

Exemple de sédimentation syntectonique au Crétacé inférieur le long d'une zone de décrochement NS. Les structures d'Enfidha (Tunisie nord-orientale)

Jalila SAADI⁽¹⁾

Résumé : L'étude de la sédimentation dans la région d'Enfidha permet de démontrer le jeu simultané de failles NS, N140, N100 et N030 pendant le Crétacé inférieur. Le modèle de fractures de Riedel est proposé, agissant au sein d'un coulissement principal orienté NS, à jeu senestre, en régime transtensif. En même temps, on assiste à de brutales variations de faciès et à des inversions locales de subsidence. Ainsi, au jebel Mdeker, le Valanginien et le Barrémien sont caractérisés par des dépôts de talus, leur mise en place étant directement contrôlée par la tectonique. Par contre, l'Hauterivien-Barrémien inférieur et l'Aptien-Albien sont constitués par des dépôts pélagiques. Vers le sud, au jebel Garci et au jebel Fadeloun, l'Aptien est caractérisé par des dépôts de plate-forme. Là aussi, les faciès, la géométrie et les épaisseurs de dépôts dépendent étroitement du jeu de failles synsédimentaires. Ce modèle est en accord avec les résultats d'autres travaux effectués sur l'axe NS et dans la plaine du Sahel.

Mots-clés : Tunisie - Crétacé inférieur - Variations de faciès - Variations d'épaisseurs - Inversions de subsidence - Olistostromes - Coulées de débris - Brèches - Failles scellées - Dykes sédimentaires - Coulissement.

Abstract : An example of syntectonic sedimentation during the Lower Cretaceous along a N-S strike-slip fault. The structures of Enfidha (Northeastern Tunisia). A study of syntectonic sedimentation of the Lower Cretaceous of the Enfidha area revealed that this region was affected by simultaneous multidirectional faulting (NS, N140, N100 and N030), to which the fracturation model of Riedel can be applied. It is proposed that such a mechanism was active during a — probably senestral — strike-slip faulting event under transtension conditions which is characterized by simultaneous brutal variations of the facies and local inversions of subsidence. Accordingly, at Jebel Mdeker, valanginian and barremian sediments are slope deposits with their conditions of deposition being under direct tectonic control. On the other hand, hauterivian-lower barremian and aptian-albian sediments are more likely to be pelagic deposits. Toward the South, at J. Garci and J. Fadeloun, the aptian sediments are platform deposits. In this area, facies as well as geometry and thickness of deposits are under direct control of synsedimentary faulting. Such a model agrees with results obtained along the N-S axes and at Sahelian plain.

Key words : Tunisia - Lower Cretaceous - Variations of facies - Variations of thickness - Inversions of subsidence - Olistostrome - Debris flow - Breccia - Faults - Neptunian dykes - Sliding.

(1) INRS, Centre des Sciences de la Terre, BP 95, Hammam - Lif, Tunisie et Laboratoire d'Analyses structurales, C.U.R.S. - I.P.R.A., 64000 Pau.

INTRODUCTION

La région étudiée se situe au sud-est de l'accident de Zaghouan dans le prolongement septentrional de l'axe NS (A, fig. 1). Ce dernier est installé à l'aplomb d'une fracture méridienne du socle, héritée de l'orogénèse panafricaine (BUROLLET, 1981). Dans cette région, des structures anticlinales NS approximativement, à matériel crétacé (fig. 2) percent la couverture tertiaire : il s'agit, du nord au sud, des jebels Mdeker, Garci et Fadeloun.

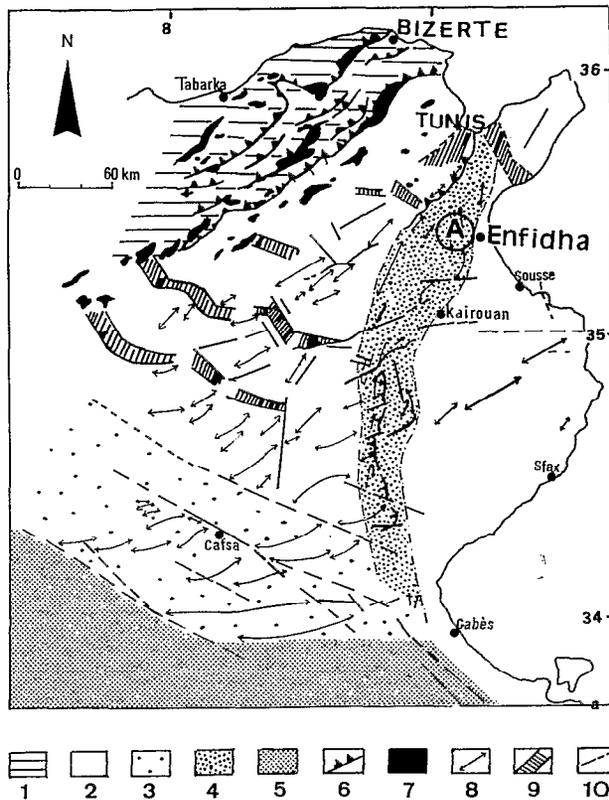


Fig. 1. — Principales zones structurales de la Tunisie (d'après ZARGOUNI et ABBES, 1987).
 1 — zone des nappes de charriages / *thrust sheets area*.
 2 — zone des plis atlasiques / *atlasic folds area*.
 3 — couloir de la faille de Gafsa / *Gafsa fault zone*.
 4 — axe N.S. / *N-S axis*.
 5 — plate-forme saharienne / *saharian platform*.
 6 — front des nappes et des chevauchements / *front of sheets and overlappings*.
 7 — extrusions triasiques / *triasic extrusions*.
 8 — axe de pli / *fold axis*.
 9 — fossé d'effondrement / *grabens*.
 10 — faille / *faults*.
 A — secteur étudié / *study area*.

Structural main areas of Tunisia (after ZARGOUNI and ABBES, 1987).

Les études structurales antérieures donnent des résultats contradictoires : pour DELVOVE, (1974), une phase de raccourcissement EW, à l'origine d'un plissement NS, aurait commencé à jouer pendant l'Aptien. MEDDEB, (1986), par contre, décrit à la même époque, une phase distensive N100, provoquant une structuration en horsts et grabens.

Les travaux portant cette fois sur la biostratigraphie des formations sédimentaires sont de BISMUTH (*in* DELVOVE, 1974), BIELY *et al.*, 1973 et SALAJ, (1980). En particulier, BIELY *et al.* (1973) décrivent pour la première fois l'existence d'une couche condensée aptienne au J. Mdeker. Il s'agit d'un banc calcaire de 30 cm d'épaisseur, riche en ammonites du Bédoulien, Gargasien et Clansayésien et en minéraux authigènes. L'alignement de ce niveau selon un axe J. Mdeker - J. Azreg (fig. 2), les amènent à proposer l'existence d'un haut-fond de direction N030 pendant l'Aptien, dans la région d'Enfidha.

Dans ce travail nous utiliserons les subdivisions stratigraphiques établies par les derniers auteurs. Le but est d'analyser, pour la période correspondant au Crétacé inférieur, les relations entre tectonique et sédimentation. On notera que le secteur étudié se place au point de rencontre de deux directions structurales, d'importance majeure dans la géologie de la Tunisie (fig. 1) :

- l'accident de Zaghouan, de direction globale NE-SW,
- l'axe NS.

La démarche utilisée consiste à étudier la sédimentation, l'évolution verticale des dépôts et les variations latérales de faciès. Les corrélations entre des coupes sériees effectuées dans un même secteur, obligent à placer des failles synsédimentaires du fait des variations brutales des faciès et des épaisseurs.

Des marqueurs tectono-sédimentaires, préservés de la tectonique postérieure, tels que : failles scellées, filons clastiques, brèches, olistolithes et coulées de débris à proximité des failles, permettent de retrouver les paléodirections structurales. Les figures de courants apportent un complément d'information sur le sens des apports.

STRUCTURE DU JEBEL MDEKER

La série stratigraphique (fig. 7)

Pour chaque étage, une description de la sédimentation et des variations latérales de faciès est présentée, et les arguments militant en faveur d'une relation tectonique — sédimentation sont développés.

LE VALANGINIEN

BIELY *et al.* (1973), BAJANIK *et al.* (1978) et SALAJ (1980) décrivent la série siliciclastique du Valanginien comme présentant un faciès flyschöide.

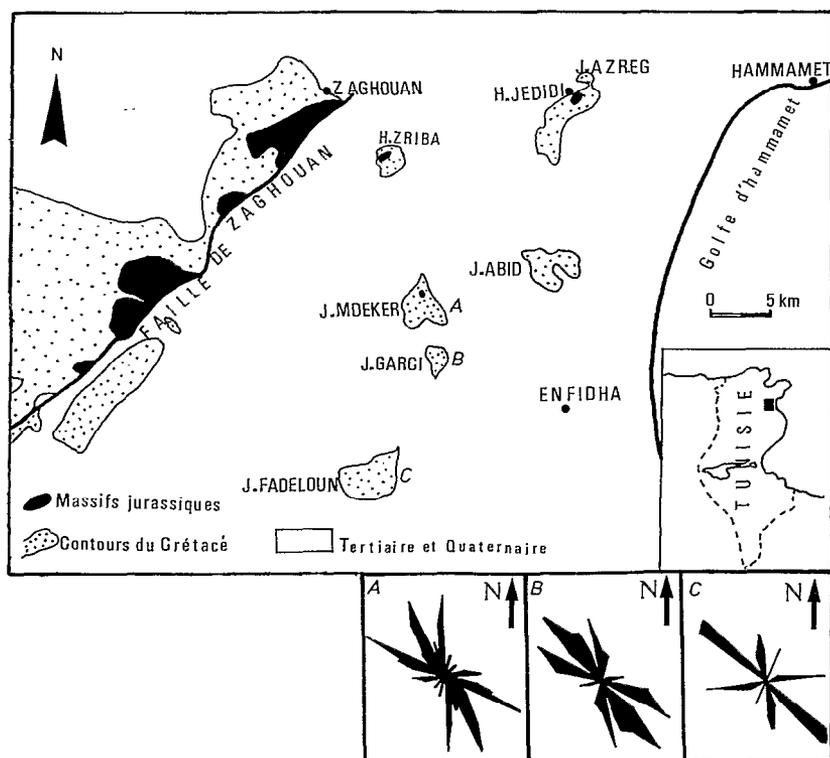


Fig. 2. — Localisation géographique de la région étudiée.

A, B et C : localisation géographique et rosaces de densité de la fracturation (DELVOLLE, 1974) affectant les formations du Jurassique au Tertiaire.

A et B : les directions majeures sont N60 - N140 - N180.

C : la direction majeure est N140 ; les directions N180 et N090 sont de moindre importance.

Geographical localization of the study area.

A, B and C : geographical localization and azimuthal distribution of fracturation density (after DEVOLVE, 1974). A and B : main directions are N160, N140 and N180. C : major direction is N140, directions N180 and N090 represent minor trends. These various directions apply to formations of jurassic to tertiary ages.

Dans les secteurs A et B (fig. 3), la série valanginienne au plan sédimentologique présente les caractères structuraux suivants : chenaux, glissements gravitaires de blocs métriques remaniés de quartzites de couleurs variables (vert-olive, brun, rouge), écoulements en masses de grès jaunes immatures ; ces blocs sont emballés dans des marnes sableuses. A l'extrémité SW de la structure, à Kef en-Nehal (secteur C, fig. 3), le Valanginien se présente sous la forme d'une mégabrèche constituée de blocs de quartzites rouges à grains grossiers et à dragées de quartz millimétriques. La texture est de type quartz rudite (à éléments jointifs). Certains blocs de quartzites présentent des laminations horizontales pouvant être affectées par des microfailles (fig. 4). Ce type de dépôt se présente sous forme d'amas décamétriques à faible extension latérale. Dans le secteur D, *4 (fig. 3) une faille E - W délimitant le secteur de Kef en-Nehal est jalonnée par un empilement de blocs de quartzites de taille métrique, sans dragées de quartz et de stratification ; ce sont des dépôts provenant de glissement d'éboulis rocheux. Vers le nord, la fréquence des blocs diminue et ils sont progressivement emballés au sein de bancs de grès stratifiés. Les figures de courants du type « flute-casts » indiquent un sens d'apport du SW vers le NE et du S vers le N.

Les brutales variations de faciès et de granulométrie, ainsi que la présence constante d'éléments resédimentés dans la matrice marneuse suggèrent que la tectonique constitue l'un des moteurs générateurs de ces dépôts. Une faille scellée de direction N140 (fig. 5), des microfailles synsédimentaires de directions N140, N100 (fig. 4) et des filons clastiques conjugués de direction N140 et N180 (fig. 6) le confirment.

Les dépôts sédimentaires se sont effectués sur une pente faillée (modèle de Stow, READING, 1986) et sont caractérisés par des faciès chaotiques et bréchiques et des écoulements en masse dans les terrains situés à proximité des failles.

L'HAUTERIVIEN ET LE BARRÉMIEN INFÉRIEUR

Un intervalle argileux d'une dizaine de mètres, sépare les faciès détritiques du Valanginien des faciès pélagiques de l'Hauterivien-Barrémien inférieur. Des variations de faciès existent aussi au sein de cet intervalle. La série de référence est celle de Kef en-Nsoura (secteur A, fig. 3) dont l'épaisseur est de 200 mètres

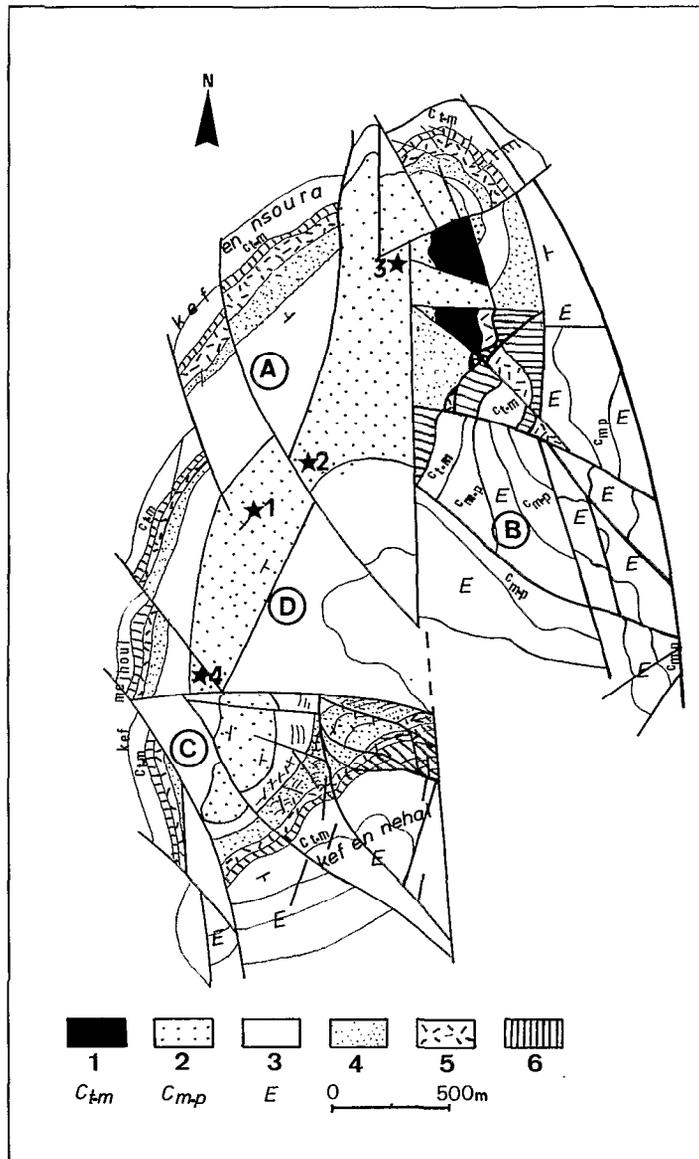


Fig. 3. — Carte géologique du J. Mdeker (d'après MEDDEB, 1986, modifiée). Un pli anticlinal de direction N020 comportant 3 secteurs (A-B-C) limités par des failles et dont l'histoire géologique montre une évolution différente au cours du Crétacé inférieur. Les failles sont sub-méridiennes et sub-latitudinales.

- 2 — Jurassique - Berriasien / *Jurassic - Berriasian*.
- 2 — Valanginien / *Valanginian*.
- 3 — Hauterivien - Barrémien inférieur / *Hauterivian - Lower Barremian*.
- 4 — Barrémien supérieur / *Upper Barremian*.
- 5 — Aptien condensé et Albien / *Aptian and Albian*.
- 6 — Cénomanién / *Cenomanian*.
- Ct-m : Turono-Maestrichtien / *Turonian - Maestrichtian*.
- Cm-p : Maestrichtien - Paléocène / *Maestrichtian - Paleocene*.
- E — Eocène / *Eocene*.
- *1, *2, *3 : situation des figures 6, 5 et 4 / *show localities of figures 6, 5 and 4*.
- *4 : position des dépôts de glissements d'ébouillements rocheux / *locality of rock-fall deposits*.

Geological map of Jebel Mdeker (after MEDDEB, 1986, modified). This area corresponds to an anticline of direction N020 and is subdivided into 3 sectors A, B and C which are enclosed by faults of different evolution during the Lower Cretaceous. Fault trends are grossly N-S and E-W.

environ. Elle est constituée par des marnes riches en foraminifères planctoniques et foraminifères benthiques cirralittoraux (épistomines, lenticulines) et contiennent des bancs de calcaires à faciès mudstones et wackstones, à empreintes d'ammonites et restes de bélemnites (coupe de la fig. 7). Dans le secteur C de la figure 3, la série est analogue à celle de Kef en-Nsoura, si ce n'est un enrichissement en bioclastes (échinodermes, gastéropodes, lamellibranches, etc.) à la base. Dans le secteur central du J. Mdeker (secteurs A et D, fig. 3), on observe des

dépôts bioclastiques, lenticulaires à faible extension latérale. Les bancs calcaires remanient à leur base des débris centimétriques de calcaires mudstones et des bioclastes (échinodermes, lamellibranches, ammonites). La matrice est un wackstone à pellets. Des laminations planes et ondulées existent au milieu des bancs ; on y observe un granoclassement normal dans la taille et la densité des éléments clastiques de la base au sommet. Le mécanisme de dépôt correspondrait à des courants de turbidité (termes a, b et c de la séquence de Bouma). Ces turbidites sont locali-

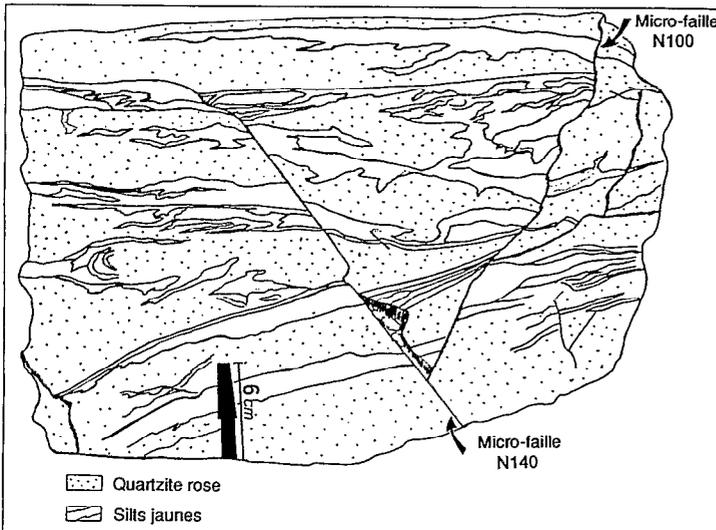


Fig. 4. — Micro-failles conjuguées de directions N100 et N140 affectant un bloc de grès valanginien ; vue perpendiculaire au plan de stratification (site *3, fig. 3).

*Conjugate microfaults in directions N100 and N140 observed in a block of valanginian sandstones. The view is normal to the bedding plane (location : *3 in figure 3).*

sées dans un compartiment délimité à l'est par une faille de direction NS et, à l'ouest, par une autre de direction N030.

Le sommet de la série est marqué par une surface durcie à petites ammonites pyriteuses perforées et minéraux authigènes (glauconie et phosphates).

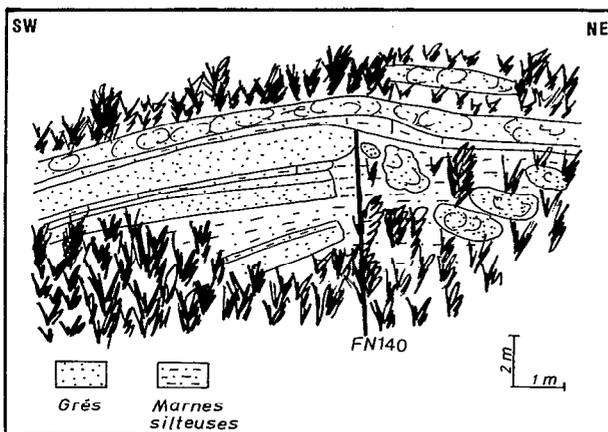


Fig. 5. — Faille à rejet métrique, scellée au sein du Valanginien. La faille est subverticale et le compartiment NE, effondré, contient des marnes à blocs de grès et glissements gravitaires de dimensions métriques.

Localisation : *2, fig. 3.

Metric sub-vertical strike-slip fault sealed into Valanginian. The collapsed N-S block contains marls with meter sized blocks of sandstone and slumps.

LE BARRÉMIEN SUPÉRIEUR

Le Barrémien supérieur est constitué par des alternances de marnes vert-olive riches en foraminifères planctoniques et de bancs de grès décimétriques (coupe de la figure 7). Des variations nettes existent à la fois entre les faciès et les épaisseurs.

A Kef en-Nsoura, il s'agit d'une série de 20 m d'épaisseur, formée par des dépôts chenalisés granodécroissants, riches en galets mous et bioclastes à la base et présentant des laminations ondulées au milieu des bancs. Le microfaciès de la base des bancs montre un grès grossier à débris transportés de lamellibranches, polypiers et bryozoaires. Le sommet est constitué par des quartz arénites. Cette série s'épaissit vers le N-NE et atteint une épaisseur de 60 m (fig. 9). La figure 8 montre que Kef en Nsoura était subdivisé en plusieurs compartiments de dimensions hectométriques limités par des failles N140 à NS : le basculement relatif des compartiments s'effectuait vers le SW.

Dans la partie effondrée, on trouve des coulées boueuses de dimension décamétrique contenant des débris rocheux (B, fig. 8). A Kef en-Nehal (C, fig. 3), la série est constituée de 115 m d'argiles vert-olive entrecoupées par des bancs gréseux métriques : la présence de structures en forme de coupelles, de modules et de coussinets autorisent à les rattacher à des écoulements de sables mobiles ("fluidized-flows" dans la classification de LOWE, 1982). Dans ce secteur, on constate l'absence de débris bioclastiques transportés.

Les différences d'épaisseur et de faciès par rapport à la série décrite dans le secteur de Kef en-Nsoura,

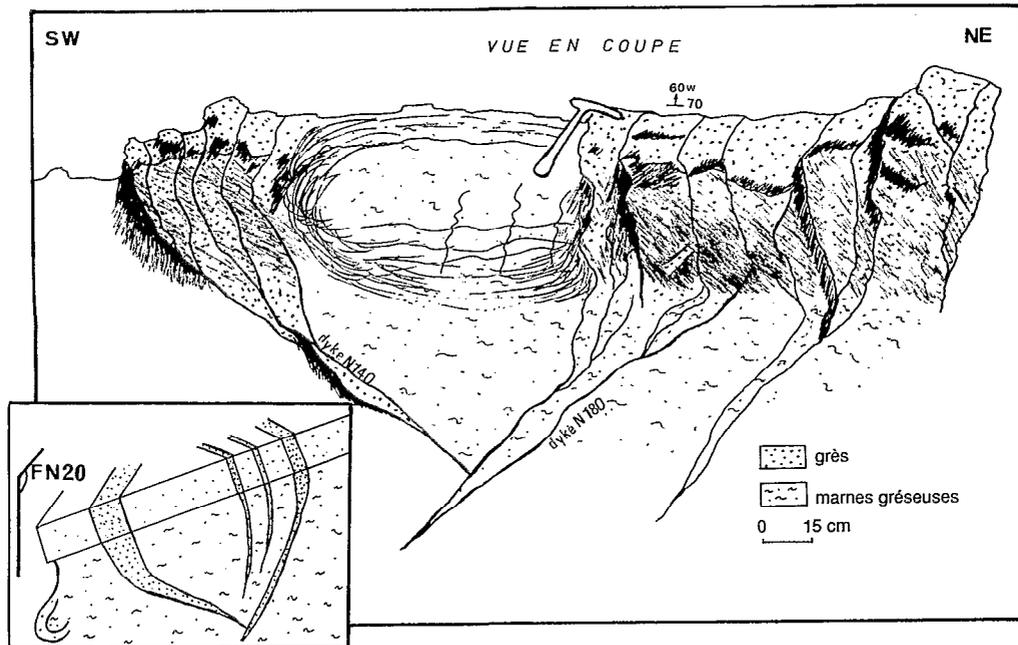


Fig. 6. — Dykes sédimentaires dans des grès valanginiens, empruntant des fentes de tensions conjuguées, remplies par un matériel de même nature que la roche encaissante (grès) : site *1, fig. 3.

*Neptunian dykes in valanginian sandstones following conjugated tensional cracks filled with country rock (sandstone) (location : *2 in figure 3).*

peuvent être expliquées par le jeu de failles synsédimentaires de directions N160 et N100. Par ailleurs, les marqueurs tectono-sédimentaires qui ont été préservés correspondent à des glissements gravitaires : des olistolites et des brèches monogéniques à éléments anguleux millimétriques à décimétriques, qui se trouvent très fréquemment le long des failles N140 et N160. La fréquence des sills et dykes sédimentaires dans cette série sont des indices supplémentaires de l'intensité de la fracturation pendant la sédimentation.

L'APTIEN-ALBIEN BASAL

C'est un niveau condensé (localement minéralisé), riche en ammonites, glauconie et phosphates ; épais de 30 cm (cf. coupe fig. 7). Il regroupe les dépôts de l'Aptien à l'Albien basal (BIELY *et al.*, 1973).

Le microfaciès montre une biomicrite à foraminifères planctoniques, débris d'échinodermes et extraclastes anguleux, polygéniques. Discontinu et lenticulaire à l'affleurement, ce niveau est souvent découpé par des fractures de direction NS et N140, qui déterminent des structures en horsts et grabens de dimensions métriques. Une faille du syn-Aptien et de direction

NS, scellée par le Vracono-Cénomannien a été observée à l'extrémité SW de Kef en-Nsoura (fig. 8, A).

Le niveau condensé existe sur toute l'étendue de la structure, sauf dans le secteur B (fig. 3). A l'échelle régionale, on le retrouve vers le nord au J. Azreg (cf. localisation sur la fig. 2) en affleurement selon une direction N030. BIERLY *et al.* (1973) pensent que cela traduit la présence d'un haut-fond pendant l'Aptien. Cette structure apparaît contemporaine de la phase tectonique du passage Aptien-Albien, bien connue en Tunisie (M'RABET, 1981 et OUALI, 1985).

Ces données indiquent que la sédimentation du Crétacé inférieur accompagne des mouvements tectoniques marqués par le jeu de failles N140, N180 et N100. Les corrélations entre les différentes coupes effectuées à Kef en-Nsoura et sur le flanc nord du J. Mdeker (fig. 9) montrent des variations d'épaisseur pour la série du Crétacé inférieur. Ainsi, les zones à faible taux de sédimentation pendant une période correspondant à un étage donné, se transforment en zones à fort taux de sédimentation pendant l'étage suivant. Ces inversions de subsidence peuvent être liées aux jeux simultanés et différentiels de fractures de directions variables (NS, N140, N160) et ce au cours de la sédimentation du Crétacé inférieur.

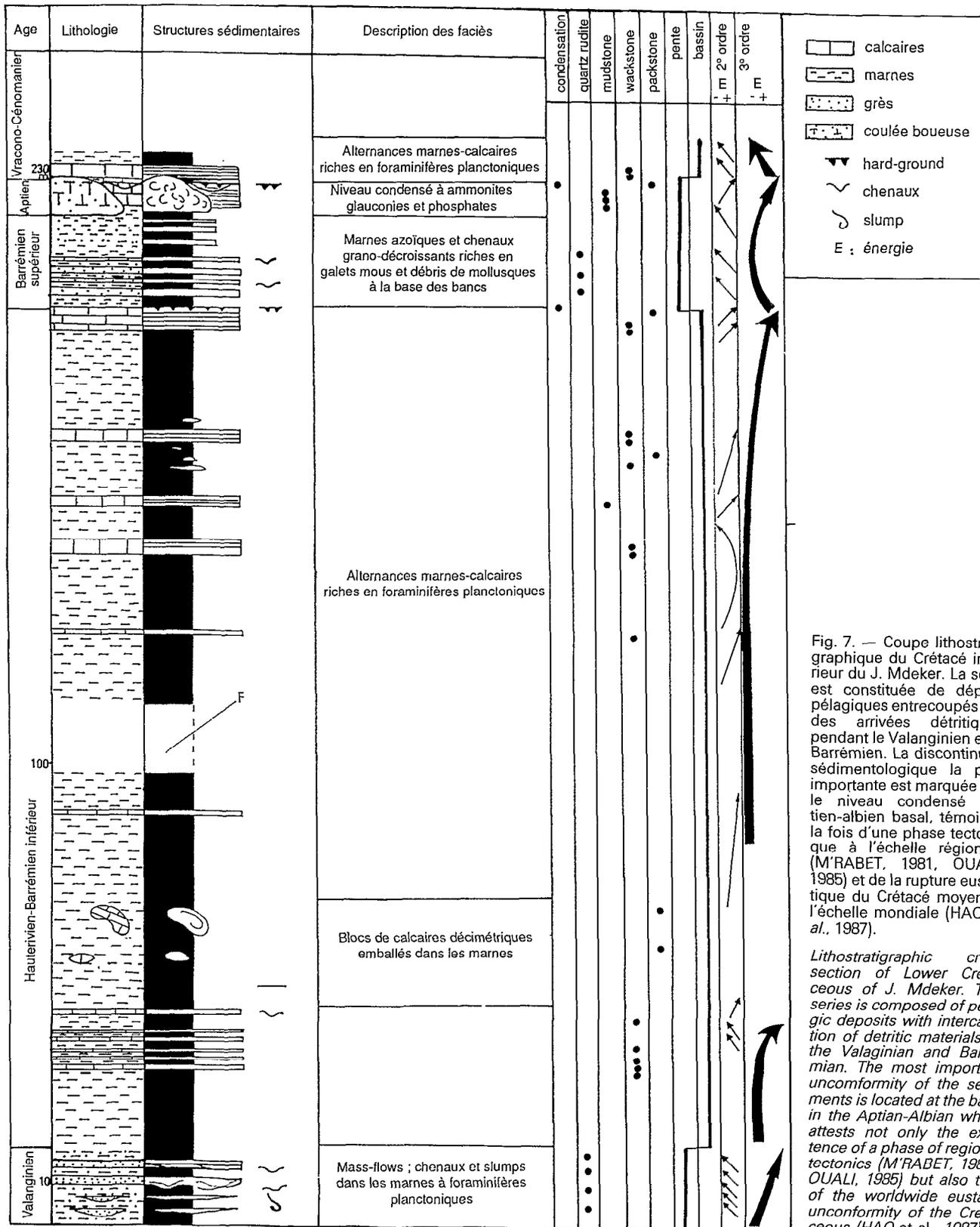


Fig. 7. — Coupe lithostratigraphique du Crétacé inférieur du J. Mdeker. La série est constituée de dépôts pélagiques entrecoupés par des arrivées détritiques pendant le Valanginien et le Barrémien. La discontinuité sédimentologique la plus importante est marquée par le niveau condensé aptien-albien basal, témoin à la fois d'une phase tectonique à l'échelle régionale (M'RABET, 1981, OUALI, 1985) et de la rupture eustatique du Crétacé moyen, à l'échelle mondiale (HAQ et al., 1987).

Lithostratigraphic cross section of Lower Cretaceous of J. Mdeker. This series is composed of pelagic deposits with intercalation of detritic materials of the Valanginian and Barremian. The most important unconformity of the sediments is located at the base in the Aptian-Albian which attests not only the existence of a phase of regional tectonics (M'RABET, 1981 ; OUALI, 1985) but also that of the worldwide eustatic unconformity of the Cretaceous (HAQ et al., 1987).

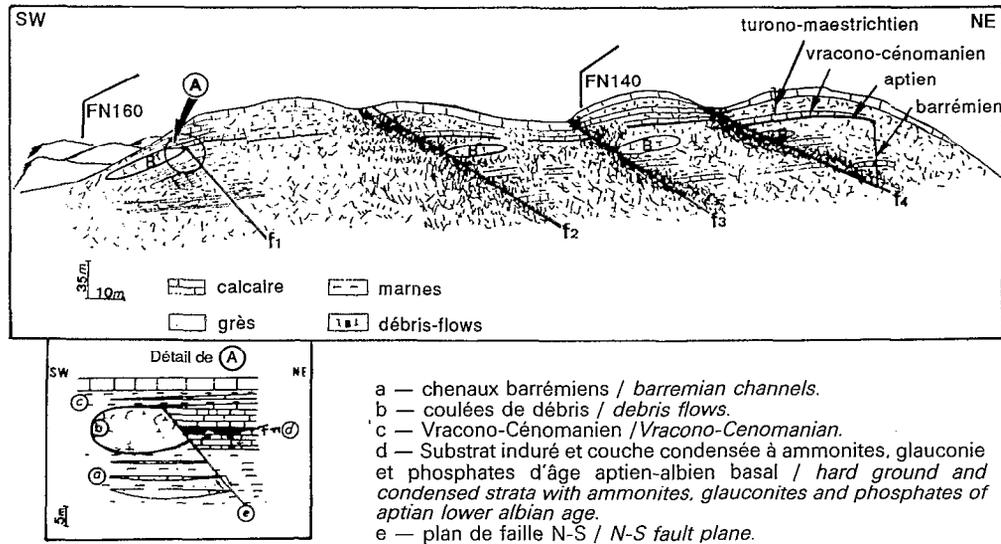


Fig. 8. — Panorama de Kef en-Nsoura.

A — Faille de direction N-S, affectant les niveaux barrémo-aptiens, scellés par les calcaires en plaquettes du Vracono-Cénomannien. Dans le compartiment méridional, où la couche condensée aptienne est absente, une coulée boueuse s’observe sous ces calcaires.

B — Coulées boueuses, situées à proximité de failles F1, F2, F3, F4, de direction N140 à N-S. Ces coulées contiennent des débris rocheux : la matrice de nature marno-silteuse représente plus de 50 % de la formation. Les éléments remaniés sont des blocs de grès et de quartzites de taille centimétrique à métrique dérivés du matériel siliciclastique barrémien.

Panoramic view of Kef en-Nsoura. A : N-S trending fault in barremian-aptian layers and sealed by platy limestones of the Vracono-Cenomanian. Contrary to what is observed to the North, the condensed layer of the Aptian is lacking in the Southern block where a mud flow is emplaced below the limestones. B : Mud flows of debris-flow type, located near faults F1, F2, F3 and F4, with directions N140 to N-S. These flows are supported by the matrix which represents more than 50 % of the formation and which is made out of silty marls. Reworked elements include blocks of sandstones and quartzites of centimetric to metric size which originated from barremian siliciclastic material.

STRUCTURE DU JEBEL GARCI

De même qu’au J. Mdeker, des variations de faciès et d’épaisseurs ont été observées dans la partie SW du J. Garci (fig. 10). La base de la série va de l’Aptien à l’Eocène. D’épaisseur plus importante qu’au J. Mdeker, l’Aptien est marqué par la présence d’un ensemble siliciclastique à la base surmonté par une barre carbonatée. Une faille F1 de direction N140 (fig. 10) sépare deux domaines paléogéographiques différents et semble avoir contrôlé la sédimentation.

A. Au nord de F1 le domaine C1 comporte (fig. 10), 50 m de calcaires récifaux, riches en polypiers coloniaux et algues rouges qui se sont déposés sur un olistostrome (marnes à blocs de grès et de quartzites de dimensions métriques à décimétriques). Ce dernier affleure sur une dizaine de mètres environ, la base de la formation n’étant pas visible.

L’ensemble correspond à une succession de horsts et grabens NS (fig. 11); les horsts étant basculés vers l’ouest. La présence, des blocs de grès au sein de la série récifale, de fractures NS remplies de brèches récifales et, enfin, d’un karst ayant emprunté des failles NS, au sommet de la série, indiquent que la direction structurale N180 a joué un rôle majeur dans l’édification de la paléogéographie.

B. Au sud de F1, dans le domaine C2, la série apto-albienne (fig. 10), comporte trois ensembles lithologiques distincts, séparés par deux discontinuités (D1 et D2, fig. 12). Le premier ensemble A1, est constitué par une série marno-gréseuse à minces intercalations silteuses à la base et bancs de grès décimétriques au sommet. La base de la coupe montre des turbidites (termes c, d et e de la séquence de Bouma) organisées en séquences de 2^e ordre stratodécroissantes. Au 3^e ordre (séquence A1), les faciès montrent une évolution stratocroissante, avec

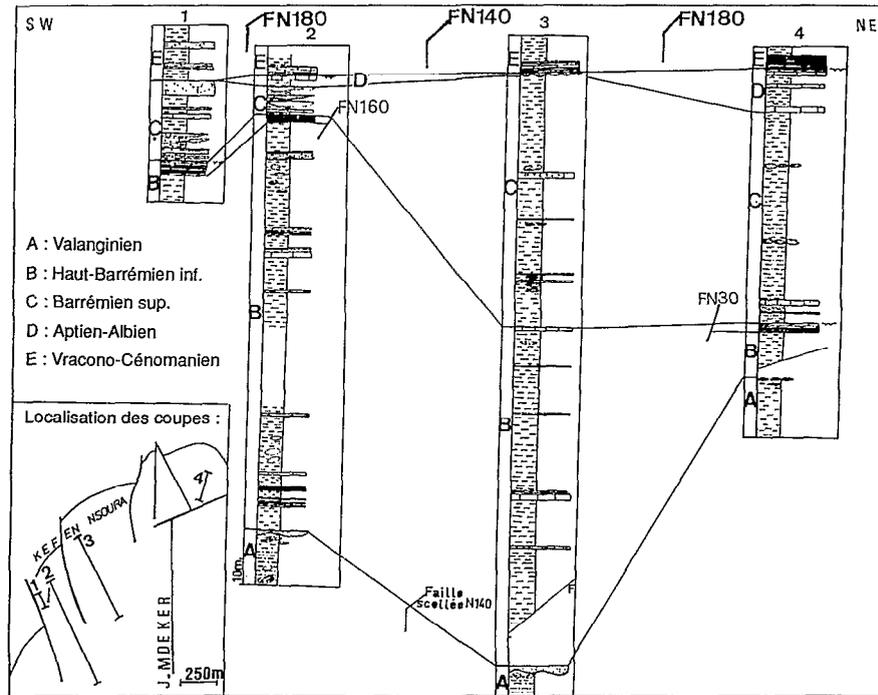


Fig. 9. — Corrélation entre les coupes du J. Mdeker. Les variations d'épaisseur résultent du jeu synsédimentaire de failles N140 et N-S au cours du Crétacé inférieur.

Correlations between different cross sections of J. Mdeker. Variations in thickness result from synsedimentary activity of faults N140 and N-S. For successive periods, variations in thickness can be observed which illustrate different movements of the faults during Lower Cretaceous.

enrichissement en bioclastes transportés et en carbonates. Cette séquence se termine par un niveau condensé bréchiq (fig. 11, D1), riche en microfaune de l'Aptien supérieur (*Paraholites sp.*, détermination de Memmi), glauconie et phosphates. Ce faciès correspond à un niveau discontinu, lenticulaire qui rappelle beaucoup l'Aptien condensé du J. Mdeker. Latéralement à D1, on trouve des blocs de calcaires bioclastiques à oolites, de tailles métriques traduisant une phase de démantèlement au cours de l'Aptien.

L'équivalent de la série récifale est constitué par une barre calcaire de 5 m d'épaisseur (fig. 12-A2). C'est une séquence stratocroissante et granocroissante, déposée dans un environnement plus profond que les calcaires récifaux du secteur C1. Le microfaciès est constitué par des packstones à petits foraminifères benthiques (favuselles et colomielles). La présence d'un glissement gravitaire métrique à axe d'allongement N130 et de chenaux à axes N40 à N50, nous permet de reconstituer une paléopente de

direction N140. Des failles synsédimentaires de direction NS affectent la barre ; elles sont soulignées par des brèches à éléments aptiens qui disparaissent latéralement. L'ensemble est scellé par une surface durcie à encroûtements ferrugineux et bioturbations.

L'Albien inférieur à moyen repose en discordance progressive sur la barre A2 ("onlaps", fig. 13) et remanie à sa base des galets aptiens. Constitué par des dépôts pélagiques (mudstone à radiolaires et pithonelles), il marque un net approfondissement du milieu de dépôt.

La corrélation établie entre la coupe des secteurs C1 et C2 (fig. 14) montre aussi des inversions de subsidence dans la série. La relation entre ces deux compartiments suggère des blocs basculés. Leur effondrement, en direction du sud, est démontré par la présence de faciès plus distaux dans le secteur C2, avec des directions de courants ("flute-cast") dans le faciès détritique A1, du N vers le S et du NE vers le SW.

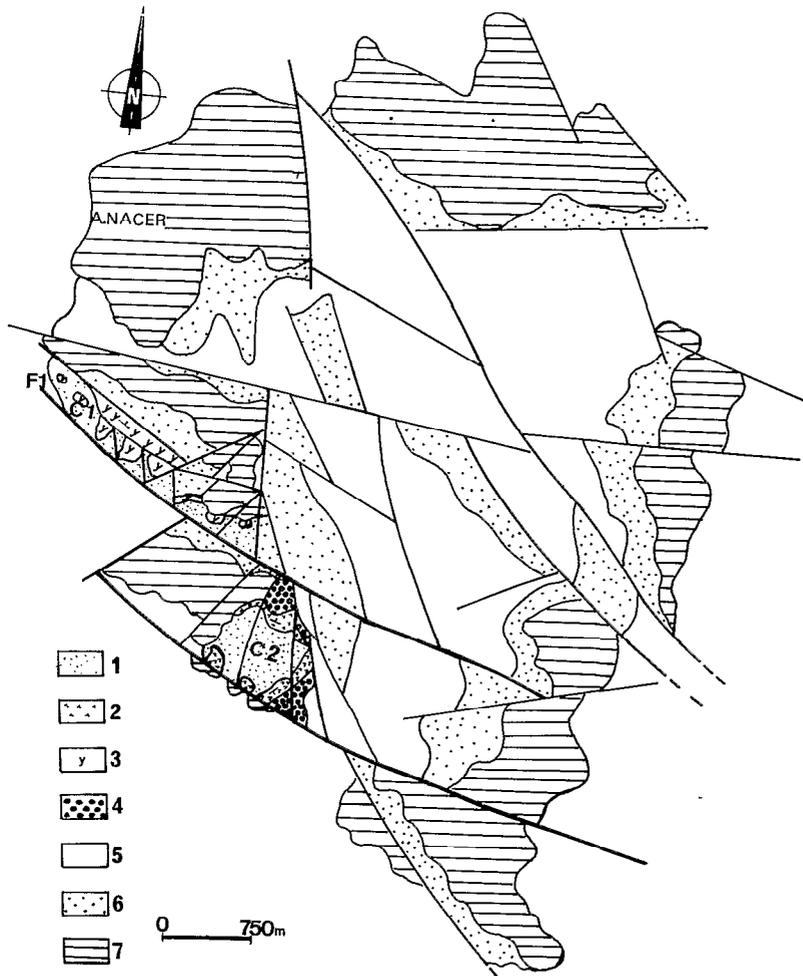


Fig. 10. — Carte géologique du J. Garci (d'après MEDDEB, 1986, modifiée). La série apto-albienne affleure dans la partie sud-occidentale du J. Garci. Une faille de direction N140 (F1), à jeu senestre, sépare deux compartiments (C1 et C2) où les épaisseurs et les faciès de l'Aptien sont différents.

- 1 — faciès marno-gréseux, Aptien supérieur / marl-sandstone facies.
- 2 — calcaires récifaux aptiens / aptian reef limestones.
- 3 — calcaires à *Favusella washitensis* d'âge aptien supérieur — albien basal / limestones with *Favusella Washitensis* of Upper Aptian-basal Aptian age.
- 4 — alternances marno-calcaires de l'Albien inférieur / alternating marls and limestones of the Lower Aptian.
- 5 — Sénonien / Senonian.
- 6 — Maestrichtien-Paléocène / Maestrichtian -Paleocene.
- 7 — Eocène / Eocene.

Geological map of J. Garci (after MEDDEB, 1986, modified). The aptian-albian series outcrops in the southwestern part of this structure. A senestral fault striking N140 (F1) separates block C1 from C2. On both sides of F1, thickness as well as facies of the Aptian are different and the fault appears to have been active during sedimentation.

C. Signification des discontinuités

Au J. Mdeker les deux discontinuités D1 et D2 sont confondues. Vers le sud, au J. Fadeloun, D1 disparaît alors que que D2 persiste. D1 est repérable grâce au changement de lithologie (remplacement des faciès siliciclastiques par des faciès carbonatés). Pour VAIL *et al.*, 1987, l'intervalle condensé est le résultat d'une sous-alimentation du bassin. Ici, il est représenté par une surface d'érosion avec lacune de certains termes de calcaires bioclastiques au J. Garci, existant vers le sud au J. Fadeloun. La discontinuité D2, correspondrait à une discordance tectono-eustatique (soulèvement, plus régression), ce que suggèrent :

- la réduction d'épaisseur de la barre calcaire d'âge aptien supérieur à albien basal (5 m) au J. Garci, par rapport à celle du J. Fadeloun (50 m environ, fig. 16) ;
- la présence de brèches liées au jeu de failles synsédimentaires. Cette discontinuité est suivie par un effondrement du substratum, accompagné d'une importante transgression marine, connue à l'échelle régionale.

STRUCTURE DU JEBEL FADELOUN

La série la plus ancienne affleure dans le secteur SW du J. Fadeloun à la faveur de failles N090 et N140. Ce secteur est haché par des décrochements dextres de direction N140 ; il est limité au nord par un décrochement de direction N070 (fig. 15).

La série apto-albienne y est beaucoup plus épaisse qu'au J. Garci et le niveau condensé D1 est absent. Les faciès bioclastiques qui affleuraient à l'état de blocs sous la séquence A2 au J. Garci se retrouvent ici à la base de la série.

Les variations d'épaisseurs des différents faciès rencontrés entre les deux flancs de la structure (fig. 16), indiquent que la tectonique là encore a guidé la sédimentation. Des failles scellées, de directions N030, N110 et NS, ont été observées dans les niveaux aptiens ; elles sont associées à des brèches et des écoulements en masse. Les variations d'épaisseurs s'observent également dans la série du Crétacé supérieur et montrent des inversions de subsidences entre

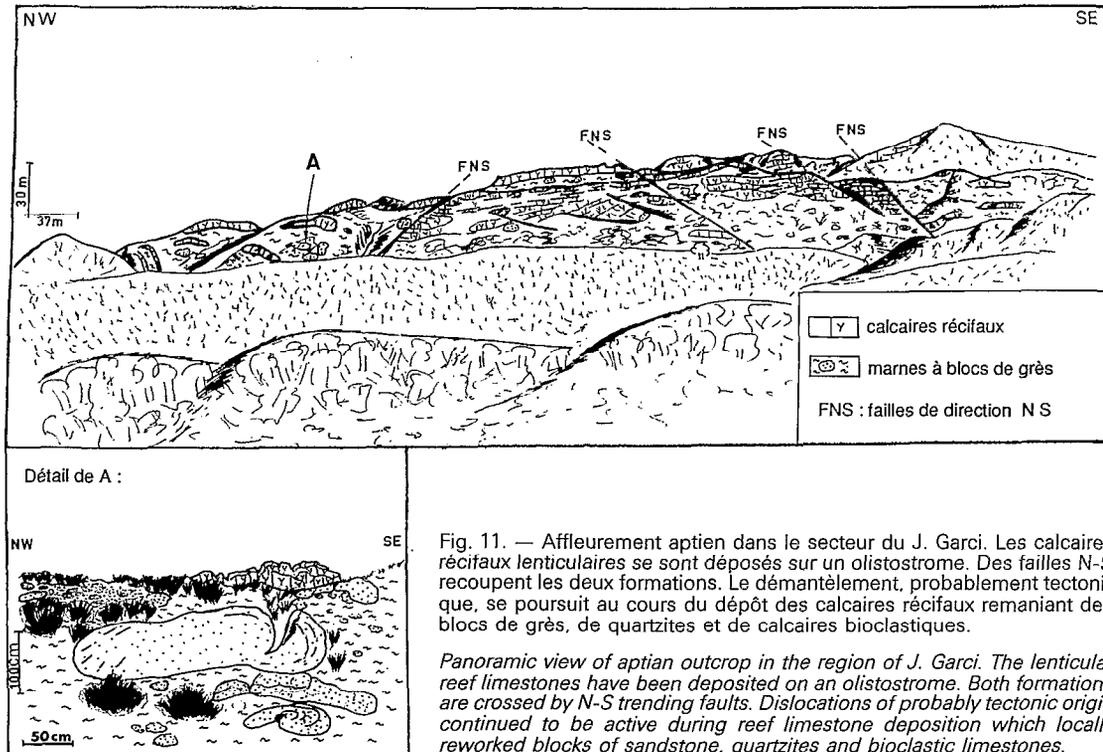


Fig. 11. — Affleurement aptien dans le secteur du J. Garci. Les calcaires récifaux lenticulaires se sont déposés sur un olistostrome. Des failles N-S recoupent les deux formations. Le démantèlement, probablement tectonique, se poursuit au cours du dépôt des calcaires récifaux remaniant des blocs de grès, de quartzites et de calcaires bioclastiques.

Panoramic view of aptian outcrop in the region of J. Garci. The lenticular reef limestones have been deposited on an olistostrome. Both formations are crossed by N-S trending faults. Dislocations of probably tectonic origin continued to be active during reef limestone deposition which locally reworked blocks of sandstone, quartzites and bioclastic limestones.

les deux flancs de la structure, de part et d'autre de failles de directions N140 à N160.

On notera par ailleurs, la présence de sills volcaniques basiques (ophites spilitiques) à la limite Céno-mano-Turonien, au J. Fadeloun et au J. Abid. Il s'agit de sills et dykes qui se placent toujours le long de failles NS et N140 avec une structure sigmoïdale rappelant des fentes de tensions cisailées. DE RAAF *et al.* (1952) et JAUZEIN (1962) ont proposé un âge sénonien pour leur mise en place.

CONCLUSION

Les structures subméridiennes de la région d'Enfidha sont situées dans une zone charnière entre la plateforme (au sud) et le bassin marin franc (au nord). La complexité sédimentologique et tectonique des dépôts résulte essentiellement du fait qu'il s'agit d'une zone mobile appelée axe N-S séparant le sillon tunisien, limité par l'accident de Zaghouan à l'ouest et la

marge pélagienne à l'est. Il s'agit d'une fracture héritée (orogénèse panafricaine, BUROLLET, 1981), dont la mobilité s'exprime pendant le Mésozoïque.

Nous avons montré que :

- diverses directions de fractures synchrones et différentielles ont joué depuis le Valanginien. Il semble que les directions N140-160 et NS ont directement contrôlé la sédimentation ; les directions N100-120 et N030 auraient eu un rôle secondaire ;
- la réduction des épaisseurs de la série, observée du sud vers le nord, se traduit, dans la région de Hammam-Zriba, par une lacune de tout le Crétacé inférieur ;
- des dépôts gravitaires et chaotiques se sont mis en place à proximité des failles, notamment au J. Garci et au J. Mdeker.

Le modèle tectonique le plus en accord avec la tectonique synsédimentaire (fig. 17), correspond à l'existence d'un couloir fragile de direction globale NS, limité par des accidents majeurs, séparant d'est en ouest, marge pélagienne, axe NS et sillon tunisien.

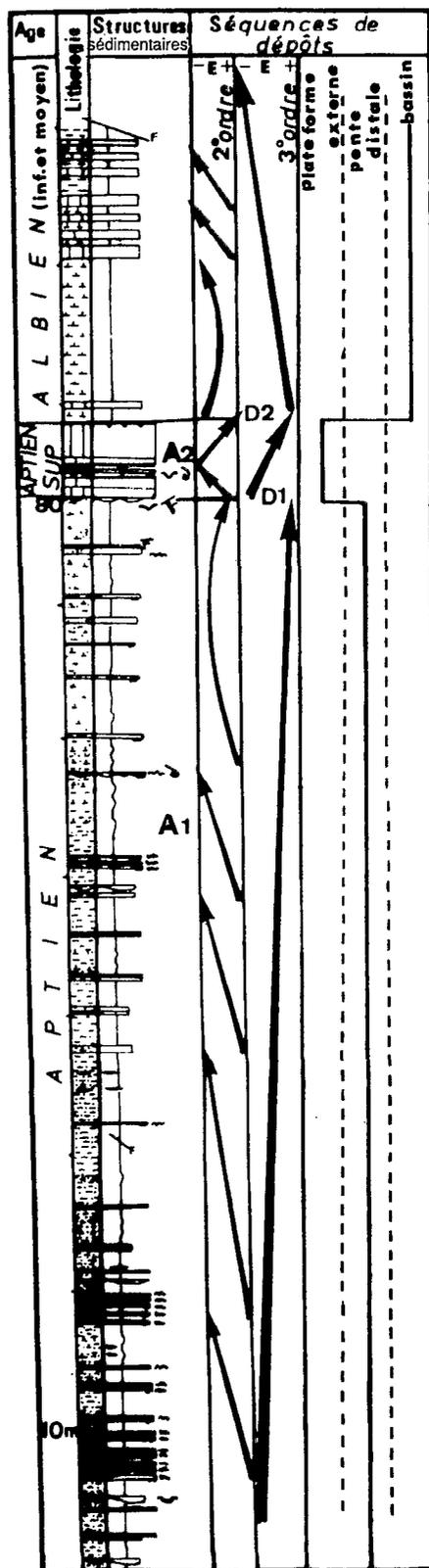
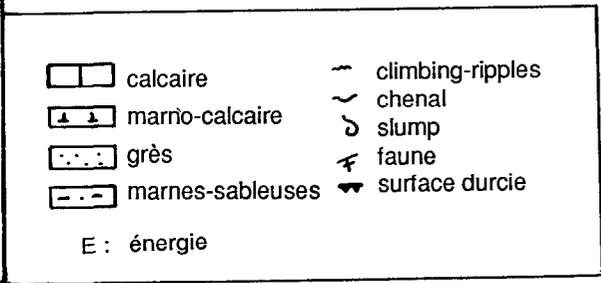


Fig. 12. — Coupe lithostratigraphique de la série apto-albienne du J. Garci. L'analyse séquentielle de la série montre une évolution régressive, puis transgressive, matérialisée par deux séquences de 3^e ordre, progradantes, suivies par une séquence d'ouverture rétrogradante. L'inversion brutale dans la polarité des séquences au niveau de la discontinuité D2, traduit un effondrement brutal du substratum, associé à une élévation importante du niveau marin, caractérisée par l'arrivée de dépôts pélagiques (alternances marno-calcaires à foraminifères planctoniques et radiolaires).

Lithostratigraphic cross section of the aptian-albian series of J. Garci. The sequential analysis of this series yields an evolution changing from regressive to transgressive as illustrated by two sequences (of 3rd order) of progradation followed by a sequence of retrograde opening. The brutal inversion of the polarity of these sequences at discontinuity D2 demonstrates a sharp and sudden collapse of the substratum which is associated with an important increase of sea level. This latter is attested by deposition of a pelagic facies (alternating marlous limestones containing planctonic and radiolarian foraminiferas).



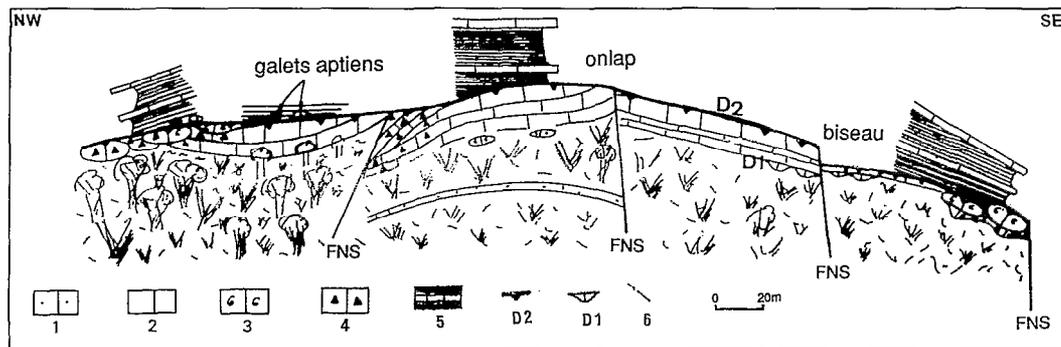


Fig. 13. — Affleurement apto-albien dans le secteur C2 du J. Garci à proximité des failles N-S affectant la barre ; on observe des dépôts bréchiques dans les compartiments affaissés. Une surface durcie D2 scelle l'ensemble. Les alternances de l'Albien inférieur reposent en "on-lap" sur la barre aptienne par des dépôts à galets de calcaires aptiens, remaniés.

- 1 — série marno-gréseuse aptienne / *series of aptian marly limestones.*
- 2 — calcaires aptiens à *Favusella washitensis* et colomielles / *aptian limestones with Favusella washitensis and Colomiella.*
- 3 — blocs de calcaires aptiens bioclastiques à orbitulines / *aptian bioclastic limestone blocks with orbitulinas.*
- 4 — brèches monogéniques à éléments calcaires d'âge aptien / *monogenetic breccia containing aptian limestones.*
- 5 — alternances marno-calcaires de l'Albien inférieur et moyen / *alternations of marly limestones of Lower and Middle Albian.*
- 6 — failles / *faults.*
- D1 — niveau condensé / *condensed level.*
- D2 — surface durcie / *hardground.*

Panoramic view of the aptian-albian outcrop at C2 of J. Garci. Close to the N-S faults which affect the bar, deposits of breccias are observed in the collapsed compartments. The latter are buried under a hardground D2. The alternating facies of Lower Albian are emplaced onlap the aptian bar. At the base of the Lower Albian reworked aptian limestone boulders are observed.

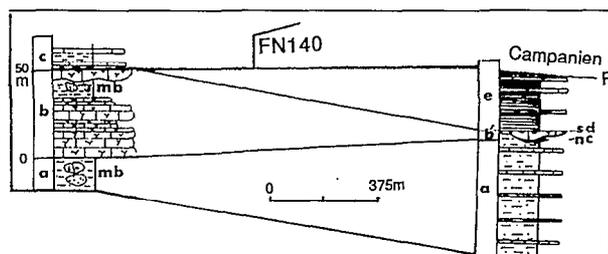


Fig. 14. — Corrélation entre deux coupes effectuées dans les compartiments C1 et C2 (fig. 10).

- a — faciès marno-gréseux aptiens / *aptian marly-sandstone like facies.*
- b — calcaires récifaux aptiens / *aptian reef limestones.*
- b' — calcaires à *Favusella washitensis* et colomielles, Aptien supérieur-Albien basal / *upper aptian - basal aptian limestones with Favusella washitensis and colomiellas.*
- c — alternances marno-calcaires de l'Albien inférieur à moyen / *lower to middle aptian alternating marly limestones.*
- d — alternances marno-calcaires du Paléocène / *paleocen alternating marly limestones.*
- sd — surface durcie / *hardground.*
- nd — niveau condensé / *condensed strata.*
- md — olistostrome / *olistostrome.*

Correlation between two cross sections of compartments C1 and C2 (fig. 10).

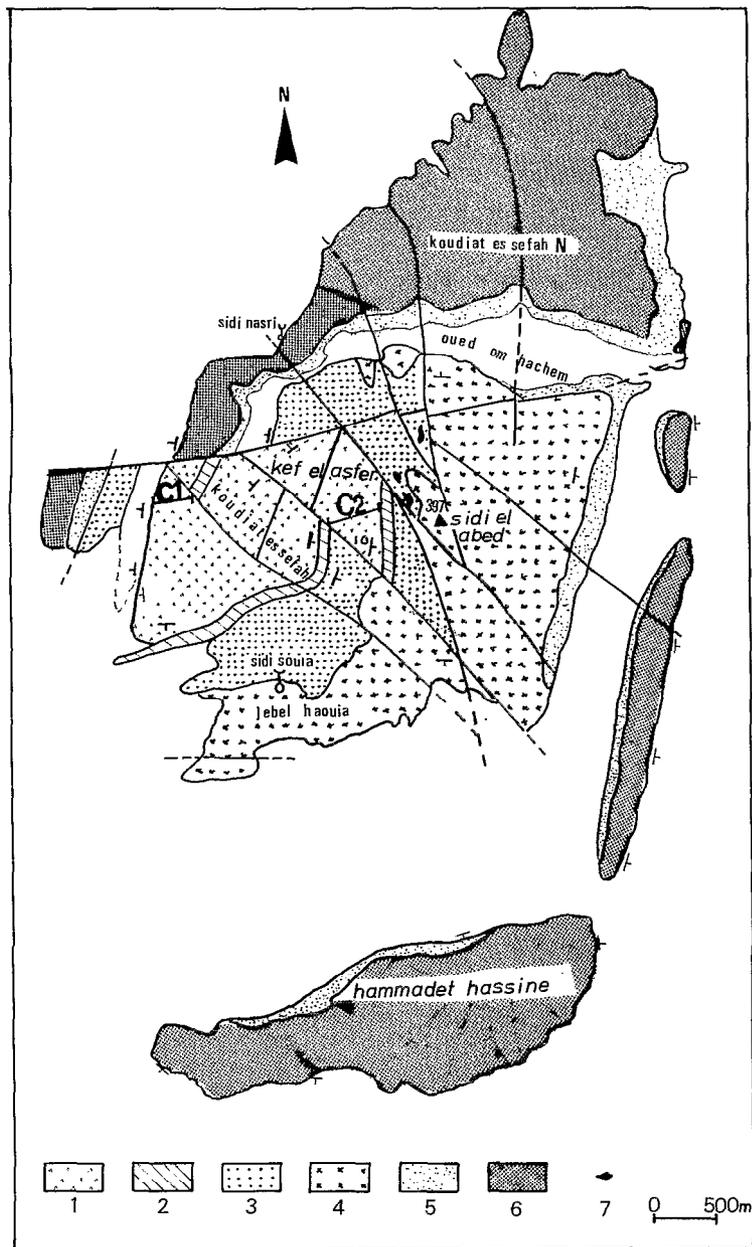


Fig. 15. — Carte géologique du J. Fadeloun (d'après DELVOLVE, 1974). On notera la présence d'un pli N015 dans l'Aptien.

- 1 — Aptien / Aptian.
 - 2 — Albien / Albian.
 - 3 — Cénomano-Santonien / Cenomanian-Santonian.
 - 4 — Campanien / Campanian.
 - 5 — Maestrichtien-Paléocène / Maestrichtian-Paleocene.
 - 6 — Eocène / Eocene.
 - 7 — Filons d'ophites spilittiques / spilitic ophite veins.
- C1 et C2 : localisation des coupes / location of cross sections.

Geological map of J. Fadeloun (after DELVOLVE, 1974). Attention is drawn to a N015 trending aptian fold.

A l'intérieur de ce couloir, les deux directions de fractures (N140-160 et N100-120) pourraient correspondre à des fractures de Riedel associées au couloir NS. Ceci implique que les discontinuités de premier ordre (NS) et de second ordre (N140-160) senestres, synthétiques, et N100-120, dextres, antithétiques, par rapport au décrochement sénestre (NS), aient une composante en décrochement.

Le coulisage précoce serait à l'origine de la création de bassins losangiques et triangulaires de petites

dimensions, interférant avec des compartiments soulevés. Les bassins reçoivent les dépôts siliciclastiques (Valanginien et Barrémien) alternant avec des dépôts carbonatés (Hauterivien-Barrémien inférieur et Aptien-Albien). Les compartiments soulevés, soit supportent des dépôts condensés, soit constituent des reliefs sous-marins, sources d'olistolites et de brèches de démantèlement.

Le modèle ici proposé est en accord avec les résultats obtenus dans l'axe NS et régions avoisinantes. En

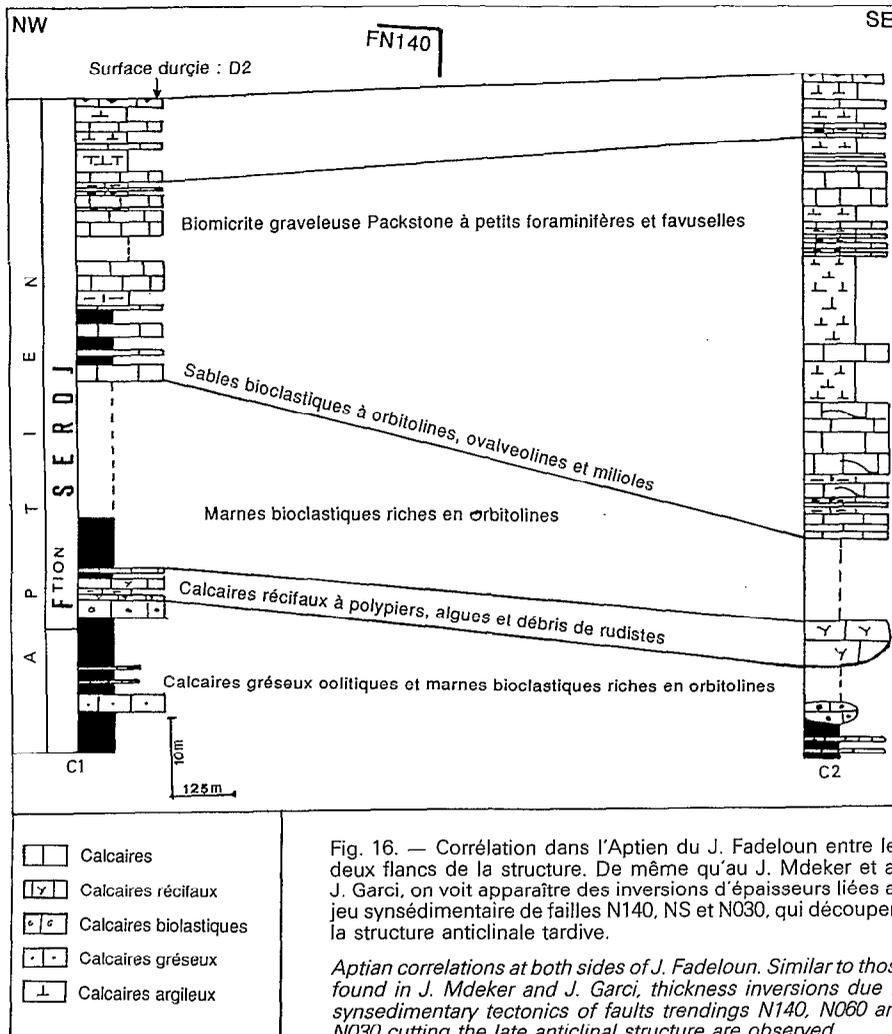


Fig. 16. — Corrélation dans l'Aptien du J. Fadeloun entre les deux flancs de la structure. De même qu'au J. Mdeker et au J. Garci, on voit apparaître des inversions d'épaisseurs liées au jeu synsédimentaire de failles N140, NS et N030, qui découpent la structure anticlinale tardive.

Aptian correlations at both sides of J. Fadeloun. Similar to those found in J. Mdeker and J. Garci, thickness inversions due to synsedimentary tectonics of faults trendings N140, N060 and N030 cutting the late anticlinal structure are observed.

effet, BEDIR (1988) démontre, dans la région du Sahel de Mahdia (à l'est de l'Axe NS), l'importance des couloirs de décrochements NS et EW dans la genèse et l'évolution des bassins de l'Aptien à l'actuel. Par ailleurs, GOURMELEN *et al.* (1989) soulignent l'importance des blocs basculés dans la partie centrale de l'axe NS, qui se présente comme « un chapelet de blocs basculés sur lequel se moulent les couches fini-crétacées ». Dans le prolongement supposé de

cet axe (région d'Enfidha), 120 km plus au nord, nous avons mis en évidence un comportement analogue, mais pour des périodes plus anciennes.

Remerciements

Je remercie vivement M. Gérard DUEE pour la contribution et les corrections qu'il a apportées à ce travail.

Je remercie également M. Fouad ZARGOUNI pour l'aide matérielle et morale, sans laquelle ce travail n'aurait pu aboutir.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 9 mai 1990.

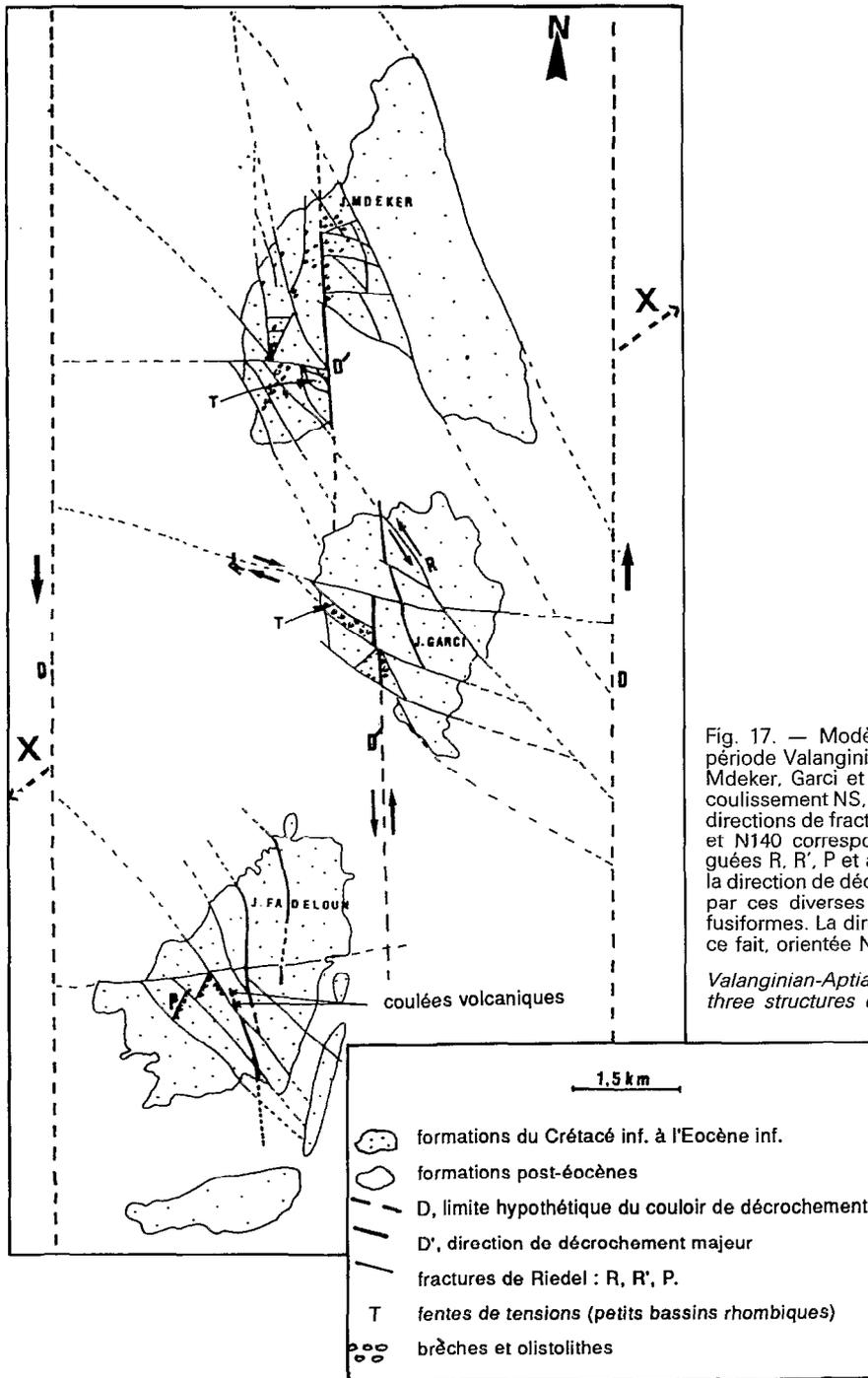


Fig. 17. — Modèle structural de la région étudiée, pour la période Valanginien — Aptien. Les trois structures des jebels Mdeker, Garc et Fadeloun sont intégrées dans une zone de coulissement NS, à jeu sénestre. Selon le modèle de Riedel, les directions de fractures synsédimentaires N160, N100-120, N030 et N140 correspondent respectivement aux fractures conjuguées R, R', P et aux fentes de tensions T. D' correspondrait à la direction de décrochement majeur. Le découpage du secteur par ces diverses fractures a entraîné la formation de blocs fusiformes. La direction principale d'allongement (X) serait, de ce fait, orientée NE-SW.

Valanginian-Aptian structural model of the study region. All three structures of J. Mdeker, Garc and Fadeloun are integrated into a zone of senestral strike-slip faulting trending N-S. According to Riedel's model, the directions of synsedimentary fractures N160, N100-120, N030 and N140, correspond to conjugated fractures R, R', P and tensional cracks T. D' is supposed to correspond to the main direction of the major wrench fault. Sub-division of this region by these various features has produced fusiform blocks. Accordingly, the main direction of extension (X) would be NE-SW.

BIBLIOGRAPHIE

- BAJANIK (S), BIELY (A) et SALAJ (S), 1978. — Notice de la feuille d'Enfidha n°43. Direction des Mines et de la Géologie de Tunisie.
- BEDIR (M), 1988. — Géodynamique des bassins sédimentaires du Sahel de Mahdia (Tunisie orientale) de l'Aptien à l'actuel. Sismostratigraphie, sismotectonique et structurale. Tunisie. *Rev. des Sciences de la Terre*, 9, 242 p.
- BIELY (A), MEMMI (L) et SALAJ (J.), 1973. — Le Crétacé inférieur de la région d'Enfidha. Découverte d'Aptien condensé. Livre jubilaire M. Solignac. *Ann. Min. Géol.*, Tunis, 26 : 168-178.
- BUROLLET (P.F.), 1981. — Signification géologique de l'Axe Nord-Sud. 1^{er} Congr. Nat. Sci. Terre, Tunis, 1 : 315-319.
- DELVOLVE (J.J.), 1974. — Étude structurale de la région d'Enfidha (Tunisie orientale). Thèse de doctorat 3^e cycle, Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 154 p.
- DE RAAF (J.M.F.) et ALTHUIS (S.P.), 1952. — Présence d'ophites spilites dans le Crétacé des environs d'Enfidha. 19^e Congr. géol. Int. Alger. *Monographie régionale*, 2^e série, Tunisie, 6 : 127-137.
- GOURMELEN (C.), OUALI (J.) et TRICART (P.), 1989. — Les blocs basculés mésozoïques dans l'Axe Nord-Sud de Tunisie Centrale : importance et signification. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, sér. 8, t. 5 (1) : 117-122.
- HAQ (B.U.), HARDENBOL (J.) and VAIL (P.R.), 1987. — Chronology of fluctuating sea level since the Triassic. *Science*, 235 : 1156-1167.
- JAUZEIN (A), 1967. — Contribution à l'étude géologique des confins de la dorsale tunisienne. *Ann. Min. Géol.*, Tunis, 22, 475 p.
- LOWE (D.R.), 1982. — Sedimentation gravity flow : depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity current. *Journ. Sedim. Geol.*, vol. 51, (1) : 259-297.
- MEDDEB (S.), 1986. — Sédimentation et tectonique polyphasée dans les dômes d'Enfidha (Sahel tunisien). Thèse de doctorat 3^e cycle. Univ. Paris-Sud, 157 p.
- M'RABET (A.), 1981. — Stratigraphie, sédimentation et diagénèse des séries du Crétacé inférieur de Tunisie centrale. Thèse de doctorat ès sciences. Univ. Paris-Sud, 540 p.
- OUALI (J.), 1985. — Structure et évolution géodynamique du chaînon Nara-Sidi Kralif (Tunisie centrale). *Bull. Cent. Rech. Expl. Prod. Elf. Aquitaine*, vol. 9, (1) : 155-182.
- READING (H.G.), 1986. — Sedimentary environment and facies. 2nd Ed. Blackwell Scientific., 615 p.
- SALAJ (J.), 1980. — Microbiostratigraphie du Crétacé et du Paléogène de la Tunisie septentrionale et orientale (hypostratotypes tunisiens). *Thèse Inst. Géol. Dioniz struc.*, Bratislava, 238 p.
- VAIL (P.R.), COLIN (J.P.), CHENET (R.J.), KUCHLY (J.), MEDIAVILLA (F.) et TRIFILIEFF (V.), 1987. — La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, sér. 8, (7) : 1301-1321.
- ZARGOUNI (F.) et ABBES (Ch.), 1987. — Zonation structurale de la Tunisie. *Rev. Sci. Terre*, Tunisie, 3 : 63-69.