHI-AOUMEUR, P., 1982.** La plate-forme carbonatée de l'Ouenza (Sud Constantinois Algérie). Organisation et dynamique durant l'Aptien supérieur. *Géologie Méditer. T.IX, n°3*, p.259-267.
- MOREL, P., 1957.** Etude géologique du Djebel Belkif. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie. Nèlle série, Bull. n° 13*, p.255-281.
- MRAZEC, L., 1907.** Despre cute cu simbur de strapungere (des anticlinaux à noyaux perçant). *Bulletinul Societatii de Stiinte, Roumanie*, vol. 16, p.6-8, Bucuresti.
- NEDJARI-BELHASENES, S. ET NEDJARI, A., 1984.** Le Bou-Khadra: esquisse paléogéographique aptienne. *5<sup>ème</sup> Séminaire National des Sciences de la Terre, Alger (2-4 décembre)*, résumé, p.102-103, inédit, Alger.
- OTMANI, A., 1987.** Les minéralisations en Fluorine, Barytine, Pb, Zn et Fe sidéritique autour du fossé de Tébessa-Morsott (Algérie). Relation entre paléogéographie aptienne, diapirisme, structure et métallogénie. *Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> Cycle, Univ. Pierre et Marie-Curie (Paris VI)* 221p., Paris.
- PERTHUISOT, V., 1978.** Dynamique et pétrogénèse des extrusions triasiques en Tunisie septentrionale. *Thèse Doct. Etat Trav. Labo. de Géol. ENS, Paris, n°9*, 312p.
- PERTHUISOT, V. ET ROUVIER, H., 1983.** A propos de l'allochtonie de la zone des diapirs de Tunisie septentrionale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t.296, sér. II, p.393-396.
- PERTHUISOT, V., HARITA, N., ROUVIER, H. ET STEINBERG, M. 1987.** Concentration métallique sous un surplomb diapirique : exemple de Jebel Bou Khil (Tunisie septentrionale). *Bull. Soc. Géol. Fr.* (8), III, 6, p.1153-1160.
- PERTHUISOT, V. ET ROUVIER, H., 1992.** Les diapirs du Maghreb central et oriental : des appareils variés, résultats d'une évolution structurale et pétrogénétique complexe. *Bull. Soc. Géol. France*, t.163, n°6, p.751-760.
- POSEY, H.H., KYLE, J.R., LIGHT, M.P.R., AND PRICE, P.E., 1987.** Mixed carbon sources for calcite caprocks of Gulf Coast salt domes. In : I. Lerche, J. J. O'Brien (editors): *Dynamical geology of salt and related structures. Academic Press, Orlando, Fla.*, p.593-630.
- PRICE, P.E., KYLE, J.R., 1986.** Genesis of salt dome hosted metallic sulfide deposits : the role of hydrocarbons and related fluids. In : W. E. Dean ed., *Proceedings of the symposium on organic and ore deposits, Denver region Explor. Geologists Soc.*, p.171-184.
- ROUVIER, H., PERTHUISOT, V. ET MANSOURI, A., 1985.** Deposits and salt bearing diapirs in southern Europe and North Africa. *Econ. Géol.* t.30, fasc.3, p.666-687.

- SALMI-LAOUAR, 1998.** Le massif de Bou Jaber (NE Algérie): sédimentologie, biostratigraphie et contribution des isotopes du soufre à la mise en place des masses triasiques et minéralisations à Zn-Pb-Ba. *Mém. Magister, Univ. Badji Mokhtar Annaba*, 92p.
- THIBIEROZ, J. ET MADRE, M., 1976.** Le gisement du sidérite de Dj. Ouenza est contrôlé par un golfe de la mer aptienne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, Alger*, V.67, fasc. 3-4, p.125-150.
- TRUILLET, R. ET TURKI, M., 1980.** La tectonique tangentielle dans la zone des diapirs. L'exemple du Djebel Amer de l'Ariana (Tunisie septentrionale). *C. R. Acad. Sci. D.* 291, n°3.
- VASSILEFF, L. ET STANICHEVA-VASSILEVA, C., 1979.** Le Néogène en Tunisie septentrionale II. Tectonique du Néogène. *Géol. Balcan.* V.9, n°3.
- VILA, J.M., 1993.** Comportement des terrains triasiques des confins algéro-tunisiens ou "le trias dans tous ses étages". Livret guide de colloque, Trias 93, Algérie. *Document SONATRACH, CRD*, 38, Boumerdes.
- VILA, J.M. ET CHARRIERE A., 1993.** Découverte d'Albien calcaire et du Trias resédimenté au Djebel Bou Jaber (partie Est Algérie); Corrélation avec les forages et conséquences sur l'organisation du Crétacé inférieur des confins algéro-tunisiens. *C. R. Acad. Sci., Paris*, t. 316, s.II, p.243-249.
- VILA, J.M., 1994.** Mise au point et données nouvelles sur les terrains triasiques des confins algéro-tunisiens: Trias allochtone, "glaciers de sel" sous-marins et vrais diapirs. *Mém. Serv. Géolog. de l'Algérie*, n°6, p.105-152, 25fig.
- VILA, J.M., BEN YUCEF, M., CHARRIERE, A., CHIKHAOUI, M., GHANMI, M., KAMOUN, F., PEYBERNES, B., SAADI, J., SOUQUET, P. ET ZARBOU, M., 1994a.** Découverte en Tunisie, au SW du Kef, du matériel triasique interstratifié dans l'Albien: extension du domaine à "glacier de sel" sous-marin des confins algéro-tunisiens. *C. R. Acad. Sci., Paris*, t. 318, s.II, p.1661-1667.
- VILA, J.M., BENKHEROUF, F. ET CHARRIERE, A., 1994.** Interprétation du matériel triasique de la région de l'Ouenza (confins algéro-tunisiens): un vaste "glacier de sel" sous marin albien à l'image des structures off-shore d'Aquitaine. *C. R. Acad. Sci., Paris*, t. 317, s.II, p.109-116.
- VILA, J.M., 1995.** Première étude d'un grand "glacier de sel" sous-marin: l'Est de la structure Ouenza-Ladjebel-Méridéf (confins algéro-tunisiens). Proposition d'un scénario de mise en place et comparaison. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. 116, n°2, p.149-167.
- VILA, J.M., 1996.** Halocinèse distensive albienne à "glacier de sel" sous-marin et plissements tertiaires du secteur Ouenza-Ladjebel-Méridéf. *Bull. Serv. Géolog. de l'Algérie*, Vol.7, n°1, p.3-34, 10 fig.
- VILA, J.M., BEN YUCEF, M., CHIKHAOUI, M. ET GHANMI, M., 1996.** Un grand "glacier de sel" sous-marin albien moyen du Nord-Ouest tunisien (250 km<sup>2</sup>): le matériel salifère triasique du "diapir" de Ben Gasseur et de l'anticlinal d'El Kef. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t.322, S. IIa, p.221-227.