

Halocinèse distensive albiennaise à « glacier de sel » sous-marin et plissements tertiaires du secteur Ouenza-Ladjebel-Méridéf

Précisions à la suite de l'article d'A. Bouzenoune, H. Rouvier et J. Thibiéroz,
« Trias de l'Ouenza : contexte diapirique, zonation minéralogique et
conséquences métallogéniques »

Jean-Marie VILA

Université Paul-Sabatier (Toulouse-III), Laboratoire de Géologie sédimentaire et Paléontologie,
URA-CNRS n° 1045, Stratigraphie séquentielle et Micropaléontologie,
39 Allées Jules-Guesde, 31 000, Toulouse, France

Résumé : On procède à une revue critique de l'article de Bouzenoune *et al.*, 1995, fondé à priori sur l'hypothèse d'une mise en place précoce en force du Trias, sans remettre en cause ses importants résultats sur le plan de la minéralogie et de la métallogénie.

Après un rappel des conceptions récentes en halocinèse, l'accent est mis sur les difficultés ou sur les problèmes qui ne sont pas surmontés ou résolus, ou qui sont éludés par cette hypothèse : absence de prise en compte de la datation de trois épisodes carbonatés crétacés successifs (Aptien supérieur, Albien inférieur, Albien moyen-supérieur), absence de démonstration factuelle du caractère intrusif du sel, difficultés pour déplier les effets des tectoniques compressives superposées tertiaires, prise en compte d'un inventaire incomplet des affleurements de Miocène gréseux discordant et plissé et des massifs calcaires crétacés, absence de datation des conglomérats supposés fossiliser l'intrusion salifère au Vraconien, absence d'intégration des données gravimétriques et aéromagnétiques, nécessité d'envisager un dispositif permettant la libre circulation des énormes volumes de fluides chauds nécessaires à la genèse des minerais de fer épigénétiques.

En conclusion, on présente les avantages du dispositif à « glacier de sel » sous-marin, les problèmes méthodologiques, les progrès de la connaissance stratigraphique des secteurs environnants, l'évolution locale (notamment les derniers travaux algériens de G. Dubourdiou) et régionale des interprétations halocinétiques, une explication volcanique possible du maximum halocinétique albien et de nouvelles conceptions sur la genèse des minéralisations algéro-tunisiennes, minimisant le rôle du Trias.

Mots-clés : Trias, Aptien, Albien, Vraconien, Halocinèse, Fer, « Glaciers de sel » sous-marins, Blocs basculés, Plissements superposés, Confins algéro-tunisiens.

Albian distensive halokinesis with sub-marine « salt glacier » and Tertiary foldings of the Ouenza-Ladjebel-Meridef area

Precisions following the paper of A. Bouzenoune, H. Rouvier and J. Thibiéroz, « The Trias of Djebel Ouenza : diapiric context, mineralogical zonation and metallogenetic implications »

Abstract : One present a critique review of the Bouzenoune *et al.*, 1995 paper, based on the forceful emplacement concept for the saliferous rocks, but agreeing with the very important mineralogical and metallogenetical new data.

After a recall of recent concepts and improvements in halokinesis, are emphasized the difficulties and the problems which are not solved or overcome, forgotten or eluded by the forceful emplacement hypothesis of the saliferous Triassic rocks : absence of separation for the three calcareous Cretaceous sequences (upper Aptian, lower Albian, middle-upper Albian), absence of field evidences for the intrusive emplacement of salt, exigency of to take into account the two superimposed compressive Tertiary events, incomplete inventory of the Cretaceous limestone outcrops and of the sandy unconform and folded large Miocene areas, absence of Vraconian datings for the conglomerates, necessity of to take into account of the gravimetrical and aeromagnetical data, and of the hot brines enormous volumes for to explain the genesis of the voluminous iron carbonate bodies.

Within the conclusion are explained the advantages of the sub-marine « salt glacier » setting, the methodologic problems, the local (specially the last G. Dubourdiou's works) and regional history for the halokinetic interpretations, the recent stratigraphical regional improvements in the neighbouring areas, a possible volcanic explanation for the Albian halokinetic maximum and the new ideas about the genesis of mineralizations.

Key words : Triassic, Aptian, Albian, Vraconian, Halokinesis, Iron, Sub-marine « salt glaciers », Tilted blocks, Superimposed foldings, Algerian-Tunisian confines.

I - INTRODUCTION

L'intéressant article publié dans ces colonnes par A. Bouzenoune, H. Rouvier et J. Thibiéroz, et intitulé « Trias de l'Ouenza : contexte diapirique, zonation minéralogique et conséquences métallogéniques » contient :

a- une présentation traditionnelle du cadre géologique du Djebel Ouenza, basée, à la suite des hypothèses "classiques" de G. Dubourdiou (1956; fig. 2, coupe A), sur une interprétation purement diapirique, avec une mise en place en force des évaporites triasiques (fig. 2, C; fig. 8 C);

b- une analyse minéralogique de ces évaporites et des

minéralisations avec leur interprétation, constituant la partie principale de l'article;

c- une critique des hypothèses récentes faisant intervenir un dispositif à grand « glacier de sel » sous-marin albien et correspondant à une mise en place tectono-sédimentaire en contexte de rift chaud; à ce sujet, j'ai exposé (1994 b) un scénario possible qui n'est pas discuté (fig. 8 A).

Cet article est très important sur le plan minéralogique et métallogénique car il apporte des informations sur les transformations épigénétiques de la série réactionnelle suivante : carbonate de calcium, calcaire dolomitique, dolomie, dolomie ferrifère, ankérite, sidérite.

HALOCINESE DISTENSIVE ALBIENNE ET PLIS TERTIAIRES DE L'OUENZA-LADJEBEL-MERIDEF

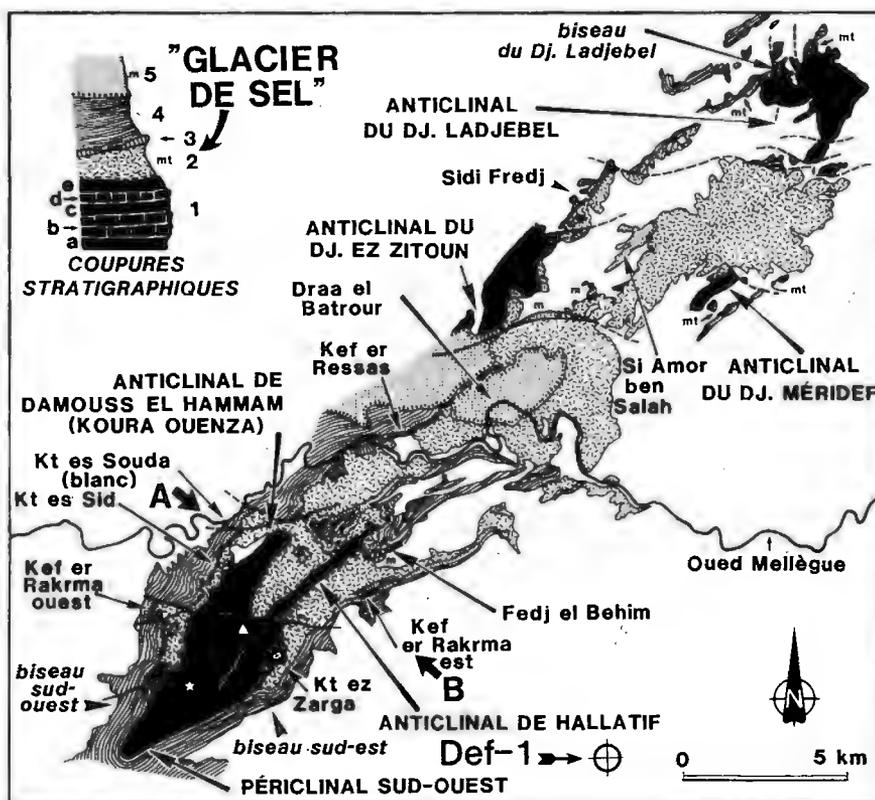


Fig. 1 - Carte géologique simplifiée de l'ensemble Ouenza-Ladjebel-Méridef
Simplified geological map of the Ouenza-Ladjebel-Meridef area

Triangle blanc : Grand Pic de l'Ouenza; étoile blanche : forage (environ 600 m) de la Koudiat el Kakouh;
 traits forts : failles principales; A-B : trace de la coupe de la fig. 3 et de la coupe n° 2, fig. 5
*White triangle : Ouenza great peak; white star : Koudiat el Kakouh drilling (600 m); hard lines : main faults;
 A-B : trace of the fig. 3 cross-section and the fig. 5, n° 2 cross-section*

Cartouche : coupures stratigraphiques (le Quaternaire et les zones non représentées sont en blanc) :
Inset : stratigraphical cuts (the Quaternary and not drawn areas are in white) :

1 - substratum du « glacier de sel » sous-marin: de la limite Bédoulien-Gargasien (au pied du Grand Pic de l'Ouenza) à l'Albien inférieur-moyen (*submarine « salt glacier » basement : from the (Bedoulian-Gargasian boundary (at the foot of the Ouenza Great Peak) to the lower-middle Albian* a : marnes de l'Aptien (*marly Aptian*); b : calcaires de l'Aptien supérieur (*upper Aptian limestones*); c : Clansayésien (*Clansayesian*); d : Albien inférieur calcaire (*lower Albian limestones*); e : Albien inférieur-moyen marneux, (*marly lower-middle Albian*); 2 - matériel triasique du « glacier de sel » sous-marin incluant les blocs aptiens de la Kt ez Zarga et du versant sud de l'anticlinal de Hallatif; (*Triassic masses of the submarine « salt glacier » including the boulders of the Kt ez Zarga and of the southern slope of Hallatif anticline*); 3 - récifs albiens (ex-séries aptiennes "réduites" [Dubourdiou, 1956; Bouzenoune *et al.*, 1992-94; Bouzenoune, 1993]); (*Albian reefs (ex-"reduced" Aptian series [Dubourdiou, 1956; Bouzenoune et al., 1992-94; Bouzenoune, 1993])*); 4 - couverture sédimentaire du « glacier de sel » sous-marin, de l'Albien moyen-supérieur au Sénonien; (*sedimentary cover of the submarine « salt glacier », from the middle-upper Albian to the Senonian*); 5 - Miocène marin discordant (*marine unconform Miocene*)

Ces informations, basées sur l'application d'une méthodologie moderne, constituent l'apport essentiel de la thèse présentée par A. Bouzenoune (1993) et dirigée par les co-signataires de l'article évoqué.

Toute interprétation se doit d'en tenir compte. C'est ce que j'ai tenté (1995) à partir des informations fournies par ce mémoire et c'est ce que je continue à faire dans cet article.

Cet aspect ne sera donc pas discuté ici. Je me contenterai de dresser un état de l'utilisation des données (anciennes ou récentes) et des résultats obtenus, afin de les confronter au modèle des diapirs "en champignon" ou "en bulbe" réputés anté-vraconiens (Aoudjehane *et al.*, 1992-94; Perthuisot et Rouvier, 1992; Bouzenoune, 1993; Bouzenoune *et al.*, 1995).

Le but de ces remarques et de la relation des observations nouvelles qui les accompagnent, est aussi d'éclairer le lecteur non spécialiste sur l'utilisation des concepts et des données géologiques présentés (stratigraphie, cartographie, halocinèse, interprétation structurale) en lui fournissant les documents graphiques et les références utiles pour forger sa propre opinion; je pense notamment à celles concernant les « glaciers de sel » sous-marins, des manifestations tectono-sédimentaires que l'on rencontre maintenant en *subsurface* dans toutes les provinces salifères (Vila, 1994 b) et dont le secteur Ouenza-Ladjebel-Méridéf constitue le premier exemple à l'affleurement en surface (Vila, 1995).

II - AGE DES CARBONATES CRÉTACÉS

L'introduction de l'article en question s'ouvre sur une affirmation extrêmement discutable : la présence de remaniements du matériel triasique prouverait à elle seule et directement, l'existence de phases de percement salifère actif dans tous les appareils du Maghreb de l'Aptien au Miocène.

Après cette prise de position, le problème de la mise en place des roches salifères est alors considéré comme résolu. Ceci explique la faible attention accordée à la vérification locale ou régionale d'une stratigraphie et, à *fortiori*, d'une sédimentologie laborieusement établies il y a près d'un demi-siècle et dont bien des aspects sont périmés comme nous le verrons.

Cette désaffection pour la stratigraphie est particulièrement sensible pour les carbonates de plate-forme dans lesquels les progrès de la micropaléontologie m'ont permis de constater que sous les dénominations "Aptien récifal" et "Aptien réduit", créées par G. Dubourdiou (1956) et devenues d'usage courant, se trouvaient en fait confondus trois ensembles superposés de bas en haut.

a- La barre aptienne qui avec ses 250 m environ, constitue l'ossature des reliefs abrupts (fig. 1) du Djebel Ouenza lui-même au SW, du Djebel Ladjebel au NE et de l'arête aigue du Djebel Méridéf à l'ENE. C'est elle qui correspond à l'"Aptien récifal" de G. Dubourdiou.

Cette barre, d'environ 250 m d'épaisseur, est en gros constituée pour sa moitié inférieure de calcaires grossièrement biodétritiques à rudistes, pour sa moitié supérieure de micrites à milioles. Ces dernières sont couronnées par quelques mètres de calcaires renfermant des associations riches de bien d'autres foraminifères benthiques, avec notamment *Archaealveolina reicheli* (Vila *et al.*, 1994 b).

En profondeur, les sondages miniers ou pétroliers algériens et tunisiens montrent la remarquable continuité vers l'Est et vers le Sud de cette plate-forme (Vila, 1993 a; Vila et Charrière, 1993).

Au nord du Djebel Ladjebel, ses modalités de passage latéral vers les faciès profonds du sillon des Sellaoua en Algérie (Vila, 1980) ou de son prolongement tunisien vers le Nord-Est, le sillon du Kef (Burollet, 1956), ne sont

pas connues.

La découverte d'associations à *Archae alveolina reicheli* en plein domaine du sillon du Kef à Touireuf (Vila *et al.*, 1995 d), vient de relancer ce problème et permet de penser que ce passage latéral pourrait être assez complexe.

b- Une barre de l'Albien inférieur a été récemment individualisée (Vila *et al.*, 1994 a, b et d) et ne correspond à aucune des dénominations de G. Dubourdieu.

Au-dessus des assises à archéalvéolines, un intervalle d'épaisseur variable à dominante marneuse correspondant au Clansayésien précède une barre, parfois peu apparente morphologiquement, de calcaires de plate-forme de l'Albien, datés notamment par *Favusella washitensis*, par *Agardhiellopsis cretacea* et par des colomielles.

Peu épaisse et pauvre en débris de polypiers (30 m environ) dans le périclinal sud-ouest de l'Ouenza (Vila *et al.*, 1994 b), cette barre s'individualise mieux dans le périclinal de Damouss el Hammam et au Ladjebel (Vila, 1994 a; 1995). Elle y atteint 50 m d'épaisseur en même temps que diminue à quelques mètres (5 à 10 m) celle du Clansayésien marneux.

Au Djebel Méridéf (Vila, 1995), la continuité apparente entre l'Aptien et l'Albien inférieur calcaires pose le problème pratique de leur distinction sur le terrain (fig. 6 et 7).

J'ai retrouvé ces calcaires albiens à *Favusella washitensis* et à colomielles variées dans le forage du Djebel Def, à quelques kilomètres à l'ESE du Pic de l'Ouenza, entre 350 et 400 mètres de profondeur. Ce forage, nommé Def-1, est localisé fig.1. Plus bas encore, l'Aptien calcaire à orbitolines et miliolles apparaît à 650 m de profondeur sous un ensemble à dominante marneuse attribuable au Clansayésien.

Comme j'ai également identifié, récemment, ces calcaires de l'Albien inférieur autour du Djebel Bou-khadra jusqu'à Morsott et qu'ils avaient été reconnus d'abord au Djebel Bou Roumane au Sud-Est de Tébessa (Masse et Thieuloy, 1979), puis au Djebel Mzouzia et aux Hamimat au Nord-Ouest de Tébessa (Otmanine, 1987) et enfin au Djebel Bou Jaber autant en Algérie (Vila et Charrière, 1993) qu'en Tunisie (Vila *et al.*, 1995 c), on doit maintenant admettre l'existence d'une plate-forme carbonatée albiennne, peut-être aussi étendue régionalement que celle de l'Aptien supérieur.

Si la présence d'une plate-forme aptienne semble maintenant retenue par A. Bouzenoune *et al.*, (1995) et plus au Sud par L. Jrad et V. Perthuisot (1995), elle ne l'était pas encore par A. Bouzenoune (1993) ou par M. Aoudjehane *et al.* (1992-94). Quant à l'existence d'horizons albiens calcaires de plate-forme et à celle d'une plate-forme albiennne distincte, elles ne sont pas du tout prises en compte.

Traiter en bloc des "séries marneuses clansayésiennes-albiennes" comme le font A. Bouzenoune *et al.*, (1995) ne correspond donc plus aux progrès des connaissances stratigraphiques, aussi bien au niveau du massif considéré que de son environnement géographique immédiat.

c- Les récifs de l'Albien moyen ont d'abord été individualisés à 8 km au Nord-Ouest du Djebel Ladjebel, au Draa El Azreg, à la terminaison périclinale du Djebel El Ouasta (David, 1956), puis sur la rive gauche de l'Oued Mellègue au Kef er Ressay (Masse et Chikhi-Aouimeur, 1982), puis au Sud de l'Ouenza dans le flanc nord-ouest du Djebel Bou-Khadra (Nedjari-Belhasène et Nedjari, 1984) et enfin de part et d'autre du Pic de l'Ouenza, notamment aux Kef er Rakrma est (dans le vieil Ouenza) et ouest (Vila *et al.*, 1994b).

J'ai ensuite suivi ces édifices lenticulaires et discontinus au Nord et au Nord-Ouest de Damouss el Hammam, et plus au nord-est encore aux environs de

Fig. 2 - page opposée - Evolution en cinquante ans des interprétations en profondeur (basées sur l'hypothèse d'un Trias intrusif en force) de la coupe passant par la crête de Damouss el Hammam et la vieille mine de Hallatif (avec adjonction des légendes lithologiques)

Adjacent page, Evolution during fifty years of the deep interpretations (based on the forceful intrusive emplacement concept of Trias), for the cross-section by the Damouss el Hammam hight and the Hallatif old mine (with adjonction of lithological explanations)

origine des illustrations et remarques (origin of figures and remarks)

A - Dubourdieu, 1956 (reproduite par Madre, 1969) (Dubourdieu (1956, reproduced by Madre, 1969)).

a - Le renversement est limité au flanc sud, juste au Nord du Kef er Rakrma et à une partie de Hallatif. Il ne correspond réellement à des pendages renversés visibles en surface qu'aux abords du Kef er Rakrma (*The overturn is located superficially, only in the southern slope, just at the North of the Kef er Rakrma and in part of Hallatif. This overturn corresponds only by the reverse surface dips close to the Kef er Rakrma*). **b -** On remarquera que la crête nord du Damouss el Hammam correspond en réalité à un dispositif anticlinal (*Note when the North crest of Damouss el Hammam corresponds with an anticline setting*)

B - Thibiéroz et Madre, 1976 (Thibiéroz and Madre, 1976)

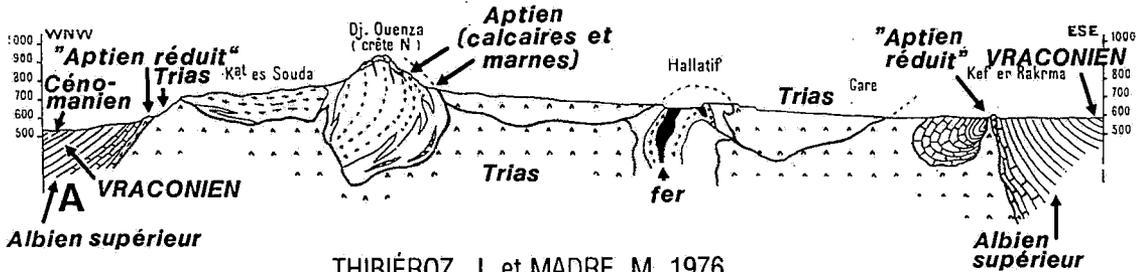
a - Le renversement est prolongé en profondeur sur le flanc sud jusqu'à presque 1000 m au Kef er Rakrma et à Hallatif (*The overturn increases in the southern slope and reaches 1000 m deep in the Kef er Rakrma and in the Hallatif areas*). **b -** Le flanc sud de l'anticlinal du Damouss est représenté avec des couches verticales alors que leur pendage réel est de 50 à 60 ° vers le sud-est (*The southern slope of the Damouss el Hammam anticline became vertical*).

C et D - Aoudjehane et al. (1992-94), reproduites par Bouzenoune, 1993, puis par Bouzenoune et al., 1995. Les légendes ont été complétées d'après la plus détaillée d'entre elles (Bouzenoune, 1993) (Aoudjehane et al. (1992-94), reproduced by Bouzenoune (1993) and by Bouzenoune et al. (1995))

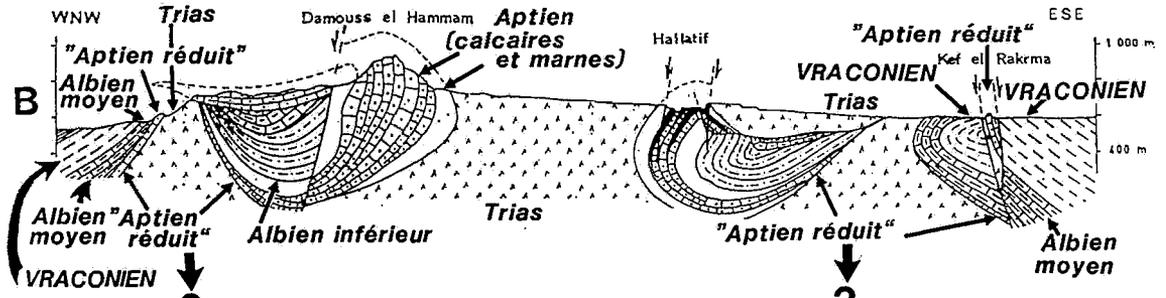
a - Le renversement est figuré sur la totalité du versant sud et apparaît brutalement sur les deux tiers du versant nord (*The overturn reaches all the area of the southern slope and sudden appear in the two third parts of the northern slope*). **b -** L'anticlinal visible sur le terrain au Damouss el Hammam a disparu car son flanc nord, pendant en réalité à 60-65° vers le Nord-Ouest, est à son tour représenté avec des couches verticales, devenant ainsi «l'arête NW». L'«Aptien réduit» ne subsiste que sur le flanc sud de l'anticlinal de Hallatif (*The Damouss el Hammam anticline, visible in the field, vanishes and her northern slope became vertical, drawing the «NW crest»*). **c -** Le Vraconien, situé dans les marnes dans les coupes précédentes, devient marno-calcaire et marneux avec à sa base les conglomérats placés par les auteurs précédents à l'Albien moyen (*The Vraconian, located within the marls in the previous cross-sections, became marly and marly-calcareous, with conglomerates at its basis, located within the middle Albian by the previous authors*)

HALOCINESE DISTENSIVE ALBIENNE ET PLIS TERTIAIRES DE L'OUENZA-LADJEBEL-MERIDEF

DUBOURDIEU, G. 1956; MADRE, M. 1969



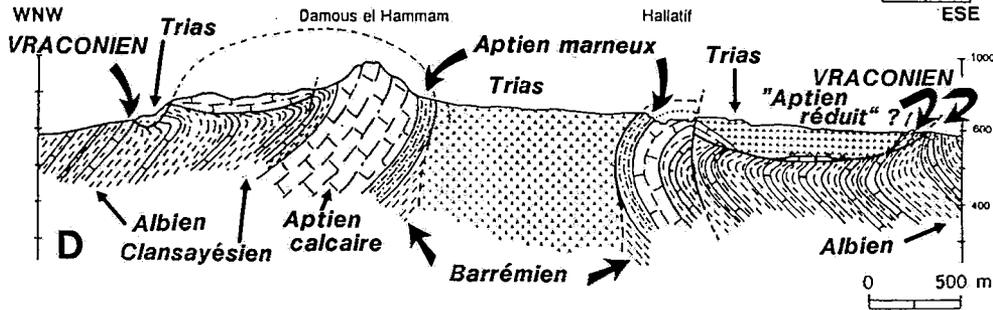
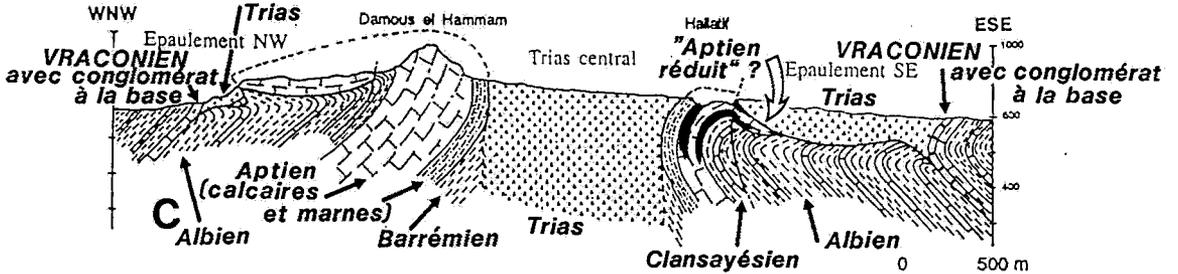
THIBIÉROZ, J. et MADRE, M. 1976



AOUDJEHANE, M., BOUZENOUE, A., ROUVIER, H.

et THIBIÉROZ, J. 1992-94; BOUZENOUE, A., 1993;

BOUZENOUE A., ROUVIER H. et THIBIÉROZ, J. 1995



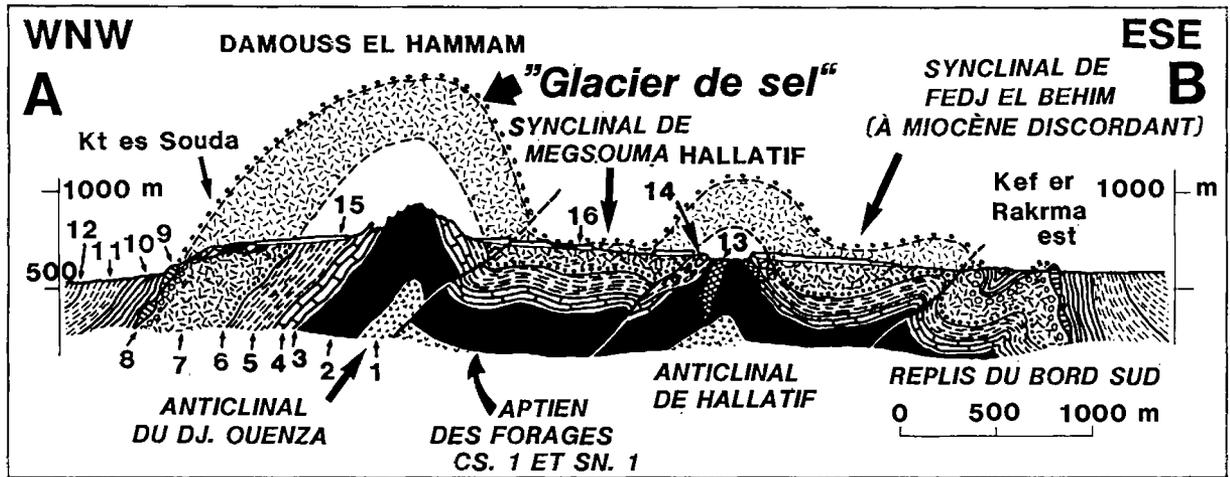


Fig. 3 - Coupe interprétative par le Damouss el Hammam et la vieille mine d'Hallatif (trace A-B, fig. 1), intégrant les observations récentes, les nouvelles datations et la projection des forages ES. 1, CS. 1 et SN. 1 qui traversent le Crétacé sous le matériel triasique au centre de la structure

Interpretative cross-section passing by the Damouss el Hammam and the Hallatif old mine (trace A-B, fig. 1), integrating the recent observations, the new datings and the drillings results of the cores ES. 1, CS. 1 and SN. 1, when pierce the lower Cretaceous under the Triassic rocks in the centre of the structure

Cette coupe correspond à une interprétation basée sur la mise en place d'un « glacier de sel » sous-marin albien à matériel triasique en contexte distensif. Cette interprétation ne fait appel à aucun rebroussement supplémentaire par rapport à celui qui est visible et à l'interprétation de G. Dubourdiou (1956) et fournit une hypothèse simple (faille normale albienne) pour expliquer la genèse du complexe à blocs calcaires d'Albien et d'Aptien de Hallatif.

This cross-section is founded on the interpretation with a sub-marine albian « salt glacier » of Triassic rocks within an extensional setting. This interpretation don't need imagine new overturns in comparison with this visible overturn and the G. Dubourdiou's interpretation (1956), and gives a single answer for understand the presence of the Albian limestone boulders within the Albian marls of Hallatif.

1- Aptien marneux (Bédoulien supérieur-Gargasien) (*Marly Aptian (upper Bedoulian-Gargasian)*); 2- Aptien supérieur carbonaté massif (*massive upper Aptian limestones*); 3- Clansayésien marneux (*marly Clansayesian*); 4- Albien inférieur calcaire (*lower Albian limestones*); 5- Albien inférieur-moyen marneux (*lower-middle Albian marls*); 6- contact inférieur du « glacier de sel » sous-marin albien jalonné par des conglomérats (*lower contact of the sub-marine « salt glacier », underlined by conglomerates*); 7- matériel triasique resédimenté constituant le corps du « glacier de sel » sous-marin albien (*Triassic rocks of the sub-marine albian « salt glacier » masse*); 8- contact supérieur du « glacier de sel » sous-marin albien jalonné par des conglomérats (*upper contact of the sub-marine « salt glacier » underlined by conglomerates*); 9- récifs de l'Albien moyen (ex-séries aptiennes « réduites ») (*middle Albian reefs (ex-«reduced» Aptian sequences)*); 10- alternance de marnes et de marno-calcaires de l'Albien moyen-supérieur (Membre Mouelha de la Formation Fahdene) (*alternate of middle-upper Albian marls and marly limestones (Mouelha Member of Fahdene Formation)*); 11- Albien supérieur marneux et Vraconien (*marly lower Cenomanian*); 12- Cénomaniens inférieur marneux (*marly lower Cenomanian*); 13- Aptien minéralisé (sidérose et hématite) de l'ancienne mine d'Hallatif (excavations actuelles) (*mineralized Aptian (siderite and hematite) of the Hallatif old mine*); 14- marnes albiennes à blocs d'Albien calcaire des fronts de taille de Hallatif (*Albian marls containing Albian limestone boulders of Hallatif*); 15- glacis perché de Quaternaire ancien (Villafranchien ?) et chaos de blocs glissés en masse de la Kt es Souda (*old Quaternary (Villafranchian ?) perched piedmont slope and chaotic gravity slides of the Kt es Souda*); 16- déblais miniers (*mining wastes*).

Sidi Fredj et juste au sud de Sidi Amor Ben Salah (1994, 1995).

Ces récifs, qui reposent sur le matériel triasique, avec fréquemment à leur base des conglomérats phosphatés d'insolubles triasiques, jalonnent le contact stratigraphique supérieur du matériel salifère. Sauf au Kef el Azreg de l'Ouasta (David, 1958), ils étaient, depuis les travaux de G. Dubourdieu (1956), confondus avec des "séries aptiennes réduites".

C'est l'existence de ces formations, riches en gros débris de polypiers, qui est à l'origine de la nature récifale supposée de l'Aptien et de l'hypothèse des récifs d'apex diapirique (Dubourdieu, 1956; David, 1956; Madre, 1969; Thibiéroz et Madre, 1976; Masse et Thieuloy, 1979; Masse et Chikhi-Aouimeur, 1982; Perthuisot et Rouvier, 1993; Aoudjehane *et al.*, 1992-1994; Bouzenoune, 1993).

Les différencier des deux ensembles précédents, systématiquement situés sous le matériel triasique, est donc impératif (fig. 1). Ne pas les évoquer, ne pas les isoler cartographiquement, ne pas les représenter sur les coupes interprétatives, comme ont semblé-t-il, choisi de le faire M. Aoudjehane *et al.* (1992-94), A. Bouzenoune (1993) puis A. Bouzenoune *et al.* (1995), est regrettable (fig. 2, coupes C et D).

Ces auteurs, qui ont reproduit trois fois les mêmes coupes interprétatives, ont d'abord choisi, puis éliminé l'hypothèse de carbonates récifaux aptiens représentant un apex diapirique; ils ont par ailleurs limité le ou les biseaux d'Aptien (fig. 2, C et D) par un contact anormal inférieur fortement penté, ce qui laisse planer un doute et qui exagère les effets d'une réduction d'épaisseur d'origine sédimentaire qui n'a pas été explicitement exclue.

Quelle que soit l'hypothèse choisie, ces coupes sont indépliables, ou si l'on préfère une formulation moins pragmatique, impossibles à équilibrer.

III - MODALITÉS DE MISE A L'AFFLEUREMENT OU A L'INTERFACE SÉDIMENTS/EAU DE MER DU MATÉRIEL TRIASIQUE

L'affirmation initiale d'un percement actif, déjà relevée au paragraphe précédent, amalgame en fait deux notions bien différentes et clairement explicitées, mais de valeur très inégale.

1 - La mise en place en force du matériel salifère, nécessairement en contexte compressif, capable de rebrousser et même de renverser l'encaissant carbonaté; ainsi le matériel salifère fabriquerait lui-même son propre pli, lequel serait scellé par les conglomérats vraconiens (Bouzenoune, 1993, reproduite fig. 9 B).

C'est une idée maintenant séculaire, née des travaux de L. Ville (1852) dans la région d'Oran qui décrit des "*montagnes de sel*" qui "*forment des masses non stratifiées autour desquelles les roches encaissantes ont été soulevées et bouleversées*".

Cette conception a été récemment retouchée (« Trias extravasé » de Perthuisot et Rouvier, 1992) pour tenir compte des recouvrements latéraux (seulement jusqu'à 1 km selon ces auteurs) de matériel salifère triasique.

a- Cette idée n'a pas résisté aux approches expérimentale et théorique modernes.

La déstabilisation de la halite (Carter *et al.*, 1993), à plus de 100° en présence de fluides (ce sont les conditions définies par l'étude d'A. Bouzenoune, 1993), confère à celle-ci les caractères d'un liquide newtonien (incompressible) auquel sa faible densité donne une réelle force ascensionnelle, mais seulement jusqu'à sa limite supérieure de flottabilité (Talbot, 1993), ici l'interface sédiments/eau de mer.

Sur le plan des propriétés physiques et de leur

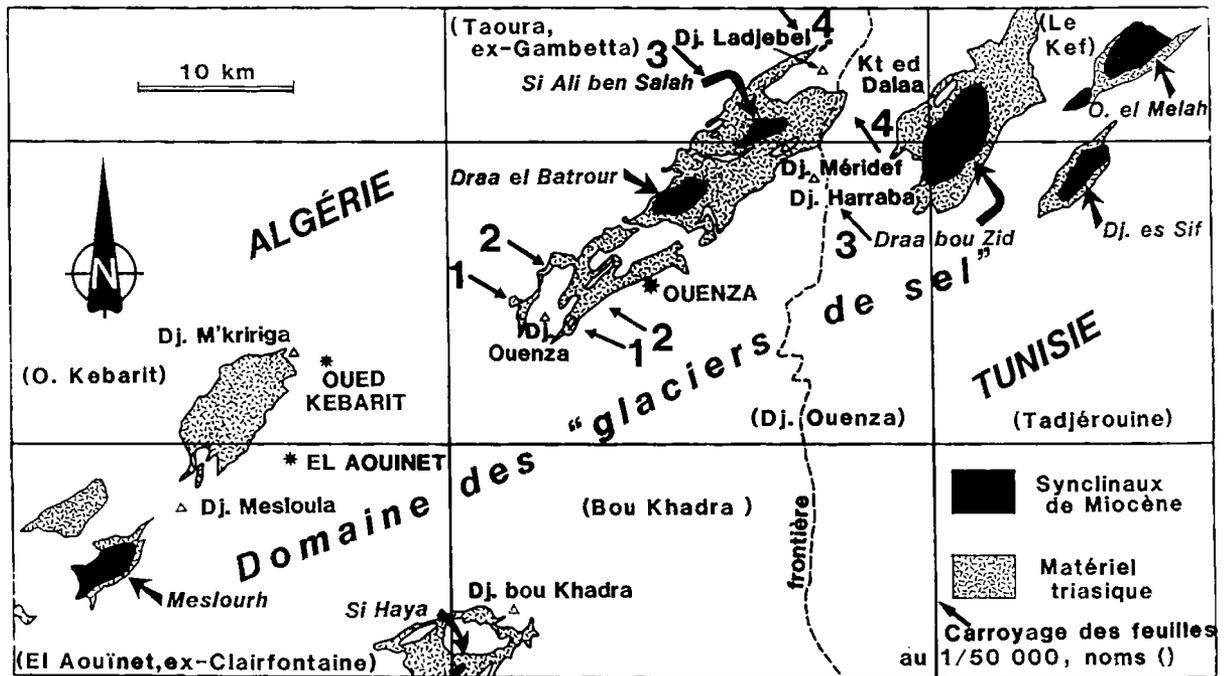


Fig. 4 - Localisation schématique des coupes interprétatives de la fig. 5 et des synclinaux de Miocène reposant directement sur le matériel triasique algéro-tunisien (Vila, 1995, modifié)

Location of the fig. 5 interpretative cross-sections and of the Miocene synclines directly overlying the Algerian-Tunisian Triassic rocks (Vila, 1995, modified)

Au N de la diagonale SW-NE de la feuille d'Oued Kébarit et au S de celle de Bou Khadra, le Miocène n'est pas représenté. *(The Miocene are not represented to the N of the SW-NE diagonal of the Oued Kebarit map, nor on the S of the same diagonal of the Bou Khadra map).*

approche mathématique, la dynamique des ensembles à gradient de densité inverse correspond au problème des instabilités dites de Rayleigh-Taylor appliqué aux phénomènes géologiques (Woidt, 1978, in Choukroune, 1995). Dans le cas particulier qui nous intéresse, les phénomènes de déformation au toit du sel sont gouvernés par le rapport des viscosités du toit calcaire et du sel. Cette possibilité de déformation (son rayon de courbure et sa vitesse) tend vers zéro quand ce rapport augmente. Celui-ci étant très élevé (> 100) entre un corps fragile et rigide, le calcaire, et un corps visqueux, le sel, ce dernier ne peut pas déformer ("gonfler") son encaissant. De ce fait, il ne peut qu'occuper des espaces potentiellement vides : sa faible viscosité et sa faible

densité font qu'il fuit littéralement vers le haut par les fractures qui s'ouvrent et font qu'il ne peut faire que cela.

Tout dépend alors du dispositif où le sel se trouve. Schématiquement, dans un système de failles distensives en grabens et horsts, vont apparaître des coussins de sel (*salt pillows*) puis des dômes de sel (*salt domes*) limités par des failles normales. Dans un système distensif de blocs basculés (fig. 8 A, a à d), le matériel salifère constitue des murs de sel (*salt walls*) qui peuvent alimenter des « glaciers de sel » sous-marins (*salt glaciers, marine namakiers, allochthonous salt, salt sheets, detached salt bodies* [Wu et al., 1990;

Talbot, 1993]).

La modélisation analogique reproduit ces phénomènes (Jackson et Cornelius, 1987; Vandeville et Jackson, 1993).

La meilleure image est celle d'une seringue que l'on remplit en tirant sur son piston, sans qu'elle ait jamais été vide : - c'est un modèle analogique de dispositif en extension, où le matériel salifère est strictement passif -, comme P. Termier (1908) en avait eu l'intuition. C'est exactement le contraire du concept d'injection en force, - les percements triasiques-, celui d'une seringue qu'on vide en poussant son piston.

Dans un système compressif, du sel chaud peut être expulsé vers le haut, par l'ouverture de fentes de tension. C'est le cas des « glaciers de sel » à l'air libre, les *namakiers* (nom vernaculaire farsi), du Zagros en Iran (Lees, 1927; Talbot et Jarvis, 1984). Par rapport à leurs homologues sous-marins d'Aquitaine - une centaine de km² - (Mathieu, 1986), de Gulf Coast - jusqu'à 480 km² (Jackson et Vandeville, 1993) - ou du Khazakstan - 100 à 150 km² - (Volozh *et al.*, 1994), ces « glaciers de sel » de surface sont des appareils de petite dimension qui s'étendent seulement sur quelques km².

Le problème est exactement le même pour les magmas granitiques, fluides et chauds, qui se mettent en place dans les roches sédimentaires fragiles de la croûte continentale tout à fait supérieure, rigide et froide.

L'analyse gravimétrique récente des plutons classiques réputés en « goutte renversée » ou en « ballon » de Flamanville (Vignerresse, 1990) ou du Sidobre (Améglio *et al.*, 1994), les réinterprète - en attendant le verdict d'éventuels forages - comme des polyèdres aplatis horizontalement en lames à faces sensiblement parallèles, mis en place, dans des espaces ouverts entre des fractures, en contexte distensif pur ou transtensif. C'est ce que les pétrographes anglo-saxons appellent, non sans humour, des "*permissive*"

intrusions, ou intrusions « permissives » (Kornprobst, 1994), terme qui serait apparemment mieux traduit par celui d'intrusions permises, mêmes s'il peut paraître paradoxal.

b-La genèse de plis précoces "anté-vraconiens" en "champignon" ou en "bulbe" avec ou sans débordements salifères (*overhangs*), se heurte à quatre difficultés majeures posées par le contexte géologique régional et local;

α- d'une part la seule discordance angulaire régionale, scellant une phase tectonique générale, est celle du Miocène; elle enregistre la phase atlasique classique que les auteurs s'accordent depuis longtemps à placer à la fin de l'Éocène;

β- d'autre part, le Miocène est lui-même plissé (David, 1956; Dubourdiou, 1956), ce qui conduit nécessairement à évaluer et donc nécessairement à déplier deux phases plicatives tertiaires si l'on veut avoir une idée précise du dispositif au Crétacé;

τ- sur le plan local, le Miocène repose fréquemment directement sur le Trias (Dubourdiou, 1949). Dans l'hypothèse d'un diapirisme précoce en champignon, cela impliquerait une profonde érosion du dispositif et l'on devrait alors trouver une discordance angulaire spectaculaire du Miocène sur l'encaissant crétacé redressé, ce qui n'est, semble-t-il, jamais le cas;

δ- sur le plan régional, l'argumentaire relatif à une phase compressive vraconienne est inexistant.

Or, cette discordance angulaire du Miocène reste remarquablement faible (15 à 20° au maximum), y compris dans les secteurs où celui-ci repose à la fois sur le Trias et sur le Crétacé inférieur.

Dans la structure de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf, ce dispositif existe juste au Nord de l'Oued Mellègue au Sud du Djebel ez Zitoun (fig. 1). Quelle importance

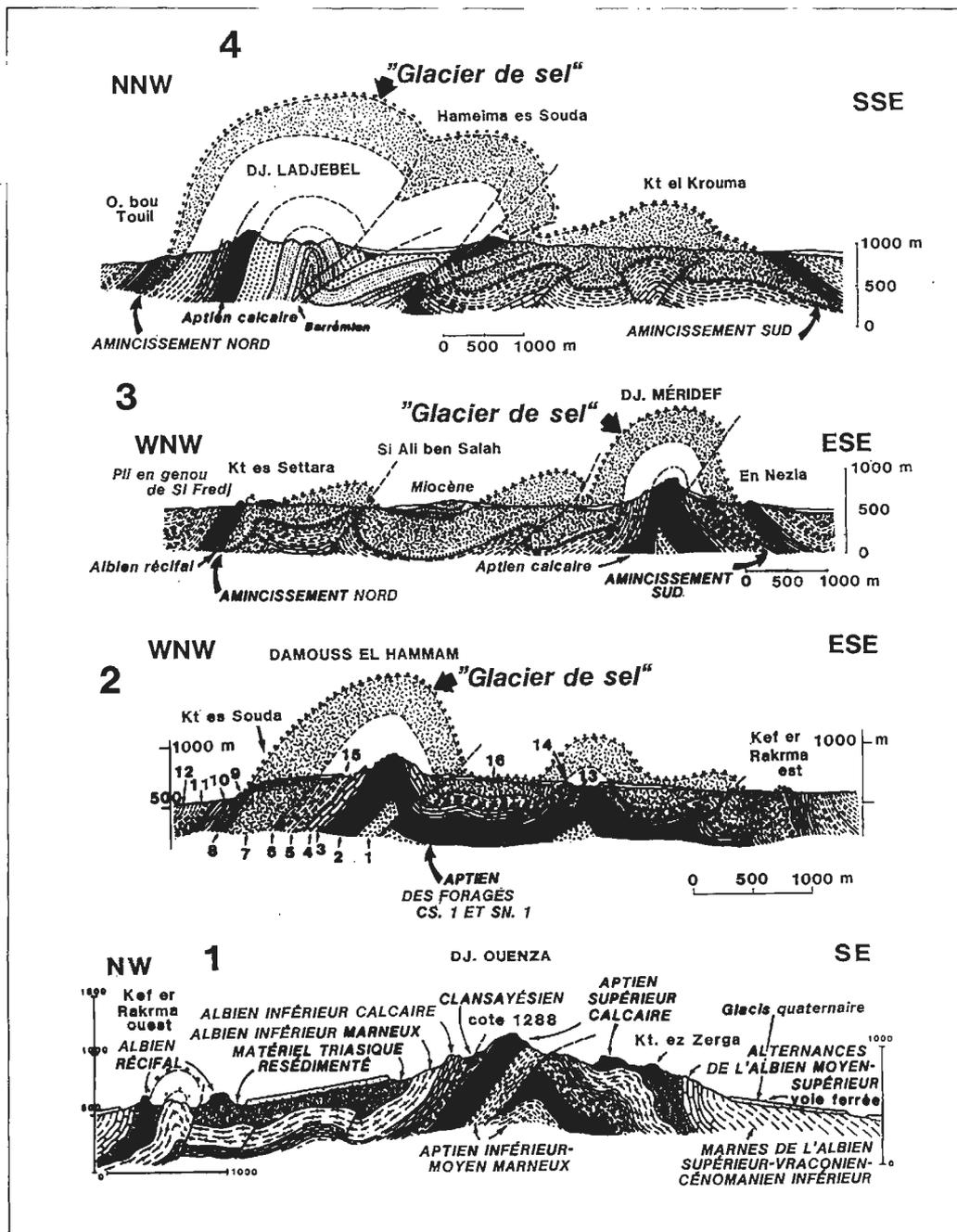


Fig. 5 - Coupes interprétatives des deux extrémités de la structure Ouenza-Ladjabel-Méridéf
Interpretative cross-sections of both ends of the Ouenza-Ladjabel-Meridef structure

Pour les coupes 2 à 4, les numéros de la coupe 2 renvoient à la légende lithostratigraphique de la fig. 3. La coupe 1 possède sa propre légende (*For the cross-sections 2 to 4, the numbers of the cross-section 2 correspond to the lithostratigraphical explanations of the fig. 2. The cross-section 1 give its self explanations*).

Origine de ces figures : 1 - extraite de Vila *et al.*, 1994; 2 - cet article; fig. 3, simplifiée; 3 et 4 - extraites de Vila, 1995 (*Origine of these figures : 1 - from Vila et al., 1994; 2 - this paper; fig. 3, simplified; 3 and 4, from Vila, 1995;*)

doit-on alors accorder à des plis en champignon anté-atlasiques? En d'autres termes, sur un plan pratique, que reste-t-il à déplier une fois annulés successivement le plissement du Miocène et sa discordance sur les terrains antérieurs? Plus rien!

L'hypothèse d'un plissement crétacé précoce pose donc un problème insoluble après dépliage des phases compressives tertiaires. Ce problème classique de tectoniques superposées ne peut pas être éludé car au coeur même de l'Ouenza (Dubourdieu, 1949, 1956), du Miocène faiblement discordant est présent au Fedj el Behim (fig. 1).

2 - L'existence de conglomérats sédimentaires à galets d'insolubles triasiques traduit indubitablement l'érosion, aérienne ou sous-marine, du matériel salifère.

Cette idée ne me paraît pas devoir être remise en cause.

En effet, la présence de galets perforés dans les conglomérats d'insolubles triasiques (Thibiéroz et Madre, 1976) permet de trancher en faveur d'une genèse sous une faible tranche d'eau de mer, le matériel salifère pouvant alors être soumis à l'action des vagues.

J'ai retrouvé ces galets perforés dans les deux horizons conglomératiques qui encadrent les masses de matériel triasique.

Leur présence dans les conglomérats inférieurs peut s'expliquer par l'existence d'une étape d'intumescence salifère, plus ou moins brève, pendant laquelle le matériel salifère situé à l'interface sédiments/eau de mer, est soumis à une érosion sous-marine active. Cette dernière, précéderait l'épanchement salifère lui-même, comme le propose C. J. Talbot (1993) dans le Golfe du Mexique. Dans l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf, cet épanchement apparaît comme un événement brutal et instantané, dont il est impossible de fixer la durée précise.

L'étude des foraminifères planctoniques, le seul outil stratigraphique à notre disposition, permet seulement d'affirmer que cette durée est contenue dans la biozone à Breggiensis, soit dans au plus 1 Ma.

3 - La rapidité de l'épanchement triasique peut être appréhendée de façon indirecte grâce à la présence de nombreux grands « glaçons » gréseux ou carbonatés.

Le matériel triasique de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf présente, chaque fois que les conditions d'affleurement sont bonnes, un aspect grossièrement stratifié et conglomératique qui traduit l'existence de phénomènes de resédimentation (Vila, 1993; Vila *et al.*, 1994 b).

En dehors des éléments crétacés d'origine superficielle qui seront étudiés plus loin (en IV, 2, d) les plus gros des éléments inclus dans la matrice argilo-gypseuse correspondent à des grès rougeâtres et à des calcaires et dolomies variées, réputés triasiques, et peuvent atteindre 250 à 300 m de long et 30 à 40 m en largeur et en épaisseur.

Les expériences récentes de modélisation analogique et les calculs rhéologiques afférents montrent que leur arrivée à la surface, malgré leur taille et leur densité supérieure, correspond nécessairement à un flux salifère rapide (Weinberg, 1993). La taille des éléments transportés est alors, comme la capacité de transport d'un torrent, sensiblement proportionnelle à la rapidité du flux salifère. Si ce flux est très rapide, cette taille n'est contrôlée que par la largeur disponible des fractures.

Schématiquement, deux cas de figure sont alors possibles :

a- le flux salifère cesse ou ralentit fortement quand le corps transporté est encore engagé dans une fracture ouverte verticale ou subverticale, ou à l'aplomb de

celle-ci; dans ce cas, le « glaçon » redescend, tant que le sel reste chaud, en laissant comme trace de son passage des plis en draperies à replis verticaux (*curtain folds*), bien connus dans les portions verticales des grands dômes de sel (Richter-Bernburg, 1980);

b- le même ralentissement se produit quand le matériel s'étale ou vient de s'épancher sur un substratum (ici c'est l'interface sédiments/eau de mer); dans ce cas les « glaçons » semblent quasiment sur place dans leur gangue salifère déjà largement répartie.

C'est surtout ce dernier cas de figure qui nous intéresse puisqu'il y a un plancher sous le matériel triasique. Régionalement, certains de ces « glaçons »

peuvent atteindre 800 m de long sur 100 à 150m de large (Dubourdiou, 1949).

IV - ORGANISATION STRUCTURALE DU MASSIF DE L'OUENZA-LADJEBEL-MÉRIDEF (fig. 2 à 4)

1 - La carte de l'ensemble de la structure, jusqu'à Ladjebel à la frontière algéro-tunisienne fournie par la figure 1 d'A. Bouzenoune *et al.* (1995), correspond elle-même exactement à la figure IVA d'A. Bouzenoune (1993), à laquelle ont été seulement ajoutés les localisations des sondages et un petit plan de position.

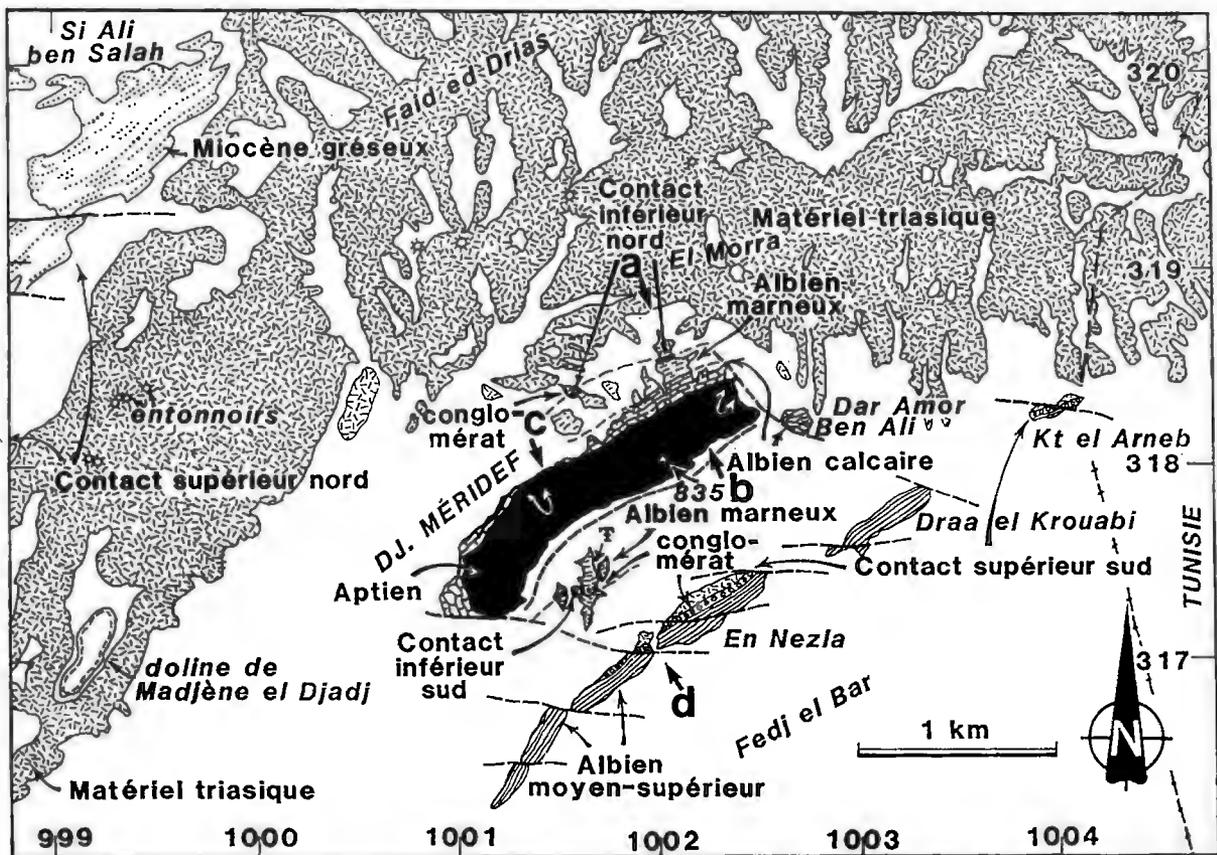


Fig. 6 - Carte géologique simplifiée du Djebel Méridef, localisée fig. 1 (extrait de Vila, 1995). Mêmes conventions que pour la fig. 2; ab, cd : localisation des coupes de la fig. 7

Simplified geological map of the Djebel Meridef, located in fig. 1 (from Vila, 1995). Same captions as for fig. 2; ab, cd : locations of cross-sections of fig. 7

Surtout en raison de son caractère trop schématique, cette carte ne constitue pas un support permettant une réflexion efficace.

a) *Parce que la prétendue couverture albo-aptienne calcaire n'est pas cantonnée seulement aux deux extrémités SW et NE du secteur représenté, suggérant implicitement une disposition en récifs d'apex, explicitée dans des interprétations très récentes (Aoudjehane et al. [1992-94]; Bouzenoune [1993], voir fig. 9 A, d'après cet auteur).*

Sur le bord sud-est du Trias, l'important relief abrupt anticlinal, surtout constitué d'Aptien supérieur et d'Albien inférieur calcaires (2 km de long, 3 à 400 m de large) du Djebel Méridéf, n'est pas représenté

par ces auteurs. Mes travaux sur ce secteur sont résumés fig. 6 et 7.

Sur les deux flancs de l'anticlinal, l'Albien inférieur s'enfonce sous le matériel triasique, le contact étant jalonné par des conglomérats phosphatés d'insolubles triasiques.

D'autre part les affleurements d'Albien récifal (ex-«séries aptiennes réduites» de Dubourdiou, 1956) ne sont pas non plus représentés au Nord de l'Oued Mellègue sur les bordures nord-ouest et sud-est du matériel triasique qui s'étend entre ce dernier et le Djebel Méridéf (Vila, 1993 b, fig. 4; Vila, 1994 a, fig. 13). De part et d'autre du Pic de l'Ouenza, l'Albien récifal n'est pas séparé des autres carbonates de l'Albien inférieur et de l'Aptien supérieur

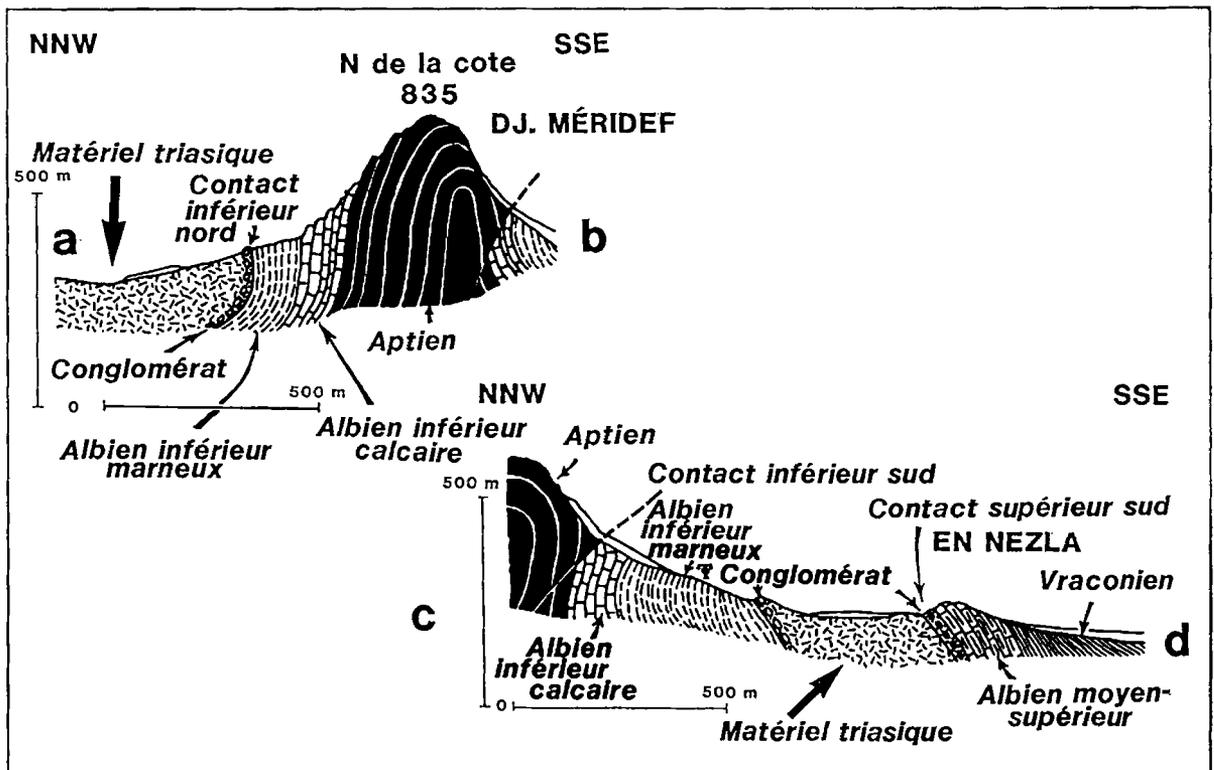


Fig. 7 - Coupes géologiques interprétatives du Djebel Méridéf, localisées dans la fig. 6 (extrait de Vila, 1995)
Interpretative cross-sections of the Djebel Meridef, located in the fig. 6 (from Vila, 1995)

b) Parce que les affleurements de Miocène discordant et lui-même plissé de Fedj el Behim, Sidi Amor ben Salah et de Draa el Batrour ne sont pas représentés. Or ce sont précisément eux qui rendent incontournable le délicat problème du dépliage des tectoniques superposées tertiaires.

A noter que le synclinal du Draa el Batrour (fig. 1) est à lui seul, presque aussi étendu en surface que les affleurements aptiens et albiens calcaires du Djebel Ouenza autour du Grand Pic.

c) Parce que la réunion sous un même figuré de l'Aptien et de l'Albien calcaires ne permet pas de constater, compte tenu de la datation comme albiennes des séries autrefois réputées «aptiennes et réduites», que le Trias est entièrement contenu dans l'Albien.

Cette constatation était déjà possible sur la carte au 1/100.000 de Dubourdiou (1956). C'est l'argument essentiel qui m'avait conduit à reprendre l'étude de ce secteur.

J'ai présenté sur le terrain les coupes illustrant ce phénomène d'interstratification du Trias dans l'Albien moyen en série normale, sur le versant nord du Djebel Ladjebel et au pied est du Pic de l'Ouenza, aux participants du colloque «Trias 93' Algérie», qui n'ont élevé aucune objection.

Je conseillerai donc au lecteur soucieux de pouvoir procéder à une réflexion personnelle, de se reporter d'abord à la carte au 1/100.000 du mémoire de Dubourdiou (1956). Il suffit d'y remplacer mentalement les «séries aptiennes réduites» situées directement sous l'Albien marmo-calcaire, par la mention «Albien récifal». Le lecteur pourra alors constater que les affleurements triasiques sont entièrement cernés par l'Albien et que partant de là il convient de réfléchir sur la nature primitive du contact qui les entoure.

Telle fut ma démarche après avoir échantillonné et

daté, avec la collaboration de mes collègues toulousains et algérois, tous ces affleurements d'Aptien présumé «réduit», pour lesquels J.-P. Masse et F. Chikhi-Aouimeur (1982) avaient déjà fourni un élément de réponse en datant de l'Albien les calcaires du Kef er Ressay (fig. 1).

2 - Les deux coupes fournies (les coupes C et D, fig. 2, reproduisent les coupes A et B de la fig. 2 de Bouzenoune *et al.*, 1995) et qui sont géométriquement très proches l'une de l'autre, passent toutes les deux par l'arête NW (Damouss el Hammam) et par l'anticlinal de Hallatif. Mais le lecteur ne dispose pas de repérage précis et des coupes sériées auraient été plus intéressantes. Les fig. 1 et 3 à 5 matérialisent mon interprétation et pallient cette lacune.

a) Le coeur de la structure (fig. 2, coupe C)

Le Trias y étant à priori perçant et se trouvant pour l'essentiel au "centre" du dispositif, et celui-ci étant décrété à priori de nature diapirique, comme on ne voit pas en surface de biseaux caractéristiques des laminages correspondants, ces biseaux sont représentés plus loin en profondeur jusqu'à un Barrémien présumé. Les contacts correspondants sont figurés comme des contacts anormaux.

C'est une interprétation qui n'intègre ni les données de la gravimétrie (Zerdazi, 1990), ni celles du forage de la Koudiat el Kakouh (Vila *et al.*, 1994 b; localisé ici fig. 1, par une étoile blanche) que les auteurs ne prennent pas en compte dans leur article.

A. Zerdazi note (1990, pl. 30) l'absence de signature diapirique sur l'ensemble du secteur de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf, malgré la présence effective de sel révélée à faible profondeur par le forage P 103, ce qu'A. Zerdazi ignorait (Bouzenoune, 1993).

Quant au forage réalisé par l'O.R.G.M. à la Kt el Kakouh, il a été implanté sur l'apex anticlinal diapirique présumé dans le but précis d'y atteindre le coeur salifère. Il a traversé les carbonates aptiens (200 m), sur lesquels il était implanté. Il a été arrêté après 400 m environ de marnes aptiennes, infirmant ainsi radicalement les prévisions fondées sur les interprétations antérieures (Dubourdiou, 1956; Madre, 1969; Thibiéroz et Madre, 1976) ainsi que l'interprétation proposée.

Inversement on remarquera que les forages CS. 1 et SN. 1 (fig. 3), implantés sur le Trias du coeur diapirique supposé ont trouvé du Crétacé sous ce Trias.

Ces forages, CS. 1 et SN. 1, sont situés à proximité immédiate des coupes figurées, mais ni l'article d'A. Bouzenoune *et al.*, (1995), ni antérieurement le mémoire d'A. Bouzenoune ne fournissent de datation pour le Vraconien indiqué sous le Trias de ES. 1. Par contre les parties les plus profondes de CS. 1 et de SN. 1 correspondent aux calcaires aptiens, ce qui est pour le moins surprenant pour un coeur diapirique.

b) L'arête NW de Damouss el Hammam est un anticlinal (Termier, 1906, 1908; Dubourdiou, 1949, 1956) constitué de calcaires massifs attribués à l'Aptien par P. Termier et par G. Dubourdiou (1949, 1956). Ce n'est pas ce que représentent les coupes d'A. Bouzenoune *et al.* (1995) qui figurent une arête monoclinale. De plus nous avons vu que la partie haute de ces carbonates, sur les deux flancs de l'arête, correspondait à une cinquantaine de mètres de calcaires albiens datés par des mélobésiées et également par la présence de *Favusella washitensis*, comme dans les calcaires du périclinal sud-ouest (Vila *et al.*, 1994 b), précédemment confondus avec l'Aptien supérieur.

L'« Aptien » marneux représenté sur les coupes au pied est des calcaires de Damouss el Hammam est en fait de l'Albien marneux car il contient de grandes Ticinelles et d'après mes observations, il recouvre des carbonates albiens à algues (*Aghardiellopsis cretacea*)

et à petits foraminifères benthiques (*Meandrospira* aff. *washitensis*) albiens. Il est séparé du Trias, sous lequel il plonge, par un conglomérat phosphaté d'insolubles triasiques. C'est donc clairement un contact stratigraphique; il ne se présente pas du tout comme une zone de laminage d'un coeur diapirique.

c) L'Aptien prétendument renversé de l'«épaulement NW»(Koudiat es Souda) correspond selon moi à un entassement chaotique de gros blocs glissés mal cimentés (croûtes calcaréo-ferrugineuses) d'Aptien et d'Albien calcaires. Il m'a paru préférable de le rapporter au Quaternaire ancien (Villafranchien) car cet ensemble se raccorde insensiblement au glaciaire supérieur perché et disséqué par l'érosion, auquel Dubourdiou (1956) rapportait déjà le témoin semblable tout proche de la Koudiat es Sid (fig. 1).

Ni au Nord, ni au Sud immédiat de ce chaos et du vaste glaciaire qui le recouvre, je n'ai observé dans les ravins le rebroussement du Clansayésien et de l'Albien marneux représenté sur les deux coupes d'A. Bouzenoune *et al.*, (1995). Auparavant, ni G. Dubourdiou (1956, pl. V, coupe XI), ni M. Madre (1969), ni J. Thibiéroz et M. Madre (1976) n'ont figuré ce phénomène sur ce versant.

La confrontation des interprétations successives réalisée fig. 2, met en évidence une «migration» purement interprétative des rebroussements sous le matériel triasique, du Sud-Est vers le Nord-Ouest.

d) L'anticlinal de Hallatif est recouvert sur ses deux flancs par des marnes emballant de gros blocs de calcaires albiens (Vila, 1993 b, 1995). Ces marnes, primitivement attribuées à l'Aptien (pour Dubourdiou, tous les calcaires étaient aptiens et constituaient des lentilles dans des marnes aptiennes) s'enfoncent au Nord et au Sud sous le matériel triasique.

Elles ne sont pas datées, mais passent en continuité vers le haut à des marnes identiques à microfaune abondante de l'Albien supérieur.

Le plus spectaculaire de ce bloc inclus dans ces marnes, sur le flanc nord de l'anticlinal, lequel contient notamment *Meandrospira* aff. *washitensis*, est tombé à l'envers puisque sa face inférieure présente des perforations de lithophages à remplissage albien. Il a été présenté avec son contexte aux nombreux participants de l'excursion finale du colloque « Trias 93' Algérie » qui ont été convaincus par la qualité des affleurements et surpris par le caractère insolite d'une observation de ce type.

Sur le flanc sud de l'anticlinal de Hallatif, le matériel triasique bréchique, ravinant les marnes albiennes à blocs, présente de grands *slumps* décamétriques et inclut lui-même de gros blocs d'Aptien et d'Albien calcaires, fait déjà relevé, mais non interprété, par J. Thibiéroz et M. Madre (1976).

L'Aptien étant à sa place sous l'Albien il n'y a pas lieu d'imaginer de rebroussement général de la série du flanc sud-est de cet anticlinal.

Dans un contexte distensif, la genèse de ces blocs, juste avant l'épanchement du matériel triasique (fig. 8 A, d) peut être expliquée simplement par l'écroulement des parties hautes des compartiments soulevés. L'âge des blocs successifs est conforme au principe dit de la sédimentation inverse : dans l'Albien marneux, le premier déposé, on ne trouve à Hallatif que des blocs d'Albien inférieur calcaire; par contre au même endroit dans le matériel triasique du flanc sud de l'anticlinal qui recouvre normalement ces marnes albiennes à blocs, on trouve en plus de gros éléments d'Aptien (jusqu'à 4-5 m de diamètre).

Dans les fronts de taille récents et sur les parois des

Fig. 8 - page opposée - Extraite de Vila, 1995
Adjacent page, after Vila, 1995

A : Scénario de mise en place du « glacier de sel » de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf (*Scenario of the Ouenza-Ladjebel-Meridef « salt glacier » emplacement.*)

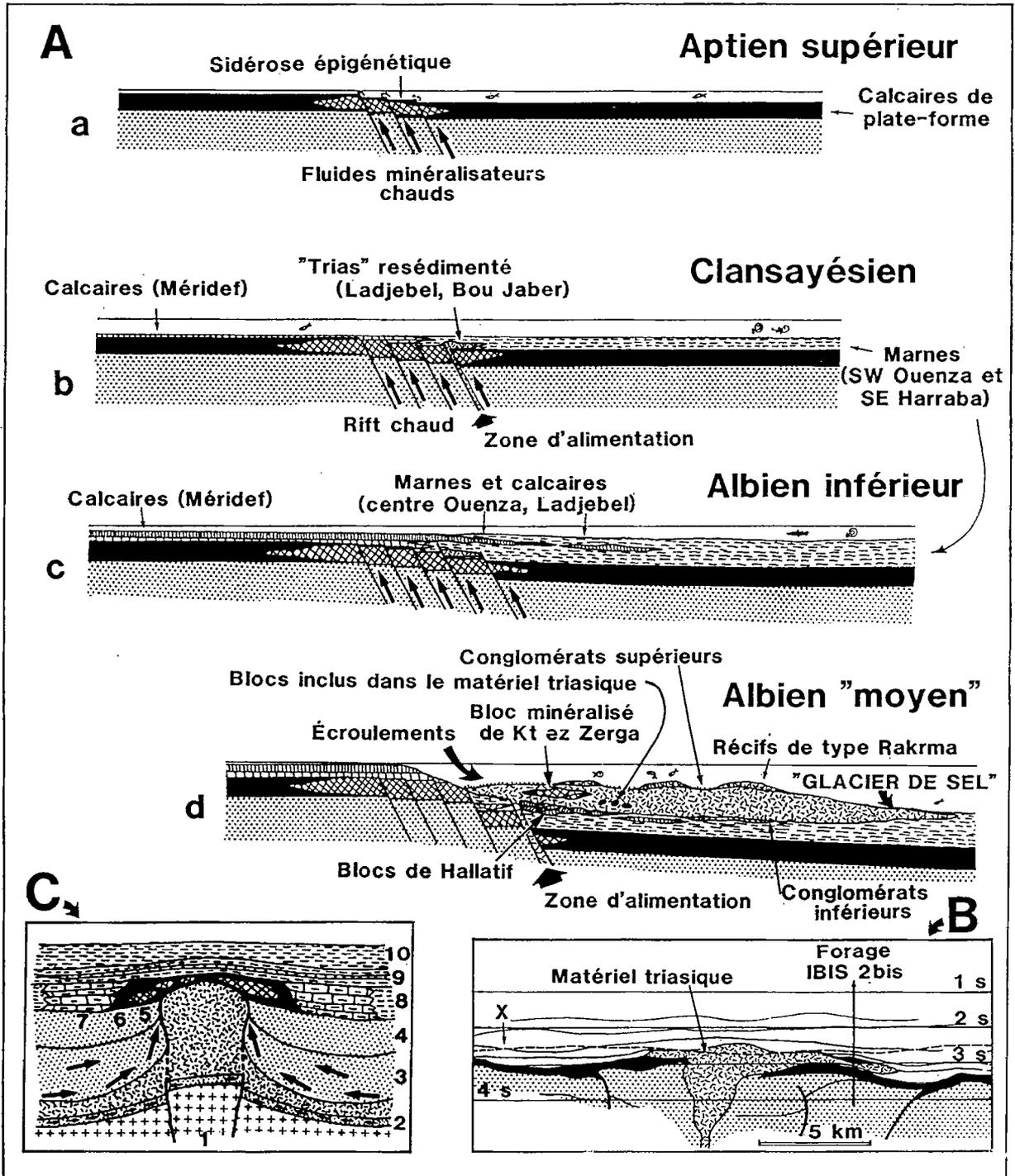
B - Schéma simplifié du modèle aquitain [d'après Curnelle et Marco, 1983; Mathieu, 1986], un profil sismique comparable au dispositif de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf, juste après le plissement atlasique, à l'Éocène terminal (début de l'inversion tectonique des blocs basculés) (*Simplified Aquitaine pattern [after Curnelle and Marco, 1983; Mathieu, 1986] of a seismic profile comparable with the Ouenza-Ladjebel-Meridef setting, just after the Late Eocene Atlasic folding (beginning of the tilted blocks tectonic inversion)*)

Points : Crétacé inférieur et moyen (*Dotted : Lower and Middle Cretaceous*); noir : Crétacé supérieur (*black : upper Cretaceous*); blanc : Tertiaire à Actuel (*white : lower Tertiary to Present*); X - niveau possible atteint par l'érosion anté-miocène de l'ensemble Ouenza-Ladjebel, avant le plissement alpin (*X : supposed level of erosion in the Ouenza-Ladjebel set, before the last Alpine folding*).

C : État à l'Albien du modèle compressif (y compris le socle) de diapir extravasé, avant le double renversement et le débordement du matériel triasique au Vraconien proposé par Bouzenoune [1993]. (*The Albian stage of the compressive «extravasated» diapiric pattern, including the basement before the Vraconian double overturn, and overhanging of the Triassic rocks, as proposed by Bouzenoune [1993]*).

1 : Socle (*Basement*); 2 : Trias (inférieur [?] gréseux et supérieur salifère) (*lower (?) Triassic sandstones and upper Triassic saliferous rocks*); 3 : Jurassique (*Jurassic*); 4 : Néocomien-Barrémien (*Neocomian to Barremian*); 5 : Aptien supérieur minéralisé en fer (quadrillé) (*upper mineralized Aptian (squares)*); 6 : récif d'apex de l'Aptien supérieur (noir) (*upper calcareous Aptian apex reefs (black)*); 7 : Aptien supérieur marno-calcaire (*upper marly-calcareous Aptian*); 8 : Aptien supérieur marneux (*upper marly Aptian*); 9 : Clansayésien (*Clansayesian*); 10 : Albien; petites flèches : fluides minéralisateurs chauds. (*Albian; arrows : hot mineralizing fluids*).

HALOCINESE DISTENSIVE ALBIENNE ET PLIS TERTIAIRES DE L'OUENZA-LADJEBEL-MERIDEF



voies d'accès au quartier Sainte-Barbe, plus à l'ouest, j'ai constaté que le matériel triasique resédimenté emballé de très gros blocs d'Aptien minéralisé, localement riches en archaéalvéolines. C'est le même dispositif qu'à la Kt ez Zarga (Vila *et al.*, 1994 b).

L'anticlinal d'Hallatif rejoint au Sud-Ouest un secteur, entre le Grand Pic et le Damouss el Hammam, où nous avons vu que les épaisseurs du Clansayésien et de l'Albien calcaire diminuaient brusquement, le Damouss el Hammam prenant ainsi la signification d'une zone paléogéographiquement haute.

Sur la coupe interprétative de la fig. 3, j'ai choisi de représenter pour mémoire au Nord de l'anticlinal de Hallatif, une faille antérieure à la mise en place du matériel triasique, pour rendre compte de la genèse des blocs.

Vers le nord-est, juste au Nord du Fedj el Behim, la terminaison nord-est de l'anticlinal de Hallatif correspond à l'ennoisement d'une accumulation de blocs hectométriques d'Aptien et d'Albien calcaires, sous des marnes albiennes.

Au total, selon mes observations, le matériel triasique de l'ensemble Ouenza-Ladjebel-Méridéf surmonte normalement les calcaires de l'Aptien et de l'Albien inférieur et les marnes de l'Albien inférieur-moyen dans cinq anticlinaux distincts (fig. 1) dont la série est polarisée à l'endroit, à la fois par des critères stratigraphiques et par des critères sédimentologiques :

α- l'anticlinal du Pic de l'Ouenza-Damouss el Hammam (Termier, 1906, 1908; Dubourdiou, 1949, 1956) avec des terminaisons périclinales sud-ouest et nord-est bien marquées, où les affleurements les plus anciens appartiennent à l'Aptien marneux (zone à Cabri, de la limite Bédoulien-Gargasien).

Il me paraît utile de rappeler que pour la terminaison périclinale nord-est, P. Termier (1906, p. 138) écrivait que "*on peut (y) faire, sans cesser de fouler le Trias*

(argiles, gypses, ophites, dolomies), la moitié du tour de la voûte et (que) le Trias est ici à la place qui, régulièrement, devrait être occupée par l'Aptien et le Cénomanién", après avoir noté que "l'anticlinal aigu correspond à l'arête principale de la montagne (points 1196 et 1028 de la Carte)";

β- l'anticlinal de Hallatif, long de 4,5 km et analysé ci-avant, où l'érosion atteint les calcaires à milioles du Gargasien sous l'Albien marneux à blocs calcaires;

τ- l'anticlinal déjeté et faille aigu du Djebel Méridéf (long de 2 km) à coeur d'Aptien supérieur à *Archaealveolina reicheli* (fig. 6 et 7);

δ- l'anticlinal écaillé et déversé vers le SE du Djebel Ladjebel, homologue au Nord-Est de la fermeture sud-ouest du Djebel Ouenza (Vila, 1993 b, 1994 a), dont le coeur dépourvu de Trias diapirique atteint les grès de la limite Barrémien-Bédoulien à palorbitolines et choffatelles.

ε- l'anticlinal beaucoup moins érodé du Djebel ez Zitoun où affleurent les marnes sombres et les marno-calcaires de l'Albien inférieur-moyen.

V - LE VRACONIEN CONGLOMÉRATIQUE PRÉSUMÉ ET L'EXISTENCE D'UN ÉVÉNEMENT RÉGIONAL ANTÉ-VRACONIEN

La différence entre les attributions stratigraphiques proposées par G. Dubourdiou dans sa carte de 1949 et dans son mémoire de 1956, à la suite de la prise en compte des microfaunes (Dubourdiou et Sigal, 1951) est la source de confusions bien compréhensibles entre l'Albien supérieur et le Vraconien (on devrait maintenant dire, pour ce dernier, l'Albien terminal, en fonction des décisions internationales qui ont été prises).

Il convient de noter, à la décharge de G. Dubourdiou,

qu'il avait d'abord établi seul sa stratigraphie, uniquement à partir de récoltes d'ammonites et qu'il avait dû les déterminer d'abord lui-même, à une époque où les connaissances des successions de ces dernières étaient encore fort sommaires dans cette région.

Compte tenu du fait que l'Albien est l'étage le plus long du Crétacé (12 Ma *in* Odin, 1994), cette distinction d'un "Albien *s.s.*" et d'un Vraconien correspond à une durée importante (au moins 1,5 Ma). G. Dubourdiou avait d'ailleurs pris soin de faire figurer la base du Vraconien sur sa carte au 1/25 000 de la planche IV de son mémoire de thèse (1956), rectifiant ainsi les attributions antérieures inexactes de sa carte au 1/50.000 (1949). Grâce aux déterminations de F. Benkhérouf-Kéhid, j'ai pu vérifier la bonne précision de cette limite que j'ai donc reproduite à l'identique (*in* Vila *et al.*, 1994 b, fig. 1). La base du Vraconien se situe à 250 m au-dessus des conglomérats de l'Albien moyen du flanc sud-est du Djebel Ouenza, lesquels recouvrent normalement le matériel triasique entre l'Oued el Djébs au SW et le Kef er Rakrma est au NE.

Immédiatement au-dessus de ces conglomérats, les premiers niveaux marneux et marno-calcaires appartiennent à l'Albien moyen (Membre Mouelha de la Formation Fahdène [Burolet, 1956]). L'Albien supérieur correspond au-dessus à l'apparition des calcisphères et de *Planorbulina praebuxtorfi*. Enfin la base du Vraconien correspond à l'apparition de *Planorbulina buxtorfi*.

Une "étude fine" supplémentaire ne s'impose donc pas, ces datations étant parfaitement en accord avec celles qui sont proposées par Dubourdiou et Sigal (1951) et reproduites successivement par Dubourdiou dans son mémoire (1956), puis par Madre (1969) et enfin par Thibiéroz et Madre (1976). L'attribution des conglomérats au Vraconien, qui apparaît dans l'article de M. Aoudjehane *et al.* (1992-94) puis dans le mémoire d'A. Bouzenoune (1993), à chaque fois sans justification micropaléontologique, ne saurait être retenue.

VI - UN ASPECT METALLOGENIQUE CONTRAIGNANT : LA GENESE DES GRANDES MASSES DE CARBONATES DE FER DE L'OUENZA

L'exploitation du fer de l'Ouenza, dédaignée par les Romains surtout friands de plomb, n'a été entreprise que par les Arabes à l'époque hafside (VI-VIII^e siècles de l'hégire, XII-XIV^e siècles du calendrier romain). Depuis, ce sont des millions de tonnes qui ont été exploités, et il resterait encore plusieurs millions de tonnes de réserves (Bitam et Houfani, 1994).

Leur caractère épigénétique par substitution *in fine* du Fe au Ca, bien élucidé par A. Bouzenoune (1993), implique la circulation d'énormes volumes de saumures chaudes apportant le fer dont l'encaissant calcaire était dépourvu.

Une telle circulation se heurte à deux obstacles dans le cas d'un diapir en "champignon" ou en "bulbe" (Fig. 8 C) :

a) sur les bordures redressées de ce type de structure, se succèdent verticalement des biseaux tectoniques de couches laminées qui se referment. Ce sont autant de pièges en cul-de-sac pour les fluides, quelle que soit leur nature; c'est pour cela que les géologues pétroliers recherchent autour des vrais diapirs, et y trouvent, des gisements d'hydrocarbures; ici une telle recherche n'a pas encore été entreprise même si les études sismiques ont beaucoup avancé récemment, ces travaux demeurant confidentiels;

b) les bassins sédimentaires adjacents, fractionnés ou non par les diapirs selon l'hypothèse choisie, n'ont pas un volume suffisant pour fournir les fluides nécessaires pour "fabriquer" des millions de tonnes de sidérite. A. Bouzenoune (1993) a clairement établi que le carbone des carbonates de fer est minéral et qu'il peut donc provenir de l'encaissant calcaire, mais il reste muet sur l'identification d'une source plausible pour l'énorme quantité de fer stocké, tout en abandonnant l'hypothèse d'une

Fig. 9, page opposée - Scénario de mise en place en force des évaporites et de genèse des minéralisations d'après A. Bouzenoune (1993), avec adjonction de légendes stratigraphiques, aboutissant au dispositif proposé par M. Aoudjehane et al. (1992-94) et par A. Bouzenoune et al. (1995)

Adjacent page, Forceful emplacement evaporites scenario and emplacement of mineralizations conducing to the interpretation proposed by M. Aoudjehane et al. (1992-94), A. Bouzenoune et al. (1995), after Bouzenoune (1993), with adjonction of stratigraphical explanations

A : État à l'Albien (anté-Vraconien), hypothèse d'une mise en place des minéralisations carbonatées ferrifères privilégiant les fluides des bassins adjacents; on remarquera le laminage des couches contre le diapir s'opposant au passage des fluides et les failles inverses dans le socle (*Albian (ante-Vraconian) setting : carbonate ferriferous mineralization hypothesis privileging the adjacent basinal sources for the brines; note the crushing out of the beds located close to the diapirical column, responsible of the difficult propagation of brines and the reverse faults of the basement*).

B : Évolution de la structure à la fin du Crétacé après l'extrusion en force des évaporites triasiques renversant sur leur passage les calcaires aptiens du récif d'apex, dispositif qui serait scellé par les conglomérats vraconiens (*Structural evolution during the uppermost Cretaceous times, after the evaporites forceful overhang, overturning the limestones of the apex Aptian reef, setting sealed by the Vraconian conglomerates*).

C : Évolution de la structure au Néogène, avec réactivation de l'halocinèse entraînant le gonflement du "champignon salifère" et l'accentuation des laminages et des rebroussements; plissement des assises post-vraconiennes avant le dépôt du Miocène marin; mise en place des minéralisations à Pb, Zn, Cu à partir de fluides qui proviendraient des mêmes réservoirs que le fer du Crétacé inférieur (*Neogene structural evolution with halokinetic reactivation inflating the saliferous "mushroom" and exaggerating the overturnings of the post-Vraconian beds, before the sedimentation of the marine Miocene; emplacement of Pb, Zn, Cu mineralizations by fluids proceeding from the same sources than the lower Cretaceous iron*).

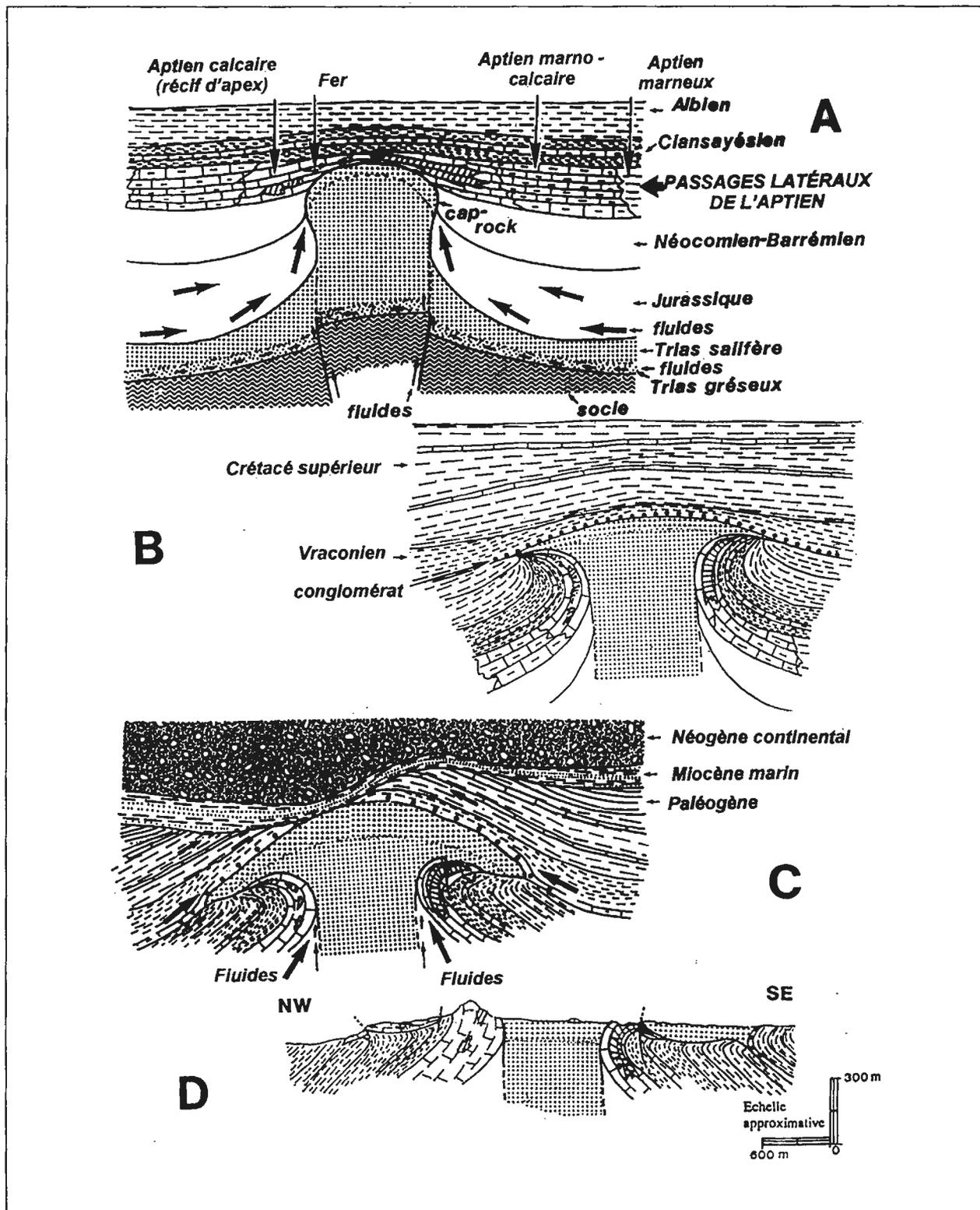
D : Dispositif actuel après l'érosion quaternaire; ce dispositif reproduit l'interprétation de la figure 2, coupes C et D (*Present setting after the Quaternary erosion; this setting reproduces the figure 2, cross-sections C and D interpretations*).

Deux remarques : (*Two remarks :*)

a - la figure D, proposée par A. Bouzenoune (1993) est l'aboutissement d'un scénario impliquant un dispositif en récifs d'apex pour les calcaires de l'Aptien supérieur de l'Ouenza, lesquels passeraient latéralement à des marno-calcaires et à des marnes, ce que les forages pétroliers infirment (Vila, 1993 a; Vila et Charrière, 1993) (*the figure D, proposed by A. Bouzenoune (1993), is the final result of a scenario involving an apex reef setting for the upper Aptian Ouenza limestones, when would change laterally from marly-calcareous and marly beds, unlike the drilling results (Vila, 1993 a; Vila and Charrière, 1994)*);

b - cette figure D est néanmoins identique à celles de la figure 2 (C et D), proposées par Bouzenoune et al. (1995), lesquelles semblent, d'après le texte, retenir l'hypothèse d'une plate-forme carbonatée uniforme à l'Aptien supérieur (*This figure D is nevertheless identical with the fig. 2, (cross-sections C and D), proposed by Bouzenoune et al. (1995), when would choose, after the text, the hypothesis of a continuous upper Aptian platform*).

HALOCINESE DISTENSIVE ALBIENNE ET PLIS TERTIAIRES DE L'OUENZA-LADJEBEL-MERIDEF



origine supergène par le lessivage aérien de zones émergées bordant un golfe de la mer aptienne (Thibiéroz et Madre, 1976). Une interprétation faisant appel à des blocs basculés élimine ces difficultés et permet d'envisager une circulation aisée de volumes importants de fluides d'origine profonde. Une étude des données aéromagnétiques (Asfirane, 1994) vient de fournir un argumentaire décisif en faveur de cette interprétation, en décelant, dans le socle de l'Est algérien, d'importantes fractures profondes NW-SE et E-W.

CONCLUSIONS

1 - Aspects méthodologiques : les doutes oubliés de G. Dubourdiou (1959)

Je me suis attaché dans cet article à fournir des précisions ou des informations nouvelles concernant un périmètre strictement limité au secteur de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf et en m'astreignant également à limiter l'argumentation à des données anciennes vérifiées ou à de nouveaux prélèvements effectués uniquement dans ce périmètre.

Vouloir inclure dans le même raisonnement, et expliquer par les mêmes processus de mise en place en force des structures aussi différentes que celle de Khenchela au Sud (Guellal et Vila, 1977), celle de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf et celle d'El Ouasta-Sakiet Sidi Youssef plus au Nord (Hatira, 1988) relève d'une volonté d'uniformisation qui me paraît particulièrement imprudente.

Sans aller géographiquement aussi loin, il convient de remarquer que G. Dubourdiou lui-même, dont seule l'interprétation purement diapirique a été retenue par les promoteurs des interprétations avec mise en place en force du Trias, émit pourtant à son encounter les doutes les plus formels dans sa remarquable étude du massif voisin du Djebel Mesloula (1959), à quelques kilomètres seulement au Sud-Ouest de l'Ouenza.

Au terme d'une cartographie particulièrement soignée au 1/25.000, comme à son habitude, d'une stratigraphie détaillée et d'une réflexion méthodique, il constate qu'il se trouve en face d'"*un faisceau d'arguments (qui) ne saurait en aucun cas remplacer une seule preuve*".

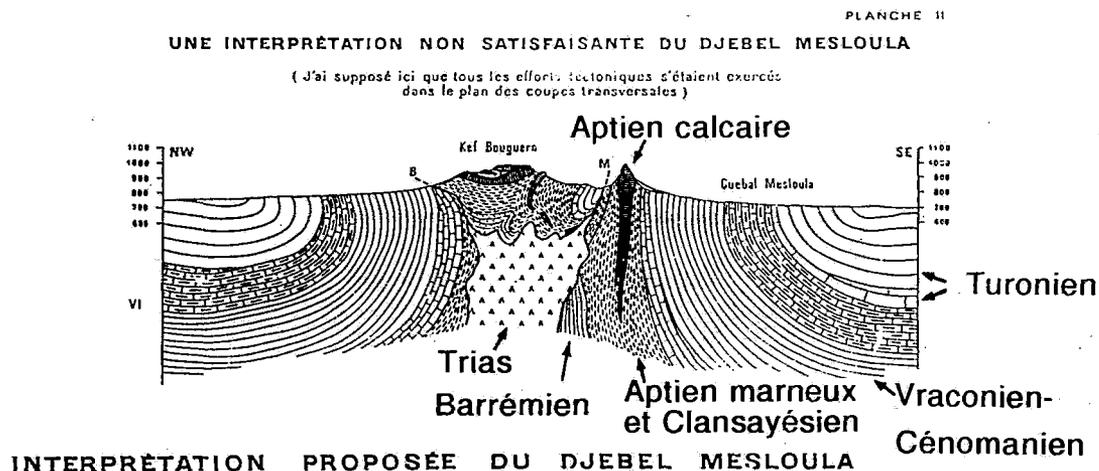
Devant ce dilemme, il laisse alors purement et simplement le choix au lecteur, à partir de deux séries parallèles d'illustrations particulièrement claires : d'une part une mise en place en force, purement diapirique qualifiable de verticaliste, du matériel salifère, d'autre part une interprétation ne faisant intervenir que la tectonique tangentielle, que l'on peut qualifier d'allochtoniste.

Il m'a paru utile de reproduire un extrait de chacune des deux planches qui matérialisent ces doutes (fig. 10).

Au Djebel Mesloula encore et à sa terminaison septentrionale du Kef Mkrirriga (feuille au 1/50 000 d'Oued Kébarit), il semble que l'on ne doive faire appel ni à l'une, ni à l'autre de ces interprétations mais plutôt, comme à l'Ouenza, à un plissement affectant un complexe à blocs produit par le jeu d'un dispositif extensif avec remontée d'un «glacier de sel» de matériel triasique (Charrière et Vila, 1994; Charière *et al.*, 1996). C'est, comme pour la mise en place du salifère de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf et de ses blocs, une solution de type tectono-sédimentaire. G. Dubourdiou et ses prédécesseurs ne pouvaient l'envisager car ces concepts n'étaient guère en usage à leur époque.

A côté du magistral exemple d'humilité scientifique fourni par G. Dubourdiou, trois ans seulement après une soutenance de thèse qui fut un événement, vouloir près d'un demi-siècle plus tard expliquer l'Ouenza avec des arguments pris bien plus loin au Djebel Slata ou au Djebel Bou Khadra (Aoudjehane *et al.*, 1992-94; Bouzenoune, 1993; Bouzenoune *et al.*, 1995), en oubliant les doutes de G. Dubourdiou concernant un secteur géographiquement plus proche, relève à mes yeux de la volonté uniformitariste que j'ai déjà signalée et à laquelle je ne souscris pas.

HALOCINESE DISTENSIVE ALBIENNE ET PLIS TERTIAIRES DE L'OUENZA-LADJEBEL-MERIDEF



(Pour obtenir des sections vraisemblables, il est nécessaire d'inférer un charriage)

PLANCHE III

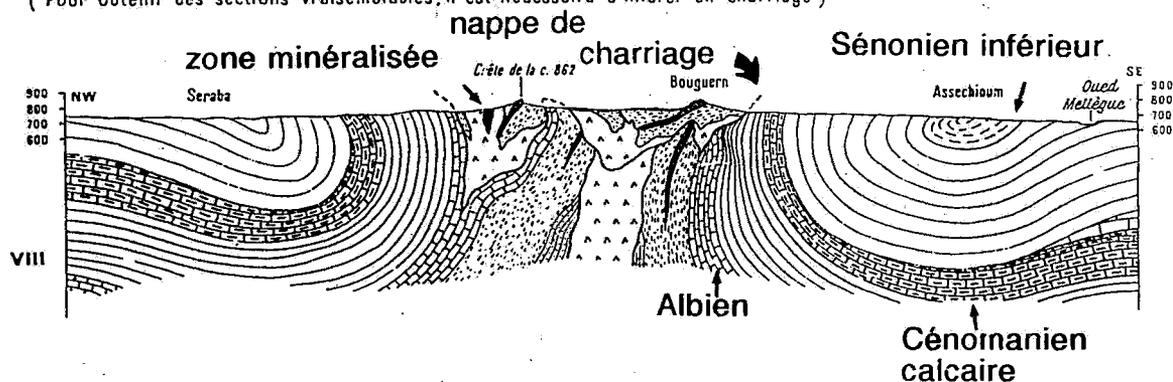


Fig. 10 - Extraits relatifs au Kef Bouguern des planches II (interprétation verticaliste) et III (interprétation allochtoniste) de G. Dubourdiou (1959) illustrant l'évolution des idées de cet auteur lors de l'étude du Djebel Mesloula (avec adjonction des légendes lithologiques)

Extracts concerning the Kef Bouguern of the plates II (verticalist interpretation) and III (allochthonist interpretation) of G. Dubourdiou (1959) showing the change of his ideas during the Dj. Mesloula study (with adjonction of lithological explanations)

Traits forts : contacts anormaux B) : accident du Bardo; M) : accident du Mesloula).

Hard lines : abnormal contacts B) : Bardo fault; M) : Mesloula fault).

2 - Opposition entre les interprétations verticalistes et allochtonistes

En ayant en mémoire ces informations, on ne saurait s'étonner de voir réapparaître, vingt ans après les doutes de G. Dubourdiou, et presque un demi-siècle après l'hypothèse des nappes de P. Termier (1906, 1908), une

interprétation "néo"-allochtoniste, à propos de l'étude de la région du Kef et de Nebeur, en proche Tunisie, logiquement étendue à la région de l'Ouenza (Daly, 1981-85; Truillet et Delteil, 1982).

Elle fut aussitôt vigoureusement combattue par les verticalistes (Perthuisot et Rouvier, 1983), mais toujours sans arguments stratigraphiques nouveaux,

comme le fut en son temps, à l'issue d'une vive polémique (la première sur l'ensemble des nappes en Afrique du Nord), celle de P. Termier, notamment par J. Blayac (*in* Termier, 1908) et J. Savornin (1920), à juste titre pour la région de l'Ouenza.

Ce "néo"-allochtonisme est resté vivace en proche Tunisie (Chikhaoui, 1988; Snoke *et al.*, 1988; Martinez *et al.*, 1987; Baird *et al.*, 1991; Baird et Clayton, 1995).

L'interprétation que j'ai choisie, en accordant un rôle prépondérant aux phénomènes tectono-sédimentaires en contexte distensif de blocs basculés, respecte les données géométriques de surface qui ont alimenté les interprétations "néo"-allochtonistes.

L'incorporation dans l'Albien, de grandes masses lenticulaires de matériel triasique en fait une « assise crétacée » parmi d'autres, ce qui explique aisément :

a) la relative faiblesse et l'uniformité des biseaux de discordance du Miocène de part et d'autre du matériel triasique, connues depuis les premières cartographies précises (David, 1956; Dubourdiou, 1951, 1956);

b) la disparition en surface de l'anhydrite et de la halite; ces sels ont pu être facilement mis à nu par des érosions aériennes successives et agressives (fini-éocène à miocène inférieur, fini-miocène à pliocène et actuelle); la halite a été dissoute en surface et n'est maintenant décelable seulement que par les circulations d'eaux superficielles, qui engendrent les innombrables "Aïne el Melah", ou par de rares forages comme P 103 [*in* Bouzenoune, 1993]); l'anhydrite a été réhydratée et transformée en gypse ou en amas résiduels dans du gypse, sans zonation nette, au contraire des *cap-rocks*.

C'est la rareté du sel en surface qui est à l'origine du concept paradoxal de "diapir sans sel à l'affleurement" (Perthuisot et Rouvier, 1992). Paradoxal car seule la présence de masses de halite est susceptible de déclencher une halocinèse.

Halocinèse reste d'ailleurs un terme trop peu utilisé, parce qu'il lui est, très communément et bien à tort, préféré celui de diapirisme.

Au sens de L'Mrazec (1907), un diapir est un pli à noyau perçant et se réalise donc nécessairement en contexte compressif : cet auteur décrit sans ambiguïté le contact anormal qui entoure le noyau salifère diapirique et les laminages qui affectent la couverture sédimentaire qu'il traverse en force.

On ne devrait donc utiliser le terme diapir qu'après avoir démontré factuellement le caractère compressif des structures concernées.

Parallèlement, au sens de F. Trusheim (1957), créateur du terme halocinèse, celui-ci ne désigne que les mouvements du sel, indépendamment de son contexte structural.

3 - Extensions possibles du domaine des glaciers de sel sous-marins vers l'Est, le Nord-Est et le Nord

J'ai, avec mes collègues algériens, toulousains et tunisiens, pendant et après avoir étudié la région Ouenza-Ladjabel-Méridéf, procédé à une révision approfondie des secteurs-clés algéro-tunisiens (Charrière et Vila, 1994; Vila *et al.*, 1994 c; Ghanmi *et al.*, 1995) parmi lesquels se trouvent les massifs dits « de référence » (Aoudjehane *et al.*, 1992-94).

Nous y avons décelé, en y révisant d'abord le plus méthodiquement possible les données stratigraphiques, là aussi vieilles parfois d'un demi-siècle, de fortes similitudes avec le massif de l'Ouenza-Ladjabel-Méridéf : mise en évidence de calcaires de l'Albien inférieur parmi ceux qui étaient préalablement attribués à l'Aptien et existence d'horizons à matériel triasique remanié (avec tous les intermédiaires entre de grandes masses et des coulées de débris), notamment dans l'Albien moyen.

Au Djebel Slata et au Djebel Bou Khadra par exemple, deux de ces « massifs de référence » pour

M. Aoudjehane *et al.* (1992-94), aucun plissement anté-vraconien n'a été retrouvé (Vila *et al.*, 1995 b) et c'est l'Albien moyen qui est discordant d'après les déterminations de Fatiha Benkhérouf-Kéhid en Algérie et de Mohamed Ben Youssef en Tunisie (Ghanmi *et al.*, 1995).

Ces secteurs feront l'objet de mises au point détaillées accordant un rôle primordial à l'acquisition de nouvelles données stratigraphiques, sédimentologiques et cartographiques.

Dans le prolongement nord-est des structures de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf, la Mechtat ben Gasseur (Vila *et al.*, 1995 a) et les environs du Kef, ce sont près de 160 km² d'affleurements actuels de matériel triasique, interstratifiés dans l'Albien moyen, qui sont recouverts par de nombreux petits récifs albiens, identiques à ceux de l'ensemble Ouenza-Ladjebel-Méridéf. Ici aussi, ces récifs étaient attribués à l'Aptien (Sainfeld, 1951); ce matériel triasique est interprétable comme un ancien « glacier de sel » d'environ 250 km² (Vila, 1996).

Plus au Nord-Est encore, de nombreux indices fournis par les forages pétroliers ou miniers permettent d'envisager l'existence de dispositifs semblables sur une centaine de kilomètres, au moins jusqu'au nord de Tébourouk (sondage SEREPT du Kef bou Debbous, *in* Vila *et al.*, 1995).

Des révisions se poursuivent également dans cette direction, ainsi que vers le Nord, dans la région de Touireuf (Vila *et al.*, 1995 d) et dans celle du Djebel Takrona.

4 - Aspects métallogéniques : les structures halocinétiques sont-elles des catalyseurs ou des réceptacles passifs ?

Sur le plan métallogénique, ces massifs, avec ou sans Trias associé, présentent les mêmes considérables accumulations de fer, associé ou non à des métaux

non-ferreux et les mêmes nombreux indices pétroliers.

Des travaux récents, réalisés indépendamment du petit groupe de travail que j'anime, privilégient depuis peu de temps en proche Tunisie (Amouri, 1989; Charef, 1995; Jrad et Perthuisot, 1995) une origine essentiellement profonde des fluides minéralisateurs, peut-être très profonde - crustale ou mantellique - dans les confins algéro-tunisiens (Touahri, 1994); selon mon point de vue, ces fluides sont drainés à la faveur de dispositifs extensifs de blocs basculés, où leur circulation ne rencontre aucun obstacle et où le Trias ne semble jouer qu'un rôle très indirect (fig. 7 A).

Cette explication différente de la genèse des minéralisations permet de rendre compte, tant à l'Ouenza qu'en Tunisie, des différences très sensibles entre la zonation minéralogique des *cap-rocks* de Gulf Coast (Kreitler et Dutton, 1983) et celle de l'Ouenza. En Gulf Coast, la zone anhydritique de ces *cap-rocks* peut atteindre l'épaisseur considérable de 149 m, alors qu'à l'Ouenza, A. Bouzenoune (1993) puis A. Bouzenoune *et al.*, (1995) remarquent très objectivement qu'elle est d'"épaisseur réduite ou absente" et soulignent même son caractère "résiduel".

Dans mon interprétation, l'anhydrite n'est qu'un produit insoluble parmi les autres (argiles, dolomies, calcaires, grès, "ophites"), que le sel a entraîné en surface, où l'on sait que ce sulfate est instable et réhydraté rapidement, ce qui explique très simplement son absence ou son caractère résiduel.

Il convient également de garder à l'esprit la comparaison devenue habituelle entre d'une part, les minéralisations ferri-fères du Crétacé inférieur calcaire de la « zone des dômes » algéro-tunisiens et d'autre part, celles du Crétacé inférieur calcaire "urgonien" de la province espagnole de Bilbao (Arostegui *et al.*, 1979; Gil Crespo, 1991; Bouzenoune, 1993). Dans cette province, on remarque que la genèse des minéralisations ferri-fères ou plombo-zincifères se fait en l'absence de phénomènes diapiriques contemporains.

5- Existence d'un maximum halocinétique à l'Albien moyen ?

J'ajouterais enfin que des travaux récents de pétrographie en Tunisie permettent d'entrevoir une solution pour une interrogation importante : **pourquoi semble-t-il exister un maximum d'activité halocinétique à l'Albien moyen ?**

En effet les remaniements de matériel triasique sont observables régionalement sur nombre d'affleurements correspondant au total à une importante tranche de temps : de la limite Bédoulien-Gargasien au sud du Djebel Mesloula (observations inédites réalisées en compagnie d'A. Charrière, sur des terrains datés par F. Benkherouf-Kéhid), à l'Éocène moyen au Djebel ech. Chéid près de Téboursouk (Perthuisot, 1978), soit près de 70 Ma.

Sur le plan quantitatif, en dehors des masses argilo-gypseuses parfois énormes de l'Albien moyen, à grands « glaçons » gréseux et surtout carbonatés (*inclusions* ou *rafts* des auteurs anglo-saxons), il ne semble généralement s'agir que de petits ensembles lenticulaires de quelques mètres d'insolubles : Aptien supérieur et Clansayésien du Djebel bou Jaber ou du-Djebel Ladjebel (Vila et Charrière, 1993; Vila, 1994 a, 1995; Vila *et al.*, 1995 c); Clansayésien des Hameimat (observations réalisées en compagnie d'A. Charrière, sur des niveaux datés par R. Busnardo), de petits horizons conglomératiques intraformationnels au Djebel Ouenza (Thibiéroz et Madre, 1979), parfois des conglomérats plus développés comme au Djebel Mzouzia (Otmanine, 1987) ou de multiples petites discordances localisées accompagnées de remaniements de matériel triasique insoluble (Perthuisot, 1978).

Les forages pétroliers ont révélé en Tunisie centrale l'existence d'assez nombreux niveaux de matériel volcanique, notamment dans le Crétacé inférieur (Laridhi Ouazza, 1994).

Dans la région du Kef, où les structures de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf se poursuivent vers le Nord-Est

(Vila *et al.*, 1995 a), les niveaux de l'Albien et du Cénomanién supérieur-Turonien inférieur ont livré de nombreux feldspaths d'origine volcanique (Abdeljahoued et Smati, 1994).

On peut voir dans ces manifestations volcaniques la preuve d'un apport calorifique supplémentaire, susceptible de déstabiliser brusquement le matériel salifère et d'expliquer son épanchement rapide en grandes masses.

La présence de ces manifestations volcaniques renforce également l'hypothèse d'un rifting chaud (Vila, 1993 b, 1995). Elle permet de conforter la comparaison avec les dispositifs d'Aquitaine où existe un magmatisme d'âge crétacé moyen et supérieur contemporain des structures connues à terre à l'affleurement ou en forage (Henry et Zolnai, 1971; Fondcave-Wallez *et al.*, 1994) ou *off-shore* dans les forages de Parentis (Curnelle et Marco, 1983; Mathieu, 1986).

Ce sont ces structures qui ont elles-mêmes suscité les réflexions qui ont conduit à ma réinterprétation du secteur de l'Ouenza-Ladjebel-Méridéf.

Remerciements: Cette étude a été réalisée dans le cadre du programme CGA 500 de l'O.R.G.M. dont je tiens à remercier les responsables ainsi que ceux du Comité d'organisation du Colloque « Trias'93-Algérie » dont la mémorable excursion finale est évoquée plusieurs fois dans ce texte.

Je tiens également à remercier MM. A. Belhaouas et A. Chaouche du C.R.D. de SONATRACH à Boumerdès qui ont mis à ma disposition le log simplifié et les lames minces du dernier forage de ce secteur, Def-1.

Je remercie également MM. M. Durand Delga et M. Téfiiani pour leur lecture critique de mon manuscrit.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdeljahoued, S. et Smati, A. 1994. Études des niveaux à matière organique de la région du Kef: impacts paléogéographiques et conséquences métallogéniques. *Premières Journées de la Prospection Minière*, Tunis, 6-7 octobre 1994, résumé, Publication de l'Office National des Mines, p. 29-30, Tunis.

HALOCINÈSE DISTENSIVE ALBIENNE ET PLIS TERTIAIRES DE L'OUENZA-LADJEBEL-MERIDEF

- Améglio, L. Vignerresse, J.-L. Darrozes, J. et Bouchez, J.-L.** 1994. Forme du massif granitique du Sidobre (Montagne Noire, France) : sensibilité de l'inversion des données gravimétriques au contraste de densité. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. 319, sér. II, p. 1183-1190.
- Amouri, M.** 1989. Les minéralisations Pb-Zn-Ba-F liées aux faciès carbonatés aptiens dans l'Atlas Tunisien Central. *Géologie Méditerranéenne*, t. XVI, n° 2-3, p. 185-199, Marseille.
- Arostegui, J., Fortuné, J.-P. et Velasco, F.,** 1979. Mineralogía y diagénesis de los carbonatos zonados de los yacimientos de hierro de Bilbao, in **Ridge, J. D.,** 1980: Annotated bibliographies at mineral deposits in Europe, Pergamon Press, *Temas Geológicos y Mineros, I.G.M.E.*, vol. 3, p. 21-41, Madrid.
- Asfirane, F.** 1994. Traitement et interprétation des données aéromagnétiques acquises au-dessus de l'Algérie du Nord, impact sur la géologie de la chaîne atlasique. *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, 213 p., inédite, Paris.
- Aoudjehane, M., Bouzenoune, A., Rouvier, H. et Thibiéroz, J.** 1992, publiée en 1994. Halocinèse et dispositifs d'extrusion du Trias dans l'Atlas saharien oriental. *Géologie Méditerranéenne*, vol. XIX, n° 4, p. 273-287.
- Baird, A. W. et Clayton, C. J.** 1995. A new model for Lead-Zinc mineralization in the Mejerda Zone of the Tunisian Atlas. *Colloque « Minemex-Tunisia 95' »*, rés. p. 3, Publication de l'Office National des Mines, Tunis.
- Baird, A. W., Grocott, J., Grant, G. G., Moody, R. T. J. et Sandman, R. I.** 1991. Structural Evolution of the Mejerda Zone, Northern Tunisia. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, vol. 75, n° 8, rés. p. 1403, Tulsa (Oklahoma, U.S.A.).
- Bitam, L. et Houfani, M.** 1994. Les confins algéro-tunisiens. Panorama d'une sous-province minérale. Colloque « *ONM, Premières Journées de la Prospection Minière* », 6-7 octobre, Tunis. Rés. p. 33, Publication de l'Office National des Mines, Tunis.
- Bouzenoune, A.** 1993. Minéralisations péridiapiriques de l'Aptien calcaire : les carbonates de fer du gisement hématitique de l'Ouenza. *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Université Pierre-et-Marie-Curie (Paris-VI), 184 p., inédite, Paris.
- Bouzenoune, A., Rouvier, H. et Thibiéroz, J.** 1995. Trias de l'Ouenza : contexte diapirique, zonation minéralogique et conséquences métallogéniques. *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie*, vol. 6, n° 1, p. 3-24, Alger.
- Burrollet, P.-F.** 1956. Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie centrale. *Annales des Mines et de la Géologie*, n° 18, 352 p., Tunis.
- Carter, N. L., Horseman S. T., Russel, J. E. et Handin, J.** 1993. Rheology of rocksalt. *Journal of Structural Geology*, vol. 15, n° 9/10, p. 1257-1271, Londres.
- Charef, A.** 1995. Relations Trias-minéralisation: étude minéralogique et géochimique (microthermométrie, isotopes stables, Spectro-Raman) des minéraux néoformés du Trias et des gisements péridiapiriques de Fedj-el-Haddoum et Bougrine de la zone des dômes (Tunisie septentrionale). *A.T.E.I.G., Séminaire sur les événements du Trias en Tunisie*, Tunis, 2-4 juin, rés., p. 5-6, inéd., Tunis.
- Charrière, A., Benkhérouf, F. et Vila, J.M.** 1996. Complexes à blocs et Trias résédimenté, témoins d'une tectonique extensive untra-albienne au Kef Mkririga (S.E. constantinois, Algérie). 16^e Réunion des sciences de la terre, Orléans, 10-12 avril, rés., sous presse.
- Charrière, A. et Vila, J.-M.** 1994. Découverte d'un complexe à blocs au Djebel Mesloula (Algérie orientale). *15^{ème} Réunion des Sciences de la Terre*, Nancy, résumé p. 32. Livre en dépôt à la Société géologique de France.
- Chikhaoui, M.** 1988. Succession distension-compression dans le sillon tunisien, secteur de Nebeur, El Kef, Tunisie Centre-Nord. "Rôle des extrusions triasiques précoces lors des serrages alpins". *Thèse de Doctorat*, Université de Nice-Sophia Antipolis, 143 p., inédite, Nice.
- Choukroune, P.** 1995. Déformations et déplacements dans la croûte terrestre. *Enseignement des Sciences de la Terre*. Éd. Masson, 226 p., Paris.
- Curnelle, R. et Marco R.** 1983, in **Bally, A. W.** Ed., Seismic expression of structural styles. Detached sediments in extensional provinces/salt tectonics. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Studies in Geology, n° 15, 2, 2.3, p. 11-17, Tulsa (Oklahoma, U.S.A.).
- Daly, K.** 1985. Allochtone du Trias dans la région du Kef. *Actes du Premier Congrès National des Sciences de la Terre, Tunis, 1981*, tome 1, p. 333-345, Tunis.
- David, L.** 1956. Étude géologique des monts de la Haute Medjerda. *Publications du Service de la Carte géologique de l'Algérie*, Nouvelle Série, Bulletin n° 11, 289 p., Alger.
- Dubourdieu, G.** 1949. *Carte géologique de l'Algérie au 1/50 000*, feuille n° 125, Djebel Ouenza., *Ibid.*
- Dubourdieu, G.** 1956. Étude géologique de la région de l'Ouenza. *Ibid.*, Nouvelle Série, Bulletin n° 10, 659 p.
- Dubourdieu, G.** 1959. Esquisse géologique du Djebel Mesloula (Algérie orientale). *Ibid.*, Bulletin. n° 21, 162 p.
- Dubourdieu, G. et Sigal, J.** 1951. Albien, Vraconien et Cénomanién inférieur de l'Ouenza (Algérie). Observations nouvelles et subdivisions corrigées. *Compte Rendu sommaire de la Société géologique de France*, fascicule 5, p. 78-80, Paris.

- Fondecave-Wallez, M.-J., Peybernès, B. et Eichène, P. 1994.** Résédimentation de matériel triasique dans le flysch éocène, ex-crétacé, de Bidart (Pyrénées atlantiques). Actes du 1^{er} Congrès français de Stratigraphie, Toulouse, *Strata*, série 1, n° 6, 152-153, Toulouse.
- Ghanmi, M., Chikhaoui, M., Ben Youssef, M. et Vila, J.-M. 1995.** Les « glaciers de sel » sous-marins albiens à matériel triasique des confins algéro-tunisiens : extension possible en Tunisie septentrionale, conséquences minières et pétrolières. *A.T.E.I.G., Séminaire sur les événements du Trias en Tunisie, Tunis, 2-4 juin*, rés., p. 8-10, inéd., Tunis.
- Gil Crespo, P. P. 1991.** Las mineralizaciones de hierro en el anticlinal de Bilbao : mineralogía, geoquímica y metalogenia. *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Universidad del País vasco/ Euskal Herriko Unibersitatea, 343 p., inédite, Leioa (Espagne).
- Guellal, S. et Vila, J.-M. 1977.** *Carte géologique de l'Algérie au 1/50 000*, feuille n° 203, Khenchela (1ère édition), 1 évés Guellal, S., Mégartsi, M. et Vila, J.-M., avec notice explicative détaillée par Vila, J.-M., 13 p. Publication commune du Service de la Carte Géologique de l'Algérie et de SONATRACH, Division hydrocarbures, Direction Exploration, Alger.
- Hatira, N. 1988.** Les concentrations de Zn, Pb, Sr, (Ba) dans le cortex des diapirs de Trias salifère : exemple du diapir de Sakiet-Koucha (Tunisie septentrionale). Comparaison avec d'autres massifs tunisiens et avec les *cap-rocks* de la Gulf Coast (USA). *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Université Pierre-et-Marie-Curie (Paris-VI), 288 p., inédite, Paris.
- Henry, J. et Zolnai, G. 1971.** Sur le Trias résédimenté dans le Sud-Ouest du bassin aquitain. *Bulletin des Centres de Recherche de Pau-SNPA*, vol. 5, n° 2, p. 389-398, Pau.
- Jackson, M. P. A. et Cornelius, R. R. 1987.** Stepwise centrifuge modelling of the effets of differential loading on the formation of salt structures. In Lerche, I. and O'Brien, J. J. Eds, *Dynamic geology of salt and related structures*, Academic Press, p. 163-259, Londres.
- Jackson, M. P. A. et Vandeville, B. C. 1993.** Ten lessons in salt tectonics from the Gulf of Mexico. *American Association of Petroleum Geologists*, Hedberg Research Conference on Salt Tectonics, Bath, Abstract, 1 p., inédit.
- Jrad, L. et Perthuisot, V. 1995.** Diapirisme, orogénèse et minéralisation Pb-Zn en Afrique du Nord : exemple des gisements du J. Ajred et du J. Hamra en Tunisie Centrale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, série II a, p. 721-728.
- Kornprobst, J. 1994.** Les roches métamorphiques et leur signification géodynamique. Précis de pétrologie. *Enseignement des Sciences de la Terre*. 224 p., Éd. Masson, Paris.
- Kreitler, C. W. et Dutton, S. P. 1983.** Origin and diagenesis of cap-rock Gyp-Hill and Oakwood salt domes, Texas. *The University of Texas at Austin, Bureau of Economic Geology, Report of Investigations*, n° 131, 58 p, Austin.
- Laridhi Ouazza, N. 1994.** Étude minéralogique et géochimique des épisodes magmatiques mésozoïques et miocène de la Tunisie. *Thèse de Doctorat ès Sciences Géologiques*, Université de Tunis II, Faculté des Sciences, 465 p., inédite, Tunis.
- Lees, G. M. 1927.** Salzgletscher in Persien. *Mitteilungen Geologische Gesellschaft, Wien*, vol. 20, p. 29-34. Vienne.
- Madre, M. 1969.** Contribution à l'étude géologique et métallogénique du Djebel Ouenza (Est Algérie). *Thèse de Doctorat de 3e Cycle*, Faculté des Sciences, Université de Paris, 78 p., inédite, Paris.
- Martinez, C., Chikhaoui, M. et Elsass, P. 1987.** Le "diapir" de Nebeur (Tunisie septentrionale), géométrie des accidents distensifs synsédimentaires crétacés et leur rôle lors des serrages alpins. *Revue des Sciences de la Terre*, vol. 6, p. 25-36, Éd. de l'I.N.R.S.T., Tunis.
- Masse, J.-P. et Chikhi-Aouimeur, F. 1982.** La plate-forme carbonatée de l'Ouenza (Sud-Constantinois, Algérie). Organisation et dynamique durant l'Aptien supérieur. *Géologie Méditerranéenne*, vol. IX, n° 3, p. 259-267, Marseille.
- Masse, J.-P. et Thieuloy, J.-P. 1979.** Précisions sur l'âge des calcaires et des formations associées de l'Aptien sud-constantinois. *Bulletin de la Société géologique de France*, (7), vol. XXI, n° 1, p. 65-71, Paris.
- Mathieu, C., 1986.** Histoire géologique du sous-bassin de Parentis. *Bulletin des Centres de Recherche et d'Exploration-Production, Elf-Aquitaine*, vol. 10, n° 1, p. 33-47, Pau.
- Mrazec, L. 1907.** Despre cute cu simbur de strapungere. [Des anticlinaux à noyau perçant]. *Bulletinul Societatii de Stiinte*, Roumanie, vol. 16, p. 6-8, Bucarest.
- Odin, G. S. 1994.** Geological Time Scale (1994). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. 318, sér. II, p. 59-71.
- Nedjari-Belhasène, S. et Nedajari, A. 1984.** Le Bou Khadra : esquisse paléogéographique aptienne. *5ème Séminaire national des Sciences de la Terre, Alger (2-4 décembre)*, résumé p. 102-103, inédit, Alger.
- Otmanine, 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 de 3ème Cycle*, Uni. Pierre et Marie-Curie (Paris VI), 221 p., inédite, Paris.
- Perthuisot, V. 1978.** Dynamique et pétrogenèse des extrusions diapiriques de Tunisie septentrionale. *Travaux du Laboratoire de Géologie. Presses de l'École Normale Supérieure*. 12, 312 p., Paris.
- 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.

HALOCINESE DISTENSIVE ALBIENNE ET PLIS TERTIAIRES DE L'OUENZA-LADJEBEL-MERIDEF

- Perthuisot, V. et Rouvier, H. 1992.** Les diapirs d'Algérie et de Tunisie : des appareils variés résultats d'une évolution structurale et pétrogénétique complexe. *Bulletin de la Société géologique de France*, t. 163, n° 6, p. 751-760, Paris.
- Richter-Bernburg, G. 1980.** Salt tectonics, interior structure of salt bodies. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production, Elf-Aquitaine*, vol. 4, n° 1, p. 373-393, Pau.
- Savornin, J. 1920.** Étude géologique de la région du Hodna et du Plateau sétifien. *Bulletin du Service de la Carte géologique d'Algérie*, 2e sér., n° 7, 499 p., Alger.
- Snoke, A.W., Schamel, S. et Karasek, R.M. 1988.** Structural evolution of Debadib anticline: a clue to the regional tectonic style of the Tunisian Atlas. *Tectonics*, vol. 7, n°3, p. 497-516, Washington.
- Talbot, C. J. 1993.** Spreading of salt structures in the Gulf of Mexico. *Tectonophysics*, vol. 228, p. 151-166, Amsterdam.
- Talbot, C. J. et Jarvis, R. J. 1984.** Age, budget and dynamics of an active salt extrusion in Iran. *Journal of Structural Geology*, vol. 6, n° 5, p. 521-533, Londres.
- Termier, P. 1906.** Sur les phénomènes de recouvrement du Djebel Ouenza (Constantine) et sur l'existence de nappes charriées en Tunisie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. 313, série II, p. 137-139.
- Termier, P. 1908.** Notes de tectonique tunisienne et constantinoise (avec des observations de J. Blayac). *Bulletin de la Société géologique de France*, (4), tome VIII, p. 102-123, Paris.
- Thibiéroz, J. et Madre, M. 1979.** Le gisement de sidérite du Djebel Ouenza (Algérie) est contrôlé par un golfe de la mer aptienne. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord*, t. 67, fasc. 3-4, p. 125-150, Alger.
- Touahri, B. 1994.** Compositions du plomb des minéralisations Pb, Zn, Hg, Cu du Nord de l'Algérie. *Colloque « ONM, Premières Journées de la Prospection Minière »*, 6-7 octobre, Tunis, rés. p. 71-72, Publication de l'Office National des Mines, Tunis.
- Truillet, R. et Delteil, J. 1982.** Allochtonie alpine de la « zone des diapirs » de Tunisie septentrionale et du NE Algérie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. 294, série II, p. 1143-1146.
- Trusheim, F. 1957.** Über Halokinese und ihre Bedeutung für die Stukyurelle Entwicklung Norddeutschlands. *Zeitung Deutschland Geologisches Gesellschaft*, n° 109, p. 11-151.
- Vandeville, B. C. et Jackson, M. P. A. 1993.** Some Dogmas In Salt Tectonics Challenged by Modeling. *American Association of Petroleum Geologists, Hedberg Research Conference on Salt Tectonics*, Bath, Abstract, 3 p., inédit.
- Vignerresse, J.-L. 1990.** Forme en profondeur du granite de Flamanville (Cotentin). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, série II, t. 294, p. 1143-1146.
- Vila, J.-M. 1980.** La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse de Doctorat d'État*, Université Pierre-et-Marie-Curie (Paris-VI), 3 vol., 665 p., inédite, Paris.
- Vila, J.-M. 1993 a.** *Carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50 000*, feuille n° 265, Aïn Télijdène, avec notice explicative détaillée de 29 pages. *Publication du Service géologique de l'Algérie de l'O. R. G. M.* Alger.
- Vila, J.-M. 1993 b.** Livret-guide du Colloque « Trias'93, Algérie », comportement des terrains triasiques des confins algéro-tunisiens ou « le Trias dans tous ses états ». *Documents SONATRACH-C.R.D.*, 38 p., Boumerdès (Algérie), inédit.
- Vila, J.-M. 1994 a.** Mise au point et données nouvelles sur les terrains triasiques des confins algéro-tunisiens : Trias allochtone, « glaciers de sel » sous-marins et vrais diapirs. *Mémoires du Service géologique de l'Algérie*, n° 6, Trias'93, **Dercourt, J., Téfiiani, M. et Vila, J.-M. (eds)**, p. 105-122.
- Vila, J.-M. 1994 b.** Mise en place de grands « glaciers de sel » sous-marins dans l'avant-chaîne alpine de l'est du Maghreb : comparaisons entre le dispositif Ouenza-Ladjebel-Méridéf (confins algéro-tunisiens) et ceux du Golfe de Gascogne, de la Gulf Coast et du Khazakstan. *Géologie alpine, sér. sp. "Colloques et excursions"*, n° 4, "Les bassins d'avant-chaînes", Grenoble, 21-22 novembre, p. 106-107.
- Vila, J.-M. 1995.** Première étude de surface 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 comparaisons. *Bulletin de la Société géologique de France*, t. 166, n° 2, p. 149-167, Paris.
- Vila, J.-M. 1996.** Deuxième étude de surface d'un grand « glacier de sel » sous-marin albien (250 km²): les masses triasiques du « diapir » de Bou Gasseur et de l'anticlinal du Kef (Nord-Ouest tunisien). *Ibid.*, t. 167, n°2, 12p.
- Vila, J.-M., Benkherouf, F. et Charrière, A. 1994 a.** Micropaléontologie et paléoenvironnements des deux horizons carbonatés albiens de plate-forme encadrant le matériel triasique resédiimenté des confins algéro-tunisiens. 1er Congrès Français de Stratigraphie - CFS'94, Toulouse, 12-14 septembre, *Strata*, sér. I, vol. 6, p. 136, Toulouse.
- Vila, J.-M., Benkherouf, F. et Charrière, A. 1994 b.** 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. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. 318, série II, 109-116.
- Vila, J.-M., Ben Youssef, M., Charrière, A., Chikhaoui, M., Ghanmi, M., Kamoun, F., Peybernès, B., Saadi, J., Souquet, P. et Zarbout, M. 1994 c.** Découverte en Tunisie, au SW du Kef, de matériel triasique interstratifié dans l'Albien: extension des domaines à « glaciers de sel » sous-marins des confins algéro-tunisiens. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. 318, sér. II, p. 1661-1667.

- Vila, J.-M., Ben Youssef, M., Chikhaoui, M. et Ghanmi, M. 1996. Inversion tectonique tertiaire du «glacier de sel» sous marin albien associé à un bloc basculé: le Jebel Slata (Tunisie). *16^{ème} réunion des sciences de la terre, Orléans (10-12 Avril)*. rés., sous presse.
- Vila, J.-M., Ben Youssef, M., Chikhaoui, M. et Ghanmi, M. 1995 a. Un grand « glacier de sel » sous-marin albien moyen du Nord-Ouest tunisien (250 km² ?) : le matériel salifère triasique du « diapir » de Ben Gasseur et de l'anticlinal d'El Kef. *Ibid.*, sous presse.
- Vila, J.-M., Ben Youssef, M., Chikhaoui, M. et Ghanmi, M. 1995 b. Découverte d'Albien inférieur (marnes et calcaires à Mélobésiées) et moyen (marno-calcaires à débris de Trias) au NW du Jebel Slata : vers l'abandon du modèle de diapir en champignon anté-vraconien. *Troisième Congrès National des Sciences de la Terre*, rés. p.160, Tunis.
- Vila, J.-M., Ben Youssef, M., Chikhaoui, M. et Ghanmi, M. 1995 c. La partie tunisienne du Djebel bou Jaber : un anticlinal E-W banal présentant un condensé des événements tectono-sédimentaires et halocinétiques régionaux à l'Aptien et à l'Albien, rés., p. 162, *Ibid.*
- Vila, J.-M., Ben Youssef, M. et Ghanmi, M. 1995 d. Découverte d'Aptien à *Archaealveolina reicheli* (DE CASTRO) et d'Albien marneux dans une série à l'endroit recouverte normalement par du "Trias" resédimenté (Oued Sidi bou Saïd de Touireuf, feuille Ouargha au 1/50 000): conséquences régionales, rés., p. 161, *Ibid.*
- Vila, J.-M. et Charrière, A. 1993. Découverte d'Albien calcaire et de Trias resédimenté au Djebel bou Jaber (partie ouest, Algérie): corrélation avec les forages et conséquences sur l'organisation du Crétacé inférieur des confins algéro-tunisiens. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. 316, série II, p. 785-790.
- Vila, J.-M., Chikhaoui, M., Ghanmi, M., Ben Youssef, M., Charrière, A., Kamoun, F., Peybernès, B., Saadi, J. et Souquet, P. 1994 d. New micropaleontological datings about the lower Cretaceous of the southeastern slope of Djebel Harraba : discovery of Albian shallow-water limestones (NW Tunisia, Algerian-Tunisian confines). 1er Congrès Français de Stratigraphie - CFS'94, Toulouse, 12-14 septembre, *Strata*, sér. 1, vol. 6, p. 137-138, Toulouse.
- Ville, L. 1852. Recherches sur les roches, les eaux et les gîtes minéraux des provinces d'Oran et d'Alger. 1 vol. *in-quarto*, 432 p., Imprimerie Nationale, Paris.
- Volozh, Y. A., Groshev, V. G. et Sinel'nikov, A. V. 1994. Les surplombs de sel («over-hangs») du Bassin précaspéen méridional (Khazakstan) : propositions pour une typologie génétique (traduit du russe par Zakowsky, M., texte et figures adaptés par Curnelle, R.). *Bulletin des Centres de Recherche et d'Exploration-Production, Elf-Aquitaine*, vol. 18, n° 1, p. 19-31, Pau.
- Weinberg, R. F. 1993. The upward transport of inclusions in Newtonian and power-law salt diapirs. *Tectonophysics*, t. 228, p. 141-150, Amsterdam.
- Wu, S, Bally, A. W. et Cramez, C. 1990. Allochthonous salt, structure and stratigraphy of the northeastern Gulf of Mexico. Part II : structure, *Marine Petroleum Geology*, vol. 7, p. 334-370, Austin (Texas, U.S.A.).
- Zerdazi, A. 1990. Étude gravimétrique du Môle d'Aïn M'lila et de l'Atlas saharien septentrional. *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Faculté des Sciences, Université de Lausanne, 227 p., inédite, Lausanne (Suisse).