

## LES ÉVÉNEMENTS DE LA LIMITE CÉNOMANIEN-TURONIEN EN TUNISIE CENTRALE :

### LA FORMATION BAHLOUL

Excursion du Colloque sur la limite Cénomaniens-Turonien, Mai 1991

Pierre-Felix. BUROLLET <sup>1</sup> et Francis ROBASZYNSKI <sup>2</sup>

*RÉSUMÉ* - Cette excursion a permis d'étudier les faciès du Cénomaniens et du Turonien de Tunisie centrale, de la plate-forme carbonatée au bassin du Nord. Une attention spéciale a été accordée à l'horizon Bahloul, niveau anoxique à la limite Cénomaniens-Turonien qui est une des meilleures roches-mères du pétrole en Tunisie.

*MOTS CLÉS* - Tunisie, Bahloul, événements du Crétacé moyen, calcaires noirs euxiniques.

## CENOMANIAN-TURONIAN BOUNDARY EVENTS IN CENTRAL TUNISIA :

### THE BAHLOUL FORMATION

*ABSTRACT* - The purpose of the field-trip was the study of Cenomanian and Turonian facies in Central Tunisia, from the carbonate platform, South, to the shaly basin, North. It emphasised the anoxic Bahloul Horizon at the Cenomanian-Turonian boundary, one of the best oil source rocks in Tunisia.

*KEY WORDS* - Tunisia, Bahloul, Mid-Cretaceous event, anoxic calcareous black shales.

### GÉNÉRALITÉS (P.-F. Burolet)

En Tunisie le Cénomaniens marque la fin de la reconquête transgressive des secteurs exondés à l'aube de l'Albien; la limite "Cénomaniens-Turonien" se traduit par quelques faciès particuliers liés au cadre paléogéographique régional et au comportement eustatique général. Les variations d'épaisseurs et parfois les lacunes sont associées aux mouvements tectoniques fréquents et variés.

L'excursion géologique a visité le Centre et le Nord du pays où ont pu être examinés les faciès anoxiques du type Bahloul et la limite septentrionale des faciès de plate-forme; les contraintes de temps ne permettent pas de visiter les zones méridionales internes, par ailleurs pauvres en fossiles.

Le Crétacé de Tunisie centrale a été étudié en détail pour la première fois par L. PERVINQUIERE (1903).

1 - 1 Place Vieille, 04300 - Forcalquier, France

2 - Faculté Polytechnique, 9 rue de Houdain, 7000 - Mons, Belgique

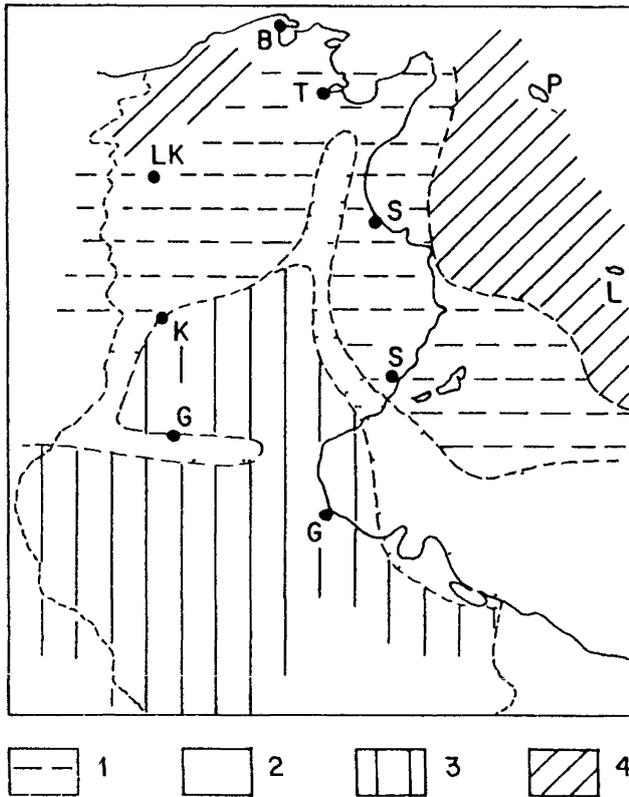


FIG 1 - Principales zones de faciès du Cenomanien terminal 1, Bahloul, 2, domaine mixte, 3, Gattar; 4, domaine marin oxygène

L'Axe Nord-Sud a été décrit par G. CASTANY (1951) tandis que le Centre-Sud était levé par P.F. BUROLLET (1956). Au Nord les premières descriptions sont dues à M. SOLIGNAC (1927) suivies par des révisions dues à J. BOLZE *et al.* (1952), P. SAINFELD (1952), P. SAINFELD *et al.* (1956 a et b) et A. JAUZEIN (1967). Les compagnies de recherches de pétrole ont levé de nombreuses coupes stratigraphiques et assuré de multiples analyses de laboratoire : SEREPT, SNAP (Gulf), Elf-Aquitaine, Total, Shell et CPDT, HOMT, Union Texas, Marathon, AGIP et ETAP. Une révision particulière des événements du Crétacé moyen est due à H. BISMUTH *et al.* (1981, 1982 et 1985), à C. BOLTENHAGEN (1985), BOLTENHAGEN *et al.* (1974) et à D. FOURNIE (1978). Des compléments récents sur la stratigraphie, la sédimentologie et le comportement structural des niveaux considérés sont apportés par les travaux de T. DALI (1979), M.D. DALI RESSOT (1985), A. M'RABET (1975), J. OUALI (1985), C. GOURMELEN (1984), M. KHESSIBI (1978), N. ELLOUZ (1984), F. MEJRI (1989), H. CHANDOUL (1989), J. PHILIP (1985), A. SEDJIL (1981), M.A. TOUATI (1985), M.M. TURKI (1985), F. ZARGOUNI (1986) et des géologues du Service géologique de Tunisie ou de l'Université de Tunis qui participent au lever des cartes au 1/50.000 du centre.

Quatre études particulières ont fourni récemment des données très précises sur la Formation Bahloul :

a - La thèse d'un chercheur de l'Office des Mines de

Tunisie, Layeb MOHSEN (1990) comportant une étude géochimique ;

b - Une enquête effectuée à la demande d'Elf-Aquitaine et d'EXXON, appuyée par la SEREPT, (ROBASZYNSKI *et al.* 1990 a et b). Voir la seconde partie de l'excursion rédigée par F. Robaszynski d'après ces travaux ;

c - Une enquête géochimique systématique sur les roches mères de Tunisie, conduite par l'ETAP sous la direction de H. BELAYOUNI (Faculté des Sciences de Tunis) et de N. CHINE-DAHMAN, chef du Laboratoire de l'Exploration de l'ETAP ;

d - Le Crétacé supérieur du Jebel Mrhila a été décrit en détail par J. TOUIR (1986) dans le cadre de son DEA. Voir la note J. TOUIR *et al.* (1989) dans la revue "Géologie Méditerranéenne".

Ce livret guide fait de larges emprunts à ces quatre travaux.

## 1. LE FACIÈS "NORD"

Les séries du Crétacé supérieur sont essentiellement marneuses ou argileuses avec des intercalations de calcaire argileux, plus rarement de calcaire franc. En allant vers le Sud, elles s'enrichissent en calcaires coquilliers ou bioclastiques.

A la partie inférieure la Formation Fahdene comprend l'Albien et le Cénomanien; au-dessus, l'ensemble du Turonien au Campanien inférieur est nommé Formation Aleg, mais le nom de Kef a été proposé pour les séries les plus argileuses du Nord. Entre Fahdene et Aleg un horizon calcaire marque la limite : c'est la Formation Bahloul. Dans de nombreux cas il s'agit d'un calcaire plus ou moins argileux noir à patine blanche, feuilleté, très riche en matière organique (Fig. 5).

Le calcaire du Bahloul a longtemps été considéré comme la base du Turonien mais dans la région de Kalaat es Snam un âge du Cénomanien supérieur a été prouvé (Voir la seconde partie de l'excursion, dans ce livret, rédigée par F. Robaszynski).

La microfaune du Bahloul est strictement planctonique avec des formes globuleuses : *Whiteinella gigantea*, *W. paradubia*, *W. aprica*, des *Heterohelix*, parfois des *Calcispherulidae* et des radiolaires. L'anoxie empêchait la vie des formes carénées qui ont besoin de migrations verticales; la faune à *Rotalipora* disparaît à la fin du Cénomanien et c'est une faune différente qui apparaît ensuite avec les *Globotruncana* (Fig. 4).

Vers le bassin septentrional du "Sillon Tunisien" les différents termes du Crétacé s'épaississent souvent de manière considérable. Le faciès Bahloul suit la même tendance (Fig. 4bis) et il déborde parfois sur le Turonien inférieur. Le faciès en plaquettes sombres à patine claire peut envahir les Marnes de l'Annaba, souvent minces dans le Sillon Tunisien, et même

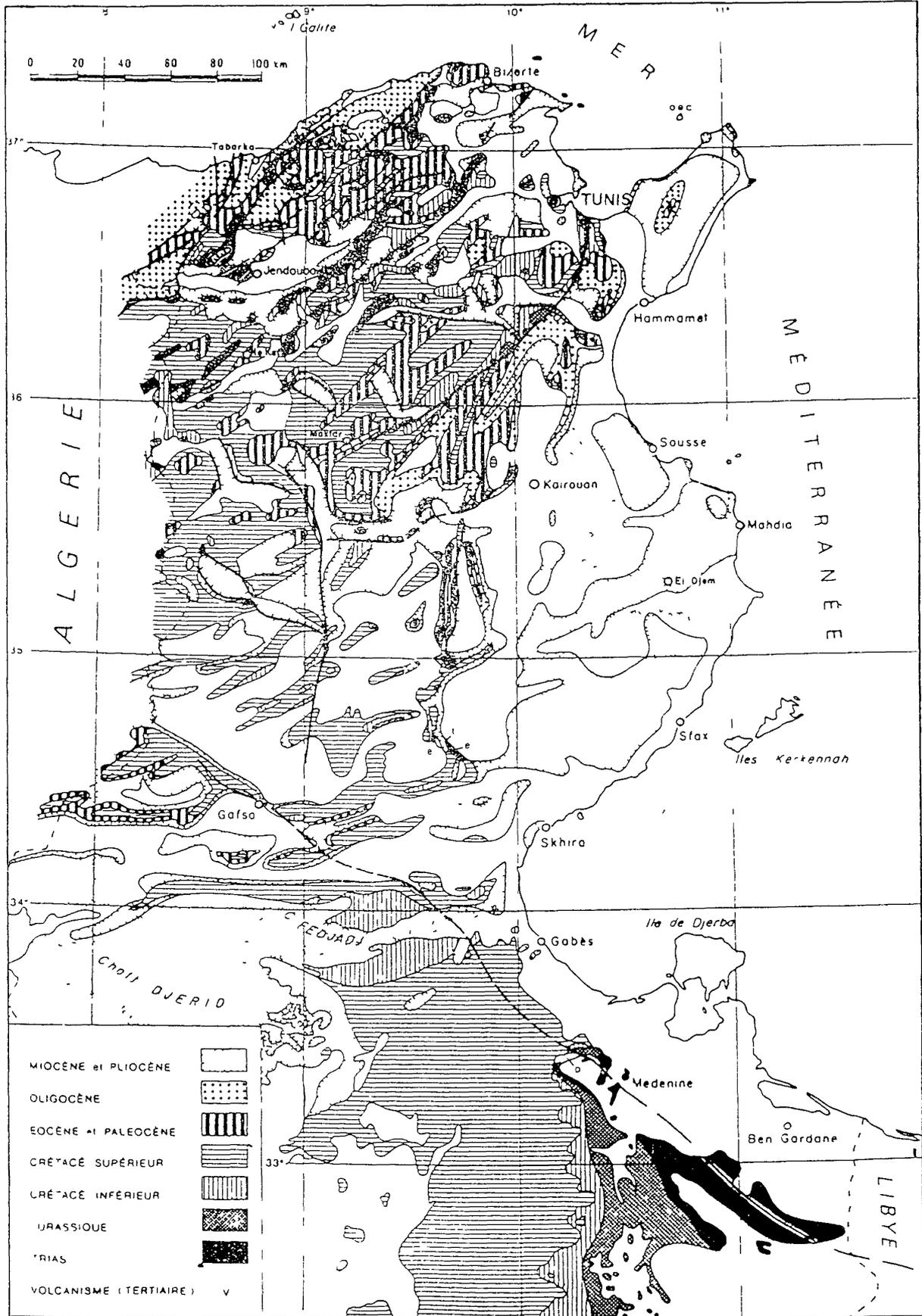


FIG. 2 - Carte Géologique de Tunisie.

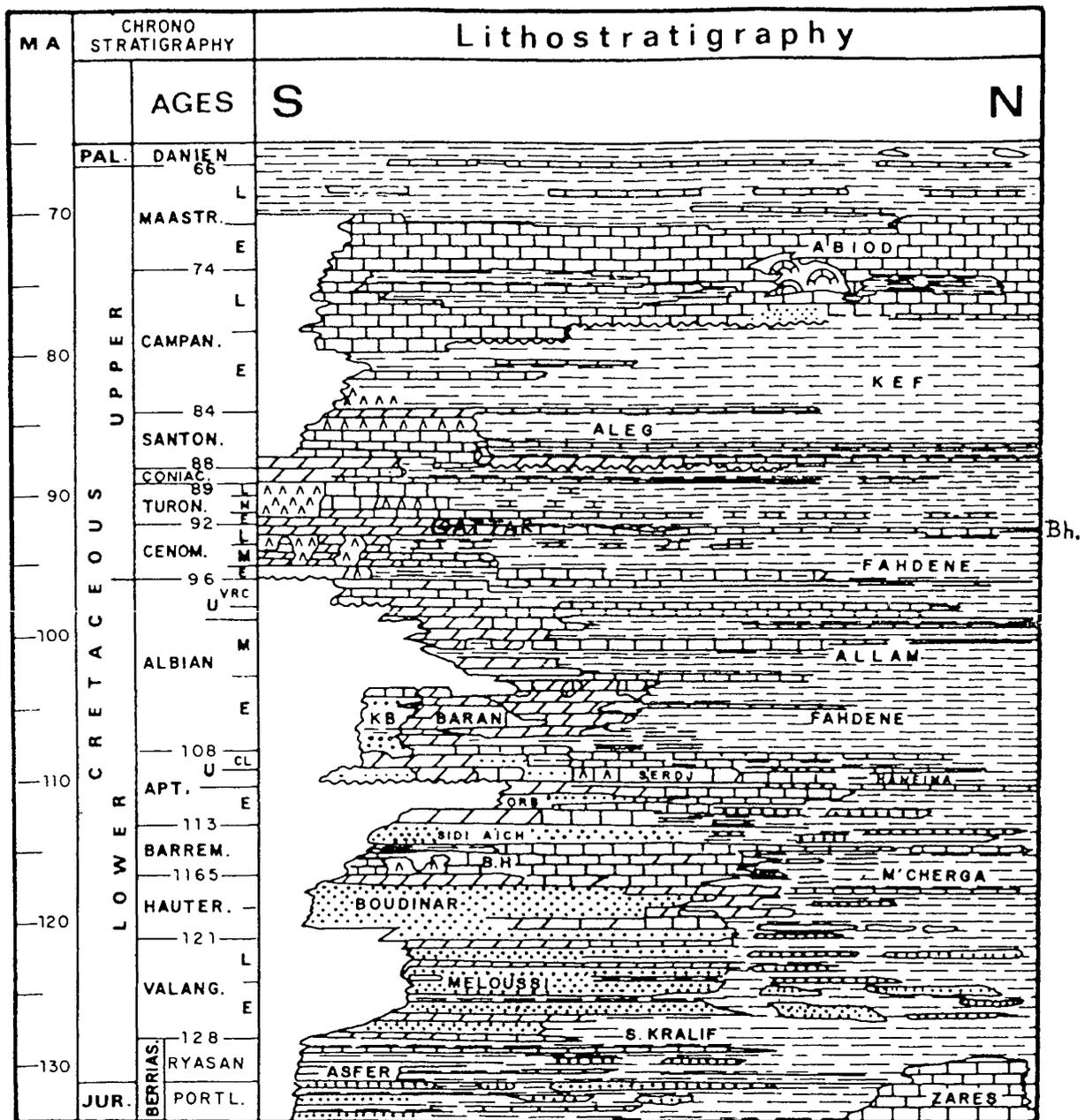


FIG. 3 - Corrélation des unités lithologiques du Crétacé

parfois l'équivalent latéral des Calcaires du Bireno. C'est le cas par exemple à la coupe du Kef-Mellègue (BUROLLET 1956) ou au Jebel Rhazouane (BOLTENHAGEN 1955). Cette tendance se remarque aussi en Tunisie orientale où les marnes de l'Aleg sont très proches de la Formation Bahloul dans des secteurs d'instabilité, comme près des fossés de Mahdia ou de Halk el Menzel, ou au Nord-Est de l'off-shore, secteur moins subsident.

Par endroits au contraire, le faciès anoxique feuilleté est rencontré dans des couches du Cénomanién supérieur non terminal, comme au Fahs ou à l'Oued Bazina (Fig. 18 infra).

Lorsqu'on observe des coupes sur le terrain ou en forage, le plus souvent dans des secteurs anticlinaux, on doit garder présente à l'esprit l'instabilité tectonique

fréquente au Crétacé supérieur : des discordances internes ont été constatées en de nombreux points : à l'Oued Bahloul sous la Formation Bahloul, à Kalaat es Snam dans la partie supérieure de la Formation Fahdene, etc. Au Jebel Bireno, dans certains secteurs, les Marnes de l'Annaba reposent directement sur la Formation Fahdene, le Bahloul étant absent.

Baucoup d'anticlinaux ont commencé à s'ébaucher dès l'Aptien, souvent en relation avec la halocinèse. Que ce soit le long des diapirs maintenant perçants, sur des dômes anticlinaux ou le long des panneaux basculés de l'Axe Nord-Sud, les variations d'épaisseur sont considérables dans les unités du Crétacé supérieur. Au Sud-Est du Jebel Serdj, par exemple, le faciès Bahloul, étalé sur 35 mètres, correspondrait aux unités classiques Bahloul, Annaba

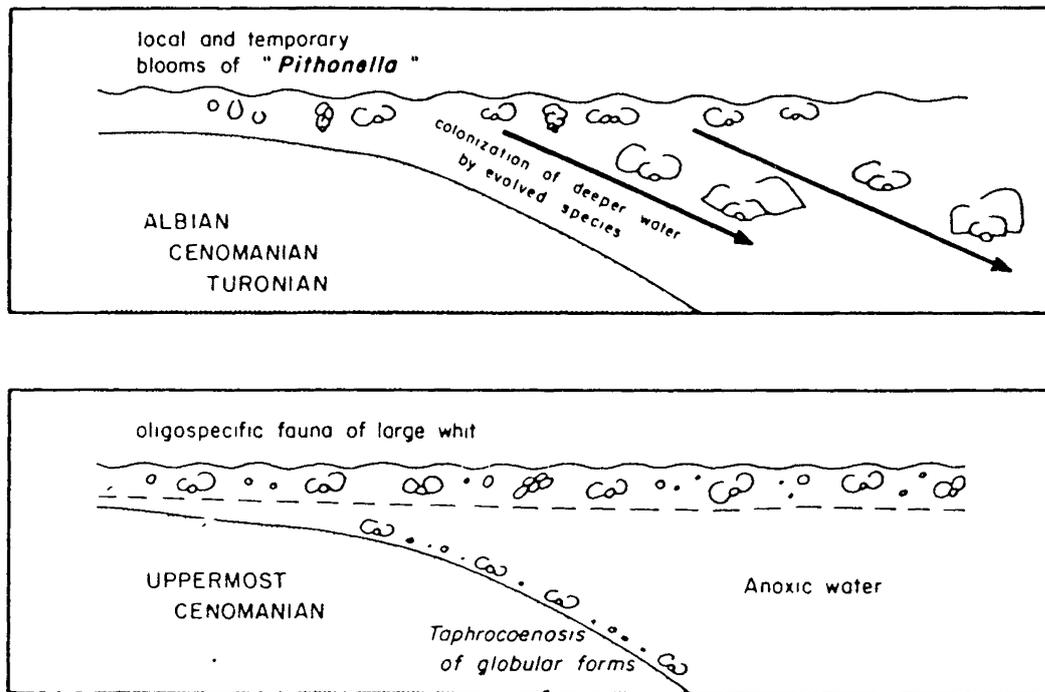


FIG. 4 a - La microfaune du Bahloul. (d'après M. CARON et d'après BEN FERJANI *et al.*).

et Bireno (SEDJIL 1981). Dans les faciès méridionaux du type Gattar on observe également de nettes variations d'épaisseurs, en particulier à proximité de l'Axe Nord-Sud. Au Zemlet el Beida et au Tebaga Fatnassia, au N-O de Gabès, le Cénomanien est absent et le Turonien repose directement sur l'Aptien. Il est lui-même raviné par une discordance santonienne (ABDELJAOUAD & ZARGOUNI, 1985).

L'excursion visita d'abord la localité type à l'Oued Bahloul, complétée par deux affleurements un peu plus à l'Est, à Massanerh-Sekarna. Le troisième jour une étude très détaillée de la coupe a été présentée à Kalaat es Snam. Le dernier jour on a eu l'occasion de voir la coupe de l'Oued Bazina, au Nord-Est de Béja, dans les faciès épais du Sillon Tunisien.

## 2. LES FACIES MÉRIDIONAUX

Au Sud de la Tunisie la Formation Zebbag, formée de carbonates, d'argiles et d'évaporites, avec des faciès néritiques ou lagunaires, se termine par un ensemble carbonaté supérieur dit "Membre du Gattar" défini par BOLTENHAGEN & BISMUTH (BOLTENHAGEN, 1985 a et b) qui lui ont attribué un âge du Cénomanien terminal, d'après les ostracodes. Une bonne description en a été donnée par S. RAZGALLAH-GARGOURI dans sa thèse (1983) (Fig. 6).

Cette unité s'étend largement sur le Sud tunisien, y compris la plate-forme saharienne, et en Libye où elle a reçu le nom de Calcaire de Garian dans le Jebel Nefusa.

Niveau massif de calcaires bioclastiques, à Rudistes parfois, souvent dolomitisés, avec des silex par

endroits, le Gattar surmonte de minces lits de calcaire blanc à microfaune planctonique. Correspondant à un ensemble transgressif succédant aux évaporites du Cénomanien, le Gattar n'est peut-être pas synchrone de manière absolue.

## 3. LES FACIES INTERMÉDIAIRES

Comme le montre la figure 2, une large zone de transition fait le passage entre les deux types principaux de faciès : elle se situe normalement entre les deux aires de répartition, mais elle s'avance vers le Nord le long des hauts-fonds de l'Axe Nord-Sud et, au contraire, elle s'avance au sein des faciès Gattar dans le Sillon subsident de Gafsa, où des niveaux de type Bahloul très nets ont été décrits aux Jebels Chemsî et Berda.

Plusieurs cas de transition peuvent se présenter :

- Calcaires en bancs minces mais pauvres en matière organique et non feuilletés : Est du Mrhila, près de Fom el Guelta.
- Présence de minces lits à faciès Bahloul en-dessous de la barre à faciès Gattar : flanc occidental du Mrhila.
- Intercalation d'une ou deux barres dolomitiques à faciès Gattar au sein de la Formation Bahloul (Fig. 7) : région à l'Ouest de Thala.
- Faciès Bahloul développé au-dessus d'un niveau de type Gattar : Jebel Berda au S-E de Gafsa.

L'excursion a visité les Jebels Mrhila et Semmama et le secteur de Thala.

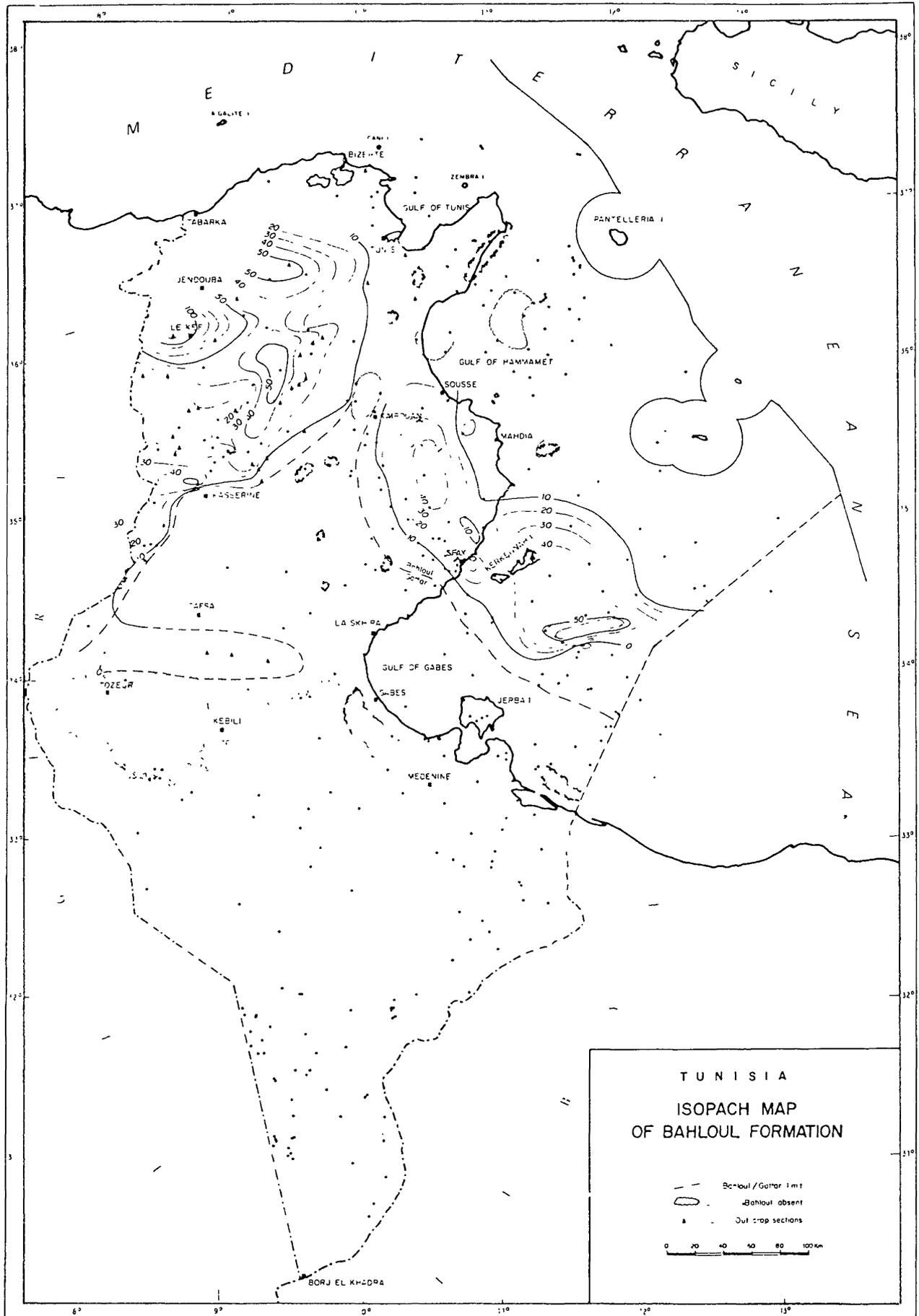


FIG. 4 b - Carte en isopaques de la Formation Bahloul et de ses équivalents latéraux. (BEN FERJANI *et al.* 1990)



FIG. 5 - La Formation Bahloul à la localité type. Remarquer la patine blanche et la couleur noire du calcaire fraîchement cassé.

## L'EXCURSION

### 1. PREMIERE PARTIE (P.-F. Burolet)

#### 1. 1. Premier jour : Tunis - Maktar - Rohia - Sbeitla

Sortie de Tunis par le Pont de Carthage et l'autoroute. Prendre la route de Kairouan par Le Fahs (P3).

Km 17. La Mohammedia. Ruines de palais construits au XIXe siècle mais inachevés.

Km 21. On voit l'aqueduc romain qui alimentait Carthage avec l'eau du Jebel Zaghouan. A gauche l'aqueduc arabe qui traversait la vallée de l'Oued Miliane en siphon.

Km 30. On continue à droite, en laissant à gauche la route de Zaghouan. En avant le Jebel Oust est un

gros dôme de Jurassique entouré d'une vaste auréole de Crétacé inférieur (Formation M'Cherga).

Km 32. Village de Cheilus.

Km 34. Pont sur l'Oued Miliane. Argiles barrémiennes. On suit pendant plusieurs kilomètres les marnes et calcaires barrémiens.

Km 43. Bir M'Cherga.

Quatre kilomètres après on entre dans une zone cénozoïque où l'on voit successivement les Grès de Fortuna oligocènes, les marnes de Souar (Eocène) et le Calcaire de Metlaoui à faciès Bou Dabbous (Yprésien).

A partir du km 55 on entre dans un secteur plus complexe avec une extrusion de Trias puis des affleurements de Crétacé inférieur.

Km 60. Passage à niveau. On entre dans l'agglomération du Fahs.

Km 63. A la sortie, prendre à droite la route P4. Plaine alluviale correspondant à un fossé d'effondrement transversal.

Km 73. On monte sur la bordure méridionale du fossé; Crétacé inférieur et moyen. Plateau du Jebel Mansour : argiles sénoniennes de l'Aleg. La route aborde ensuite une série de virages dans les collines boisées de calcaire crayeux de l'Abiod; Campanien et Maastrichtien. Descente à travers le Paléocène et les calcaires yprésiens vers le synclinal de l'Oued el Kebir : argiles de Souar de l'Eocène moyen et supérieur.

Km 87. Prendre à gauche la route C46. On sort du synclinal en traversant l'Eocène, puis l'Abiod. La route serpente dans des collines crétaées entre le Jebel Chirich à l'Est et le Nord du Jebel Bargou à l'Ouest.

Km 110. Carrefour avec la piste Bargou-Sbikha ; c'est l'extrémité septentrionale du grand synclinal d'Ousseltia. Argiles et lumachelles d'huîtres éocènes de Souar.

Km 115. Ksar Lemsa. Forteresse byzantine.

Km 122. Oued Maarouf ; on se trouve dans les Grès de Fortuna oligocènes.

Km 136. On rejoint la route Kairouan-Ousseltia et on continue sur la droite.

Km 148. Ousseltia.

A la sortie de l'agglomération, prendre la route à gauche vers El Haffouz. Vastes surfaces de croûtes quaternaires.

Km 158. Carrefour avec la route P12, tourner à droite vers Maktar. Paysage typique des Grès de Fortuna fluviatiles à large stratification entrecroisée, grosses dragées et bois fossiles. (Oligocène supérieur à Aquitanien). On aperçoit devant le plateau de la

Coupe du Jebel Ben Younes

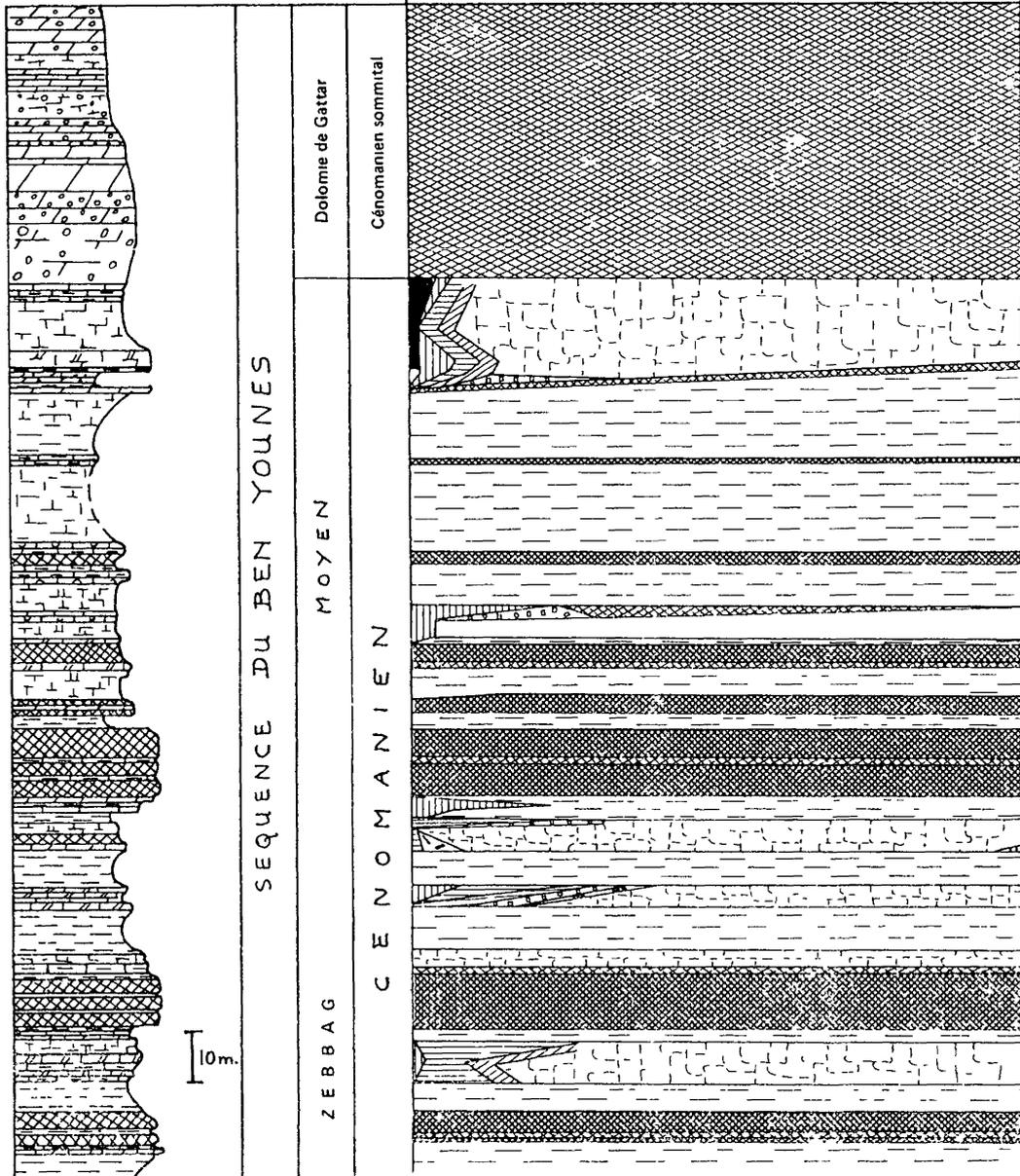
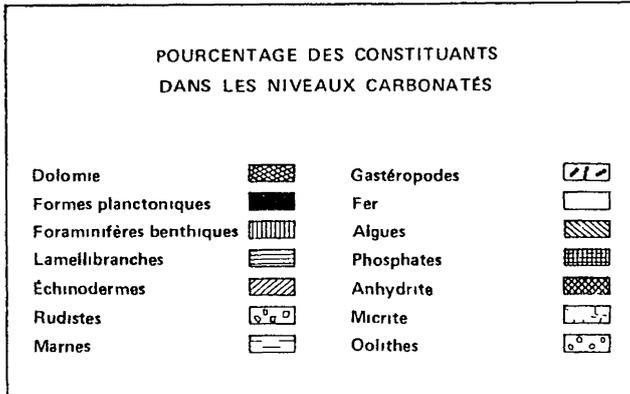
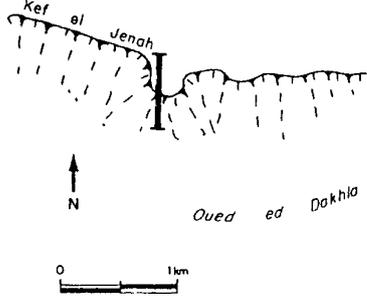


FIG. 6 - Pourcentage des constituants dans les niveaux carbonatés du Cénomamien.

Kessera. On traverse successivement le Fortuna inférieur (marnes, calcaires gréseux et grès de l'Oligocène) puis la Formation Souar, argiles et lumachelles de l'Eocène.

Km 168. Tunnel de Garia creusé dans le calcaire de Metlaoui vertical (Eocène inférieur) ; c'est la localité type du faciès Garia à Nummulites. On pénètre dans l'anticlinal de l'Oued Bahloul : Formations Abiod et Aleg.

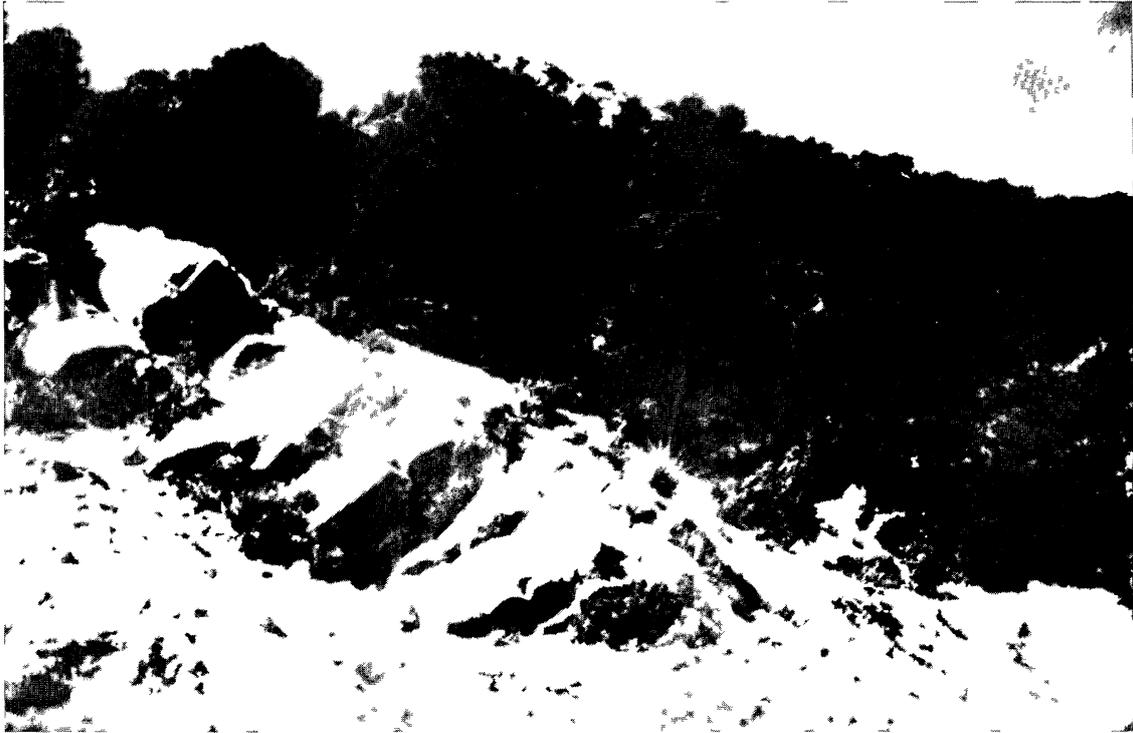


FIG. 7 - Coupe de Sif el Kohol, à l'Ouest de Thala (Arrêt 6). Grosse barre de faciès Gattar intercalée dans le faciès Bahloul. Sur la crête du second plan, le Calcaire de Bireno.

Km 180. Le village de Kesra la Nouvelle.

Km 186. Prendre à gauche la piste pour gagner le coeur de l'Anticlinal. On traverse un glacis couvert de Quaternaire, puis des affleurements des marnes de l'Aleg et on s'arrête à l'affleurement de la Formation Bahloul ; on descend dans l'Oued à l'Est pour observer la coupe.

**Arrêt 1 :** On notera les niveaux bioclastiques glauconieux et phosphatés à la partie inférieure et les niveaux bioturbés dans les lits supérieurs, juste sous l'Annaba. Voir figure 6 : analyse géochimique due à L. MOHSEN (1990). On passe près de l'emplacement du Forage SEREPT Oued Bahloul N°1 qui avait trouvé un peu de gaz combustible dans la Formation Serdj (Aptien).

Retour à la route que l'on prend jusqu'à Maktar. Après quelques affleurements d'Aleg, on traverse l'Eocène supérieur : argiles de Souar à gros bancs de lumachelles d'huîtres, puis les Grès de Fortuna jusqu'à Maktar, km 197.

On traverse la ville pour prendre la petite route vers Rohia. Plateau quaternaire encroûté puis affleurements de Maastrichtien, Paléocène et Eocène inférieur.

Km 204. Prendre à gauche la piste de Sekarna. On reste dans des affleurements assez fragmentés d'Eocène jusqu'à une faille majeure (El Habsa), km 210, nous faisant pénétrer dans l'anticlinal de Massanerh.

**Arrêt 2 :** Km 211,5. On s'arrête à l'Oued Massanerh près de Sidi Yacoub pour voir le site de l'anticlinal et un affleurement pittoresque de Bahloul.

**Attention site escarpé dangereux !**

A la partie supérieure du Bahloul, très marneuse, empreintes aplaties d'Ammonites : *Pseudaspidoceras flexuosum*. La piste serpente dans des ravins et des collines formées de Fahdene et de Bahloul très faillés ; importants glacis pléistocènes conglomératiques encroûtés au sommet. On passe successivement aux vieux bordjs de Sidi Debbiche et au petit village d'Ain Zenaid.

Prendre à gauche la piste qui descend vers la vallée au Sud-Est et traverse l'Oued el Hassek encaissé dans les marnes de Fahdene (Km 219).

**Arrêt 3 :** 1,5 km plus au Sud, on s'arrête pour voir la partie supérieure de la Formation Bahloul, formant une voûte périclinale. A l'Est on voit se développer une crête formée par le Calcaire du Bireno ; c'est sa première apparition nette en venant du Nord. On notera à la partie supérieure du Bahloul des bancs massifs de calcaires noir à patine blanche, des empreintes de grandes Ammonites et des traces nombreuses : pistes et terriers, *Pseudaspidoceras flexuosum*, *Mammites* sp.

La piste monte ensuite vers un col à l'Est du Jebel Bou Rorba : marnes éocènes de Souar où l'on va rester jusqu'au hameau de Fondouk Debbiche (km 226).

On descend dans le fossé de Rohia : alluvions

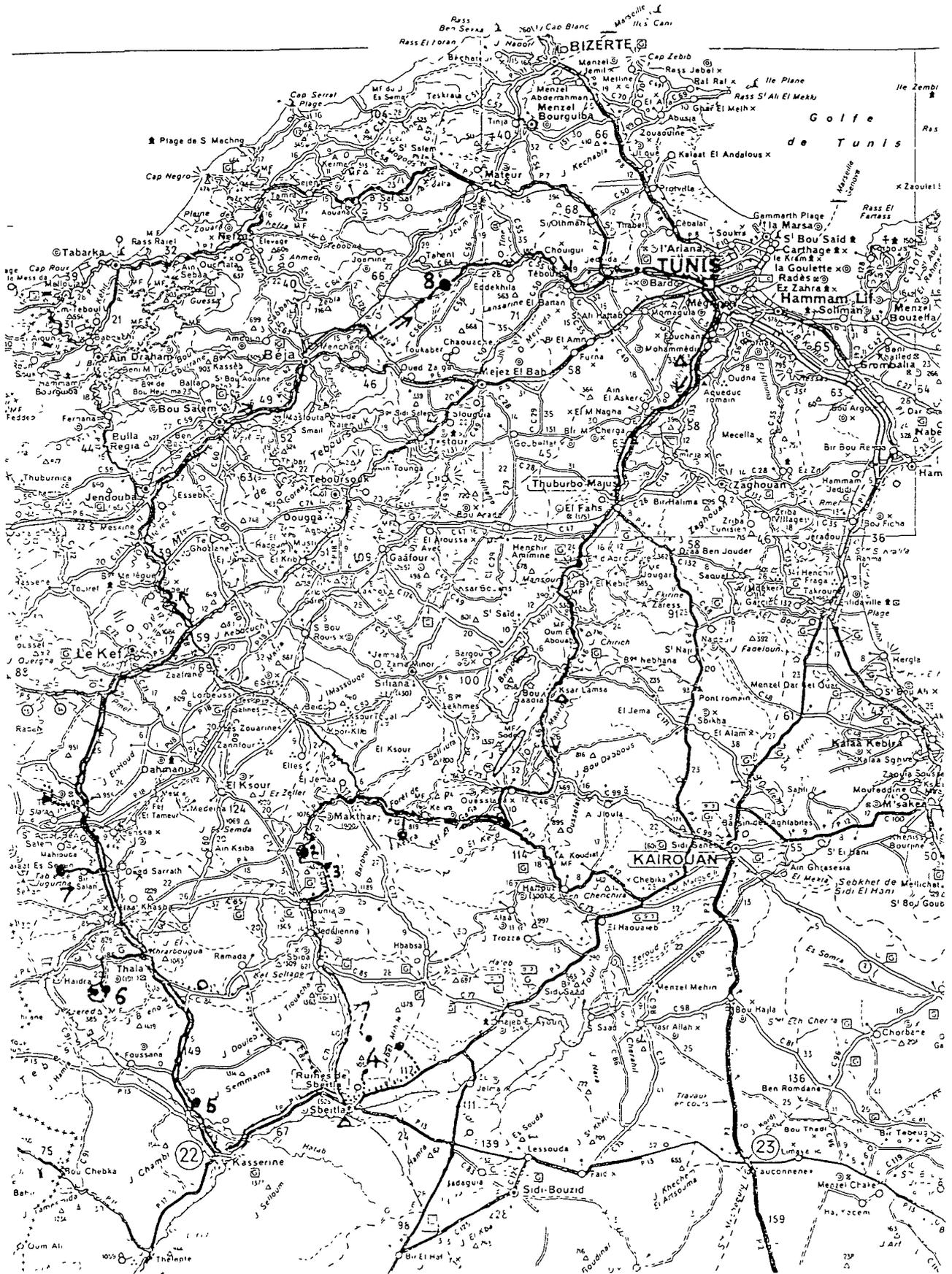


FIG. 8 - Carte de l'excursion.

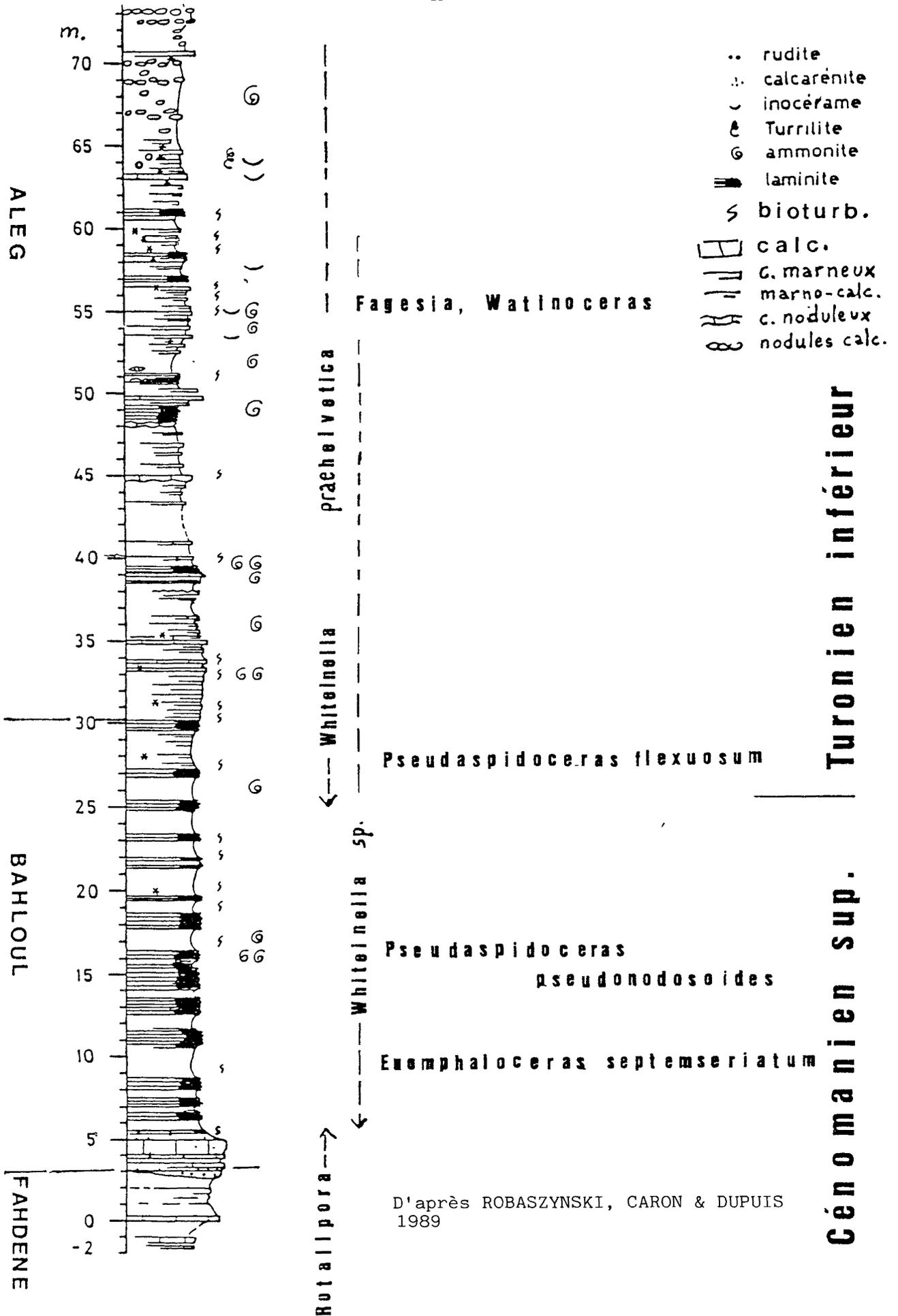


FIG. 9 - Coupe schématique de l'Oued Bahloul. Epaisseurs estimées. P.F. BUROLLET, H. CHANDOULI, M.H. ACHECHE & M. SAIDI, 1991.

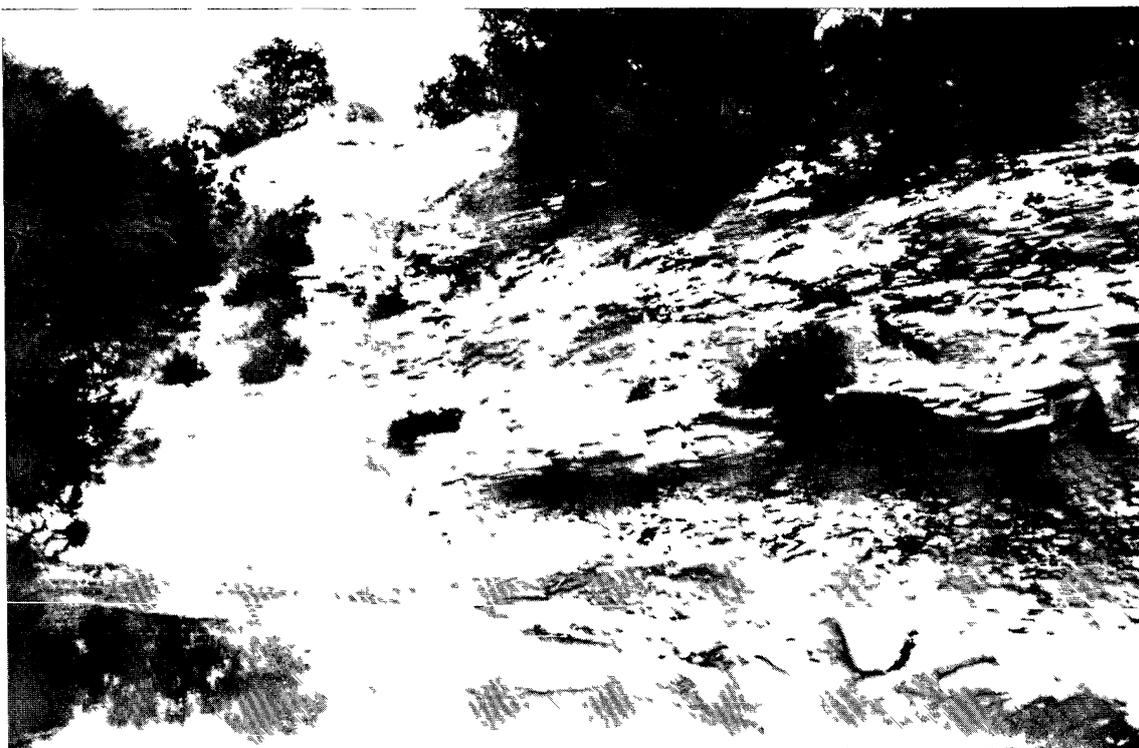


FIG. 10 - La partie supérieure de la Formation Bahloul, à la localité type, surmontée par les Marnes de l'Annaba.

récentes.

Km 232 : Rohia. Prendre à gauche la route C71 vers Sbeitla.

Km 246 : Sbiba. Continuer vers le Sud. La route quitte le fossé pour longer un vaste synclinal rempli de Miocène supérieur entre le Jebel Mrhila à gauche (Est) et les Jebels Tiouacha et Semmama à droite (Ouest).

Km 286. : Sbeitla.

## 1.2. Deuxième jour : Sbeitla - Mrhila - Kasserine - Semmama - Thala - Sbeitla.

Cette journée est consacrée aux faciès de transition, le Sud du Mrhila étant même très proche des faciès de plate-forme interne.

A l'heure où nous écrivons ce livret, les pluies de l'automne 1990 et de l'hiver 1991 ont endommagé les pistes forestières du Mrhila et les secteurs les plus remarquables sont d'un accès très difficile. La figure 14 est un petit schéma dû à J. TOUIR montrant les principales coupes et la structure générale du Jebel Mrhila.

La figure 15 est un log synthétique résumant les principales unités du Crétacé supérieur (TOUIR *et al.* 1989). On y voit que la Formation Fahdene, mameuse, riche en huîtres et en plaquettes à *Thomasinella punica* se termine par un niveau calcaire bioclastique que les auteurs assimilent au membre Gattar. A sa partie inférieure, les calcaires et les marnes contiennent des *Hedbergella* et des *Schackoina*, ainsi que l'ostracode

*Amphicytherura distincta*. Au Sud du Khanguet Fra Abdallah, il existe un mince niveau à faciès Bahloul un peu en-dessous de cette barre calcaire.

A l'Est du Mrhila, près de Foum el Guelta, les marnes du Cénomaniens supérieur sont surmontées de calcaires blanchâtres en lits décimétriques, attribués au Turonien inférieur par l'ammonite *Thomasites rollandi* TH. et PERV. var *globosa* PERV.

Sur le flanc occidental, les Marnes de l'Annaba débutent avec une microfaune rappelant celle du Bahloul classique : *Whiteinella archaeocretacea*, *Wh. aprica*, *Wh. paradubia*, *Heterohelix globulosa*, et des ostracodes qui indiqueraient le Turonien inférieur. La figure 16 représente la coupe du Cénomaniens du flanc Ouest, établie par S. RAZGALLAH-GARGOURI.

**Arrêts 4 et 4bis :** Suivant le temps et l'état des pistes nous avons trois possibilités :

- Arrêt 4bis : la coupe de Fra Abdallah et Sif, que l'on peut aborder par l'extérieur du massif, en remontant à pied à travers l'Abiod, l'Aleg, le Bireno et l'Annaba ou par la piste interne ;

- Arrêt 4 : la coupe de Foum el Guelta, sur le flanc oriental, que l'on peut aussi atteindre par l'extérieur;

- L'affleurement en contrebas de Lalla Kredidja, accessible par la piste forestière du Sud, où l'on peut voir le faciès Gattar.

Dans le temps imparti il n'est pas possible de voir plus de deux de ces stations.

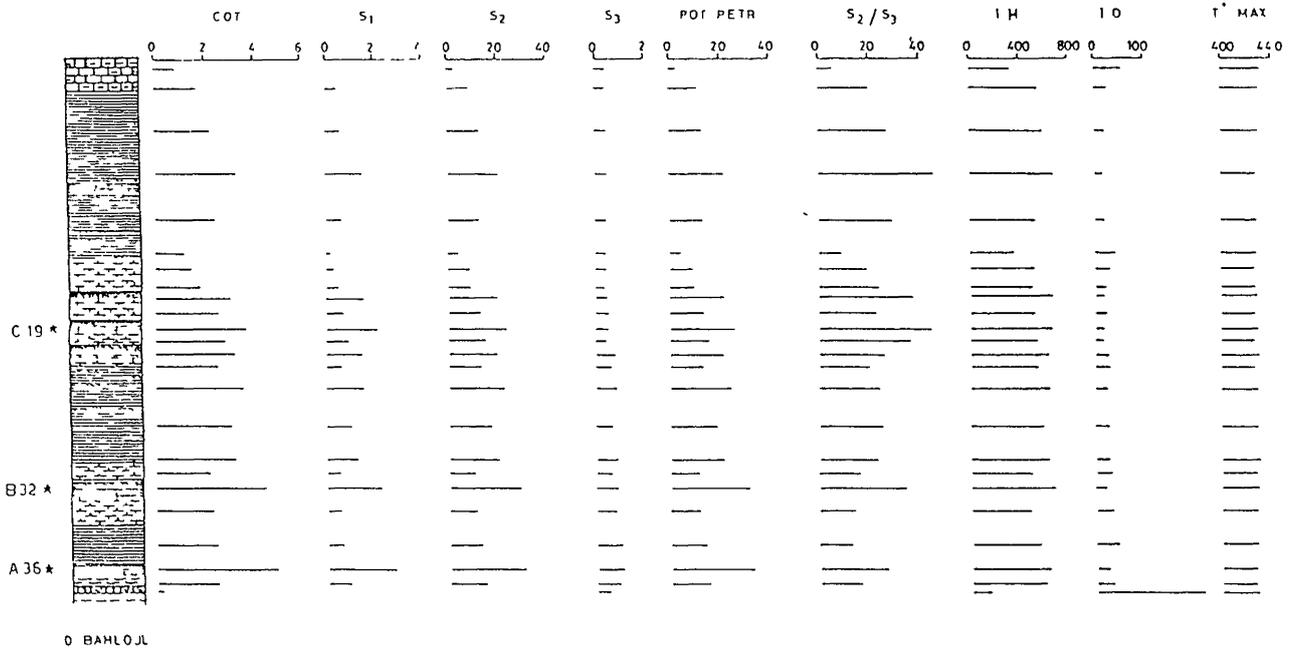


FIG. 11 - Bahloul. Géochimie, d'après LAYEB MOHSEN.

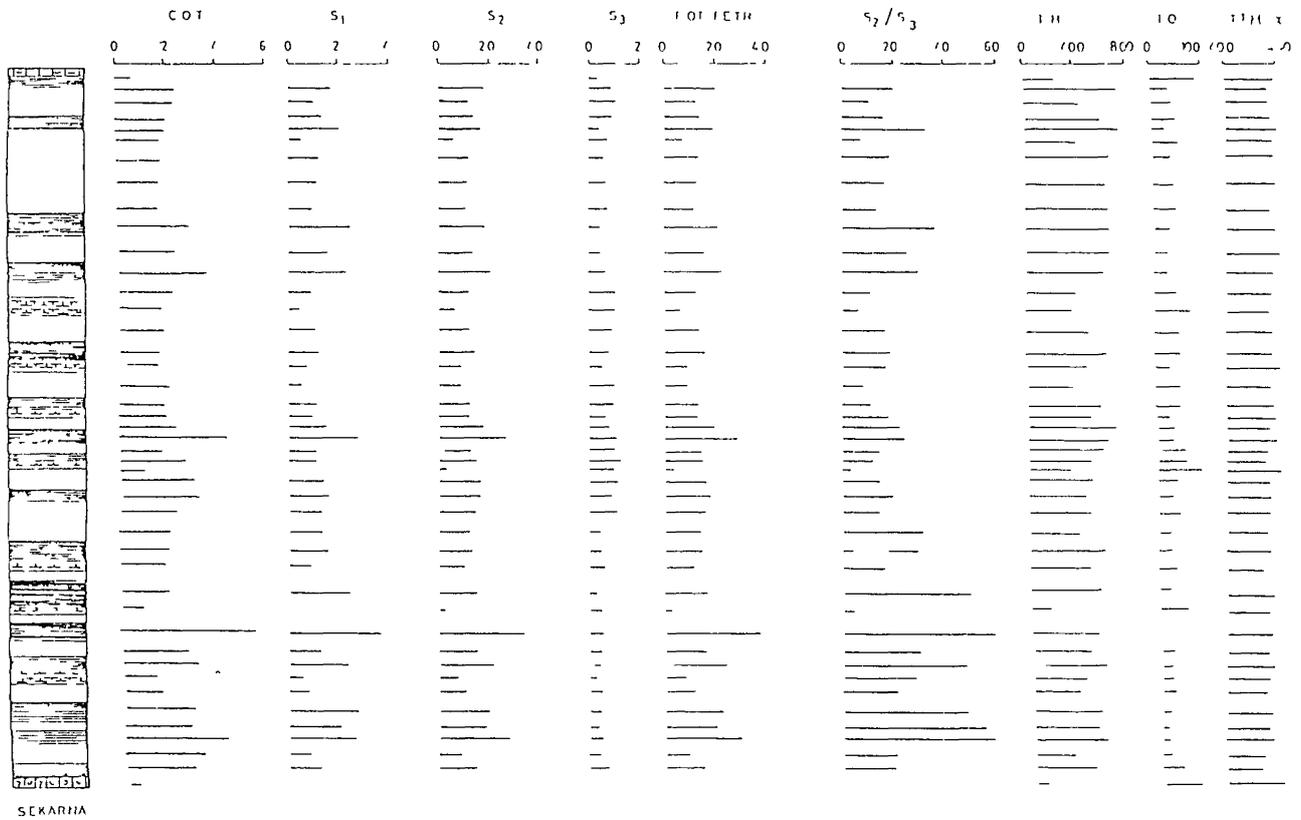


FIG. 12 - Sekama Géochimie, d'après LAYEB MOHSEN.

Après l'étude du Mrhila, retour à Sbeitla. Prendre la route vers Kasserine.

Km 38. Kasserine. A la sortie, prendre à droite la route P17 vers le Nord.

Km 48. Le col de Kasserine (Kasserine Pass)

célèbre par les combats pendant la seconde guerre mondiale. Entre le Jebel Chambi au Sud-Ouest et le Jebel Semmama au Nord-Est. On longe la falaise aptienne du Semmama.

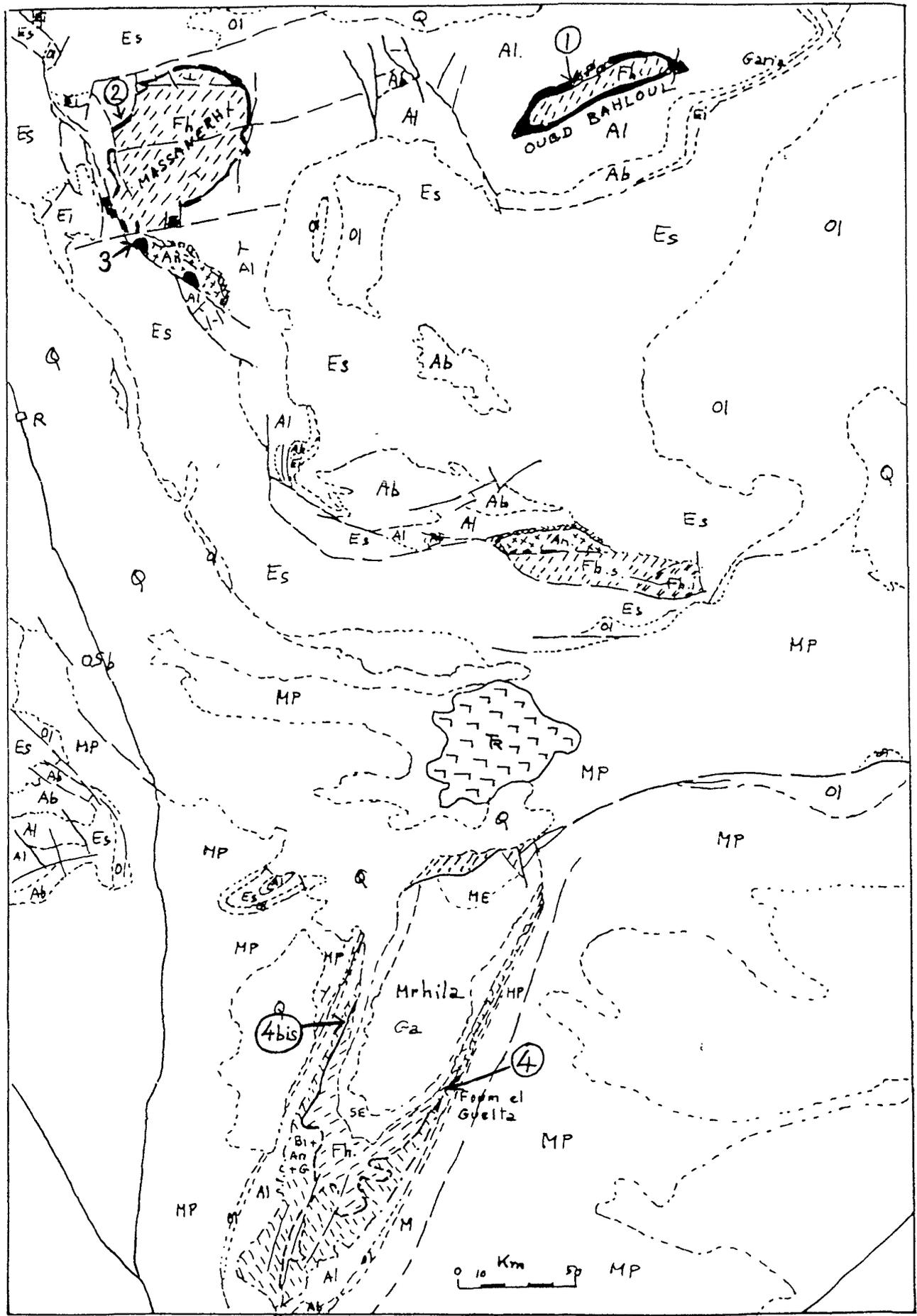


FIG. 13 - Schéma Sekama. (d'après GUIRAND, Aquitaine, SEREPT)

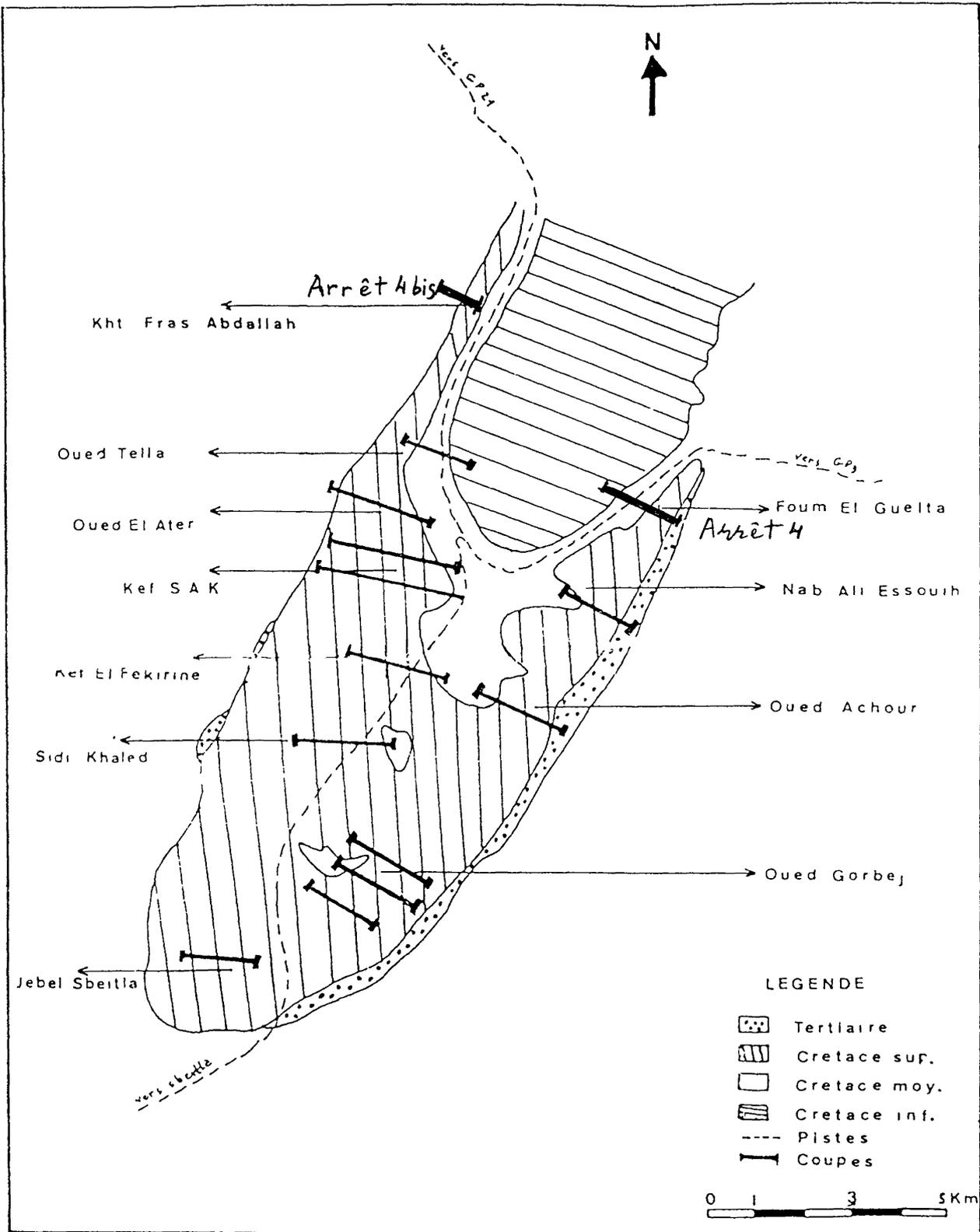


FIG. 14 - Jebel Mrhila Localisation des coupes (d'après J. TOUIR, 1986)

l'Oued Trif est creusé dans les Marnes de l'Annaba couronnées par le Calcaire du Bireno. Le Bahloul est pratiquement absent, représenté par une dalle décimétrique de calcaire micritique.

On se reportera aux travaux de BOLTENHAGEN

et de BISMUTH et à la figure 17.

On continue la route P 17 après le Jebel Semmama, puis un large synclinal miocène avant de rejoindre au km 75 l'axe des anticlinaux de Bireno à l'Ouest et de Ksar Tlili à l'Est, puis on monte sur le plateau de Thala

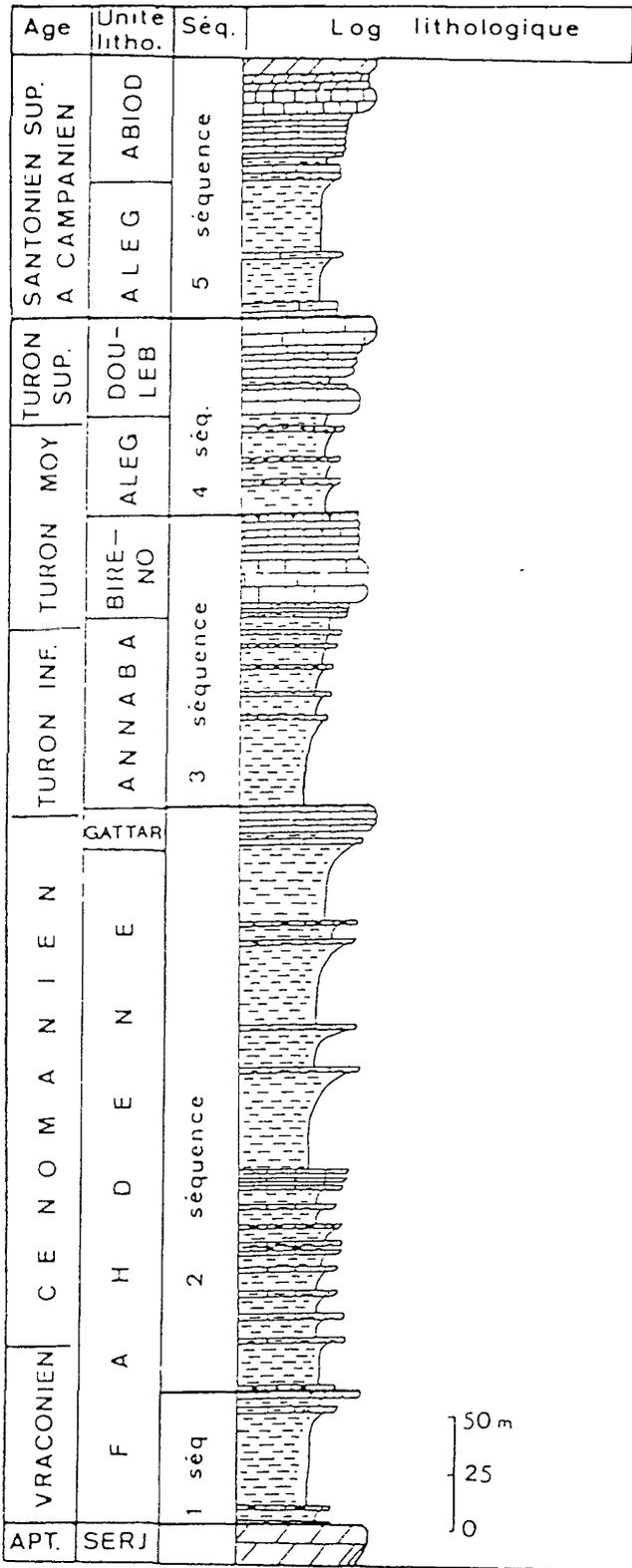


FIG. 15 - Les séquences du Crétacé supérieur du Jebel Mrhila.

: calcaire crayeux campanien et maastrichtien de l'Abiod couvert d'Eocène moyen à supérieur à faciès Souar.

On redescend du plateau pour arriver à la ville de Thala (km 86). A la sortie de Thala, on prend vers

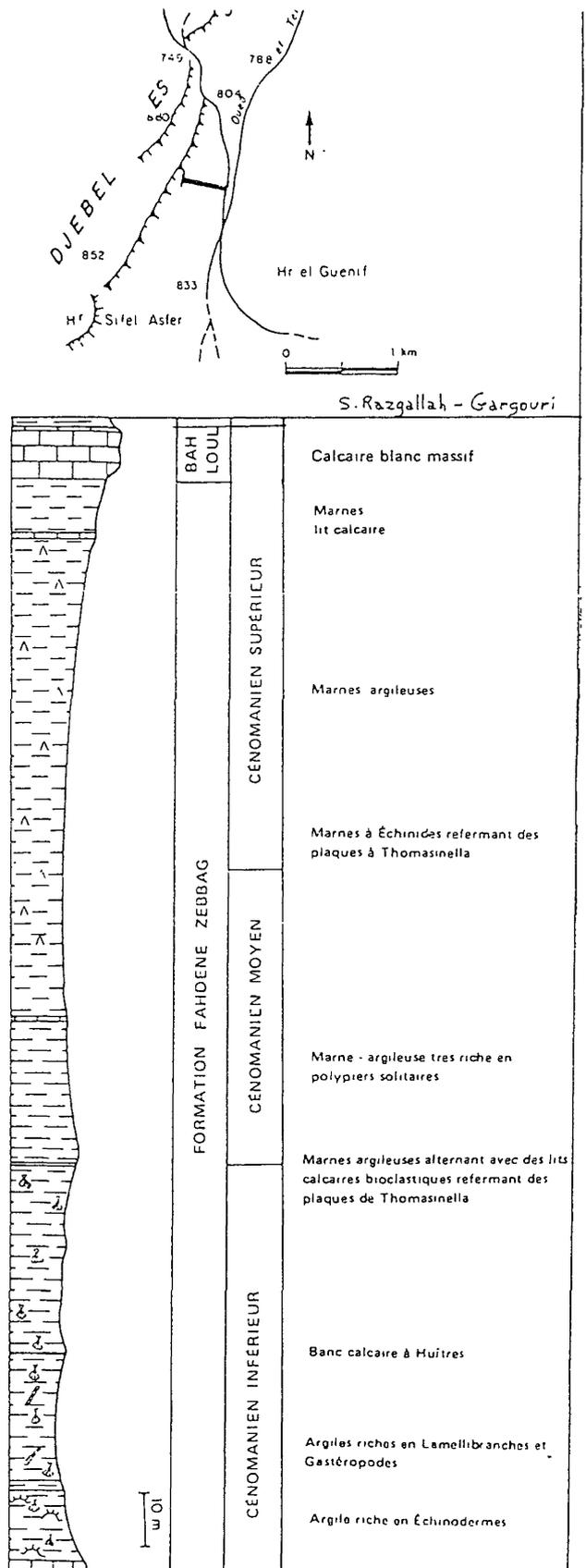


FIG. 16 - Coupe du Mrhila Ouest. (d'après S. RAZGALLAH-GARGOURI).

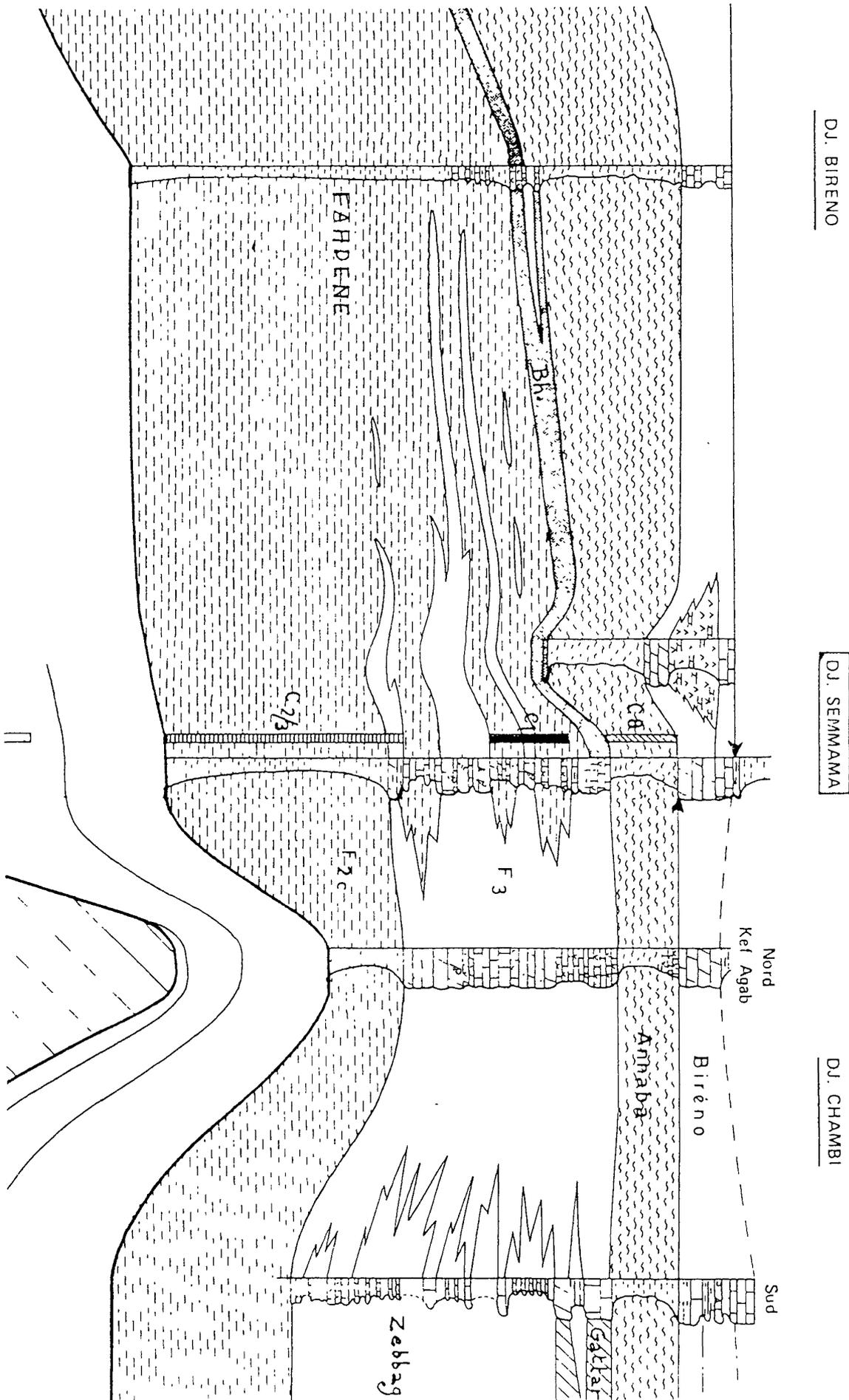


FIG. 17 - Corrélation des coupes dans le secteur du Semmama. (d'après BOLTENHAGEN).

l'Ouest la piste directe d'Haïdra C85. Elle circule généralement dans le Quaternaire mais des affleurements de marnes sénoniennes Aleg sont rencontrés dans les vallées ou le long des collines boisées.

Dix kilomètres après (km 96), près du Marabout de Mohammed ben Chafai, on prend la piste qui descend du Sud vers le Jebel Ajred. On roule dans une plaine quaternaire. A droite on voit le relief tabulaire du Jebel Antza, formé par les calcaires de l'Abiod surmontant des marnes de l'Aleg (Santonien-Campanien inférieur). On prend une piste sur la droite qui va contourner l'extrémité méridionale du Jebel Antza, les Koudiat ech Chouar et ez Zoribia.

On rencontre une piste large, en meilleur état qui vient d'Haïdra et on la prend vers le S-SE pour arriver au défilé du Sif el Kohol taillé dans le Calcaire de Bireno. Sur le flanc méridional on s'arrête pour examiner le Bahloul.

## 2 - DEUXIEME PARTIE : TROISIEME JOUR (P.-F. Burollet)

Le troisième jour sera consacré à la coupe de Kalaat es Snam : c'est la seconde partie de cette excursion.

L'accès jusqu'à Thala (Km 86) est identique à celui du deuxième jour. On poursuit la route P 17 vers le Nord.

Km 96: Kalaat Khasba. Collines éocènes de Calcaire à Nummulites surmontant des couches de phosphates qui ont donné lieu à une active exploitation qui est maintenant sur le déclin (km 135).

Km 109 où l'on prend la piste à gauche vers Bir Salah. **Arrêts 7.**

Après la visite du point 7 on repart au Nord vers Tadjerouine.

Km 156: Tadjerouine; prendre à gauche (Ouest) la piste de la Gara, pour observer le Bahloul à l'arrêt 7 bis, très semblable à celui de Kalaat Snam (= Kalaat es Snam), mais moins épais. Retour à Tadjerouine et continuer la route P 17 vers le Nord. On traverse une zone formée de Crétacé supérieur (Aleg et Abiod), dominée au Nord-Ouest par le Jebel Garn Halfaya.

Km 181. On rejoint la route P5 qui vient d'Algérie. Collines éocènes puis plaine alluviale du Kef. On évite la ville pour arriver au carrefour de la route P17.

Km 206. Prendre au Nord. Collines crétacées et triasiques de Nebeur, puis molasse du Miocène supérieur.

Km 221. Oued Mellègue. Plaine alluviale de la Medjerda.

Km 233: Jendouba; fin du troisième jour.

## 3 - LE CÉNOMANIEN-TURONIEN DE LA RÉGION DE KALAAT SENAM (F. Robaszynski)

Les sections visitées au cours de l'excursion ont été levées lors de plusieurs missions supportées par les Sociétés SNEA(P) puis EXXON et avec l'aide logistique constante de la SEREPT. Le métrage, la description, l'échantillonnage et la récolte de macrofossiles ont été réalisés avec M. CARON et C. DUPUIS, avec l'intervention de F. AMEDRO et M. BEN YAYA. Les données relatives aux ammonites sont la part de F. AMEDRO, celles des foraminifères planctoniques de J.M. GONZALEZ DONOSO et D. LINARES et celles des microfaciès de M. CARON. L'interprétation séquentielle a été menée avec et sous le contrôle de J. HARDENBOL. Une partie des données et des interprétations est publiée dans trois articles récents, l'un au *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 1990, 14, 1, le second au *Bull. Soc. géol. France*, 1990, 8, VI, 6, le dernier dans *Cretaceous Research* (HARDENBOL *et al.*, à paraître, Colloque de Grenoble sur la limite Cénomanien-Turonien).

La journée réservée à la région de Kalaat Senam est destinée à examiner une série allant du Cénomanien moyen au Turonien moyen, en prêtant une attention particulière à la transition Cénomanien-Turonien. Au passage, on examinera en outre la limite Albien-Cénomanien particulièrement bien exposée dans le secteur considéré.

Les sections sont indexées avec des lettres (HML : oued Hammadja Lachdar, KD = Koudiat Dellal, SM = oued Smara, ZT = oued Zitoune, cf. fig. 18, les chiffres indiquent le métrage, le zéro étant toujours placé à la base de la coupe. Exemple : KD 136,5 représente le niveau de la coupe du Koudiat Dellal, à 136,5 mètres en épaisseur réelle au-dessus de la base de la coupe (cf. fig.19 et fig.20). Ci-dessous les affleurements sont présentés suivant l'ordre stratigraphique normal.

### 3.1. Les Formations

La dénomination des formations et des membres tient compte des critères utilisés par BUROLLET *et al.* (1954), BUROLLET (1956) et FOURNIE (1978), selon les descriptions suivantes.

- **Formation Fahdène** : "très puissante série d'argiles et de marnes grises ou noires, marines, présentant un certain nombre de bancs de calcaire ou de calcaire marneux dont certains ont la valeur stratigraphique de bancs repères" (BUROLLET, 1956, p. 67 ; développé de BUROLLET *et al.*, 1954 ; repris sans modification par FOURNIE, 1978).

- **Formation Bahloul** : "Calcaires finement lités et généralement feuilletés ou cartonnés, marneux en de nombreux lits, alternant parfois avec quelques marnes. Ils sont bruns, gris foncé ou noirs, devenant blancs en

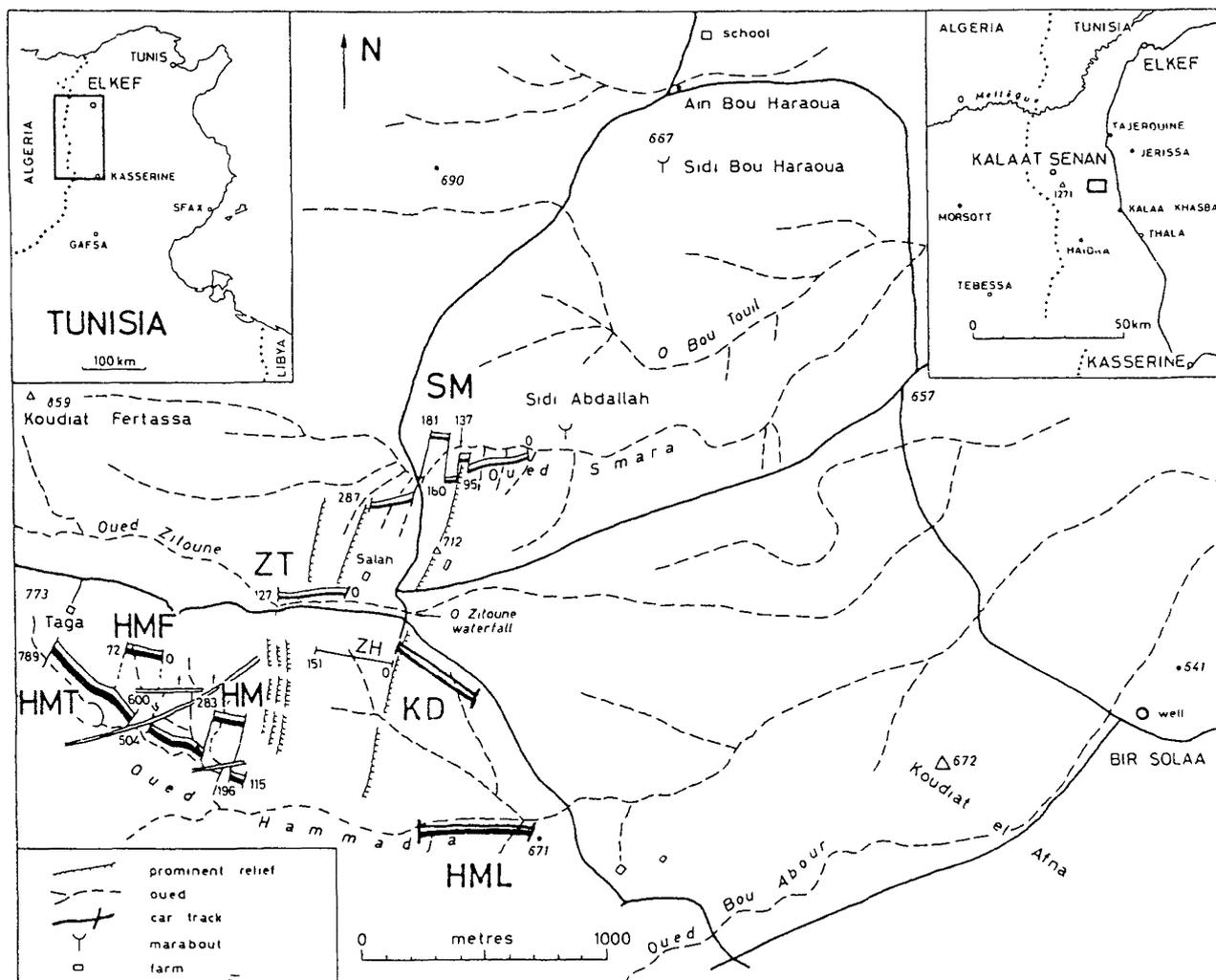


FIG. 18 - Situation géographique des coupes du Cénomano-Turonien dans la région de Kalaat Senan avec position de la coupe HML pour la limite Albien-Cénomaniens (extrait de ROBASZYNSKI *et al.*, 1990b modifié).

surface à l'altération ; lorsqu'ils sont cassés au marteau ils dégagent une forte odeur bitumineuse. Les surfaces de stratification présentent de fréquentes empreintes aplaties d'Ammonites et très rarement des restes de Poissons (...). Cette unité n'est pas très résistante, mais elle forme généralement un ressaut dans la topographie entre les deux larges ensembles argilo-marneux qui l'entourent." (BUROLLET, 1956, p. 81 ; développé de BUROLLET *et al.*, 1954 ; repris sans modification par FOURNIE, 1978).

- **Formation Aleg sensu lato** : "Épaisse séquence d'argiles et de marnes avec des intercalations plus ou moins nombreuses et épaisses de calcaires et de calcaires marneux. La formation Aleg repose (...) sur les calcaires feuilletés du Bahloul. Elle est recouverte par les calcaires de l'Abiod." (BUROLLET, 1956, p. 101 ; développé de BUROLLET *et al.*, 1954 ; repris par FOURNIE, 1978). La base de la Formation a été subdivisée en deux membres : les Membres Annaba et Bireno.

- **Membre Annaba** : "Entre le calcaire du Bireno et les couches feuilletées" (du Bahloul), "une séquence

d'argiles et de marnes grises, présentant souvent une faune assez riche du Turonien, a été nommée Annaba..." (BUROLLET, 1956, p. 92).

- **Membre Bireno** : "...calcaire massif ayant en moyenne 50 m d'épaisseur... Plus au Nord, le calcaire du Bireno perd beaucoup d'importance et n'est souvent formé que de quelques alternances de calcaires et de marnes." (BUROLLET, 1956, p. 92).

A une large échelle, ces définitions sont suffisantes pour repérer les différents faciès sur le terrain. Dans le détail, les limites des formations ou des membres sont parfois beaucoup plus délicates à trancher. Par exemple, dans la région étudiée, le début du membre Bireno a été fixé ici à SM 287 = ZT 20 mais, dès SM 265 ou ZT 5 commencent à se développer des marnes calcaires et des calcaires marneux qui acquièrent petit à petit le faciès Bireno. De même le début de l'Aleg sensu stricto n'est pas commode à fixer. Il a été pris ici à HM 143 parce que, de HM 143 à HM 184, c'est-à-dire sur plus de 40 m, des marnes succèdent à des calcaires appartenant nettement au faciès Bireno. Mais de HM 185 à HM 195, des calcaires réapparaissent puis

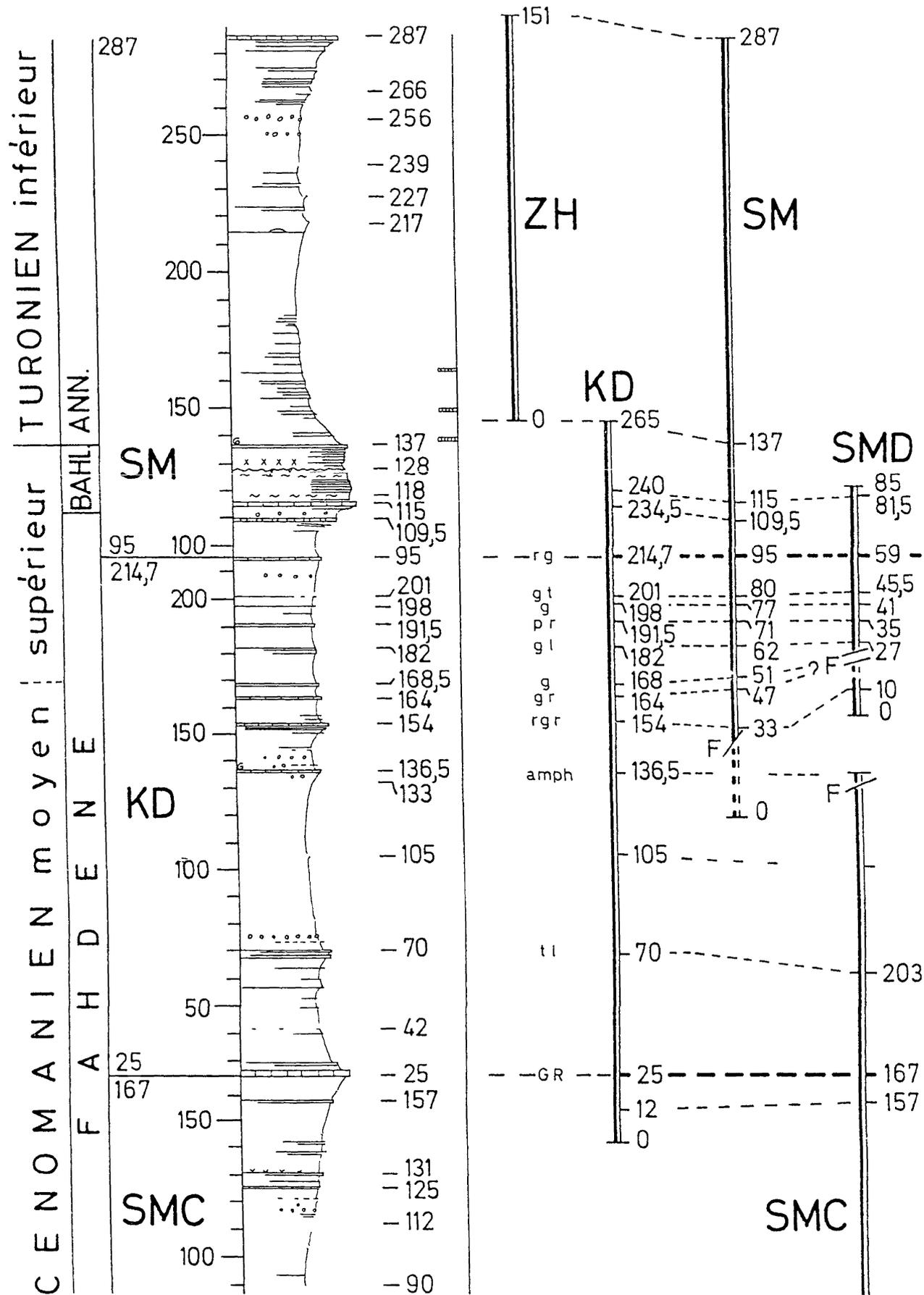


FIG 19 - Succession stratigraphique composite et relation avec les coupes partielles dans le Cénomano-Turonien de la région de Kalat Senan

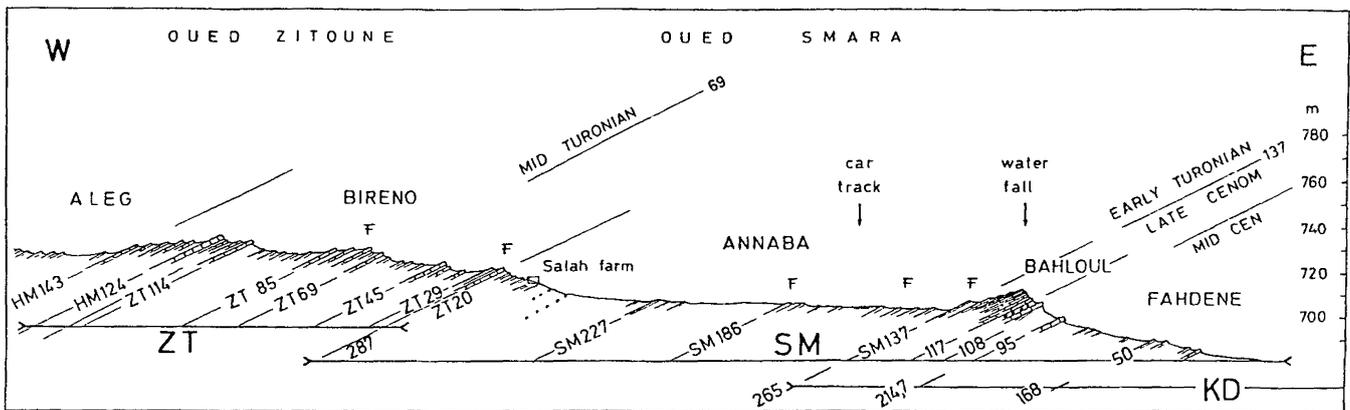


FIG.20 - Coupes projetées sur une ligne E-W de sections partielles dans le Cénomaniens moyen à Turonien moyen de la région de Kalaat Senan (in ROBASZYNSKI *et al.*, 1990 modifié).

reprennent le faciès Bireno.

Cette difficulté à poser précisément les limites entre les formations et les membres est certainement à l'origine des différences constatées entre les épaisseurs mesurées dans ce travail et celles publiées par BUROLLET (1956, p. 111) où l'ensemble b + c représentant l'Annaba mesure 176 m (150 m ici) et l'ensemble d représente un Bireno de 67 m (123 m ici). Pour l'Aleg *sensu stricto*, il est beaucoup plus difficile d'établir une correspondance valable. En effet, nous avons mesuré pour l'ensemble de l'Aleg *sensu stricto*, une épaisseur de près de 1200 m dont 537 m sont turoniens alors que le total e à j (Turonien à Campanien) n'est que de 732 m. Sachant que plusieurs failles découpent l'Aleg, il est probable que les épaisseurs données par BUROLLET soient des épaisseurs par défaut. Il en est de même pour des levés non publiés de BERTHE *et al.* (1954) ainsi que pour les informations consignées par PERVINQUIERE (1903, p. 101, p. 127) pour la région de Kalaat Senan. Ce dernier donne des épaisseurs toujours étonnamment sous-évaluées : 140 mètres pour "tout le Turonien" auxquels il faut ajouter quelques dizaines de mètres de marnes "sénoniennes" *sensu* PERVINQUIERE et qui sont turoniennes en réalité, contre plus de 800 m pour le Turonien mesuré dans le présent travail.

*Remarque à propos des termes lithologiques utilisés.*

Les calcaires et les marnes ont été subdivisés qualitativement chacun en trois classes. Les bancs de type 1 sont de véritables calcaires, cohérents, cimentés et résistants avec souvent, en surface, des indices de vannage et la présence de fossiles fragmentés. Ils sont en général bien dégagés par l'érosion et peuvent être facilement suivis sur le terrain. A l'opposé les calcaires de type 3 sont des calcaires marneux, aux limites mal tranchées avec les marnes encaissantes et dont le profil est largement émoussé par l'érosion. Les bancs de type 2 sont intermédiaires avec un relief moins amolli que le type 3 mais nettement moins accentué que le type 1. Les marnes de type 1 sont les plus argileuses et se

délitent facilement à l'eau. Leur teneur en CaCO<sub>3</sub> est faible : de 10 à 30 % environ. C'est dans ces marnes que l'on trouve les microfossiles les mieux préservés. A l'opposé, les marnes de type 3 sont très carbonatées et rejoignent par leur aspect les calcaires de type 3 auxquels elles passent progressivement. Toutefois elles ne forment pas des reliefs comme peuvent le faire encore les calcaires de type 3. Les marnes de type 2 sont des marnes calcaires intermédiaires entre des marnes facilement délitables et des marnes calcaires "sèches" très difficilement délitables.

### 3. 2. La limite Albien-Cénomaniens : coupe HML

L'oued Hammadja a érodé des marnes sombres, dégageant ainsi la coupe HML (fig.18). Les couches sont orientées sensiblement N-S et ont un pendage de 20 à 30° vers l'Ouest. A partir de la piste franchissant l'oued Hammadja (HMA 58,5) et en remontant cet oued, on progresse régulièrement dans la succession où l'on distingue successivement plusieurs niveaux, soit du bas vers les haut :

- Une cinquantaine de mètres de marnes noires feuilletées (Albien supérieur, "Vraconien").
- Environ 150 m de marnes grises à ammonites de la "zone à *Stoliczkaia dispar*", en particulier des *Mortoniceras* à 4 tubercules par côte (*M. perinflatum*, "Vraconien" supérieur).
- Une quinzaine de bancs irréguliers et plus ou moins biseautés de calcaires marneux sur environ 12 m d'épaisseur. Les trois derniers bancs supportent des échinodermes fragmentés, des ammonites, des turrilites et des nodules phosphatés bruns. Les trois derniers bancs contiennent des nodules phosphatés centimétriques et de nombreux fossiles phosphatisés parmi lesquels des ammonites planispiralées et des turrilites. Dès le niveau phosphaté inférieur sont présents des *Mantelliceras* et des *Turrilites cf gravesianus* alors que *Turrilites schneegansi* apparaît plus haut. Suivant que l'on adopte l'apparition des

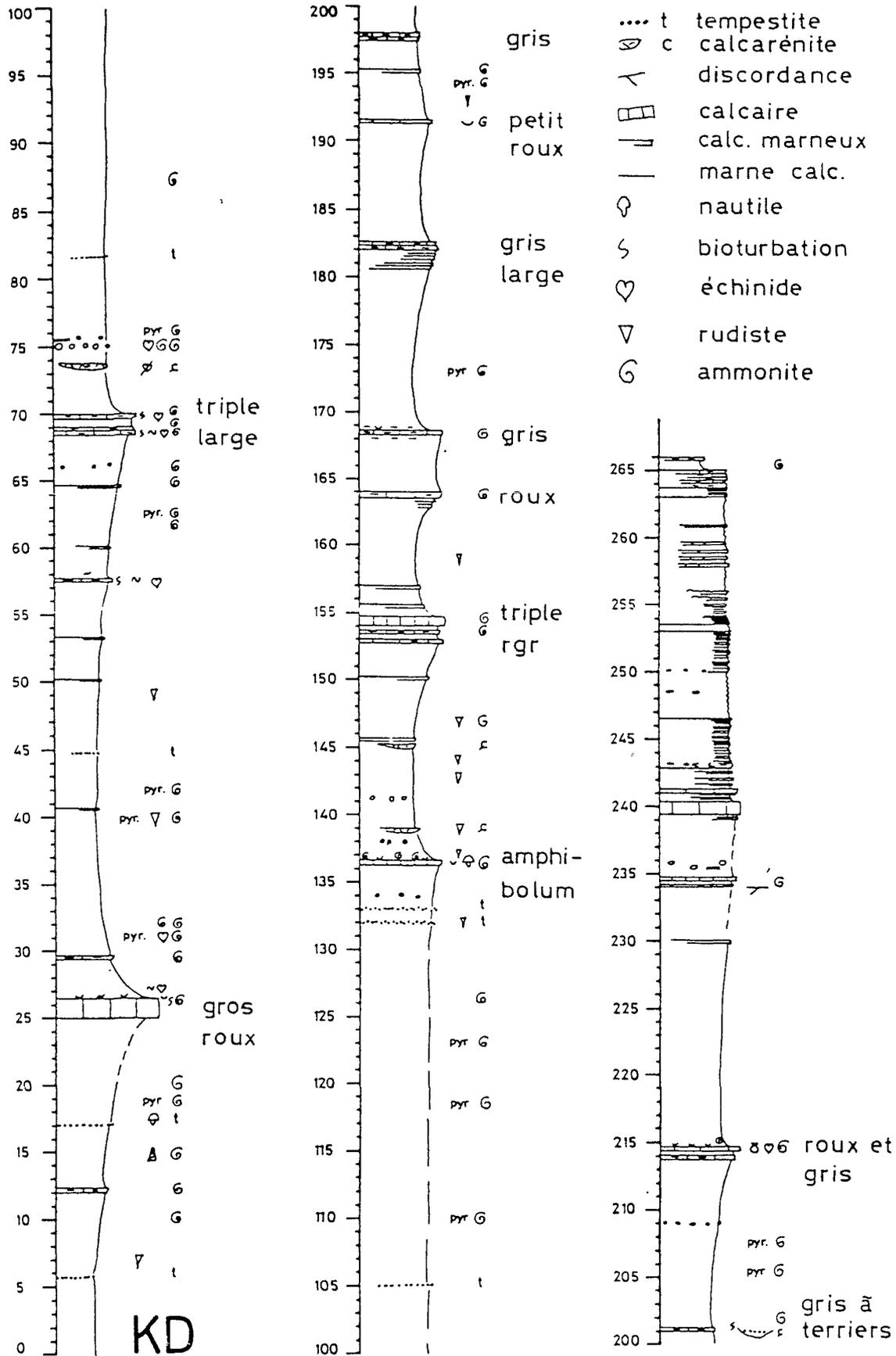


FIG. 21 - Coupe KD : succession lithologique et localisation des macrofaunes récoltées (Cénomanien moyen et supérieur).

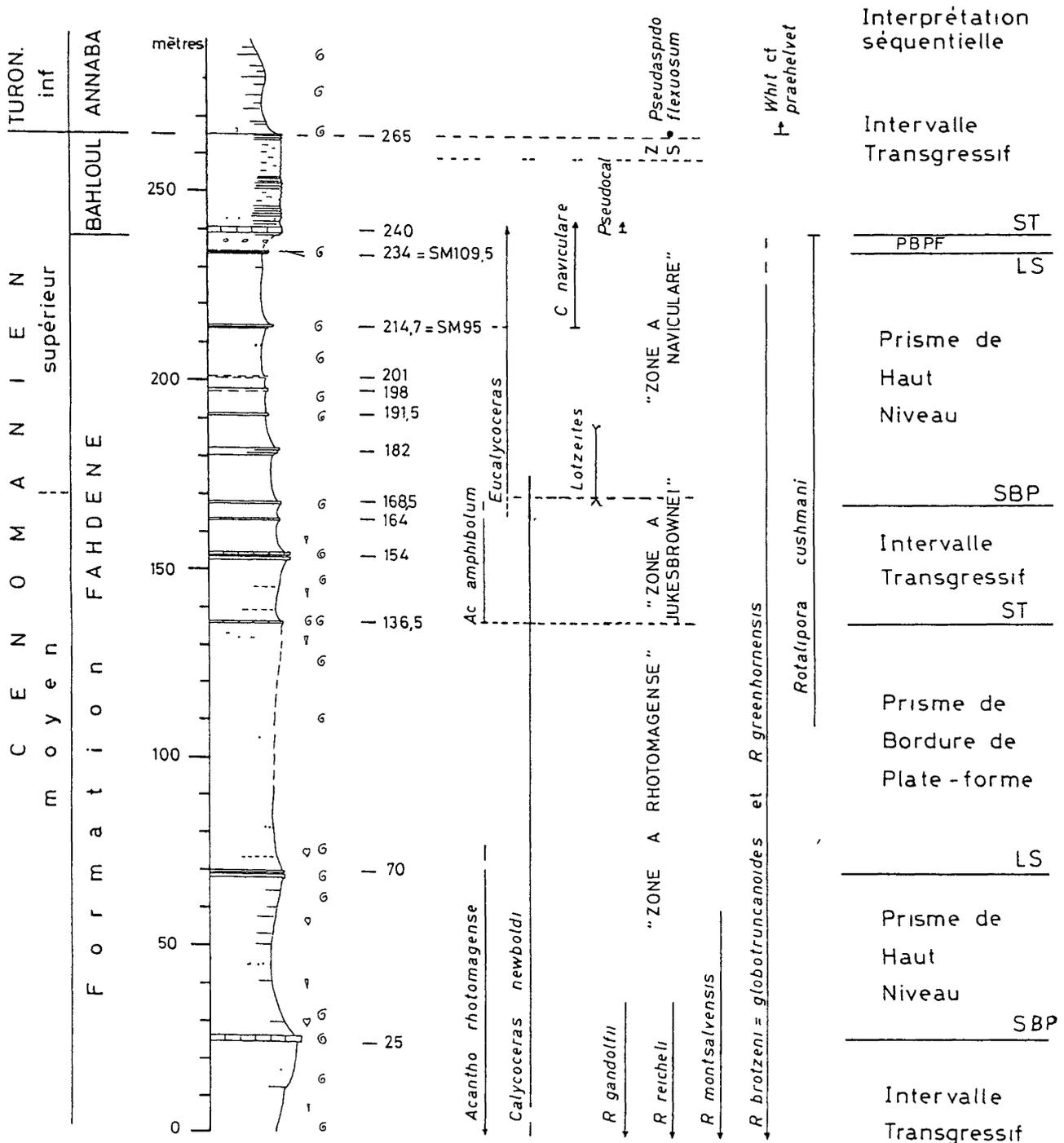


FIG. 22 - Coupe KD schématisée (Cénomanien moyen-supérieur et limite Cénomanien-Turonien) et interprétation séquentielle. L'ammonite *Lotzetes* a été récoltée latéralement dans une coupe voisine SMD. Ce genre étant associé à *Calycocheras naviculare*, marqueur du Cénomanien supérieur, on fait commencer ici le Cénomanien supérieur avec l'apparition de *Lotzetes*.

**Commentaire sur les séquences eustatiques.**

La succession du Cénomanien moyen-supérieur de la région de Kalaat Senan forme un enregistrement sédimentaire continu sur la marge d'un bassin dont la partie profonde se situe nettement plus au Nord (région d'El Kef). La plate-forme se développe au Sud, vers les Jbels Bireno et Mhrila et, dans les sections KD et SM, les bancs calcaires épais et en relief représentent du matériel venant de cette plate-forme.

**KD 0-26,5 : fin d'un Intervalle Transgressif**

Le caractère transgressif est justifié par la nature pélagique des dépôts : beaucoup de foraminifères planctoniques dont des *Rotalipora reicheli*, présence de grains de glauconie, rares et minces tempestites. Le banc calcaire épais de KD 25-26,5 est une accumulation de calcisphères accumulées pendant une période d'inondation maximale, quand les terrigènes étaient piégés loin vers le continent.

**KD 26 5-70 : Prisme de Haut Niveau**

La surface du gros banc précédent peut constituer la Surface Basale de Progradation du Prisme de Haut Niveau formé essentiellement de mames incluant quelques passées plus carbonatées détritiques progradantes. Le sommet du banc KD 70, épais et détritique, est considéré comme la Surface de Base d'une nouvelle séquence eustatique commençant par un Prisme de Bordure de Plate-Forme.

*Mantelliceras* ou celle de *Turrilites schneegansi*, on pourra placer au mieux la limite Albien-Cénomanién. En outre, sur le dernier banc à nodules phosphatés a été dégagée une grande ammonite de 50 cm de diamètre du groupe de *Anapuzozia*. Les niveaux phosphatés sont considérés comme des surface d'inondation soulignant la transgression cénomaniénne.

- Près de 80 m de marnes grises terminent la coupe HML (Cénomanién inférieur).

### 3. 3. Le Cénomanién inférieur et moyen (partie inférieure)

Une faille interrompt la succession normale à la fin de la coupe HML. A quelques kilomètres au Nord, le Cénomanién inférieur et le début du Cénomanién moyen sont bien exposés et se développent sur un peu plus de 400 m d'épaisseur. Les faciès y sont essentiellement des marnes entrecoupées de petits bancs de calcaires marneux. La partie inférieure représente un prisme d'aggradation complexe déposé en régime globalement transgressif tandis que la partie supérieure, soulignée par des niveaux de tempestites, est interprétée comme une succession à caractère progradant dans un régime régressif.

### 3. 4. Le Cénomanién moyen, partie supérieure : coupe KD (figures 20, 21 et 22)

Le début de la coupe KD se trouve déjà dans le régime transgressif succédant au régime régressif précédent. On considère que le premier gros banc calcaire (KD 25 à 26,5) marque le début d'un prisme de haut niveau. Plusieurs pulsations sont ensuite enregistrées dont les divers prismes sont marqués par des tempestites ou des biocalcarénites ou des surfaces

de bancs particulières (surface à nombreuses ammonites du groupe *Acanthoceras amphibolum* en KD 136,5 ; surfaces à serpules en KD 164 ; tempestites caractéristiques en KD 132 et 134, petit banc de calcaire marneux à terriers en KD 201 etc.). Jusqu'à KD 70, des *Acanthoceras rhotomagense* ont été récoltés.

*Remarque.*- La succession des 11 bancs de la partie supérieure du Cénomanién moyen (entre KD 25 et KD 214,7 soit sur 90 m) a une valeur régionale puisque, à près de 25 km à l'Est, elle a été reconnue avec les mêmes caractéristiques.

La figure 22 donne l'extension de quelques ammonites marqueurs justifiant les attributions chronostratigraphiques dans la coupe KD ainsi que celles de plusieurs espèces de foraminifères planctoniques.

### 3. 5. Le Cénomanién supérieur : coupes KD et SM

La partie élevée de la coupe KD montre une composition bipartite pour le Cénomanién supérieur : la partie inférieure est encore sous le faciès marneux de la Formation Fahdène tandis que la partie supérieure représente la Formation Bahloul. Toutefois, pour des raisons de meilleure exposition, on étudiera une succession identique à environ 800 m au Nord, à la cascade de l'Oued Smara, dans la coupe SM (voir figures 22 et 23).

5.1. Formation Fahdène (partie terminale) : sur 19 mètres, marnes et bancs calcaires.

De SM 95 à SM 109,5 (14,5 m) : marnes avec quelques

#### FIG. 22, suite de la légende

##### KD 70-136,5 : Prisme de Bordure de Plate-Forme

Il s'agit de dépôts marneux, poursuivant la progradation du prisme précédent et contenant 4 niveaux de tempestites et un niveau de biocalcirudite à Echinodermes, ce qui correspond bien à des apports de la plate-forme. KD 136,5-168,5 : Intervalle Transgressif

La surface du banc KD 136,5 a été choisie pour placer le début de l'Intervalle Transgressif car c'est sur ce banc qu'apparaissent les nouvelles et nombreuses ammonites *Acanthoceras amphibolum*. Autrefois connues seulement dans le Western Interior des Etats-Unis, leur découverte indique que de grandes communications pélagiques se sont établies à ce moment ce qui justifie parfaitement le début de l'Intervalle Transgressif. De même la quantité de Foraminifères planctoniques est plus élevée au dessus de ce niveau qu'en dessous, ce qui confirme le pélagisme plus important de cette unité qui contient en outre de nombreux microlamellibranches pélagiques ("filaments").

##### KD 168,5-234 : Prisme de Haut Niveau

Le sommet du petit banc KD 168,5 est interprété comme une Surface Basale de Progradation puisqu'au-dessus, les marnes et les passées un peu plus calcaires gris-bleu contiennent de moins en moins de Rotalipores et pratiquement pas de "filaments". Ces caractères induisent que le dépôt évolue maintenant vers un Prisme de Haut Niveau.

##### KD 234-239 : Prisme de Bordure de Plate-Forme

Au dessus de KD 234 viennent des sédiments en légère discordance angulaire sur les précédents : un Prisme de Bordure de Plate-Forme commence et, de ce fait, KD 234 (= SM 109,5) représente une limite pour une nouvelle séquence eustatique.

##### KD 239 - KD 265 et au dessus (Formation Bahloul) = SM 114 - SM 137 et au dessus : Intervalle transgressif.

Dès sa base, la Formation Bahloul inaugure une phase transgressive importante qui se poursuivra ensuite jusque dans l'Annaba (SM 200) et se manifeste par : beaucoup de matière organique, des bioturbations avec nombreux grains de glauconie et de phosphate, présence de microlamellibranches abondants ("filaments"), un milieu hypoxique ou anoxique montrant une sédimentation laminée (alternances saisonnières ? de lamines de matière organique et de lits de tests de Whiteinelles, hétérohélécidés ou calcisphères).

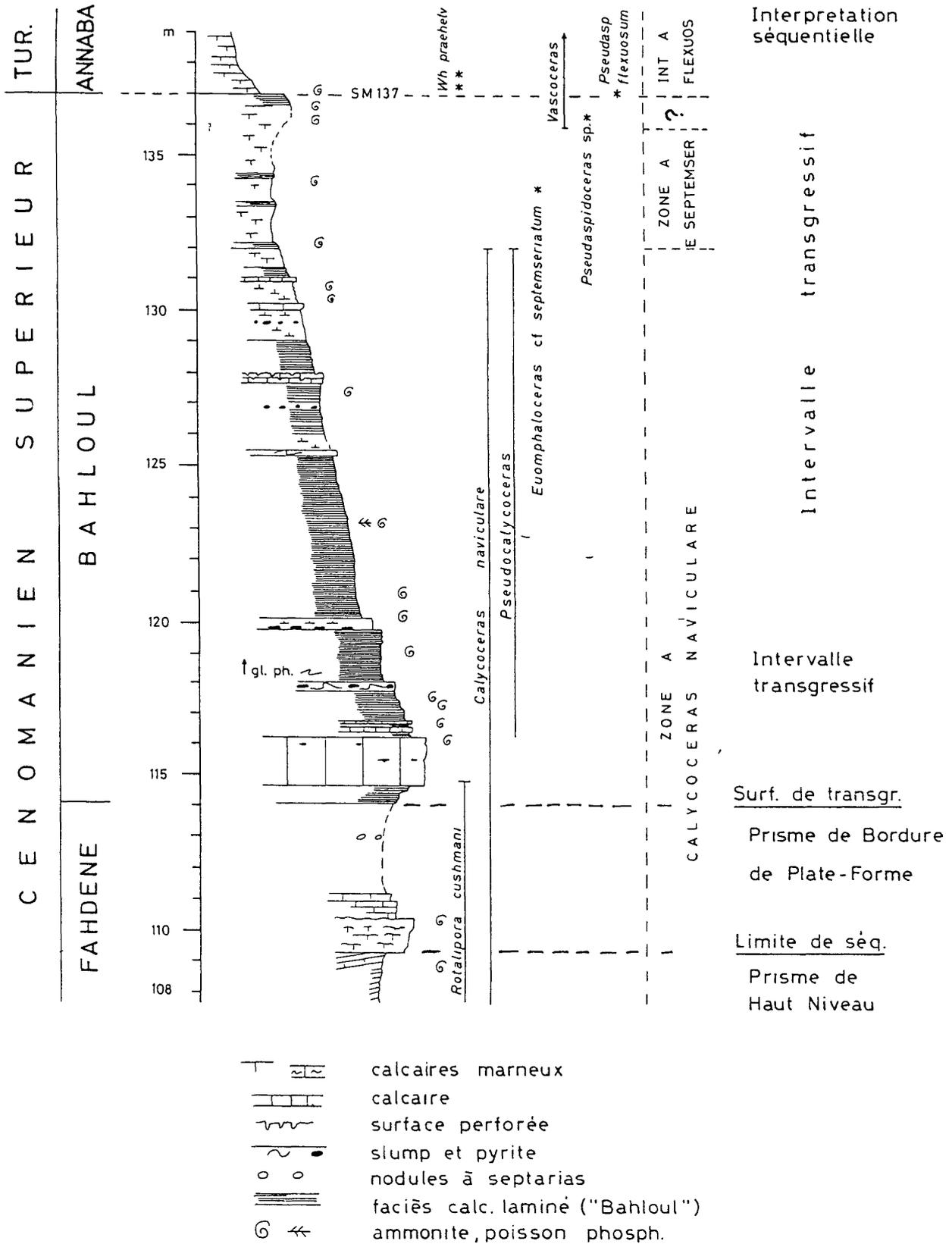


FIG. 23 - La Formation Bahloul (Cénomanien supérieur) dans la cascade de l'oued Smara, coupe SM.

bancs carbonatés (= KD 214,7 à KD 234).

**Lithologie.** Les marnes, gris à gris verdâtre sont de type 2. Les bancs calcaires de type 2 sont décimétriques (SM 107, 109), semi-métriques (SM 95) à métriques (SM 109,5-111). Le banc SM 107 est

lenticulaire. Le banc débutant à SM 109,5 a une épaisseur variable latéralement et recoupe en légère discordance angulaire les bancs métriques sous-jacents de SM 109.

**Paléontologie.** Le sommet du banc SM 95 expose

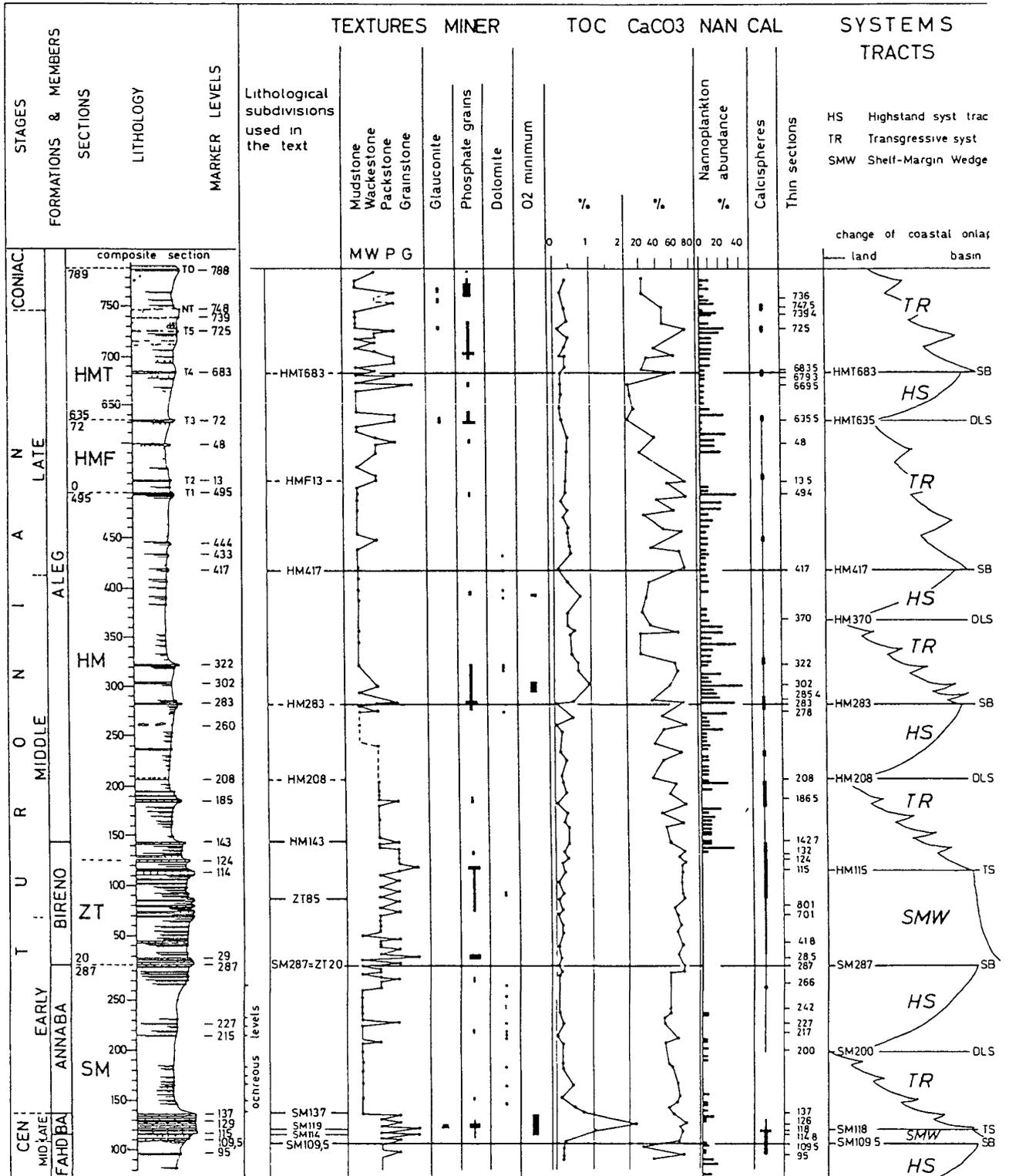
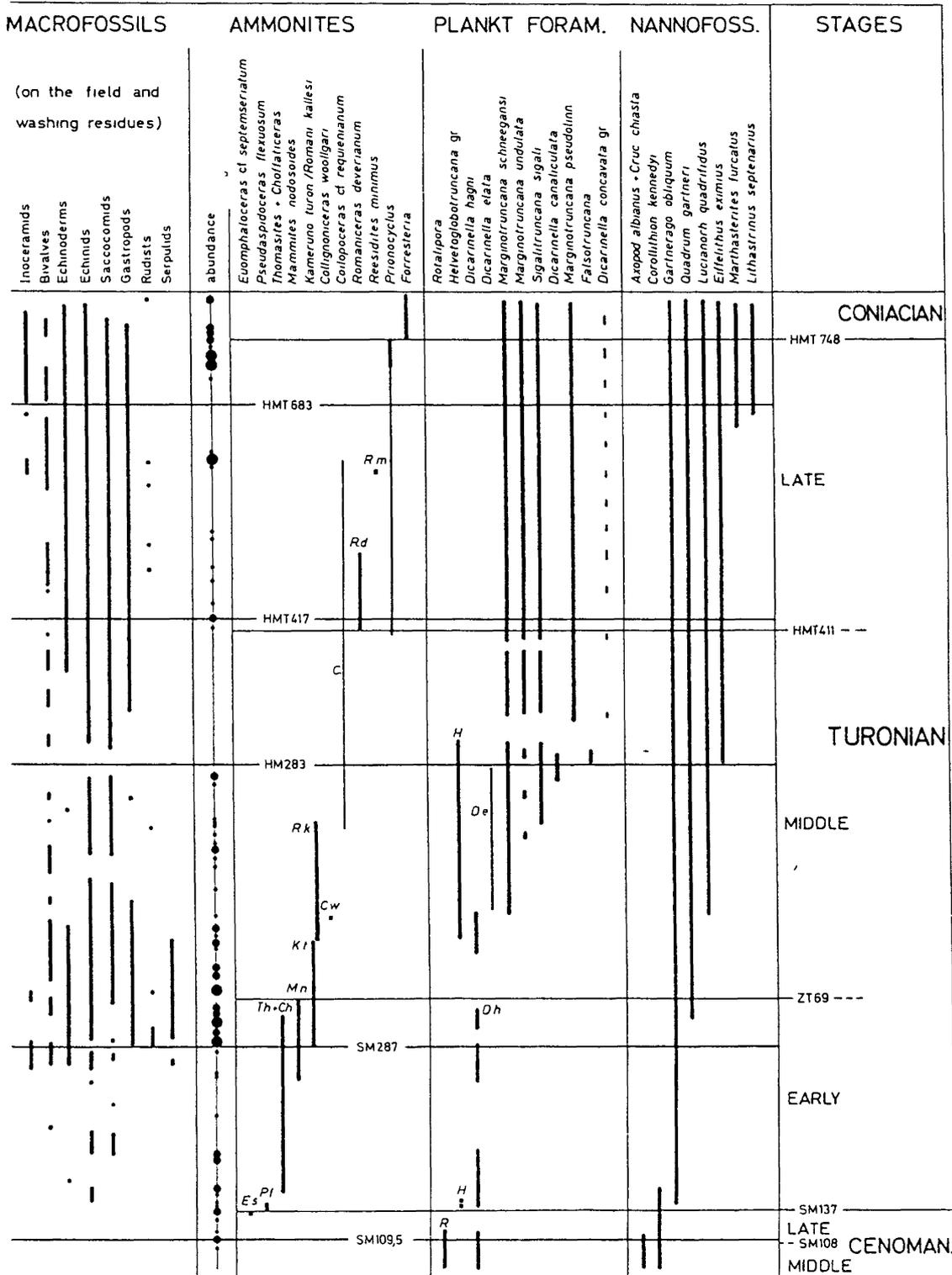


FIG. 24 - Tableau synthétique des résultats obtenus dans le Cénomaniensupérieur-Turonien de la région de Kalaat Senan



des Huîtres centimétriques, noires, des oursins irréguliers et leurs piquants, des Lamellibranches : *Janira*, *Pecten* ainsi que des Ammonites dont *Calycoeras naviculare*. En SM 108, les marnes ont

livré un *Eucalycoceras* sp. déjà connu sous SM 95. La microfaune dégagée est abondante avec quelques Foraminifères benthiques : *Lenticulina*, *Rheophax*, *Gavelinella* et surtout des Foraminifères planctoniques

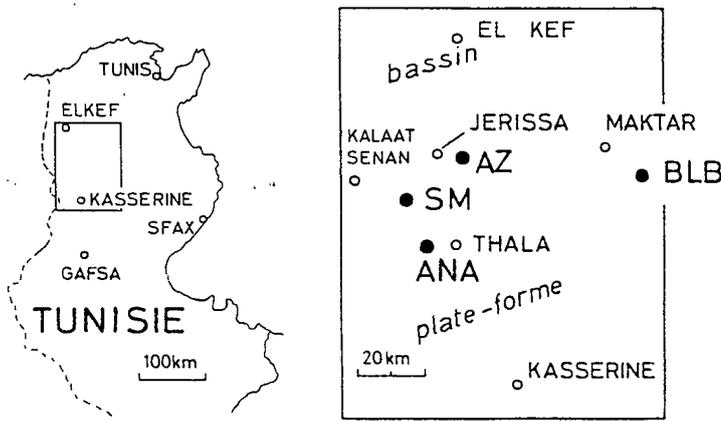


FIG. 25 - Situation géographique de quatre coupes dans la Formation Bahloul en Tunisie centrale.

: *Rotalipora cushmani*, *R. greenhornensis*, gr. *Dicarinella / hagni / imbricata / algeriana* et *Hedbergella / Whiteinella*.

**Microfaciès.** Les bancs calcaires sont des biomicrites à texture wackestone. Les calcisphères sont très abondantes mais les Foraminifères planctoniques rares.

**Age.** La présence de *C. naviculare* en SM 95 indique le Cénomaniens supérieur. Les *Eucalycoceras* existent déjà au Cénomaniens moyen et se poursuivent au Cénomaniens supérieur. Latéralement, l'ammonite *Lotzeites* a été récoltée en SMD 30 ce qui correspond sensiblement à KD 187 et à SM 65. Sachant qu'ailleurs cette ammonite est très généralement associée à *Calycoceras naviculare* qui signe la première zone du Cénomaniens supérieur, on a considéré que le Cénomaniens supérieur devrait commencer au moins à SMD 30 = SM 65 = KD 187.

**Dépôt.** Beaucoup de matière boueuse terrigène et quelques bancs de calcaire détritique indiquent la fin d'un prisme de haut-niveau.

*De SM 109,5 à SM 114 (4,5 m) :* marnes et bancs calcaires (= KD 234 à KD 239).

**Lithologie.** Marnes gris verdâtre de type 2. Le banc calcaire débutant à SM 109,5 est discordant faiblement sur les bancs sous-jacents et son épaisseur est variable latéralement. Le banc SM 111,5 est décimétrique, de type 3. A SM 113, une ligne de nodules décimétriques carbonatés à structure de septaria est incluse dans les marnes.

**Paléontologie.** Quelques Ammonites : *Eucalycoceras* et *Pseudocalycoceras*, *Calycoceras naviculare* et des *Rotalipora gr. cushmani*.

**Age.** Cénomaniens supérieur, Zone à *C. naviculare*.

**Microfaciès.** Le banc calcaire à SM 109,5 est une biomicrite à structure wackestone. Il contient de nombreuses calcisphères et des granules phosphatés.

**Dépôt.** La variation d'épaisseur des bancs carbonatés liée au contenu d'éléments calcaires

détritiques ainsi que la présence de granules phosphatés suggèrent le début du dépôt d'un prisme de bordure de plate-forme (*shelf margin wedge*) avec comme limite de séquence la discordance du banc calcaire de SM 109,5 = KD 234.

**5.2 Formation Bahloul :** 23 mètres, calcaires noirs, laminés, avec intercalations de calcaires marneux formant une cascade aussi bien dans l'Oued Smara que dans l'Oued Zitoune.

*De SM 114 à SM 118 (4 m) :* succession de calcaires laminés noirs et de calcaires micritiques gris.

**Lithologie.** De bas en haut on observe : de 114 à 114,55 : des calcaires feuilletés, finement laminés, noirs, montrant des traces de bioturbation à la surface des lamines ; de 114,55 à 114,60 : des marnes verdâtres ; de 114,60 à 116,20 : un gros banc de 1,60 m de calcaire micritique gris sombre avec des nids de pyrite vers SM 155,5 et 116 ; de 116,20 à 116,70 : une alternance décimétrique de laminites noires et de calcaire micritique gris foncé ; de 116,70 à 118 : laminites noires, finement feuilletées, avec un niveau de slump de 117,70 à 118 composé d'une passée biodétritique plus grossière renfermant des nids centimétriques de pyrite.

**Paléontologie.** Quelques Ammonites : principalement des *Pseudocalycoceras* ont été dégagées. Les calcaires gris de base contiennent les dernières *Rotalipora gr. cushmani*. Les *Rotalipores* seront toujours absentes au dessus de ce niveau.

**Microfaciès.** Les calcaires laminés ont une texture wackestone à packstone. Des lamines claires, riches en Foraminifères planctoniques alternent avec des lamines sombres riches en matière organique. Les bancs de SM 114,60 à 116,20 et ceux de 116,20 à 116,70 sont des calcaires biomicritiques à texture grainstone avec des lamines enrichies en Calcisphères qui forment les éléments du grainstone. En plaque mince, dès SM 115 apparaissent des microlamellibranches pélagiques ("filaments").

**Age.** Les Ammonites indiquent le Cénomaniens supérieur, Zone à *Calycoceras naviculare*.

**Dépôt.** L'apparition des "filaments" indique une reprise de l'élévation du niveau marin marquant le début d'un nouvel intervalle transgressif qui va se développer dans tout le faciès Bahloul et une partie de l'Annaba.

*De SM 118 à SM 137 (19 m) :* calcaires laminés noirs.

**Lithologie.** C'est la masse principale de la Formation Bahloul. Plaquetée à finement feuilletée, elle est formée de calcaires laminés noirs de type 1 dans la moitié inférieure tandis que dans la moitié supérieure s'intercalent des passées de calcaires marneux noirs. Plusieurs niveaux contiennent des agrégats de pyrite, parfois de plusieurs centimètres de

FEJ EL ANNABA

OUED SMARA

KT AZREG

BAHLOUL  
FORMATION  
DE LA  
LOCALITE  
-TYPE

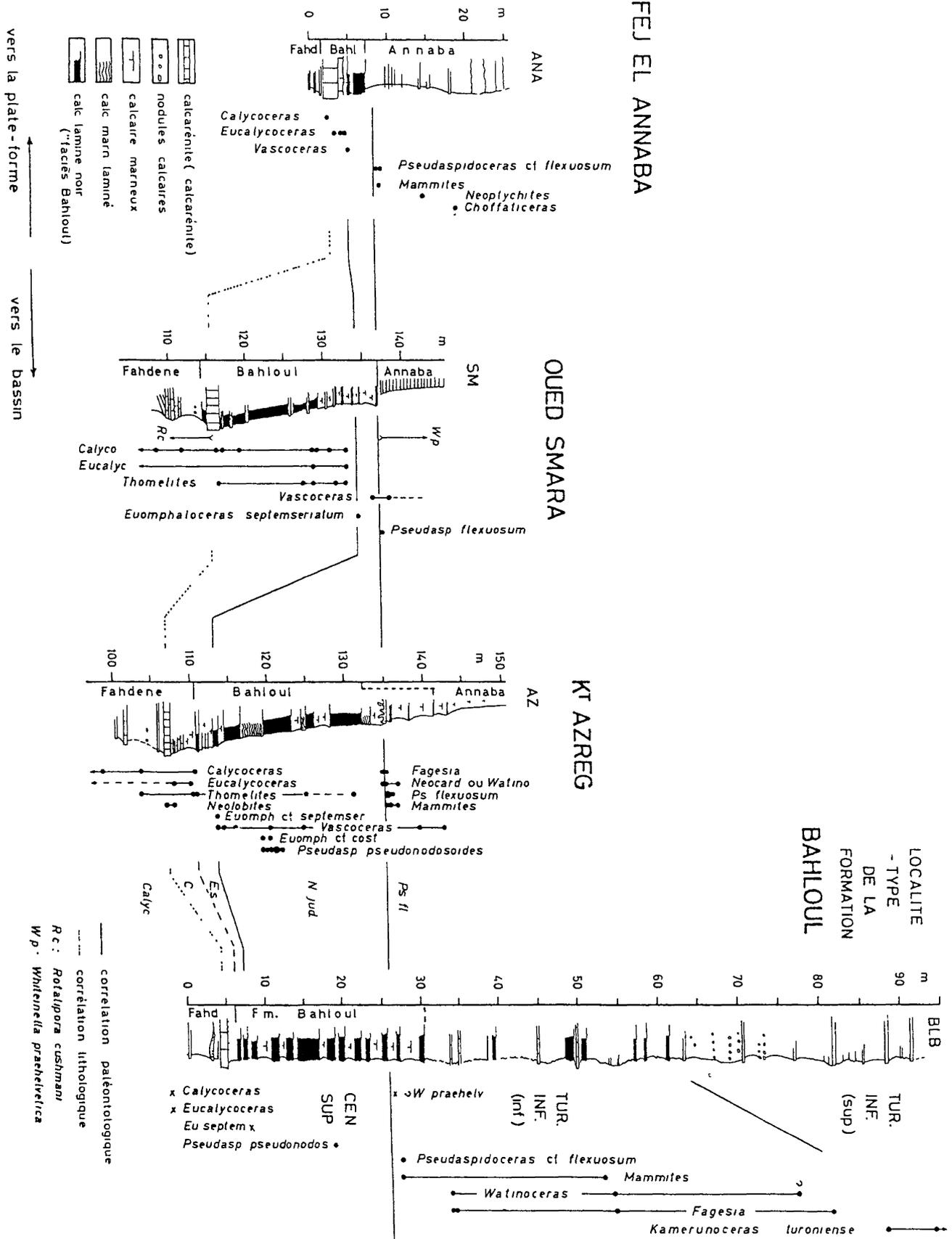


FIG. 26 - Lithologie simplifiée, principaux contenus paléontologiques et essai de corrélation de quatre coupes dans la Formation Bahloul en Tunisie centrale (in ROBASZYNSKI, AMEDRO & CARON, à paraître).

diamètre, plus particulièrement à SM 119,8, 125, 125,4, 125,8 et 127 et 129,6 (voir figure 2a). De 127,8 à 128 est individualisé un banc de calcaire noir à deux surfaces perforées. A partir de SM 118, quand l'altération dégage la surface des laminites, on distingue nettement et pratiquement sur toute la succession des bioturbations superficielles, larges de 1 à 2 cm, bifurquées, remplies de granules phosphatés, de grains glauconieux ou de débris d'Echinodermes. Le dernier banc du Bahloul, de SM 135,5 à 137, est un peu plus résistant et forme un petit ressaut après un passage de marnes calcaires lardées de passées de laminites noires formant une petite dépression (SM 132 à 135,5).

**Paléontologie.** Les Ammonites ne sont pas rares dans le Bahloul mais généralement écrasées. La récolte d'empreintes de flancs et de côtés ventraux a permis de déterminer les genres *Eucalycoceras* et *Pseudocalycoceras* dans toute la succession et l'espèce *Euomphaloceras* cf. *septemseriatum* en SM 134. En outre, de petits *Vascoceras* sp. ont été récoltés au sein du dernier banc entre 136 et 137. Latéralement, vers SM 125, les calcaires laminés ont livré des restes phosphatisés de Poissons.

**Age.** Jusqu'à peu avant SM 134, les ammonites appartiennent à l'association de la Zone à *Calycoceras naviculare*. De SM 134 environ à SM 136 il s'agit de la Zone à *E. septemseriatum* (équivalente à la Zone à *Metoicoceras geslinianum* ou encore à la Zone à *Sciponoceras gracile*). De SM 136 à 137, l'apparition de petits Vascocératides pourrait faire penser à la Zone à *Neocardioceras juddii*, dernière zone du Cénomanién supérieur.

**Microfaciès.** Calcaires laminés sombres, à texture wackestone à packstone. Des lamines claires inframillimétriques à *Heterohelix*, *Whiteinella*/*Hedbergella* très abondants et à "filaments" alternent avec des lamines sombres à matière organique. Les Calcisphères deviennent rares au dessus de SM 119. Les bioturbations contiennent de nombreux grains de phosphate et de glauconie.

**Dépôt.** Toute la Formation contient de la matière organique noire (TOC de 1 à 2,2) indiquant une longue période d'alternances entre un environnement anoxique et un environnement dysaérobique pendant une grande partie du Cénomanién supérieur (cf. HERBIN *et al.*, 1986).

Par la présence de bioturbations nombreuses, de grains de phosphate et de glauconie, la Formation Bahloul est interprétée comme un intervalle transgressif. En effet, le carbonate provient essentiellement d'une production pélagique et ne

dépend pratiquement pas, sauf à la base, d'apports détritiques d'une plate-forme méridionale qui va s'élaborer surtout au Turonien.

### 3. 6. Le Turonien : coupes SM et ZT

3. 6. 1. *Membre Annaba* : 150 mètres, marnes calcaires gris-bleu.

De SM 137 à SM 200 (63 m) : marnes calcaires et calcaires marneux gris-bleu.

**Lithologie.** Cette partie inférieure de l'Annaba est formée de la succession de marnes très carbonatées de type 3, dures, sèches, de teinte gris bleuté et de calcaires marneux de type 3, gris bleuté également. Il n'y a jamais de véritable banc calcaire. Plusieurs niveaux, d'environ 1 mètre d'épaisseur, contiennent des microcristaux de dolomite qui leur confèrent une teinte ocre après altération (SM 137,5-138,5 ; 148,4-149,5 ; 165,9-166,8 ; 173-174 ; 180-181). Ces niveaux sont de bons repères stratigraphiques et ont été également repérés dans une coupe voisine (ZH), entre les oueds Zitoune et Hammadja.

**Paléontologie.** Les macro- et microfaunes sont mal conservées et souvent écrasées. Le débitage systématique livre pourtant des ammonites de petite taille, en particulier au voisinage de SM 150 et SM 180 : *Thomasites*, *Choffaticeras* et *Pseudaspidoceras*. A la surface de SM 137, c'est-à-dire à l'extrême base de l'Annaba a été réalisé un moulage d'une grande ammonite (diamètre : 40 cm) représentant un *Pseudaspidoceras flexuosum*. Dans les marnes venant immédiatement au dessus de SM 137 (et leur équivalent de la coupe ZH : entre ZH 0,5 = SM 137,5 et ZH 3,5 = SM 140,5) ont été décelés des Foraminifères planctoniques tels que *Dicarinella* gr. *imbricata*, *Whiteinella praehelvetica* et des formes déjà proches de *Helvetoglobotruncana helvetica* (ainsi que le coccolithe *Gartnerago obliquum*). Au dessus, les marnes sont très difficilement délitables et n'ont donné que de très rares microfaunes dégagées.

**Age.** La présence de l'Ammonite *P. flexuosum* marque le début du Turonien inférieur (selon BIRKELUND *et al.*, 1984).

**Microfaciès.** Texture mudstone très pauvre en microfossiles. Il n'y a pas de Calcisphères. Les niveaux ocres montrent des mudstones contenant d'innombrables microcristaux (10 à 30 m) attribuables à de la dolomite (cf. McHARGUE & PRICE, 1982).

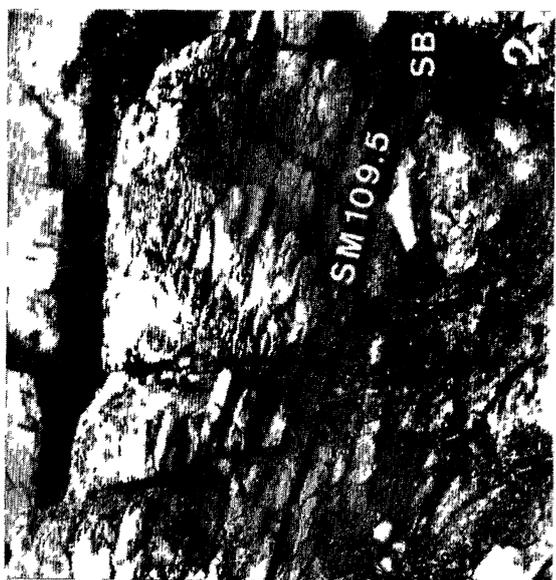
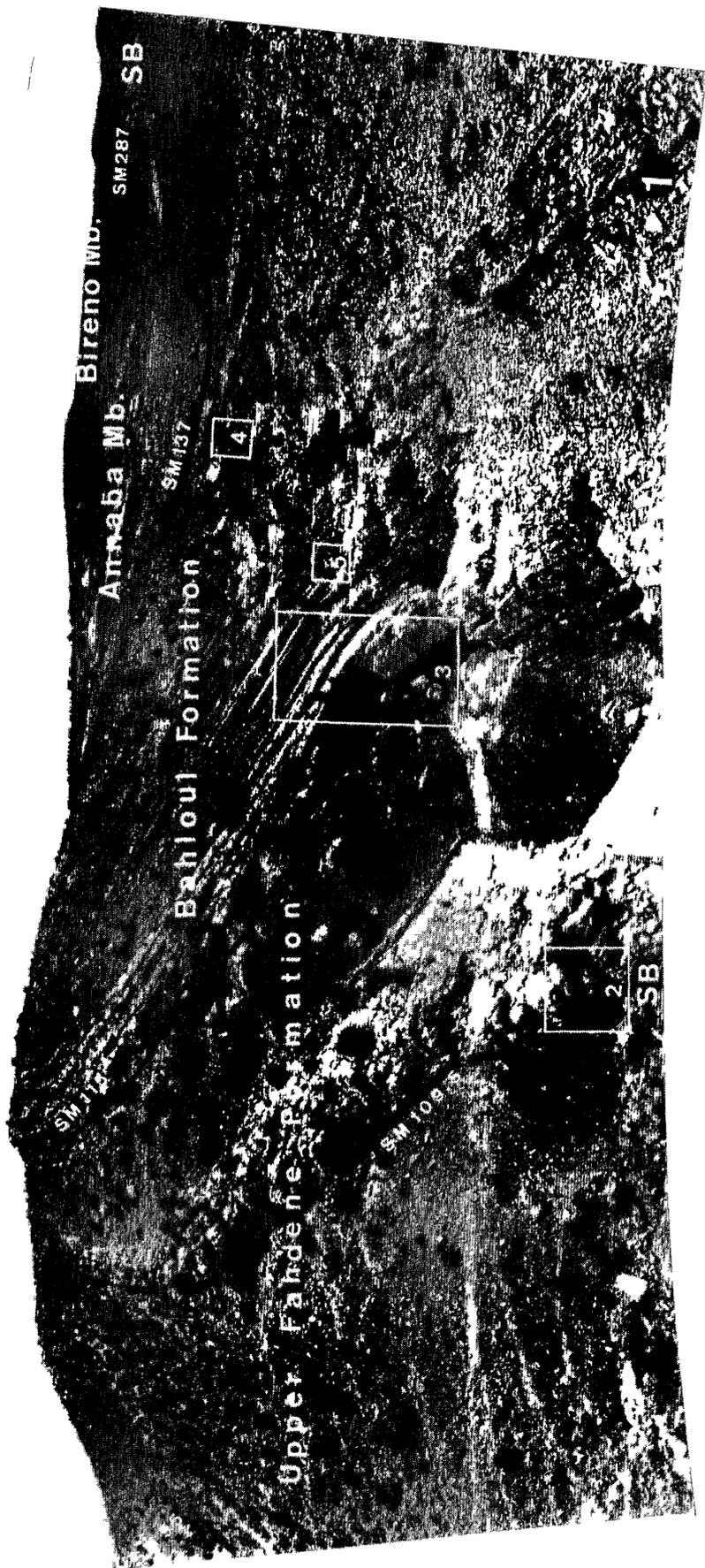
FIG. 27 - 1) Panorama de l'Est vers l'Ouest (de gauche à droite) de la cascade de l'Oued Smara traversant la Formation Bahloul (*in* ROBASZYNSKI *et al.*, 1990). SB : Sequence Boundary = limite de séquence eustatique. SM 137 représente la limite Cénomanién-Turonien.

2) Limite de séquence à SM 109,5 avec légère discordance angulaire.

3) Début de la Formation Bahloul à SM 114 suivie d'un gros banc calcaire micritique contenant les dernières *Rotalipora cushmani* ("fausse" extinction; dans d'autres régions, *R. cushmani* se développe jusque dans la Zone à *E. septemseriatum* = Z. à *M. geslinianum*).

4) Bioturbations remplies de grains de glauconie et de phosphate en SM 119

5) Minislump dans le faciès Bahloul de SM 117,9.



**Dépôt.** L'absence de Calcisphères, la finesse de la boue confirment le caractère transgressif de la succession jusqu'aux environs de SM 200, niveau qui peut être pris comme surface d'inondation maximum ou surface basale de progradation (downlap surface) pour le prisme de haut niveau qui va suivre. SM 200 représenterait ainsi l'un des plus hauts niveaux atteint par la mer au Crétacé moyen : c'est un **haut niveau de deuxième ordre**.

La présence de microcristaux de dolomite dans certains niveaux pourrait être interprétée comme une arrivée d'ions magnésium de la plate-forme méridionale qui, à cette période, est une lagune soumise à l'évaporation avec des dépôts évaporitiques (BISMUTH *et al.*, 1981 ; BOLTENHAGEN, 1985).

*De SM 200 à SM 287 (87 m) : marnes calcaires et calcaires marneux gris-bleu.*

**Lithologie.** L'aspect de cette partie supérieure de l'Annaba est très semblable à la partie inférieure. Il y a également des niveaux ocres à SM 213,7-215,5; 223-224; 230,5-231,5; 262266.

Toutefois des niveaux particuliers peuvent être individualisés.

- SM 215 est un banc décimétrique, irrégulier, un peu dolomitique, perforé, avec des encroûtements ferrugineux. Il est suivi d'un horizon irrégulier de nodules pyriteux.

- SM 217,7 est une petite passée calcaire, laminée, supportant de place en place des constructions carbonatées en dômes de quelques dizaines de centimètres de haut. Présence de pyrite.

- SM 227 est aussi un petit horizon, de 5 cm d'épaisseur à fines lamines formées de pellets pouvant représenter une tempestite carbonatée très distale. La surface craquelée en losanges de ce niveau permet de le repérer aisément dans la succession monotone des marnes gris-bleu.

- SM 239 ressemble au précédent mais n'a que 2 à 3 cm d'épaisseur.

- SM 250 et 255-256 montrent des nodules allongés en forme de "boudins" calcaires diagénétiques.

- SM 266 est un niveau calcaire de quelques centimètres d'épaisseur dont la partie supérieure est une bio-arénite/biorudite à débris d'Echinodermes.

Au dessus de SM 266 et jusqu'à SM 276 (= ZT O à ZT 12 de la coupe de l'Oued Zitoune), les passées carbonatées décimétriques deviennent plus nombreuses et forment des bandes de calcaires marneux (type 3

puis type 2) gris bleuté. Puis, de SM 276 à SM 285, suivent des marnes dures de type 2 puis de type 3 qui passent à des calcaires marneux jusqu'à SM 286,5.

**Paléontologie.** Les Ammonites sont rares, petites, souvent écrasées ou pyritisées et difficilement déterminables. Un *Choffaticeras* sp. a été recueilli à SM 219. Au dessus de SM 250 les macrofaunes deviennent moins rares : des oursins irréguliers, des coraux isolés et de petites Ammonites sont souvent récoltés sous forme de nucléi pyritisés. C'est en particulier le cas de *Mammites nodosoides* décelé dès SM 254. Le sommet de l'Annaba est mieux exposé à l'Oued Zitoune (ZT O à 20) et a fourni de nombreux Echinides irréguliers, des Inocérames et quelques Nautilés.

Les foraminifères sont difficiles à dégager et sont représentés par des *Whiteinella* et *Dicarinella* gr. *imbricata*.

**Age.** La présence de *M. nodosoides* indique le Turonien inférieur.

**Microfaciès.** Ce sont encore des mudstones mais, petit à petit, apparaissent des textures wackestone jusqu'à grainstone. En outre les Calcisphères reviennent épisodiquement. Les autres microfossiles sont toujours rares.

**Dépôt.** De nombreux critères indiquent que la plate-forme qui s'installe au Sud commence à fournir du matériel calcaréodétritique : Calcisphères, Echinides, Coraux, textures wackestone à grainstone. On peut penser que la mer a atteint un haut niveau et un système progradant construit un prisme de haut niveau vers le large situé au Nord.

3. 6. 2. *Membre Bireno* : 123 mètres, calcaires et calcaires marneux fossilifères.

*De ZT 20 (= SM 287) à ZT 29 (9 m) : gros bancs de calcaires biodétritiques formant une cascade dans l'Oued Zitoune.*

**Lithologie.** Calcaires en bancs métriques de type 1, grossièrement stratifiés, avec des intercalations centimétriques de marnes calcaires à partir de ZT 24,5. Des bioturbations existent partout mais sont irrégulièrement dispersées sauf à ZT 28,5 où le banc calcaire est largement affecté par des perforations comblées par une calcarénite biodétritique. Cet aspect est très bien exposé aussi dans la coupe voisine ZH.

**Paléontologie.** Les macrofaunes sont très abondantes avec, dès la base des gros bancs calcaires,

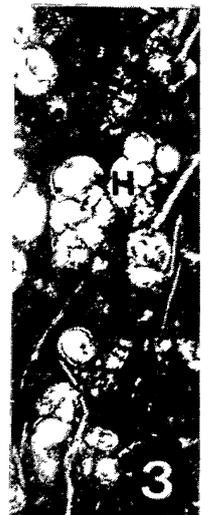
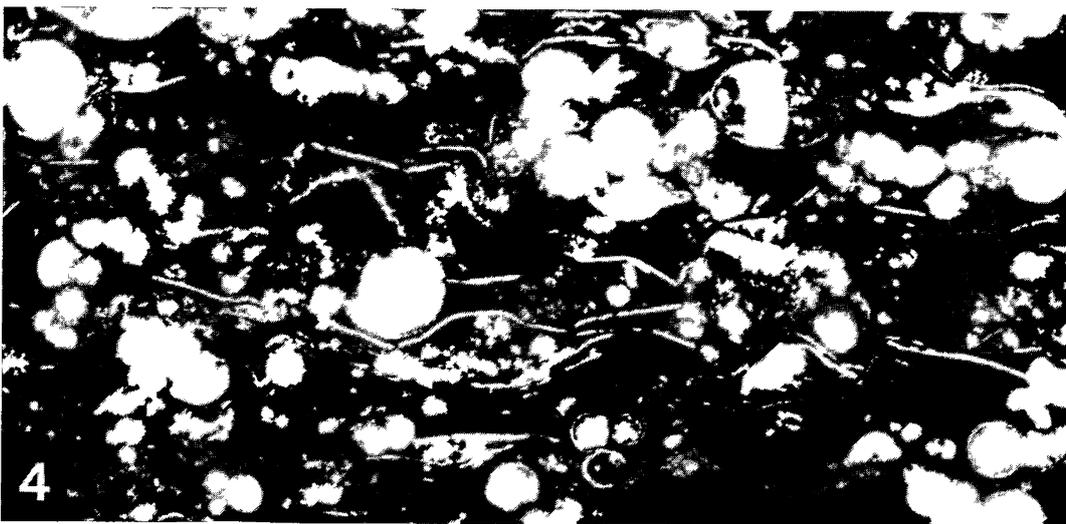
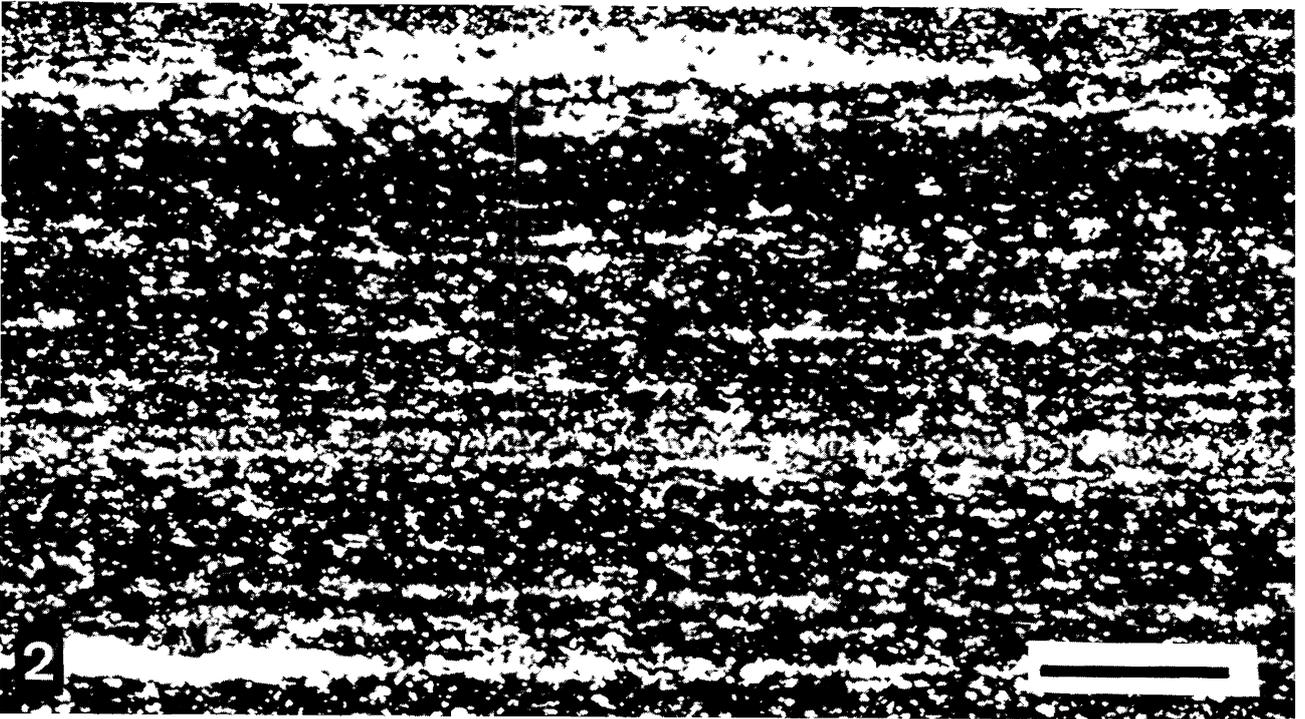
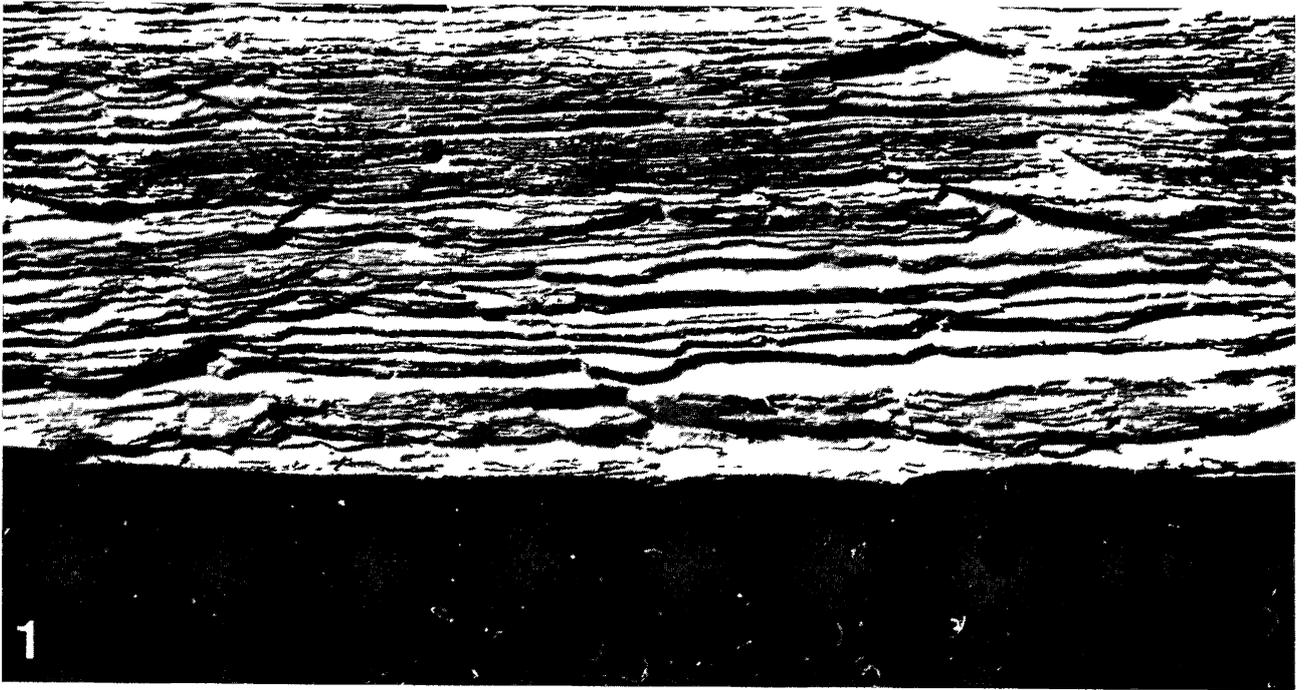
FIG. 28 - 1) Les laminations du faciès Bahloul sur le terrain, à SM 124 (échelle : les chiffres ont environ 15 cm de haut).

Les lamines du faciès Bahloul au microscope.

2) Alternance de lits de matière organique noire avec des lits de foraminifères planctoniques hétérohélicidés. Echantillon SM 126. Echelle : barre = 500 mm).

3) Vue parallèle aux lamines : hétérohélicidés.

4) Coupe transversale avec *Whiteinelles* globuleuses, hétérohélicidés et microlamellibranches pélagiques : "filaments".



en SM 287 et ZH 20,5 de gros vasco-cératidés globuleux : *Fagesia superstes*, atteignant 20 à 25 cm de diamètre qui ont été retrouvés dans toute la région dans la même position stratigraphique. S'y ajoutent d'autres Ammonites dont *Lewesiceras*, *Kamerunoceras*, *Mammites nodosoides*, *Neoptychites*, *Paramammites*, *Thomasites* et *Choffaticeras*, des Nautilés, des Echinides irréguliers, des Coraux isolés et branchus, des Huîtres souvent en fragments, divers Lamellibranches et des Gastéropodes (surtout le genre *Tylostoma*).

**Age.** Toute l'association d'Ammonites indique le Turonien inférieur.

**Microfaciès.** Biomicrites à texture wackestone à grainstone où les éléments constitutifs sont surtout des bioclastes de Gastéropodes, d'Echinodermes et d'Huîtres. Les Calcisphères recommencent à se manifester et les Foraminifères sont rares. En ZT 28 et ZT 28,55 une biocalcirudite contient de nombreux grains phosphatés brunâtres.

**Dépôt.** Le système progradant de haut niveau qui s'est développé dans la deuxième moitié de l'Annaba s'accroît d'autant plus que de nombreux éléments carbonatés détritiques et bioclastiques sont amenés vers la bordure de la plate-forme par une baisse relative du niveau marin. C'est le début de l'installation d'un **prisme de bordure de plate-forme** avec, comme limite de séquence, la base du Bireno, à ZT 20.

*De ZT 29 à ZT 69 (40 m) :* marnes calcaires et bancs calcaires fossilifères.

**Lithologie.** Alternance irrégulière de marnes calcaires gris bleu de type 2 et 3 et de bancs calcaires décimétriques à demimétriques de type 2 et 3, en relief par rapport aux marnes calcaires. Sur le terrain, l'ensemble forme une légère dépression marquant ainsi son caractère un peu plus argileux.

**Paléontologie.** Les Ammonites sont toujours nombreuses avec les mêmes espèces que précédemment mais où dominent les *Neoptychites* et les *Thomasites*. Y sont associés des Echinides irréguliers (nombreux) et réguliers (rares), des Lamellibranches (*Lima*, *Pinna*), des Gastéropodes (*Tylostoma*), des Huîtres, des Nautilés, de rares Inocérames, des Serpulides et des fragments de Rudistes.

Les marnes, toujours très carbonatées, sont difficiles à déliter et n'ont fourni que peu de Foraminifères dégagés où l'on remarque quelques formes benthiques (*Dorothia*, *Rheophax*, *Haplophragmium*) et planctoniques (*Whiteinella*, *Dicarinella*, *Heterohelix*) coexistant avec des Calcisphères nombreuses, des ossicules d'astérides ou

d'ophiurides et des piquants et soies d'Echinides.

**Age.** L'Ammonite *M. nodosoides* est présente jusqu'à ZT 69 conférant à la succession un âge Turonien inférieur.

**Microfaciès.** Comme précédemment les bancs sont des biomicrites à texture wackestone à packstone avec nombreux bioclastes et parfois une grande quantité de Calcisphères.

**Dépôt.** Les microfaciès et le contenu paléontologique s'accordent pour placer la succession dans le prisme de bordure de plate-forme dont l'édification se poursuit.

*De ZT 69 à ZT 114 (45 m) :* bancs calcaires et marnes calcaires, fossilifères.

**Lithologie.** Par rapport à l'ensemble précédent, le caractère calcaire est mieux exprimé par des bancs calcaires plus nombreux et plus épais, approchant le type 1 ou de type 1 et montrant parfois un granoclassement positif des éléments biodétritiques. Plusieurs bancs métriques sont bien en relief (ZT 70, 73, 80, 85, 98, 106 et 110-114) et font que l'ensemble constitue une petite barre dans le paysage.

**Paléontologie.** Les Ammonites sont encore bien représentées par *Lewesiceras*, *Kamerunoceras* et *Neoptychites*. S'y ajoutent des Nautilés, Coraux, Echinides irréguliers (*Hemiaster*), Gastéropodes (*Tylostoma*), Lamellibranches (huîtres, *Pinna*, *Lima* ...).

A la loupe, des cassures fraîches dans les calcaires montrent parfois des sections de Foraminifères : par exemple ZT 83 a fourni de belles sections d'*Helvetoglobotruncana helvetica*.

**Age.** Les *Thomasites*, *Choffaticeras* et *M. nodosoides* caractéristiques du Turonien inférieur sont éteints. En leur absence, la coexistence de *Kamerunoceras turoniense* et de *Neoptychites cephalotus* est un bon indice du début du Turonien moyen.

Vient ensuite la fin du faciès Bireno, puis la Formation Aleg constituée de marnes argileuses à bancs calcaires et à niveaux noduleux où se développent plusieurs séquences eustatiques (cf. ROBASZYNSKI *et al.*, 1990).

### 3. 7. La question des limites du Turonien

En transposant ses observations du Jbel Mhrila à la région de Kalaat Senan, PERVINQUIERE (1903, p. 101 et pl. 1, fig. 10) prend trois repères lithologiques pour limiter le Turonien : à la base un banc de "marnes schisteuses" (= Bahloul), au sommet des "marnes et

FIG. 29 - Quelques ammonites index :

1. - *Acanthoceras amphibolum* (KD 136,5) du Cénomaniens moyen, partie supérieure.
2. - *Euomphaloceras septemseriatum* (SM 134-135). Cénomaniens supérieur, zone à *Metoicoceras geslinianum* = Z. à *Sciponoceras gracile*.
3. - *Pseudaspidoceras flexuosum* (SM 137). Turonien inférieur.

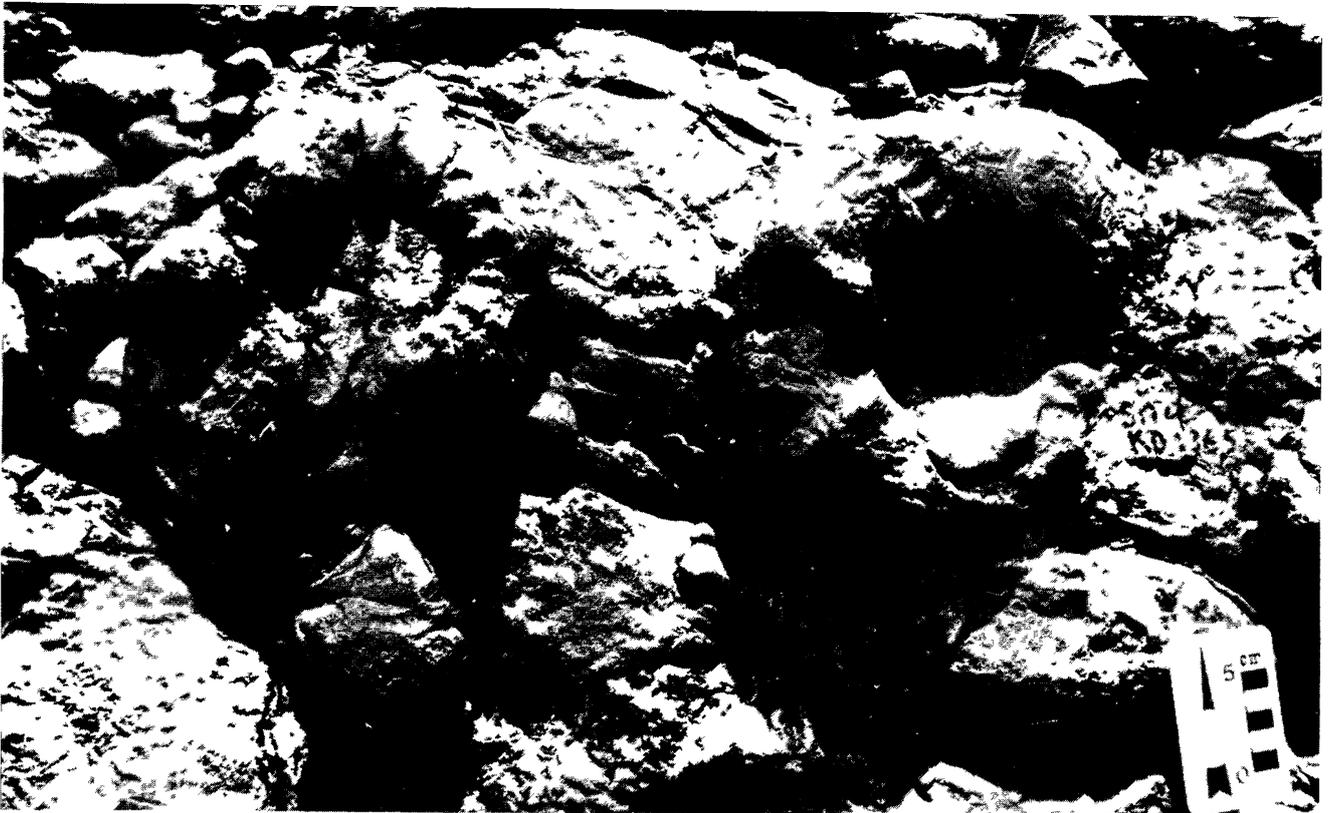


3



2

1



calcaires sans fossiles" = Aleg *pro parte* qu'il relie au niveau à "*Ostrea boucheroni*" signalé au Jbel Mhrila (1903, p. 96), et, au milieu, des calcaires à nombreux fossiles, typiquement turoniens comme par exemple "*Mammites nodosoides* ou *Thomasites*" (= Bireno).

La plupart des géologues ont ensuite repris cette interprétation (BERTHE 1949, SCHIJFSMA 1955, BUROLLET 1956). Pour SCHIJFSMA qui schématise les vues de PERVINQUIERE, le Turonien débute par une "1ère masse calcaire" ou "calcaires en plaquettes" c'est-à-dire la Formation Bahloul, et se termine par une "2e masse calcaire", c'est-à-dire le Membre Bireno. Comme "*Globotruncana helvetica*" se trouve dans les marnes Aleg au-dessus du Bireno, il considère cette espèce comme typique du Coniacien. Ce en quoi il n'est pas suivi par la plupart des micropaléontologistes pour qui cette espèce est turonienne (DALBIEZ, 1956 ; cf. la discussion in KLAUS, 1960).

En fait, si on se réfère aux recommandations émises par la Sous-Commission internationale de Stratigraphie du Crétacé (BIRKELUND *et al.*, 1984) le Turonien commence par la zone à *Pseudaspidoceras flexuosum* (qui a été récolté dans la coupe à la limite Bahloul/Annaba, en SM 137) et se termine là où apparaissent les *Forresteria* (récoltés dans la coupe à partir de HMT 748, après plus de 500 mètres de marnes Aleg au dessus du Membre Bireno, cf. fig.24).

C'est dire que l'extension de *Helvetoglobotruncana helvetica* est entièrement comprise dans le Turonien, mieux : dans le Turonien inférieur et moyen. Il faut rappeler que dans la section SM et dans la section latérale ZH, *Whiteinella praehelvetica* ainsi que *Helvetoglobotruncana helvetica* primitive ont été mis en évidence immédiatement au-dessus de l'ammonite *Pseudaspidoceras flexuosum* qui marque le Turonien inférieur bas.

Compte tenu de ces remarques et des recommandations rappelées ci-dessus il devient très difficile d'adopter les propositions de SALAJ (1986) qui voudrait débiter le Turonien par la "zone à *Metoicoceras geslinianum*" (en fait Cénomaniens supérieur non terminal) et commencer le Coniacien par l'apparition de *Dicarinella concavata* (taxon qui a été trouvé à plusieurs reprises dans le Turonien supérieur).

### 3. 8. Le faciès Bahloul au-delà de la région de Kalaat Senan. Essai de corrélations

La région considérée s'étend sensiblement de Thala à Maktar (fig.25). Pendant le Cénomaniens supérieur, au Sud de Thala règne un régime de plate-forme où le faciès Bahloul n'est pas connu. Par exemple, à l'Oued Trif, au Nord du Jbel Semmama, le Membre Annaba repose directement sur un calcaire qui a livré des ammonites cénomaniennes et correspond peut-être à un équivalent latéral du Gattar (observations personnelles et BISMUTH *et al.*, 1981).

Un peu plus au Nord, au SW de Thala, le Fej el

Annaba expose un faciès Bahloul réduit à quelques mètres (coupe ANA). A 25 km au Nord, dans un domaine intermédiaire entre la plate-forme et le bassin proprement dits, la Formation Bahloul est bien entaillée par la cascade de l'Oued Smara sur une vingtaine de mètres (coupe SM). A près de 25 km au NE, plus vers le bassin, le Bahloul forme une petite barre dans le paysage près de Kef el Azreg (coupe AZ). La localité-type de la Formation Bahloul, près de l'Oued Bahloul (coupe BLB) se trouve quant à elle à environ 50 km à l'Est de AZ, entre Maktar et Kesra.

Les quatre coupes seront brièvement décrites, exceptée la coupe SM présentée au paragraphe 5.

#### 3. 8. 1. Fej el Annaba : coupe ANA

0 à 1,55 : calcaires marneux et marnes calcaires (Fahdène).

1,55 - 1,95 : calcaires laminés, noirs, à faciès Bahloul.

1,95 - 4,60 : banc calcaire, massif, à calcisphères, avec empreintes d'ammonites : *Calycoceras* et *Eucalycoceras*.

4,60 - 5,10 : deux bancs calcaires, noduleux, à surface mamelonnée tapissée d'une calcarénite cimentée, avec *Eucalycoceras* et *Vascoceras*.

5,10 - 7,50 : calcaires finement laminés, noirs, à faciès Bahloul, avec deux lits millimétriques d'une calcarénite à grains de phosphate et de glauconie. Plusieurs empreintes d'ammonites ont été dégagées, mais les spécimens sont toujours très écrasés et difficilement déterminables.

7,50 - 28 m : marnes calcaires, bleutées, avec quelques bancs un peu plus carbonatés en relief : ce sont les marnes de base de la localité-type du Membre Annaba. Dès 8 m et 8,5 m les ammonites deviennent plus fréquentes avec *Mammites* et *Pseudaspidoceras flexuosum* puis à 11,5 m : *Thomasites*, à 14,6 m : *Neoptychites* et à 15,5 m *Choffaticeras*.

*Interprétation.*- Si l'on considère que le Turonien commence avec l'apparition de *P. flexuosum*, à moins de trouver ultérieurement cette espèce plus bas dans la coupe, on peut admettre que le faciès Bahloul est d'âge Cénomaniens supérieur (fig. 19).

#### 3. 8. 2. Oued Smara : coupe SM : voir paragraphe 3. 5.

*Interprétation.*- De la base jusqu'à 132,1, on se trouve dans la Zone à *C. naviculare*, puis jusqu'à 134 dans la Zone à *E septemseriatum*. Le Turonien commençant à 137 avec *P. flexuosum*, l'intervalle 134 - 137 pourrait être dans la Zone à *Neocardioceras juddii*. Dans la coupe SM, la totalité du faciès Bahloul se trouve dans le Cénomaniens supérieur.

#### 3. 8. 3. Koudiat Azreg : coupe AZ

100 à 110,7 m : marnes et calcaires de la Formation Fahdène avec *C. naviculare*, *Eucalycoceras*, *Thomelites* et *Neolobites*.

110,7 - 135,05 : masse principale de la Formation Bahloul ; calcaires laminés noirs avec intercalations de calcaires marneux gris. Présence de *E. septemseriatum* à 113,50 avec les premiers *Vascoceras* et de *Pseudaspidoceras pseudonodosoides* de 118,50 à 121,50. L'unité lithologique se termine par un mètre de calcaire très bioturbé et perforé dont la partie supérieure, de 134,80 à 135,05, a livré des ammonites appartenant au genre *Neocardioceras* ou au genre *Watinoceras*. L'absence d'empreintes ventrales dans l'état actuel des récoltes ne permet pas de lever l'indétermination.

135,05 - 135,30 : calcarénite cimentée, rousse, avec très nombreuses ammonites : *P. flexuosum*, *Mammites*, *Watinoceras*, *Fagesia*, *Thomasites*, *Puzozia* ..

135,30 - 150 : marnes calcaires bleutées avec plusieurs récurrences décimétriques de calcaires laminés noirs à faciès Bahloul jusqu'à 143,40.

*Interprétation.*- De la base jusqu'à 110,7 la Zone à *C. naviculare* est bien démontrée, puis la Zone à *E. septemseriatum* jusqu'à 113,50 et enfin la Zone à *N. juddii* caractérisée par la présence de *P. pseudonodosoides*. Le Turonien commence à 135,05 avec l'apparition de *P. flexuosum*. Ici, après l'apparition de ce marqueur, quatre minces récurrences de faciès Bahloul s'intercalent dans des marnes qui présentent déjà très bien le faciès Annaba.

#### 3. 8. 4. Oued Bahloul : coupe BLB

0 à 5,9 m : marnes et calcaires de la Formation Fahdène avec *C. naviculare* et *Eucalycoceras*.

5,9 - 25,7 : masse principale de la Formation Bahloul avec bancs de calcaires laminés noirs intercalés de passées de calcaires gris (BUROLLET, 1956 ; GARGOURI, 1983). Des faciès intermédiaires sous forme de calcaires plaquetés à lamines espacées font passer progressivement les calcaires à faciès Bahloul typique aux calcaires marneux gris. Les empreintes d'ammonites ne sont pas rares mais difficilement déterminables. Toutefois, deux *Pseudaspidoceras pseudonodosoides* ont pu être différenciés à 17 et 17,3.

25,7 - 92 : calcaires marneux et bancs calcaires blancs avec une dizaine de récurrences semi-métriques à décimétriques de calcaires laminés noirs à faciès Bahloul jusqu'à 61,10. Le premier *P. flexuosum* associé à *Mammites* est noté à 27. Des *Kamerunoceras* turoniense apparaissent à partir de 88.

*Interprétation.*- Le Turonien commençant vers 26-27, on remarque quelques récurrences de calcaires laminés à faciès Bahloul dans le Turonien supérieur basal. Toutefois, vers le haut, les niveaux laminés deviennent de plus en plus minces et n'atteignent pas la partie supérieure du Turonien inférieur. Il reste que la masse principale du faciès Bahloul, entre 5,9 et 26-27,

est d'âge Cénomaniens supérieur puisque *P. pseudonodosoides* est une ammonite de la Zone à *N. juddii*.

### 3 9. Conclusion

Le matériel ammonitologique, récolté sur une trame lithologique métée et décrite avec précision, a permis de fixer clairement la limite Cénomaniens-Turonien dans plusieurs coupes représentatives de la Tunisie centrale. La masse principale du faciès Bahloul est toujours comprise dans le Cénomaniens supérieur : du sommet de la Zone à *C. naviculare* à la Zone à *E. septemseriatum* puis la Zone à *N. juddii*. Vers le bassin, des récurrences de faciès Bahloul peuvent se développer dans la partie inférieure du Turonien inférieur donnant ainsi au sommet de la Formation Bahloul un caractère légèrement diachronique.

**Remerciements** à MM. Hector Bismuth et Mohamed Khessibi (SEREPT), à MM. Jean-François Raynaud, Raoul Deloffre et François Calandra (SNEA.P), à MM. Jorge Ferrer et Jan Hardenbol (EXXON) dont les interventions à divers titres ont permis d'effectuer des missions d'étude sur le terrain. Le Fonds National de la Recherche Scientifique belge est également intervenu dans les missions récentes.

#### 4 - TROISIEME PARTIE : QUATRIEME JOUR (P.-F. Burollet)

Km 2. Carrefour de Jendouba. Prendre la route P6 vers le N-E. Vallée de la Medjerda. On longe ensuite la zone complexe du front des nappes (Trias, Crétacé et Eocène), pour entrer dans la zone dite des écailles : blocs éocènes faillés.

Km 51. Béja. Sortir de Béja au Nord par la C52 puis tourner au N-E sur la P11 .

Km 66. Carrefour avec la route du Munchar, que l'on prend à droite vers le Sud.

Km 69. Tourner à gauche vers l'Est sur la piste de l'Oued Bazina. On monte sur une large extrusion triasique de style diapir avant d'entrer dans le coeur de l'anticlinal (Barrémien et Aptien à faciès M'Cherga du Sillon tunisien).

**Arrêt 8:** Km 84 . Dans la montée du flanc N-E, on observe la coupe de la Formation Bahloul à faciès septentrional.

Madame N. CHINE-DAMAN a montré que la partie inférieure du faciès Bahloul se trouve dans le Cénomaniens supérieur non terminal avec l'association à Rotalipores. Le faciès feuilleté s'étend donc là du Fahdene supérieur à l'Aleg (ou Kef) inférieur. L'équivalent exact probable de la Formation Bahloul de Tunisie centrale va du niveau 113 au niveau 50 de la figure 30. Au-dessus se trouvent des équivalents de l'Annaba, du Bireno et de la base du membre moyen de

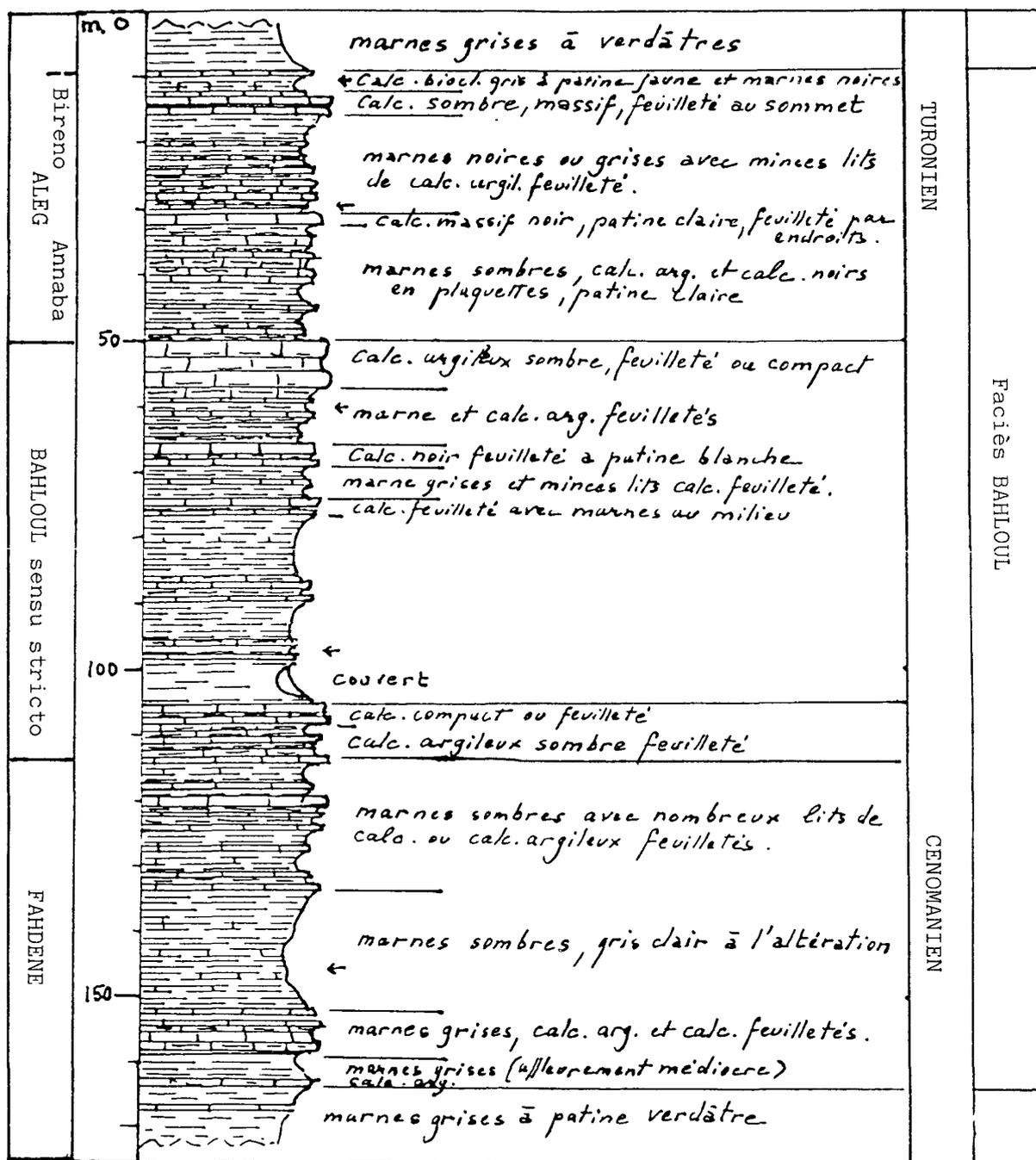


FIG.30 - Coupe provisoire de la Formation Bahloul au Nord-Est de l'anticlinal d'Oued Bazina. Epaisseurs approximatives (P.F. BUROLLET, H. CHANDOU, M.H. ACHECHE & M. SAIDI, 1991).

l'Aleg (Zone à *Helvetotruncana helvetica*) d'après R. BENZARTI et H. BISMUTH.

Retour à Tunis en continuant la piste jusqu'à la petite route C64 que l'on trouve au km 97. On a successivement traversé les Formations Aleg, Abiod, El Haria (couverte) et Metlaoui formant la fermeture N-E de l'anticlinal.

La route va vers l'Est, passe par un col à travers une extrusion salifère et entre dans la plaine alluviale de l'Oued et Tine. A gauche récepteurs du satellite

Arabsat.

Km 120. Croisement de la route d'Ed Dekrila que l'on voit au Sud.

Km 124. Carrefour. Prendre à droite la route C55 vers Chouigui. On traverse le vaste diapir triasique du Jebel Baouala.

Km 131. Chouigui.

Km 139. Tebourba puis El Bathan, pont sur la Medjerda. Routes C32 puis P7.

Km 175. Tunis. Fin de l'excursion.

## BIBLIOGRAPHIE

**Remarque :** Les références exactes des titres cités dans le paragraphe 3 (Excursion) sont reprises dans l'une ou l'autre des trois publications suivantes : ROBASYNSKI F., *et al.*, (1990a), ROBASYNSKI F., *et al.*, (1990b) et ROBASYNSKI F., *et al.*, (à paraître)

- ABDELJAOUAD S. & ZARGOUNI F. (1985).- Mise en évidence d'une tectonique intra-crétacée dans l'extrémité orientale de la chaîne des Chotts. *Actes 1er Congrès Nl. Sc. Terre*, Tunis, t. 1, pp. 285-290.
- BEN FERJANI A., BUROLLET P.F. & MEJRI F. (1990).- Petroleum geology of Tunisia. ETAP, Tunis, 194 p.
- BENZARTI-SAID R. (1985).- Etude biostratigraphique du Crétacé supérieur du Sondage Djebinihana. Sahel Tunisien et corrélations avec Kerkennah 1 et Reshef 1. *Actes 1er Congrès Nl. Sc. Terre*, Tunis, t. 1, pp. 51-65.
- BISMUTH H., BOLTENHAGEN C., DONZE P., LE FEVRE J. & SAINT-MARC P. (1982).- Etude sédimentologique et biostratigraphique du Crétacé moyen et supérieur du Jebel Semmama (Tunisie du Centre-Nord). *Cretaceous Research*, London, vol. 3, 1 et 2, pp. 171-185.
- BISMUTH H. & MAHJOUB M.N. (1985).- Le Crétacé moyen du Djebel Chambi. Aperçu biostratigraphique et sédimentologique. *Actes du 1er Congrès Nl. Sc. Terre*, Tunis, t. II, pp. 37-94.
- BOLTENHAGEN C. (1985 a).- Paléogéographie du Crétacé moyen de la Tunisie centrale. *Actes du 1er Congrès Nl. Sc. Terre*, Tunis, t. I, pp. 97-111.
- BOLTENHAGEN C. (1985 b).- Les séquences de sédimentation du Crétacé moyen en Tunisie centrale. *1er Congrès Nl. Sc. Terre*, Tunis, tome 2.
- BOLZE J., BUROLLET P.F. & CASTANY G. (1952).- Le Sillon tunisien. *XIXème Congrès Géol. Intern. Alger*. Monogr. rég. 2ème série, 5, 112 p.
- BUROLLET P.F. (1956).- Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie centrale. *Ann. Mines et Géol.*, Tunis, 18, 352 p.
- BUROLLET P.F. (1989).- Les événements du Crétacé moyen au Sud de la Méditerranée. *Géobios*, Lyon, mém. sp. II, pp. 69-81.
- BUROLLET P.F., DUMESTRE A., KEPPEL D. & SALVADOR A. (1952-54). - Unités stratigraphiques en Tunisie centrale. *C.R. XIXe Congrès Géol. Intern. Alger*, fasc. 21, pp. 243-254.
- CARON M. (1985). - Cretaceous planktic foraminifera, in "Plankton stratigraphy", Bolli H.M., Saunders J.B. et Perch-Nielsen K. ed. Cambridge Univ. Press., pp 17-86.
- CASTANY G. (1951).- Etude géologique de l'Atlas tunisien oriental. *Ann. Mines et Géol.*, Tunis, 8, 632 p.
- CHANDOUL H. (1988).- Les roches mères en Tunisie, répartition, épaisseur et qualité. Formations Bou Dabbous et Bahloul. ETAP, rap. int. 30.
- DALI T. (1979).- Etude géologique de la région de Gafour (Atlas tunisien). Thèse 3ème cycle, Dép. Géotectonique, Lab. Géol. Struct. Univ. P. et M. Curie, Paris.
- DALI-RESSOT M.D. (1987).- Les *Calcisphaerulidae* des terrains albiens à maestrichtiens de Tunisie centrale. Thèse 3ème cycle, Tunis, 191 p.
- ELLOUZ N. (1984).- Etude de la subsidence de la Tunisie atlasique orientale et de la Mer Pélagienne. Thèse 3ème cycle, Univ. P. et M. Curie, Paris VI, n° 84-29, 139 p.
- FOURNIÉ D. (1978).- Nomenclature lithostratigraphique des séries du Crétacé supérieur au Tertiaire de Tunisie. *Bull. Centre Rech. Expl. Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, v. 2, I, pp. 97-148.
- GARGOURI-RAZGALLAH S. (1983). - Le Cénomanien de Tunisie centrale : étude paléoécologique, stratigraphique, micropaléontologique et paléontologique. Thèse Dr. Univ. Lyon I, Doc. Tx. IGAL, Paris, n°6, 215 p.
- GOURMELEN C. (1984).- Serrage polyphasé de paléostructures distensives dans l'Axe Nord-Sud tunisien. Thèse 3ème cycle, Grenoble, 216 p.
- JAUZEIN A. (1967).- Contribution à l'étude géologique des confins de la Dorsale tunisienne (Tunisie septentrionale). *Ann. Mines Géol.*, Tunis, n°22, 475 p.
- MAAMOURI A.L. & MAAMOURI M. (1969).- Aperçu stratigraphique sur le Crétacé de l'anticlinal de l'Oued Bazina (note préliminaire). *Notes Serv. Géol. Tunisie*, I, pp. 25-31.
- MEJRI F. (1989).- Le Cénomanien - Turonien moyen-inférieur. Répartition des épaisseurs et intérêt pétrolier, ETAP, rap. interne I-32, 18 p.
- MOHSEN LAYEB (1990).- Etude géologique, géochimique et minéralogique régionale des faciès riches en matière organique de la Formation Bahloul d'âge Cénomanien-Turonien dans le domaine de la Tunisie nord-centrale. Thèse Dr. Univ. Tunis, Fac. Sc., 209 p. et 55 p. d'annexes.
- M'RABET A. (1975).- Contribution à l'étude stratigraphique, pétrographique et sédimentologique du Crétacé inférieur de l'Axe Nord-Sud (Tunisie centrale). Thèse 3ème cycle, Paris.
- OUALI J. (1985).- Structure et évolution géodynamique du chaînon Nara-Sidi Kralif (Tunisie centrale). *Bull. Centre Rech. Expl. Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, V, 9, pp. 155-182.
- PERVINQUIERE L. (1903).- Etude géologique de la Tunisie centrale. Thèse, P.R. de Rudeval éd. Paris, 359 p.
- ROBASZYNSKI F., CARON M., DUPUIS C., AMEDRO F., CALANDRA F., DELOFFRE R., GARTNER S., GONZALEZ DONOSO J.-M., HARDENBOL J., LINARES D. (1990a).- Litho-biostratigraphie, microfaciès et séquences stratigraphiques dans le Turonien d'un secteur de la Tunisie centrale. *Bull. Soc. géol. France*, Paris, 8, VI, 6, 1011-1024, 3 fig.
- ROBASZYNSKI F., CARON M., DUPUIS C., AMEDRO F., GONZALEZ DONOSO J.-M., LINARES D., HARDENBOL J., GARTNER S., CALANDRA F., DELOFFRE R. (1990b).- A tentative integrated stratigraphy in the Turonian of Central Tunisia : Formations, Zones and Sequential Stratigraphy in the Kalaat Senan area. *Bull. Centres Rech. Explor. - Prod. Elf Aquitaine*, Pau, 14, 1, 213-384, 35 fig., 44 pl.
- ROBASZYNSKI F., AMEDRO F. & CARON M. (à paraître).- La limite Cénomanien-Turonien et la Formation Bahloul dans quelques localités de la Tunisie centrale. *Cretaceous Research*, London.
- SAINFELD P. (1952).— Les gîtes plombo-zincifères de Tunisie. *Ann. Mines Géol.*, Tunis, 9, 285 p.
- SAINFELD P. & BUROLLET P.F. (avec collab. DALBIEZ F.) (1956 a). - Notice explicative de la carte géologique au 1/50.000 de la Tunisie, feuille 44 : Le Kef. Serv. Géol. Tunisie.

- SAINFELD P. & BUROLLET P.F. (1956 b).- Notice explicative de la carte géologique au 1/50.000 de la Tunisie, feuille 51 : Tadjerouine. Serv. Géol. Tunisie.
- SEDJIL A. (1981).- Stratigraphie et sédimentologie du Crétacé post-aptien en Tunisie centrale et septentrionale. Thèse 3ème cycle, Paris-Sud (Orsay), 141 p., 2 vol. annexes.
- SOLIGNAC M. (1927).- Etude géologique de la Tunisie septentrionale. Dir. Gén. Tx Publics, Tunis, 736 p.
- TOUR J. (1985).- Etude stratigraphique et tectono-sédimentaire des séquences du Crétacé supérieur du Jebel Mrhila (Tunisie centrale). Mém. DEA, Fac. Sci. Tunis, 163 p.
- TOUR J., BEN HADJ ALI N., DONZE P., MAAMOURI A.L., MEMMI L., M'RABET A., RAZGALLAH S. & ZAGHBIB-TURKI D. (1989).- Biostratigraphie et sédimentologie des séquences du Crétacé supérieur du Jebel Mrhila. Tunisie centrale. *Géologie méditerranéenne*, Marseille, XVI, I, pp. 55-66.
- TURKI M.M. (1985).- Polycinématique et contrôle sédimentaire associé sur la cicatrice Zaghouan-Nebhana. Thèse Dr. Tunis.
- ZARGOUNI F. (1986).- Tectonique de l'Atlas méridional de Tunisie. Evolution géométrique et cinématique des structures en zones de cisaillement. Centre Sc. Terre, INRST, Tunis, vol. 3.