

50576
1985
282-1

50376
1985
282-1

LES PHENOMENES RECIFEAUX
ET LEUR ENVIRONNEMENT
DANS LE DEVONIEN D'AFGHANISTAN
(MONTAGNES CENTRALES)

ANALYSE ET ETUDE SYSTEMATIQUE
DES STROMATOPORES
APERCU SUR LES TABULES.



TABLE DES MATIERES

RESUME
ABSTRACT
AVANT PROPOS
AVERTISSEMENT

VOLUME I

Première Partie :INTRODUCTION

Sommaire

1. Présentation et Méthodes de travail.
2. Le Dévonien des Montagnes Centrales d'Afghanistan.
 - 2.1. Aperçu historique.
 - 2.2. Cadre géographique de l'étude.
 - 2.3. Cadre géologique.
 - 2.3.1. Les grands domaines géologiques afghans.
 - 2.3.2. Les Montagnes centrales.
 - 2.3.3. La zone de Tezak-Nawar.
 - 2.4. Les affleurements du Dévonien des Montagnes Centrales.
 - 2.4.1. Flanc nord-occidental de l'anticlinorium de Toyka Dewal.
 - 2.4.2. Flanc sud-oriental de l'anticlinorium de Toyka Dewal.
3. Biostratigraphie - chronostratigraphie.

Deuxième Partie: DESCRIPTION DES COUPES

Sommaire

1. Coupe du KOH-E ZARDAK.
 - 1.1. Localisation.
 - 1.2. La série.
 - 1.3. Age des formations.
2. Coupe de SAMSERSANG.
 - 2.1. Localisation.
 - 2.2. La série.
 - 2.3. Age des formations.
3. Coupe de BADRAGHA NORD.
 - 3.1. Localisation.
 - 3.2. La série.
 - 3.3. Age des formations.
4. Coupe de BADRAGHA SUD.
 - 4.1. Localisation.
 - 4.2. La série.
 - 4.3. Age des formations.
5. Coupe du KOH-E TOP.
 - 5.1. Localisation.
 - 5.2. La série.
 - 5.3. Age des formations.
6. Coupe du KOH-E GIRU.
 - 6.1. Localisation.
 - 6.2. La série.
 - 6.3. Age des formations.
7. Coupe de SULTALI.
 - 7.1. Localisation.
 - 7.2. La série.
 - 7.3. Age des formations.
8. Coupe du KOH-E QUTUN.
 - 8.1. Localisation.
 - 8.2. La série.
 - 8.3. Age des formations.

9. Coupe de TAKHTAKAY.
 - 9.1. Localisation.
 - 9.2. La série.
 - 9.3. Age des formations.
10. Coupe de SAR-E PORI.
 - 10.1. Localisation.
 - 10.2. La série.
 - 10.3. Age des formations.
11. Coupe de SPINA KADA NORD.
 - 11.1. Localisation.
 - 11.2. La série.
 - 11.3. Age des formations.
12. Coupe de TANABED.
 - 12.1. Localisation.
 - 12.2. La série.
 - 12.3. Age des formations.
13. Coupe de SPINA KADA, VERSANT SUD ORIENTAL.
 - 13.1. Localisation.
 - 13.2. La série.
14. Coupe du VALLON DE KHOTO
 - 14.1. Localisation.
 - 14.2. La série.
15. Coupe de l'extrémité sud ouest de SPINA KADA.
 - 15.1. Localisation.
 - 15.2. La série.
 - 15.3. Age des formations.
16. Coupe de SAFEDAK.
 - 16.1. Localisation.
 - 16.2. La série.
 - 16.3. Age des formations.
17. Coupe du SIN GHAR.
 - 17.1. Localisation.
 - 17.2. La série.
 - 17.3. Age des formations.
18. Coupe du SPIN GHAR.
 - 18.1. Localisation.
 - 18.2. La série.
 - 18.3. Age des formations.
19. Coupe du KOH-E BARIK CENTRE.
 - 19.1. Localisation.
 - 19.2. La série.
 - 19.3. Age des formations.
20. Coupe du KOH-E BARIK SUD.
 - 20.1. Localisation.
 - 20.2. La série.
 - 20.3. Age des formations.
21. Coupe du BARIK GHAR.
 - 21.1. Localisation.
 - 21.2. La série.
 - 21.3. Age des formations.
22. Coupe du TERNAWA NORD.
 - 22.1. Localisation.
 - 22.2. La série.
 - 22.3. Age des formations.
23. Coupe de TERNAWA SUD.
 - 23.1. Localisation.
 - 23.2. La série.
 - 23.3. Age des formations.

- 24. Coupe de KOW-E YAKRUYA à BINI SANG.
 - 24.1. Localisation.
 - 24.2. La série.
 - 24.3. Age des formations.
- 25. Coupe de QUARK-E BODAK NORD.
 - 25.1. Localisation.
 - 25.2. La série.
 - 25.3. Age des formations.
- 26. Coupe de SYANSANGAK.
 - 26.1. Localisation.
 - 26.2. La série.
 - 26.3. Age des formations.
- 27. Coupe de BULAQRAN.
 - 27.1. Localisation.
 - 27.2. La série.
 - 27.3. Age des formations.
- 28. Coupe de KAMAR.
 - 28.1. Localisation.
 - 28.2. La série.
 - 28.3. Age des formations.
- 29. Coupe de BOKAN.
 - 29.1. Localisation.
 - 29.2. La série.
 - 29.2.1. Partie orientale de la coupe.
 - 29.2.1.1. Description.
 - 29.2.1.2. Age des formations.
 - 29.2.2. Partie centrale de la coupe.
 - 29.2.2.1. Description.
 - 29.2.2.2. Age des formations.
 - 29.2.3. Partie occidentale de la coupe.
 - 29.2.3.1. Description.
 - 29.2.3.2. Age des formations.
- 30. Coupe de CAWAK.
 - 30.1. Localisation.
 - 30.2. La série.
 - 30.2.1. Partie orientale de la coupe.
 - 30.2.2. Parties centrale et occidentale de la coupe.
 - 30.3. Age des formations.
- 31. Coupe de CAWAK SUD.
 - 31.1. Localisation.
 - 31.2. La série.
- 32. Coupe de OKAK.
 - 32.1. Localisation.
 - 32.2. La série.
 - 32.3. Age des formations.
- 33. Coupe de SAYED TABIB NORD (coupe ouest).
 - 33.1. Localisation.
 - 33.2. La série.
 - 33.3. Age des formations.
- 34. Coupe de SAYED TABIB NORD (coupe centre).
 - 34.1. Localisation.
 - 34.2. La série.
 - 34.2.1. Partie A.
 - 34.2.1.1. Description.
 - 34.2.1.2. Age des formations.
 - 34.2.2. Partie B.
 - 34.2.2.1. Description.
 - 34.2.2.2. Age des formations.

- 34.2.3. Partie C.
 - 34.2.3.1. Description.
 - 34.2.3.2. Age des formations.
- 34.2.4. Partie D.
 - 34.2.4.1. Description.
 - 34.2.4.2. Age des formations.
- 34.2.5. Remarque sur les variations latérales de faciès et d'épaisseur.
- 35. Coupe de SAYED TABIB NORD (coupe est).
 - 35.1. Localisation.
 - 35.2. La série.
 - 35.3. Age des formations.
- 36. Coupe de SAYED TABIB sud.
 - 36.1. Localisation.
 - 36.2. La série.
 - 36.3. Age des formations.
- 37. Coupe du QAJIR.
 - 37.1. Localisation.
 - 37.2. La série.
 - 37.3. Age des formations.
- 38. Coupe du COL ROUGE.
 - 38.1. Localisation.
 - 38.2. La série.
 - 38.3. Age des formations.
- 39. Coupe de DEWAL.
 - 39.1. Localisation.
 - 39.2. La série.
 - 39.3. Age des formations.
- 40. Coupe de GHUJURAK NORD.
 - 40.1. Localisation.
 - 40.2. La série.
 - 40.3. Age des formations.
- 41. Coupe de GHUJURAK SUD.
 - 41.1. Localisation.
 - 41.2. La série.
 - 41.3. Age des formations.
- 42. Coupe de CARAGSANG.
 - 42.1. Localisation.
 - 42.2. La série.
 - 42.3. Age des formations.
- 43. Coupe du KON-E REG.
 - 43.1. Localisation.
 - 43.2. La série.
 - 43.3. Age des formations.
- 44. Coupe de SAGHANA.
 - 44.1. Localisation.
 - 44.1. La série.
 - 44.2. Age des formations.
- 45. Coupe de GENELGAZI.
 - 45.1. Localisation.
 - 45.2. La série.
 - 45.3. Age des terrains.
- 46. Coupe de KARAM'ALAY.
 - 46.1. Localisation.
 - 46.2. La série.
 - 46.3. Age des terrains.

Troisième Partie : LES FORMATIONS

Sommaire

1. Les Données

2. Description des formations

2.1. Groupe de Sayed-Tabib

2.1.1. Formation grés-conglomératique de Koh-e Qas

2111 a) Derivatio nominis

2112 a) Localité type *locus typicus*

2113 a) Autres coupes où la formation a été observée

2114 a) Conditions d'affleurement

2115 a) Terminologie antérieure

2116 a) Définition et caractères

2117 a) Limites

2118 a) Passages latéraux à d'autres formations

2119 a) Age *quartzo-silicique*

2.1.2. Formation grés-Quartzitique de Ghujurak

2121 a) Derivatio nominis

2122 a) Localité type

2123 a) Autres coupes où la formation a été observée

2124 a) Conditions d'affleurement

2125 a) Terminologie antérieure

2126 a) Définition et caractères

2127 a) Limites

2128 a) Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations.

2129 a) Age

2.1.3. Formation grés-quartzitique de Sar-e Bum

2131 a) Derivatio nominis

2132 a) Localité type

2133 a) Autres coupes où la formation a été observée

2134 a) Conditions d'affleurement

2135 a) Terminologie antérieure

2136 a) Définition et caractères

2137 a) Limites

2138 a) Variations latérales

2139 a) Age

2.1.4. Comparaison des formations du Groupe de Sayed Tabib avec celles d'autres régions.

2.2. Formation d'Olsenak. *des Calcaires oxyliens*

2.2.1. Derivatio nominis

2.2.2. Localité type

2.2.3. Autres coupes où la formation a été observée

2.2.4. Conditions d'affleurement

2.2.5. Terminologie antérieure

2.2.6. Définition et caractères

2.2.7. Limites

2.2.8. Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations

2.2.9. Age

2.3. Groupe de Nawar

2.3.1. Formation des calcaires massifs de Bokan

2.3.1.1) Derivatio nominis

2.3.1.2) Localité type

2.3.1.3) Autres coupes où la formation a été observée

2.3.1.4) Conditions d'affleurement

2.3.1.5) Terminologie antérieure

2.3.1.6) Définition et caractères

2.3.1.7) Subdivisions : Membre inférieure des calcaires rubanés de SAFEDAK

- 2318 h) Limites
- 2319 k) Variations latérales et passages à d'autres formations
- 2319 l) Age
- 2319 m) Comparaison avec d'autres régions.
- 2.3.2. Formation grésolo-dolomitique de Qutun
- 2321 a) Derivatio nominis
- 2 b) ~~Localité type~~ Locus typicus
- 3 c) Autres coupes où la formation a été observée
- 4 d) Conditions d'affleurement
- 5 e) Terminologie antérieure
- 6 f) Définition et caractères
- 7 g) Subdivision
- 8 h) Limites
- 9 i) Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations
- 10 j) Age
- 11 k) Comparaison avec d'autres régions
- 2.3.3. Formation des Calcaires Noirs de Badragha.
- 2331 a) Derivatio nominis
- 2 b) ~~Localité type~~ Locus typicus
- 3 c) Autres coupes où la formation a été observée
- 4 d) Conditions d'affleurement
- 5 e) Terminologie antérieure
- 6 f) Définition et caractères
- 7 g) Subdivision - Membre de Baghalak
- Membre du Koh-e Zardak
- 8 h) Limites
- 9 i) Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations
- 10 j) Age
- 11 k) Comparaison avec d'autres régions
- 2.3.4. Formation des Calcaires gris ~~récifaux~~ ^{CONSTRUITS} du Sin Ghar
- 2341 a) Derivatio nominis
- 2 b) ~~Localité type~~
- 3 c) Autres coupes où la formation a été observée
- 4 d) Conditions d'affleurement
- 5 e) Terminologie antérieure
- 6 f) Définition et caractères
- 7 g) Limites
- 8 h) Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations
- 9 i) Age
- 2.3.5. Formation des Calcaires détritiques de Cawak
- 2351 a) Derivatio nominis
- 2 b) Localité type
- 3 c) Autres coupes où la formation a été observée
- 4 d) Conditions d'affleurement
- 5 e) Terminologie antérieure
- 6 f) Définition et caractères
- 7 g) Subdivision - Membre récifal du Quark-e Bodak
- 8 h) Limites
- 9 i) Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations
- 10 j) Age
- 11 k) Comparaison avec d'autres régions

- révisé*
- 2.3.6. Formation des Calcaires de Dewal
 - 23644) Derivatio nominis
 - 1) ~~Localité type~~ *Localité type*
 - 2) Autres coupes où la formation a été observée
 - 3) Conditions d'affleurement
 - 4) Terminologie antérieure
 - 5) Définition et caractères
 - 6) Subdivisions
 - 7) Limites
 - 8) Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations
 - 9) Age
 - 10) Comparaison avec d'autres régions

2.4. Groupe de Takhtakay

2.4.1. Formation des Encrinites ferrugineuses du Koh-e Giru

- 2411) Derivatio nominis
- 1) ~~Localité type~~
- 2) Autres coupes où la formation a été observée
- 3) Conditions d'affleurement
- 4) Terminologie antérieure
- 5) Définition et caractères
- 6) Subdivision
- 7) Limites
- 8) Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations
- 9) Age
- 10) Comparaison avec d'autres régions

2.4.2. Formation des schistes et quartzites de Okak

- 2411) Derivatio nominis
- 1) ~~Localité type~~
- 2) Autres coupes où la formation a été observée
- 3) Conditions d'affleurement
- 4) Terminologie antérieure
- 5) Définition et caractères
- 6) Subdivisions - MEMBRE DES QUARTZITES DE TOP
- 7) Limites
- 8) Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations
- 9) Age
- 10) Comparaison avec d'autres régions

en minuscules

Quatrième Partie : ANALYSE DU PHENOMENE RECIFAL

Sommaire

- 1. Terminologie utilisée
- 2. L'ensemble carbonaté de la Formation de Bokan
 - 2.1. Les données
 - 2.2. Interprétation
- 3. Les constructions récifales au Givétien et au Frasnien inférieur
 - 3.1. Présentation
 - 3.2. Le secteur de Dewal et les régions méridionales
 - 3.2.1. Introduction
 - 3.2.2. Installation et évolution du phénomène récifal dans la coupe de Dewal
 - 3.2.3. Variations latérales à l'échelle de la coupe
 - 3.2.4. Evolution du phénomène récifal vers le Sud
 - 3.2.5. Vers le Bassin
 - 3.2.6. A l'Ouest, le Massif de Sayed Tabib

*1. 1. Introduction
1. 2. Quelques définitions.*

PRESENTATION ET METHODES DE TRAVAIL

Au sein des séries dévoniennes des Montagnes Centrales d'Afghanistan, les phénomènes récifaux et pararécifaux occupent une place non négligeable, modifiant sensiblement l'environnement sédimentaire et participant souvent, et de façon active, à la diversité des paléogéographies successives, notamment au cours du Dévonien moyen. Leur étude méritait d'être entreprise.

Pour comprendre toute la dynamique de leur évolution, il fallait éviter de les décrire hors de leur contexte sédimentaire, de les considérer dans un cadre "isotrope et intemporel". Aussi, les deux axes fondamentaux de la géologie, l'espace et le temps, devaient être privilégiés. Tenter de comprendre les enchaînements latéraux et verticaux de faciès c'était s'attacher à la dimension espace; leur attribuer un âge, c'était s'intéresser à la dimension temps.

* Saisir les variations latérales de faciès, par endroits très brutales, ailleurs très progressives, et les interpréter, nécessitait de rassembler le maximum d'observations de terrain; aussi, au cours de huit mois de mission en Afghanistan, étalés de 1973 à 1978, plus d'une quarantaine de coupes ont été observées et échantillonnées.

- En fonction de leur intérêt, de leur accès plus ou moins aisé, de la richesse et de la conservation plus ou moins bonne des organismes fossiles... certaines coupes ont été levées et échantillonnées en grand détail, elles servent de base à cette étude; d'autres au contraire n'ont été que succinctement observées, elles constituent des jalons, parfois essentiels, entre les précédentes.

- Ces observations de terrain ont par ailleurs été complétées par de nombreuses autres données fournies par les géologues des R.C.P. 44 et 274 puis de la M.P. du C.N.R.S.: A. Boutière, D. Brice, R. Desparmet, M. Dubreuil, Cl. Heddebaut, A.F. de Lapparent, Ch. Montenat et D. Vachard qui, antérieurement ou au cours de ces mêmes années, ont travaillé sur le Dévonien des Montagnes Centrales d'Afghanistan.

Ce travail de terrain et l'analyse des levés m'a amené à reconnaître différentes UNITES LITHOLOGIQUES, définies ci-après, en termes de formations, selon les règles de procédure en cours, exposées dans le guide stratigraphique international (1979).

* L'étape suivante consistait à replacer dans le temps ces grandes unités lithologiques; pour ce faire, un seul outil, mais de choix: la paléontologie.

- L'éloignement, les difficultés de transport... n'ont pas permis l'échantillonnage systématique de coupes pour la recherche de microfaunes (Conodontes...); on ne peut que le regretter vivement. Toutefois, au cours de l'étude de laboratoire, un certain nombre d'échantillons ont pu être isolés et confiés pour analyse à des spécialistes de microfossiles. Les résultats obtenus ont été parfois extrêmement intéressants et ont permis d'étayer certaines hypothèses de travail ou d'en envisager d'autres.

- Toutefois, la recherche de la macrofaune, directement observable et utilisable sur le terrain, a été privilégiée et a permis, bien souvent, d'établir des corrélations précises. Il convient ici de souligner le rôle important joué par les Brachiopodes dont la biozonation, mise au point par D. Brice (1971, 1977) s'est révélée être un outil de terrain fondamental, extrêmement précieux, de par les repères fréquents et constants, qu'il a fournis, notamment au Frasnien.

- Cependant, dans les formations récifales et pararécifales, les organismes constructeurs, seuls présents, se devaient de prendre le relai. Ils se sont, dans bien des cas, révélés utiles et ont permis d'établir des corrélations, d'envisager ou de confirmer certaines hypothèses.

Les Tétracoralliaires, déjà étudiés par D. Brice (1971), ont apporté une contribution non négligeable. Les déterminations et indications d'âges données dans ce travail ont été fournies par J. Cl. Rohart.

Deux autres groupes d'organismes, très largement représentés dans ces formations et qui n'avaient pratiquement jamais été étudiés en Afghanistan, ont particulièrement retenu mon attention.

* Les Stromatopores ont été étudiés en détail sur le plan systématique et répartition stratigraphique.

* L'étude des Tabulés a été entreprise; toutefois son état d'avancement à ce jour ne permet que de donner un aperçu de la systématique et de la répartition des représentants de ce groupe.

Le travail qui suit a donc comme base les observations de terrain et l'analyse en laboratoire des échantillons prélevés, généralement orientés dans les bancs (850 points de prélèvement environ). Plus de 2 600 lames, la plupart de grandes dimensions, ont été préparées, tant pour l'analyse des microfaciès que pour celle des faunes de Stromatopores et de Tabulés.

construits à Favositidés, d'âge mésodévonien, et d'autres à nombreux Stromatopores, d'âge frasnien. Toutefois, dans les Montagnes Centrales, le phénomène récifal prend une ampleur beaucoup plus considérable.

La nécessité de limiter mon sujet d'étude m'a donc conduit, tout naturellement, à porter mon choix sur le Dévonien des Montagnes Centrales.

Cadre géographique de l'étude

Les Montagnes Centrales appartiennent à l'une des trois grandes entités géographiques que l'on peut très schématiquement reconnaître en Afghanistan.

Pays continental par excellence, situé au coeur de l'Asie centrale (fig. 1), l'Afghanistan se subdivise en effet de la façon suivante:

- au Nord, les steppes des bordures de l'Amu Daria, partie méridionale de la dépression aralo-caspienne;
- au Sud, d'autres dépressions désertiques, Régistan, Séistan, Dasht-e Margo;
- au Centre, des régions montagneuses, dont celle des Montagnes Centrales, se rattachant, vers l'Est à l'Himalaya, par la puissante ossature de l'Indu Kush, et s'atténuant très progressivement vers l'Ouest et le Sud.

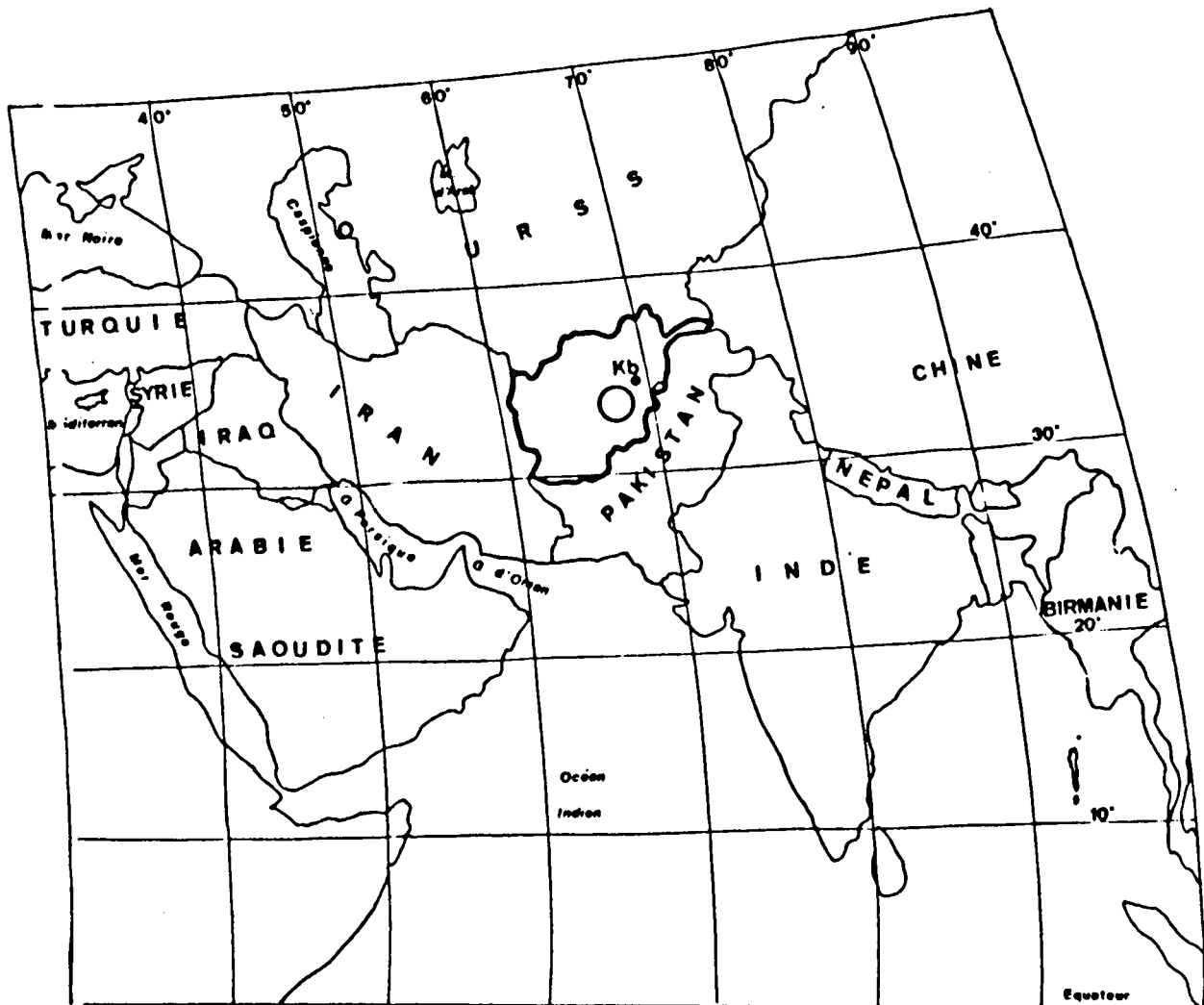


Fig. 1 - Carte de situation de l'Afghanistan en Asie centrale.

Cadre géologique

Avant de préciser la structure géologique des Montagnes Centrales et d'en détailler les différents affleurements dévoniens, objet de ce travail, il apparaît nécessaire de rappeler succinctement les grands traits structuraux de l'Afghanistan et des différents ensembles géologiques qui y sont communément distingués.

* Encastré entre le continent eurasiatique au Nord, qui en occupe toute la marge septentrionale (bassin du Turkestan), et le bouclier indien au Sud-Est qui l'effleure à peine près de la frontière pakistanaise, l'Afghanistan est composé, pour ses parties médiane et méridionale, d'une juxtaposition de plusieurs unités géologiques aux caractéristiques sédimentaires et tectoniques très contrastées; ces grandes unités sont délimitées par d'importants accidents qui viennent se nouer, au Nord-Est, aux abords de Kaboul, la capitale (fig. 2).

Les principales unités ou domaines actuellement reconnus (J. Blaise et al., 1982) sont les suivants:

- le domaine du Band-e Bayan, au Sud de la faille de Hérat, très hétérogène, complexe et encore mal connu;
- le domaine de Farah Rod, à caractères océaniques (ophiolithes), séparé du précédent par l'accident du Band-e Bayan et limité au Sud par celui de l'Hilmand;
- le domaine des Montagnes Centrales, qui sera repris plus en détail ci-après;
- enfin, au-delà de la faille de Chaman-Argendeh, l'Afghanistan du Sud-Est, avec le coin de Kabul et les chaînes bélutches, autres domaines aux caractères océaniques.

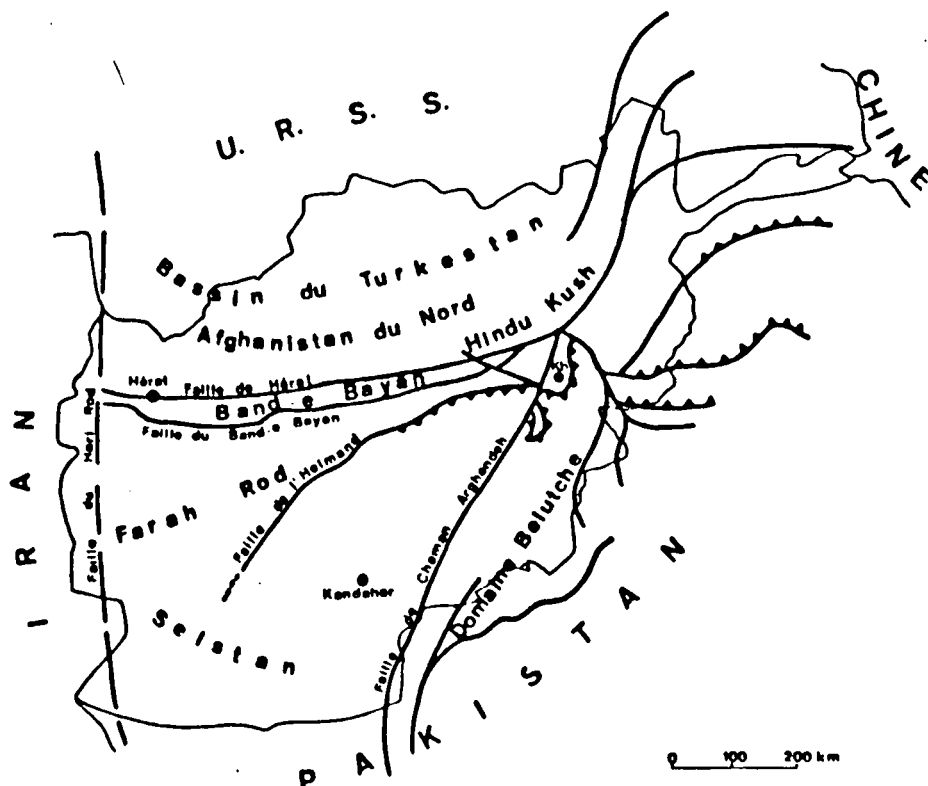


Fig. 2 - Les grands traits structuraux de l'Afghanistan. [D'après J. Stöcklin, 1977; V. Vachard, 1980; J. Blaise et al.].

* Dans le domaine des MONTAGNES CENTRALES on peut distinguer, avec J. Blaise et al. (1982, p. 3), les trois zones suivantes, limitées entre elles par des accidents (fig. 3).

- Au Nord-Ouest, la zone de Behsud, qui comporte un socle précambrien, granitisé et métamorphisé, et une couverture en partie volcano-sédimentaire.

- Au Sud-Est, la zone de Jaghatu, caractérisée par un métamorphisme post-paléozoïque et des granites crétacés et tertiaires.

- Au centre, et respectivement séparée des deux zones précédentes par les accidents de Kadjao au Nord-Ouest et de Band -e Tchak au Sud-Est, la zone de Tezak-Nawar qui contraste avec les précédentes par l'absence de tout plutonisme et se caractérise par sa série paléozoïque complète et très diversifiée.

* Si l'étude tectonique de détail de la zone de Tezak-Nawar reste à faire, on peut cependant déjà en préciser les grands traits structuraux (fig. 4).

Dans la zone de Tezak-Nawar, l'ensemble des terrains paléozoïques s'ordonne autour d'un vaste anticlinorium complexe qui constitue la structure majeure de la région. Connue, dans la partie septentrionale, sous le nom d'anticlinorium de Toyka (J. Blaise et al., 1971, 1977; R. Desparmet et C. Montenat, 1972...), cette structure se prolonge vers le Sud-Ouest; son axe principal passe approximativement par Dewal (com. pers. Cl. Heddebaut), à l'Est du Dasht-e Nawar (fig. 5).

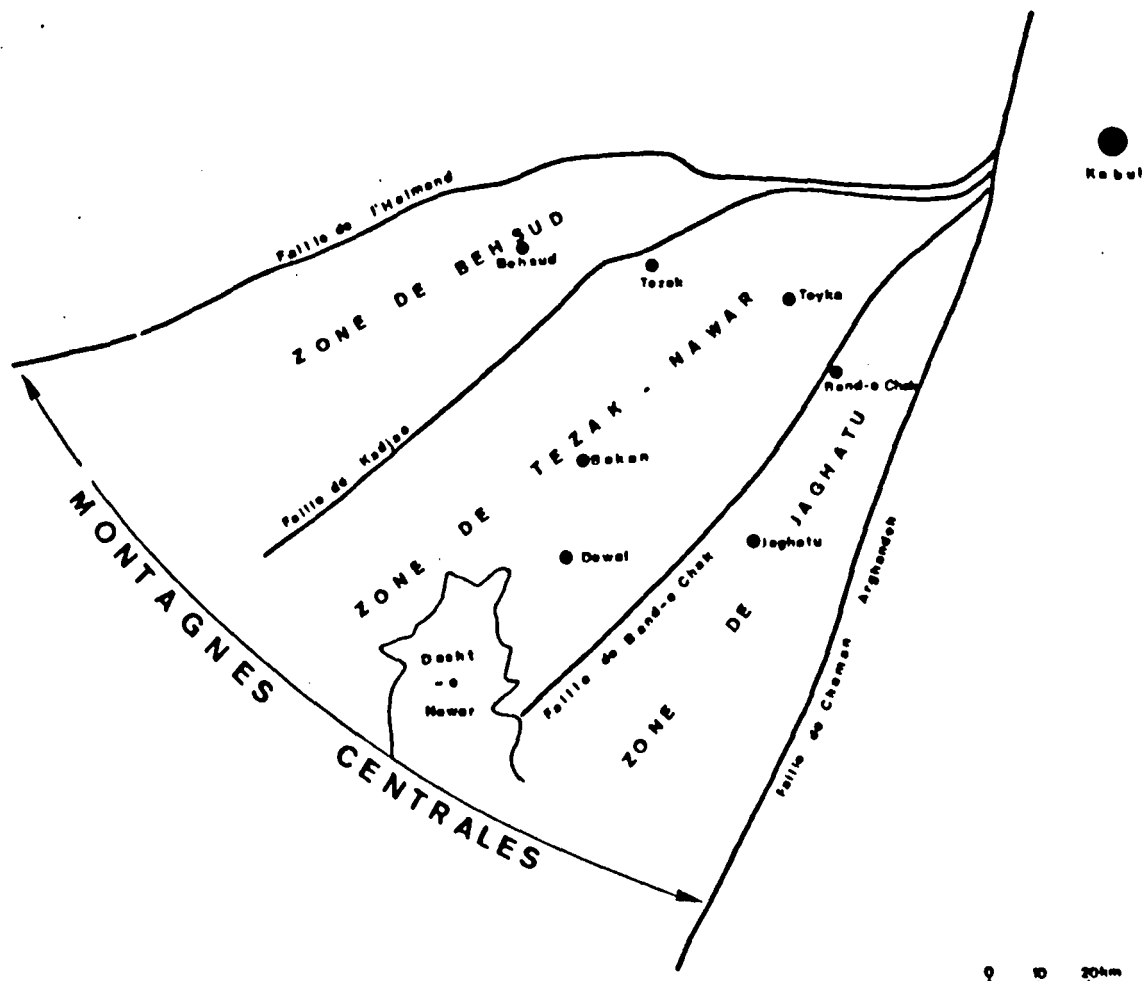


Fig. 3 - Les principales zones géologiques du domaine des Montagnes centrales. [D'après J. Blaise et al., 1977, 1982].

De part et d'autre de l'axe de cet anticlinorium de Toyka-Dewal (B. Mistiaen, 1980; J. Blaise et al., 1982), les terrains paléozoïques présentent une symétrie stratigraphique et structurale assez nette, à laquelle se superpose une dissymétrie sédimentaire.

. Sur les deux flancs de l'anticlinorium à coeur de Cambro-Trémadocien, les terrains (Ordovicien, Silurien, Dévonien) sont découpés par plusieurs séries d'accidents (R. Desparmet et Ch. Montenat, carte au 1/50 000, non publiée; Cl. Heddebaut, rapport interne CNRS, 1976; J. Blaise et al., 1982):

- des failles inverses, sensiblement directionnelles, orientées N 45 à N 60 , à pendage nord-ouest plus ou moins accentué dans la partie nord-occidentale, au moins à proximité de l'axe de l'anticlinorium, à pendage sud-est, dans la partie sud-orientale (A. Boutière, 1970); ces accidents font parfois se chevaucher les différentes unités;

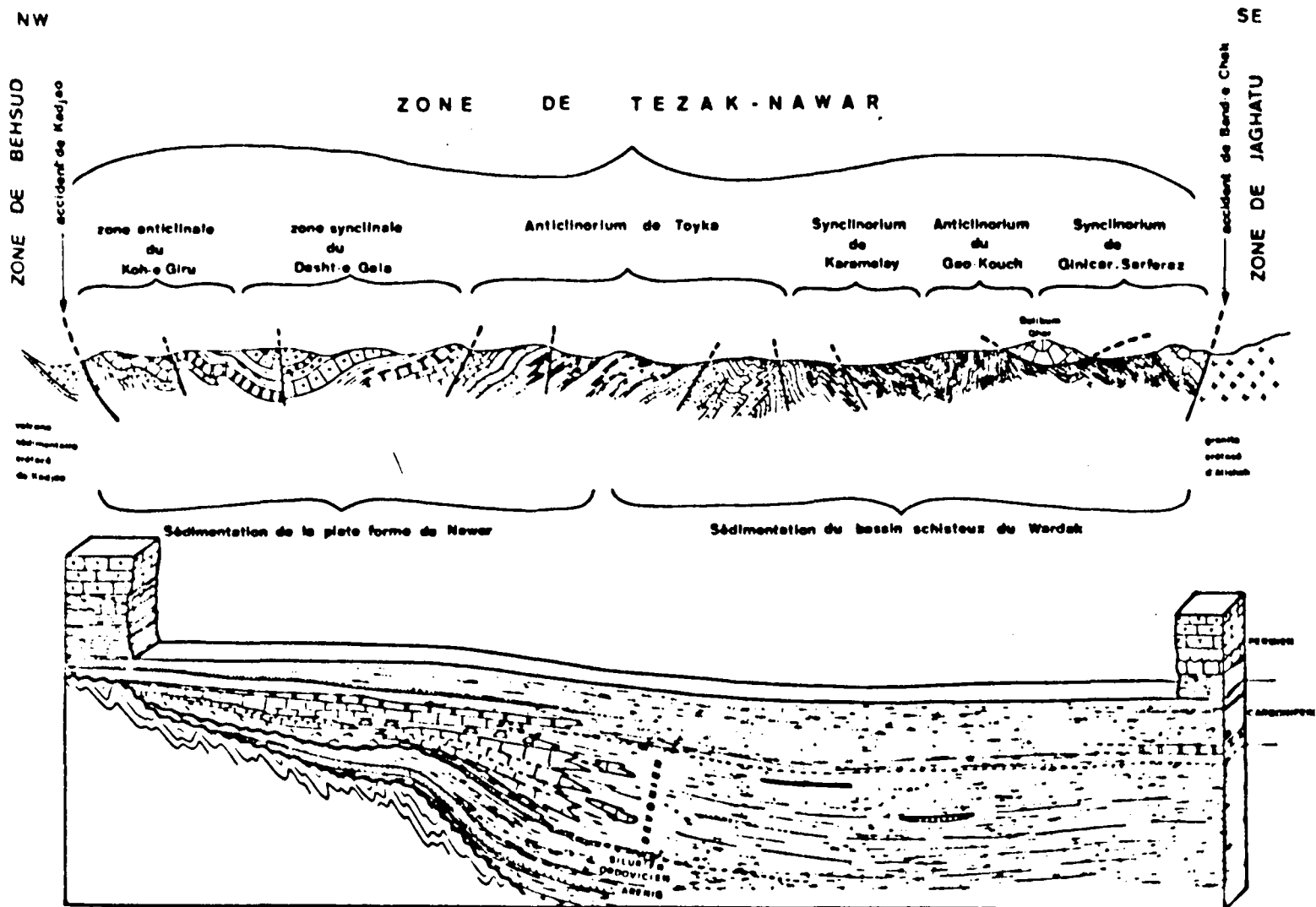


Fig. 4 - A. Coupe schématique et interprétative du domaine des Montagnes Centrales. [D'après J. Blaise et al., 1971, 1977; Ph. Marin in G. Termier et al., 1974; et com. orale de Cl. Heddebaut; modifié].

B. Reconstitution paléogéographique schématique de la zone de Tezak-Nawar. [D'après R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972; modifié].

8

- Deux familles de failles transverses, plus tardives et sub-verticales, les unes d'orientation N 100 - 110, les autres grossièrement subméridiennes.

. En s'écartant de l'axe de l'anticlinorium, cette disposition se modifie quelque peu.

- Vers l'Ouest, dans la zone synclinale permotriasique de Dasht-e Gala et la zone anticlinale du Koh-e Giru, dévono-carbonifère sur socle Précambrien, les accidents inverses prennent un plongement sud-est, jusqu'à l'accident de Kadjao qui fait chevaucher le socle précambrien de la zone de Tezak-Nawar sur la série volcano-sédimentaire crétacée du fossé de Kadjao.

- Vers le Sud-Est, par contre (anticlinorium ordovicien à dévonien de Gao Kouch et synclinorium permo-carbonifère de Ginicar Sarferaz), les accidents prennent progressivement un plongement plutôt ouest, jusqu'à l'accident de Band-e Chak qui met en contact la zone de Tezak-Nawar avec le granite d'Alishah (zone de Jaghatu).

. Pour parfaire cette symétrie, on connaîtrait (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 405; Ph. Marin in G. Termier et al., 1974, p. 13 et fig. 10) des calcaires dévoniens très recristallisés, en écaille, contre la faille de Band-e Chak; mais les affleurements en question sont plutôt attribuables au Permien (com. pers. Cl. Heddebaut).

Les accidents directionnels ont provoqué un resserrement sensible des différentes unités actuellement visibles à l'affleurement. Pour J. Blaise et al. (1982), l'importance du raccourcissement qui en résulte "peut être estimé à un facteur 3".

En outre, ces accidents sensiblement directionnels correspondent aussi à des décrochements senestres, liés au jeu de la faille de Chaman-Arghende, (fig. 3) (N. Beun et al., 1979).

La résultante de ces deux mouvements, transversal et longitudinal, explique le fait que ces accidents apparaissent, selon les endroits, tantôt inverses, tantôt normaux; cette structure correspond aux failles inverses répétitives de A. Boutière (1970).

Il importe de souligner dès à présent que cette tectonique complique singulièrement toute tentative de reconstitution paléogéographique.

Une dissymétrie lithologique se superpose à cette ordonnance structurale et stratigraphique. La nature des séries sédimentaires permet en effet de distinguer successivement, du Nord-Ouest au Sud-Est:

- la plate-forme de Tezak (D. Vachard, 1980), aux dépôts très variés,
- le bassin schisteux du Wardak (bassin de Nawar des auteurs), aux faciès monotones,
- la pente orientale de Band-e Chak, dépourvue de plate-forme, (D. Vachard, 1980).

Toutefois, dans la partie méridionale du territoire étudié, le bassin schisteux du Wardak disparaît et toute la série sédimentaire correspond à des dépôts de plate-forme.

Le Dasht-e Nawar et son volcanisme (fig. 3) viennent découper à l'emporte-pièce la marge sud-occidentale de la région; mais, au-delà, (région de Malestan), on retrouve le prolongement des séries paléozoïques (G. Plodowski, 1970; M. Dubreuil et D. Vachard, 1979; M. Dubreuil et al., 1985).

C'est dans ce contexte structural, dont les grands traits viennent d'être esquissés, que se situe le secteur étudié. Il s'étend, du Nord-Est au Sud-Ouest, sur une centaine de kilomètres environ et, d'Est en Ouest, sur près de 30 km. Les affleurements de terrains dévoniens y occupent une large place.

Les affleurements de Dévonien des Montagnes Centrales

Plus d'une quarantaine de coupes ^(fig. 5) ont été observées, levées et échantillonnées dans la série dévonienne des Montagnes Centrales, la plupart sur le flanc nord-ouest de l'anticlinorium de Toyka-Dewal, quelques unes sur le flanc sud-est.

a - Sur le flanc nord-occidental de l'anticlinorium de Toyka-Dewal.

* Au Nord, le Dévonien affleure dans toute une série de massifs montagneux encadrant, en partie, le cirque siluro-ordovicien de Sar-e Pori; on peut y reconnaître successivement, du Nord-Ouest au Sud-Est, les ensembles suivants:

- le Koh-e Zardak (KZ), où a été levée la coupe du même nom (coupe 1);
- le massif du Samsersang (SM), avec successivement les coupes de Samsersang (2), de Badragha nord (3) et sud (4) et du Koh-e Top (5);
- le Koh-e Qutun (KU), coupe 8;
- le massif de Takhtakay (TK), coupe 9;
- le Koh-e Sar-e Pori (KS), coupe 10;
- le Tanabed (TA), coupe 12;
- la puissante barre de Spina Kada (SK) ou du Safed Koh (SF) - "le Mont Blanc" qui culmine à 4385 m - avec la coupe 11, sur le versant nord, et les coupes 13 à 15, sur le versant sud.

* Vers le Sud-Ouest, le Dévonien se retrouve dans la longue chaîne du Koh-e Giru (KG), prolongement probable du Samsersang - Koh-e Top, où ont été observés les coupes de Koh-e Giru (6) et de Sultali (7).

* Vers le Sud et dans le prolongement de la Spina Kada, les terrains dévoniens réapparaissent, au delà des dépôts quaternaires du Loy Dasht, en une longue série de massifs montagneux bordant le Dasht-e Kotub. La série y est parfois dédoublée: Surki Ghar (SU), Foladay Ghar (FG). Ce sont successivement:

- le Safedak (SD), coupe 16;
- le Sin Ghar (SN), coupe 17;
- le Spin Ghar (SG), coupe 18;
- le Koh-e Barik (KB), avec les coupes 19 et 20;
- le Barik Ghar (BG), coupe 21.

* Au-delà, les coupes 22 et 23 observées de Ternawa (Tw) et la coupe 24 levée sur la terminaison méridionale du Koh-e Yakruya (KY) montrent un Dévonien peu développé. Une partie de la série schisteuse qui prolonge la coupe est peut-être encore dévonienne. Dans cette même région on note (com. pers. Cl. Hedebaut), un passage latéral des calcaires dinantiens à des schistes (fig.).

* Plus au Sud encore, la série dévonienne est à nouveau bien différenciée; elle s'épaissit progressivement et affleure très largement. Les coupes concernées sont celles de Quark-e Bodak nord (coupe 25), de Syahsangak (coupe 26), de Bulaqrah (Bu, coupe 27), de Kamar (Ka, coupe 28), de Bokan (Bo, coupe 29), de Cawak (Cw, coupe 30) - qui permet déjà d'observer une partie des terrains du flanc sud-est de l'anticlinorium - et de Cawak sud (coupe 31).

* Au-delà, on aborde le vaste massif de Sayed-Tabib (ST) dans lequel ont été levées la coupe de Okak (Ok, coupe 32) et trois autres coupes (33 à 36).

b - Sur le flanc sud-oriental de l'anticlinorium de Toyka-Dewal.

Une dizaine de coupes ont été levées.

* A la latitude du massif de Sayed-Tabib, la coupe de Qajir (KJ, coupe 37) a été observée au pied du sommet qui porte ce nom.

* Un peu plus au Sud, dans le Sar-e Ghujurak (GU), ont été levées les coupes du Col Rouge (Cr, coupe 38), de Dewal (coupe 39) et de Ghujurak nord (coupe 40).

* Dans la partie tout à fait méridionale du secteur, les affleurements dévoniens sont plus réduits; trois coupes y ont été levées, celles de Ghujurak sud (coupe 41), de Caragsang (Ca, coupe 42) et du Koh-e Reg (KR, coupe 43).

* Un peu plus à l'Est, le Dévonien affleure en une nouvelle bande où se situe la coupe de Saghana (Sa, coupe 44).

* Enfin, toujours sur le flanc sud-oriental de l'axe mais plus au Nord, ont été observés les affleurements des régions de Chehel Gazy (Ch, coupe 45) et de Karamalay (Ka, coupe 46).

Fig. 5 - Carte de situation des affleurements dévoniens du secteur étudié. [D'après les cartes de R. Desparmet et Ch. Montenat au 1/50 000 (inédite), de A. Boutière au 1/50 000 (inédite) et de A. Dürkoop au 1/150 000 (1970), de J. Blaise et al., au 1/100 000 (1982), et les levés de terrain de Cl. Heddebaut (1976-77-78, inédits)].

Ah: Ahmadkhel; Ba: Badragha; BG: Barik Ghar; Bi: col de Bini Darzak; Bo: Bokan; Bu: Bulaqrah; Ca: Caragsang; Ch: Chehel Gazy; Cr: Col rouge; Cw: Cawak; De: Dewal; Vo: Doabi; FG: Foladay Ghar; Ga: col de Gao Kouch; GU: Sar-e Ghujurak; Gu: col de Ghujurak; Ja: Jarez; Ka: Karamalay; KB: Koh-e Barik; KG: Koh-e Giru; Kh: col de Kherskhan; Km: Kamar; KO: Koh-e Qotun; KR: Koh-e Reg; KS: Koh-e Sar-e Pori; KT: Koh-e Top; KU: Koh-e Qutun; KY: Koh-e Yakruya; KZ: Koh-e Zardak; Ok: Okak; QA: Koe-e Qajir; Sa: Saghana; SD: Safedak; SF: Safed Koh; SG: Spin Ghar; Si: Siah Khāk; SK: Spina Kada; Sl: Sultali; SM: Samsersang; SN: Sin Ghar; SP: Sar-e Pori; SQ: Sarqadan Ghar; Sr: Sar-e Karnala; ST: Sayed Tabib; SU: Surki Ghar; SV: Synye Ghar; TA: Koh-e Tanabed; Te: Tezak; TK: Takhtakay; To: Toyka; Tu: Tukrik; Tw: Ternawa; Un: Unay.

No des coupes: 1: Koh-e Zardak; 2: Samsersang; 3: Badragha nord; 4: Badragha sud; 5: Koh-e Top; 6: Koh-e Giru; 7: Sultali; 8: Koh-e Qutun; 9: Takhtakay; 10: Sar-e Pori; 11: Spina Kada nord; 12: Tanabed; 13: Spina Kada sud; 14: Vallon de Khotu; 15: Extrémité sud-ouest de Spina Kada; 16: Safedak; 17: Sin Ghar; 18: Spin Ghar; 19: Koh-e Barik nord; 20: Koh-e Barik sud; 21: Barik Ghar; 22: Ternawa nord; 23: Ternawa sud; 24: Koh-e Yakruya; 25: Quark-e Bodak nord; 26: Syahsangak; 27: Bulaqrah; 28: Kamar; 29: Bokan; 30: Cawak; 31: Cawak sud; 32: Okak; 33: Sayed Tabib nord (coupe ouest); 34: Sayed Tabib nord (coupe centre); 35: Sayed Tabib nord (coupe est); 36: Sayed Tabib sud; 37: Koh-e Qajir; 38: Col Rouge; 39: Dewal; 40: Ghujurak nord; 41: Ghujurak sud; 42: Caragsang; 43: Koh-e Reg; 44: Saghana; 45: Chehel Gazy; 46: Karamalay.

N.B. Les noms des localités sont indiqués par une majuscule et une minuscule, ceux des sommets et chaînes de montagne par deux majuscules.

* A la base, la FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN (fig. 3), épaisse ici de 125 m environ, repose en discordance cartographique sur un Ordovicien schisteux, daté par des Trilobites. Les 80 à 90 m inférieurs de cette formation sont essentiellement détritiques et azoïques (cf. détail ci-après). Toutefois, vers le quart inférieur, s'intercalent une quinzaine de mètres de calcaires grésodolomitiques qui ont livré des restes de Brachiopodes (éch. AF-DES 731). La partie supérieure de la formation est plus carbonatée; elle est essentiellement constituée de dolomies jaunes renfermant des lentilles gréseuses.

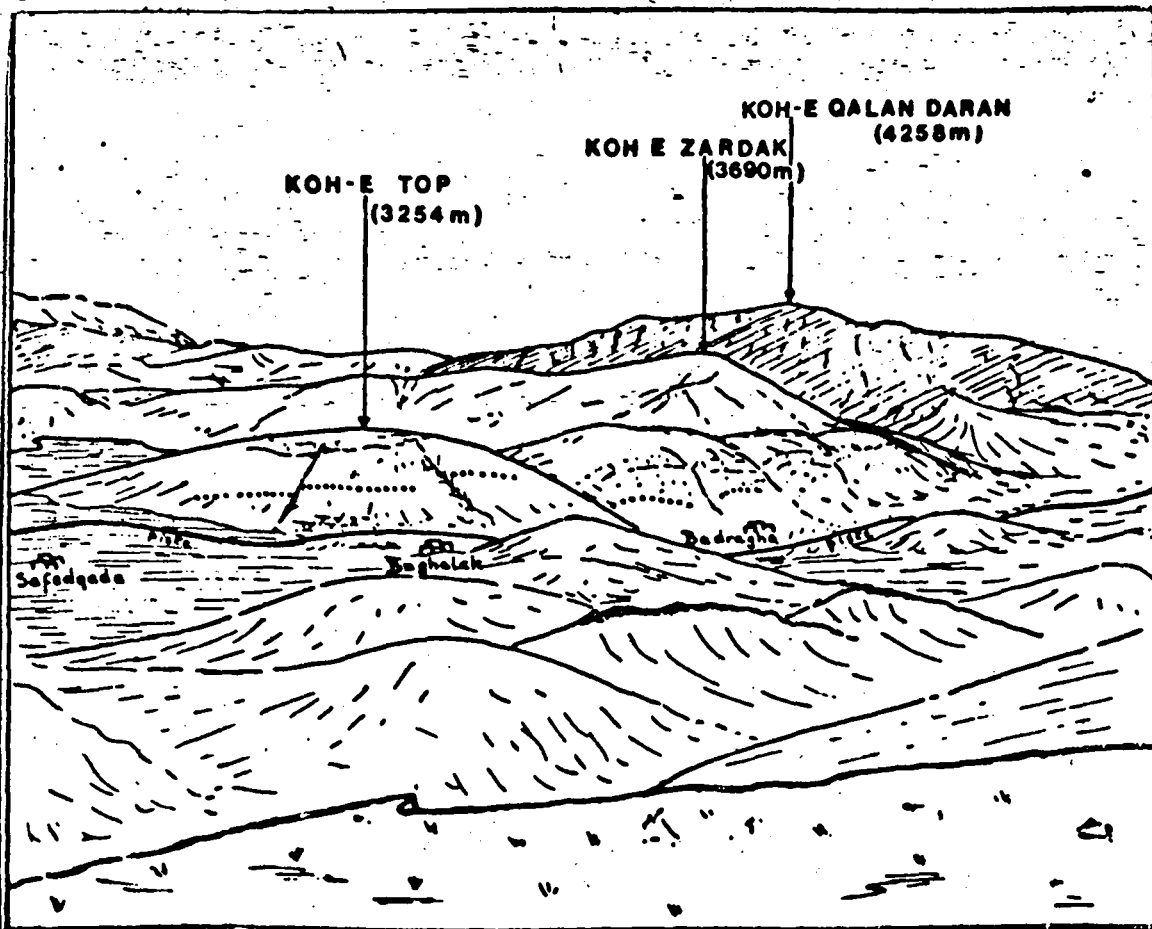


Fig. 2 - Vue panoramique, depuis le sommet 3400 situé au Nord-Est du Koh-e Takhtakay, vers le Nord-Ouest, sur le Koh-e Top, le Koh-e Zardak, et les villages de Badragha, de Baghalak et de Safedqada; dans le vallon de Badragha, la piste conduisant (à gauche: Nord) au col de Kherkhan; à l'arrière plan, le massif du Koh-e Qalan Daran, constitué d'andésites noires d'âge Crétacé. (..... = Membre des Quartzites de Top, Formation de Okak, visible à mi-pente du Koh-e Top et au dessus du village de Badragha). [19-9-78].

380

(Fig. 3)

K

La succession suivante a été levée par R. Desparmet en 1970. Je l'ai complétée par l'étude du microfaciès et quelques observations de terrain.

- 0 - (Pour rappel). Schistes ordoviciens à Trilobites.
- 1 - (20 m). Grès rouges microconglomératiques, discordants sur l'Ordovicien.
- 2 - (15 m). Calcaires gréseux, gris jaunâtres à taches rouilles, riches en Brachiopodes.
Microfaciès. Nombreux petits quartz anguleux de 30 à 120 µm (moyenne 50 µm) constituant environ 30 % de la roche, rares muscovites peu altérées, quelques bioclastes, dont certains centimétriques (coquilles de Brachiopodes), dans un ciment de sparite; localement quelques petites plages ou filonnets de limonite.
Faune. - Brachiopodes: *Productelles*, *Cyrtospirifer*, e.g. *verneuilii*, *Spinatrypa* ? sp.

Echantillons

AF-DES 731

← (1-2-3)

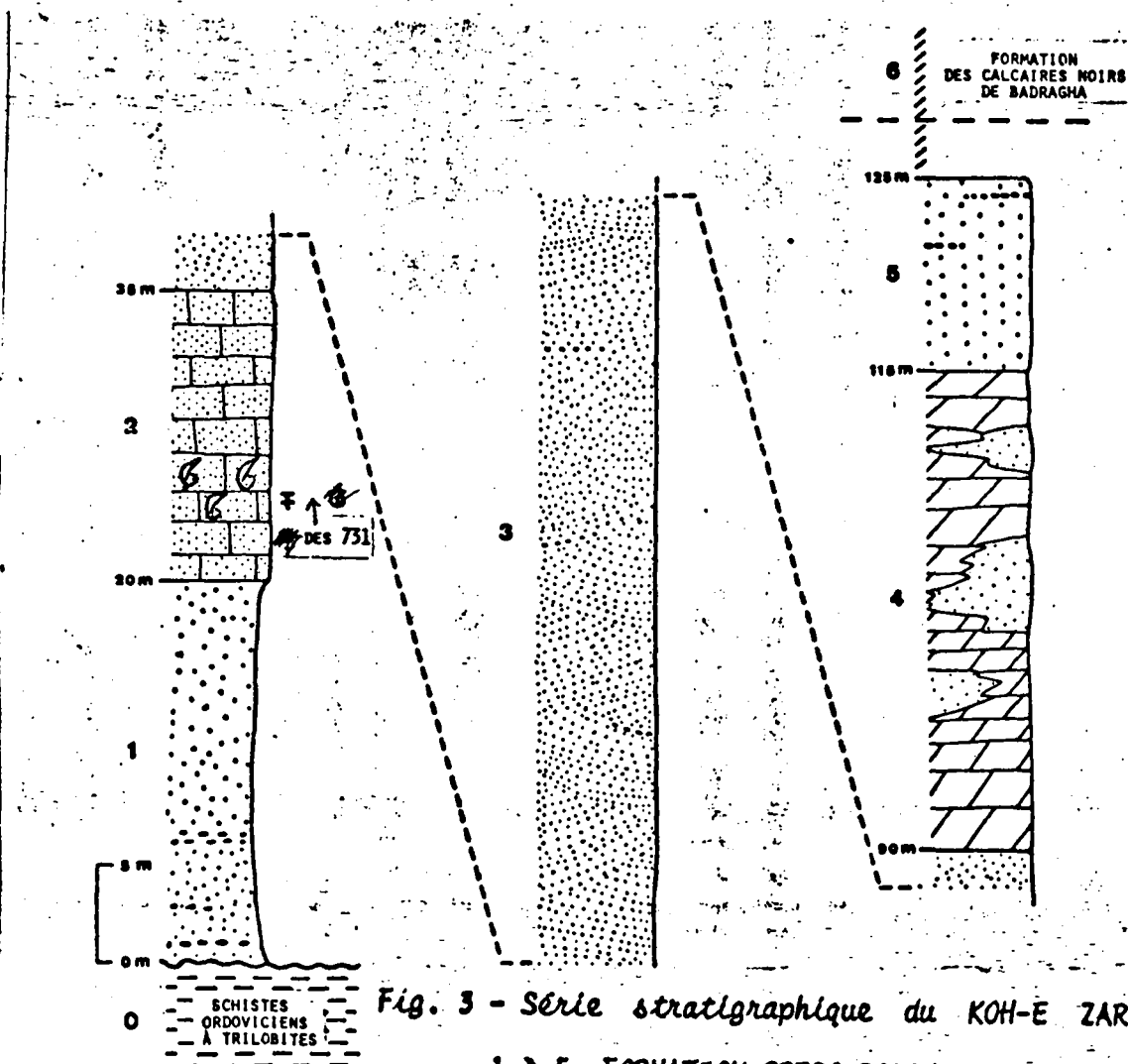


Fig. 3 - Série stratigraphique du KOH-E ZARDAK.

1 à 5: FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN.

* Le terme de schiste utilisé ici au sens large: "toute roche susceptible de se déliter en feuillet" (A. Foucault et J.F. Roubil, 1980, p 274).

(incertain pour certains)

- obliques*
- 3 - (55 m). Grès rouges ou roses à stratification ~~entrecroisée~~, avec des niveaux microconglomératiques.
 - 4 - (25 m). Dolomies jaunes beiges, comportant quelques lentilles gréseuses.
 - 5 - (10 m). Quartzites à petits-niveaux conglomératiques de galets de quartz.

* La FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA, qui succède à celle de Qutun, est représentée ici, au Koh-e Zardak, par 95 m environ de calcaires noirs ou gris rougeâtres, admettant quelques bancs gréseux vers leur base.

Le quart inférieur de ces calcaires est pratiquement azoïque. La partie supérieure est, au contraire, très riche en faune. Il s'agit d'abord, sur une trentaine de mètres, de niveaux parfois crinoïdiques à nombreux Brachiopodes (*Cyphoterorhynchus*) formant, dans certains bancs, de véritables lumachelles; des organismes constructeurs sont aussi présents dans ces niveaux, ce sont essentiellement des Tétracoralliaires solitaires accompagnés de quelques rares Tabulés. Par contre, les trente derniers mètres de la formation renfermant de très nombreux organismes constructeurs, massifs, lamellaires ou branchus (Tabulés, Stromatopores et Tétracoralliaires); certains niveaux sont plus particulièrement construits par empilements d'organismes lamellaires de couleur claire (blanc ou crème) dans une matrice rouge; cet aspect évoque certains niveaux du Marbre rouge des Flandres (~~qui plus tard~~). C'est le MEMBRE RECIPAL du KOH-E ZARDAK ^{qui se trouve} que dans cette coupe.

La Formation des Calcaires noirs de Badragha se compose, de bas en haut, au Koh-e Zardak, de la succession suivante que j'ai levée en 1978, (fig. 4).

- 6 - (15 m). Lacune d'observation où passe la limite entre la Formation de Qutun et la Formation de Badragha.
- 7 - (2 m). ~~Calcaires~~ Calcaires gris moyen.
- 8 - (10 m). Calcaires gris et jaunes, un peu gréseux, avec localement de fines stratifications obliques; des passées gréseuses et quartzitiques plus roussâtres.
- 9 - (1 m). Calcaires gréseux et grès à patine noire.
- 10 - (3 m). Calcaires gris jaunâtres, un peu gréseux, à fines stratifications obliques.
- 11 - (8 m). Lacune d'observation couverte d'éboulis. Lumachelle de Rhynchonelles (*Cyphoterorhynchus*) en éboulis.
Faune. Brachiopodes: *Cyphoterorhynchus koraghensis*, *Uchtospirifer* ? sp., *Cyrtospirifer verneuli echinosus* ?
- 12 - (3 m). Calcaires gris, parfois rosés, d'aspect massif, à stratification peu marquée, renfermant de nombreux constructeurs à la base, essentiellement des colonies de tabulés massives, de taille décimétrique, de rares tétracoralliaires solitaires, quelques Stromatopores lamellaires et des tabulés encroûtants.
Microfaciès: Bindstone; espaces entre les colonies remplis par de la microsparite, résultant de la recristallisation de micrite; rares quartz silteux (taille moyenne: 40 μ m); quelques petits bioclastes mal conservés: zoécies, petits débris de coquilles de

AF 78 KZ 8 6b

AF 78 KZ 7
(1-6)

Bas d'une mine avec A. Albeck
D. Albeck

sp sp

Brachiopodes, rares Ostracodes. Certains organismes (Tabulés) encroûtés par quelques filaments algaires (*Sphaerocodium*, *Girvanella*). Microstylolithes.

Faune. Stromatopores: *Stictostroma saginata*,
 Tabulés: *Alveolites* / *Thamopora* / *Aulostegites* sp
 Tétracoralliaires solitaires

- 13 - (10 m). Calcaire noir, en bancs métriques ou plus épais encore, renfermant surtout des Brachiopodes et, vers la base, quelques Tétracoralliaires solitaires.
- 14 - (1 m). Quartzites.
- 15 - (1 m). Calcaire gris, argileux, à débit très noduleux; débris de Brachiopodes.

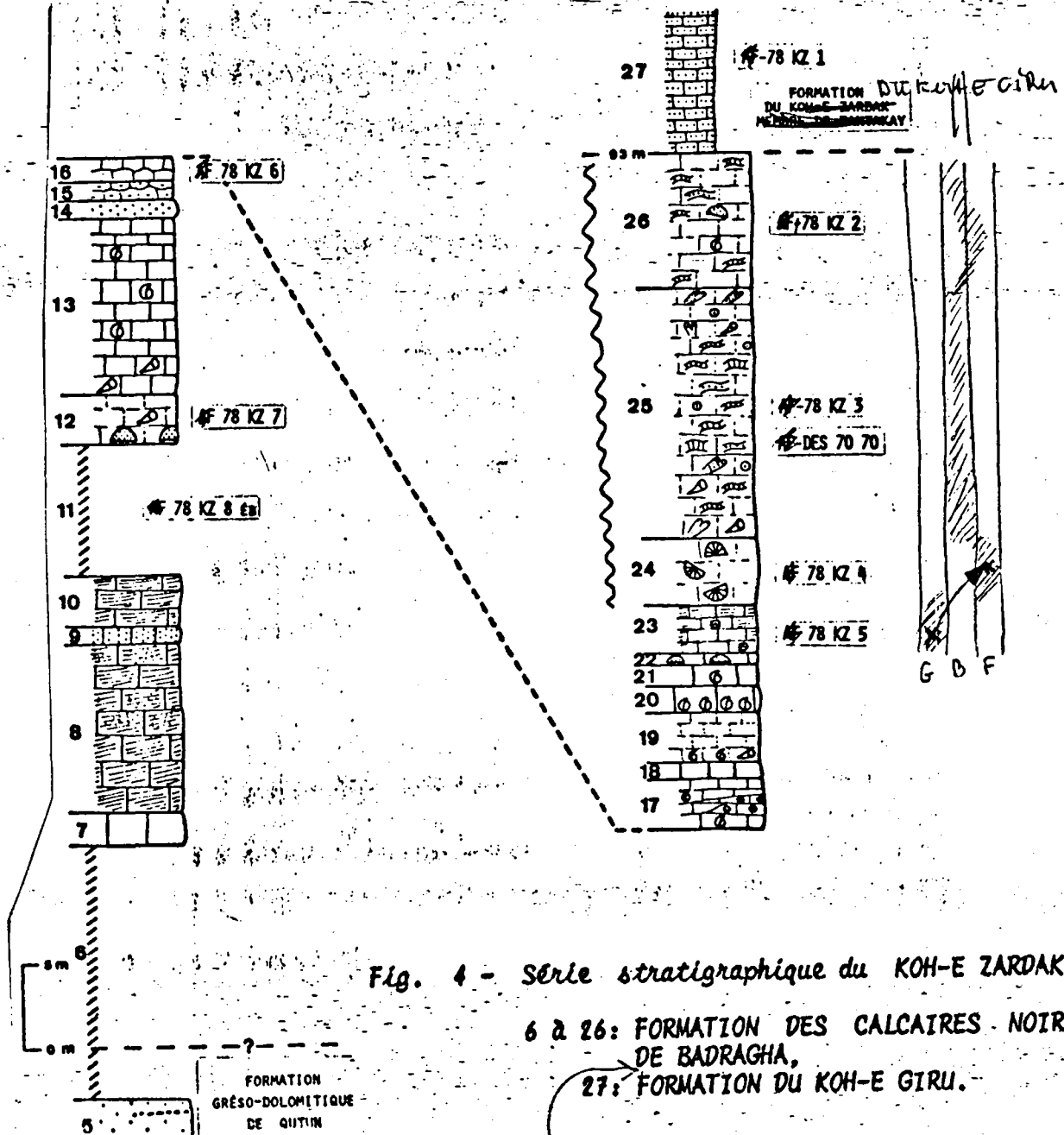


Fig. 4 - Série stratigraphique du KOH-E ZARDAK.

6 à 26: FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA,
 27: FORMATION DU KOH-E GIRU.

MEMBRE DU
 KOH-E ZARDAK

16 - (1,50 m). Calcaire gris et roux à débit noduleux renfermant quelques Brachiopodes. AF 78 KZ 6
(1-3-6)

Microfaciès: Packstone; biopelmicrite quartzifère. Matrice micritique localement recristallisée en microsparite. Bioclastes de taille très variable, surtout des fragments de coquilles de Brachiopodes parfois recristallisés, accompagnés de quelques Tentaculites et de rares Ostracodes; quelques bioclastes légèrement micritisés en bordure; sur la plupart, des microperforations très fines (quelques um de diamètre) associées à d'autres petites perforations arrondies, de 10 à 15 um, résultant de l'activité d'Algues ou de champignons; quelques bioclastes avec des perforations beaucoup plus grandes, atteignant un peu plus d'un millimètre de diamètre. Péloïdes de 60 à 80 um, peu nombreux. Grains de quartz de petite taille (arénite très fine: 40 à 100 um) abondants localement.

Faune. Brachiopodes: *Cyrtospirifer* ? sp.

17 - (3 m). Calcaire gris à passées lenticulaires renfermant de petites entroques et des Brachiopodes; quelques tétracoralliaires solitaires.

18 - (1 m). Calcaire gris.

19 - (3 m). Calcaire gris et marron, massif, à stratification peu marquée; nombreux Brachiopodes (Pentamères) à la base; quelques tétracoralliaires solitaires.

20 - (1,50 m). Calcaire gris, noduleux; lumachelle de Brachiopodes (Rhynchonelles) à la base.

21 - (1,50 m). Calcaire gris et marron, à débit noduleux; quelques Brachiopodes.

22 - (0,50 m). Calcaire gris; constructeurs massifs (Tabulés), débris de Brachiopodes à la base.

23 - (3 m). Calcaire gris, un peu jaunâtre, à fines stratifications obliques et débit local en petites plaquettes.

AF 78 KZ 5

Microfaciès: Grainstone; biosparite légèrement quartzifère. Bioclastes (entroques, fragments de coquilles de Brachiopodes, zoécies de Bryozoaires ?) très bien triés et arrondis (taille moyenne: 400 um), légèrement noircis. Grains de quartz de 80 à 100 um, le plus souvent concentrés en petits lits décimillimétriques espacés de un ou plusieurs millimètres.

épais de quelques décimètres de micrite

Faune. Brachiopodes: *Cyphoteroxynchus* aff. *arpaensis*, *Cyrtospirifer* e. g. *verneuli*.

24 - (4 m). Calcaire gris, devenant plus clair et localement rose vers le sommet; gros débris de constructeurs à la base; nombreuses colonies de tétracoralliaires.

AF 78 KZ 4
(1-3-5)

Microfaciès: Petits quartz dans certaines loges de Polypiers, faible dolomitisation locale (ankérite ?).

Faune. Tétracoralliaires: *Hexagonaria* cf. *magna*.

25 - (15 m). Calcaire rose à la base, plus rouge et violacé au sommet, non stratifié, construit; fossiles souvent recristallisés, de couleur jaune clair, blanc ou rose; organismes branchus et tétracoralliaires solitaires à la base; nombreux organismes lamellaires à

AF 78 KZ 3
(1-3-8)

? AF-DES 70-70

C. (C. ...)

24

25

es ...
MEMBRE
ECI PAL DU
COIT-E 2 ARDI
la formation
B. AD. AB. 4A

épais de 23 m.
ajouté

massifs dans la partie inférieure; très nombreux organismes, surtout lamellaires, dans la partie supérieure; organismes branchus assez nombreux vers le sommet: gros Tabulés (*Thamnopora*).^{1 C}

(202)

Microfaciès: Bindstone - Framestone à Tabulés et Stromatopores.

Matrice, dans les interstices entre les colonies ou les fragments de constructeurs, très hétérogène, généralement micritique, colorée en rouge jaunâtre par de la limonite et localement riche en hématite; dolomitisée et recristallisée par endroits en microsparite ou pseudosparite. Quelques traces de bioturbation (terriers). Localement micrite contractée en gros pellétoïdes dolomitisés, atteignant 200 um de diamètre. Quelques fenestrées et autres plages de sparite. Quartz terrigènes (lutites à arénites fines) très abondants par places mais totalement absents en d'autres, parfois concentrés en petits lits; certaines plages sont des grès à ciment calcaire. Quelques muscovites. Bioclastes, de taille très variable, extrêmement d'organismes constructeurs de toutes tailles, fragments et épines de Brachiopodes, entroques, radioles d'Echinides, Trilobites, Gastropodes, rares Ostracodes... Certains bioclastes (débris de Gastéropodes, de Brachiopodes) totalement recristallisés en sparite. Quelques Algues (*Sphaerocodium*) et quelques Foraminifères(?) encroûtants (*Wetheredella*) fixés sur des débris de constructeurs. Fréquents contacts microstylolithiques entre de gros bioclastes et des plages de pseudosparite-wackstone ou entre bioclastes; petits quartz détritiques et limonite concentrés au niveau de ces joints stylolithiques où les micas apparaissent préférentiellement altérés en chlorite. Certains bioclastes (parois de zoécies, test d'Ostracodes, épines ou coquilles de Brachiopodes ...) partiellement silicifiés ou épigenisés par de la chlorite. Quelques cristaux de quartz néoformés visibles dans certains Tabulés (*Thamnopora*) subhexagonaux, atteignant 200 à 500 um de longueur et renfermant de nombreuses traces calcitiques. Dolomitisation générale affectant la matrice; plages riches en rhomboèdres de dolomite ferrifère (ankérite?).

Faune. Stromatopores: *Stictostroma saginata*, *Clathrocoelona spissa*, *Stachyodes australe*.

Tabulés: *Alveolites*, *Thamnopora* sp.

Tétracoralliaires: *Hexagonaria*, Cyathophyllidé astréoïde, formes solitaires.

Bryozoaires: *Fistuliporidés* branchus ou encroûtants.

26 - (8 m). Calcaires d'aspect massif, gris, plus rosés vers la base; organismes lamellaires (Tabulés, Stromatopores, Bryozoaires) ou massifs (Tétracoralliaires) et restes de Brachiopodes (*Atrypa*).

AF 78 KZ 2

(T-3-6)

Microfaciès: Framestone - Bindstone à Stromatopores et Tabulés; matrice floatstone. Aspect très hétérogène, de la matrice, analogue à celui des niveaux sous-jacents (25) mais absence de limonite;

le plus souvent de micrite; localement sparite ou pseudosparite. Bioclastes variés (surtout des fragments de Brachiopodes et des débris d'organismes constructeurs accompagnés de fragments d'Echinodermes, de Trilobites, de quelques Ostracodes ...) abondants, de toutes tailles, anguleux ou arrondis; à la fois des fragments de coquilles de Brachiopodes ayant conservé de fines épines et d'autres débris arrondis, micritisés à leur périphérie ou revêtus d'un

constance p. l'

(diversifiés, souvent très abondants mais très inégalement répartis de l'avis)

réf. à un niveau

9

8

7

l'avis
Lyle

fin feutrage algaire; certaines anfractuosités entre les organismes constructeurs en place devaient donc constituer des micromilieus très protégés où la boue calcitique était piégée et des bioclastes fragiles protégés. Localement, dans la micrite, petits amas de cellules algaires (*Sphaerocodium*, *Girvanella*) et quelques Calci-sphères. Quartz très abondant localement; un peu plus grossiers (100 à 300 um) que dans les niveaux sous-jacents. Certaines cavités à l'intérieur d'organismes (Stromatopores) et quelques plages riches en rhomboédres d'ankérite.

Faune. Stromatopores: *Stachyodes australe*, *Stictostroma saginata*, *Hermatostroma schlueteri*. c

Tabulés: *Alveolites*; *Thamnopora*. sp.

Brachiopodes: un Strophoménide indéterminé.

à Gekas!!

* Au-dessus des calcaires noirs de Badragha, seuls quelques dizaines de mètres ~~de membre de l'inférieur~~ de la FORMATION DU KOH-E ZARDAK sont visibles.

GIRU

27 - (15 à 20 m). Calcaires jaune et gris, en petits bancs, renfermant des Brachiopodes à 5 m de la base.

AF 78 KZ 1

Microfaciès Packstone pseudoparitisé; biosparite à biomicrosparite néomorphique, quartzifère, légèrement dolomitisée. Bioclastes de taille très variable (débris de Brachiopodes pseudoponctués ou imponctués, sections d'épines, entroques, petits fragments de Trilobites, zoécies de Bryozoaires, fragments de tétracoralliaires...); certains bioclastes, de couleur jaunâtre, arrondis et micritisés en bordure, d'autres (coquilles de Brachiopodes) anguleux. Quelques péloïdes aux contours diffus. Petits quartz (40 à 80 um) irrégulièrement répartis. Matrice recristallisée; dolomitisation locale (rhomboédres de dolomite ferrifère : ankérite?).

Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* sp., *Productella*, *Nervostrophia*

2 - Age des formations.

← Le quart inférieur de la FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN a livré (terme 2) des Brachiopodes (*Cyrtospirifer*, *Spinatrypa*) ~~très~~ d'affinités quant vraisemblablement la base du Frasnien, il ~~st~~ ^{serait} ~~st~~ ^{serait} (com. orale D. Brice) de niveaux situés entre les biozones de Brachiopodes No 5 (Givétien) et No 6 (Frasnien inférieur, "Lower asymmetricus zone") de D. Brice, 1977.

La FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA renferme plusieurs niveaux (termes 10 et 15) riches en Brachiopodes caractéristiques de la biozone No 6 (D. Brice, 1977) qui marque le Frasnien inférieur ("Lower asymmetricus zone"). ~~Le membre de l'inférieur de la FORMATION du KOH-E GIRU, contient, dès sa base (terme 27), des Brachiopodes de la biozone No 7 (D. Brice, 1977), caractéristique du Frasnien moyen.~~

~~Le membre de l'inférieur de la FORMATION du KOH-E GIRU, contient, dès sa base (terme 27), des Brachiopodes de la biozone No 7 (D. Brice, 1977), caractéristique du Frasnien moyen.~~

Les organismes caractéristiques présents dans les 12, 24 et 25 incluent aussi certains restes de Frasnien.

à 6!

27 et 25

sp.

sp.

e.g. remeilli

sp

d'affinités

(Hexagonia aff. magna)

La base de la coupe montre donc sans contestation possible, du Frasnien dolomitique discordant sur de l'Ordovicien (R. Desparmet, Ch. Montenat, 1972, p. 403 et ~~des observations~~ ^{de ces observations}) et seul le Dévonien supérieur devrait donc être représenté au Koh-e Zardak.

Dans leur publication de 1972, R. Desparmet et Ch. Montenat notent toutefois la présence (terme ~~4~~ ^{de ces calcaires}) d'une soixantaine de mètres de "calcaires gris ou noirs, avec niveaux fossilifères à Polypiers, Bryozoaires et Trilobites (*Burmeisteria*)". L'âge de ce terme ~~Ne~~ ^{calcaires} pose problème; en effet:

- certains Tétracoralliaires (*Hexagonaria* sp.) de ces niveaux (éch. AF DES 70-64/1) rappelleraient plutôt le Givétien sans toutefois présenter d'affinités (com. orale J. Cl. Rohart) avec la faune d' *Hexagonaria* recueillie dans les coupes un peu plus méridionales;
- de même, les Brachiopodes récoltés dans ces calcaires, éch. AF-DES 70-35, (*Indospirifer* sp., *Crurithyris inflata*, *Cimicinoides struwei*, *Merista* ^{cf.} *subdidyma*, *Reticulariopsis*) ont plutôt des affinités méso-dévonienne (com. orale D. Brice);
- par ailleurs, *Burmeisteria* (*Digonus*) est un sous-genre de Trilobite "connu au Silurien supérieur et surtout au Dévonien inférieur et moyen d'Europe, d'Afrique et d'Amérique du Sud" (J. Pillet et A.F. de Lapparent, 1970, p. 327).

cf.
 notre
 rapport
 le 5

- enfin, dans le matériel récolté au Koh-e Zardak par R. Desparmet (en éboulis il est vrai), j'ai identifié *Actinostroma verrucosum* qui présente de très nettes affinités givéliennes. Il nous faut donc envisager, ^{au premier de} dans la série levée par R. Desparmet et Ch. Montenat, la présence de calcaires givéliens (sous forme d'une écaille ?), qui, de plus, ne présenterait pas d'affinités de faune avec les affleurements de Givétien connus plus au Sud.

L'existence de ce Givétien pose quelques problèmes structuraux. Dans la région même du Koh-e Zardak, le Givétien est absent, le Frasnien est discordant directement sur de l'Ordovicien (cf. ante); plus vers l'Ouest ^{en absence} et le Sud-Ouest on observe aussi du Frasnien (région de Sultani) ou même du Carbonifère supérieur (région de Naw-Farukh) directement transgressif sur le socle précambrien (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 406-407; P. Bordet et al., 1982, p. 24); enfin, plus à l'Ouest encore, dans la région de Beshud, c'est cette fois le Permien qui est directement transgressif sur un socle vraisemblablement précambrien (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 411). Par contre le Givétien est connu quelques kilomètres au Sud-Est du Koh-e Zardak, dans les coupes de Badragha, Koh-e Qutun, Taktakay. De toute évidence, "l'écaille" givélienne du Koh-e Zardak ne peut provenir de régions plus occidentales mais du Sud-Est; ~~or, dans le secteur considéré, situé au Nord-Ouest de l'anticlinorium de Toxa, les accidents sont tous effaçants vers le Sud-Est.~~

mais }
 /

Le problème de ce Givétien probable, en position tectonique difficile à expliquer, reste donc posé.

II
 ^ C Coupe de SAMSERSANG ^ C

X | ← 1 - Localisation

La coupe de Samsersang a été levée par R. Desparmet en 1971 dans le massif du même nom (fig. 1). Elle se situe à 3 km environ au SE de la coupe du Koh-e Zardak précédemment décrite. Sud-Est

2 - La série

Cette coupe montre à l'affleurement près de 300 m de Dévonien. Les trois formations dévoniennes reconnues dans la région y sont représentées. La description suivante synthétise deux levés de terrain de R. Desparmet.

* A la base, quelques dizaines de mètres à peine de la FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE BUTUN sont visibles. R. Desparmet y reconnaît la succession suivante (fig. 5).

- 1 - (12 m). Dolomies jaunes.
 2 - (8 m). Calcaires gris.
 3 - (2 m). Grès calcaires.

Echantillons

* Au-dessus, la FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA est représentée par une centaine de mètres de calcaires bien lités, noirs ou gris, parfois jaunâtres, où s'intercallent quelques bancs de calcaires gréseux, de grès ou de quartzites. Les bancs moyens et supérieurs de cette série calcaire ont livré de très nombreux Brachiopodes. Des organismes constructeurs sont présents dans certains niveaux de la série, surtout vers sa base. Tétracoralliaires solitaires, de débris de Tétracoralliaires coloniaux, de colonies ou de fragments de colonies de Stromatopores et de Tabulés. Le détail suivant a été levé par R. Desparmet; il est complété par des observations de microfaciès et des déterminations de faunes.

- 4 - (8 m). Calcaires noirs ou gris, parfois jaunâtres, à nombreux constructeurs branchus ou lamellaires (Tabulés, Stromatopores). Microfaciès. Bindstone - rudstone; matrice: biomicrite, packstone. Gros fragments centimétriques d'organismes constructeurs (Tétracoralliaires solitaires, Tabulés branchus, Stromatopores), encroûtés ou recouverts par des Stromatopores ou des Tabulés lamellaires, des Algues (*Sphaerocodium*, *Girvanella*). Matrice micritique, renfermant de très nombreux bioclastes (fragments de coquilles, épines, zoécies...) bien triés mais non arrondis, souvent alignés et localement séparés par de fins niveaux argileux amygdaloïdes, orientés autour des gros débris.

AF-DES 337'

4 voir à Badakh, il s'agit de
 Ces micelles, riches en contenu pour le moment sans précéder au MEMBRE REEFAL DE BADRAGHA.

Faune. Stromatopores: *Clathrocoelona* sp., *Stictostroma* sp., *Stran-
topora* sp. sp.
 Tabulés : cf. *Trachypora* ? *Thamnopora* sp., *Scoliopora* sp.
 Tétracoralliaires solitaires.

Brachiopodes: *Indospira* sp.
Athyra sp.
 AF-DES 336
 AF-DES (336)

5 - (10 m). Calcaires noirs ou gris, à Brachiopodes et organismes constructeurs.
 Microfaciès. Framestone ou floatstone; entre les colonies: biosparite. Bioclastes répartis en deux catégories bien distinctes.

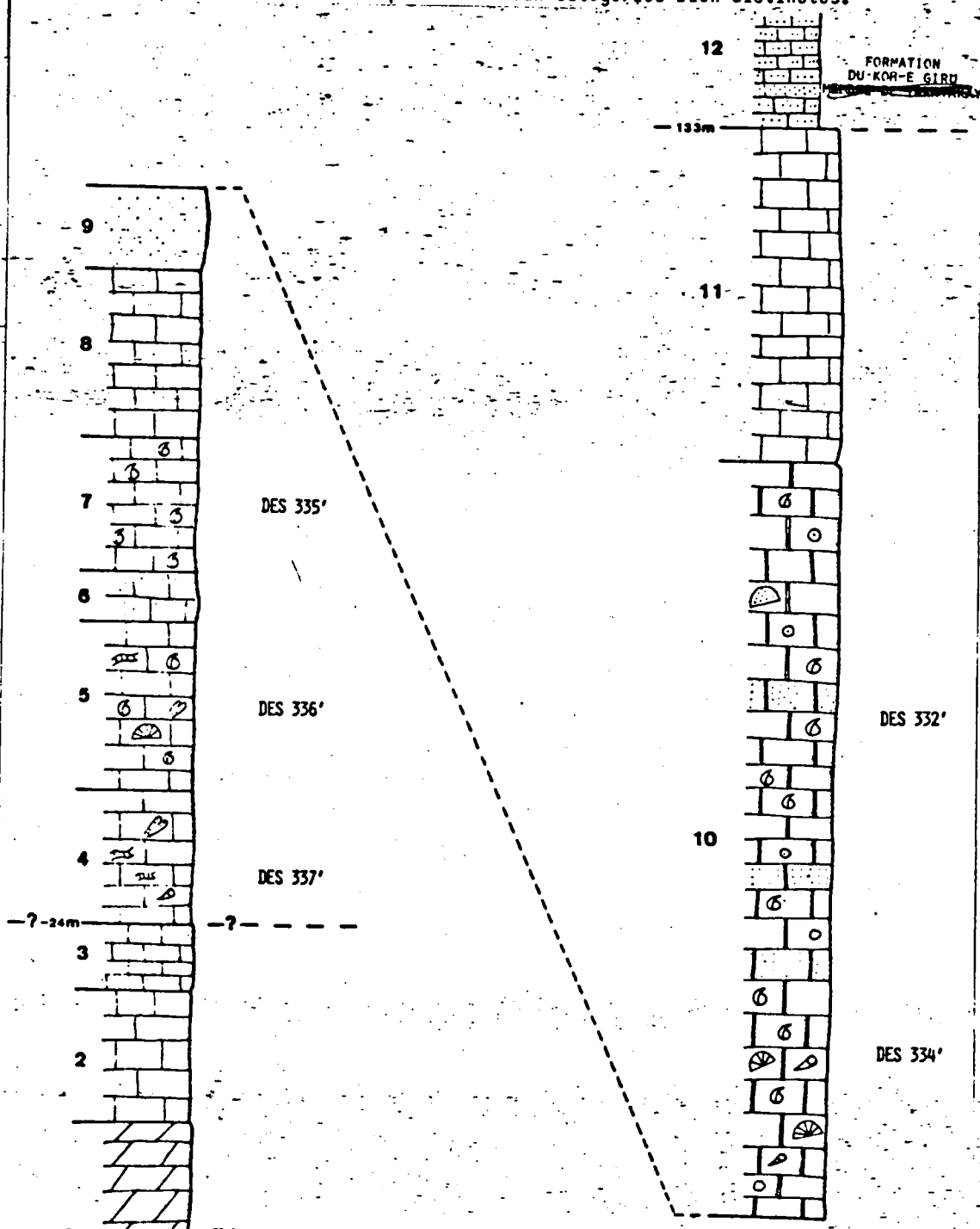


Fig. 5 - Série stratigraphique du SAMSERSANG.
 1 à 3: FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN,
 4 à 11: FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE
 BADRAGHA.

La plupart (fragment de zoécies, entroques) de coquilles de Brachiopodes, (...), arrondis, légèrement micritisés et bien triés (taille moyenne: 200 à 500 um); d'autres (fragments centimétriques de coquilles de Brachiopodes ponctués ou imponctués) beaucoup moins altérés, anguleux. Quelques perforations atteignant 1,5 mm de diamètre à l'intérieur de débris de *Thamnopora*.st Ciment de sparite syntaxiale autour des débris d'échinodermes. Très rares quartz anguleux de petite taille (60 um); quelques grains de quartz bien arrondis atteignant 500 à 700 um.

Faune. Stromatopores: *Atelodictyon strictum*.

Tabulés: *Thamnopora* sp.

Tétracoralliaires: *Aulacophyllum* sp., *Hexagonaria* cf. *magna*, *Phillipsastrea hennahi*, *Siphonophrentis gigantea*.

Bryozoaires: Fistuliporidés encroûtants.

Brachiopodes: *Productella* sp., Douvillines indét., *Cyphoterorhynchus koraghensis ponderosa*, *Cyrtospirifer* cf. *verneuili*, *Uchtospirifer multiplicatus*, ~~Ambocoelidés~~, Atrypidés.

6 - (3 m). Calcaires gréseux.

7 - (8 m). Calcaires noirs ou gris à tétracoralliaires solitaires et très nombreux Brachiopodes.

Microfaciés. Pelsparite (à l'intérieur du calice de tétracoralliaires).

Faune. Tétracoralliaires: Disphyllidés.

Brachiopodes: *Productella* aff. *subaculeata*, *Cyphoterorhynchus koraghensis*, *Uchtospirifer* sp., *Cyrtospirifer* e.g. *verneuili*, *Cyrtina* sp., moulages externes d'Atrypidés.

Trilobites.

8 - (10 m). Calcaires noirs.

9 - (5 m). Grès.

10 - (45 m). Calcaires gris à entroques et niveaux gréseux à stratifications obliques. Très nombreux Brachiopodes. Quelques restes de Trilobites. Organismes constructeurs surtout représentés par des colonies massives, de taille décimétrique, de tabulés et par des tétracoralliaires solitaires et des tabulés branchus.

Microfaciés (AF-DES 334'). Rudstone ~~et~~ framestone; matrice: grainstone. Bioclastes variés (fragments de constructeurs divers dont de nombreux débris de zoécies, entroques, fragments de coquilles de Brachiopodes, (...)) et de toutes tailles (100 um à quelques millimètres ou plus); certains très arrondis et micritisés en ~~pseudopellets~~ Ciment de sparite à disposition syntaxiale fréquente. Ferrigènes surtout représentés par quelques grains de quartz arrondis atteignant ou dépassant parfois 500 um. Quelques contacts d'allure stylolithique soulignés par des dépôts ferrugineux en ~~grains~~ brunâtres.

Faune. Tabulés: *Alveolites*, *Thamnopora* sp.

Tétracoralliaires: *Phillipsastrea hennahi*, *Aulacophyllum* sp.

Brachiopodes: *Cyphoterorhynchus koraghensis*, ~~*Cyrtospirifer*~~ *Cyrtospirifer* aff. *verneuili*, Ambocoelidés, *Douvillina* sp., ~~Strophomenidés~~, *Widbornella* sp., ~~Brachiopodes~~, *Athyris* sp.

Trilobites.

AF-DES 335'

AF-DES 334'

AF-DES (332')

pellets

d'aspect granuleux

grains brunâtres.

Microfaciès (AF DES 332'). Wackstone & floatstone; matrice: bio-microsparite. Bioclastes (fragments de coquilles de Brachiopodes ?, entroques, rares tentaculites) de taille variable (200 um à près d'un centimètre); tous, sauf les entroques, recristallisés en sparite et à contours peu distincts dans la matrice microsparitique. Petits quartz détritiques de 30 à 40 um.

Faune. Brachiopodes: *Cyphoterorhynchus koraghensis*, *C. arpaensis*, cf. *Ripidiorhynchus barroisi*, cf. *Fedmitria supradisjuncta boloniensis*, *Uchtospirifer multiplicatus*? minor, *Cyrtospirifer*? sp., *Schizophoria striatula*, Atrypidés.

11 - (20 m). Calcaires noirs, schistoses.

Au dessus repose le...

* Le reste de la coupe (100 m environ) correspond à la FORMATION DU KOH-E GIRU (fig. 6) épaisse de

représentées ici par le MEMBRE DE INKIRKAY, épaisseur de près de 170 m, elle a livré à sa base une riche faune de Brachiopodes avec en particulier des *Cariniferella*. Le détail suivant correspond au levé de R. Desparmet (1971); complété par l'étude des microfaciès et des déterminations de faunes.

12 - (30 à 40 m). Alternance de calcaires gréseux, roux, ferrugineux et de bancs de quartzites.

Microfaciès (AF-DES 330'.1). Grès fins à ciment calcaire. Grains de quartz de 60 à 80 um. Rares bioclastes non reconnaissables. Limonite.

(AF-DES 330'.2). Packstone pseudosparitisé; biosparite néomorphique. Bioclastes de taille variable, généralement bien arrondis, (fragments de coquilles de Brachiopodes, entroques, petits fragments de Trilobites, zoécies...). Rares quartz terrigènes de 60 à 100 um. Ciment de pseudosparite secondaire jaunâtre et poecilitique. Abondants petits quartz authigènes de sections subhexagonales, renfermant de nombreuses inclusions de calcite.

N.B. Ce microfaciès est très voisin de celui de l'échantillon AF 78 KZ 1 (coupe du Koh-e Zardak); il en diffère seulement par les bioclastes de taille légèrement inférieure et la quantité moindre de quartz terrigènes.

Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* aff. *icavensis*, *Dorillina* sp., cf. *Globulirhynchia*, *Athysanella* sp., *Acutospirifer* sp., *Cyrtospirifer* aff. *vernaculus*, *Athyris* sp.

AF-DES 331', 330'

AF-DES 330'

Cyrtospirifer aff. *vernaculus*

? Raccord douteux.

13 - (15 m). Grès roses (à stratifications obliques).

14 - (5 m). Calcaires "lie de vin".

15 - (20 m). Alternance de calcaires et de quartzites.

16 - (20 m). Calcaires "lie de vin".

17 - (4 m). Calcaires à *Receptaculites*, correspondant sans doute à

18 - (45 m). "Schistes" vert-de-gris".

19 - (30 m). Grès roses.

couche des grains obliques aux COUCHES ARRYZOOLITES.

+5 - La série précédente est couronnée par la barre des quartzites de Top (MEMBRE DE TOP) épaisse ici d'une dizaine de mètres (terme 20). qui constitue le lien de la FORMATION DE ORAH (MEMBRE DETCA)

Vraisemblablement

3 - Age des formations

Les niveaux supérieurs, seuls visibles ici, de la Formation grésodolomitique de Kutun (termes 1 à 3) n'ont pas livré de faune.

Certains organismes constructeurs (*Siphonophrentis gigantea*, *Aulacophyllum* sp., *Phillipastrea hennahi*, *Atelodictyon strictum*, *Scoliopora* sp.), récoltés dans les niveaux inférieurs, termes 4 et 5, de la Formation de Badragha, ~~semblent~~ indiquent un âge Dévonien moyen (Givétien)

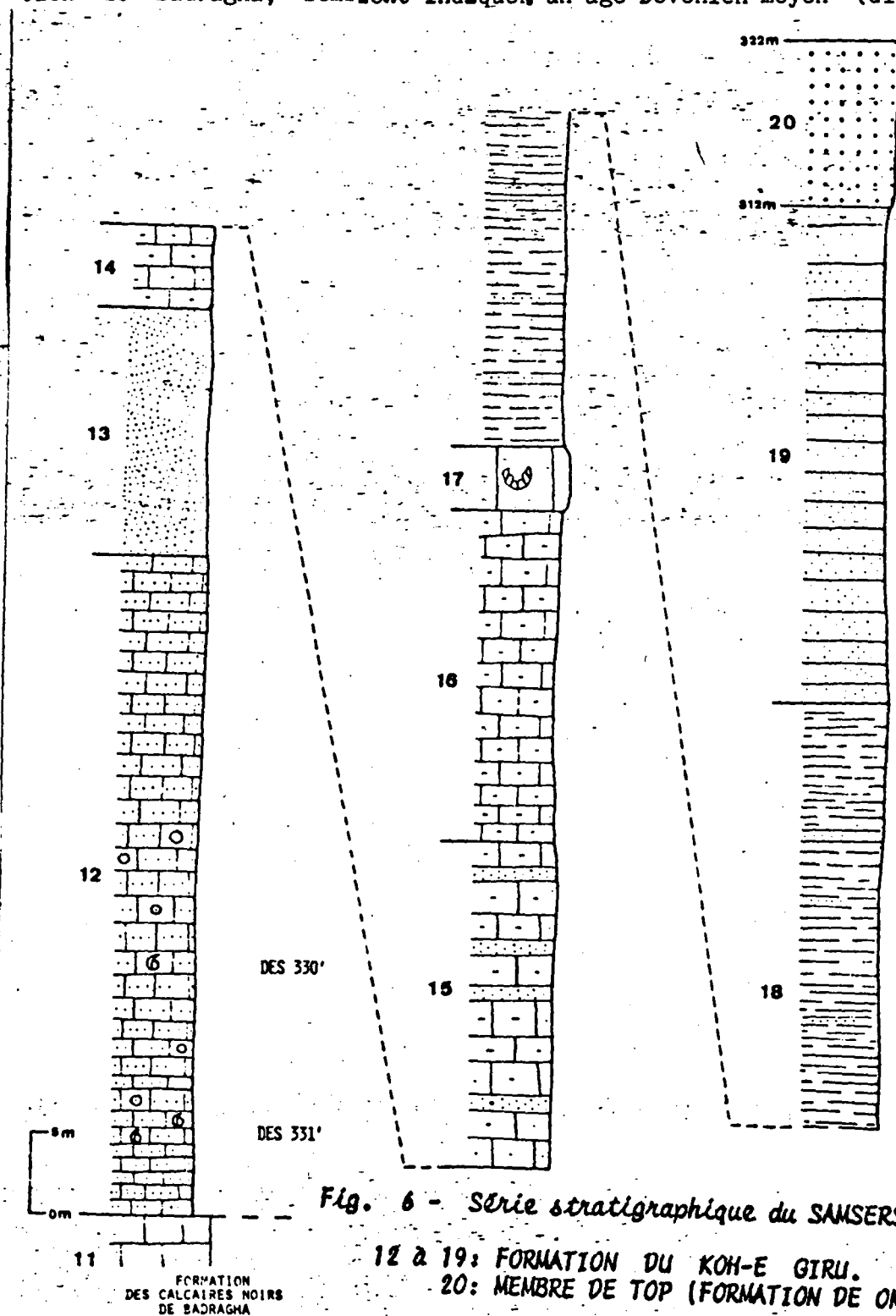


Fig. 6 - Série stratigraphique du SANSERSANG,

12 à 19: FORMATION DU KOH-E GIRU.
20: MEMBRE DE TOP (FORMATION DE OKAK).

Legende?

FORMATION
DES CALCAIRES NOIRS
DE BADRAGHA

mais d'autres formes (*Hexagonaria cf. magna*), ainsi que les Brachiopodes du terme 5, sont plutôt caractéristiques du Frasnien inférieur. La limite Givétien-Frasnien ~~doit~~ ^{pourrait} donc passer dans la dizaine de mètres du terme 5.

← Les bancs moyens et supérieurs de la Formation de Badragha (termes 7 à 10) ont livré des Brachiopodes caractéristiques de la biozone No 6 (D. Brice, 1977) qui marque le Frasnien inférieur ("Lower *asymmetricus* zone").

Dès la base du ~~Membre de Tak Takay~~ ^b ~~Membre inférieur~~ de la Formation du Koh-e Giru, on retrouve une riche faune de Brachiopodes caractéristique de la biozone No 7 (D. Brice, 1977).
↳ Frasnien moyen

← Le Membre des Quartzites de Top marque la "base conventionnelle" du Carbonifère dans la région (D. Vachard, 1980, p. 31).

x x x x x

Coupe de BADRAGHA NORD

1 - Localisation

La coupe de Badragha, ^{nord} occupe une position un peu plus occidentale dans le massif de Samsersang (fig.1 et 7). Elle se situe à 1,5 km environ à l'ouest de la précédente.

l'ouest-sud-ouest Coupe

2 - La série

* A la base, on observe une épaisse série dolomitique (terme 1, fig. 8) appartenant à la FORMATION DE QUTUN, en contact tectonique sur les schistes du Carbonifère.

* Sur la dolomie (fig. 7 et 8), repose la FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA. Elle débute localement par quelques dizaines de mètres à peine de calcaires noirs affleurant mal; mais, en d'autres endroits, on observe, reposant directement sur la dolomie, des calcaires gris, récifaux du MEMBRE DE BAGHALAK.

Echantillons

2 - (Quelques mètres à quelques dizaines de mètres). Calcaires noirs renfermant quelques constructeurs et des restes de Brachiopodes. — Microfaciès. Biopelmicrite plus ou moins quartzifère. Petits quartz anguleux de 30 à 100 μ m.
Faune. Tabulés: *Alveolites* sp.
Tétracoralliaires solitaires.
Brachiopodes: cf. *Athyris aria*.

3 - (15 à 20 m). Calcaires gris clair à beige, d'allure plus massive et nettement construits, surtout par des Stromatopores et des Alvéolites, accompagnés de rares Tétracoralliaires solitaires. C'est le Membre récifal de Baghalak qui repose parfois directement sur la dolomie (fig. 8); il n'a été repéré avec certitude que dans cette coupe. Microfaciès. Bindstone; matrice: biopelspar(ud)ite. Bioclastes de taille variable: gros fragments millimétriques à centimétriques, surtout des débris de constructeurs mais aussi des fragments de Brachiopodes, parfois partiellement micritisés; petits bioclastes arrondis, fortement micritisés (débris de Brachiopodes, Centroques, Trilobites) et souvent non reconnaissables et passant à des peltoïdes. Ciment de sparite; localement matrice un peu plus micritique.

Malgré

constitués par

Malgré apparemment de

X

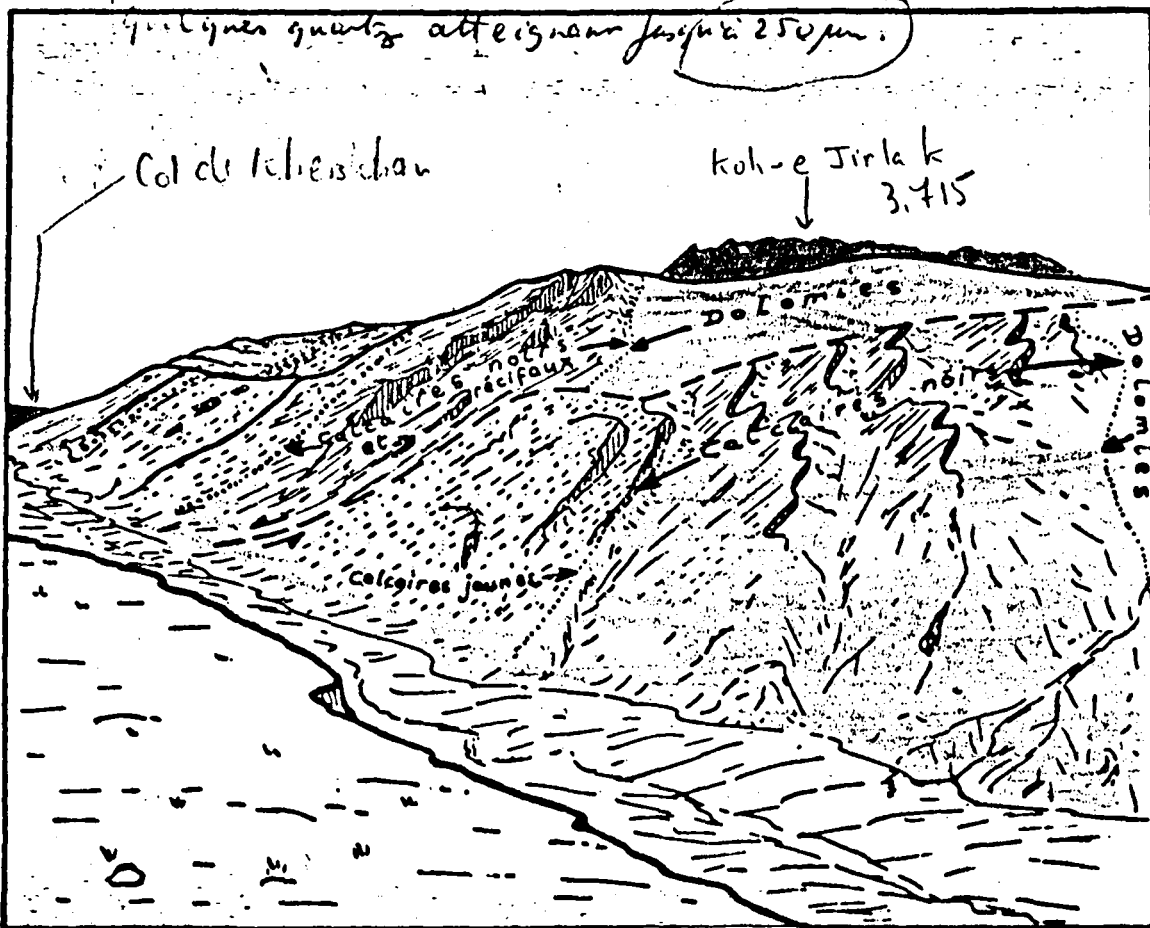


Fig 7

Fig. 7 - Vue panoramique, depuis le pied du Koh-e Top, vers le Nord-Est, sur le vallon de Badragha et la terminaison occidentale du Massif de Samsersang, avec les coupes de Badragha nord et sud, séparées par un accident (F---F); les limites entre les formations sont indiquées par un pointillé (...). Le gros pointillé dans la Formation de Okak représente le Membre des Quartzites de Top. Dans la coupe la plus septentrionale (partie supérieure de la figure), la Formation des Calcaires noirs de Badragha comporte, vers sa base, un épisode récifal, le Membre de Baghalak; dans la coupe sud, elle n'est représentée que par des calcaires noirs bien stratifiés. [17-9-78].

Soulié!

Faune. Stromatopores: *Actinostroma crassum*, *Clathrocoelona* sp.,
Atopostroma sp., *Salirella buecheliensis*,
Taleastroma boiarschinovi, ? *Stachyodes*
verticillata, *Stachyodes* sp., ? *Amphipora*
 sp.

Tabulés: *Thamopora* sp., *Crassialveolites* sp.

Tétracoralliaires solitaires.

4 - (plusieurs dizaines de mètres). Calcaires sombres, gris foncé ou noir, à Brachiopodes. AF 75 Ba 12

Faune. Brachiopodes: *Uchtospirifer* sp. ^C

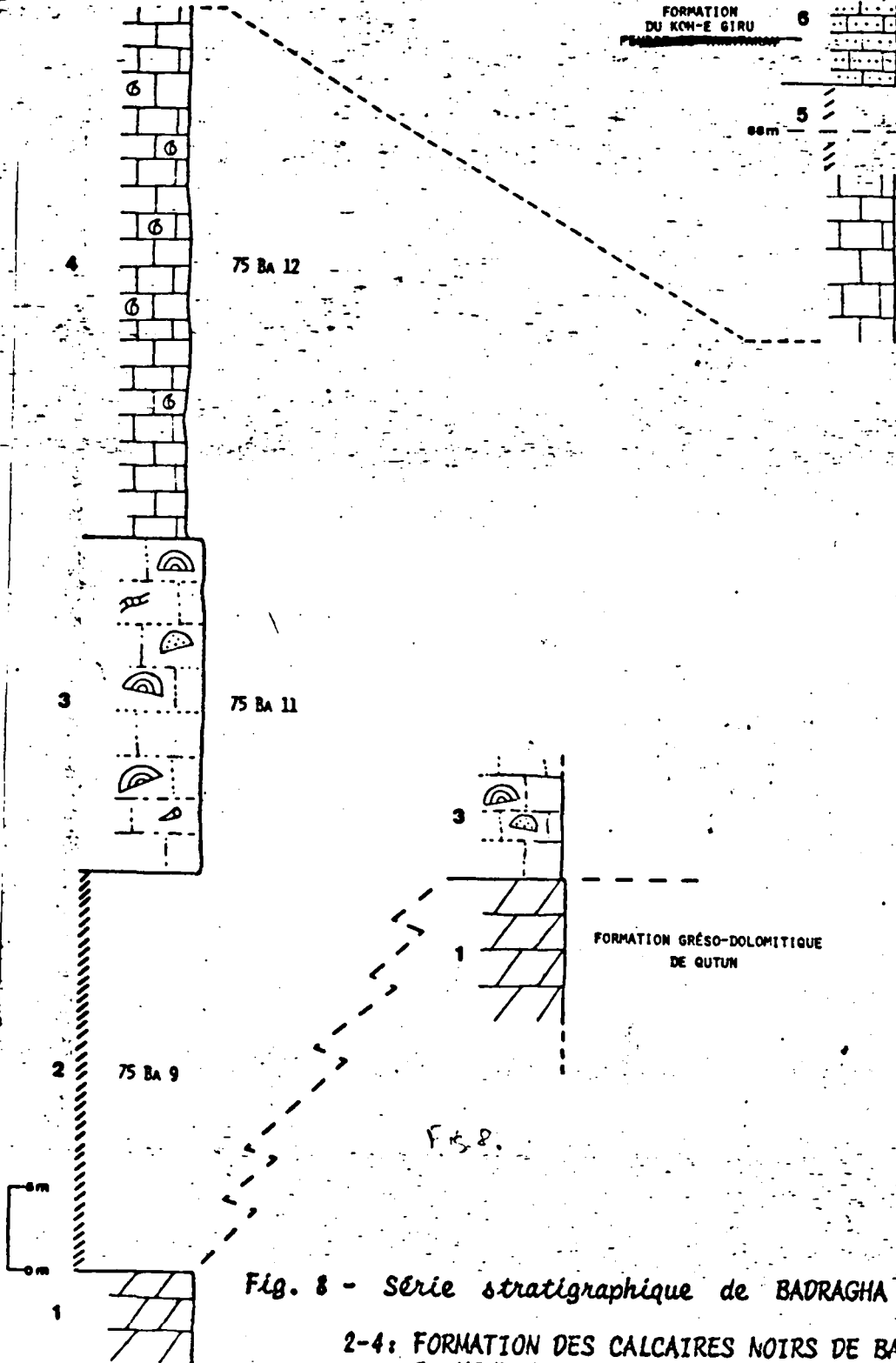


Fig. 8 - Série stratigraphique de BADRAGHA NORD.

2-4: FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA
 3: MEMBRE RECIFAL DE BAGHALAK.

- 36 - (5 m). Lacune d'observation.
- 37 - (1 m). Argilites vertes, Schistes verdatés
- 38 - (2 m). Quartzites.
- 39 - (26 m). Calcaires gréseux, plus ou moins ferrugineux à stratifications entrecroisées et bancs de quartzites.
- 40 - (1 m). Quartzites.
- 41 - (23 m). Calcaires jaunes, gréseux et crinoïdiques (grandes entroques claires).
- 42 - (2 m). Argilites vertes, Schistes verdatés

leques

+5

+5

Au-dessus de la Formation de Badrak atteint une cinquantaine de mètres de ^{d'épaisseur} elle de l'autre côté
 Le MEMBRE DES QUARTZITES DE TOP (terme 43), ~~est~~ ^{durant} ~~ici~~ d'une douzaine de mètres, est constitué de quartzites claires à patiné noir.

Le ~~rate~~ ^{de} la Formation de ORK, ~~est~~ ^{représenté} par la succession suivante:

- 44 - (20 à 30 m environ). Argilites vertes, Schistes verdatés.
- 45 - (2 m environ). Calcaires noirs.
- 46 - (10 m environ). Grès argileux décalcifiés (= "Grosse grauwacke").

3 - L'âge des formations

La partie inférieure de la Formation de Badragha, avec le Membre récifal de Baghalak, est d'âge ^{mésodévonien} (Givétien) de par la faune de constructeurs (Stromatopores) qu'on y trouve. Cet âge est confirmé par ~~la~~ ^{la présence d'} une faune de Brachiopodes récoltés dans cette même coupe mais en éboulis (AF 75 Ba 8): *Aulacella* sp., *Spinocyrtia* aff. *ascendens*, *Merista* sp., *Desquamatia* sp.

La partie supérieure de cette formation a livré, par contre, une faune de Brachiopodes caractérisant la biozone No 6 (D. Brice, 1977).

La base du ^{de la Formation du Kech-e Gerin} ~~Membre de Tachtaray~~ renferme une faune de Brachiopodes de la biozone No 7 (D. Brice, 1977).

Les couches supérieures du ^{de la Formation du Kech-e Gerin} ~~Membre de Tachtaray~~ (termes 10 à 37) ont fait l'objet, lors d'une mission au cours de l'été 1976 avec Cl. Heddebaut et D. Vachard, d'un échantillonnage détaillé (53 points de prélèvement) pour la recherche des Conodontes (l'étude, effectuée par E. Groessens, permet de préciser les limites suivantes.

- Au milieu du terme 11, à un mètre au-dessus du niveau repère à Réceptaculites et Bryozoaires Fistuliporides, E. Groessens a identifié un assemblage de Conodontes du Frasnien supérieur. Trois mètres au-dessus de l'échantillon précédent, au sommet du terme 12, il trouve un assemblage de Conodontes indiquant le Famennien.

La limite Frasnien - Famennien se situe donc, dans cette coupe, entre 2 à 4 m au-dessus de la barre à Réceptaculites.

- Les échantillons provenant de la partie supérieure du terme 39 et ceux de la moitié inférieure du terme 41 (de - 4 m du sommet de 39 jusqu'à + 12 m de la base de 41) renferment des éléments de la Zone à *costatus* (Famennien supérieur).

- Les échantillons du sommet du terme 41 (8 derniers mètres) renferment, quant à eux, des éléments de la Zone à *Siphonodella praesulcata* et de la faune à *Protognathodus* (extrême sommet du Dévonien, Tn1/a inclus).

La limite Dévonien-Carbonifère se situe donc, avec une bonne approximation, à la base du Membre des Quartzite de Top (D. Vachard, 1980).

la présence d'

Fer 8

(p. 9)

révisé
x de
autres
p.
m.
adul.
27/11/74

Coupe de BADRAGHA SUD

1 - Localisation

Quelques centaines de mètres plus ^{au Sud} à l'Ouest, au-delà d'une faille, (fig. 7) une deuxième coupe a été levée.

→ La succession ^{de la Série} ~~relevée~~ (fig. 10) diffère sensiblement de la précédente.

* La FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN (terme ^{fig. 11}) présente les mêmes caractères.

* Mais au-dessus, la FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA, épaisse ici de 80 à 100 m, ne ^{se compose} comporte que des calcaires noirs ou gris foncés, localement plus ou moins argileux ou gréseux. Les niveaux calcaires dessinent dans la morphologie des barres plus ou moins marquées (fig. 7). Ils ont livré, en plusieurs niveaux, de nombreux Brachiopodes, ~~mais~~ les organismes constructeurs y sont ^{peu} peu abondants, il s'agit le plus souvent de débris remaniés, de fragments de colonies ou de petites formes branchues, lamellaires (Tabulés) ou encroûtantes (Stromatopores) ou encore, dans la partie supérieure de la formation, de Tétracoralliaires coloniaux. Les calcaires récifaux gris clair du Membre de Baghalak, observés un peu plus à l'Est (AF 75 Ba11), n'existent donc pas ici (fig. 10).

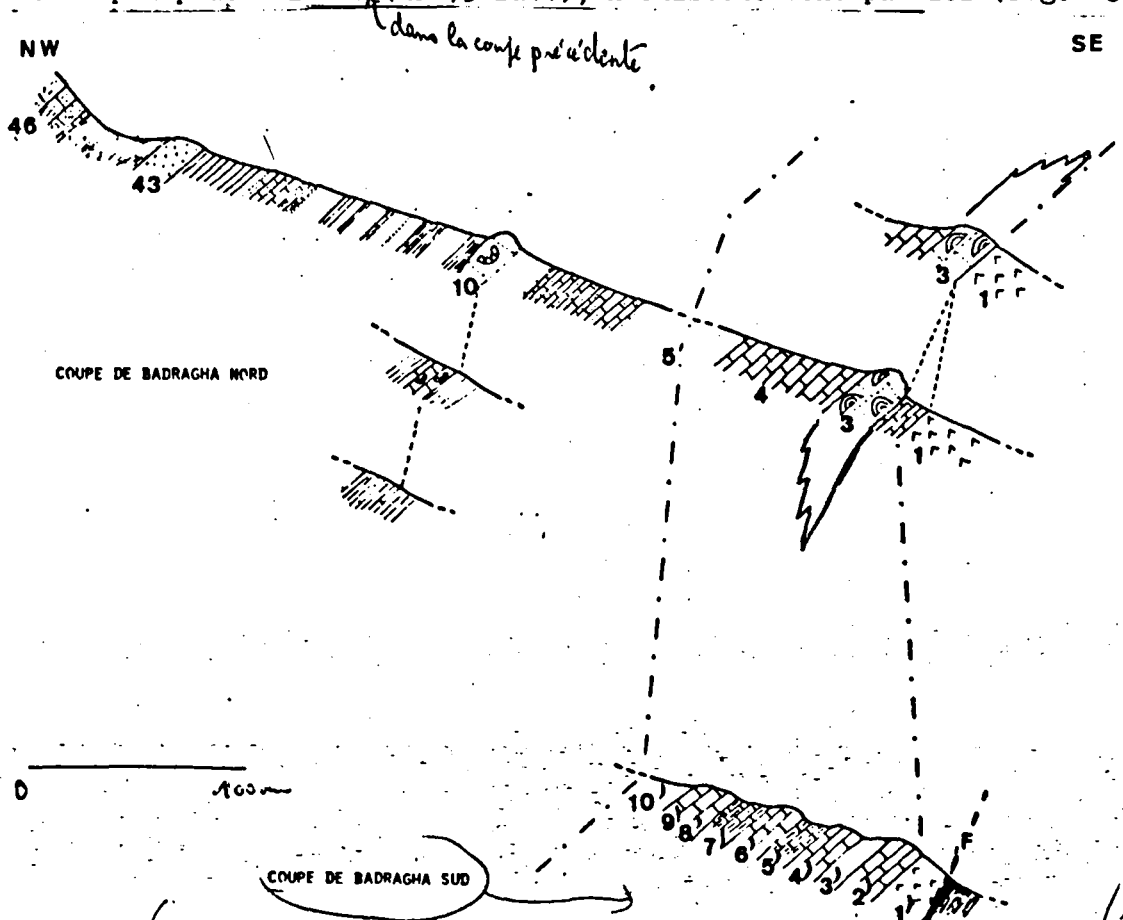


Fig. 10 - Coupes schématiques de Badragha nord et sud, montrant les variations latérales de faciès. Le MEMBRE RECIFAL DE BAGHALAK n'existe que dans la coupe nord ~~comme~~. (- . - . = limite de formations).

La Formation de Badragha montre, dans le détail, la succession suivante (Pl. 11).

*La microfais
ressant*

2^o - (15 m). Calcaires noirs, avec des bancs très gréseux, formant une première barre dans le paysage. AF 75 Ba 2
Microfaciès: Grainstone; biopelsparite à pelmicrite quartzifère ou grès à ciment calcaire. Quelques bioclastes de taille millimétrique (débris de coquilles de Brachiopodes, épines de Brachiopodes, entroques, zoécies, fragments de branches de *Thamnopora*, valves d'Os-

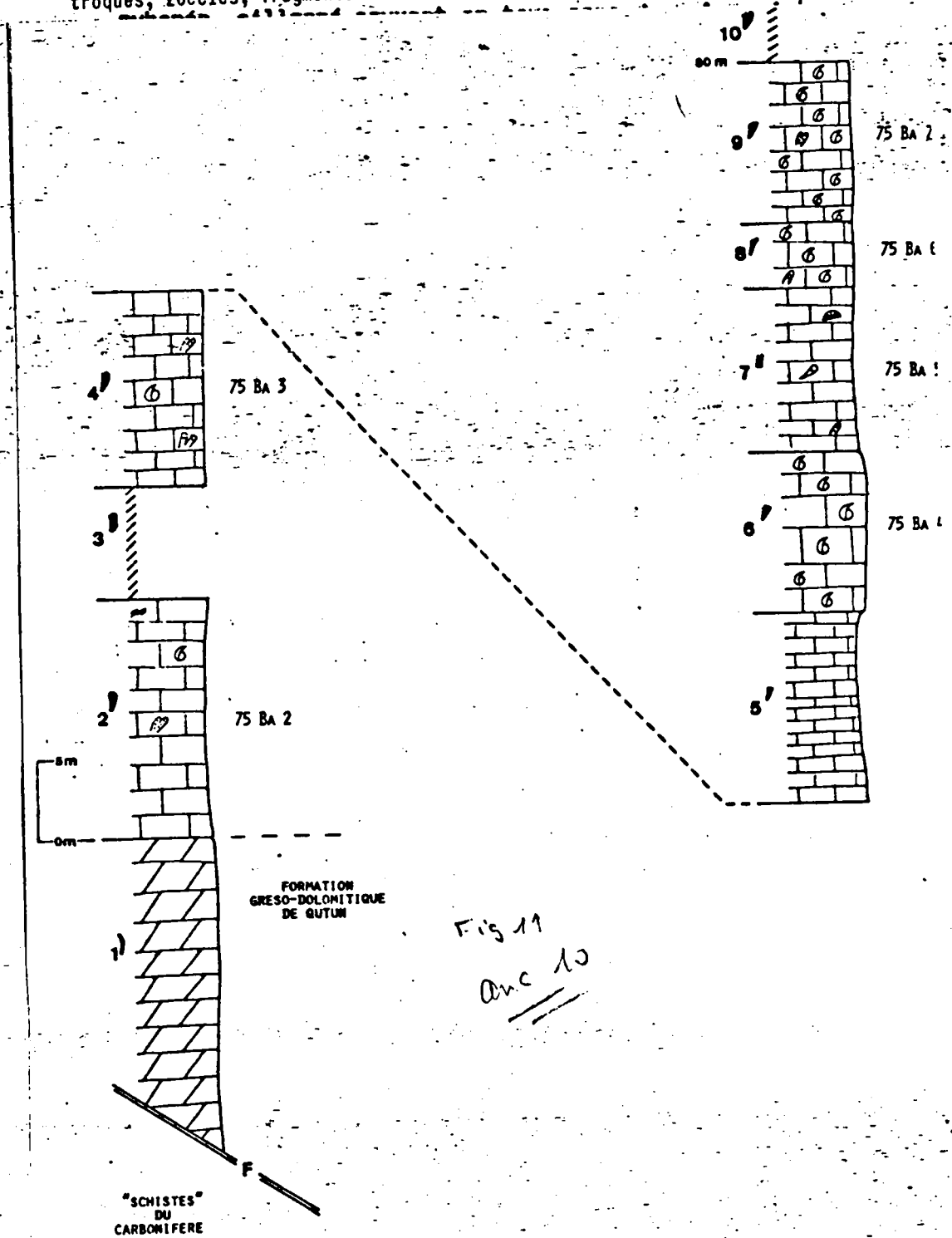


Fig. 11 - Série stratigraphique de BADRAGHA SUD.
2 à 10: FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA.

tracodes, autres débris de constructeurs...); Rares organismes encroûtants (Stromatopores, Serpules). Les valves d'Ostracodes sont souvent fortement imprégnées d'oxydes de fer. Nombreux péloïdes (120 µm). Quelques gros ~~traclastes~~ traclastes millimétriques de pelmicrite ou de micrite quartzifères. Quartz abondants, souvent arrondis, de taille variable (50 µm à 1 mm); quartz plus petits dans certaines loges de *Thamnopora*; quelques grains polycristallins; quelques quartz avec un nourrisage périphérique de silice. Ciment de sparite souvent syntaxiale autour des entroques. Très faible dolomitisation locale, dans les loges de Tabulés.

Faune. Stromatopores: ? *Stachyodes* sp.

- Tabulés: *Thamnopora* sp., ? *Pachyfavosites* sp., *Alveolites* sp.

- Bryozoaires Fistuliporides.

- Brachiopodes: *Cyrtospirifer* sp.

3 - (7 m). Lacune d'observation.

4 - (12 m). Calcaires noirs formant une deuxième barre dans le paysage. Microfaciès. Mudstone; micrite fossilifère. Petits bioclastes difficilement reconnaissables (débris de coquilles?). Quelques Foraminifères, des Ostracodes à test mince, rares Tentaculites. Gros fragments de constructeurs: Tabulés branchus, Tétracoralliaires solitaires. Matrice micritique, localement sparite.

AF 75 Ba 3

Faune. Tabulés: cf. *Scoliopora* sp.

Tétracoralliaires: Disphyllidés.

Brachiopodes: *Uchtospirifer* ? sp.

5 - (12 m). Calcaires argileux affleurant mal.

6 - (8 à 10 m). Calcaires noirs ou gris foncé à nombreux Brachiopodes, formant une troisième barre dans le paysage.

AF 75 Ba 4

Microfaciès. Packstone; biomicrite ou pelmicrite fossilifère. Nombreux Ostracodes et Calcisphères. Bioclastes (fragments de coquilles et sections d'épines de Brachiopodes, fragments de Trilobites, sections de radioles d'Echinodermes...) de taille variable, souvent micritisés en bordure mais pas systématiquement; certains totalement recristallisés en sparite (Gastéropodes?), d'autres montrant des microperforations ou présentant des encroûtements algaires. Péloïdes d'origines diverses et de taille variable (µm). Localement petites plages de sparite correspondant à des bioturbations. Quelques petits quartz de taille inférieure à 50 µm. De petits joints stylolithiques et un peu de pyrite.

Faune. Brachiopodes: Gypidulidés, *Cyphoteronchynchus koraghensis*, *Uchtospirifer* sp., *Cyrtospirifer* sp., *Desquamaria* sp., *Athyris* sp.

7 - (10 m environ). Calcaires gris à roux, légèrement gréseux, renfermant de nombreux organismes branchus (Bryozoaires, Tétracoralliaires) et quelques Tétracoralliaires massifs.

AF 75 Ba 5

Microfaciès. Grainstone; biosparite. Aspect assez hétérogène. Bioclastes de toutes tailles plus ou moins compactés, souvent arrondis et assez diversifiés (nombreux fragments de Bryozoaires branchus, zoécies, quelques fragments de coquilles et sections

et plus à l'écran.

d'épines de Brachiopodes, quelques restes de Trilobites, Entroques, Serpulidés, Ostracodes le plus souvent désarticulés, Calcisphères ...). Petits lits irréguliers riches en quartz très fins (30 à 50 μ m) ou en argile; rares muscovites. Ciment de sparite localement syntaxiale; par endroits, un peu de micrite. Faible dolomitisation locale.

Faune. Tétracoralliaires: *Hexagonaria* cf. *magna* et formes solitaires.

Bryozoaires Fistuliporides abondants.

- 8 - (quelques mètres). Calcaires noirs ou gris jaunâtre, riches en Brachiopodes et en Bryozoaires branchus. AF 75 Ba 6

Microfaciès. Rudstone (à bindstone ?). Entre les organismes: grainstone ou localement wackstone; biosparite. Bioclastes (entroques, fragments de coquille de Brachiopodes, rares Ostracodes...). Petits quartz (50 μ m) localement abondants; quelques petites muscovites dans les passées finement gréseuses, fraction argileuse plus importante que dans Ba 5.

Faune. Tétracoralliaires: cf. *Disphyllum symmetricum*.

Bryozoaires Fistuliporides abondants.

Brachiopodes: Atrypacés *Metabolipa* ? sp. ✓

- 9 - (une dizaine de mètres). Calcaires noirs à nombreux Brachiopodes. AF 75 Ba 7

Microfaciès. Wackstone; biomicrite, localement microsparite.

Faune. Tabulés: *Thamnopora* sp.

Brachiopodes: Gypidulidés, *Coeloterorhynchus tabasensis*,

Atrypacés, *Anathyris* cf. *helmersii*. *helmersii*

- 10 - Lacune d'observation.

* Au-dessus des Calcaires noirs de Badragha, on retrouve les niveaux de calcaires gréseux et ferrugineux ~~du MEMBRE DE TARKERKAY,~~ de la FORMATION DU KOH-E GIRU.

#7

Ils présentent une succession analogue à celle de la coupe de Badragha nord avec toutefois un développement moindre ~~du niveau récifal à Recop-~~ ~~taculites et Bryozoaires Fistuliporides~~, qui semblent s'estomper vers le Sud, au moins passagèrement, ~~car on les retrouvera bien exprimées~~ dans d'autres coupes

N.B. Dans le voisinage des coupes de Badragha précédemment décrites, R. Desparmet a récolté en 1971 (AF-DES 321, 322, 352), dans ~~la~~ dernière 20 vingtaine de mètres de la Formation des Calcaires noirs de Badragha, une faune abondante de Brachiopodes mais aussi de nombreux Tétracoralliaires coloniaux sp.

H *Hexagonaria* cf. *magna*, *H. sedgwicki*) ou solitaires (*Thamnophyllum*, ? *Aristophyllum* sp. Je n'ai pas retrouvé ces gisements. Mais il convient de souligner que la Formation des Calcaires noirs de Badragha renferme donc plusieurs épisodes récifaux (dont celui du Membre de Baghalak, vers sa base et celui du Membre de Zardak à son sommet).

37 - Age des formations

Le récifal (biobermes)

La partie inférieure de la FORMATION DE BADRAGHA n'est pas datée avec précision; elle pourrait représenter le Givétien supérieur ou déjà appartenir en partie au Frasnien inférieur.

La partie supérieure de la formation (à partir du terme 6) a livré de nombreux Brachiopodes de la biozone No 6 (D. Brice, 1977), ou des constructeurs (*Hexagonaria* cf. *magna*) caractéristiques du Frasnien inférieur.

Ⓟ
Coupe du KOH-E TOP

1 - Localisation

(fig. 1, 2, 12) = Sud-Ouest
A l'Ouest du vallon de Badragha, 2 km environ au ~~de~~ de la coupe précédente, j'ai levé en 1978, une petite coupe (fig. 1) au pied du Koh-e Top, (B. Mistiaen, 1980, fig. 1, loc. KT = coupe 2; A. Blied & al., 1982, p. 5, fig. 1, loc. 2, fig. 2, coupe 2).

2 - La série

* La Formation de Badragha et celle du Koh-e Giru y sont ~~visibles~~.
Qutun n'est pas visible.

* Seuls les derniers vingt mètres de la FORMATION DE BADRAGHA affleurent. Ils ~~se présentent en~~ bancs de calcaires noirs où s'intercalent quelques bancs plus clairs, jaunâtres. Ces calcaires renferment

*de calcaires
anté-hercyniens par ex.*

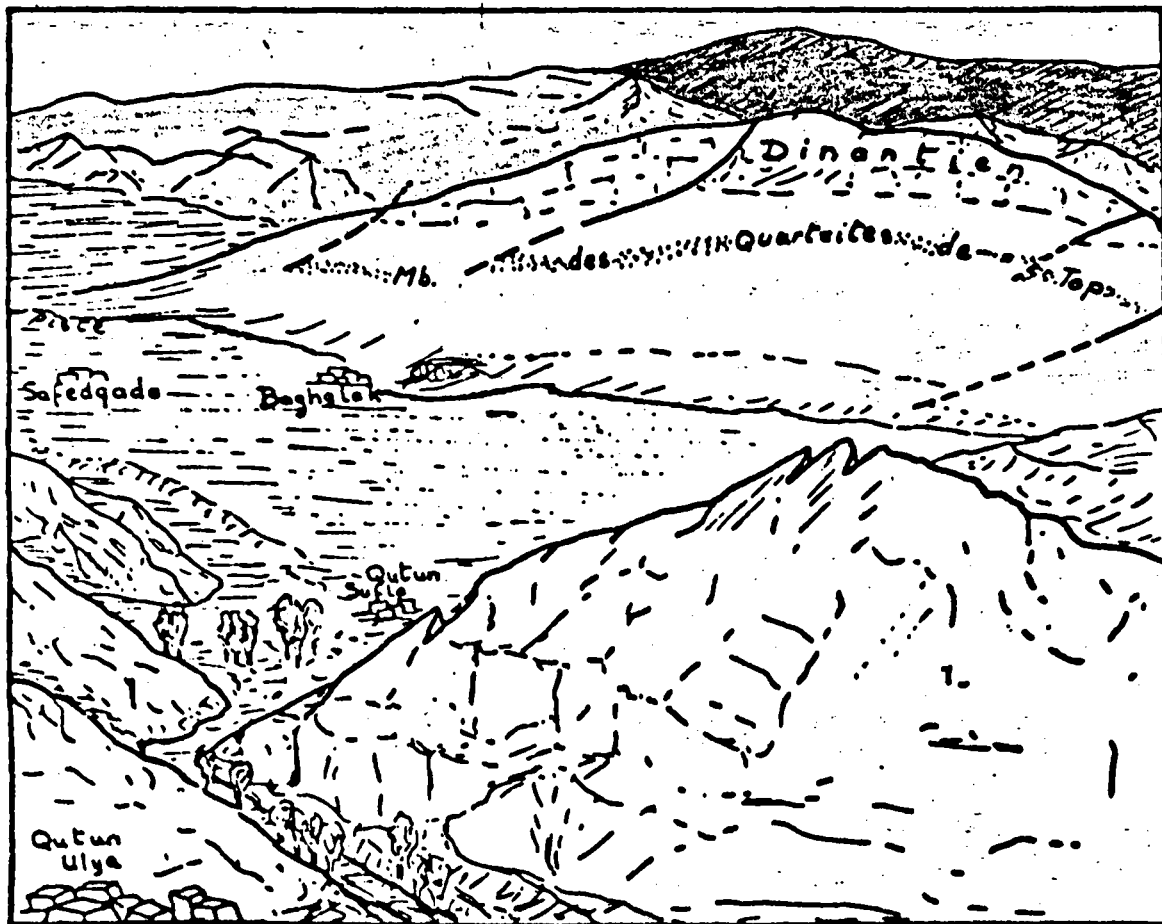


Fig. 12 - Vue panoramique, depuis le flanc ouest du Koh-e Qutun, vers l'Ouest, sur le Koh-e Top, couronné par l'épaisse barre dinantienne et marqué, à mi-pente, par la barre des Quartzites de Top (= Membre de Top); au premier plan, le Carbonifère du vallon de Qutun. [18/9/78].

Nord-Est

quelques Gastéropodes et surtout des Brachiopodes, particulièrement abondants vers le sommet. Les organismes constructeurs y sont rares; quelques colonies de Tétracoralliaires (*Hexagonaria* cf. *magna*) ont été récoltés en éboulis. Mais un peu plus au NE de la coupe levée, en bordure de la piste, j'ai observé, dans ces mêmes calcaires noirs, de nombreuses colonies de constructeurs (Tétracoralliaires et Tabulés), apparemment remaniés, démantèlement de niveaux construits au sein de la formation de Badragha dont elles témoignent de l'existence.

produit du

Echantillons

- 1 - (20 m env.). Calcaires sombres (gris ou noirs) avec quelques bancs de calcaires plus clairs. Au sommet, lumachelle de Brachiopodes. Constructeurs rares ou abondants selon les endroits. Microfaciès. (AF 78 Top 8/1) Wackstone. Biomicrite légèrement quartzifère. Quelques gros fragments de constructeurs; autres bioclastes de petite taille (100-200 μ m). Petits quartz (30 à 60 μ m).
- Faune. Stromatopores: *Clathrocoelona* ? sp.
 Tabulés: *Crassialveolites* sp.
 Tétracoralliaires: *Hexagonaria* cf. *magna*, formes solitaires.
 Brachiopodes: *Metabolipa* ? sp., *Cyrtospirifer* cf. *verneuili*,
 Atrypacés indét.

AF 78 Top 0
Top 8
Top 9

* Au-dessus des Calcaires noirs de Badragha, la FORMATION DU KOH-E GIRU affleure en totalité (Fig. 13). Elle

atteint 160 m d'épaisseur. J'y est levé la succession suivante.

- 2 - (3 m). Lacune d'observation.
 3 - (5 m). Calcaires jaunes à micronodules ferrugineux.
 4 - (3 m environ). Lacune d'observation.
 5 - (45 m environ). Calcaires jaunâtres, plus ou moins gréseux, avec des niveaux à micronodules ferrugineux et de nombreux encroûtements de fer.

Tétracoralliaires

Vers 12 m de la base, banc à nombreux ~~Rugueux~~ solitaires.

AF 78 Top 1

Microfaciès. Packstone à wackstone. Biomicrite pseudopartitisée, légèrement quartzifère. Bioclastes assez petits (200-500 μ m) souvent arrondis, légèrement ferruginisés, très diversifiés (Entroques, débris de Bryozoaires et de Brachiopodes, épines, Ostracodes, Tribolites, Tentaculites...). Quelques gros fragments de constructeurs, parfois encroûtés par des Algues (*Sphaerocodium*) ou par des Bryozoaires fistuliporidés.

Petits quartz avoisinant 60 μ m (taille moyenne 60 μ m).

Faune. Tabulés: *Alveolites* sp.

Tétracoralliaires solitaires, Disphyllidés.

Brachiopodes: *Cariniferella* sp.

Quelques mètres au-dessus, en éboulis, calcaires jaunes à très nombreux Brachiopodes.

AF 78 Top 2

Microfaciès. Grès à ciment calcaire. Quartz anguleux de 40 à 80 μ m. Quelques bioclastes de taille plurimillimétrique (Entroques, Brachiopodes), plus ou moins imprégnés d'oxydes de fer (surtout les entroques).

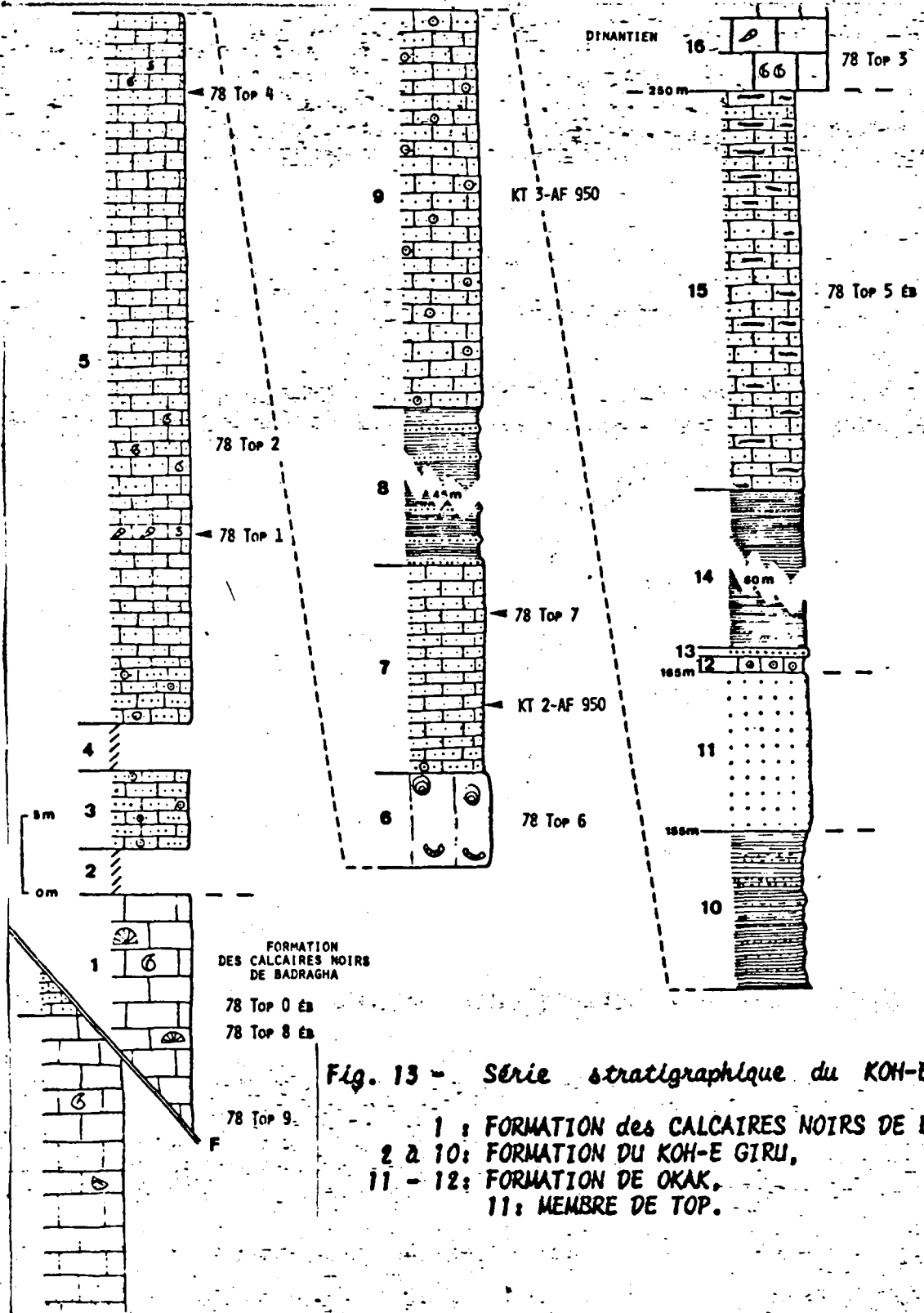
Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* sp., *Chonetipustula* ? sp.,
Praeaagenoconcha ? sp., Atrypacés, Athyris.

Vers 40 m de la base, en éboulis, calcaires jaunâtres à nombreux Brachiopodes. AF 78 Top 4

Microfaciès. (voisin de celui de l'échantillon AF 78 Top 1 mais moins riche en bioclastes et plus quartzifère).

Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* sp., *Chonetipustula* ? sp., *Practaxagenoconcha* ? sp., *Coeloterorhynchus tabasensis*.

non confirmé



Microfacies: Gaiustanc. Bimicrospandite.

La plupart des bioclastes ~~très~~ (Lenticules,
déliés de Brachiopodes ...) très bien arrondis
et bien triés (taille moyenne: 300 μ), souvent
totalement recristallisés, parfois microfaciés;

↳ ou épigénisés en glaucane (?)
très souvent fortement ferruginisés, en totalité ou, plus
souvent en surface (ancien encroûtement micritique
ferruginisé?). Ciment de sparite recristallisé.

Quelques gros bioclastes centimétriques (fragments
de coquilles de Brachiopodes) très peu ou
pas ferruginisés, provoquant souvent un effet d'ombre

↳ Quartz de 150 à 250 μ , eux aussi
entourés d'une bordure sombre ferrugineuse,
large de 10 à 50 μ , qui en arrondit
leur contour. Ciment de ~~calcaire~~ pseudosparite
jaune d'aspect sale.

Petits lits millimétriques à bioclastes totalement
noircis, ferruginisés.

* * * * *

Dans le prolongement ouest sud-ouest des derniers affleurements décrits, on retrouve une bande de terrains dévoniens où ont été levées les deux coupes suivantes.

Coupe de KOH-E GIRU

1 - Localisation

La coupe décrite se situe à 11 km environ à l'Ouest de Tezak, près de la localité de Bagi (fig. 13').

2 - La série

La coupe du Koh-e Giru a déjà fait l'objet d'une description (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 404, fig. 4 E). La description suivante reprend les données de ces auteurs et des observations effectuées en 1976, lors d'une mission avec D. Brice et Ch. Montenat.

Les différentes formations observées dans les coupes précédentes se retrouvent ici (fig. 15'')

* Reposant directement sur un socle précambien, la série GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN épaisse de 80 m environ, comporte les termes suivants :

- 1 - (10 à 15 m). Grès quartzites blancs et niveaux conglomératiques à galets de phanites noires; grès fins.
- 2 - (50 à 60 m). Dolomies grises ou beiges.
- 3 - (5 m environ). Grès et quartzites à niveaux de brèches.

* Au-dessus, la FORMATION DE BADRAGHA correspond à une série, épaisse d'une quarantaine de mètres environ, de calcaires noirs ou gris, localement récifaux, mais renfermant aussi des Brachiopodes. Plusieurs niveaux ont été échantillonnés.

↳ Calcaires noirs, récifaux.

Microfacies. Framestone à bafflestone. Entre les organismes: packstone (biomicrite) dolomitisé.

Faune. Algues: Sphaerocodium sp.

← Stromatopores: Clathrocoilona sp., Stictostroma uralensis, Stachyodes sp.

Tabulés: Thamnopora sp., Alvéolitidés.

Tétracoralliaires: Siphonophrentis aff. gigantea.

↳ Calcaires noirs.

Faune. Tétracoralliaires: Siphonophrentis aff. gigantea.

Brachiopodes: Cyphoterorhynchus koraghensis, Uchtospirifer sp.

* La FORMATION DE KOH-E GIRU est représentée par une centaine de mètres de calcaires crinoïdiques violacés, ferrugineux, de calcaires gréseux et de grès calcaires jaunes. Elle affleure au coeur d'une structure synclinale. Plusieurs niveaux ont livré de la faune.

DFJTKG4

DFJTKG4

DFJTKG4

DFJTKG4

STEARNS C.W. (1980). - Classification of the Paleozoic Stromatopora:

Canadian Jour. Earth Sci.,
V. 12, p. 1631-1667.

(fig 131)

1 - Localisation

A une dizaine de kilomètres du Sud-Ouest de la coupe précédente, le vallon de SULTALI entaille la série paléozoïque et donne une bonne coupe du Dévonien. La coupe a été dressée en 1975, par ^{de la mission avec} ~~Ch. Montanet~~ et ~~Ch. Montanet~~ ^{par la suite}.

2 - La série

La série dévonienne est épaisse d'environ ~~100 m~~ ^{pourrait dépasser 500 m de puissance; la description suivante correspond aux observations de 1975 et 1976 et reprend des données non publiées de Ch. Montanet}

~~La série dévonienne est épaisse d'environ 100 m. Elle est constituée de 10 à 15 mètres de quartzites et de 10 à 15 mètres de calcaires.~~

* A la base, et en discordance sur le Précambrien, on observe la FORMATION DE QUTUN, épaisse de 60 à 70 m. (fig. 131).

à niveau pseudo-orthogne

- 1 - (50 m environ). Dolomies claires, beige à jaunâtres. Localement, AF76 Su 4 reste de constructeurs: Stromatopores massifs subsphérique de 3 à 10 cm de diamètre. Faune. Stromatopores indét.
- 2 - (5 m). Lacune d'observation.
- 3 - (5 à 8 m). Quartzites.
- 4 - (2 à 5 m). Lacune d'observation.

* Au-dessus, commence la FORMATION DE BADRAGHA qui atteint elle aussi 70 m d'épaisseur environ. Le terme inférieur ⁽⁵⁾ pourrait correspondre au MEMBRE RECIFAL DE BACHALAK peu développé ici, et le dernier (20) au MEMBRE RECIFAL DE ~~KOH-E ZARDAK~~ KOH-E ZARDAK (fig. 131).

- 5 - (3 m). Banc de calcaire construit à Tabulés branchus ou lamel- 75 Su 8 cl laires, nombreux Stromatopores et Tétracoralliaires solitaires. - Su 34 Faunes Brachiopodes. Microfaciès. cf. p. sur

Faune. Stromatopores: p. murels.
Tabulés: p. murels

- 6 - (6 m). Calcaires gris foncés, gris violacé en cassure, un peu crinoïdique, en bancs réguliers de 0,80 m environ, d'aspect massif

spina brachy p. off chitra lense
21-57A

⑤ Su 8e 1/2

1'
i framestone.
~~Stictostroma, Tubulites~~

Miofacies Bindstone! Eute & oymice:
wackstone; bioclastic

Fam. Algae: Sphaerocodium sp.

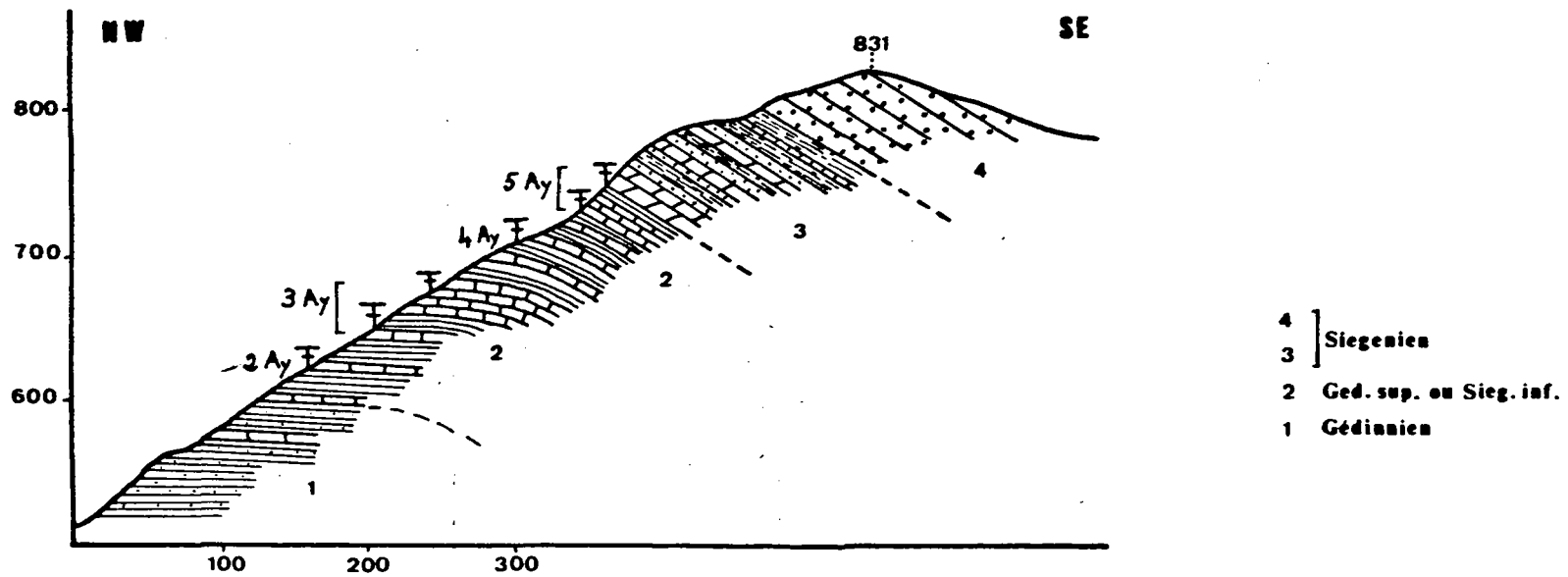
Stromatolite: Stictostroma ~~sp.~~ malensis

Taluli: Alveolites sp.

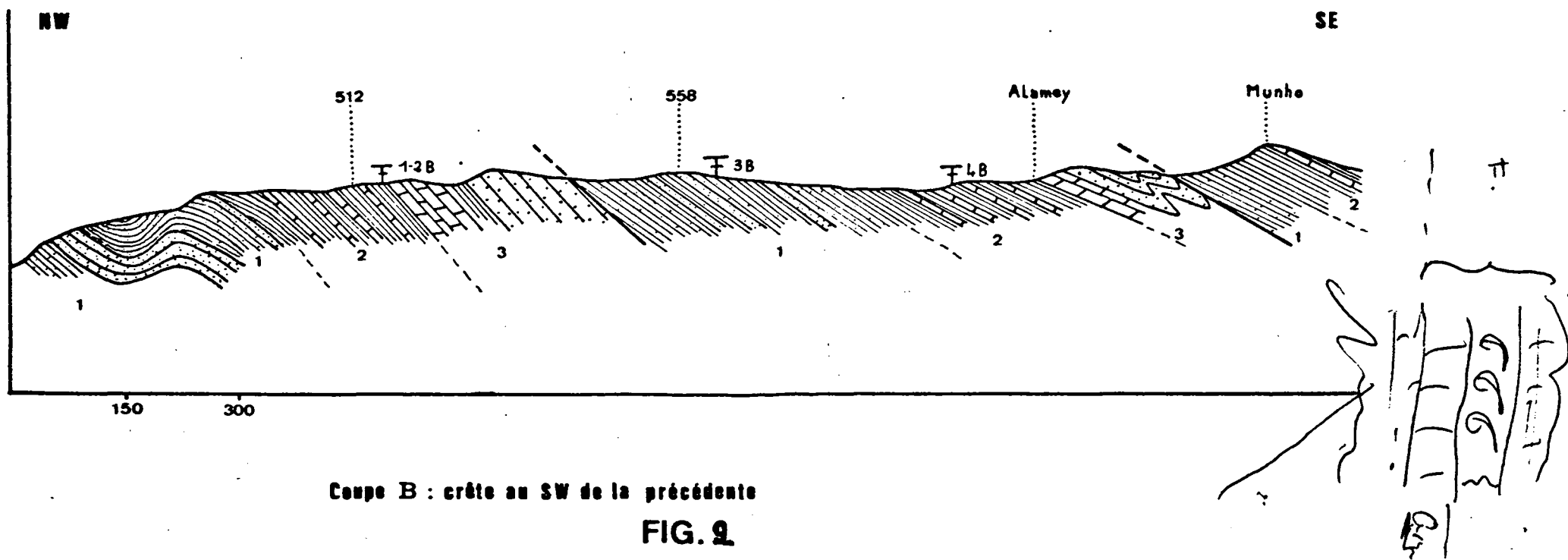
Tetracaulon: Hexagonaria sp., Frachastrea sp., Diphyllum sp., ? Penetiaella sp.
cf. Siphonophanta sp.

Bryozoans.

= Fungi
a l.



Coupe A : crête d'Arhesse à Château-Pignon



Coupe B : crête au SW de la précédente

FIG. 2

mais peu résistant à l'érosion.

- 7 - (0,50 m). Calcaires gris foncés crinoïdiques.
- 8 - (0,50 m environ). Calcaires gris, plus tendres.
- 9 - (6 m). Calcaires ^{gréseux} gris, plus clairs, légèrement crinoïdiques ~~et~~ AF 25
Su 33
~~et~~, en gros bancs métriques et quelques bancs plus petits.
Plusieurs niveaux à lumachelle de Brachiopodes.

A 2,50 m du sommet, un niveau grésno-quartzitique décalcifié.
Microfaciès. Grès à ciment calcareux et nombreux bioclastes
ouverts micritisés

Faune. Brachiopodes: *Cyphoterorhynchus boreoheurni*

- 10 - (0,60 m environ). Banc dolomitique sableux.
- 11 - (1m). Dolomies.
- 12 - (3,50 m). Quartzites en 5 bancs de 0,50 m et 1 m.
- 13 - (2 m). Dolomies jaunâtres.
- 14 - (0,40 m). Calcaires gris.
- 15 - (1,80 m). Alternance de bancs de calcaires gris et jaunes, à lumachelles de Brachiopodes (*Cyphoterorhynchus* sp. et *Uchtospirifer* sp.) non ramassés.

16 - (3,20 m). Calcaires gris à nombreux Brachiopodes.

Faune. Brachiopodes: *Cyphoterorhynchus boreoheurni fonderosa*

17 - (0,80 m). Calcaires jaunes, avec quelques colonies de Tétracoralliaires vers le sommet.

18 - (2 m). Alternance de petits bancs de calcaires jaunes et gris, gréseux. Rares constructeurs.

19 - (8 à 10 m). Calcaires gris clairs, stratifiés, à nombreux organismes constructeurs. ~~Ce terme pourrait correspondre~~ Su 34
Microfaciès.

Faune. Stromatopores:

Tétracoralliaires:

20 - ^{jusqu'à} (30 m environ). Calcaires massifs, peu stratifiés, d'épaisseur variable (75) Su 30
Microfaciès. Bindstone. Entre les organismes à wackestone ou mudstone. Effet d'ombelle fréquent sous les stromatopores lanellaires.

Faune. ^{Algues: *Sphaerocodium* sp} Stromatopores: cf *Stictostoma* sp., *Stachyodes australis*.

Talulis: *Thamnopora* sp., *Alicolites* sp.

* Directement au-dessus de la masse récifale précédente, commençant

AF 100
27.43

1-43
Cyphoterorhynchus
boreoheurni
Uchtospirifer
Syringothyriformis

3
la FORMATION DU KOH E GIRU ~~qui dépasse 175~~ m d'épaisseur (jus. 13").
pouvait atteindre 300

- (2m)
21 - Calcaires jaunes, clairs, localement rouges violacés, gréseux, Su 25
ferrugineux.
Microfaciès. Grainstone. Bioclaste à bioclaste très arrondis
et ferruginisés. Localement le ciment a une ferrugineuse.
Petits quartz (25-50µ) très irrégulièrement répartis. ~~Bioclaste~~
Faune. Brachiopodes: *Whidbornella?* sp., *Nervostrophia* sp.,
Cyrtospirifer sp., *Athyriacés*
- 22 - (1 m). Lacune d'observation.
- 23 - (1 m). Calcaires jaunes, un peu plus grisâtres en cassure, crinoï- Su 28
diques, à Brachiopodes.
Faune. Brachiopodes: *Nervostrophia* sp., *Cyrtospirifer* e.g. *vernanti*,
Athyria sp., *Athyriacés*.
- 24 - (1,70 m). Calcaires gris jaunâtres, crinoïdiques, à nombreux Su 27
Brachiopodes.
Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* sp., *Douvillina* cf. *dentata*,
Trilobites: ~~*Cyrtospirifer*~~ "*Spirifer*" cf.
dentatus, *Cyrtospirifer* sp.
- 25 - (0,60 m). Calcaires gris bleutés.
- 26 - (1,50 m). Calcaires jaunes grisâtres à nombreux Brachiopodes. Su 26
Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* sp., *Cyrtospirifer* sp., *Athyriacés*.
- X
27 - (1,10 m). Calcaires jaunes, localement plus gris, crinoïdiques, à Su 25
Tabulés massifs et à Brachiopodes vers le sommet.
Microfaciès. Rudstone à bindstone, Entre le débris d'organismes
ou les organismes lamellaires en place; grainstone; bioclaste quartzifère.
Ciment de fenderfacile.
Algues: *Sphaerocodium* sp
Stenodonta, *Stenodonta australis*
Faune. Tabulés: *Alveolites* sp.
Brachiopodes: *Nervostrophia* sp., *Eolentherokomma* sp.,
Trilobites: *Cyrtospirifer* sp., *Athyria* cf. *oehlerti*.
- 28 - (0,50 m). Passée plus tendre.
- 29 - (0,50 m). Calcaires à Brachiopodes.
- 30 - (0,50 m). Calcaires.
- 31 - (0,20 m). Calcaires jaunes rougeâtres, gréseux et ferrugineux, à Su 24
Tétracoralliaires solitaires et Tabulés massifs.
Microfaciès. Flatstone. Entre les fragments: ~~grainstone~~ grés
~~bioclaste~~ à ciment calcaire et bioclasts
Faune. Tabulés: *Alveolites* sp.
Tétracoralliaires:
- 32 - (0,60 m). Calcaires.
- 33 - (0,60 m). Calcaires ave., vers le milieu, un niveau gréseux décal-
cifié.
- 34 - (1,60 m). Calcaires en bandes de 0,40 à 0,60 cm.

- 35 - (24,70 m). Grès et calcaires gréseux à nombreux niveaux décalci-
fiés. 71-31
- 36 - (15 m environ). Calcaires jaunes, ^{gréseux} crinoïdiques, à ^{ferrugineux} traînées et
micronodules ferrugineux. Plusieurs niveaux fossilifères à
Brachiopodes et débris d'organismes constructeurs.
Microfaciès. Rustine à coquille de Brachiopodes recristallisée
et souvent micritisée en bordure, dans un grès à ciment calcaire et
ferrugineux. Su 23

Faune. Tabulés: Alveolitidés.

Bryozoaires: Fenestellidés.

Brachiopodes: *Nervostrophia* sp., *Chonetes* et *Productellides* indéter.
Adellia sp., *Athyris* sp., *Cyrtospirifer verneuli*, *C. cf. achmet*,

- 37 - (30 m environ). Lacune d'observation.
- 38 - (10 m environ). Calcaires jaunes, localement rougeâtres, à interca-
lations ferrugineuses et stratifications obliques.
- 39 - (15 m environ). Quartzites claires à tâches brunes. 47-20 V 71-44
- 40 - (0,80 m). Grès calcaires jaunes, à nombreuses traces et encroûte-
ments ferrugineux; riches en Brachiopodes. 47-21 Su 22

Microfaciès. Identique à celui du terrain 36.

Faune. Brachiopodes: *Schizophoria* sp., *Cyrtospirifer* cf. *Cyrtospirifer*
~~sp.~~ cf. *quadratus*

- 41 - (1,50 m). Quartzites.
- 42 - (25 m environ). Alternance de bancs calcaires gréseux, jaunes et
violacés, à stratifications obliques, avec des niveaux très riches en
Brachiopodes. Su 19-20 m
Faune. Brachiopodes: *Whidbornella cooperatiformis*, *Steinhagella membranosa*
Araratella? sp., *Centronynchus*? sp.,
Cyrtospirifer cf. *parilis*, *Tylothyrus*, *Cleiothyridina*? sp.
- 43 - (20 à 25 m). Calcaires gréseux et grès calcaires friables, affleu-
rant mal, jaunes à traces violacées ferrugineuses, localement très
riches en Brachiopodes. Su 17-18

Faune. Brachiopodes: *Schizophoria*? sp., *Plicachonetes*? sp., *Araratella*? sp.,
Eobrachythyris strunianus, *Dichospirifer*? sp., *Tylothyrus*? sp.

- 44 - (10 m). Quartzites en petits bancs.
- 45 - (3,10 m). Banc massif de quartzites.
- 46 - (0,60 m). Quartzites blancs à tâches brunes.
- 47 - (0,40 m). Banc de calcaires gréseux, fossilifères, avec localement
des graviers de quartz de 5 mm de diamètre. Su 16

Faune. Brachiopodes: *Cyrtospirifer* cf. *parilis*.

- 48 - (0,60 m). Quartzites.
- 49 - (0,50 m). Calcaires gris jaunâtres, parfois un peu verdâtres, ~~gr~~ ^{gréseux}
très crinoïdiques et très riches en Brachiopodes. Su 15

Faune. Brachiopodes: *Schizophoria* sp., *Steinhagella*? sp., *Centron-*
nynchus charakensis, *Cyrtospirifer* cf. *parilis*,
Cleiothyridina? sp.

- 50 - (1 m). Quartzites.
- 51 - (0,40 m). Calcaires gréseux jaunes, un peu grisâtres, parfois roux,
très crinoïdiques et riches en Brachiopodes. Su 14

Fam inf.

Fam sup.

gréseux

~~Microfaunes.~~

Faune. Brachiopodes: *Schizophoria* sp., *Evanescestrum*? sp.,
52 - (1 m). Quartzites. ~~Cyrtospirifer~~ *Cyrtospirifer* cf. *parilis*, *Dichospirifer*? sp.,
Cleiothyridina? n. sp.
53 - (0 à 0,10 m). Niveau lenticulaire de calcaires jaunes violacés, Su 13
très ferrugineux, à gros Brachiopodes.

~~Microfaunes.~~

Faune. Brachiopodes: *Dmitria*? sp.
54 - (0,40 m). Banc de quartzites avec quelques passées de calcaires Su 12
gréseux à débris d'organismes constructeurs.

~~Microfaunes.~~

Faune.
55 - (0,20 à 0,30 m). Calcaires gréseux jaunes grisâtres, localement un Su 10
peu violacés, très riches en Brachiopodes.

Faune. Brachiopodes: ~~cf.~~ *Whidborella caperatiformis*,
56 - (1,50 m). Quartzites. ~~Steinhagella~~ *Steinhagella membranacea*? *Cyrtospirifer*
cf. parilis, *C. crassifolius*, *Dichospirifer*?
Cleiothyridina? n. sp.

Au-dessus, après une lacune d'observation évaluée à une trentaine
de mètres, la Formation du Koh-e Giru se poursuit, avec une centaine de Su 3-5
mètres encore, ^(mais il ya peut être des répétition par failles) où alternent des calcaires gréseux, jaunes, localement
violacés, très crinoïdiques et riches en Brachiopodes.

* Puis ^{on} passe à la FORMATION DE OKAK ^{constituée de schistes qui vendâtres} ~~qui n'est pas très épaisse~~ *
et qui est surmontée par calcaires du Dinantien.

3 - Age des Formations

La FORMATION DE QUTUN N'EST PAS DATEE.

La base de la FORMATION DE BADRAGHA ^(tème 5) a livré des constructeurs
qui manquent le girétien : par contre les Brachiopodes du même ou peu
plus haut (tème 9) ^(et suivants) les Brachiopodes récoltés indiquent le Francon
inférieur (biogène No 6 de D. Brice), ~~de la base~~

Dès la base de la Formation du Koh-e Giru - - - - -

COUPE DU KOH-E QUTUN

1 - Localisation

La coupe du Koh-e Qutun (B. Mistiaen, 1980, fig. 1, loc. KU, coupe 3; A. Bliedk & al., 1982, p. 6, fig. 1, loc. 3, fig. 2, coupe 3) se situe au Nord du vaste ensemble structural suivant, englobant le Koh-e Qutun, le Koh-e Qotun et le massif de Taktakay. Elle est distante de 3 km environ de la coupe précédente (fig. 1).

2 - La série

La description ci-dessous reprend des observations de A. de Lapparent et R. Desparmet (1967) ~~Desparmet (1967)~~, de R. Desparmet (1971) et nos propres observations (1978). Le Dévonien y dépasse 400 m d'épaisseur.

A la base, DE QUTUN de puissance La FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE ~~de base~~ atteint 150 m d'épaisseur environ. Elle est constituée de dolomies et de calcaires dolomitiques jaunes ou beiges. Dans le tiers supérieur, s'y intercalent des niveaux décalcifiés où A. de Lapparent et R. Desparmet ont recueilli une faune de Brachiopodes. Vers le sommet on observe quelques lentilles de quartzites, enfin la série se termine par un niveau détritique grossier de grès à graviers de quartz. La coupe suivante est établie à partir des levés de A. de Lapparent de R. Desparmet. (fig. 14)

- 1 - Epaisse série, dépassant la centaine de mètres, de dolomies et de calcaires dolomitiques blancs, crèmes, ou gris jaunâtres, à lentilles de quartzites ou de grès parfois fossilifères. Faune. Brachiopodes: Reticularidés (~~Kimatobryis sp.~~), ~~Pentamerus indet.~~ Pentamerus indéterminé, Kimatobryis sp.
- 2 - (3 m). Grès et quartzites avec un conglomérat à graviers de quartz ravinant à leur base.

Echantillon AF-~~ku~~ ku 1 à 8

Au dessus on trouve ~~DES CALCAIRES~~ CONSTRUITS DU SIM CHA, équivalent local de la Formation de Badasha. Elle est épaisse d'une centaine de mètres à peine ~~et est~~ constituée de calcaires sombres, gris ou noirs, admettant quelques intercalations gréseuses ou quartzitiques. Les coupes précédentes (Koh-e Zardak, Samsersang, Badragha Est et Ouest, Koh-e-Top), les Brachiopodes ~~et~~ sont ~~absents~~ absents; ~~par contre~~ les organismes constructeurs sont nombreux et même très abondants dans certains bancs. Dans les dix derniers mètres de la formation, se développent de petites lentilles biohermiques, métriques, constituées de calcaires très riches en organismes plus clairs et un peu plus résistants à l'érosion (fig. 13; pl. , fig.). La Formation de Badragha montre la succession suivante (fig. 14).

- 3 - (15 m environ). Calcaires noirs.
- 4 - (15 m environ). Alternante de calcaires noirs et de bancs de quartzites. ~~Micritiques. Rudstone, floatstone. Gros fragments centimétriques d'organismes branchus, en contact parfois stylolitiques, dans une matrice micritique argileuse et quartzifère, localement biosparite. Bioclastes très diversifiés. Enroulements fréquents par des Stromatopores et des Bryozoaires finement lamellaires, des foraminifères.~~

AF-DES 344 AF-KU 9 575

VI

antrop

de la micritique de la base

partiquants biohermales

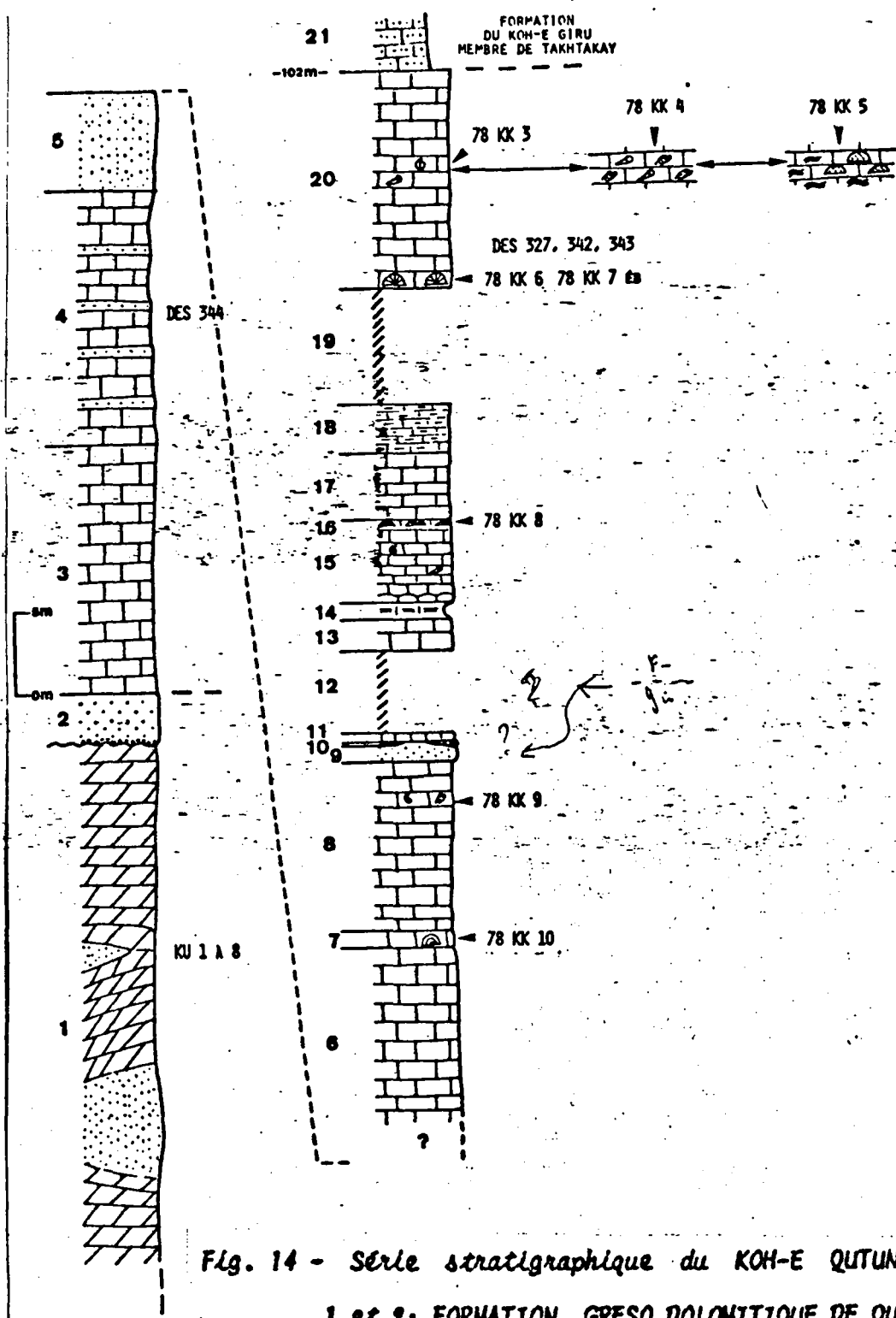


Fig. 14 - Série stratigraphique du KOH-E QUTUN.

1 et 2: FORMATION GRESO DOLOMITIQUE DE QUTUN,
 3 à 20: FORMATION DES CALCAIRES CONSTRUITS DU SIN GHAR.

Microfaciès. Rudstone-floatstone. Gros fragments centimétriques d'organismes branchus, en contact (parfois stylolithiques) dans une matrice micritique, argileuse et quartzifère; localement biosparite. Bioclastes très diversifiés. Encroûtements fréquents par des Stromatopores et des Bryozoaires finement lamellaires, des Foraminifères ? (cf. *Wheteredella*). Dans certains niveaux, matrice totalement dolomitisée.

Faune. Stromatopores: ? *Atelodictyon* sp., *Stictostroma* sp., *Clathrocoilon oblitterata*, *Taleastrum simplex*.

Tabulés: *Pachyfavosites* ?, *Thamopora* sp., *Scoliopora* sp., *Crassialveolites* sp., Coenitidés, Syringopores.

Tétracoralliaires: *Phillipocastrea hennahi*.

Bryozoaires encroûtants.

5 - (5 m environ). Grès quartzites.

6 - (5 à 10 m ou plus ?). Calcaires gris.

7 - (1 m). Calcaires gris à organismes constructeurs dont de grosses colonies de Stromatopores en position de vie.

Microfaciès. Framestone. Entre les colonies, wackstone-mudstone. Biomicrite à micrite fossilifères. Quelques gros bioclastes (= débris de constructeurs) plurimillimétriques dans une micrite à

D.F. 78kk-10

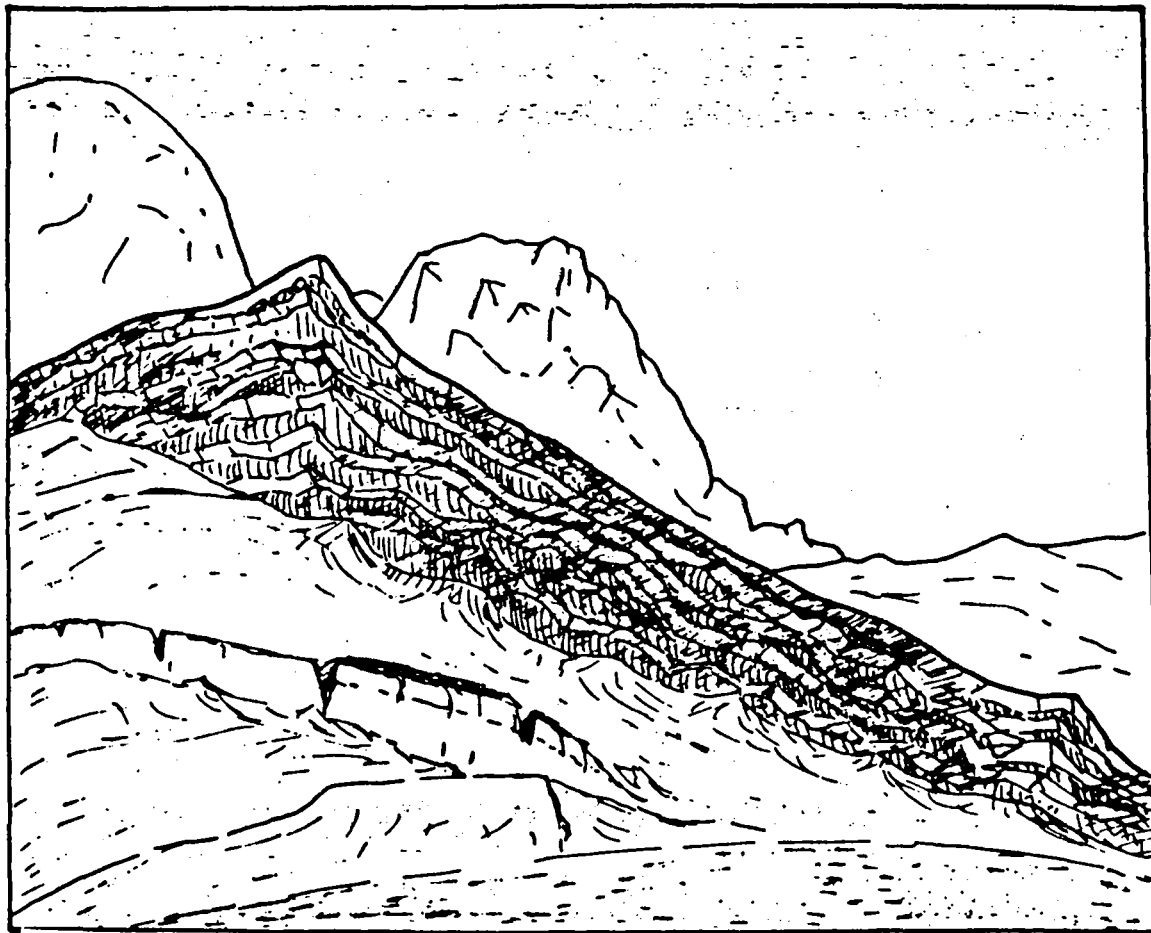


Fig. 15 - Vue panoramique, depuis le village de Qutun Ulya, vers l'Est sur le Koh-e Qutun. Au premier plan, la barre formée par les COUCHES À BRYOZOAIRES et Réceptaculites. Au second plan, les calcaires de la Formation du Sin Ghar, subverticaux, montrant deux pointements de calcaires plus clairs qui correspondent à des niveaux construits (terme 20 de la fig. 14). À l'arrière plan, à gauche, "l'avant mont" du Koh-e Qutun (3750) en calcaires gris clair de la même Formation du Sin Ghar [18-9-78].

ou de déjts
sur une feuille?

SP.

structures fenestrées et petits bioclastes (100 à 300 um) orientés, non identifiables. Algues (pelotons de *Cirvanella*) parfois associées aux structures fenestrées ou aux gros bioclastes. Très rares petits quartz, inférieurs à 60 um. Plusieurs aspects que j'interprète ^{comme des} indices de courant unidirectionnel: aspect finement stratifié, laminé de la micrite qui "moule", "enrobe" les gros bioclastes; fenestrées présentant un remplissage géotype de micrite sombre disposé obliquement (environ 30°) par rapport à la disposition de la roche.

lipe
Charificaria

Faune. Stromatopores: *Actinostrona filitactum*, *Hexatostrona* sp., *Stachyodes* sp.

Tabulés: *Scoliopora* sp.

8 - (10 m). Calcaires gris, plus sombres vers leur sommet, en bacs métriques. A ~~plus~~ 8 m, petits organismes branchus et sections de Brachiopodes.

AF78 KK9.

Microfaciès. Floastone-rudstone à gros fragments centimétriques de Tabulés branchus, de Stromatopores branchus ou encroûtants, de Tétracoralliaires solitaires. Quelques coquilles de Brachiopodes. Entre ces éléments, biomicrite aux bioclastes localement orientés, (comme dans l'échantillon AF 78 KK 10) mais de plus grande taille (200-600 um). Quelques joints stylolithiques.

Faune. Stromatopores: *Stachyodes* cf. *verticillata*.

Tabulés: *Scoliopora* sp.

Débris de tétracoralliaires solitaires.

9 - (1 m). Grès quartzites roux.

10 - (0 à 0,30 m). Niveau lenticulaire de calcaires gris jaunes très crinoïdiques

11 - (0,40 m). Calcaires gris.

12 - (3 à 5 m). Lacune d'observation.

13 - (2 m). Calcaires gris foncés.

14 - (1 m). Calcaires gris, argileux, tendres.

15 - (4,60 m). Calcaires noirs, noduleux à leur base; quelques traces de Brachiopodes et de Tétracoralliaires solitaires.

16 - (0,40 m). Calcaires gris sombres à nombreuses colonies d'*Hexagonaria* jaunâtres, en partie dolomitisées.

AF78 KK8

Microfaciès. Grainstone. Biosparite quartzifère. Bioclastes diversifiés (entroques, débris de Brachiopodes, de constructeurs...) de taille variée (100 um à plusieurs millimètres, voire 1 cm); les plus petits souvent arrondis et micritisés. Quartz très abondants localement, ~~de~~ de taille variable (60 à 250 um). Ciment de sparite syntaxiale autour des débris de crinoïdes.

Faune. Tétracoralliaires: *Hexagonaria* cf. *sedgwicki*, *Haplothecia* ? sp., débris de solitaires.

17 - (4 m). Calcaires jaunes et gris, tendres.

18 - (3 m). Calcaires argileux jaunes.

19 - (7 m). Lacune d'observation.

20 - (12 à 13 m). Barre de calcaires noirs, localement riches en organismes constructeurs; variations latérales et verticales de faciès avec développement de petits "noyaux" métriques de calcaires plus clairs, plus ~~compactes~~ mais toujours bien stratifiées..., (distants de quelques dizaines de mètres, plus résistants à l'érosion et formant de petits pointements (fig 15).

AF78 KK 3 à 7
BF-DCS 327, 342, 343

d'alignement

riches en organismes constructeurs,

- A la base, sur environ 2 m, calcaires noirs à nombreux Tétracoralliaires coloniaux.

Microfaciès. Floatstone à bindstone. Gros débris ^{centimétriques} de Tabulés lamellaires ou branchus, de Tétracoralliaires solitaires, et de Bryozoaires branchus, ou constructeurs lamellaires (Tabulés, Stromatopores) dans une matrice tout à fait comparable à celle des échantillons du niveau AF 78 KK 9.

Faune. Stromatopores: *Clathrocoelona*? ^{sp}, *Stictostroma*? ^{sp}.

Tabulés: *Alveolites* sp.

Tétracoralliaires: *Hexagonaria* cf. *magna*, *Marisastrum*, ^{sp.}
"Peneckiaella"? ^{sp.}

Bryozoaires: Fistuliporidés branchus, débris de Fenestellidés.

Vers: Serpulidés.

- 4 à 5 m plus haut, calcaires noirs en petits bancs d'aspect laminé, pauvres en fossiles: quelques Brachiopodes et Tétracoralliaires solitaires.

Microfaciès. Wackstone à floatstone. Biomicrite. Quelques gros bioclastes centimétriques (entroques, débris de Tétracoralliaires solitaires, coquilles de Brachiopodes avec des épines très fines et longues). Très nombreuses calcisphères et abondants petits débris difficilement reconnaissables (Trilobites, radioles de Paléchinides, fragments de Brachiopodes, de Gastropodes, de Serpulidés ...).

Aspect orienté de la matrice et des petits débris, ~~avec des~~ plus gros bioclastes disposés obliquement. Ce microfaciès traduit un milieu de sédimentation ~~calme~~ calme d'"arrière récif", avec dépôt de boue et présence probable d'un courant faible, de direction constante, qui oriente les petits bioclastes et incline les plus gros.

Faune. Stromatopores: *Amphipora* sp.

Tétracoralliaires: Disphyllidés ?

- Latéralement, calcaires noirs à Tétracoralliaires solitaires et Tabulés branchus.

Microfaciès. Floatstone (identique à l'échantillon précédent mais plus riche en constructeurs).

Faune. Tétracoralliaires: Disphyllidés.

- Latéralement encore. Calcaires gris foncés à noirs, parfois violacés ou gris jaunâtres, localement argileux, toujours lités, à nombreux constructeurs à morphologie d'abord lamellaires puis plus massive) correspondant aux petits "noyaux" de calcaire construit ^{plus élevés}

Microfaciès. Bindstone typique. Très nombreux organismes surtout lamellaires à tabulaires (Tabulés) ou plus rarement branchus (Tétracoralliaires, Bryozoaires). Nombreux encroûtements par des Algues (*Girvanella*, *Sphaerocodium*), des Tabulés (Alvéolites), des Bryozoaires finement lamellaires ou des Vers. Entre les constructeurs, matrice d'aspect variable; par endroits petites plages de micrite presque pure, parfois pellétoïdale, ou de micrite à fins bioclastes (débris de Brachiopodes, radioles de Paléchinides, rares Ostracodes et Foraminifères: cf. *Nanicella*); ailleurs, micrite à très nombreux Ostracodes à tests très minces; ailleurs, encore remplissage de "micropoches" par de gros bioclastes: entroques, fragments de constructeurs, de Brachiopodes, coquilles de Gastropodes recristallisées, Tentaculites, épines... (packstone).

AF 78 KK 6, 7 él.

AF 78 KK 3

AF 78 KK 4

AF 78 KK 5

→ ?

allée!

9
d

bien connue

de forme

Traces de bioturbations, terriers, perforations de tailles diverses dans les constructeurs.

à 6 →

Faune. Stromatopores: *Clathrocoelona spissa*, *Stictostroma saginata*.

→ Tabulés: *Alveolites* sp., *Thamnopora* sp., *Aulostegites* sp.,
Syringopores.

→ Tétracoralliaires: "*Peneckia*" sp., cf. *Metriophyllum* sp.

→ Vers: Serpulidés.

* La FORMATION DU KOH-E GIRU est représentée par ses deux membres inférieurs.

+ 5 →

Le Membre DE TARKHANKA est épais de 156 m. J'ai levé la succession suivante avec A. Blicek, en 1978; elle est complétée par des observations de A. de Lapparent et de R. Desparmet.

21 - (40 m environ). Calcaires gréseux jaunes, crinoïdiques et bancs de grès ferrugineux jaunes-violacés. A 25 m de la base environ, restes de poissons (Pleurodermes, Strunifomes et Acanthodians). Vers le sommet, R. Desparmet a récolté des Brachiopodes dans une alternance de bancs de calcaires gréseux et de grès calcaires gris-beige à traces jaunâtres.

de variétés

Faune. Brachiopodes: Chonetacés, *Coeloterorhynchus tabasensis*, Atrypacés.

22 - (5 à 10 m). Calcaires gris, construits, à *Receptaculites* et Bryozoaires fistuliporidés, présentant des variations latérales. Localement, niveau épais (10 m) contenant à la fois des *Receptaculites* et des Bryozoaires.

Microfaciès. Bindstone. Superposition d'organismes lamellaires (Tabulés, Bryozoaires). Nombreuses perforations verticales ou obliques, de la taille du millimètre, longues parfois de 1 cm ou plus, partiellement remplies de micrite. Certaines lames montrent ce faciès développé sur un sédiment de type grainstone (biosparudite à entroques, débris recristallisés à bordure micritique, gros débris de Tabulés branchus à loges emplies de micrite, intraclastes micritiques...), à ciment de calcite syntaxiale ou à matrice micritique.

Algues: Girvanelles, *Sphaerocodium* sp.

Faune. Stromatopores: *Clathrocoelona* sp., *Stromatopora* sp.

← Tabulés: *Alveolites* sp., *Thamnopora* sp.

- Ailleurs, niveau plus réduit (5 m) à très nombreux Bryozoaires et rares *Receptaculites*.

Microfaciès. Bindstone-packstone. Biomicrite à plages irrégulières de sparite. Bioclastes très diversifiés et d'aspect très divers, certains anguleux, d'autres arrondis et microperforés.

Faune. Tabulés: *Alveolites* sp.

23 - (35 m environ). Alternance de ^{schistes} et de bancs de calcaires roux. C'est dans ce terme que R. Desparmet a dû récolté, en 1971, une faune de Brachiopodes. Vers la base, niveau fossilifère à Brachiopodes.

Faune. Brachiopodes: *Productella* cf. *baitalensis*, Chonetacés, *Centrorhynchus charakensis*, *Cyrtospirifer* aff. *prochi*, *Cyrtospirifer* aff. *asiaticus*, *Cyrtospirifer* cf. *sulcifera*, "*Athyris*" *reticulata*, *Athyris* aff. *argolica*.

AFDES 323

(coll. d'Alan)

na sulcifera

DF 15u 15 à 21

BRH02 0A1A5.9m

DF 78KK 1

(Algues, Stromatopores)

AF 78KK 2

AFDES 324

abundante

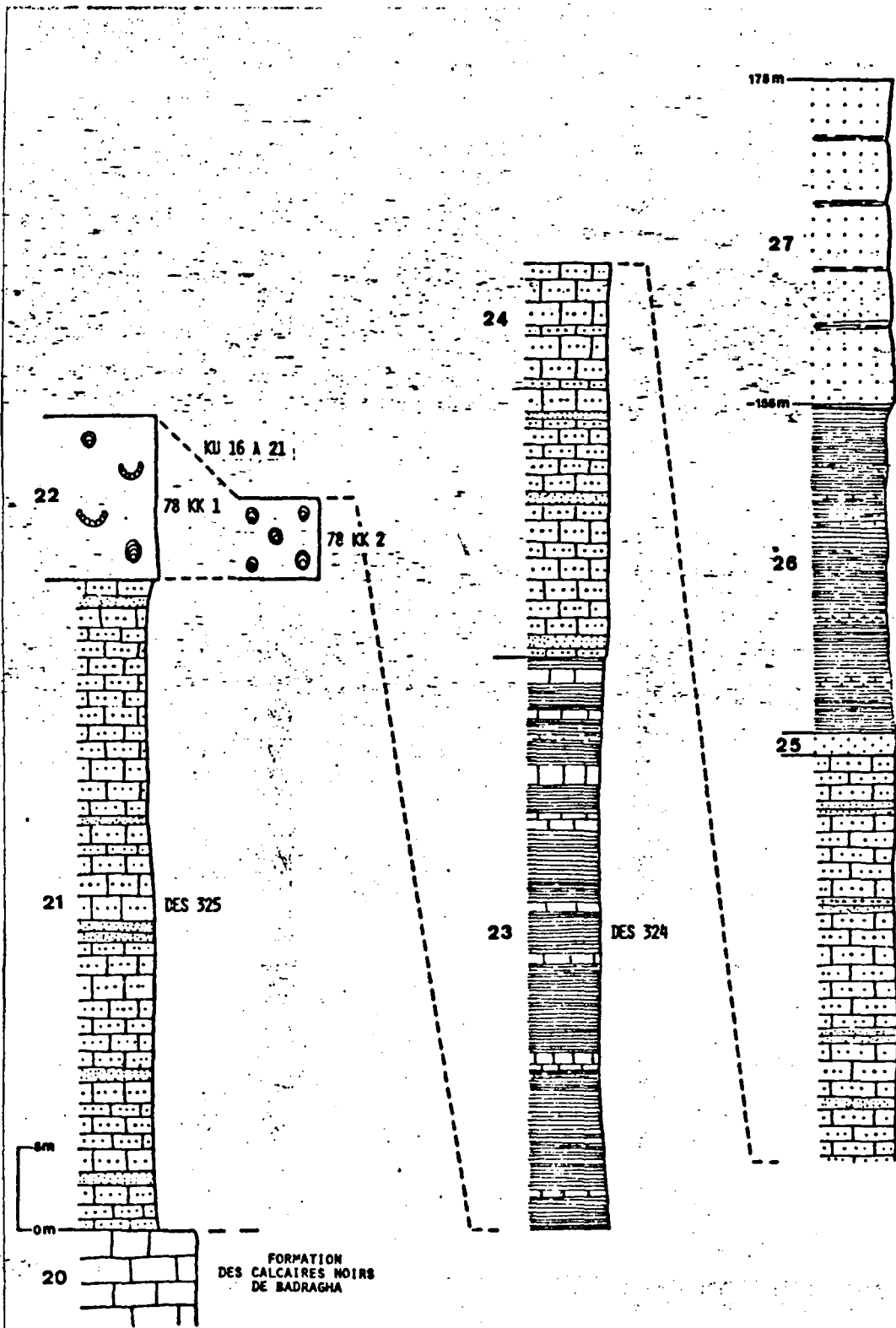


Fig. 16 - Série stratigraphique du KOH-E QUTUN.

21 à 26: FORMATION DU KOH-E GIRU,
27: MEMBRE DE TOP (FORMATION DE OKAK).

16

24 - (50 m environ). Alternance de bancs de calcaires roux à micronodules ferrugineux et petits galets de quartz, et de bancs de grès parfois microconglomératiques.

25 - (1 m). Quartzites.

26 - (20 m). Alternance de schistes et de calcaires argileux.

schistes

fig. 16

+5 ->

* La série précédente est surmontée par le MEMBRE DE TOP qui atteint ici une vingtaine de mètre d'épaisseur (terme 27). Il est constitué de gros bancs plurimétriques de quartzites blancs séparés par des petits bancs gréseux ou plus argileux.

~~* Au-dessous se développe la série argilo-gréseuse du MEMBRE SUPÉRIEUR DE LA FORMATION de ...~~

3 - Age des formations

apparemment

à Brachiopodes

A. de Lapparent et R. Desparmet ont recueilli, dans les niveaux décalcifiés du tiers supérieur de la Formation grésodolomitique de Qutun, une faune de Spirifera (Réticularidés) (cf. *Kymatothyris*, déterm. D. Brice), sans doute proche de la biozone No 3 (D. Brice, 1977) et indiquant vraisemblablement la base du Dévonien moyen. Il apparaît donc que la Formation de Qutun pourrait débiter dans le Dévonien inférieur et se poursuivre dans le Dévonien moyen.

La partie inférieure de la Formation du Sin Ghan (terme 4) a livré une faune d'organismes constructeurs à affinité plutôt givétienne, avec des Stromatopores (*Clathrocoelona obliterata*, *Taleastruma simplex*) et des Tétracoralliaires (*Phillipastrea hennahi*).

La partie moyenne (termes 7 et 8) présente encore des éléments de faune givétienne.

La partie supérieure (termes 10, 11) présente une faune à affinité déjà frasnienne (probable) de Stromatopores (*Clathrocoelona*), de Tétracoralliaires (*Phillipastrea* et *Stachyodes*) et encore des éléments de faune de la limite Givétien-Frasnien (*Stachyodes verticillata*). La limite Givétien-Frasnien doit donc se situer, dans cette coupe, un peu plus haut que le milieu de la Formation de Sin Ghan.

non doute proche de la

peuvent

Des niveaux calcareo-gréseux situés à bonne trentaine de mètres de la base de la Formation du Koh-e Giru (terme 21) ont livré une faune de Brachiopodes de la biozone No 7 (D. Brice, 1977) avec en particulier *Coeloterorhynchus tabasensis* (partie supérieure de la biozone).

Enfin, un peu plus haut, vers le milieu de la Formation du Koh-e Giru (terme 23) R. Desparmet a récolté (éch. AF-DES 324) une faune de Brachiopodes avec des éléments qui semblent caractériser la biozone No 9 (D. Brice, 1977), correspondant au Famennien inférieur. Cette biozone, reconnue en Afghanistan dans quelques gisements de la zone axiale (D. Brice, 1971, 1977; D. Brice & al. 1969a et b) n'avait pas encore été signalée dans les Montagnes centrales.

ledgnichii

Marisastrea

* A. Par cette la partie inférieure de la partie, à partir du terme 16, se trouve une faune de brachiopodes frasnienne (SP. (*Stachyodes* sp., *Hoplasteria* sp., *Marisastrea* sp., *Penechella* sp., *Strobilophylla* sp.)).

et inf.

1 - Localisation

Sud-Ouest

← Quatre kilomètres au de la coupe précédente (fig. 17), la coupe de Takhtakay montre à l'affleurement une série dévonienne atteignant 430 m environ de puissance.

2 - La série

Les trois formations reconnues dans ce secteur y ont été observées.

La FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN, épaisse de 150 à 180 m, se termine par quelques dizaines de mètres de bancs plus gréseux; elle a livré, en plusieurs endroits, des Brachiopodes et quelques constructeurs (fig. 18).

chellement calcaire-dolomitique

Stromatopores: cf. Stachyodes sp., Stromatopora indit. acc. Cameroun, Tabulés, Squames, Furgites, ? sp. b

à l'aveugle la succession suivante en 1978, localité russe au A. Bleich,

Localement fels pathé ou les fels sparte

Mylis, Strobilites, b. semi-c. fin, b. de 1/2 cm

Faune Stromatopores: Stromatopora rugosula

100 à 120 m). Dolomies jaunes à passées oolithiques. Microfaciès. ~~Grainstone~~ de Dolomite jaune brunâtre moyennement cristalline (taille: 100 à 200µm). Très faible silicification; microfracturation et petits vides.

AF 78 Tak 5 107

2 - (2 m). Calcaire gris à joints stylolithiques bruns. Rares Stromatopores.

AF 78 Tak 6

Microfaciès. Grainstone. Intra-sparite-intrasparite. Nombreux intraclastes, atteignant parfois 5 mm de longueur; de nature micritique (Gastéropodes, Brachiopodes, Vers, débris divers, enrochés de micrite résultant sans doute d'une activité algale). Péloïdes (150 µm) en fait de même nature que les intraclastes. Quelques bioclastes totalement sparitisés, à bordure micritique. Ciment de sparite.

3 - (3 m). Calcaires jaunes, dolomitiques, tendres et localement calchisteux, plus gris au sommet.

4 - (8 m). Calcaires dolomitiques gris et dolomies jaunes, à joints argileux.

5 - (0,50 m). Quartzites.

6 - (3 m). Lacune d'observation.

7 - (0,50 m). Calcaires dolomitiques.

8 - (2 m). Lacune d'observation.

9 - (2 m). Quartzites.

10 - (5 m environ). Grès à Brachiopodes. Microfaciès. Grès à ciment calcaire; taille moyenne des quartz, 250 µm mais certains atteignent ou dépassent 1 mm; quelques uns polycristallins. Bioclastes, 10 à 20 % de la roche, débris de coquilles de Brachiopodes ?

le millimètre pour tout constitutifs par les

AF 78 Tak 7

Faune. Brachiopodes: Xytostrophia ? sp., cf. Beckmannia pentagona, Ambocellidæ ?

11 - (7 m). Alternance de calcaires, de calcaires gréseux et de grès. Vers le sommet: organismes constructeurs (Stromatopores, Tabulés, Tétracoralliaires).

AF 78 Tak 8 AF DES 91

Microfaciès. Bindstone. Biolithite. Nombreux organismes lamellaires s'enroûtant mutuellement (Stromatopores, Tabulés, Bryozoaires) souvent taraudés (perforation de 2 à 3 mm de largeur). Dans les espaces entre les organismes et dans les perforations, remplissage de micrite ou de biosparite l'une et l'autre parfois quartzifère. Bioclastes de deux tailles (entrouques plurimillimétriques et débris de 200 à 400 µm, souvent arrondis et noircis). Grains de quartz anguleux de 60 à 100 µm, abondants localement. Ciment de sparite néomorphe.

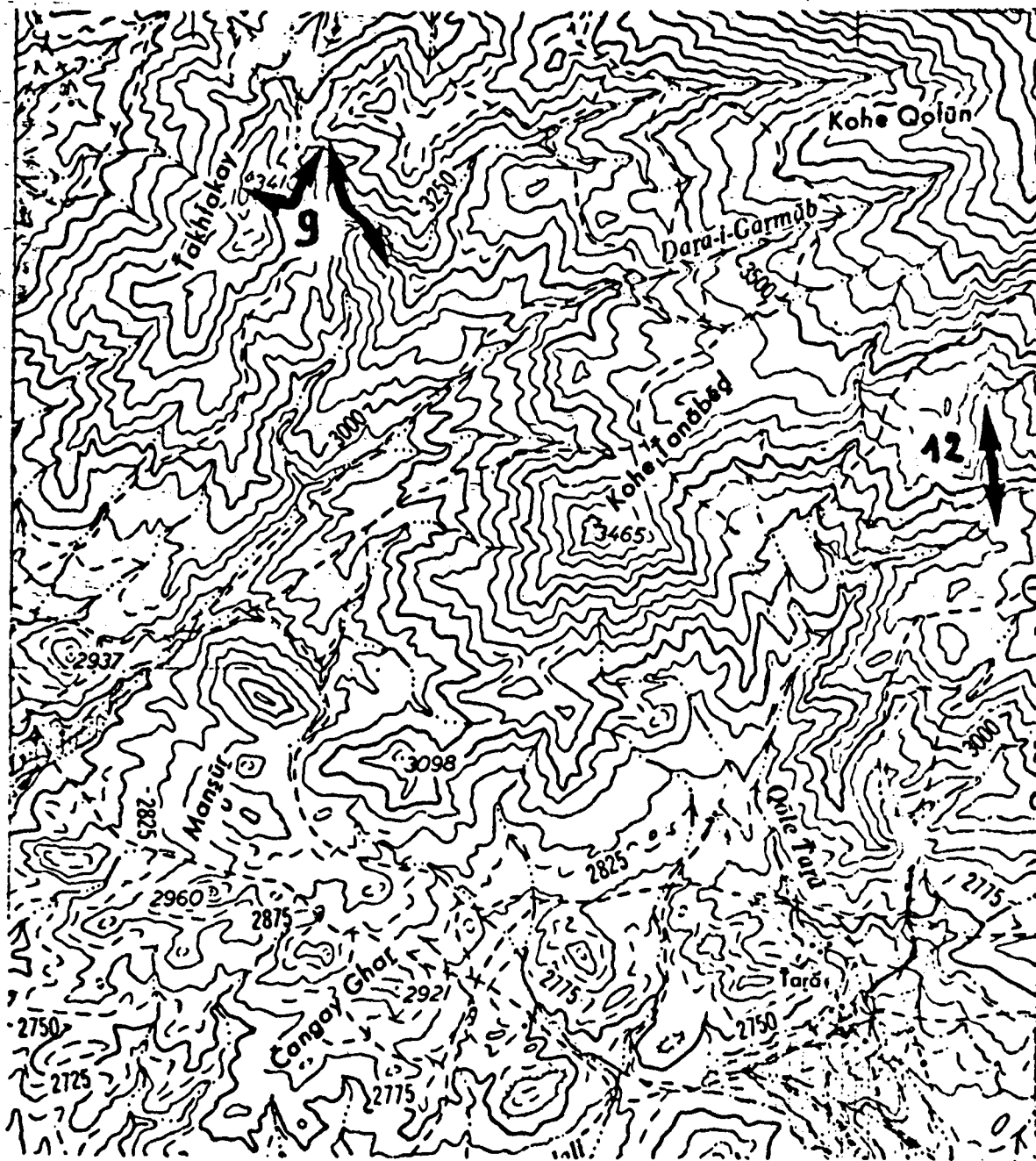
Faune. Stromatopores: Clathrocoelona ? sp., Stromatopora ? sp. Tabulés: Favosites sp., Alveolites sp., Coenitidés. Tétracoralliaires solitaires.

12 - (0,20 m). Banc à très nombreux Tétracoralliaires solitaires.

13 - (5 m). Calcaires, localement gréseux à Tabulés (Alvéolité).

AF 78 Tak 10

Faune ?



59

Fig. 17 - Carte de situation des coupes de TAKHTAKAY (9) et de TANABED (12). Extrait de la carte topographique au 1/50000, feuille de Dara-I Jelga, No 509 E II.

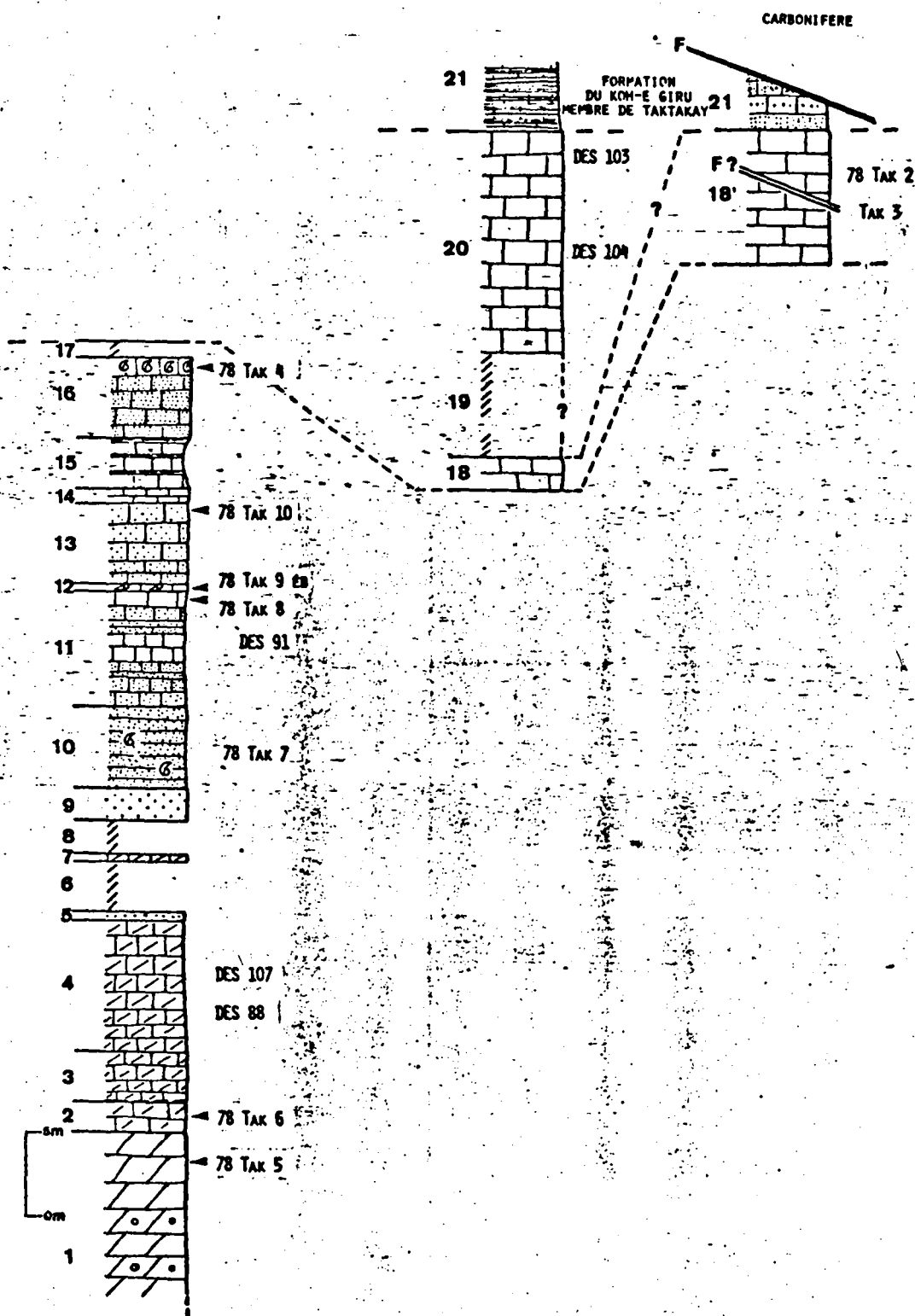


Fig. 18 - Série stratigraphique du TAKHTAKAY.

1 & 17: FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN,
 18 & 20: FORMATION DES CALCAIRES CONSTRUITS DU SIN GHAR.

- 14 - (1 m). Calcaires.
 15 - (3 m). Calcaires argileux.
 16 - (4 à 5 m). Calcaires plus gréseux, localement gris et roux; au sommet: très nombreux Brachiopodes, nombreux Gastropodes et organismes constructeurs.
 Microfaciès. Grainstone. Biosparite ou biopelsparite quartzifères passant à un grès à ciment calcaire. Quelques gros bioclastes centimétriques (débris de constructeurs); d'autres plus petits, arrondis et micritisés ~~en bordure~~ (fragments de coquilles de Brachiopodes, de Triblobites, entroques...). Localement des péloïdes. Quartz de 60 à 300 µm, inégalement répartis. Ciment de calcite mais un peu de matrice micritique (dans les loges des organismes constructeurs).

Faune. Stromatopores: Atelodictyon cf. connectum.

Tabulés: Alveolites, sp.

Tétracoralliaires: Thamnophyllum, sp.

Brachiopodes: Schizophoria ? sp., Xylostrophia sp.,

cf. Cynostrophia mobilis, ~~Strophia~~ ~~sp.~~

~~sp.~~, Ambocoelidés, Atrypacés.

Gastropodes.

DU SINGHAR

* La FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BUDRAGHA, dans la coupe de Takhtakay, est partiellement supprimée par faille; seuls une trentaine de mètres sont visibles. ~~La zone constructeurs y est souvent absente, ~~et, dans~~~~

et, dans la coupe présente, les Brachiopodes sont absents. Peut être due à des

17 - (1 m). Lacune d'observation.

18 - (2 m à 8 m visibles ?). Calcaires gris, massifs, extrêmement riches en constructeurs souvent de grande taille, disposés en tous sens.

18'

Morphologie particulière (mais failles?) (fig. 19). Localement, calcaires plus sombres, mieux stratifiés, ~~moins riches en constructeurs.~~ moins riches en constructeurs.

Microfaciès. Bindstone. Biolithite à Stromatopores (Tabulés et Algues) lamellaires encroûtants. Entre les organismes, biospar(ud)ite, plus rarement biomicrite, plus ou moins quartzifère. Bioclastes toujours très arrondis, micritisés en bordure, parfois partiellement limonitisés. Quartz irrégulièrement distribués (taille moyenne 60 µm).

Faune. Algues: Sphaerocodium, Girvanelles.

Stromatopores: Atelodictyon aggregatum, Stictostroma saginata, Stictostroma sp., Stromatoporella granulata, Clathrocoelona sp., Stromatopora sp., ? Hermatostroma sp.

Tabulés: Scoliopora sp., Alveolites sp., Coenitidés, Auloporidaés.

Tétracoralliaires: Siphonophrentis gigantes et autres solitaires.

19 - (?). Lacune d'observation.

20 - (plus de 20 m). Calcaires noirs. *et dans lesquels retrouverait donc*

N.B. Les deux mètres de calcaires gris foncés, visibles dans la coupe levée (fig. 13, terme 18) ~~et où~~ je n'ai pas vu de faune, semblent passer latéralement à des calcaires plus clairs, d'aspect massifs, très riches en constructeurs, affleurant bien dans un petit vallon adjacent à la coupe (fig. 18, terme 18'). On ~~peut~~ ~~peut-être~~ retrouver ici, au sein de la Formation ~~de Budragha~~ ^{de Budragha}, la même variation de faciès que celle observée dans la coupe du Koh-e Qatun. Toutefois les 2 m du terme 18 constituent pratiquement la base de la Formation ~~de Budragha~~ ^{de Budragha}, tandis que le terme 18' en constituerait le sommet; en effet au-dessus on trouve directement et apparemment en contact normal, les faciès à micronodules de la Formation ~~de Koh-e Qatun~~ ^{de Koh-e Qatun}; il faut envisager ou une série très condensée, ou des accidents ~~qui~~ ^{qui} ~~supprimerait~~ ^{supprimerait} une partie de la série (cf. § 3 sur l'âge des formations).

qui supprimerait

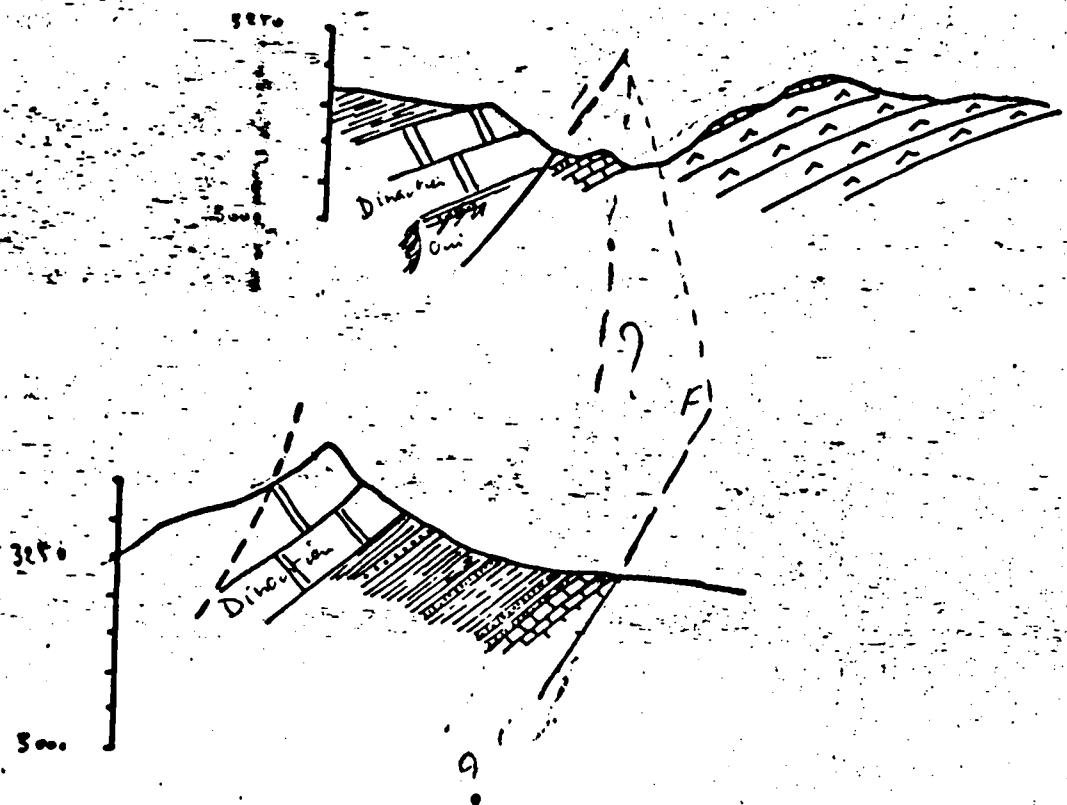
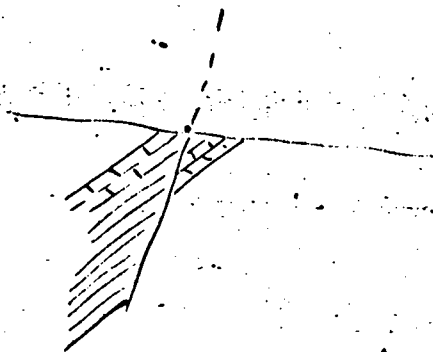


Fig. 19 - Coupes schématiques dans le vallon (A) et le sommet (B) de Takhtakay. La Formation des Calcaires construits du Sin Ghar semble réduite à un petit niveau récifal mais une partie pourrait être supprimée par faille.



* La FORMATION DU KOH-E GIRU affleure en totalité, elle atteint m d'épaisseur; le levé suivant (fig. 20) a été effectué par A. Blied en 1978, lors d'une mission commune. ~~Le MEMBRE DE TAKHTAKAY est épais de 170 m environ, elle se coupe de la coupe suivante.~~

- 21 - (15 m). Calcschistes.
- 22 - (20 m environ). Calcaires gréseux ferrugineux, à stratifications obliques.
- 23 - (quelques mètres). Bancs calcaires à Réceptaculites.
- 24 - (30 m). Calcaires gréseux roux, ferrugineux, à stratifications obliques. Vers le sommet, quelques nodules phosphatés ?
- 25 - (10 m). Alternance de calcschistes et de calcaires roux ferrugineux.
- 26 - (2 m). Calcaires roux.
- 27 - (15 m). Alternance de calcschistes et de calcaires roux ferrugineux.
- 28 - (2 à 3 m). Calcaires gris.
- 29 - (40 m environ). Calcaires gréseux roux ferrugineux, à micronodules et galets de quartz.
- 30 - (15 m). Alternance de calcaires roux et gris.
- 31 - (8 m). Schistes.
- 32 - (0,30 m). Banc calcschisteux.
- 33 - (10 m). Schistes.

Classé de la FORMATION DE OKTA précédemment décrits d'épaisseur

+/- +S * Le MEMBRE DES QUARTZITES DE TOP est moins puissant que dans les coupes précédentes plus septentrionales; il ne dépasse guère 5 m. Il est aussi moins massif et se subdivise en plusieurs bancs. Vers le Sud il ira encore en s'amenuisant.

- 34 - (3 à 4 m). Quartzites roux.
- 35 - (0,50 m). Petite passée schisteuse.
- 36 - (1 m). Calcaires gréseux présentant des figures de courant à leur surface.

Le reste de la
- Le ~~MEMBRE DE OKTA~~ FORMATION ~~DE OKTA~~ est épais d'une quinzaine de mètres, ~~est~~ est constitué d'une alternance de schistes et de calcschistes (terme 37).

Enfin l'ensemble
* ~~La formation des calcaires gréseux ferrugineux~~ est surmontée par la puissante barre calcaire du Dinantien.

3 - Age des formations

← La partie supérieure de la FORMATION DE QUTUN a livré des Brachiopodes et des constructeurs du Dévonien moyen (~~du Dinantien~~ Givétien).

← La faune de constructeurs (Stromatopores) récoltée dans les quelques mètres visibles de la FORMATION DE SIMCHAR présente des affinités à la fois givétiennes et frasniennes. La faible épaisseur de la formation dans cette coupe pourrait donc se ~~expliquer par une contamination de faune~~, mais on ne peut toutefois exclure le rôle de failles mettant côte à côte des niveaux de la même formation d'âges différents. Les deux hypothèses peuvent expliquer le "mélange" de faune.

Correspondre à une condensation des niveaux avec un mélange affaibli de faunes givétiennes et frasniennes

Les Formations de Koh-e Giru et de Okta n'ont pas été datées paléontologiquement

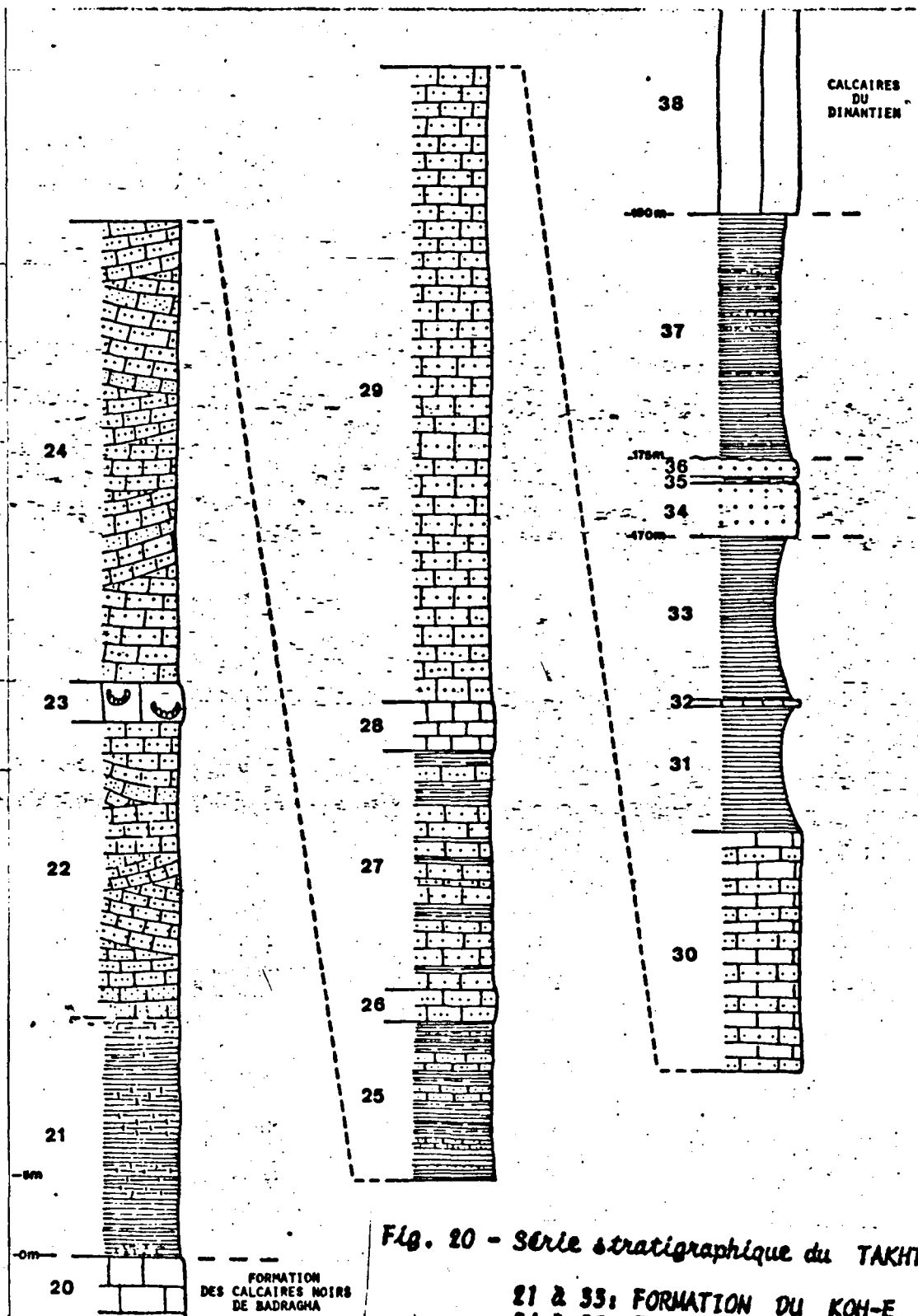


Fig. 20 - Série stratigraphique du TAKHTAKAY.

21 à 33: FORMATION DU KOH-E GIRU,
 34 à 37: FORMATION DE OKAK,
 34-36: MEMBRE DE TOP.

20



1 - Localisation

tracé par R. Desjarmet

→ La coupe de Sar-e Pori, sur le bord ~~du~~ du cirque siluro-crédovicien du même nom, se situe à 4 km environ à l'Est Nord-Est de la coupe du Koh-e Qutun (fig. 21).

Sud 65°

2 - La série

→ On observe un Dévonien presque complet, reposant en concordance sur des schistes siluriens à Encrinurus (fig. 22, terre 0).

* La FORMATION GRES-DOLOMITIQUE DE QUTUN (fig. 22) atteint ~~200~~³²⁵ m d'épaisseur environ. Elle a livré à plusieurs niveaux, quelques restes d'organismes constructeurs, essentiellement des Tabulés. Elle se compose des termes suivants.

- 1 - (30 m). Grès à stratifications ~~entrecroisées~~ *obliques*.
- 2 - (20 m). Grès bruns finement stratifiés.
- 3 - (10 m). Calcaires à entroques.
- 4 - (20 m). Calcaires massifs.
- 5 - (20 m). Dolomies à traces d'organismes constructeurs.
- 6 - (10 m). Grès grossier à niveaux de poudingues et phanites.
- 7 - (15 m). Grès à stratifications ~~entrecroisées~~ *obliques*.
- 8 - (50 m). Dolomies massives jaunes *roses*.
Microfaciès. Dolomie moyennement cristalline. Restes de crinoïdes et de Tabulés apparemment en position de vie (ancien bafflestone ?).
Faune. Tabulés: Syringopora sp.
- 9 - (30 m). Dolomies jaunes à niveaux gréseux.
- 10 - (5 m). Calcaires blancs.
- 11 - (30 m). Dolomies jaunes à niveaux gréseux.
- 12 - (20 m). Dolomies à lentilles quartzitiques.
Microfaciès. Boundstone ?; entre les colonies: biopelsparite à intraclastes, largement dolomitisée. Bioclastes difficilement identifiables, recristallisés, à ancienne bordure micritique dolomitisée; nombreux péloïdes; quelques intraclastes (biomicritiques) dolomitisés à leur périphérie; zone de micrites à fenestrées, non dolomitisées, comme "protégées" ? par les constructeurs.
Faune. Tabulés: Heliolites sp.
- 13 - (10 m). Grès calcaires.
- 14 - (5 m). Grès calcaires avec un niveau ~~de poudingue~~ *conglomératique* à la base.
- 15 - (10 m). Calcaires gris.
- 16 - (10 m). Grès.
- 17 - (30 m). Calcaires gréseux, gris, à "marmites" gréseuses.

AP DES 160'

AP DES 80'

des structures

** La série est représentée par les couches de la formation de Badagha à la formation de SIN GHAN*

* Au dessus, la FORMATION DE BADRACHA est épaisse de 90 m environ. R. Desjarmet y a reconnu les termes suivants (fig. 23).

- 18 - (20 m). Calcaires noirs ou gris foncé, riches en organismes constructeurs.
Microfaciès. Framestone ou floatstone à rudstone. Organismes constructeurs massifs en place, ou fragments centrimétriques d'organismes branchus fréquemment encroûtés par des formes lamellaires. Entre les organismes, le plus souvent biomicrite à biopelsparite. Bioclastes (fragments de Brachiopodes, entroques, débris de Vers, tests d'Ostracodes... *de petite taille* (100 à 500 µm) arrondis; ~~mais~~ certains de plus grande taille (coquille de Brachiopodes avec leur ornementation conservée). Péloïdes mal différenciés, localement ~~plus nombreux~~ dans loges d'organismes, petites *concentrés dans les* ou de

Elle est formée d'un alternance de calcaires massifs, de marmites, de biopelsparite, de micrites fenestrées.

AP DES 40'

14'

28'

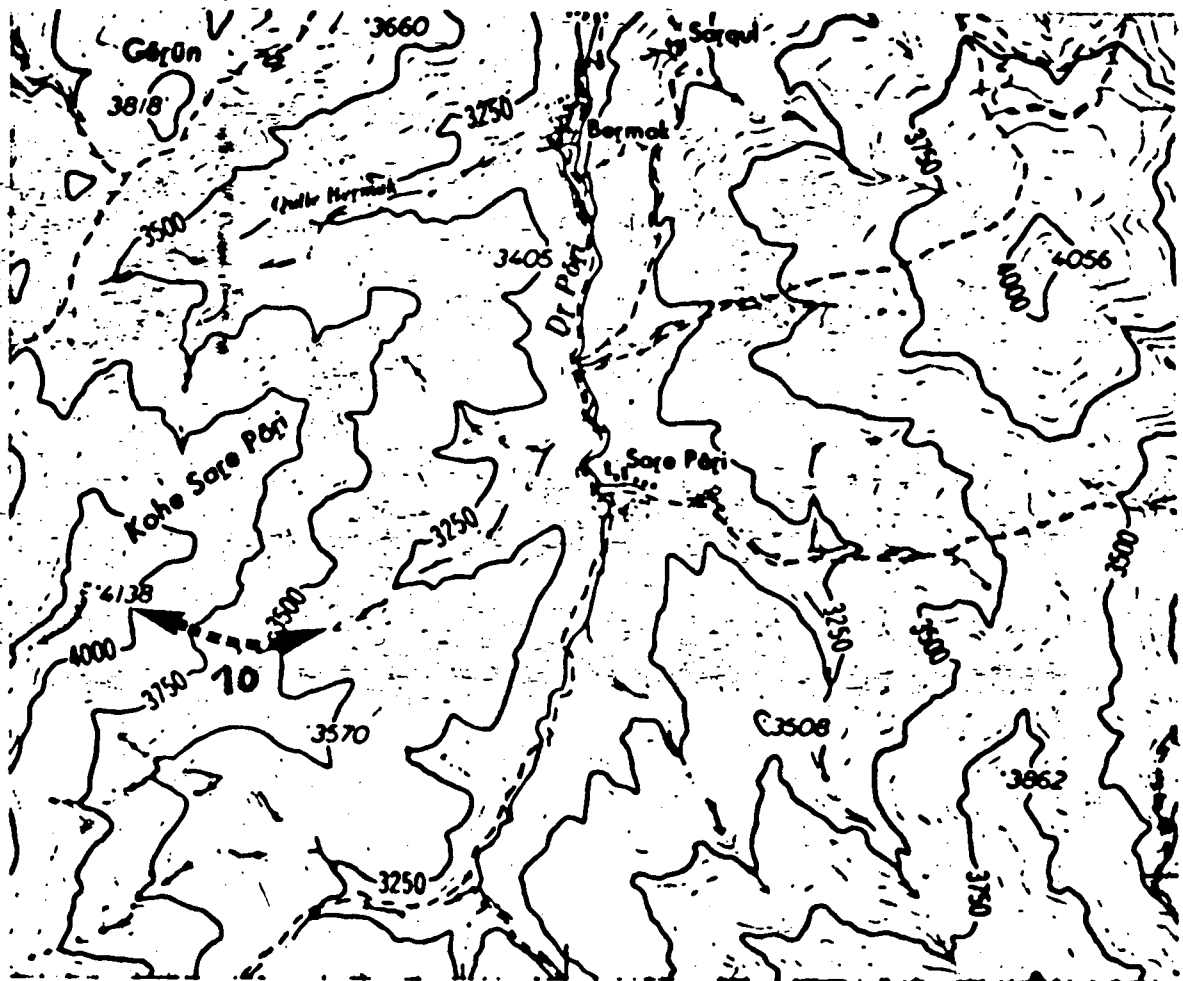


Fig. 21 - Carte de situation de la coupe de SAR-E PORI $\frac{1}{50000}$. Extrait de la carte topographique au 1/50000, feuille de Darrahe Onay, No 509 C IV.

oulier

cavités ~~à ciment de~~ sparite.

sp *Elathocollina* sp.

Faune. Algues: Cirranelles.

Stromatopores: Stictostroma sp., Stachyodes verticillata.

Tabulés: Alveolites, Scoliopora sp.

Tétracoralliaires: Disphyllidés.

- 19 - (20 m environ). Lacune d'observation.
- 20 - (18 m). Alternance de calcaires gris et de niveaux grésocalcaires, AFDES 116 renfermant des Brachiopodes à leur sommet.

Faune. Brachiopodes: cf. *Uchospirifer multiplicatus minor*,

Cyphoterochynchus kraghensis

- 21 - (1 m). Banc de calcaire gris foncé à Tabulés et Tétracoralliaires AFDES 142 coloniaux.

Microfaciès. Bindstone. Entre les organismes: pack stone; biomicrite dolomitisée.

Faune. Tétracoralliaires: Hexagonaria cf. magna.

Tabulés: Alveolites sp.

- 22 - (15 m). Calcaires noirs.
- 23 - (12 m). Alternance de bancs gréseux, grésocalcaires et calcaires.

- 24 - (5 m). Calcaires gris à patine jaunâtre, localement gréseux et AFDES 136 crinoïdiques, à nombreux Tabulés.

Microfaciès. Boundstone? Entre les organismes: Grainstone; biosparite à biosparudite, localement biomicrite. Bioclastes de taille très variable, très diversifiés (fragments de Brachiopodes, Entroques, Tentaculites, débris de Trilobites, de constructeurs divers...); quelques péloïdes; ciment de sparite parfois syntaxiale.

Faune. Tabulés: Alveolites sp.

Bryozoaires.

~~(formation de Badragha)~~ de la FORMATION

* La coupe se termine par la partie inférieure du ~~THÈME DE~~ ~~TAMBAKAY~~ dont 70 m environ sont visibles (fig. 22).

- 25 - (40 m). Grès calcaires à entroques.
- 26 - (15 m). Alternance de calcaires gréseux, de grès et de quartzites.

- 27 - (10 m). Calcaires gris à Réceptaculites et Bryozoaires. AFDES 135

Microfaciès. Framestone à Bryozoaires. Entre les organismes: biosparite ou micrite. Bioclastes (entroques, fragments de Bryozoaires, de Brachiopodes...) souvent accompagnés d'un peu de micrite.

Faune. Bryozoaires: Fistuliporidés branchus.

- 28 - (5 m). Calcaires roses ou gris, à Bryozoaires. AFDES 13

Faune. Bryozoaires: Fistuliporidés branchus.

Vertébrés: Poissons Arthrodires.

11
3 - Age des formations

Le Tabulé (*Heliolites* sp.) récolté au tiers supérieur de la FORMATION DE KUTUN (terme 12) permet d'attribuer à ces niveaux un âge tout au plus Dévonien moyen; ~~le genre ne~~ ~~montre pas~~ ~~au~~ ~~de~~ ~~Givétien~~ de l'âge Givétien.

La partie inférieure de la FORMATION DE BADRAGHA (terme 18) a livré une faune de Tabulés (*Scoliopora* sp.) et de Stromatopores aux affinités encore givétiennes.

La partie moyenne de cette même formation (termes 20, 21) renferme des Brachiopodes de la biozone No 6 (D. Brice, 1977) Frasnien inférieur, ainsi que des constructeurs (*Hexagonaria* cf. magna) qui marquent le Frasnien.

Ces deux derniers termes correspondent aux CONCEPTS AS-14020-11852

de la FORMATION

AFDES 135

AFDES 13

SINGHAN

en amont

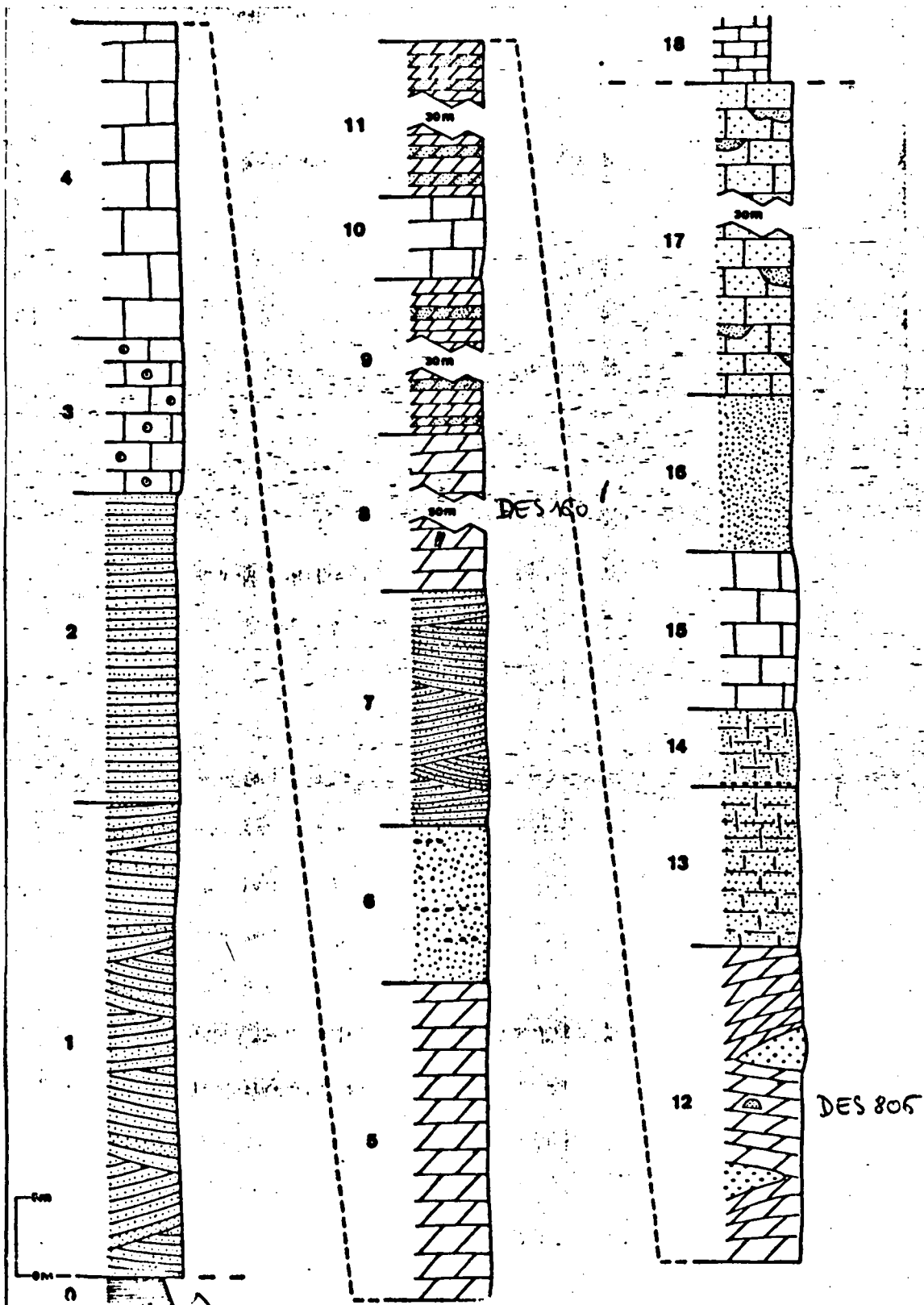


Fig. 22 - Série stratigraphique de SAR-E PORI.
 1 à 17: FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN.

*Schistes de l'ancien
 de Evensurus*

63

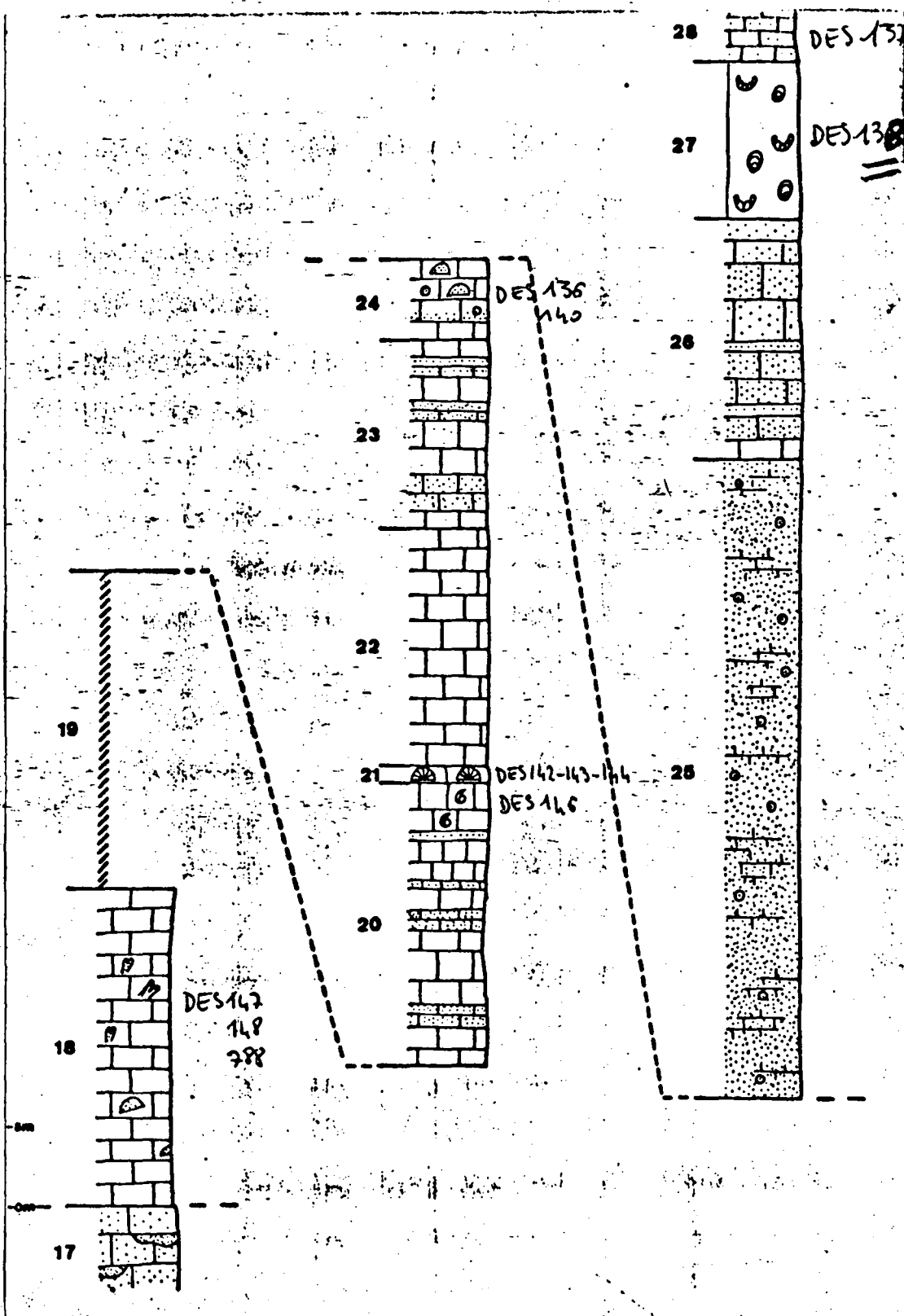


Fig. 23 - Série stratigraphique de SAR-E PORI.

18 à 24: FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA
 ET DES CALCAIRES CONSTRUITS DU SIN GHAR,
 25 à 28: FORMATION DU KOH-E GIRU.

64

1 - Localisation

Sur le versant nord de la longue crête de Spina Kada (fig. 24) située à environ 7 km au Sud Sud-Est de la coupe précédente, R. Desparmet a effectué plusieurs levés dont la coupe synthétique a été publiée par R. Desparmet et Ch. Montenant (1972, p. 402-403). La description suivante reprend les données de ces auteurs et des observations non publiées de R. Desparmet.

2 - La série

Les trois formations dévoniennes habituellement reconnues dans la série sont présentes dans cette coupe. Toutefois certains caractères habituels de ces formations sont moins marqués, de plus leurs limites sont moins nettes, ce qui annonce les variations de faciès que l'on observera vers l'Est et le Sud. Le Dévonien est épais de 700 m environ.

(avec une fin des caractères du facies différent de plus, les limites entre les formations)

* En discordance probable sur les schistes siluriens, la base de la série dévonnaise est représentée par la FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN, épaisseur de 360 m environ. (fig. 25).

~~2 - (Base de la série) Schistes siluriens à Encrinurus.~~

- 1 - (5 m). Calcaires gréseux à stratification obliques.
- 2a - (30 m). Alternance de grès, de schistes et de calcaires, avec plusieurs niveaux fossilifères. A 5 m environ et à une quinzaine de mètres de la base, faune de Brachiopodes; vers le sommet, organismes constructeurs.

AF-DES 180
174
756
179

~~Microfaciès.~~

Faune. Tabulés: Favosites
Brachiopodes: Tyersella sp., Quadrithyris cf. tiro, Spina (Atrypa? sp., Nucleospira ? sp.)

- 3 - (10 m). Grès.
- 4 - (30 m). Calcaires.
- 5 - (30 m). Dolomies.
- 6 - (200 m). Dolomies beiges. Vers le milieu de cet ensemble, Stromatopores ? recristallisés.
- 7 - (quelques mètres). Calcaires.

AFDES 606

~~Microfaciès.~~

Faune. Brachiopodes: Alatiformia sp., ~~...~~ Kimatothyris sp., ~~...~~ Atrypacés

- 8 - (10 m). Grès.
- 9 - (35 m). Alternance de calcaires et de grès.

AF DES 605

~~Microfaciès.~~

Faune. Tétracorallaires: Hexagonaria sp.

- 10 - (10 m). Alternance de calcaires et de grès.

AF DES 103

~~Microfaciès.~~

Faune. Brachiopodes: Emanuella sp., Atrypacés.
Trilobites: Neocalymena (Bradocorypheus) ? sp.

* La limite entre la Formation de Qutun et celle de ~~...~~ n'est pas très nette; je la place ici, arbitrairement au premier gros ensemble nettement calcaire. Cette difficulté de positionner la limite traduit en fait le passage latéral de faciès des Formations de Qutun et ~~...~~ très nettement caractérisées dans les coupes septentrionales ou plus occidentales à la Formation des Calcaires massifs de Bokan qui prendra une ampleur considérable plus au Sud.

comp. p. de cl. de y

(fig 25, même c)

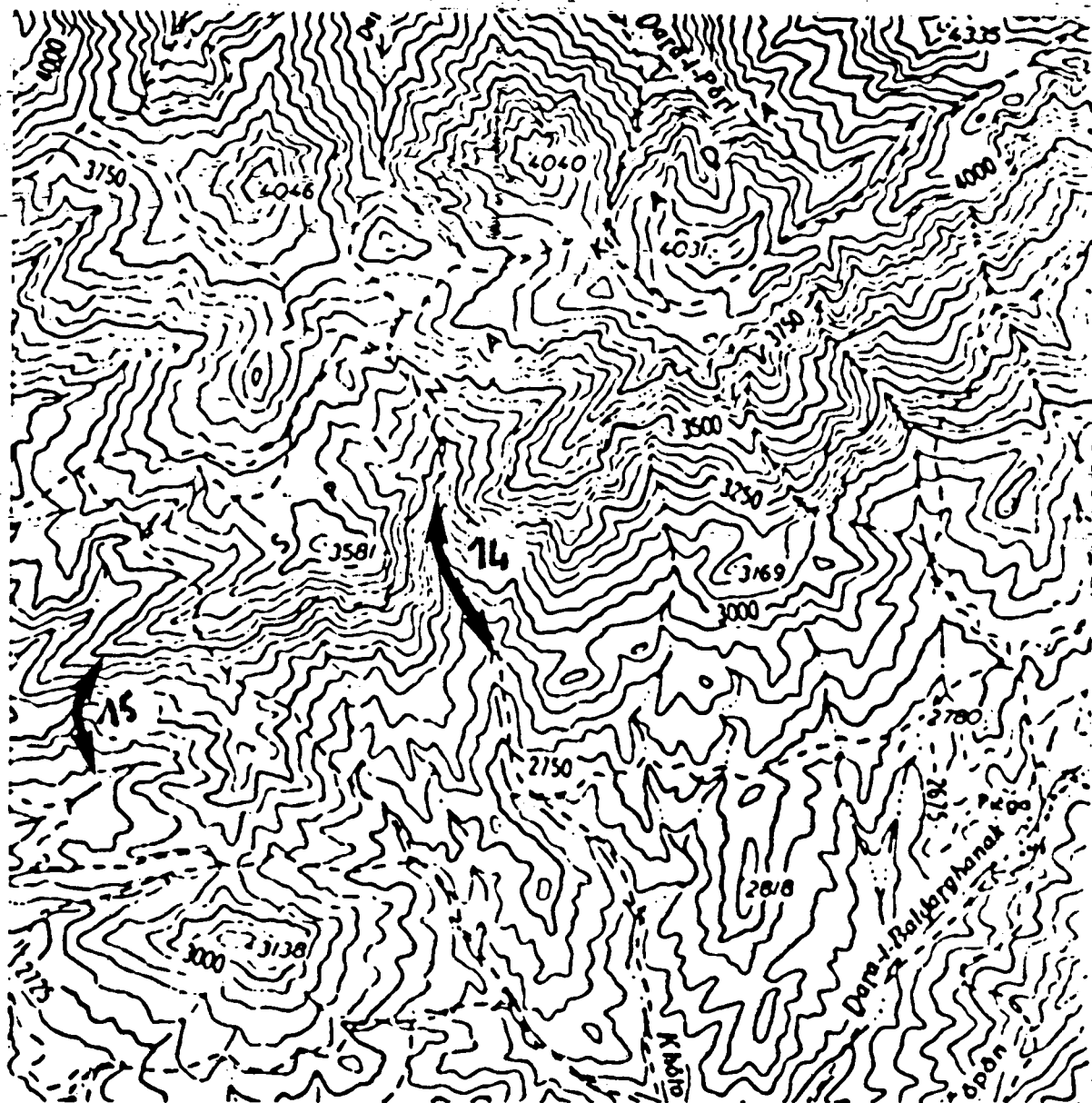


Fig. 24 - Carte de situation des coupes 11, 13, 14 et 15 dans la longue crête de SPINA KADA. Extrait de la carte topographique au 1/50000, feuille de Dara-i Jelga, No 509 E II.

à venir

DU SIM CIAR

La FORMATION DE ~~LA FASMA~~ atteindrait donc (environ) 86 m, elle se compose des termes suivants (fig. 25).

elle fait 86 m

- 11 - (25 m). Calcaires gris à Stromatopores à la base.
- 12 - (5 m). Grès et schistes. AF DES 181
- Microfaciès. Rudstone à débris de Stromatopores branchus. Entre les débris, wackestone, biomiorite quartzifère.
- Faune. Stachyodes sp.
- 13 - (10 m). Calcaires gris à Stromatopores. *organismes arborescents* AF DES 180
- Faune. Tabulés: Favosites sp.
- 14 - (20 m). Calcaires gris.
- 15 - (1 m). Calcaires noirs à Polypiens. AF DES 182
- Faune. Tétracoralliaires: Disphyllum sp.
- 16 - (10 m). Calcaires noirs. AF DES 183
- Faune. Tétracoralliaires: Disphyllidés.
- Tabulés: Alvéolites sp.
- 17 - (10 m). Alternance de calcaires et de grès. AF DES 184
- 18 - (5 m). Calcaires gris.
- Faune Tétracoralliaires: Hexagonaria e.g. hexagona, H. aff. parallaxa masjidense, Disphyllidés.

Stromatopores:

85 m de l'ancien niveau et plus de 250 m d'élévation.

* Au dessus, la FORMATION DU KOH-E GIRU atteint ~~plus de 250 m d'élévation.~~

15

~~La formation de LA FASMA~~ se compose des trois termes suivants (fig. 26).

- 19 - (10 m). Calcaires à entroques.
- 20 - (25 m). Alternance de calcaires et de grès.
- 21 - (20 m). Calcaires gris et roses à Receptaculites.
- 22 - (30 m). Alternance de calcaires bioclastiques, de calcaires gréseux à micronodules ferrugineux.

* La FORMATION DE OKAK débute avec

~~Le~~ MEMBRE E TOP, ~~est~~ représenté par une dizaine de mètres de quartzites blancs à patine noire (terme 23) fig. 26).

au-dessus de la formation de OKAK

* Le ~~MEMBRE~~ MEMBRE ~~de la formation de OKAK~~ est constitué de "schistes gris-verdâtres", épais d'environ 150 m, admettant vers la base des intercalations de calcaires bioclastiques et de grès ferrugineux" (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 403).

Il est surmonté par la barre des calcaires dinantiens.

3 - Âge des formations

La faune de Brachiopodes récoltée à la base de la Formation de Cutun (terme 2) ^{donne} indique un âge emsien.

Celle recueillie 280 m plus haut environ, dans le terme 7 ~~donne~~ indique l'extrême base de l'Éifelien.

est: base Éifelien
base Éifelien

Par contre les nids de Trilobites du terme 10 permettent de ~~leur~~ situer ce niveau ~~à la base de la barre~~ au sommet de l'Éifelien, base du Givetien.

12

COUPE DE TANABED

12.1 - Localisation

La coupe décrite sous ce nom a été levée à 3 km environ à l'Est du sommet du Koh-e Tanabed (fig. 17); elle se situe dans le prolongement SW de la coupe décrite précédemment.

12.2 - La série

Seule la Formation de ~~Badraha~~ ^{du Singhar} et la base de la Formation du Koh-e Giru y ont été observées (fig. 26).

La partie visible de la FORMATION DES CALCAIRES CONSTRUITS DU SINGHAR (90 m environ, ce qui doit correspondre à la presque totalité de la formation) se subdivise en trois ensembles calcaires plus ou moins massifs, séparés par des niveaux gréseux. Ici encore, la Formation de ~~Badraha~~ ^{du Singhar} dans ~~une~~ ^{un} ~~façès~~ ^{façès} habituel; les calcaires y sont de couleur plus claire, moins ~~massifs~~ ^{massifs} et plus terrigènes. Ils traduisent un contexte paléogéographique différent et annoncent par ~~dejà~~ ^{déjà} les faciès plus méridionaux (façès de ~~Caunik~~ ^{Caunik}).

- 1 - (1 m). Calcaire gris avec quelques organismes. Microfaciès. Faune. (78 Tc 1)
- 2 - (0,50 m). Banc de calcaire gris avec quelques organismes.
- 3 - (2,50 m). Calcaires gris jaunes gréseux, présentant localement un débit caillouteux et des passées ferrugineuses en relief. (Ta 2)
 - Pas de macrofaune.
 - Microfaciès. Packstone. Biopelmicrosparite à pelmicrosparite quartzifère. Bioclastes (Entroques, Trilobites, Brachiopodes...) de taille variable (150 µm à 3 mm). Péloïdes (100-120 µm) irrégulièrement distribués. Quartz abondants (60 à 100 µm). Ciment de micrite recristallisée en calcite.
- 4 - (5 à 8m). Calcaires gris très massifs, à nombreux organismes constructeurs, essentiellement des Stromatopores. (Ta 3)
 - Microfaciès. Framestone. Entre les organismes: packstone, biomicrosparite à biomicrosparite, localement biopelmicrosparite. Bioclastes d'assez grande taille, parfois supérieurs au millimètre, souvent micritisés en bordure. Gros péloïdes de 250 µm, correspondant sans doute à des bioclastes arrondis, totalement micritisés. Très rares quartz. Ciment de calcite pseudosparitisée.
 - Faune. Stromatopores: Actinostroma devonense, Ateledictyon aggregatum, Salirella ? sp., Hermatostroma ? cf. schlueteri, Stromatopores avec des tubes de Caunopores.
- 5 - (5 m). Niveaux gréseux et quartzitiques.
- 6 - (20 à 40 m). Grosse barre de calcaire gris, jaunes en surface, d'épaisseur variable (diminution d'épaisseur vers l'Est). Aspect général très massif mais localement stratifié ("draperies") (fig. 27-28). (Ta 4)
 - Organismes mieux conservés à la base.
 - Microfaciès. Grainstone. Biosparulite. Bioclastes de toutes tailles, très diversifiés, fragments plurimillimétriques à centimétriques de constructeurs (Tabulés, Bryozoaires), Entroques, ~~no~~ ^{no} ~~sau~~ ^{sau} de Brachiopodes. Très rares quartz. Ciment de calcite spatique, localement syntaxiale.
 - Faune. Stromatopores: Actinostroma perlaminatum. Tabulés: Thanopora sp., branchus, Alveolites sp., Crassialveolites, Pachyfavosites ? sp.

26
différence de style

Morphologie réifale

fragments

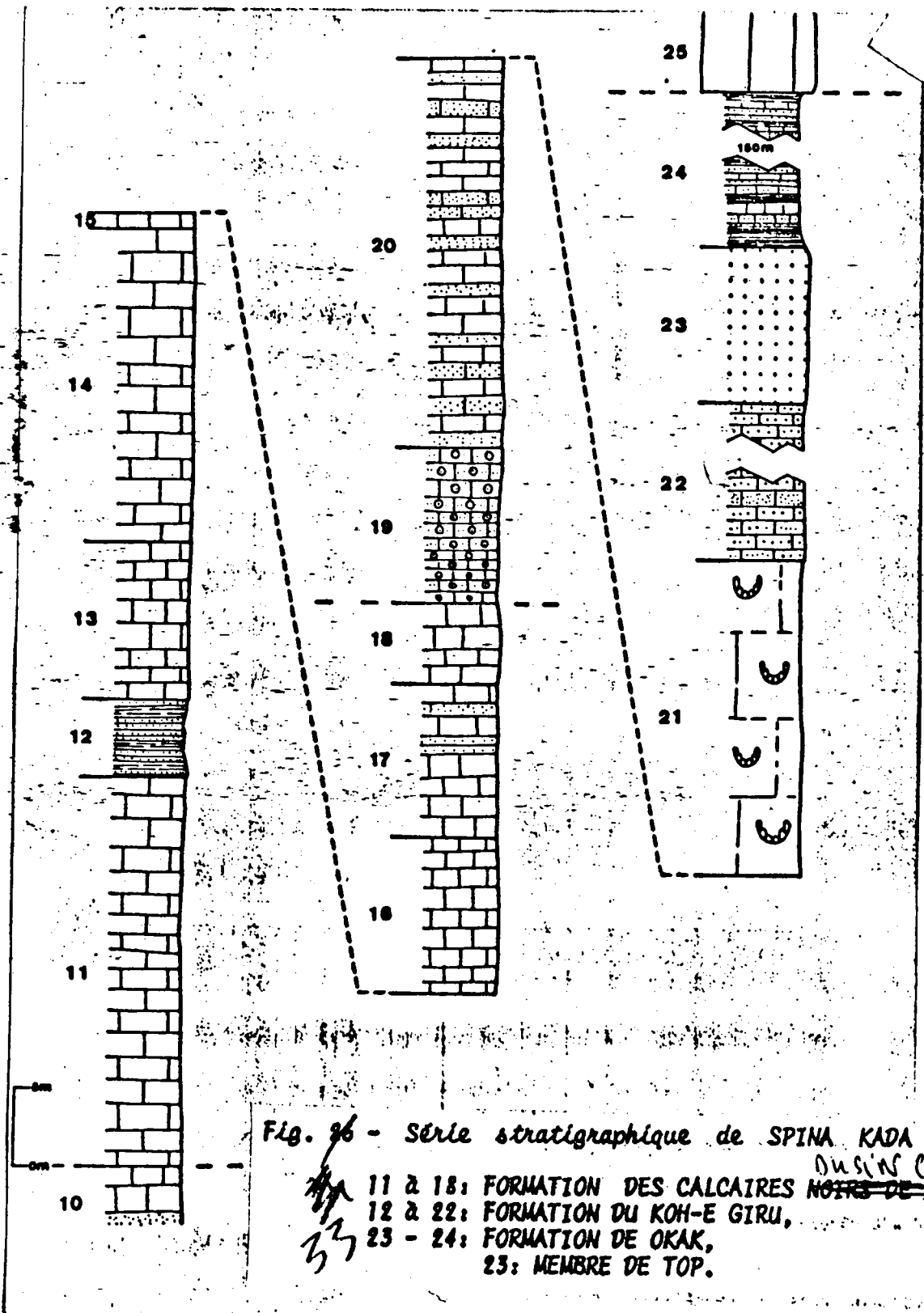


Fig. 26 - Série stratigraphique de SPINA KADA NORD.
 DUSIN CHAIR
 NOIRS DE BADRAGHA.
 11 & 18: FORMATION DES CALCAIRES
 12 & 22: FORMATION DU KOH-E GIRU,
 23 - 24: FORMATION DE OKAK,
 25: MEMBRE DE TOP.

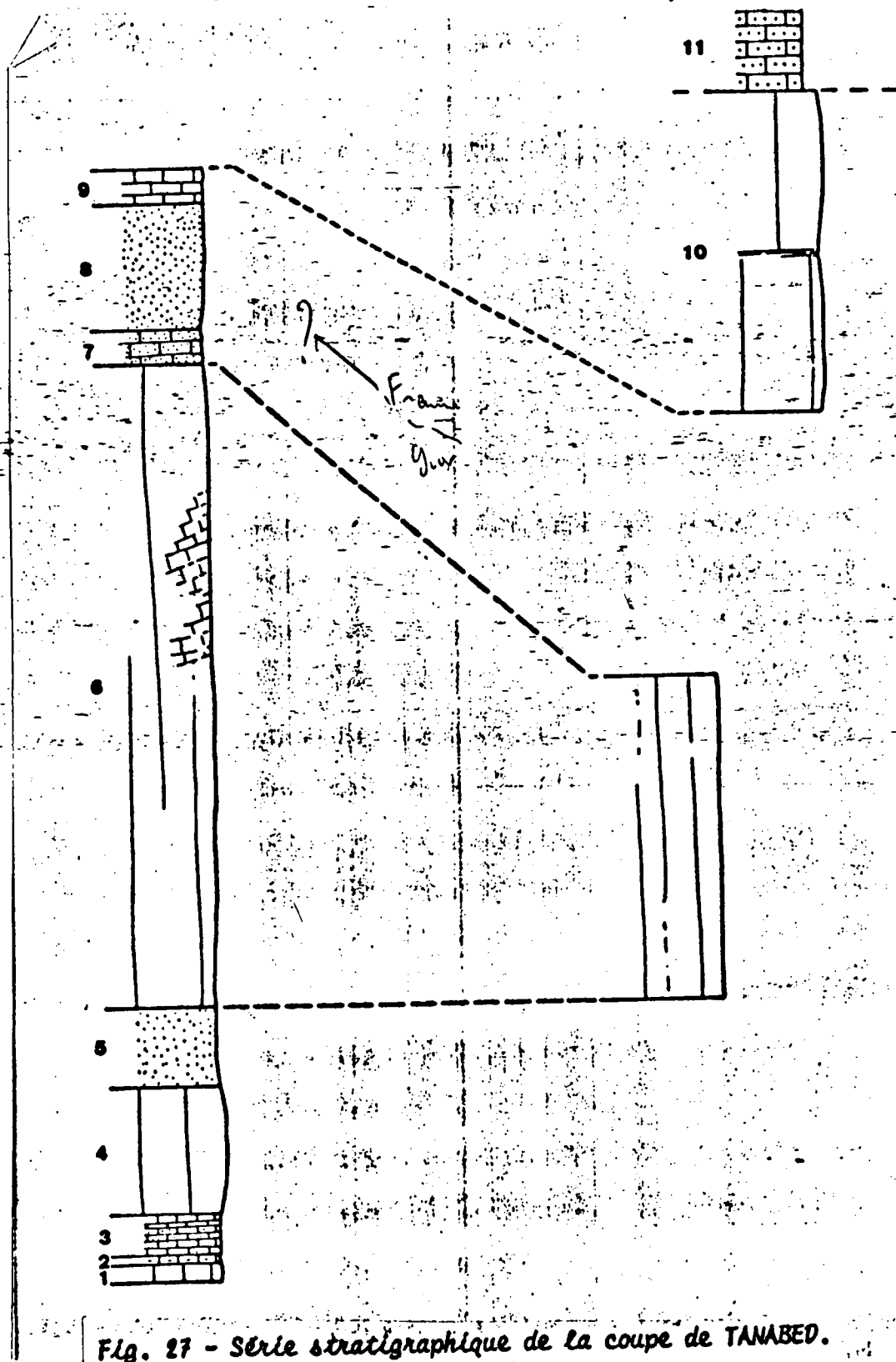


Fig. 27 - Série stratigraphique de la coupe de TANABED.

1 à 10: FORMATION DES CALCAIRES CONSTRUITS DU SIN GHAR.

36



Fig. 28 - Coupe de Tanabed, flanc est de la gorge. Vue sur la barre récifale givétienne (terme 6 de la fig. 3) (27). Sa puissance maximale atteint la quarantaine de mètres sur la gauche du schéma; elle s'amenuise fortement vers le Sud-Est (à droite du schéma). La morphologie récifale y est bien visible, avec des "draperies", des niveaux nettement stratifiés "enrobant", des noyaux plus massifs. Au pied de la falaise, les termes calcaires et gréseux, 1 à 5 de la fig. 27. [25-09-78].

34

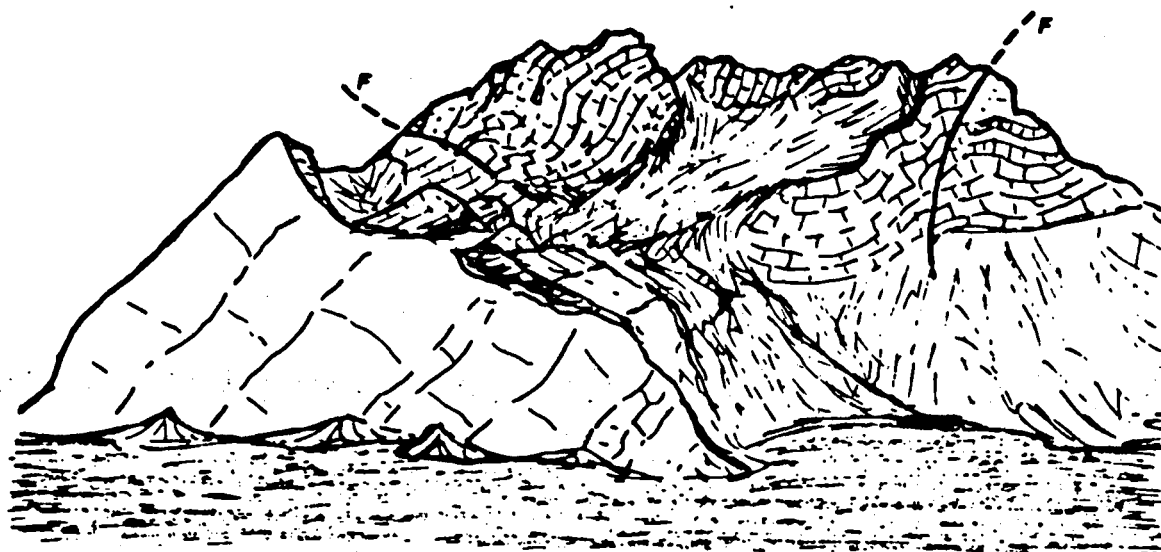


Fig. 29 - Coupe de Tanabed. Vue sur le flanc ouest de la gorge. Même aspect que sur le flanc est (fig. 28), compliqué par failles. [25-9-78].

Tétracoralliaires: Hexagonaria hennahi.

Ta 6

7 - (2m) Calcaires gréseux.

Microfaciès. Grès à ciment calcaire. Quartz arrondis de 200 à 300 μ m en moyenne. Quelques petits lits de quartz de plus petite taille (50 à 100 μ m). Bioclastes de taille analogue, localement alignés. Ciment de sparite.

8 - (3 m). Grès.

9 - (2 m). Calcaires.

10 - (20 m). Calcaires formant deux grosses barres.

Ta 8

Microfaciès. Rindstone. Organismes (Stromatopores) finement lamellaires, épais de 3 à 5 mm en moyenne, contournés, à surface souvent altérée, microporifères. Entre ceux-ci, mudstone à wackstone et petites passées gréseuses irrégulières; micrite fossilifère à biomicrite souvent bioturbée. Bioclastes le plus souvent très fins, non reconnaissables, quelques Ostracodes ou Brachiopodes entiers, rares Tentacules. Micrite localement contractée en péloïdes, préférentiellement dans des cavités à remplissage géotrope sous les Stromatopores. Perforées. Petits lits irréguliers de quartz recouvrant localement les organismes ou remplissage de quartz de petites fracturations dans la roche et les organismes.

Faune. Stromatopores: Stachyodes australe.

Structures

Au-dessus (terme 11) commencent les calcaires gréseux crinoïdiques, riches en micronodules ferrugineux ~~de la FORMATION DU KOME GERU~~ de la FORMATION DU KOME GERU.

12.2 - Age des formations

Actinostroma pelaminatum

Les niveaux inférieurs de la FORMATION ~~DE DUNDARA~~ ^{du Singhan} (termes 4, 6) renferment des constructeurs (~~actinostromes~~ *actinostromes*, *Ateledictyon aggregatum*, *Phillipostrea hennahi*) indiquant le Givétien.

Par contre la partie supérieure (terme 10) qui a livré Stachyodes australe appartient très vraisemblablement au Frasnien.

deje
xxxx

11

13 - COUPE DE SPINA KADA, VERSANT SE

13.1 - Localisation

Le versant méridional de la Spina Kada constitue un secteur complexe où se continuent variations de faciès et complications tectoniques.

P. 26

13.2 - La série

Les successions observées montrent de profondes différences ^{lithologiques} avec la coupe levée sur le versant nord ~~du~~ ^{traversant} le domaine schisto-gréseux de ~~Karamalay Omara~~ (= synclinorium médian de Nawar de R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 404). Ces auteurs signalent, sur ce versant méridional, une récurrence de calcaires gris à Stromatopores, Tabulés et Réceptaculites... au milieu des schistes".

Toutefois, vers le SW, dans la terminaison de la puissante barre de la Spina Kada, on retrouve des faciès plus différenciés ^{les deux} ~~de~~ ^{de} coupes suivantes ^{ce témoignent}.

xxxx

Comme en témoignent

14

14 - COUPE DU VALLON DE KHOTO

14.1 - Localisation

La coupe a été levée dans le vallon de Khoto et la gorge qui le prolonge vers le sommet 4046 (fig. 27, 29 et 30 A).

14.2 - La série

La succession relevée est, dans le détail, très tectonisée (cf. coupe A1, fig. 30) et plus complexe que ne le laisse supposer la carte au 1/100 000 de Maydan (P. ~~Blaise~~ et ~~de~~, 1962). On observe les unités lithologiques suivantes, limitées entre elles par des contacts anormaux.

SAR-ERUM

a - Vers la base la FORMATION DE ~~KARALA~~ vraisemblablement représentée par une centaine de mètres (ou plus) de grès calcaires tendres, jaunes bruns ou rougeâtres, renfermant quelques Orthocères, en disposition anticlinale.

b - Au-dessus, quelques mètres de pélites fines.

c - Puis une barre massive, d'âge dinantien, épaisse de 70 à 100 m, formée de calcaires gris clairs à mouchetures de calcite, en bancs atteignant 5 à 10 m d'épaisseur dans la partie moyenne de la barre mais plus minces à sa base et à son sommet.

d - Quelques mètres de pélites gréseuses sombres, à niveaux calcaréo-gréseux renfermant quelques restes fossilifères (Encrines, Lamellibranches). Des échantillons (AF 76 T3) récoltés en éboulis mais provenant très vraisemblablement de ces niveaux, ont livré des empreintes de Brachiopodes caractéristiques du Frasnien: Cariniferella sp., Whidbornella?, Cyrtospirifer sp. Les niveaux ~~qui~~ ~~se~~ ~~trouvent~~ ~~au~~ ~~dessus~~ ~~de~~ ~~la~~ ~~Formation~~ ~~de~~ ~~Koh-e-Jeru~~.

e - Une épaisse série (150 à 200 m) de pélites noires où s'intercalent plusieurs bancs lenticulaires de calcaires gris (Carbonifère?). Des échantillons ramassés en éboulis dans cet ensemble (AF 76 T6 éb.), à proximité d'une petite barre calcaire, ont fourni un exemplaire mal conservé qui évoque Ruxtonia scabricula dont la répartition va du Famennien III à la fin du Tournaisien.

f - Au-dessus, la FORMATION DE BOKAN est représentée par une puissante série carbonatée dont l'épaisseur dépasse vraisemblablement 400 m. et dans laquelle on trouve encore certains caractères de la Formation de Qutim (dolomies).

Cette série se décompose en:

10 - (225 m environ). Alternance de bancs de calcaires de dolomies jaunâtres, de dolomies rubanées et de niveaux plus gréseux. C'est le MEMBRE INFÉRIEUR DE LA FORMATION DE BOKAN. Dix échantillons ont été prélevés dans cet ensemble, respectivement à différents niveaux:

à la base: SKS 22

+ 12 m: SKS 21

+ 25 m: SKS 20

+ 75 m: SKS 19

+ 125 m: SKS 18

+ 150 m: SKS 17

+ 175 m: SKS 16

+ 190 m: SKS 15

+ 210 m: SKS 14

+ 225 m: SKS 13

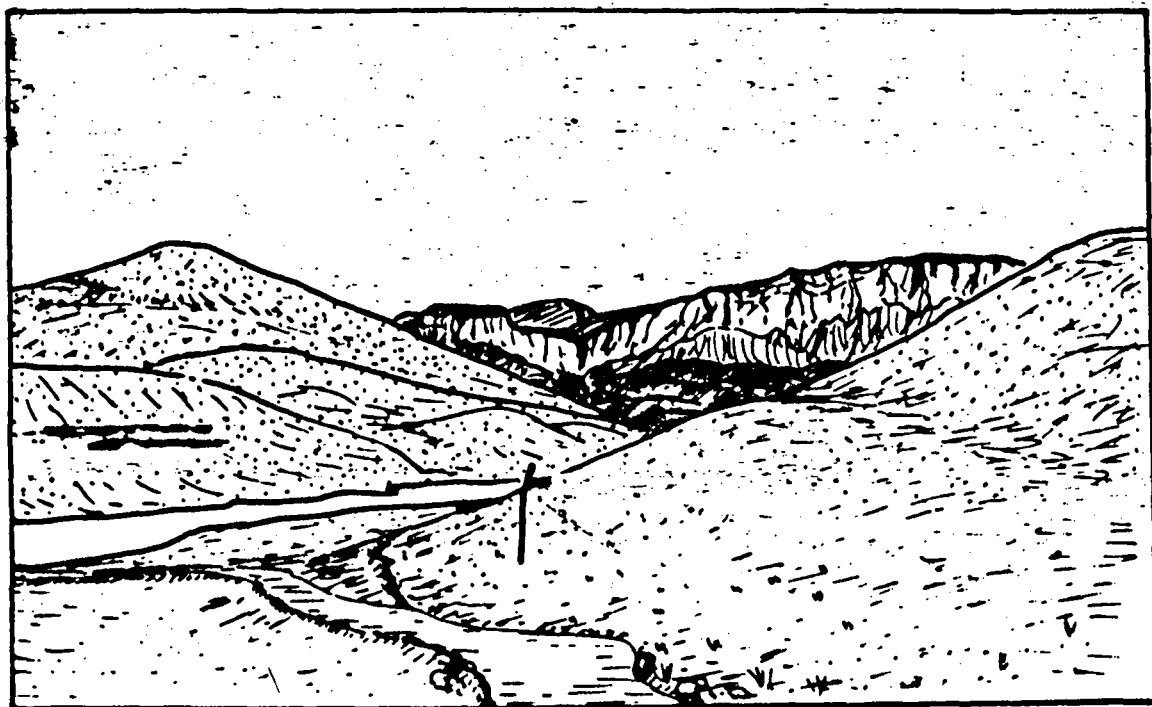
Quatre principaux microfaciès y sont représentés (mais dans une même lame mince on note parfois des passages de l'un à l'autre) à savoir:

- Micrite peu fossilifère, très rarement quartzifère, à larges plages recristallisées (SKS 13, 22).

- Biomicrite à biomicrodite quartzifère (SKS 16, 21).

AF 78

(19)



37

Fig. 30 - Vue panoramique, depuis la vallée de Jelga, aux environs de Toyka vers le Nord-Ouest, par la trouée de vallon de Khoto. Aux premiers plans, reliefs assez mous dans les schistes et grès siluro-dévonien de la Formation de Sar-e Bum, avec, sur l'autre flanc (sud-est) de la vallée, des restes de terrasses quaternaires. A l'arrière plan, successivement, les schistes noirs du Carbonifère, la petite barre de calcaires du Dinantien et la puissante barre calcaire de la Spina-Kada. [25-09-78].

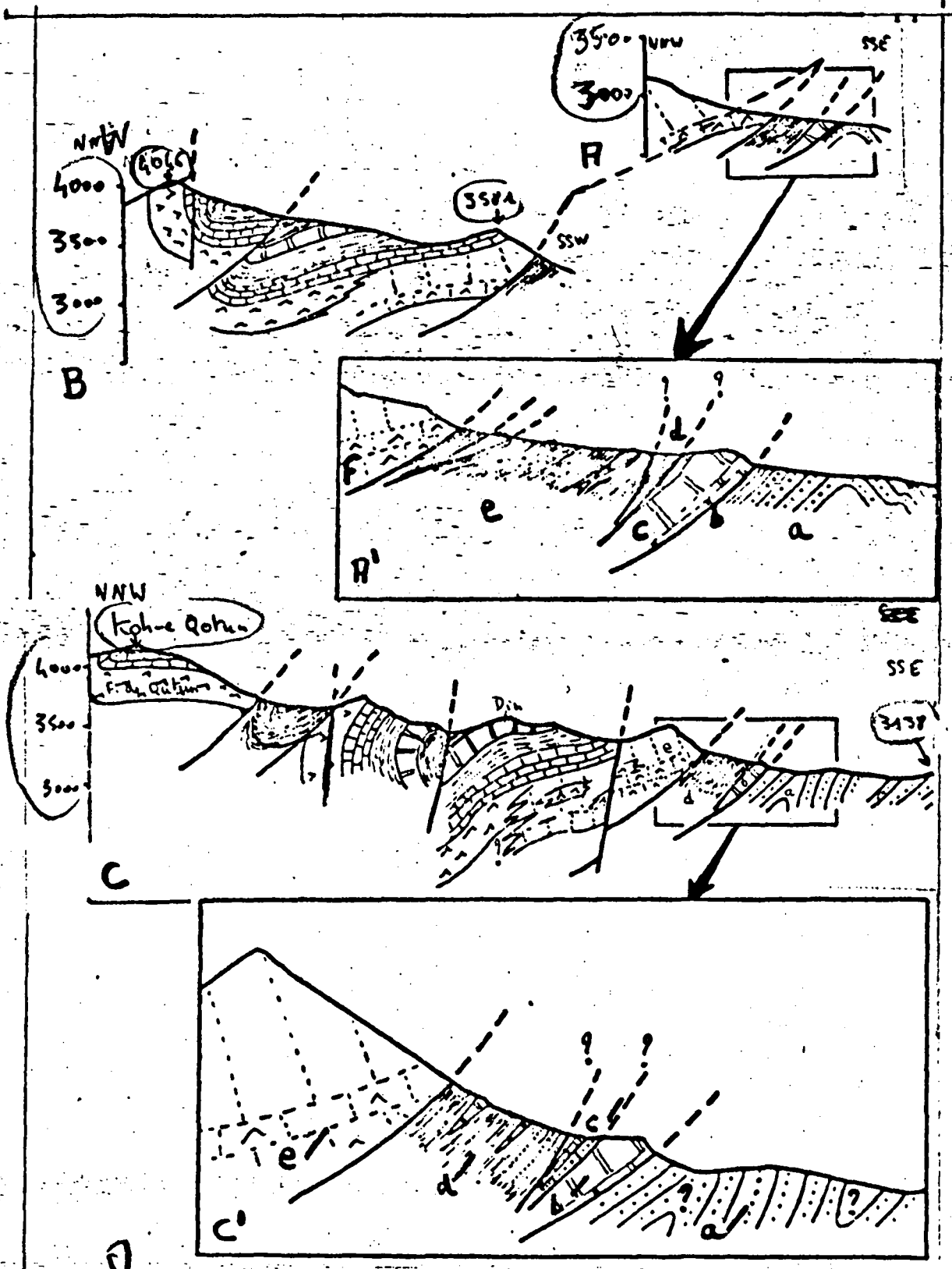


Fig. 38.

Fig. 37 - Coupes schématiques sèriées de la crête de la Spina-Kada.

regarder
à gauche ←

A et A' : cote du vallon de Koh-e-Qobus
 face au N. de la crête

c et c' : cote de l'élevation SW de Spina-Kada

^ ^ et al.

- o - Biopelsparite à passées gréseuses; quartz de deux tailles (60-120 µm et 600-800 µm en moyenne); ciment de pseudosparite (SKS 14, 15).
- o - Grès à ciment calcaire ou biomicrorite très quartzifère (petits quartz de 60 à 120 µm), souvent bioturbée et riche en limonite (SKS 17, 19, 20).

à la paroi supérieure

1° - (200 m ?). Calcaires blancs ou roses, massifs, rarement stratifiées, correspondant au ~~Membre Moyen~~ DE LA FORMATION DE BOKAN, échantillon prélevé à + 25 m (AF 78 SKS 12).

Microfaciès. Mudstone. Micrite fossilifère à biomicrorite. Accumulations locales de bioclastes (entroques, fragments de coquilles, fins débris...); structures fenestrées et larges plages irrégulières de calcite (Stromatactis).
Faune. Tabulés: fragment d'Auloporidé ?

N.B. Plus haut dans la falaise on doit trouver les niveaux à Receptaculites du Frasnien, comme en témoignent les éboulis observés au bas de la paroi.

en

13

15

COUPE DE L'EXTREMITE SE DE LA SPINA KADA

15.1 - Localisation

Un peu plus au SE encore sur la terminaison de la crête de Spina Kada (3 km au NE de Tara) j'ai levé une dernière petite coupe (fig. 24 26) No 38 et 39 qui présente beaucoup d'analogies avec la précédente.

15.2 - La Série

Elle est constituée des unités suivantes:

SAR-E ou H

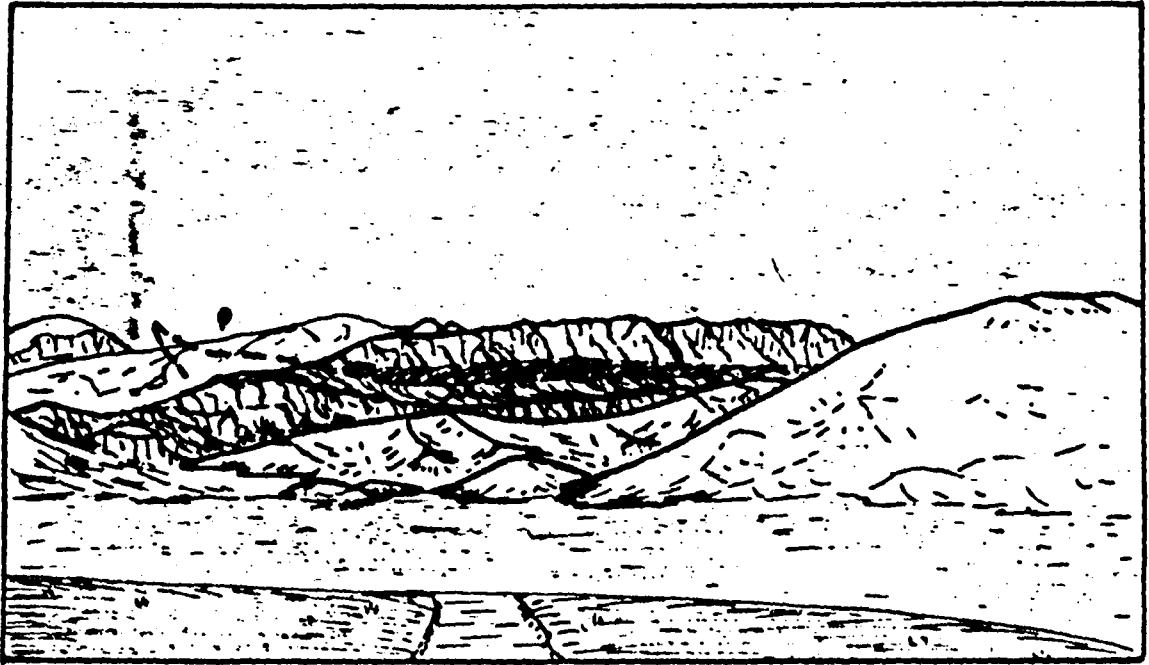
a - Au départ de la coupe on observe, ici aussi, la FORMATION DE ~~KAMLA~~ qui constitue en particulier le sommet 3138 (fig. 26 37). Elle est formée d'une épaisse série de grès et de calcaires gréseux roux admettant quelques intercalations de pélites sombres à galets de quartz.

b - En contact anormal, on rencontre ensuite une puissante barre de calcaires du Dinantien qui atteint 80 à 100 m d'épaisseur. Il s'agit de calcaires gris à filonnets et tâches de calcite, renfermant des Tétracoralliaires (Michelinia sp.) (échant. AF 73 SKS 6, 7, 8). En lame mince, on observe un microfaciès waulportien typique, tout à fait analogue à celui illustré par D. Vachard (1980, pl. 1, fig. 3).

c - Au contact de la barre dinantienne, on observe plusieurs mètres de calcaires gréseux parfois conglomératiques, à galets ferrugineux; c'est latéralement, dans ce niveau qu'ont été récoltés des restes de Brachiopodes du Frasnien (cf. coupe précédente AF 76 T 3). La succession pourrait s'interpréter comme une série inverse avec condensation des du Dévonien supérieur.

d - Au-delà on trouve, sur quelques 200 m d'épaisseur environ, une série essentiellement pélitique, sombre, du Carbonifère (?), entrecoupée de bancs de quartzite et de grès, et renfermant des lentilles, épaisses de plusieurs mètres, de calcaires gris clair à tâches calcitiques.

e - Enfin, ici aussi, la FORMATION DE BOKAN repose, en contact anormal, sur les pélites noires du Carbonifère probable. On y distingue successivement :



39

Fig. 11 - Vue panoramique, depuis la localité de Tara, vers le Nord-Est, sur la longue crête de Spina Kada en calcaires du Dévonien (Formation de Bokan) chevauchant sur le Carbonifère; au premier plan (sommet 5138), la Formation de Sar-e Bum; à l'arrière plan, à gauche, le Koh-e Qotun en Dévonien. [25-09-78].

x
- le MEMBRE INFERIEUR, épais d'une cinquantaine de mètres environ; il mesurait 225 m dans la coupe précédente. Il atteindra 70 m plus au Sud, au Safedk mais il va sans dire qu'ici une partie du membre est vraisemblablement supprimé par le chevauchement. Il se décompose en :

- 1 - (une vingtaine de mètres). Calcaire dolomitique jaune.
2 - (une trentaine de mètres). Calcaire moins dolomitique que le précédent et plus sombre, gris; aspect rubané; quelques traces d'organismes.

↑
Au-dessus de
CALCAIRES MASSIFS

88
9
- le MEMBRE MOYEN DE LA FORMATION DE BOKAN ^{atteignant ?} 200 m (ou plus) d'épaisseur; ~~il s'agit d'~~ calcaires de couleur claire, gris ou rose, parfois blanc, ou franchement rouges, souvent d'aspect très massif à stratification locales, parfois crinoïdiques.

Trois échantillons y ont été prélevés.

AF 78 SKS 9 (à une vingtaine de mètres de la barre).

x
Microfaciès. Grès à ciment calcaire, finement stratifié. Rares bioclastes (entroques, fragments de coquilles ?...). Quartz de taille très variable (30 à 250 µm).

AF 78 SKS 10 (à une cinquantaine de mètres de la base).

Microfaciès. Floatstone. Entre les organismes, mudstone; micrite ou biomicrite quartzifère à structures fenêtrées, passant à des grès finement stratifiés. Dolomitisation très locale.

Faune. Tabulés: Squameofavosites cf divissimus.

AF 78 SKS 11 (à 150 m environ de sa base).

Microfaciès. Floatstone ou framestone. Entre les organismes, grainstone; biosparite faiblement quartzifère. Bioclastes: entroques, fragments de Brachiopodes, débris divers micritisés.

Faune. Stromatopores indét.

Tabulés: Squameofavosites cf divissimus.

Bryozoaires Fistuliporidés.

15, ③ Age des formations

La Formation de Bokan a livré des restes de constructeurs permettant de lui attribuer un âge meso-cénozoïque.

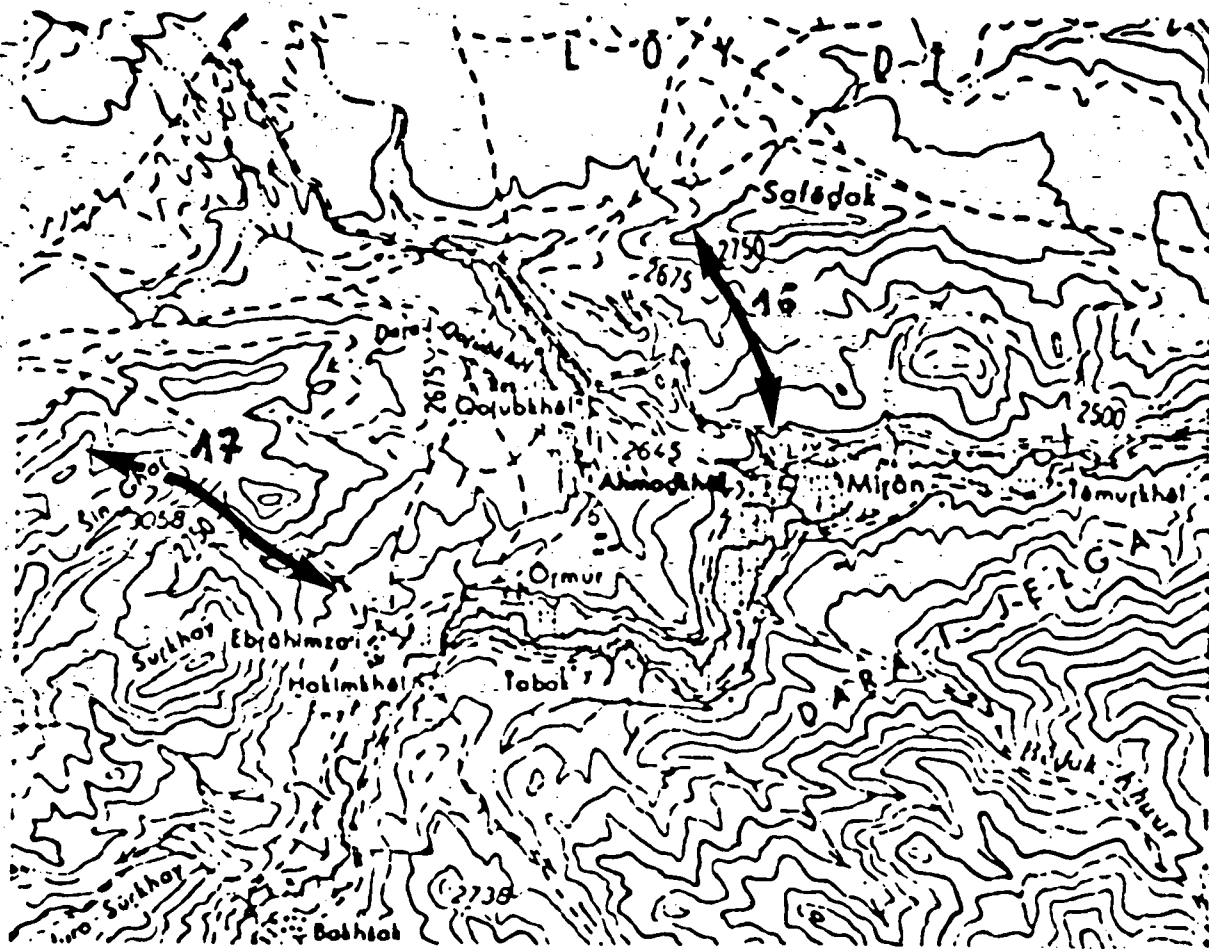


Fig. 33 - Carte de situation des coupes du Safedak (16) et du Sin Ghar (17) Extrait de la carte topographique au 1/50000, feuille de Dara-i Janga, No 509 E II.

W

16.1 - Localisation

Dans le prolongement sud-occidental ^{ouest} de la puissante barre de la Spina Kada, le petit massif du Koh-e Safedak ("La petite montagne blanche") émerge, en bordure orientale des terrains plio-quaternaires, du Loy Dasht (fig. 31, 32).

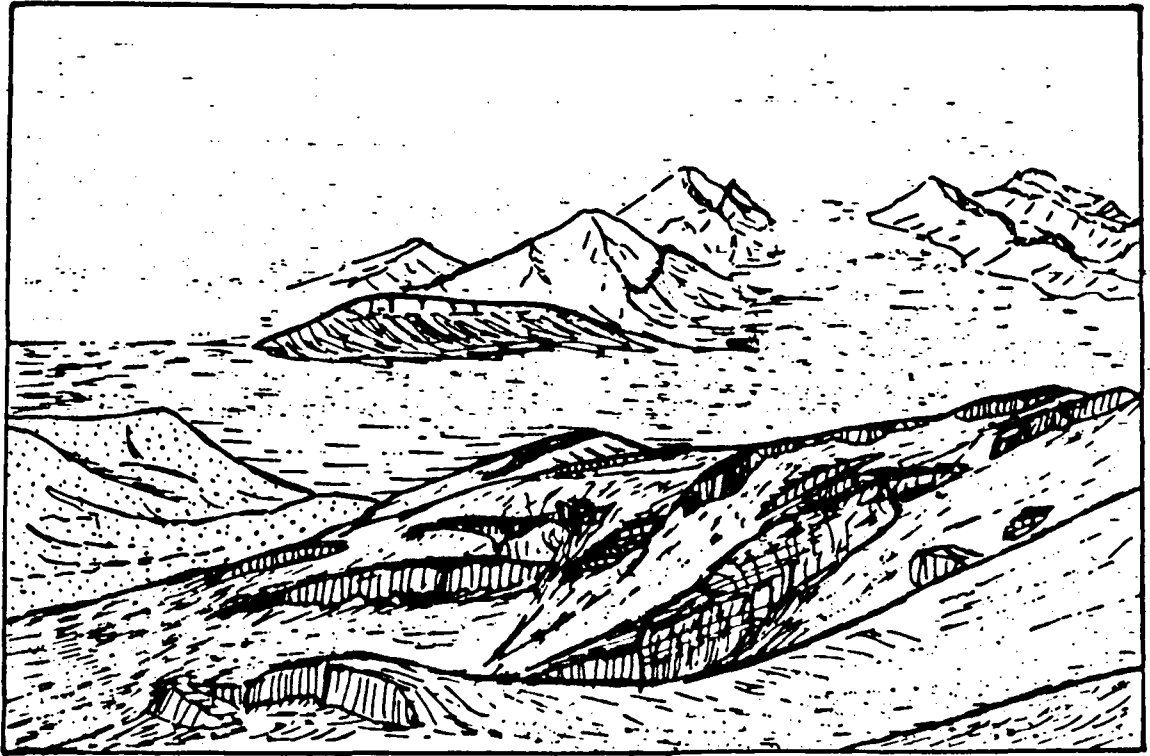
16.2 - La série

La série levée au Safedak atteint 650 m d'épaisseur. ~~Tout le~~ Dévonien n'y est pas représenté, ~~seules la Formation des Calcaires argileux et les schistes d'Olsenak et les calcaires massifs de Bkan y sont observables.~~ ^{30 41} ~~La base de la série est encore silurienne~~ (fig. 33). *dans sa totalité; en effet,*

* Les grès de la FORMATION DE SAR-E BUM ne sont pas visibles; on peut envisager leur suppression par faille, mais il est ~~très~~ ^{plus} vraisemblable de penser que cette formation ne serait en fait représentée ici que par quelques lentilles gréseuses intercalées dans la série pélitique de la Formation d'Olsenak.

* La FORMATION DES CALCAIRES ARGILEUX ET SCHISTES JAUNES D'OLSENAK, qui est ici très schisteuse, ~~repose donc directement sur~~ les schistes du Silurien. D'après la coupe suivante, levée en 1978, l'ensemble schisto-calcaire de cette formation atteindrait au Safedak près de 600 m; mais une partie de cet ensemble doit encore appartenir au Silurien (cf. ~~fig. 33~~ ^{16.3}). *de plus*

- 1 - (une trentaine de mètres). Schistes à petits nodules centimétriques à décimétriques.
- 2 - (4 m). Calcaires argileux ocres, crinoïdiques.
- 3 - (10 m). Schistes jaunâtres.
- 4 - (2 m). Calcaires gréseux à encrines et Orthocères.
- 5 - (8 m). Schistes jaunâtres.
- 6 - (6 m). Calcaires gréseux, ocres, à encrines et Orthocères. Microfaciès. Mudstone. Micrite quartzifère à rares bioclastes (entroques...). Quartz de taille variable (30 à 500 µm) irrégulièrement répartis. Silicification latérale sur les quartz. *Saf 16*
- 7 - (12 m). Schistes grisâtres.
- 8 - (15 à 20 m). Grosse masse de calcaires gris et roux parfois assez crinoïdiques (grosses entroques), renfermant quelques constructeurs (Stromatopores) et, vers son sommet, des calices de crinoïdes très recristallisés. Quelques niveaux bréchiques à gros éléments. Microfaciès. Packstone à wackstone-rudstone. Biomicrite à biomicrudite quartzifère finement litée; dolomitisation (arkérite) locale. Faune. Stromatopores: Labechia cf. venusta. Céphalopodes: Orthocères. *Saf 1*
- 9 - (25 m). Schistes.
- 10 - (5 m). Calcaires dolomitiques roux, crinoïdiques plus ou moins lenticulaires.
- 11 - (20 m). Schistes grisâtres.
- 12 - (12 m). Calcaires dolomitiques roux, crinoïdiques. Microfaciès. Matrice totalement dolomitisée en cristaux de taille moyenne. Très nombreux bioclastes (entroques). Silicification locale. *Saf 15*
- 13 - (75 m environ). Schistes à passées calcaires. Dans les schistes, quelques traces de Trilobites, de Brachiopodes, d'encrines. Microfaciès. Biomicrudite très quartzifère, argileuse, localement traces de laminations stromatolithiques? *Saf 2*
- 14 - (1 m). Petits bancs de calcaires noirs crinoïdiques, à filonnets de calcite jaune.
- 15 - (35 m environ). Schistes à peti. *Saf 3*



41
Fig. 31 - Vue panoramique, depuis le flanc est du Tanabed, vers le Sud-Ouest, sur les terrains quaternaires du Loy Dasht, traversés par la lame de calcaires dévoniens du Safedak qui se prolonge vers le Sud-Ouest par l'alignement Sin Ghar, Spin Ghar. A droite du schéma, les terrains perméens du Khwaja Bahadur (= "Montagne aux Fusulines"). [25-09-78].

roux, souvent crinoïdiques, renfermant quelques Bryozoaires. Microfaciès. Rudstone-grainstone. Très nombreux bioclastes (entroques, Bryozoaires) dans une matrice totalement dolomitisée à cristaux de petite taille.

- 16 - (5 m). Alternance de schistes et de quartzites.
- 17 - (25 m). Lentille de calcaires gris à patine rousse; filonnets de calcite et microstratifications obliques. Débris d'organismes Tabulés, Tétracoralliaires solitaires, Bryozoaires, entroques ... Microfaciès. Floatstone de type mudstone; micrite ou biomicrite. Gros débris de Tabulés dans un sédiment légèrement quartzifère. Par endroits, accumulation de bioclastes (entroques). Forte dolomisation locale (arkérite), dans loges de Tabulés ou dans la matrice. Très nombreux filonnets de calcite. Faune. Tabulés: ? Squameofavosites cf. divissimus. Stromatopores indét.
- 18 - (15 m). Schistes et bancs de calcaires gris à filonnets de calcite.
- 19 - (8 m). Calcaires à filonnets de calcite. Quelques débris d'organismes.
- 20 - (30 m environ). Schistes.
- 21 - (10 m environ). Lacune d'affleurement avec éboulis de calcaires jaunes.
- 22 - (1 m). Calcaires gris.
- 23 - (50 m environ). Schistes gris verdâtres et rougeâtres à petits bancs plus gréseux ou quartzitiques.
- 24 - (0,50 m). Quartzites.
- 25 - (5 m). Schistes.
- 26 - (1 m). Calcaires dolomitiques roux. Microfaciès. Micrite ? fortement dolomitisée et silicifiée.
- 27 - (5 m). Schistes.
- 28 - (3 m). Calcaires dolomitiques.
- 29 - (10 m). Schistes et bancs de calcaires dolomitiques.
- 30 - (3 m). Calcaires dolomitiques roux, crinoïdiques.
- 31 - (150 m environ). Schistes avec bancs grés-quartzitiques et quelques bancs calcaires. Vers le sommet, niveaux plus gréseux et quartzitiques marron ou roux, localement microconglomératiques.

La FORMATION DES CALCAIRES CRISTALLINS MASSIFS DE BOKAN débute ensuite ici, comme dans les coupes plus méridionales en bordure du Dasht-e Kotub, par un ensemble de bancs de calcaires recristallisés, gris, à passées gréseuses rouilles, bien litées; c'est le MEMBRE INFÉRIEUR DES CALCAIRES RUBANES qui atteint ici près de 70 m. (Fig. 43).

- 32 - (10 m). Deux gros bancs de calcaires massifs, recristallisés, roux, à fragments d'organismes ou de calcaires gris à microdébris.
- 33 - (30 m environ). Alternance de grès roux avec de petits bancs centimétriques à décimétriques de calcaires gris fins ou à débris d'organismes.

Ech. ~~AF 78 Saf 13~~ 4 m de la base; calcaire gris à galets allongés de calcaire rose. Microfaciès. Pakstone à rudstone quartzifère. Biomicr(ud)ite quartzifère.

Ech. ~~AF 78 Saf 12~~ 10 m de la base; calcaire gréseux avec des galets allongés de calcaire rose.

Microfaciès. Contact entre un sédiment de type grainstone, biosparite à péloïdes, et un grès à ciment calcaire.

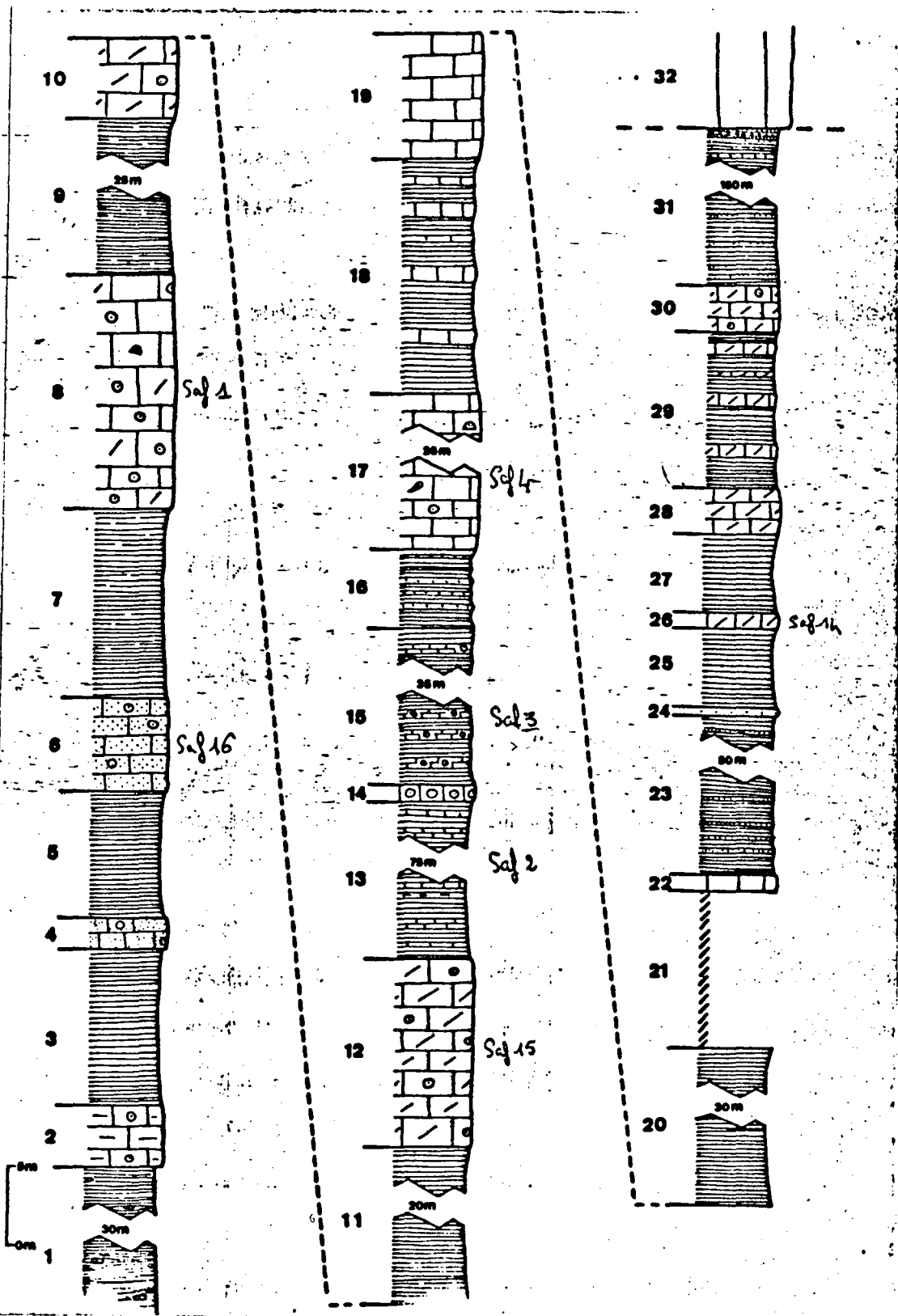
Ech. AF 78 Saf 11 (à 15 m de la base); calcaire.

Microfaciès. Biopelmicrite quartzifère passant à un grès.

Ech. ~~AF 78 Saf 10~~ (à 25 m de la base); calcaire gris.

Microfaciès. Pakstone. Biomicrite quartzifère.

- 34 - (10 m). Calcaires gris claire, jaunâtres ou marron, en bancs métriques, à nombreux débris d'organismes de couleur noire (= cal-



42

Fig. 75 - Série stratigraphique de SAFEDAK

1 à 8 ? : Silurien,
 9 ? à 31 : FORMATION DES CALCAIRES JAUNES
 ET SCHISTES D'OLSENAK.

caires poivre et sel) et passées de grès roux. Nombreux organismes ou débris d'organismes branchus ou massifs.

~~Ech. AF 78 Saf 5.~~

Microfaciès. Floatstone ? localement très dolomitisé, à plages préservées irrégulières de biopelmicrite ou de biosparudite.

Faune. Stromatopores indét.

Tabulés: Thamnopores, Favositidés.

~~Ech. AF 78 Saf 9~~

Microfaciès. Floatstone fortement dolomitisé.

Faune. Tabulés: Favositidés.

35 - (0,40 m). Calcaire à nombreux organismes fins et lamellaires.

Microfaciès. Rudstone dolomitisé.

Faune. Tabulés: Thamnopores.

36 - (2 m). Lacune d'affleurement.

37 - (6 m). Calcaires bien lités, alternativement gris et marron, un peu ferrugineux, à stratifications boudinées.

38 - (8 m). Calcaires gris marron, lités, boudinés, à nombreux débris d'organismes.

Microfaciès. Floatstone. Entre les débris de constructeurs, pack stone, biomicrudite quartzifère. Bioclastes souvent orientés selon la stratification.

Faune. Stromatopores indét. avec tubes de caunopores.

Tabulés: Alveolitidés.

Brachiopodes.

Au-dessus on passe AUX ~~calcaires~~ CALCAIRES MASSIFS CRISTALLINS DE BOKAN sous leur faciès caractéristique; ces calcaires sont toutefois ici assez bien stratifiés. Ils forment le sommet du Safedak (fig. 35. 41).

39 - (80 à 100 m). Calcaires cristallins blancs, parfois rosés; en bancs de 20 cm à 1 m. Très nombreux organismes très recristallisés.

Microfaciès. Floatstone ou bafflestone. Entre les organismes, wack stone; biomicro(ud)ite à biopelmicrite parfois très dolomitisées. Bioclastes: entroques avec calcite syntaxiale; localement accumulation de Ptéropodes.

Faune. Stromatopores indét.

Tabulés: Alveolites sp, Gracilopora sp., Favosites sp.

Tétracoralliaires: "Columnaria"? virgata.

Bryozoaires.

16.3 - Age des formations

Un échantillon du terme 6, confié à M. Vanguetaine pour la recherche d'Acritarches n'a pas donné de résultat. Toutefois les restes de Labechia cf. venusta récoltés un peu plus haut, dans le terme 8, laissent à penser que la centaine de mètres inférieur au moins de la série schisto-calcaire appartient encore au Silurien.

Au sommet de la série, ^{dit} ~~les~~ ~~restes~~ ~~de~~ Eulcaeus manni et forme de restes de "Columnaria"? virgata; l'espèce est connue dans le Zlichovien de l'Oural central. Cet âge possible est confirmé par la présence de restes de Gracilopora sp, genre qui ne dépasse pas l'Ordovicien dans la répartition et démontre inférieurement l'âge.

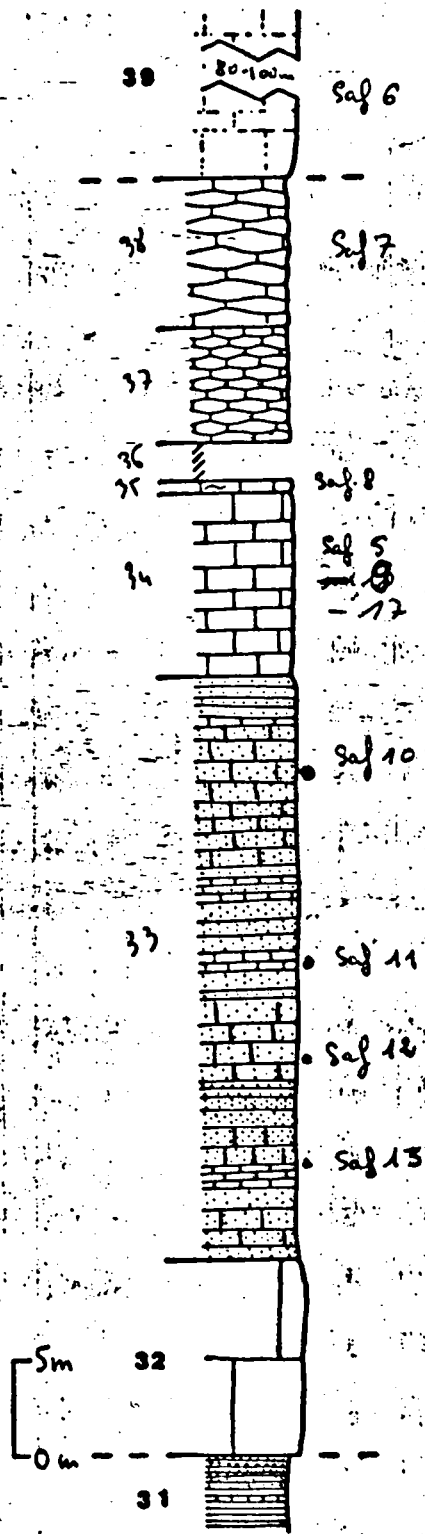


Fig. 36 - Série stratigraphique du SAFEDAK.

32 à 39: FORMATION DE BOKAN,
32-38: MEMBRE INFÉRIEUR
DES CALCAIRES RUBANÉS.

43

17.1 - Localisation

Au Sud Sud-Ouest du Safedak, en bordure orientale de la vaste dépression quaternaire du Dasht-e Kotab, se dresse la longue crête formée par le Sin-Ghar, le Spin-Ghar et le Bark-Ghar. Plusieurs coupes ont été levées dans cet ensemble; elles montrent, pour la plupart, une série dévonienne discontinue avec des suppressions ou, au contraire, des redoublements. La coupe du Sin-Ghar est la plus septentrionale (fig. 38).

(60,44)

17.2 - La série

* Sur des quartzites de l'Ordovicien repose le Silurien, représenté par une épaisse série de schistes gris... , assez grossiers à leur base, de plus en plus fins dans leur partie supérieure; ils renferment des nodules, des lentilles calcaires et quelques passées plus gréseuses, rougeâtres. A une centaine de mètres de leur sommet, dans l'une de ces lentilles, Cl. Heddebaut a recueilli une faune silurienne de Trilobites (Encrinurus) et de Brachiopodes (éch. AF 76 AF 78 EZ 1). Les quinze derniers mètres de cette série se chargent en éléments détritiques grossiers - petits bancs centimétriques de grès - et passent très progressivement à la formation suivante.

Microclonia?
mostrophid?
Annuspirifer?
Dubarina
megaera

* La FORMATION GRESO-QUARTZITIQUE DE SAR-E BUM, qui pourrait appartenir en partie au Dévonien, est visible ici sur une centaine de mètres (fig. 38 No 1); il s'agit de grès pétritiques tendres. Elle est directement chevauchée par la Formation des Calcaires massifs et cristallins de Bokan. La Formation d'Olsenak qui affleurerait largement plus au Nord (coupe de Safedak) et que l'on retrouvera plus au Sud est donc ici supprimée tectoniquement (fig. 38 No 2).

plus d'

* La FORMATION DES CALCAIRES DE BOKAN est relativement peu épaisse dans cette coupe.

- Le MEMBRE INFERIEUR DES CALCAIRES RUBANES est supprimé par faille.
- Le MEMBRE (MOYEN) DES CALCAIRES MASSIFS CRISTALLINS est lui extrêmement réduit (terme 3) fig. 38 et 39. Il n'atteint que 30 à 40 m d'épaisseur mais sa partie inférieure est très certainement, elle aussi, supprimée par faille. Il est représenté par des calcaires blancs jaunâtres à veines rouges.

Microfaciès (éch. AF 70-810-9). Micrite ou biomicrite totalement ← recristallisée, légèrement quartzifère. Bioclaste: quelques entroques encore visibles. Faune:

AF 78-6-9

* LA FORMATION DES CALCAIRES GRIS RECIFEAUX DU SIN GHAR dépasse la soixantaine de mètres. Il présente la succession suivante (fig. 37).

40

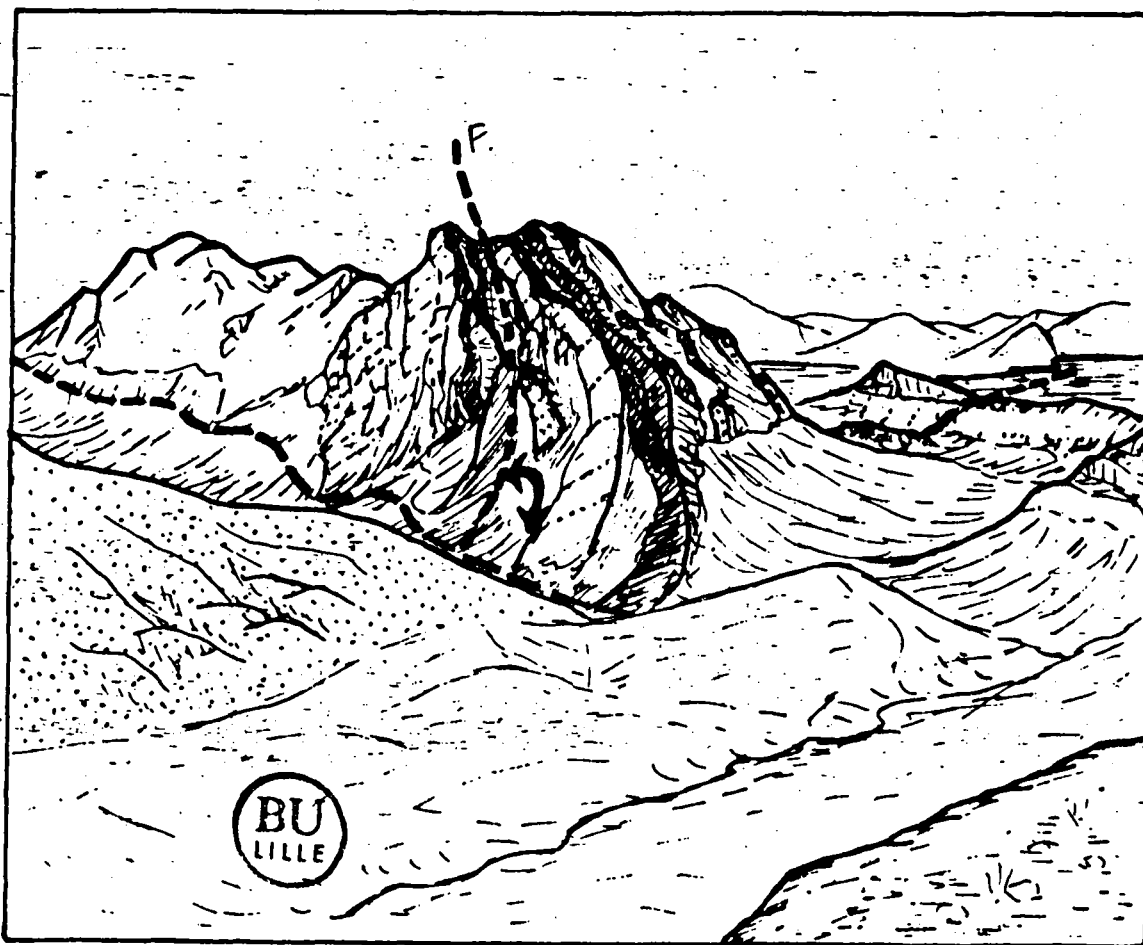


Fig. 58 - Vue, depuis l'extrémité sud-ouest de Safedak, vers le Sud-Ouest, sur le Sin Ghar, montrant une structure anticlinale faillée dans la FORMATION DE BOKAN qui chevauche vers le Sud-Est, sur la Formation de Sar-e Bum au 1er plan, puis sur celle d'Olsenak plus au Sud. [28-8-78].

- 1: Formation de Sar-e Bum,
- 3: Formation de Bokan,
- 4:

visible

(aiguille)

46

h5 Fig. 37 - Coupe schématique du Sin Ghar.

- 1: Formation grésolo-dolomitique de Sar-e Bum,
- 2: Formation schisteuse d'Olsenak,
- 3: Formation de Bokan.

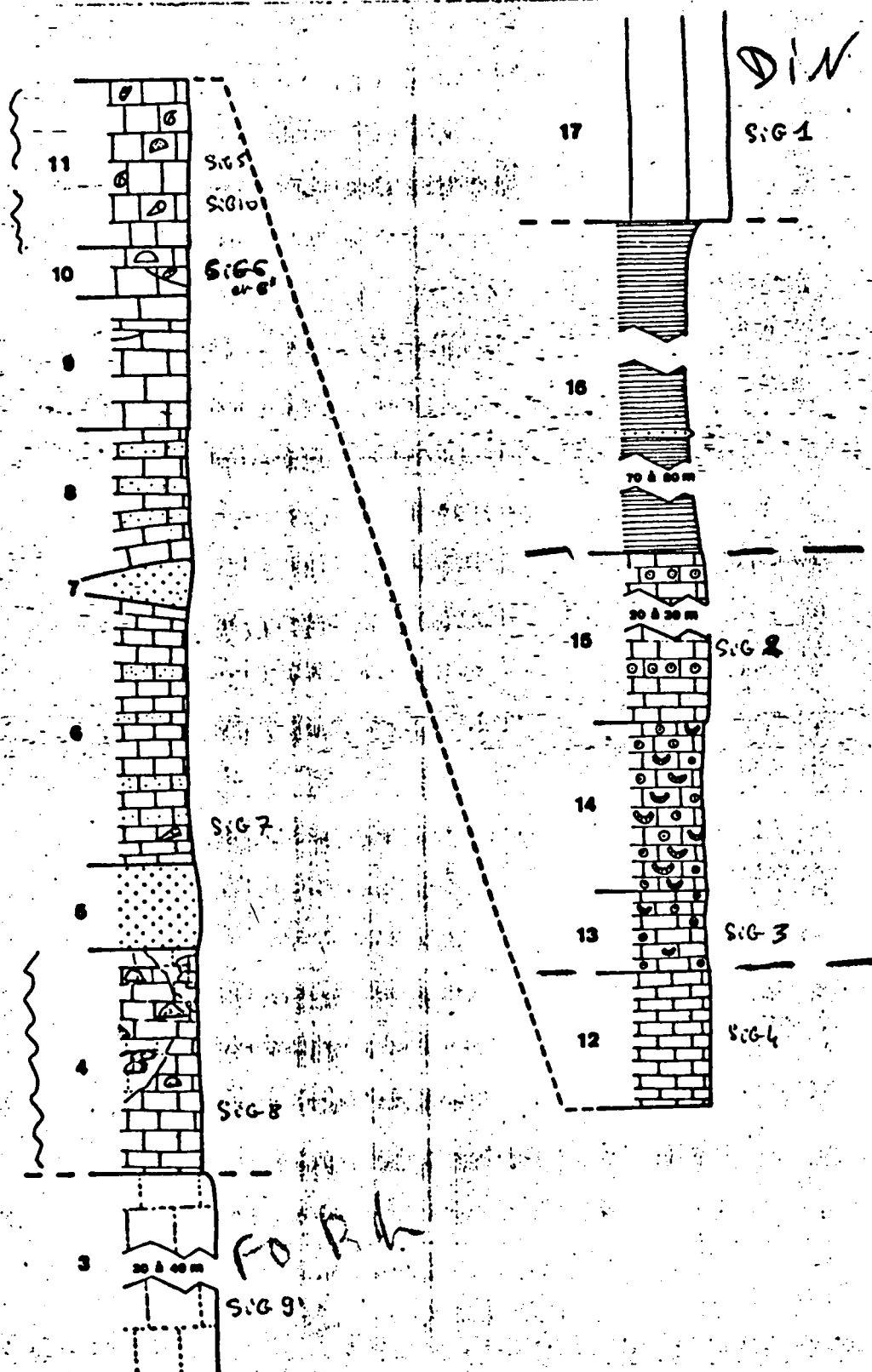


Fig. 34 - Série stratigraphique du Sin Ghar.

- 4 à 12: FORMATION DES CALCAIRES CONSTRUITS DU SIN GHAR,
- 13 à 15: FORMATION DU KOH-E GIRU,
- 16: FORMATION DE OKAK.

4 - (15 m). Calcaires sombres, nombreux filonnets de calcite; quelques constructeurs à la base; nombreux constructeurs lamellaires et massifs vers le sommet. Localement, aspect bréchique ^{de} ~~en~~ ^{des} poches (paléokarsts) ^{aux} des encroûtements rougeâtres (indices d'émersion?)
Faune. Tabulés: Squameofavosites cf. divissimus, Pachyfavosites sp. S.G. 8

5 - (4 à 5 m). Quartzites.

6 - (15 à 18 m). Calcaires noirs à niveaux gréseux, encroûtements rougeâtres et nombreux filonnets de calcite. Quelques sections de coquilles, et, dans la partie inférieure et quelques gros Tétracoralliaires solitaires. S.G. 7

x x Microfaciès. Floatstone - grainstone. Biopelspar(udite) localement très quartzifère. Quelques gros bioclastes (débris de Tétracoralliaires, fragments de Brachiopodes...) de taille centimétrique. Autres bioclastes souvent arrondis et micritisés. Péloïdes résultant de la micritisation complète de petits bioclastes. Quartz (100 à 150 um), localement très abondants. Ciment de sparite.

Faune. Tabulés: Squameofavosites cf. divissimus.

7 - (3 m). Lentille de quartzite.

8 - (8 à 10 m). Calcaires noirs à traces rougeâtres et filonnets de calcite.

9 - (8 m). Calcaires gris foncé.

10 - (3 m). Calcaires gris foncé, assez massifs, à très nombreux organismes le plus souvent en position de vie, lamellaires ou hémisphériques. S.G. 6

x x Microfaciès. Framestone. Entre les organismes: pack stone; biomicrite souvent argileux, à petits bioclastes, localement quartzifère. Dans les loges de quelques Tabulés, pelsparite.

Faune. Stromatopores: Clathrocollona sp., ? Hermatostroma sp.

Tabulés: Pachyfavosites sp., Thamnopora sp., ?

Striatopora sp., Alveolites sp., Coenitidés.

Localement organismes branchus, cassés, accumulés en poches. S.G. 6

x Microfaciès. Rudstone; fragment centimétrique de Tabulés branchus en contact stylolithique. Entre des gros débris: biosparite. Bioclastes (nombreuses zoécies, quelques entroques ...) Pyrite.

Faune. Tabulés: Thamnopora sp., Alvéolites branchus.

11 - (10 m). Calcaires gris recristallisés avec des traces de Brachiopodes et d'organismes constructeurs (Tétracoralliaires solitaires, Tabulés). S.G. 5

x Microfaciès. Rudstone, gros débris pluricentimétriques de constructeurs, disposés en tous sens, en contacts stylolithiques souvent soulignés par des lisérés argileux. Entre ces gros éléments, grainstone; biosparudite. Nombreux bioclastes (entroques, fragments de coquilles...), arrondis, moyennement triés, légèrement micritisés en bordure. Calcite syntaxiale très développée. Quelques péloïdes. Ciment de sparite; très localement un peu de micrite piégée (dans des loges de Tabulés). Recristallisation importante de la plupart des bioclastes hormis les entroques.

Faune. Stromatopores: ? Stromatopora sp., Hermatostroma schlueteri, Stachyodes sp., Stromatopores avec des tubes de caunopores.

Tabulés: Thamnopora sp., Crassialveolites sp., Alveolites.

Brachiopodes: sections de grosses coquilles: Stringocéphalidés? (uniquement observées sur le terrain).

12 - (7 à 8 m). Calcaires gris jaunâtres, très recristallisés.

SiG 4

Microfaciès. Floatstone-Wakestone. Quelques débris centimétriques de constructeurs branchus dans une matrice de biomicrosparite. Bioclastes inégalement répartis, de taille variable, souvent petits et anguleux (nombreux Ostracodes ou fragments d'Ostracodes, débris de coquilles de Brachiopodes avec^{de} fines épines, quelques Tentaculites, sections d'épines, zoécies, quelques pelotons de cellules de Sphaerocodium, petits débris de constructeurs). Bioturbation locale; quelques grosses perforations au travers de certains bioclastes (débris de Tabulés). Forte recristallisation en microsparite; quelques plages de calcite syntaxiale. Silicification locale, à l'intérieur de Thamnopora. Contacts stylithiques entre gros bioclastes et matrice, parfois soulignés par des accumulations de matière opaque. Très nombreuses petites fractures remplies de calcite; d'autres avec un remplissage d'aspect bréchiq. Faune. Stromatopores indét.

Tabulés: Thamnopora sp., Alveolités sp.

Débris de Tétracoralliaires solitaires.

* Au-dessus, la FORMATION DES ENCRINITES FERRUGINEUSES DE KAMAR, épaisse de 40 à 50 m, montre successivement (1, 16)

DU ROUË CIRU

13 - (5 m environ). Bancs de calcaires jaune à jaune verdâtre avec quelques Réceptaculites et de rares Bryozoaires, généralement de petite taille mais atteignant chez quelques colonies 10 cm de diamètre. Ce sont les COQUILLES BRACHIOPODES, la matrice est un
Microfaciès: Framestone (à floatstone). Biolithite. Matrice: (bio)micrite quartzifère à biosparudite plus ou moins quartzifère. Bioclastes de taille variable selon les endroits, certains (entrouques) imprégnés d'oxydes de fer.

SiG 3

Faune. Bryozoaires Fistuliporides.

14 - (une dizaine de m). Calcaires jaunes et violacés, très crinoïdiques, à nombreux Réceptaculites.

15 - (20 à 30 m). Calcaires gris jaunâtre en patine, gris en cassure fraîche, localement très crinoïdiques.

SiG 2

Microfaciès. Grainstone. Pakstone. Biosparite à plages de biomicrite. Bioclastes: très nombreuses entrouques. Quelques quartz. Ciment de calcite syntaxiale autour des entrouques.

* Au dessus repose la FORMATION DES SCHISTES DE OKAK. (1, 16)

16 - (70 à 80 m). Schistes verdâtres, localement rougeâtres avec un banc quartzitique métrique à une quinzaine de mètres de base, qui pourrait correspondre aux quartzites du Kék-top.

* L'ensemble est couronné par la barre des calcaires dinantiens à chailles et polypiers silicifiés (terme 17) (1, 16)

17.3 - Age des formations

A la base de la coupe, les niveaux lenticulaires carbonatés ont fourni une faune de Brachiopodes et de Trilobites marquant le Silurien.

Les organismes constructeurs des calcaires récifaux du Sin Ghar présentent des affinités givétiennes, ce que pourrait confirmer la présence possible de Stringocephalidés dans ces mêmes niveaux.

Silurien



47
 Fig. 40 - Coupe du Sin-Ghar. Aspect schématique de la base des calcaires récifaux (constructeurs massifs visibles à la base) de la Formation du Sin Ghar (terme No 4, fig. 39) avec des phénomènes de karstification et des encroûtements rubéfiés. Le marteau, au centre du croquis, donne l'échelle. [26-8-78].

calcaires p. à base sur joints.

47

COUPE DU SPIN-GHAR

18.1 - Localisation

La crête du Sin-Ghar se prolonge, vers le ~~SW~~^{Sud Ouest}, par celle du Spin-Ghar, à l'Est ~~duquel~~ la coupe décrite ci-après a été levée. (fig. 38, coupe No 16).

18.2 - La série

Les terrains dévoniens sont répétés plusieurs fois par failles, au moins partiellement (fig. 39). Les différentes unités tectoniques reconnues montrent, entre elles, d'importantes variations d'épaisseur et vraisemblablement aussi de faciès.

a - L'unité la plus orientale est constituée par la Formation des ~~Schistes~~ ^{de l'ancien} schistes argileux jaunes d'Olsenak et celle des Calcaires massifs de Bokan (p.p.).

La FORMATION D'OLSENAK pourrait atteindre 300 m (?). Par rapport à la coupe plus septentrionale du Safedak, elle apparaît ici plus nettement carbonatée, au moins dans sa partie supérieure. La succession levée, décrite ci-après (fig. 40) ne tient pas compte de possibles redoublements ou suppressions tectoniques notamment à l'approche du contact avec la Formation sus-jacente de Bokan.

- 1 - (non mesuré). Schistes clairs argentés.
 - 2 - (2 m). Schistes violacés.
 - 3 - (8 à 10 m). Alternance de schistes noirs et de grès schisteux rouges présentant des figures de courant.
 - 4 - (20 à 25 m). Schistes violacés.
 - 5 - (10 m). Grès rouges.
 - 6 - (2 m). Schistes violacés.
 - 7 - (20 m). Grès rouges.
 - 8 - (2 m). Schistes violacés.
 - 9 - (10 m). Grès rouges, calcaires à leur sommet; quelques Tabulés branchus et Brachiopodes. SpG 24
- Microfaciès:
Faune:
- 10 - (30 à 40 m). Schistes à nodules gris.
 - 11 - (plusieurs mètres). Lacune d'observation.
 - 12 - (quelques mètres). Calcaires formant un premier niveau récifal (non échantillonné).
 - 13 - (6 m). Schistes à petits bancs calcaires.
 - (14 à 21: 2ème niveau récifal). ^{uralensis}

Algues: Sphaerocodium sp.

Faune. Stromatopores: Anostylostroma sp., Clathrocoilona spissa, C. sp., Stictostroma malensis, Stromatopora sp., Hermatostroma schlueteri, Stachyodes sp. ?

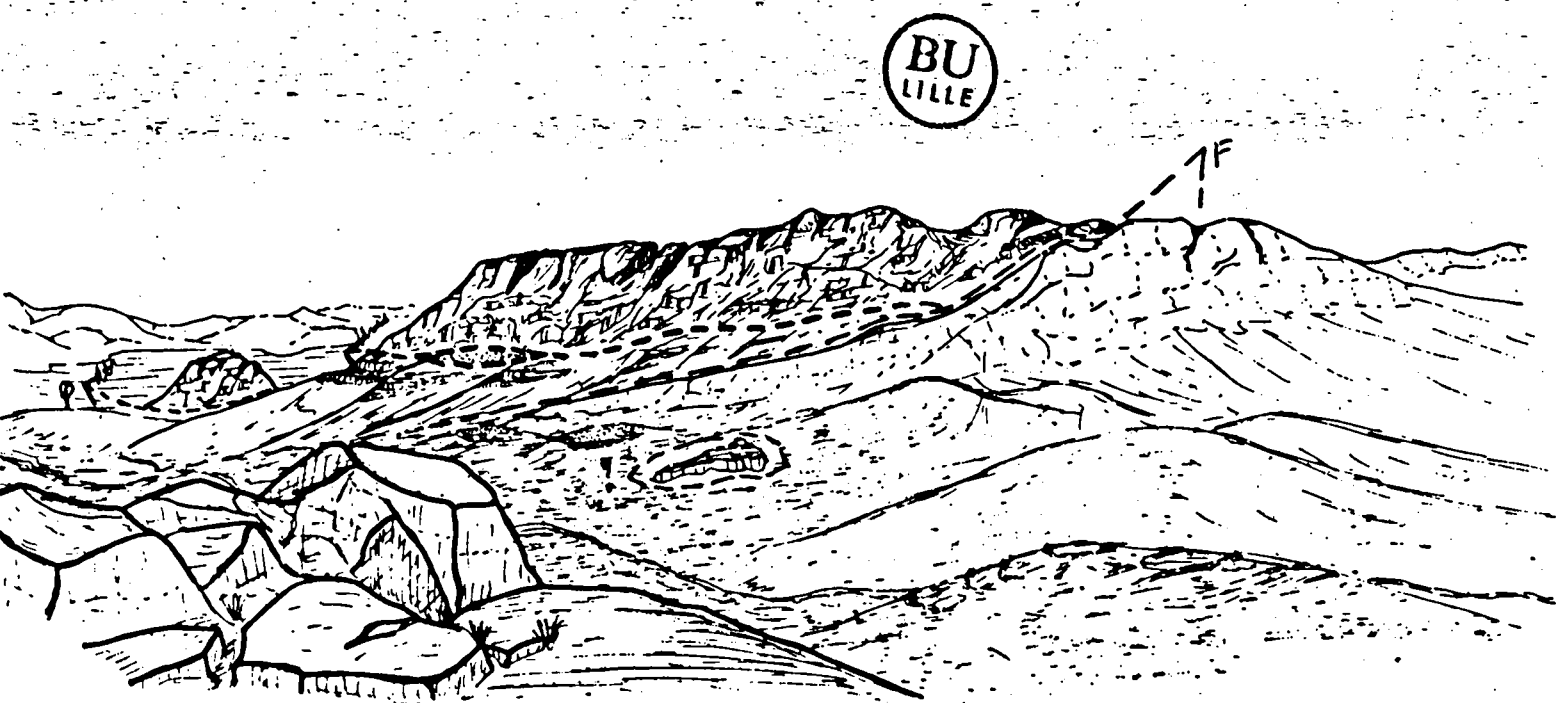
Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp., Crasialveolites sp., Coenitidés, Thecostegites sp., cf. Aulostegites sp.

Tétracellulaires: Cyatophyllum (Phacellophyllum) cf. caespitosum,

Temnophyllum cf. chitralense,

? Temnocarina sp.,

Platophyllum sp., Solomnella sp.

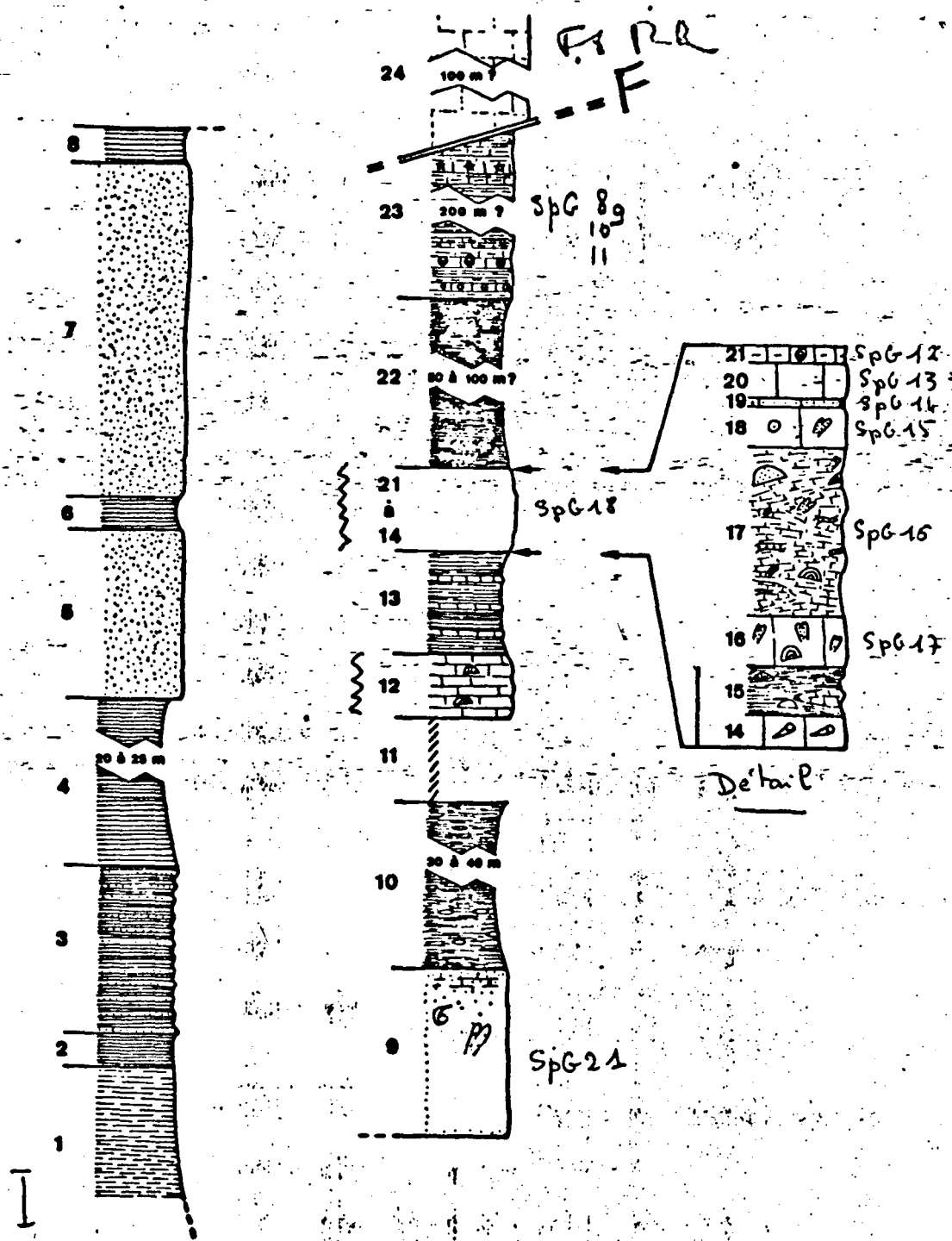


17
 Fig. 42 - Vue panoramique, depuis le pied du sommet 3028 en calcaires dévoniens de la Formation de Bokan (au premier plan), vers le Nord-Ouest, sur la longue crête du Spin Ghar, en calcaires dinantiens dans sa partie sud, en calcaires dévoniens de la Formation de Bokan dans sa partie nord. [29-8-78].

dan la de p... : les depts W du Dakh-e Gulzangi
 où l'extension (Kefelle?) au fer de D...
 à l'ouest, sur le g... , du D-e...
 sont p...

L.9

Fig. ~~X~~ - Coupe schématique et interprétative du Spin Ghar.



50
 Fig. 14 - Série stratigraphique du Spin Ghar dans l'unité tectonique (a) la plus orientale.

1 ? à 23: FORMATION DES SCHISTES
 ET CALCAIRES JAUNES D'OLSENAK.

- 14 - (0,40 m). Calcaires à constructeurs solitaires.
- 15 - (0,60 m). Schistes à colonies et blocs de calcaire.
- 16 - (0,60 m). Calcaires renfermant de nombreux organismes branchus et quelques formes massives. SpG 17
Faune. Stromatopores: *Hermatostroma schlueteri*.
- 17 - (2 m). Schistes à blocs de calcaire récifal et colonies. SpG 16
Microfaciès: Floatstone. Entre les organismes; wackestone; biomicrite quartzifère. Bioclastes (nombreuses zoécies et autres débris de Bryozoaires, fragments de Brachiopodes, entroques, rares fragments de Serpulidés?). Quelques structures fenêtrées; effet d'ombelle sous certains bioclastes. Quartz anguleux de petite taille (60-120 μ m). Certains bioclastes (*zoécies*) souvent partiellement silicifiés à leur périphérie ou aureolés d'une zone plus ou moins discontinue de silicification large de 30 à 400 μ m.
Faune: Stromatopores: *Anostylostroma* sp.
Tabulés: Coénitidés.
- 18 - (0,50 m). Banc calcaire à nombreux débris d'organismes constructeurs et rares colonies (Tabulés). SpG 15
Microfaciès: Rudstone. Biomicrudite. Gros bioclastes (entroques, débris de constructeurs) dans une matrice micritique quartzifère; ~~un peu de~~ *sparite* syntaxiale autour des entroques. Contacts stylolithiques fréquents entre les bioclastes; certains d'entre eux (surtout les entroques) imprégnés de limonite.
Faune. Tabulés: *Thamnopora* sp.
- 19 - (0,10 m). Banc gréseux à patine rousse ^{à l'extérieur de} Petits nodules verdâtres. SpG 14
Faune.
- 20 - (0,40m). Banc calcaire à débris de constructeur. SpG 13
Microfaciès: Packstone. Aspects très irrégulier; gros éléments millimétriques à centimétriques de quartzifère, plus ou moins remaniés et séparés par des dépôts irréguliers ferrugineux dans un sédiment plus gréseux à bioclastes imprégnés de limonite, parfois microperforés, oolithisés et glauconitisés?, quelques débris phosphatés?
- 21 - (0,20 m). Calcaires argileux à débris d'organismes. SpG 12
Microfaciès. Très voisin de celui de l'échantillon AF 78 SpG 15.
Faune: Bryozoaires.
- 22 - (plusieurs dizaines de mètres). Schistes noirs, fins, avec quelques bancs un peu plus calcaires.
- 23 - Epaisse série (dépassant la centaine de mètres?) argilo-calcaire, replissée et sans doute faillée, avec plusieurs bancs de calcaires crinoïdiques jaunes souvent riches en Bryozoaires noduleux et renferment parfois quelques Orthocères. Un banc à très nombreux calices d'Echinodermes. SpG 8, 10, 11
Calcaires à Bryozoaires.
Microfaciès. Localement, boundstone à Bryozoaires dans un sédiment très voisin de celui de l'échantillon AF 78 SpG 15. Matrice ~~locale~~ plus micritique, plus bioclastique ou plus quartzifère, parfois remaniée en gros intraclastes centimétriques.
Faune. Tabulés: Alvéolitidés.
Nombreux Bryozoaires.
Niveaux à calices d'Echinodermes. SpG 9
Microfaciès. Rudstone. Biosparudite. Bioclastes de toutes tailles (100 μ m à 3 cm), dans un ciment de sparite à disposition souvent syntaxiale. Structures géotropes; remplissage micritique en partie finement dolomitisé (arkérite).

9
a

par endroits

à laquelle le terrain d'Olsevak
pre a été libéré

Au-dessus, on trouve la FORMATION DE BOKAN; le contact est de nature tectonique. Comme dans la coupe précédente du Sin-Ghar, le MEMBRE INFERIEUR DES CALCAIRES RUBANÉS est vraisemblablement supprimé par cet accident.

LE MEMBRE DES CALCAIRES MASSIFS est bien représenté) mais très tectonisés, en une série d'écaillés. Leur épaisseur, très difficile à évaluer, pourrait néanmoins dépasser largement la centaine de mètres (fig. 42, terme 24).

Microfaciès. Rudstone. Biosparudite ou biomicrite très recristallisée et localement silicifiée. Sp 65, 677

b) - Dans l'unité tectonique suivante, on retrouve les deux formations précédentes.

* LA FORMATION D'OLSENAK est très peu visible; elle n'est représentée par quelques mètres de calcaires gris à Bryozoaires et de schistes (fig. 39, terme 25). Sp 64

Microfaciès.
Faune.

* Le passage avec la FORMATION DE BOKAN n'est pas visible; cette dernière débute par son MEMBRE INFERIEUR, représenté par une dizaine de mètres de calcaire rubanés, bicolores gris et rougeâtres.

Elle se poursuit par le MEMBRE DES CALCAIRES MASSIFS, représenté par plusieurs dizaines de mètres de calcaires clairs, roses qui viennent butter sur un accident vertical de direction N 15 qui prend le Spin-Ghar en écharpe (fig. 41).

c) - Au-delà de cette faille, on retrouve la Formation de Bokan et toute la partie sommitale du Dévonien. La série est ici extrêmement condensée. (fig. 43).

* LA FORMATION DE BOKAN débute par le MEMBRE INFERIEUR, représenté par 5 à 10 m de calcaires jaunâtres (fig. 57, terme 28). (fig. 58, terme 29)

Ils sont suivis par le MEMBRE DES CALCAIRES MASSIFS; il s'agit de calcaires roses dont l'épaisseur totale n'est ici que d'une dizaine de mètres (rappelons qu'elle dépassait la centaine de mètres un peu plus à l'Est).

* Au-dessus, la FORMATION DES CALCAIRES RECIFEAUX DU SIN GHAR est épaisse de 10 à 12 m. Il s'agit de calcaires gris bleutés à très nombreux constructeurs (fig. 59, terme 30).

A la base, formes essentiellement massives de Stromatopores, de Tabulés, de Tétracoralliaires coloniaux, formes branchues plus rares. Sp 64

Microfaciès. Framestone. Très nombreux organismes. Rares plages de biosparudite (entre les organismes massifs) ou de biomicrite quartzifère (entre les organismes branchus).

Faune. Stromatopores: Atelodictyon cf. connectum, Clathrocoilona sp., ? Hermatostroma sp.

Tabulés: cf. Pachyfavosites, Thamnopora sp., Crassialveolites sp., Coenitidés, Syringoporidés, Staphylopore sp. 2.

← Au sommet, très nombreux Tétracoralliaires phacéloïdes.
 ← Microfaciès. Bafflestone. Entre les organismes, biomicrorite ou Sp 6 3
 ← micrite; quelques plages de sparite.
 Faune. Stromatopores (finement encroûtants): Clathrocollona sp.
 Tétracoralliaires: Disphyllidés.

Du Kous-Esian

* Au-dessus on observe la FORMATION ~~KAMAR~~. Elle est constituée des termes suivants (31, 32).

- 31 - (3 m). Calcaires jaunes.
- 32 - (10 m). Calcaires violacés très crinoïdiques riches en Réceptaculites. Pas de Bryozoaires. Microfaciès. Sp 6 2
- 33 - (2 à 3 m). Calcaires jaunes.

* Seuls quelques dizaines de mètres à peine de ~~l'assise~~ pélites noires ou rougeâtres, appartenant à la FORMATION DE OKAK, sont visibles (terme 34).

* Le contact avec la puissante barre ^{de} calcaires du Dinantien (terme 35) qui forme l'ossature de Spin Ghar est en effet de nature tectonique et supprime une partie de la Formation de Okak.

18. 3 - Age des formations

Des échantillons ^{provenant} du terme 9 ^{de la} Formation d'Olsenk ^{et} confiés à M. Vanguetaine, ont fournis des spores et des Acritarches très mal conservés ~~et~~ dénotant une forte évolution de la matière organique. Parmi les formes reconnues, Hystricosporites sp. débute au Dévonien moyen-extrême sommet de l'Emsien en Belgique et en Allemagne.

Un peu plus haut dans la même formation, les termes 14 à 21 ~~et~~ ont livré une faune abondante de constructeurs (Stromatopores, Tabulés, Tétracoralliaires) dont les affinités sont ~~plutôt~~ givéliennes ^{à frasnien} ^(fin de T. U. R.)

Les Tétracoralliaires ont plutôt des affinités frasnien, avec en particulier: *Elmophyllum* cf. *chitalense* et une forme proche de spécimens du Chitral que C. Reed rattache à *Egarhophyllum*

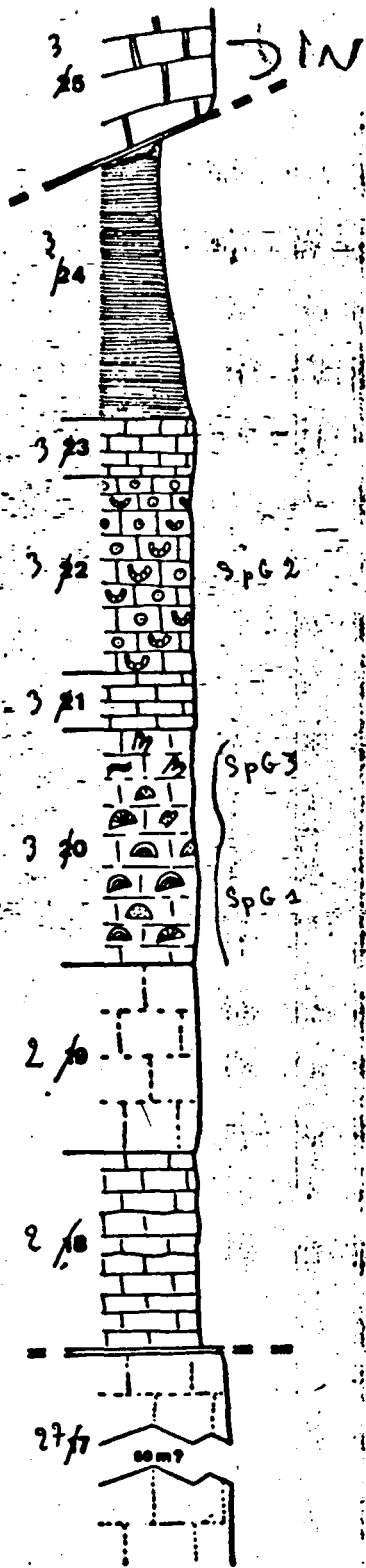
cœspitosum ~~et qui proviennent~~ ^{et qui proviennent} de bancs qu'il attribue au Frasnien (com. orale J. H. Robert) - Par ailleurs ~~le~~

le genre *Solonnella* ^{qui provient} n'est connu que par l'espèce type, de Frasnien du Nord-Ouest du Kazakhstan (com. orale J. H. Robert). Parmi

les Stromatopores identifiés, *Hemastroma schusteri* ~~et~~ ~~Elmophyllum~~ est une espèce fréquemment décrite autour de la limite givélien-Frasnien.

Par contre *Stictostroma usakensis* n'est connu que dans le Dévonien moyen de l'Oural.

La faune de constructeurs ^(Stromatopores, Tabulés) de la Fo. de Spin Ghar a des affinités rather sub-devoniens. (quelques ~~particuliers~~). (terme 30)



51) fig. 45 - serie stratigraphique au spin ghar dans l'unité ~~secteur~~ () la plus occidentale.

- 28 à 29: FORMATION DE BOKAN,
- 28: MEMBRE INFÉRIEUR DES CALCAIRES RUBANES,
- 29: CALCAIRES MASSIFS,
- 30: FORMATION DES CALCAIRES CONSTRUITS DU SIN GHAR,
- 31 à 33: FORMATION DU KOH-E GIRU,
- 34: FORMATION DE OKAK.

17 19. Coupe DU KOH-E BARIK CENTRE.

19.1 - Localisation

x
b-k
9
Au Sud-Ouest du Spin-Ghar, après la ^{trouée} ~~traverse~~ de la Daria Osgan, la longue crête qui borde le Dosh-e Kdub se poursuit par le Koh-e Bark puis le Bark Ghar. Trois coupes ont été levées dans cet ensemble. La plus septentrionale va du Koh-e Bark Surkhi-Ghar à l'Est (fig. 42).

52

19.2 - La série

x
x
Comme précédemment (coupe du Spin-Ghar), le Dévonien est tectoniquement répété. Je le décrirai dans chacune des unités reconnues d'Est en Ouest.

53

III - a - Dans l'unité la plus orientale, affleurent les Formations de Sar-e Bum et d'Olsenak.

* La FORMATION DE SAR-E BUM est constituée de grès pélitiques rougeâtres à nombreuses traces de Zoophycos; elle forme le Surkhi-Ghar (= "la crête rouge") et le sommet 3173. Son épaisseur n'a pas été relevée en détail mais elle dépasse sans doute la centaine de mètres.

* Au-dessus, la FORMATION DES CALCAIRES ARGILEUX ET ^{SCHISTES} ~~MASSIFS~~ JAUNES D'OLSENAK est en partie masquée par des travertins et autres dépôts ^{de terrasses} ~~de~~ quaternaires.

+ passage latéral

IV - b - ~~Chevauchant cet ensemble~~, on observe une vaste structure anticlinale, complexe et faillée, formée de terrains appartenant aux formations suivantes de Bokan, du Sin Ghar et du Koh-e Ghar.

la
* FORMATION DE BOKAN ~~est~~

* Uniquement représentée par les ~~massifs~~ CALCAIRES MASSIFS qui arment cette structure anticlinale et constitue en particulier le sommet 3030.

la
* FORMATION DES CALCAIRES GRIS RECIFEAUX DU SIN GHAR ~~est~~ est bien développée, et constituée des deux termes suivants.

- Calcaires bariolés, rouge et gris, jaunâtres d'aspect parfois bréchi- que, karstifiés
Microfaciès. Rudstone. Entre les gros débris d'organismes: bio- sparudite. Bioclastes (entroques) parfois imprégnés de fer. Matrice de nature micritique, recristallisée en larges plages de pseudosparite.
Faune. Tabulés: Favositidés indét., Thamnopora sp.

78068

3130

53
Fig. 46 - Coupe schématique du Koh-e Barlk centre.

- Calcaires gris à nombreux organismes constructeurs massifs, lamellaires ou branchus. 667

Microfaciès. Rudstone. Entre les fragments d'organismes: grainstone, biosparite localement quartzifère. Bioclastes souvent très arrondis.

X Quartz abondant localement (100 à 200 μ m). ^{taille:}

Faune. Stromatopores indét., certains avec des tubes de Caunopores.

Tabulés: Favosites sp., cf. Pachyfavosites ?^{sp.}, Thamnopora sp., Chaetétidés.

Tétracoralliaires solitaires indét.

⁶ FORMATION DES ENCRINITES DE KAMAR. ^{OU KOH-E CIRU est représentée par quelques}

Elle est représentée par quelques mètres seulement de calcaires jaunes et violacés, visibles dans les petits replis synclinaux qui affectent la structure.

espace → *A l'extrémité occidentale de cette unité, la FORMATION DE SARE-E BUM pourrait réapparaître très localement à la faveur d'accidents.

+11 (c) - En contact anormal sur la précédente, une ^{d'}quatrième unité montre à l'affleurement un nouvel ensemble anticlinal.

* Au coeur de cet anticlinal on observe la FORMATION DES ENCRINITES DE KAMAR. DU KOH-E CIRU

* Au-dessus repose la FORMATION DES SCHISTES DE OKAK, surmontée par les calcaires dinantiens, eux-mêmes, suivis des schistes noirs à petits niveaux de calcaires noirs du Carbonifère.

+11 - d - La dernière unité, chevauchante sur la précédente, est constituée par les FORMATIONS DE BOKAN p.p. (nomme des Calcaires massifs), ^{les} ~~des calcaires noirs~~ du SIN GHAR et du KAMAR, ^{particulièrement} directement surmontés par la barre des calcaires dinantiens qui forme l'ossature proprement dite du Koh-e Bark, en bordure du Dasht-e Kotub.

19. 3 - Eléments de datation des formations ^{est} ^{permettre de la dater}

Aucune formation rencontrée dans cette coupe n'a fourni de restes fossiles suffisamment bien conservés pour les dater. En particulier la faune de constructeurs, ^{particulièrement} très abondante dans la Formation du Sin Ghar, est très mal conservée; ^{particulièrement} par analogie avec ce qui est connu ailleurs, on peut sans doute lui attribuer un âge givétien ?

^{on s'en rend compte} ~~on s'en rend compte~~ ^{on s'en rend compte}

(18) 20 Coupe DU KOH-E BARIK SUD

20.1 - Localisation

La coupe décrite ^{succinctement} sommairement ci-après a été observée à environ 1 km au Sud de la coupe précédente (fig. 41).

52

23, 2 - La série

Ici aussi le Dévonien se présente en plusieurs unités tectoniques, analysées successivement ci-après d'Est en Ouest (fig. 27). 54

a) Dans l'unité la plus orientale, la FORMATION DES CALCAIRES ARGILEUX ET SCHISTES JAUNES D'OLSENKAK est bien développée. ←

Deux niveaux ont livré une faune de constructeurs. in d'chart.

- Calcaires jaunes argileux à nombreux organismes branchus (Tabulés) et Tétracoralliaires solitaires. BG 10

← Microfaciès. Floatstone à débris centimétriques de constructeurs. Entre les organismes; biomicrosparudite; bioclastes représentés par de grosses entroques de 3 à 8 mm. Sparite syntaxiale très fréquente autour des entroques. Micrite ou pseudosparite. Aspect laminé, étiré, des bioclastes alignés selon la schistosité qui apparaît dans la roche.

Faune.

Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp.

Quelques mètres au-dessus, calcaires jaunes à Bryozoaires noduleux et autres constructeurs (= COUCHES A BRYOZAIRES). BG 11

← Microfaciès. (Floatstone à) framestone. Entre les organismes; ^{en fait plus ombres, qui-jamais} ~~floatstone~~ ou wackstone; ~~Alveolites~~ du biomicrite; bioclastes très diversifiés (nombreuses entroques, zoécies, fragments de coquilles de Brachiopodes, petits débris de constructeurs...), souvent arrondis, certains microperforés ou imprégnés d'oxyde de fer, dans une micrite parfois quartzifère; nombreux contacts stylolithiques. Localement, dans les loges de certains constructeurs, des accumulations de péloïdes (taille: 60 à 100 µm).

Faune. Stromatopores: Stachyodes australe.

Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp., Crassialveolites sp.

Tétracoralliaires solitaires: Peneckiella? sp., Heterophyllum? sp., Harzella? sp. ^{est visible sur} Macaraca

Bryozoaires Fistuliporidés.

b - Au-dessus, en contact tectonique, on trouve successivement le, Famaron du Singhar, du Koh-e Ginn et de Shakti.

* La FORMATION DES CALCAIRES RECIFEAUX DU SIN-GHAR ^{est visible sur} est une dizaine de mètres ~~ou plus sont visibles~~. Ils sont très fracturés et recristallisés. ^{à base. Le sur des calcaires}

← Microfaciès. Framestone (ou floatstone) à gros débris centimétriques à décimétriques d'organismes constructeurs dans une matrice biomicritique très recristallisée où seules les entroques sont reconnaissables. Nombreux filaments de calcite.

Faune. Stromatopores indét.

Tabulés: ? Pachyfavosites sp., Thamnopora sp., Alveolites sp.

BG 12
13

Du K. W. - E. d'Okak

* La FORMATION DES ENCRINITES DE ~~KAMAR~~, représentée par une cinquantaine de mètres environ de calcaires jaunes ou rouges violacés toujours très crinoïdiques. Dans le détail on note l'alternance suivante.

- Quelques bancs de calcaires jaunes.
- Une dizaine de mètres de calcaires violets à nombreux Réceptaculites jaunes et encrines claires.
- Une quinzaine de mètres de calcaires jaunes.
- A nouveau, une dizaine de mètres de calcaires violets à Réceptaculites.
- Quelques mètres de calcaires jaunes.

* La FORMATION DES SCHISTES DE OKAK, partiellement cachée par des dépôts quaternaires, ~~elle~~ montre quelques bancs quartzitiques.

c - Au-delà des dépôts quaternaires (qui pourraient masquer un contact anormal ~~??~~), on trouve les calcaires du Dinantien, à disposition anticlinale, qui forment le petit sommet 3056.

Ils sont surmontés par une série schisteuse carbonifère.

d - Comme dans la coupe précédente, un chevauchement fait reposer sur les schistes carbonifères - la série dévon-carbonifère (Formation de Bokan, du Sin-Ghar, de Kamar, de Okak p.p.) et, par l'intermédiaire d'un contact anormal, la barre dinantienne.

3 - Éléments de datation des formations

Dans l'unité la plus orientale (a), la Formation d'Olsenak a fourni des restes de faunes qui semblent indiquer le Frasien (AF 78 BG11). Il s'agit en particulier, des fragments de Stachyodes australe et d'autre part de la faune de Tétracoralliaires dont les affinités sont plutôt frasniennes. Toutefois les échantillons sont souvent mal conservés pour être tout à fait affirmatif. La présence des Concha & Bryozoa confirme cette datation.

Dans l'unité suivante (b), les calcaires récifaux de la Formation de Sin Ghar ont livré une faune de constructeurs (essentiellement des Tabulés) très mal conservée, fortement recristallisée que l'on peut toutefois rapprocher, avec beaucoup de réserves, de faunes givétiennes connues ailleurs.

21 Coupe DE BARIK GHAR

21.1 - Localisation

La coupe suivante, d'orientation N-S, part de l'extrémité méridionale du Barik Ghar et rejoint le sommet 3410 du Foladay Ghar. Le panorama à partir de ce sommet donne un bon aperçu de la tectonique qui affecte les terrains paléozoïques dans ce secteur et de la disposition qui en résulte. (fig. ~~10~~ ¹¹).

vers le Sud-Est

est Oulak Sud-Est

52

(fig. 11)

structure

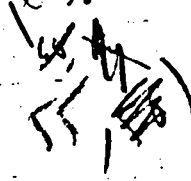


Fig. 17 - Coupe schématique du Koh-e Barik sud.

54

21.2 - La série

a bancs calcaires riches en Brachiopodes: Torynifer sp., Necrolier sp. (coll. AF 78 BG 3 et 4).

X La description suivante concerne la partie occidentale de la coupe chevauchant sur les schistes carbonifères, on observe successivement les Fomorian du Bokan, du Koh-e Gira et de Chakt.

* La FORMATION DE BOKAN composée de ses deux membres.

+11 - Le MEMBRE INFERIEUR DE SAFEDAK, épais d'une trentaine de mètres environ, constitué de calcaires sombres, rubanés gris et jaunâtres.

l'explique ici

+11 - Après une lacune d'observation, les

X MEMBRE DES CALCAIRES MASSIFS, très fracturés, tectonisés formant une structure anticlinale, épais de plusieurs dizaines de mètres au moins. Il s'agit de calcaires clairs, blanc rosé, très recristallisés.

~~lacune d'observation.~~

X ~~de la~~ du Koh-e Gira, qui se relie directement à celle de Bokan, elle se trouve ici

X * La FORMATION DE OKAK est visible sur 30 à 35 m environ. Elle est constituée des termes suivants.

1 - (10 à 15 m). Calcaires jaunes, crinoïdiques à très nombreuses colonies de couleur claire, de Bryozoaires nodulicuses, de taille centimétrique à décimétrique, en position de vie ou retournées. BG 2

COUCHES A BRYOZAIRES

X Microfaciès. Floatstone ou framestone. Entre les organismes: mudstone à waxstone; biomicrite quartzifère ou micrite. Bioclastes essentiellement représentés par des entroques. Faune. Bryozoaires Fistuliporidés.

2 - (10 m). Calcaires crinoïdiques jaunes, orangés ou violacés à nombreux Receptaculites.

X 3 - (12 m). Calcaires crinoïdiques, jaunes, recristallisés, avec des bancs gris jaunâtres ou verdâtres; dans certains bancs, très nombreuses colonies de couleur grise, de Bryozoaires, la plupart en position de vie. BG 1

X Microfaciès. Framestone. Matrice identique à celle de l'échantillon AF 78 BG2.

Faune. Bryozoaires Fistuliporidés.

X * Au-dessus, par l'intermédiaire d'un contact anormal avec suppression de la FORMATION DE OKAK, on observe les calcaires gris, bleutés, du Dinantien, faillés et plissés, qui s'enfoncent ensuite sous les dépôts quaternaires du Dasht-e Kotub. La barre dinantienne apparaît ici très réduite par rapport à ce qu'elle était plus au Nord; vers le Sud, elle s'amenuise encore puis ~~semble~~ semble disparaître mais elle en la retrouve ensuite très bien développé à l'approche du Dasht-e Nawar.

21.3 - Age des formations.

Des ~~une~~ ^{une} ~~loges~~ de faciès, mais ~~aucun~~ ^{aucun} élément de datation (autre que des analogues de faciès).

Seuls les Coules à Bryozoa ~~semblent~~ ^{semblent} appartenir à l'Étarien supérieur du Koh-e Gira.

Il convient de souligner la faible épaisseur du gis de Nawar dans cette coupe ^{apparemment} ~~apparemment~~ ^{réalisée} par la Formation de Bokan.

(à peine 100 m)

22

Coupe DE TERNAWA NORD

22.1 - Localisation

Quelques kilomètres au Sud de la coupe précédente, la vallée de Ternawa entaille perpendiculairement les structures (p. 50).
Deux coupes ont été observées, sur les deux flancs nord et sud de la vallée. Le Dévonien est très peu représenté; toutefois l'analyse de ces coupes est intéressante pour établir le lien entre les observations précédentes et les levés plus méridionaux. La coupe nord montre à nouveau une série très tectonisée.

22.2 - La série

En contact anormal, chevauchant directement le Silurien, on observe la puissante barre dinantienne du Sahquadan Ghar, surmontée par une série de schistes et calcschistes crinoïdiques, violacés à Fenestelles qui en tapisse le flanc ouest; la série carbonifère se poursuit par des schistes noirs et quelques bancs de quartzites; elle est en partie masquée par des dépôts discordants, rouge brique, du Crétacé ?

Au-dessus, un deuxième contact anormal fait réapparaître une vingtaine de mètres de calcaires dinantiens, surmontés de schistes sombres du carbonifère.

Un nouveau contact anormal fait chevaucher une troisième barre calcaire, à structure anticlinale faillée et très tectonisée, qui constitue la terminaison méridionale du Foladay Ghar et pourrait à nouveau représenter le Dinantien associé ou non à des écaillés de Dévonien (Formation de Bokan).

Au-delà, on observe une puissante série de schistes noirs à petits bancs de quartzites du carbonifère qui se poursuit jusqu'au Zardquarkh, au Nord de Siah-Reg, jalon dévonien entre le Bark Ghar au Nord, et le Koh-e Yak ruyā au Sud.

22.3 - Age des formations et Amnégaphan

23

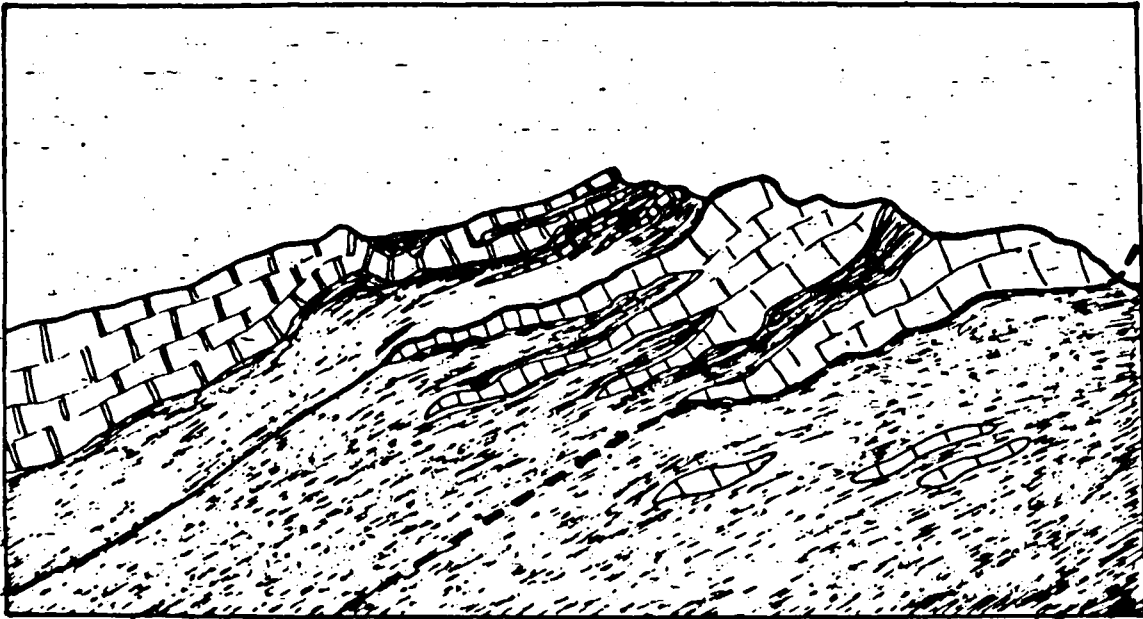
Coupe DE TERNAWA SUD

23.1 - Localisation

Sur le flanc sud de la vallée de Ternawa on observe la coupe suivante qui présente quelques différences avec celle levée sur le flanc nord.

Aucun élément paléontologique ne permet de confirmer la présence de Dévonien, qui apparaît d'éléments de la Formation de Bokan; le Dévonien calmarin apparaît ici très peu d'effet, (voire absent) dans cette coupe. Une observation de cl. Stedde ban de 1927 nous rappelle cette constatation (p. 50): les laves & calcaires (Dinantien et Dinantien) du Foladay Ghar semblent correspondre à des lamelles qui s'effilochent par ailleurs dans les schistes, vers le Sud.

Fig. 51 - Coupe schématique de Ternava nord.



57
Fig. 52 - Vue, depuis le Dosang Ghar (cf. fig. 1), vers le Nord-Ouest, sur la crête de Foladay Ghar (d'après des notes de terrain de Cl. Heddebaut) montrant différents niveaux calcaires et en particulier ceux formant le sommet 3410 (cf. fig. 14), qui "s'efflochent" latéralement dans les schistes. [13-8-76].

23, 2 - La série

La coupe débute à l'Est, à la hauteur de Khusqol, dans les grès et schistes gréseux sombres de l'Ordovicien à Bilobites et Trilobites (K. Fesefeldt ~~et al.~~ ~~et al.~~, 1964, p. 196).

Ils sont surmontés par une épaisse série (plusieurs centaines de mètres ?) de schistes luisants, verdâtres, admettant quelques intercalations quartzitiques et représentant le Silurien.

* Les schistes précédents passent progressivement aux grès de la FORMATION DE ~~KAMALIA~~. Ceux-ci renferment plusieurs niveaux plus calcaires, riches en Orthocères, et quelques bancs conglomératiques. Ils sont plissés et faillés; leur épaisseur est difficile à évaluer, elle pourrait être de l'ordre de 200 à 300 m.

* Au-dessus, en contact sans doute normal, on observe une série essentiellement schisteuse, appartenant vraisemblablement à la FORMATION D'OLSENAK. Elle est épaisse de plus de 200 m et comporte les termes suivants.

avec des niveaux plus calcaires

- (une centaine de mètres ou plus). Schistes.
- (30 à 40 m). Calcaires argileux, bleutés en cassure, jaunâtres à l'altération, bien lités, à petits joints ferrugineux ondulés, crinoïdiques surtout à son sommet.
- (30 m). Schistes très fins.
- (10 m). Calcaires massifs, gris brunâtres, à Stromatactis.
- (40 m). Schistes verdâtres très fissiles.

* ~~Chevauchant~~ vraisemblablement l'ensemble précédent, on observe un ensemble à dominante carbonaté, épais de 150 m environ, représentant sans doute le Dinantien.

- Il débute par une puissante barre calcaire (40 m) formant en particulier le Dosang Ghar, qui pourrait prolonger le Sahqadam Ghar et qui, vers le Sud, ira en s'épaississant considérablement; elle atteint en effet 100 à 150 m, 3 km plus au Sud à la hauteur de Podina.

- Il se poursuit par une alternance décamétrique de schistes gréseux ou calcaireux, souvent noirs ou violacés, crinoïdiques, riches en Fenestelles, et de calcaires rouge violacé ou jaunâtres, eux aussi plus ou moins crinoïdiques.

* Vers l'Ouest, on n'observe que des affleurements de schistes du Carbonifère, avec quelques "noyaux" calcaires (prolongement de la barre du Foladay Ghar ?), largement cachés par des terrasses quaternaires.

3 - Age des formations

la tilled

~~Fig. 33~~ -- Coupe schématique de Ternawa sud.

(271)

Coupe du KOH-E YAKRUYA à BINISANG

(fig. 58) 58

2h. 1 - Localisation

En bordure ouest de la piste qui conduit, vers le Sud, au Dasht-e Nawar, juste au NE de Binisang, le petit massif du Koh-e Yak ruya émerge des schistes du Carbonifère. Il a permis de lever la coupe suivante.

2h. 2 - La série

Carbonifère

dan l'ensemble

L'ensemble des terrains est très tectonisé, fracturé et montre un fort pendage vers le SE à l'inverse de toutes les séries observées précédemment. ce qui s'observe dans toutes les coupes précédentes

D'Est en Ouest on observe la série suivante (fig. 58)

Succession

(terme 1)

* En contact anormal avec les schistes du carbonifère, la FORMATION DE BOKAN semble représentée par quelques mètres de calcaires blancs ou gris, clairs, massifs, très recristallisés et veinés de passées rougeâtres (terme 2).

* On observe ensuite une série épaisse d'une quarantaine de mètres, de calcaires qui pourraient représenter la FORMATION DU SIN GHAR avec successivement.

3) - (10 m environ). - Calcaires gris bleus, en petits bancs assez plissotés. B i S 4

Microfaciès

Faune *Rachio-podes* : *Atrypacés indét.*

4) - (15 m environ). Calcaires jaunes à niveaux un peu violacés.

5) - (10 m environ). Calcaires foncés, gris noir en petits bancs.

6) - (15 m). Calcaires massifs bleutés, à organismes constructeurs. Niveaux de brèche ? B i S 2

Microfaciès.
Faune.

* Au-dessus, on trouve la FORMATION DES ENCRINITES DE ~~KOH-E~~, représentée par 1 m environ de calcaires jaunes en petits bancs (terme 7).

Un accident répète la série et permet d'observer à nouveau:

. 2 mètres de calcaires de la FORMATION DU SIN GHAR (terme 8);

. Quelques mètres de calcaires jaunes à Réceptaculites de la FORMATION DE ~~KOH-E~~, DE KOH-E CIRU (terme 9);

Au delà on retrouve des schistes du Carbonifère (terme 10).

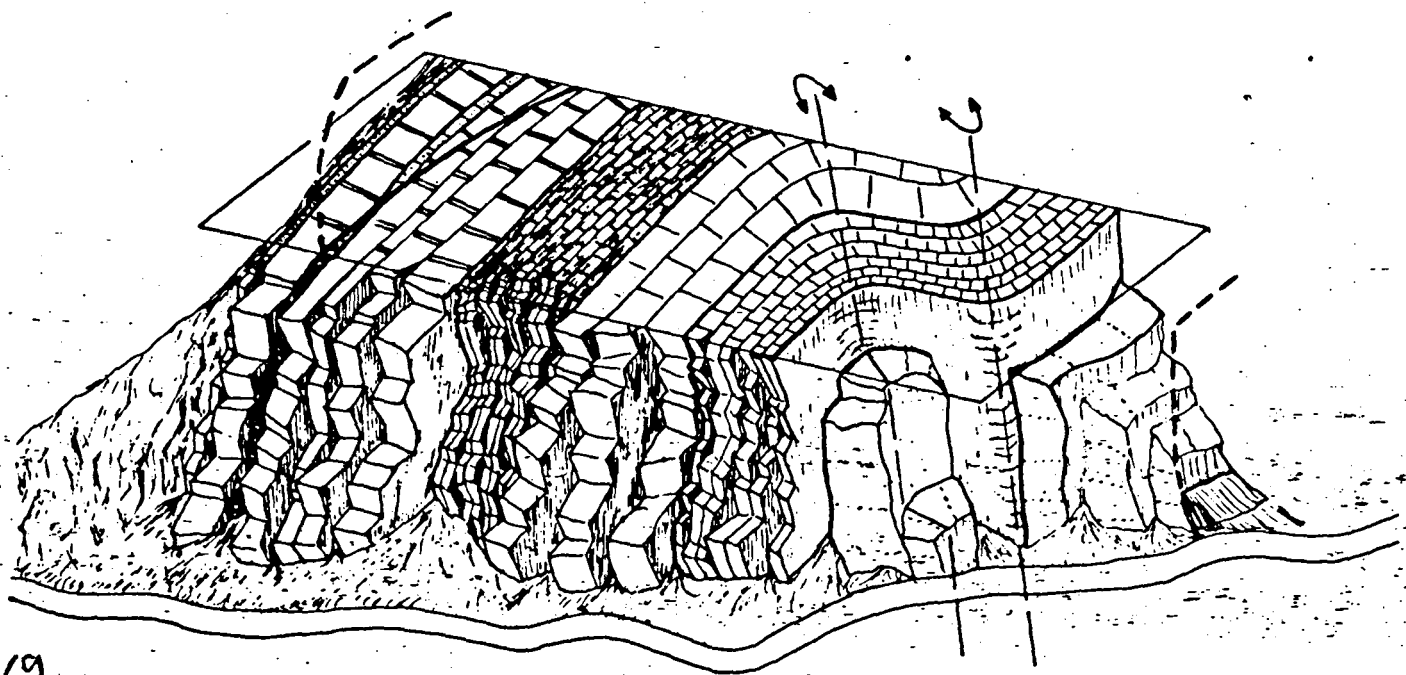
N.B. La série décrite ci-dessus pourrait en fait être beaucoup plus compliquée tectoniquement et correspondre à un anticlinal suivi d'un synclinal faillé, où des accidents supprimeraient plusieurs termes (interprétation de Claude Heddebaut, fig. 58).

2h. 3 Age des formations

60

Année 1962

Handwritten notes and scribbles at the bottom right.



59
 Fig. 59 - Croquis schématique simplifié de la succession des terrains à la terminaison méridionale du Koh-e Yakruya, près de la localité de Binisang ("le nez de pierre"). [11-9-78].

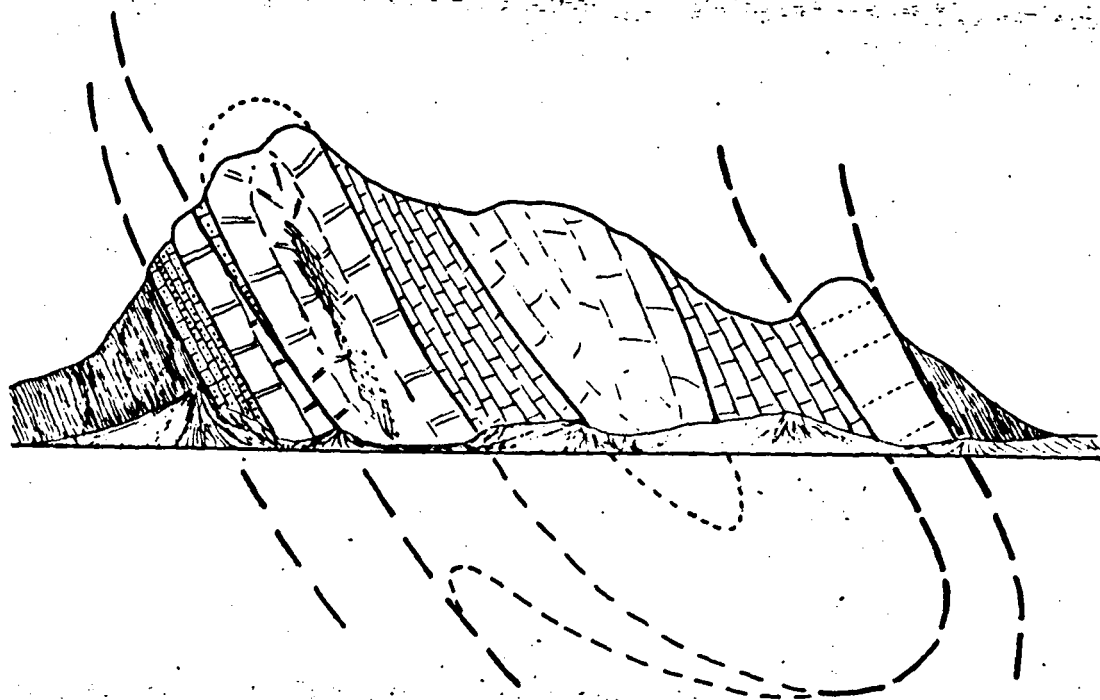


Fig. 54 - Coupe schématique interprétative du "Binisang", d'après Cl. Heddebaut.

Les trois coupes suivantes sont très rapprochées les unes des autres, mais donnent une idée des variations de la série dévonienne.



25

Coupe de QUARK-E BODAK NORD

1 - Localisation

La coupe décrite ci-après a été observée dans l'extrémité nord du massif du Quark-e Bodak, entre les sommets 3344 et 3413 (fig. 54).

2 - La série

La succession suivante atteint un peu plus de 300 m d'épaisseur, mais seule une partie de la série dévonienne a été observée.

* La série de la FORMATION DE SAR-E BUM ~~ne pas été observée mais elle est présente plus à l'Est (terme 1, fig. 53).~~

* Les calcaires argileux jaunes et les schistes de la FORMATION D'OLSENAK (terme 2, fig. 54) affleurent sur le flanc occidental de la vallée de Pot-e Chen. Ils renferment souvent de petites colonies noduleuses de Bryozoaires. Dans leur partie occidentale, les COUCHES CONSTRUITES A BRYOZOAIRES sont bien développées, sous forme de niveaux calcaires (lenticulaires ?) à Stromatactis et, localement, à très nombreux Bryozoaires associés à d'autres organismes (Tabulés parfois très abondants), édifiant de véritables biostromes; l'un d'eux, épais de 2 à 3 m, semble très continu et montre des surfaces irrégulières, rougeâtres, pouvant correspondre à des chenaux ou des niveaux d'érosion.

~~Microfaciès
Faune.~~

* Le contact avec la FORMATION DE BOKAN (terme 3, fig. 55) est de nature tectonique. Cette dernière forme en particulier le sommet 3344. Son épaisseur (plus d'une centaine de mètres visibles) est difficile à estimer. Elle semble former une vaste structure anticlinale. Elle apparaît ici relativement bien stratifiée (par rapport à l'allure qu'elle prendra plus au Sud). Il pourrait s'agir des niveaux supérieurs de la formation. Elle renferme plusieurs bancs de calcaires gris clair à Stromatactis, parfois très gréseux, ont livré des constructeurs et des Brachiopodes.

Microfaciès.
Faune.

Brachiopodes : Zdimir ?

* Le contact avec la FORMATION DE CAWAK est aussi de nature tectonique (fig. 56). Elle est épaisse de 15 m environ et se termine par la barre récifale du MEMBRE DE BODAK. On peut y observer la succession suivante.

- 4 - (20 m environ). Calcaires gréseux, gris à très fines stratifications obliques.
- 5 - (une quinzaine de mètres). Calcaires gris jaunâtre à traces de constructeurs.
- 6 - (20 à 30 m). Calcaires gréseux, rouges, crinoïdiques à lunachelles

58

58

2
P1

61

30 Q B 2 1

Q B 3

160

Q B 4

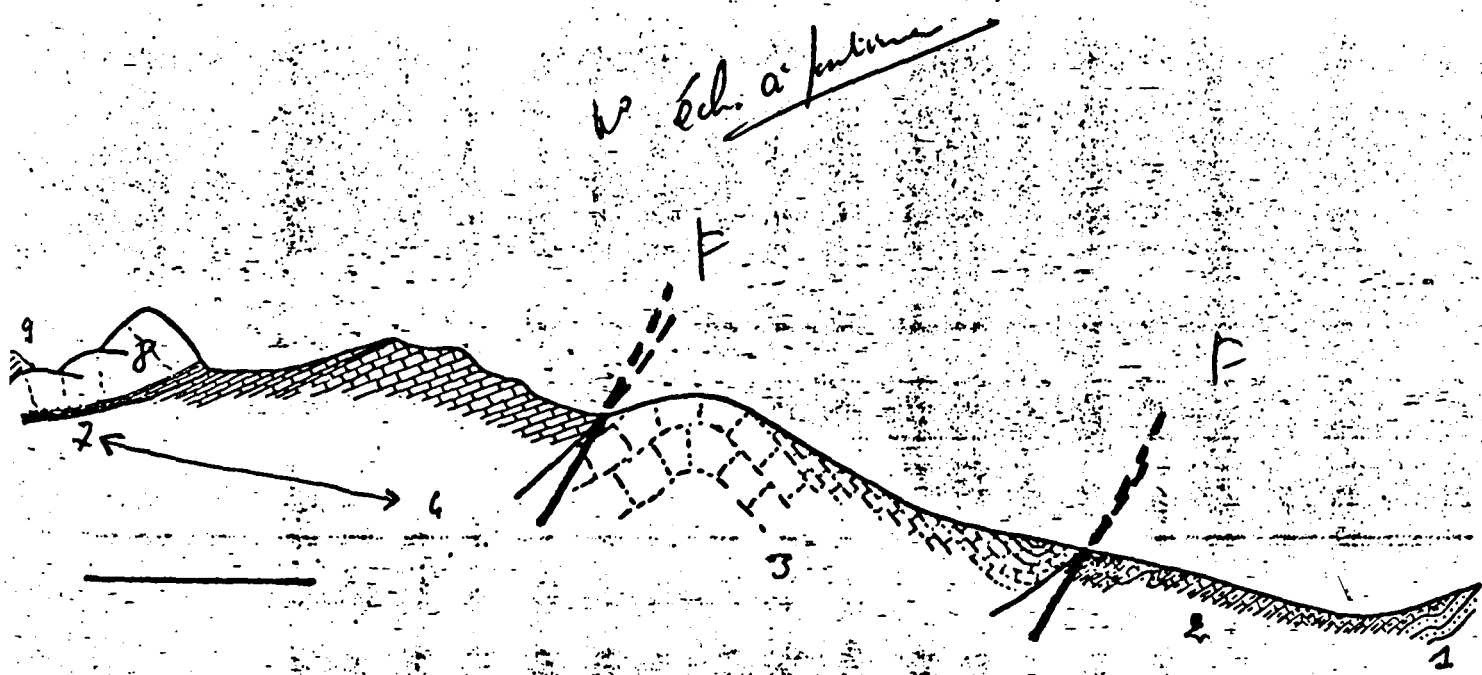


Fig. 61 - Coupe schématique de l'extrémité nord du Quarkh-e Bodak.

61

de Brachiopodes (à + 40 m de la base de la formation).

~~Microfaciès.~~

Faune. Brachiopodes: *Xylostrophia* sp., *Ardurpirifer intermedius*, *Klimatothyris* sp.
7 - (75 m environ). Calcaires gris ou noirs, parfois gréseux, avec certains bancs à organismes constructeurs et d'autres riches en Brachiopodes.

Q06 Seb

~~Microfaciès.~~

Faune. Brachiopodes: *Indospirifer*? sp., *Athyriacés*

411

L'ensemble précédent est surmonté par le MEMBRE RECIFAL DE BODAK (terme 8), qui apparaît très bien lité à sa base, mais passe progressivement à un ensemble non stratifié, très massif. Il atteint au maximum une trentaine de mètres d'épaisseur mais s'amincit très vite latéralement, formant, dans le paysage (fig. 62) une sorte de grosse lentille. Sa partie supérieure apparaît sous forme de larges mamelons.

* Au dessus, repose la formation du rocher bleu (fig. 61, tome 9)

25.3 - Age des Formations

Le sommet de la Formation de Bodak est lié à la limite des Brachiopodes qui indique la base probable de la limite Emmer supérieur.

Coupe de SYAH SANGAK

La formation de l'auval se situe le Dévonien moyen (Céfélon par le tome 8 et 9) et la base du Frasnien.

26.1 - Localisation

La coupe décrite ci-après a été levée par Cl. Heddehaut en 1977; elle se situe légèrement au Sud de la précédente. Elle part à l'Ouest, de la localité de Syah SANGAK, passe par le sommet 3413 et se dirige vers le sommet 3419 (fig. 74).

26.2 - La série

La série dévonienne observée est presque complète et épaisse d'au moins 400 m.

* La FORMATION DE SAR-E BUM est bien visible, en particulier les sommets 3419 et 3551.

Microfaciès. Grès à ciment calcaire dolomitisé. Quartz de taille très variable (60 à 500 um). Gros intraclastes centimétriques correspondant à d'anciens oncholites totalement ou partiellement dolomitisés dont le noyau peut être constitué de débris de Tabulés branchus? Péloïdes? dolomitisés. Rares biclastes? dolomitisés, non identifiables (sauf quelques entroques). Nombreuses microfracturations silicifiées.

72/31

* Au-dessus, la FORMATION d'OLSENAK (terme 10) semble dépasser la centaine de mètres d'épaisseur. Elle est constituée, à sa base, de schistes renfermant des bancs de grès rouges et des plaquettes calcaires; sa partie supérieure est nettement plus carbonatée: calcaires argileux jaunes et schistes renfermant de nombreux Bryozoaires.

Microfaciès. Framestone à Bryozoaires. Colonies encroûtantes, développées en colonettes de largeur centimétrique. Entre les colonies, wackestone à mudstone, biomicrite ou micrite quartzifère.

wackestone

* Le contact avec la FORMATION BOKAN (sus-jacente) (terme 3) est tectonique. Celle-ci est constituée de calcaires massifs rouges ou roses à Stromatactis, qui forment une très large voûte anticlinale.

HED 77/31

Handwritten symbols: a cursive 'a' and a cursive 'x'.

Handwritten circled number '26'.

Handwritten circled number '58'.

Handwritten word 'débute?'.

Handwritten signature 'Heddehaut'.

Handwritten note '(pe III, As. 7)'.

* Sur ces calcaires massifs, la FORMATION DE CAWAK repose en contact normal. Cl. Heddehaut y a levé la succession suivante.

a - (une cinquantaine de mètres). Calcaires gris bleu, bien stratifiés avec plus eurs niveaux à gros Brachiopodes. Microfaciès. Wackstone à packstone. Pelmicrite ou pelmicrosparite quartzifère et localement fossilifère. Pélicides abondants, de 60 à 150 um de diamètre, très certainement formés par des grains (petits Abioclastes ?) micritisés. Quartz abondants localement, souvent assez anguleux, taille moyenne 150 um. Bioclastes (débris de Bryozoaires, rares entroques...) irrégulièrement répartis et de taille très variable. Quelques Stromatactis associés à des fragments de Bryozoaires lamellaires. Micrite localement transformée en pseudosparite.

Faune. Brachiopodes :

- b - (30 m). Quartzites clairs.
- c - (10 à 20 m). Calcaires jaunes.
- d - (une dizaine de mètres). Calcaires rougeâtres crinoïdiques.
- e - (une cinquantaine de mètres). Calcaires jaunes.
- f - (30 à 50 m). Calcaires bleus, à Tétracoralliaires massifs et phacéioïdes et intercalation de bancs de grès. (Le sommet de ce terrain pourrait correspondre au MEMBRE DE QUAKHE BODAK).

~~Microfaciès.~~

Faune. Tabulés: Pachyfavosites sp.

g - (quelques mètres). Lacune d'observation.

* Au-dessus débute la FORMATION DE ~~KAKA~~ ^{KAW-EG (au)} épaisse d'une quarantaine de mètres et composée des termes suivants.

- h - (2 à 3 m). Calcaires jaunes.
- i - (2 m). Calcaires crinoïdiques jaunes rougeâtres à Réceptaculites.
- j - (2 à 3 m). Calcaires jaunes.
- k - (30 m environ). Calcaires crinoïdiques rouges à Réceptaculites.

* La FORMATION DE OKAK n'est pas visible et de toute évidence supprimée par faille puisque seuls 5 à 6 m de lacune d'observation (~~entre~~ ~~entre~~) séparent les derniers bancs visibles de la Formation de ~~KAKA~~ de la barre dinantienne (~~entre~~ ~~entre~~ 16) elle-même suivie d'une épaisse série de schistes à bancs de quartzites et intercalation de niveaux calcaires riches en Brachiopodes.

26.3 - Age des formations

Comme dans la coupe précédente, la Formation de Kawak doit représenter le Devonien moyen et, par son Membre de Quak-e Bodak, le Frasnien inférieur. La Formation du Koh-e Giru correspond au Frasnien ~~supérieur~~ moyen et supérieur.

27.1 - Localisation

La coupe décrite, part de Bulaqrah et emprunte, à l'Est de cette localité, le vallon orienté Nord-Ouest, Sud-Est (fig. 58).

27.2 - La série

Par rapport aux coupes plus septentrionales précédentes, les terrains dévoniens apparaissent beaucoup moins tectonisés et sont disposés en une série monoclinale régulière. Il en sera de même dans les coupes suivantes.

* La FORMATION DE BOKAN forme un vaste dôme anticlinal.



72 AF 30

91 AF 29

du Koh-e Giru



Seuls les analogies de faciès permettent d'essayer de proposer des datations, ~~basées sur les~~

avec les niveaux à Réceptaculites,

58

Juniémeur

~~Fig. 60~~ - Série stratigraphique de la coupe de Siahsangak.

Fig. 11 - Série stratigraphique de la coupe de Bulaqrah.

Au-dessus on observe une épaisse série carbonatée, à passées plus détritiques et épisodes récifaux parfois bien développés, représentant la FORMATION DE CAWAK. La partie supérieure de la formation montre les caractères suivants en fig. 63.

- 1 - (10 m). Calcaires noirs, construits, à Stromatopores, Tabulés, ~~Mura~~ Tétracoralliaires coloniaux et solitaires. Bu 4
~~Microfaciès.~~
- 2 - (10 m). Calcaires gris clairs à nombreux Tabulés branchus. Bu 5
~~Microfaciès.~~
- 3 - (12 à 15 m). Calcschistes à très nombreux débris de Tabulés branchus et rares colonies de Tétracoralliaires. Bu 6
~~Microfaciès.~~
- 4 - (5 m). Calcaires massifs, à Stromatopores, Tabulés, Tétracoralliaires coloniaux et solitaires. Bu 7
~~Microfaciès.~~
 Faune. Tabulés: *Thamnia sp.*
- 5 - (10 m). Calcaires d'aspect massif (passant localement à des calcaires jaunes bien lités ?).

- La formation se termine par le MEMBRE RECIFAL DU QARKH-E ~~QARKH~~ BODAK (terme 6) formant une ^{petite} barre de calcaire qui atteint 16 m de puissance. à peine

Au-dessus, la FORMATION ~~DE KAMAR~~ se compose des deux termes suivants.

- ~~9~~ (40 m environ). Calcaires très crinoïdiques, violacés à nombreux Receptaculites apparaissant presque dès la base. Bu 7
~~Microfaciès.~~
- ~~10~~ (10 m environ). Calcaires crinoïdiques, légèrement plus jaunes que les calcaires sous-jacents, avec quelques Bryozocaires.

Une cinquantaine de mètres de schistes vert, jaunâtres, affleurant mal, représentent la FORMATION DE OKAK.

Au-delà, vient la puissante barre calcaire du Dinantien atteignant 80 à 100 m de puissance et présentant quelques intercalations de quartzites violacés.

27. 3 - Age des formations

Ici encore les éléments de datation sur la base de analogies de faunes: la Formation de Kawak représente le Mésodévien et la base du Francon, celle de Koh-e Gire le Francon moyen et supérieur.

Coupe de KAMAR (dite de Dahan-e Yaxsi).

28. 1 - Localisation

La coupe décrite, parallèle à la précédente, se situe environ à 1,5 km au Sud dans le vallon qui s'ouvre à l'Est de Kamar (fig. 58).

28. 2 - La série

Sur la FORMATION DE BOKAN ~~(Mura)~~, la FORMATION DE CAWAK, épaisse de 200 m environ, montre la succession suivante qui a été

décrit en 1926, lors d'une mission avec D. Buzé. (fig. 64)

6h

X' série stat. corp. de Kaman

- 1 - base non observée.
- 2 - (40 m environ). Calcaires gris.
- 3 - (10 à 15 m). Grès quartzeux.
- 4 - (2 m). Lacune d'observation.
- 5 - (4 m). Quartzites se terminant par un niveau conglomératique avec des fragments de constructeurs.

AF 8
DY 23

~~Microfaciès.~~

~~Faune.~~

- 6 - (2 m environ). Calcaires gréseux jaunâtres à Brachiopodes.

DY 22

~~Microfaciès.~~

Faune. Brachiopodes: *Myotrochona* ? sp., *Beckmannia pentagona*, *Ambocoelidés*, *Akyracés* indét.

- 7 - (12 m). Calcaires crinoïdiques roses jaunâtres, à constructeurs, de plus en plus nombreux vers le sommet.

- 8 - (6 m). Calcaires gris rosés à nombreux organismes constructeurs de couleur rose ou rouge.

DY 21

~~Microfaciès.~~

Faune. ~~Tétracornales~~: *Favosites*, *Cyrtophylloïdés* et autres solitaires.

- 9 - (1 m environ). Calcaires jaunes verdâtres à nombreux organismes constructeurs massifs (Stromatopores, Tabulés) et gros Tétracornalliaires solitaires; rares galets de quartz.

DY 20

~~Microfaciès.~~

Faune. Tabulés: "*Staphylifera*" sp.

- 10 - (2 m). Calcaires à nombreux Brachiopodes: Spiriféridés du groupe mosellanus ou intermedius, "*Schizophoria*" ~~umbaculum~~, *Atrypa*, *Aulacella* cf. *eifeliensis* (non culte).

- 11 - (2 m). Lacune d'observation.

- 12 - (1 m). Schistes gréseux.

- 13 - (1 m). Calcaires violacés à Brachiopodes (Spiriféridés du groupe intermedius).

- 14 - (1,50 m). Schistes verdâtres.

- 15 - (1 m environ). Calcaires violacés, très crinoïdiques, à nombreux Brachiopodes.

DY 18

~~Microfaciès.~~

Faune. Brachiopodes: ~~Magnatoplia~~ *Xyrostrophia* sp., cf. *Protodouvillea* *inequistiata*, *Archieopirifer intermedius*, *Alatiformia* ? sp., *Kymatosthynis* sp.

- 16 - (4 m environ). Calcaires jaunes violacés, crinoïdiques; vers le milieu une petite passée à graviers de quartz; au sommet, un Réceptaculites

- 17 - (20 m). Calcaires en petits bancs, jaunes violacés, crinoïdiques à la base, devenant plus jaunes avec seulement quelques petites passées violettes crinoïdiques vers son sommet.

- 18 - (2 m). Calcaires gris clair, massifs, à traces de gros Tétracornalliaires solitaires (cf. Siphonophrentis ?).

- 19 - (8 m). Calcaires jaunes et gris violacés, crinoïdiques vers la base. Niveau fossilifère à Brachiopodes vers le milieu. Rares Brachiopodes vers le sommet.

DY 17

~~Microfaciès.~~

Faune. Brachiopodes: *Pseudosieberella* ? sp., ~~Siphonomenidés~~, ~~Funtamères plissés~~, *Cyrtina* sp.

- 20 - (2 m). Schistes fins verdâtres

- 21 - (10 m). Alternance de schistes calcareux et de bancs de calcaires jaunes à roux.

Brachiopodes en éboulis: *Cynostrophia* e.g. *nobilis*.

- 22 - (12 m). Calcaires jaunes et gris avec des traces ferrugineuses et quelques passées plus schisteuses. Gros tétracornalliaires solitaires en éboulis; Siphonophrentis, quartz

DY 16 d

- 23 - (3 m). Schistes calcareux jaunes avec des organismes lamellaires à tabulaires.

- 24 - (1 m). Banc calcaire à organismes constructeurs.

- 25 - (3 m). Schistes jaunes à organismes constructeurs lamellaires à tabulaires.

- 26 - (3 m). Calcaires gris, tendres, à organismes constructeurs: gros Stromatopores et Tabulés branchus.

DY 13

Faune: *Strophia acicula* de Campen

27 - (3 m). Calcaires gris, d'aspect très massif, avec des constructeurs massifs (Stromatopores) et des passées (lenticulaires) d'encroûtes à Tabulés branchus.

Microfaciès: *Doublétre*

Faune. Stromatopores: *Stromatopora* sp. avec tubs de *Carinifera*

28 - (1 m). Calcaires gris.

29 - (1,50 à 2 m). Calcaires jaunes et violacés à traces ferrugineuses et à stratifications ~~entrecroisées~~ ^{obliques}. Quelques Tétracoralliaires solitaires et coloniaux (Phillipsastréidés). Traces de Brachiopodes.

30 - (6 m). Calcaires gris, en petits bancs, d'aspect noduleux, avec de nombreux organismes constructeurs massifs (Stromatopores, Tabulés, Alvéolitidés, Tétracoralliaires Phillipsastreidés), branchus et solitaires (Tétracoralliaires).

31 - (1 m). Passée plus argileuse avec quelques grosses colonies de Tétracoralliaires Phillipsastreidés.

32 - (5 m). Alternance de bancs calcaires et de niveaux argileux.

33 - (1 m). Niveau argileux avec quelques petits bancs; organismes constructeurs lamellaires et branchus de petite taille

Microfaciès: *Tabulés*, *Thamnopora*, *Alvéolitidés*

Faune.

34 - (5 m). Calcaires peu stratifiés à organismes constructeurs massif.

35 - (0,30 m). Niveau plus argileux à organismes constructeurs branchus.

36 - (1 m). Calcaires à organismes constructeurs massifs.

37 - (0,50 m). Niveau argileux à Tabulés branchus.

38 - (2,50 m). Calcaires à petits lits argileux, avec des organismes constructeurs disposés en tous sens.

39 - (1 m). Calcaires à constructeurs massifs (grosses colonies de Stromatopores) en position de vie (au moins localement).

40 - (3 m). Calcaires très argileux et riches en constructeurs lamellaires à la base et au sommet, plus massifs au centre, avec des organismes constructeurs lamellaires et massifs disposés en tous sens.

Microfaciès.

Faune. *Tabulés*, *Thamnopores*, *Alvéolitidés*

41 - (1 m). Calcaires à constructeurs massifs et rares constructeurs lamellaires.

Microfaciès: *Stromatopora*, *Atelodictya* sp.

Faune. *Tabulés*, *Alvéolitidés*

42 - (5 m). Calcaires d'aspect massif, à organismes constructeurs très recristallisés. Surface irrégulière avec des encroûtements ferrugineux. C'est le sommet du Membre récifal de Bodak au quel pourrions correspondre les termes 26 à 42.

* La série se poursuit avec la FORMATION ^{DU NOM EGIRU} ~~DE~~ ~~EGIRU~~ épaisse d'une centaine de mètres, qui comporte les termes suivants (fig. 65).

43 - (2 m). Quartzites avec quelques rares Tétracoralliaires solitaires.

44 - (4 à 5 m). Calcaires et schistes.

Microfaciès.

Faune. Brachiopodes: *Orthidip*

45 - (20 m environ). Calcaires gris et jaunes à passées plus schisteuses. Surfaces de certains bancs ferrugineuses. Vers la base, un banc à organismes constructeurs: Tabulés massifs (Alvéolites) ou branchus (*Thamnopora*), Tétracoralliaires solitaires et coloniaux.

Microfaciès.

Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* sp.

Vers le milieu, passée plus schisteuse à Brachiopodes.

Microfaciès.

Faune. Brachiopodes: *Cariniferella aff. iowensis*

46 - (22 m). Lacune d'observation avec quelques bancs de calcaires gris ou jaunes à rares Réceptaculites. En éboulis, calcaire riche en Brachiopodes.

47 - (10 m). Calcaires jaunes et gris, devenant violacés dans le dernier mètre avec des Brachiopodes à la base et des Réceptaculites vers le

DY 12

DY 11

DY 10

DY 9

DY 8

DY 7

DY 6

DY 5

DY 5

sommet.

~~Microfaunes.~~

Faune. Brachiopodes: Productelles et Pentameren indéts.

- 48 - (6 m). Ensemble schisto-gréseux avec quelques bancs calcaires à Réceptaculites.
- 49 - (1 m). Calcaires violacés, crinoïdiques, à Réceptaculites.
- 50 - (1 m). Calcaires jaunes, crinoïdiques.
- 51 - (1 m). Passée schisto-gréseux gris clair.
- 52 - (8 m). Calcaires violacés, très crinoïdiques, à nombreux Réceptaculites et stratifications entrecroisées. Brachiopodes au sommet.

DY2

~~Microfaunes.~~

Faune. Brachiopodes: Schizophoria sp., Productella subcauleata, Whidbornella sp., Thomasaria? sp., Cyrtina sp., Atrypacés.

- 53 - (7 m). Calcaires violacés crinoïdiques à nombreux Réceptaculites.
- 54 - (4 m). Lacune d'observation.
- 55 - (5 m). Calcaires violacés, crinoïdiques à nombreux Réceptaculites.
- 56 - (3 m). Calcaires gris jaunâtres crinoïdiques à surface noduleuse.
- 57 - (2 m). Calcaires violacés, très crinoïdiques, à très nombreux Réceptaculites.
- 58 - (4 m). Calcaires violacés, très crinoïdiques, à nombreux calices.
- 59 - (1 m). Calcaires jaunes, rougeâtres, clairs, à surface très irrégulière; Bryozoaires.
- 60 - (4 m). Calcaires violacés, crinoïdiques (grandes entroques blanches), à nombreux calices, Réceptaculites et Bryozoaires.
- 61 - (3 m). Passée plus tendre calcaréo-argileuse.
- 62 - (2 m). Calcaires gris jaunâtres crinoïdiques.

DY1

Faune. Brachiopodes: Cariniferella sp., Whidbornella aff. productoides, Gamphaloria? sp., Hypothyridina? sp., Coeloterorhynchus tabasensis, Atrypa aff. chitralensis.

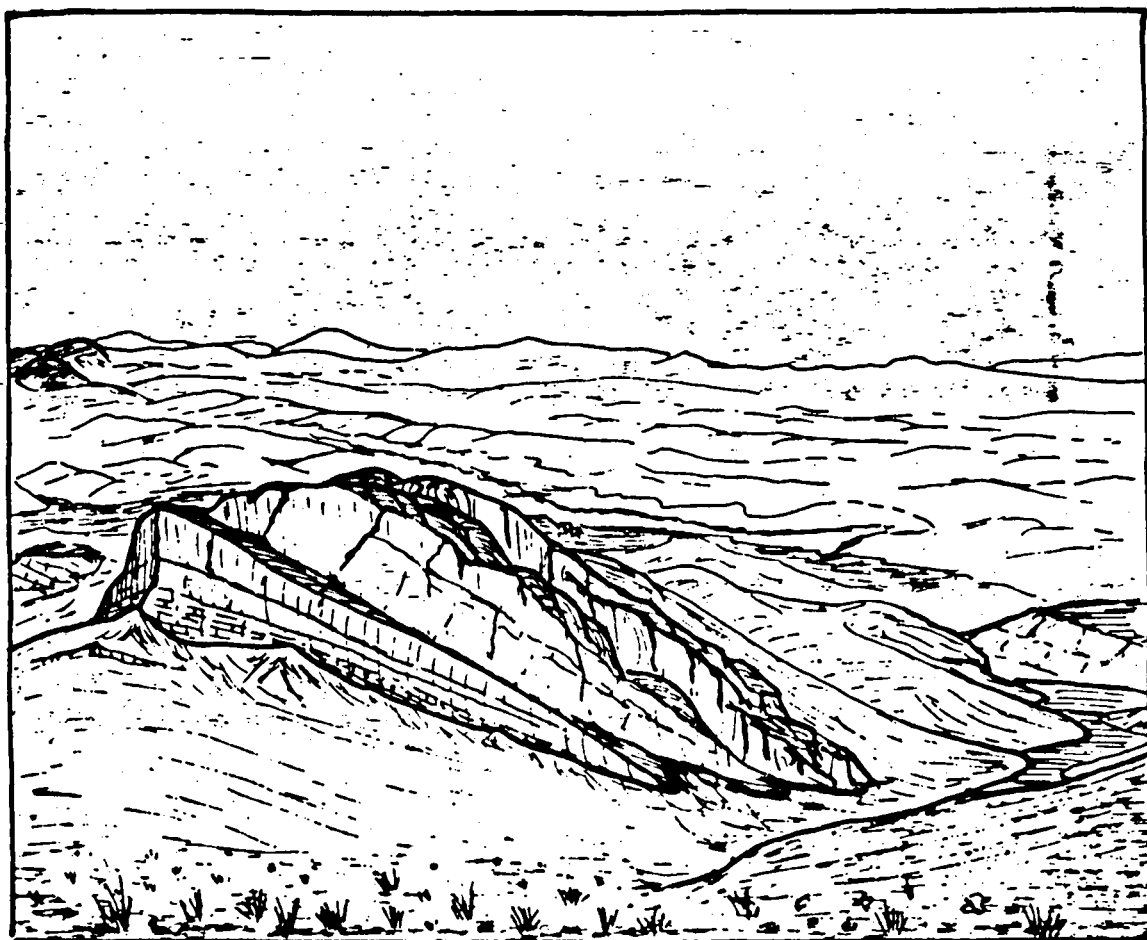
3 - Age des formations

~~Coupe 7~~

Les Brachiopodes des niveaux les plus inférieurs classés de la Faune de Carols (niveau 6 - 13) sont un âge Eifélien. Au dessus les Brachiopodes (niveau 21) et le Tétracullium (niveau 22) marquent le Givetien.

La Faune de Kuh-e-Giu est ~~de~~ d'âge Francien moyen de base et est faiblement dans toute la partie observée.

~~Fig. 58~~ - Série stratigraphique de la coupe nord du Quarkh-e Bodak.



2
 Fig. 68 - Vue panoramique, depuis le sommet 3344, vers l'Ouest, sur le récif frasien (= MEMBRE DE QUARKH-E BODAK), bien stratifié à sa base, très massif dans sa partie supérieure et présentant de larges bombements à son sommet. Il diminue nettement d'épaisseur sur la droite (Nord-Ouest). A l'arrière-plan, dans la vallée, le village de Dahan-e Yakhsi. Au-delà, paysage très mou dans les schistes du Carbonifère. A l'horizon, (Sud-Ouest), en sombre, les volcans de la bordure septentrionale du Dasht-e Navar. [8-9-78].

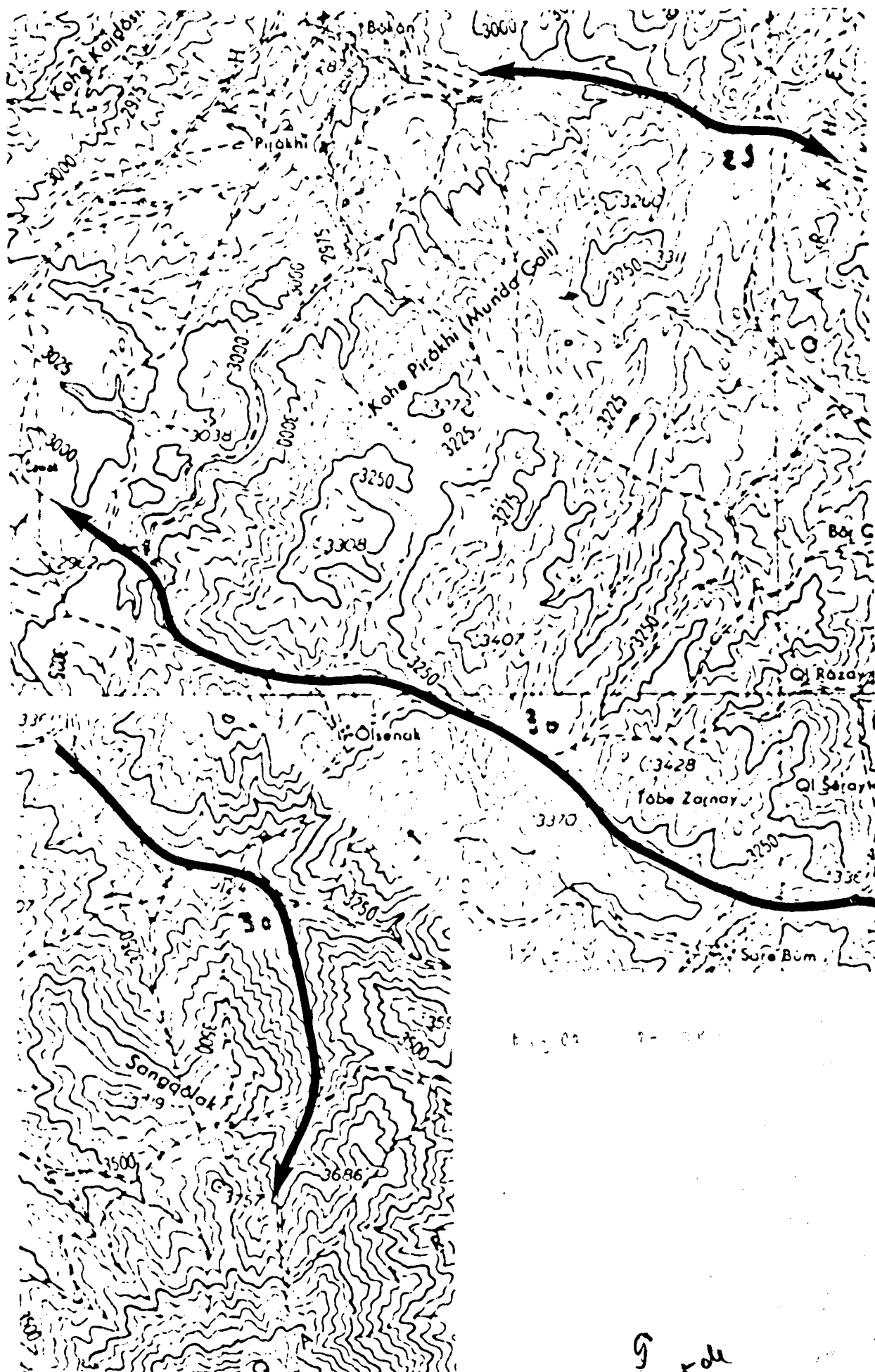


Fig. 62 - Carte de situation des coupes de BOKAN (2), CAWAK (2) et CRAWAK (2). Extrait de la carte topographique au 1/50000, feuille de Semeltu Wa Qarnala, No 515 A 1.

66

29.1 - Localisation

A 2 km au Sud de la coupe précédente, le vallon qui s'ouvre à l'Est du village de Bkan (fig. 66) offre une très belle coupe de l'ensemble de la série dévonienne; cette coupe a été choisie comme localité-type de plusieurs des formations précitées de la série.

29.2 - La série

il atteint 1000 à 2000 m (?) d'épaisseur

Le Dévonien, ~~épais de 1000 à 2000 m (?)~~, y est ~~très~~ particulièrement bien développé. D'Est en Ouest on observe successivement (fig. 67) les différentes formations reconnues dans la région.

La FORMATION DE SAR-E BUM affleure dans la partie orientale de la coupe ~~(fig. 67, A)~~. Vers l'Ouest, la FORMATION D'OLSENAK affleure largement (fig. 67, A) mais elle est tectoniquement compliquée, en particulier à l'approche de la FORMATION DE BOKAN (fig. 67, B) qui dessine un vaste dôme anticlinal. Enfin, plus à l'Ouest, mais en contact tectonique, on observe la FORMATION DE CAWAK, particulièrement bien développée (fig. 67, C).

Je décrirai ~~la~~ la série dévonienne de la coupe de Bkan selon les trois unités tectoniques (A, B et C) reconnues d'Est en Ouest et indiquées sur la figure ~~67~~ 67.

29.2.1 - Coupe de BOKAN (Partie Est de la)

29.2.1.1. 29.2.1.1) Description

Elle concerne exclusivement la FORMATION D'OLSENAK qui affleure sur plusieurs centaines de mètres et ~~qui~~ correspond à une série de schistes et de calcaires argileux donnant lieu à des reliefs très mous, où pointent cependant quelques barres plus calcaires qui apparaissent souvent lenticulaires ~~ou~~ découpées et répétées par ~~des~~ failles ?). La description suivante ~~ne~~ ne concerne qu'une partie de la formation d'Olsenak.

- 1 - (épaisseur non relevée). Schistes.
- 2 - (1 m). Quartzites gris. [N-S, 60°W].
- 3 - (0,80 m). Lacune d'observation.
- 4 - (3 m). Calcaires gréseux jaunes, ~~en petits bancs de 10 à 30 cm~~, plus rougeâtres à la base, sur environ 50 cm, en petits bancs de 10 à 30 cm, dont certains très crinoïdiques.

Microfaciès.

Faune.

- 5 - (6 à 8 m). Calcaires gris jaunâtres en bancs massifs, peu stratifiés; traces d'organismes recristallisés, entroques, débris de Brachiopodes.

Microfaciès. Selon Gradstein: Mudstone ou wackestone quartzifère; bioclastique.
Faune. Bryozoaires

- 6 - (2 à 3 m). Lacune d'observation.
- 7 - (2 m). Calcaires gris jaunâtres à traces (algaires ?).
- 8 - (1 m environ). Calcaires très riches en débris mal conservés de Brachiopodes.
Microfaciès. Mudstone à ^{faibles} micrite à quartzifère
Faune. Brachiopodes; traces d'Atrypacés.
- 9 - (2 m). Alternance de calcaires gris, sublithographiques et de

au d. b. x. lla

faune correcte

Bo3 ?

Bo4

Bo5

~~Fig. 63~~ - Coupe schématique de Bokan.

calcaires gris jaunâtres crinoïdiques. Tabulés branchus et restes de Brachiopodes.

Microfaciès. ^{rudstone à} Floatstone à ~~floatstone~~ Tabulés branchus ~~floatstone~~ dans un sédimement de type wackestone. Faune. Tabulés: Alveolites sp., Thamnia sp. alta, I. sp.

10 - (10 à 15 m). Lacune d'observation.

11 - (4 m). Calcaires gris parfois violacés, en bancs épais d'une vingtaine de centimètres, affleurant mal.

Microfaciès. Packstone; bioherminite quartzifiée

~~Faune.~~

12 - (2 m). Lacune d'observation.

13 - (1,25 m). Calcaires gris, crinoïdiques, en bancs de 20 à 50 cm.

[N 15°, 75° W].

Les termes suivants (14 à 20) correspondent aux COUCHES A BRYOZOAIRES qui se développent ici sur plus d'une vingtaine de mètres d'épaisseur.

14 - (1,90 m). Trois bancs de calcaires gris crinoïdiques à colonies de Bryozoaires noduleuses de 2 à 5 cm de diamètre.

Microfaciès.

~~Faune.~~

15 - (2,80 m). Calcaires gris, violacés, localement jaunâtres, formant une masse à stratifications fines mais très peu marquées.

Microfaciès.

~~Faune.~~

16 - (9 à 9,50 m). Masse récifale de calcaires gris jaunes, à très nombreuses colonies de Bryozoaires noduleuses en position de vie (critère de polarité), surtout abondantes à la base, et à rares Tabulés. Aspect plus lité au sommet. Quelques trainées ferrugineuses et quelques gros intraclastes visibles sur l'affleurement.

Microfaciès. Boundstone, entre les organismes: grainstone; biohermite quartzifiée.

Faune. Bryozoaires

17 - (0,60 m). Trois bancs de calcaires gris à nombreuses trainées violacées et rares organismes.

18 - (0,60 m). Banc de calcaire construit, à très nombreux Bryozoaires et entroques. [N-S, 85°W].

Microfaciès. Boundstone à Bryozoaires. Matrice totale ferrugineuse (ou enduite), ailleurs: grainstone; biohermite

Faune.

19 - (1,80 m). Lacune d'observation.

20 - (4,30 m). Calcaires jaunes ferrugineux en petits bancs avec des niveaux plus tendres, argileux; crinoïdiques et gréseux à la base, avec quelques débris de constructeurs (Bryozoaires). [N 10°, 90°].

Microfaciès. Rudstone à Bryozoaires, dans une matrice bimétrite ou de biohermite quartzifiée. Certains bicolats ferrugineux et transformés en oolithes superficielles.

Au-delà de cette lacune d'observation, les bancs suivants conservent une direction sensiblement identique mais montrent un pendage Est [N 25°, 45°E] assez faible. L'on pourrait croire que la série s'est progressivement renversée; toutefois, un peu plus à l'Ouest encore, des niveaux construits à Bryozoaires ~~termes~~ ^{versés} permettant de constater ~~que~~ ^{qu'il} que la série est normale. Il convient donc d'envisager:

- soit un synclinal très pincé.
 - soit la présence d'une faille, (ou, plus vraisemblablement, les deux.)
- Cependant, je n'ai pas pu établir de corrélations entre les terrains de la Formation d'Olsenak situés à l'Ouest (cf. description ci-après) et ceux précédemment décrits.

20.2.1.2. ~~Age~~ Age des formations

La Formation d'Olsenak n'a pu être datée avec précision. Toutefois, la présence, vers le sommet de la coupe décrite, des COUCHES A BRYOZOAIRES, apparemment isochônes, permet de lui attribuer ici un âge ~~proche~~ ^{(proche} de la limite Frasne-Famennien?).

^{devenue supérieure}

0

Fig. 64 - Série stratigraphique de Bokan, partie orientale de la coupe.

FORMATION D'OLSENAK.

29.2.2.1 a) Description

Elle concerne la Formation de Bokan et, en partie, celle d'Olsenk.

La FORMATION DE BOKAN forme un imposant et vaste dôme à structure anticlinale faillée, traversé par des gorges qu'empreinte une piste.

L'épaisseur de la série est très difficile à évaluer mais semblerait atteindre 500 à 800 m.

- La partie centrale se présente sous forme de calcaires très massifs, cristallins, le plus souvent roses ou rouges, parfois beiges, gris clairs ou encore blancs, assez fracturés. La stratification y est apparente, discontinue, les bancs y sont mal individualisés, d'épaisseur irrégulière, métrique ou plurimétrique. Localement cependant on peut observer, sur quelques mètres, des passées lenticulaires de calcaires toujours très massifs mais à stratification plus nette en bancs d'épaisseur décimétrique, qui sont parfois crinoidiques ou riches en sections de Brachiopodes de petite taille toujours très recristallisés. Ces lentilles semblent donc correspondre à des sortes de "poches" à remplissage stratifié, au sein de la masse calcaire. En dehors de ces poches, les fossiles sont réduits à des traces rarement identifiables d'organismes constructeurs. Tabulés ?, Bryozoaires ?, le plus souvent totalement recristallisés, de couleur blanche ou jaunâtre et formant dans la roche des "pseudostromatactis" de taille centimétrique à décimétrique.

- Sur les flancs de cet ensemble anticlinal, notamment le flanc Est, les bancs sont un peu mieux individualisés et le passage est progressif là où l'on observe un passage progressif à la Formation d'Olsenk qui se situe donc ici stratigraphiquement au-dessus de la Formation de BOKAN. La limite a été placée à la première apparition de schistes (terme 21 de la description suivante).

La partie supérieure de la FORMATION DE BOKAN, montre donc la succession suivante (épaisse de 90 m environ)

Elle débute avec les COUCHES A BRYOZOAIRES, particulièrement bien développées ici sur une douzaine de mètres (termes 1 à 8), avec une récurrence dans le terme 20.

- 1 - (4 à 5 m). Calcaires d'aspect massif, à nombreux filons ferrugineux. A la surface du dernier banc (= 0,10 m), très nombreuses colonies de Bryozoaires côte à côte, construisant toute la roche. Microfaciès. Rudstone à Bryozoaires. Quelques plages de minute ou fine. de ~~la~~ ~~roche~~.
- 2 - (5 m). Calcaires en gros bancs de 0,50 à 1,50 m.
- 3 - (0,80 m). Banc massif de brèche remaniant de gros éléments de taille décimétrique surtout constitués de calcaires rouges à Stromatactis, d'autres de calcaire gris, de calcaires crinoidiques à grandes entroques blanches sur fond de roche violacée, ou de calcaires construits à Bryozoaires.
- Microfaciès. Rudstone à gros débris de Bryozoaires dans un sédiment de ~~la~~ ~~roche~~. Rudstone à facies de selin le endroit; minute ou limonite
- 4 - (1,60 m). Banc de brèche d'aspect identique au précédent.
- 5 - (1,20 m). Calcaires à colonies ou débris de colonies de Bryozoaires.
- 6 - (0,40 m). Banc calcaire totalement construit par des empilements de colonies de Bryozoaires de morphologie massive, hémisphérique ou en colonnes larges de 5 à 10 cm ou plus, apparaissant en jaune sur le

pl. III, fig. 7

TSVP

Q

?

pen

rest

}

750.32

750.31

C

Microfossils. Wackestone à Stromatolites, Bioclites locales AF96 B0-1
nombreux, de petite taille, ~~à la base~~ ~~à la base~~ ~~à la base~~
rarement identifiables (de la de Bryozoa) dans une
matrice de micrite quartzifère. Certains de ces calcitiques
peuvent correspondre à des spicules de Spongiaires.
Par endroits, micrite de remplissage, ferrugineuse.

0

~~Fig. 65~~ - Série stratigraphique de Bokan, partie centrale de la coupe.

1 à 20: FORMATION DE BOKAN,
21 à : FORMATION D'OLSENAK.

fond de la roche violacée. Gros filonets pluricentimétriques de calcite nouille.

Microfaciès.

Faune.

- 7 - (1 m). Banc de calcaires construits gris violacés, à très nombreuses colonies de Bryozoaires [N 10°; 75°E].
- 8 - (2,40 m). Trois bancs de calcaires gris jaunâtres localement rouges, à nombreux filonets de calcite; colonies de Bryozoaires abondantes localement.

Microfaciès. Pachstone; biominérite quartzifiée

Faune.

- 9 - (4,70 m). Trois bancs calcaires gris jaunâtres en patine, un peu plus rouges en cassure, à petits Bryozoaires branchus.

Microfaciès. wackstone; biominérite à plages irrégulières de calcite (Stromatolites).

Faune.

- 10 - (8 m). Grosse barre de calcaires gris à patine claire.
- 11 - (5 m). Calcaires gris, localement violacés, à traces d'organismes recristallisés.
- 12 - (6,60 m). Calcaires gris, localement divisés en petits bancs de 0,30 à 0,80 cm, à Stromatactis, traces de Brachiopodes et entroques parfois de grande taille.
- 13 - (15 m environ). Calcaires gris d'aspect très massif, très recristallisés, à traces d'organismes? quelques sections de Brachiopodes (Atrypacés?).

- accord douteux.

- 14 - (2,50 m). Calcaires gris très recristallisés, à traces de Brachiopodes et de ~~petits constructeurs branchus~~ petits constructeurs branchus

Microfaciès. Id° à celui du tome 9.

Faune. Bryozoaire

- 15 - (8 m). Calcaires gris un peu plus sombres en bancs décimétriques à la base, un peu plus épais (métriques) au sommet.

- 16 - (5 m). Trois bancs de calcaires gris à mouchetures de calcite et traces d'organismes recristallisés (Bryozoaires?).

- 17 - (0,60 m). Calcaires jaunes

- 18 - (1,80 m). Trois bancs de calcaire gris à mouchetures de calcite. [N 10°; 75°E].

- 19 - (6 m). Calcaires bien lités.

- 20 - (8 à 10 m). Calcaires massifs, construits, nombreuses colonies de Bryozoaires.

Microfaciès. Fremestone. Entre 2 colonies de Bryozoaires: wackstone, biominérite

Faune. localité quartzifiée.

Au-dessus de la Formation de Bkan, la base de la FORMATION D'OLSENK se compose ~~de~~ de la succession décrite ci-après, qui atteint 120 m d'épaisseur environ. Les Bryozoaires y sont présents, et souvent en quantité notable, dans un grand nombre de bancs calcaires qui apparaissent pour la plupart lenticulaires. Les couches à Bryozoaires pourraient donc atteindre ici une centaine de mètres, mais il est plus vraisemblable de penser que la série est tectoniquement répétée sous forme d'un ~~de~~ de petites écailles; toutefois les accidents probables n'ont pu être repérés sur le terrain.

N.B. D'une façon générale le passage de la Formation d'Olsenak très incompétente à la Formation de Bkan très compétente, est toujours difficile à bien saisir; il associe en effet des variations latérales de faciès à des complications tectoniques dont la Formation d'Olsenak en subit le plus les conséquences.

- 21 - (15 à 20 m). Schistes.

- 22 - (5 m). Lacune d'observation avec quelques bancs de calcaires rouges violacés.

- 23 - (10 à 20 m). Calcaires construits, d'aspect massif, non stratifiés à nombreuses colonies de Bryozoaires subsphériques, atteignant 10 cm de diamètre et rares Tabulés; localement, des passées très

*Alcyon 8
PS Bryoz 8*

- crinoïdiques.
 Microfaciès. Wachtane à Jachstane; *Bryozoa* à quartzite; *Flage*
 Faune. inégulière de calcite.
- 24 - (2 m). Schistes.
- 25 - (3 m). Calcaires à Bryozoaires et Réceptaculites. AFF-Boir
 Microfaciès. Boudstane à Bryozoaires
 Faune.
- 26 - (20 m environ). Lacune d'observation avec schistes.
- 27 - (15 à 20 m). Grande masse calcaire gris, d'aspect lenticulaire, subdivisée en deux ensembles (inférieur: 10 à 12 m; supérieur 6 à 8 m). Calcaires construits à Bryozoaires. Latéralement cet ensemble passe à des calcaires bien lités puis à des bancs de quartzite pour redonner ensuite une série de lentilles dans le paysage. Bo 24
 Microfaciès. Boudstane à Bryozoaires { bien visibles ?
 Faune.
- 28 - (5 m). Calcaires gris, massifs, crinoïdiques.
- 29 - (5 m environ). Schistes.
- 30 - (3 m). Deux bancs d'aspect lenticulaire de calcaires massifs, gris clairs, crinoïdiques, plus rouges à la base. ~~Bo 24~~
~~Microfaciès.~~
- 31 - (9 à 10 m). Schistes. en abaque Bo 22
 Faune: Un échantillon confié à M. Vanguetaine a fourni la ~~microfaune~~ *Retiofora* *Cephalophyta*.
- 32 - (6 m). Lacune d'observation avec, en éboulis, de nombreuses colonies de Bryozoaires. Bo 24
- 33 - (0,80 m). Calcaires massifs, gris, à colonies de Bryozoaires.
- 34 - (1 m). Lacune d'observation.
- 35 - (2 à 3 m). Calcaires d'aspect massif, à Bryozoaires. Bo 20
 Microfaciès. ~~Boudstane~~ *Frane* à *Boudstane*? à Bryozoaires dans un sédiment de *Frane* *Wachtane* à *Jachstane*; *Criminante* à *phils* *Flage* de calcite.
- 36 - (3 m). Lacune d'observation.

des bones g

Les affleurements suivants montrent ~~une~~ direction et ~~un~~ pendage ~~à~~ ~~quelque~~ ~~peu~~ différents; il semble y avoir une faille au-delà de laquelle on observe encore 75 m environ d'une alternance de schistes et de bancs calcaires (lenticulaires ?) dont certains sont riches en colonies de Bryozoaires) avant de retrouver les affleurements décrits précédemment (partie Est de la coupe).

29.2.2.2 ~~Age~~ Age des formations

Ici encore le seul élément de datation consiste, pour la Formation de Ekan, en la présence des couches à Bryozoaires.

Le terme 31 de la Formation d'Olsenak qui a fourni des *Retiofora* *Cephalophyta* permet par contre de dater avec précision ce niveau: ~~la microfaune~~ *Retiofora* c'est ~~la base du Tournaisien~~ ~~et le Strancien~~ (com. écrit M. Vanguetaine).

La présence de Bryozoaires dans ces mêmes niveaux et les bancs adjacents permet d'attribuer ici cet âge ~~aux~~ couches à Bryozoaires qui ~~ont~~

à la partie supérieure des

semblent donc ^{un peu} plus jeunes que dans ~~beaucoup d'autres localités~~ les autres localités

29.2.3.1a) Description

À l'Ouest des gorges, en contact anormal avec la Formation de Bokan, on observe une épaisse série essentiellement calcaire correspondant à la FORMATION DE CAWAK; elle atteint 310 m de puissance (fig. 68 et 69).

- 1 - (5 m environ). Calcaires gris clair, assez massifs, gréseux, à Stromatactis, Stromatopores et colonies de Favositidés. Microfaciès. Rudstone. Entre les débris d'organismes: grainstone; pelsparite à biopelsparite. Fréquent remplissage géotrope des loges de Favositidés par de la micrite quartzifère. Colonies de Favositidés montrant localement un écrasement des parois des polypiérites. Faune. Stromatopores: Clathrodictyon sp. Tabulés: Favosites sp. 1 Brachiopodes: Zdimir pseudobaschkiricus?, Megastrophia aff. uralensis. AF 75 B 034 et 76 B 012
- 2 - (0,40 m). Calcaires gris, gréseux, à traces de Brachiopodes de grande taille.
- 3 - (0,80 m). Calcaires gris, un peu plus marron, ferrugineux; plus argileux à son sommet.
- 4 - (0,70 m). Calcaires gris.
- 5 - (1,20 m). Calcaires gris, crinoïdiques, en petits bancs. Microfaciès. Grainstone à packstone. Biosparite ou bioplemicrite localement quartzifère. Faune. Tabulés: Favosites sp. Brachiopodes: Zdimir pseudobaschkiricus? AF 75 B 035
- 6 - (1,20 m). Calcaires gris à joints roses, ferrugineux, irréguliers donnant un aspect noduleux, amygdaloïde. AF 76 B 013
- 7 - (2 m). Lacune d'observation.
- 8 - (2,20 m). Calcaires gris, gréseux et crinoïdiques à débris de colonies de Tabulés. AF 76 B 014
- 9 - (5,10 m). Calcaires gris clair, rosés, beige (en patine), gréseux à traces ferrugineuses; nombreuses grandes entroques et traces de Brachiopodes. Faune. Stromatopores indét. à remplissage de micrite quartzifère dans les espaces coenostéaux. Brachiopodes: Kimatothyris? sp. AF 75 B 036
- 10 - (4,30 m). Calcaires gris, gréseux, crinoïdiques, ferrugineux, à niveaux de lumachelles de Brachiopodes à la base, puis de plus en plus riche en colonies retournées et débris de colonies de Stromatopores et de Tabulés massifs. Microfaciès. Rudstone. Entre les gros fragments de colonies; pelsparite quartzifère (petits quartz de 60 µm) passant à des grès à ciment calcaire (gros quartz arrondis atteignant 750 µm); bioclastes et en pellets bien classés (dimension: 75 µm). Faune. Stromatopores: Bifaviostroma sp., Pseudostromatoporella sp., Clathrocoilonia sp. Tabulés: Favosites sp. 1, Dictyofavosites sp. grainstone; AF 75 B 037
- 11 - (1,65 m). Calcaires gris, riches en Brachiopodes à la base, puis en colonies retournées de Stromatopores et de Chaetétidés et se terminant par un niveau décimétrique très crinoïdique. Joints stylolithiques. Microfaciès. Grainstone; biopelsparite quartzifère. Bioclastes peu diversifiés (entroques, débris de Brachiopodes, quelques gros fragments très écrasés de Favositidés) et mal triés. Ciment de calcite à disposition syntaxiale fréquente autour des entroques. Quartz de 50 à 75 µm, rarement plus. Faune. Zdimir pseudobaschkiricus, "Conchidiella" aff. calvata. AF 75 B 038

68: Ff de l'ouest
plus inf.

69 F de l'ouest
plus sup.

68 et 69

Fig. ~~66~~ - Série stratigraphique de Bokan, partie occidentale de la coupe.

- 12 - (0,50 m). Calcaires gris, crinoïdiques, avec quelques organismes AF 75 B033
constructeurs (Tétracoralliaires solitaires, Tabulés coloniaux et
fragments de Stromatopores) et des Brachiopodes, se terminant par
une surface rubéfiée.
Microfaciès. Rudstone. Entre les débris d'organismes qui sont sou-
vent perforés: grainstone; biopelsparite ou biosparite. Absence
totale de quartz.
Faune. Stromatopores: cf. Stromatoporella sp., Stromatopora e.g.
concentrica.
- 13 - (0,60 m). Calcaires gris, crinoïdiques, à Brachiopodes, Tétracorall- AF 76 B040
liaires solitaires et rares colonies de Tabulés de petite taille.
Joints stylolithiques.
Microfaciès. Grainstone. Pelsparite (à biopelsparite) avec quelques
gros débris de constructeurs. Un peu de quartz.
Faune. Tabulés: cf. Dictyofavosites sp.
Brachiopodes: Zdimir pseudobaschkiricus, "Conchidiella aff.
calvata, Atrypa sp.
- 14 - (3 m). Calcaires gris, d'aspect massif, avec des organismes AF 75 B041
constructeurs (colonies de Tabulés et Stromatopores) souvent
retournés; sections de grandes coquilles de Brachiopodes.
Microfaciès. Rudstone. Biosparite ou biopelsparite quartzifère.
Faune. Débris de Bryozoaires.
- 15 - (5,30 m). Calcaires identiques aux précédents, légèrement crinoï- AF 75 B042
diques.
Microfaciès. Rudstone. Entre les gros fragments de constructeurs:
grainstone; biopelsparite quartzifère. Bioclastes parfois un peu
micritisés.
Faune. Stromatopores: Clathrodictyon cellulorum, Stromatopora^a con-
centrica.
Tabulés: Favosites sp. 1, Dictyofavosites sp.
- 16 - (2 m). Calcaires gris à Tabulés coloniaux et Stromatopores massifs, AF 75 B043
se terminant par un niveau à nombreux débris de Brachiopodes.
Microfaciès. Rudstone. Entre les débris de constructeurs:
grainstone; pelsparite légèrement quartzifère.
Faune. Stromatopores indét.
Brachiopodes: Kimatothyris sp., Atrypa sp.
- 17 - (1,60 m). Calcaires gris, crinoïdiques, à nombreuses colonies de
Favositidés, souvent retournées et rares colonies de Tétracorall-
liaires, elles aussi retournées.
- 18 - (8,65 m). Calcaires gris, d'aspect très massif, en bancs d'épais- AF 76 B015
seur souvent métrique; à la base, quelques colonies de Favositidés;
au-dessous, rares Brachiopodes de très grande taille et quelques
grosses colonies de Tétracoralliaires à très larges calices; quel-
ques Stromatopores noduleux.
- 19 - (2,80 m). Calcaires gris, jaunâtres en patine à passées crinoïdi-
ques; sections de Brachiopodes de grande taille, quelques colonies
de Tétracoralliaires et quelques petits constructeurs lamellaires.
- 20 - (6,30 m). Calcaires gris, crinoïdiques, localement gréseux, d'as-
pect massif, à nombreux filonnets de calcite; à Stromatactis et
rares constructeurs (Favositidés).
- 21 - (1,40 m). Calcaires gris, crinoïdiques à Stromatopores, Tabulés AF 76 B016
lamellaires et massifs (Favositidés).
- 22 - (0,75 m). Calcaires en petits bancs décimétriques, gris à leur base AF 75 B044
et renfermant quelques constructeurs (Stromatopores lamellaires,
Favositidés), à traces ferrugineuses dans sa partie supérieure.
Microfaciès. qui contient des Restes de Brachiopodes. Grainstone;
pelsparite à bioclastes quartzifères (9 % de quartz). Micrite
quartzifère dans les loges des Favositidés.
Faune. Stromatopores: Stromatopora concentrica.
Tabulés: Favosites sp. 1, Dictyofavosites sp.
Tétracoralliaires: débris de solitaires.
Brachiopodes: Megastrophia aff. uralensis, Devonaria ? sp.
"Conchidiella" aff. calvata, Kimatothyris
sp., Atrypa sp. 1, sp. 2.
- 23 - (3,50 m). Grès et calcaires gréseux, gris et marrons, en bancs de AF 75 B045

Devonaria
non Dev =
mais déj
solides
Emmi Kimmel
(au D) Brie.

20 à 50 cm; quelques passées très crinoïdiques; Tétracoralliaires solitaires et colonies de Favositidés assez nombreuses.

Microfaciès. Grès à ciment calcaire, bioclastes et pellets; 50 % de quartz. Remplissage de micrite dans les loges des Tabulés.

Faune. Stromatopores: cf. *Atelodictyon* sp.

Tabulés: *Favosites* sp. 1.

24 - (0,70 m). Calcaires gréseux, gris, crinoïdiques.

25 - (1,75 m). Calcaires gréseux gris, en bancs de 20 à 40 cm, à passées ferrugineuses crinoïdiques et restes de Brachiopodes. AF75 B046

Microfaciès. Grainstone; biopelsparite quartzifère (21 % de quartz). Bioclastes parfois micritisés.

26 - (2,25 m). Calcaires gris, crinoïdiques, à trainées ferrugineuses. AF75 B047

Quelques Stromatopores; traces de Brachiopodes.

Microfaciès. Grès à ciment calcaire, à entroques et gros débris de

constructeurs.

Faune. Stromatopores indét.

27 - (0,20 m à 0,40 m). Bancs à nombreux Brachiopodes.

Microfaciès. Grès à ciment calcaire; nombreux bioclastes très diversifiés et détaillés souvent plurimillimétriques; quelques gros intraclastes de pelsparite quartzifère (30 % de quartz). AF75 B048

Faune. Tabulés: petits Alvéolitidés branchus.

Brachiopodes: *Orthidés* indét., *Zdimir pseudobaschkiricus*, "*Conchidiella*" aff. *calvata*, *Atrypacés*.

28 - (3,90 m). Calcaires gris, à traces ferrugineuses; plusieurs bancs à restes de Brachiopodes; rares constructeurs (Alvéolitidés). AF75 B050

Microfaciès. Grainstone; biosparudite quartzifère (18 % de quartz). AF76 B017

Deux tailles de quartz: 80-150 μ m et 500-900 μ m.

Faune. Brachiopodes: *Zdimir* aff. *pseudobaschkiricus*, "*Conchidiella*" aff. *calvata*.

29 - (0,50 m). Banc calcaire à colonies de Tétracoralliaires et Brachiopodes. AF75 B051

Microfaciès. Identique au précédent, un peu plus quartzifère, 27 % de quartz mais tous de petite taille.

Faune. Bryozoaires *Fistuliporidés*.

Brachiopodes: *Zdimir* aff. *pseudobaschkiricus*, "*Conchidiella*" aff. *calvata*, *Atrypacés*.

30 - (0,60 m). Calcaires à nombreux Brachiopodes et rares organismes constructeurs (Stromatopores). AF75 B052

Faune. Stromatopores indét.

Brachiopodes: *Schizophoria* ? sp., *Devonaria* ? sp., *Kimatothyris* sp., *Atrypacés*.

31 - (2,80 m). Calcaires gris, ferrugineux, plus jaunâtres vers leur sommet, crinoïdiques et gréseux; croûtes ferrugineuses sombres sur certains bancs. Rares Brachiopodes et Stromatopores. AF76 B018

32 - (2,50 m environ). Lacune d'observation.

33 - (0,55 m). Calcaires gris, gréseux, à Brachiopodes à la base, à colonies de Favositidés dans sa partie supérieure. AF75 B053

Microfaciès. Grainstone; pelsparite quartzifère (30 % de quartz).

Faune. Brachiopodes: cf. *Megastrophia uralensis*, *Atrypacés*.

34 - (4,90 m). Calcaires gris, jaunes ou marrons crinoïdiques et très grossiers (gros quartz visibles à l'oeil nu).

35 - (2 m environ). Lacune d'observation.

36 - (2,30 m). Calcaires identiques aux précédents.

37 - (0,50 m). Calcaires gris, gréseux à traces ferrugineuses et débris de Stromatopores. AF75 B054

Microfaciès. Grainstone; pelsparite quartzifère. Deux tailles de quartz (cf. échant. AF 75 Bq50).

38 - (5,80 m). Calcaires gris clair ou jaunâtres, gréseux, à Stromatopores très nombreux dans la partie médiane des bancs où ils sont accompagnés de quelques Tétracoralliaires solitaires et Tabulés massifs, rares au sommet. AF75 B055a60

Microfaciès. Rudstone. Entre les organismes: grainstone; biosparite ou biopelsparite, très quartzifère. Quartz de deux tailles, les plus gros dépassant le millimètre.

Faune. Stromatopores: *Stromatopora* cf. *concentrica*.

Tabulés: cf. Staphylopora sp.

- 39 - (1 m). Calcaires gréseux, gris très clair en cassure à patine rougeâtre.
- 40 - (6,25 m). Calcaires gréseux et grès, gris ou jaunâtres, à rares débris de Stromatopores. AF75B061
Faune. Stromatopores: cf. Actinostroma ? sp.
- 41 - (4,80 m). Calcaires gris, gréseux, à traces de Brachiopodes et rares Stromatopores. AF75B062
Microfaciès. Grainstone; biopelsparite quartzifère.
- 42 - (1,50 m). Lacune d'observation.
- 43 - (0,60 m). Calcaires gréseux.
- 44 - (1,20 m). Lacune d'observation.
- 45 - (3 m). Grès jaunâtres et calcaires gréseux gris à fragments de Stromatopores. AF75B063
Microfaciès. Grès à ciment calcaire, à bioclastes et péloïdes. Deux tailles de quartz, les plus gros atteignant parfois 2,5 mm.
- 46 - (2,40 m). Calcaires gréseux à débris de Stromatopores. AF75B064
- 47 - (4 m environ). Quartzites blanc rosé, à patine crème ou noire.
- 48 - (6 à 8 m). Grès quartzeux, blanc ou gris en cassure, à patine crème, renfermant des galets de calcaires gris et devenant de plus en plus calcaire vers leur sommet. AF75B065
Microfaciès. Grès grossier à ciment calcaire et rares bioclastes. Deux sortes de quartz, la plupart de taille supérieure à 1 mm.
Faune. Tabulés: cf. Staphylopora ? sp.
- 49 - (25 à 30 m). Ensemble d'aspect très massif de calcaires gris, roses ou rouges, localement très crinoïdiques, passant très vite latéralement et verticalement à des calcaires gréseux jaunâtres ou à des quartzites roses à patine noire. Nombreux constructeurs de grande taille (Stromatopores, Tabulés), de grande taille (20 à 30 cm), mais toujours à l'état de fragments roulés, remaniés et très recristallisés. Rares Tétracoralliaires solitaires.
- 50 - (3 m). Quartzites roses. AF75B066
- 51 - (1 à 4 m). Niveau irrégulier, indenté dans les quartzites, de calcaires gris, gréseux, à nombreux fragments de Stromatopores.
- 52 - (5 à 10 m). Quartzites roses à tâches brunes. AF75B069
- 53 - (0,50 m). Grès jaune crème à ocre, roses par endroits, calcaire gréseux, à la base quelques galets de quartz; rares Brachiopodes. Tabulés, Tétracoralliaires solitaires. Latéralement, calcaires gréseux à Stromatopores. AF75B070
Microfaciès. Grès grossier à ciment calcaire. Quartz de 500 um à 1 mm, bien arrondis. 9
Faune. Stromatopores: Atelodictyon ? sp., Clathrodiction celluloseum, Stromatopora cf. concentrica, Stromatopora sp., Stromatopores aspect "confer-tum".
- Tabulés: Staphylopora sp.
- 54 - (1 m). Lacune d'observation.
- 55 - (1 m). Calcaires gréseux gris verdâtre, crinoïdiques à Brachiopodes et Tétracoralliaires solitaires. AF75B071
Microfaciès. Grainstone; biosparite localement quartzifère. Bioclastes d'origine diverse, bien triés et arrondis, souvent un peu micritisés et imprégnés de fer. Quelques passées plus gréseuses. 68
Faune. Tabulés: cf. Staphylopora sp.
Brachiopodes: Parastrophonella ? sp., Kransia cf. subsignata, Atrypacés.
- 56 - (3 m). Lacune d'observation.
- 57 - (0,50 m). Quartzites violacés.
- 58 - (1 m). Grès jaunâtres à patine jaune ou noire et lumachelles de Brachiopodes. AF75B072
Microfaciès. Floatstone. Grès à ciment calcaire et nombreux bioclastes parfois centimétriques. AF76B019
Faune. Tétracoralliaires solitaires: Disphyllidés.
Brachiopodes: Kransia cf. subsignata, Cyrtina sp., Indospirifer ? Merista ? sp. Atrypa sp.
- 59 - (0,50 m environ). Banc gréseux à nombreux Tétracoralliaires soli-

taires.

60 - (4 m). Lacune d'observation.

61 - (1 m). Alternance de calcaires gréseux jaunes à Brachiopodes, de AF 75 B073
grès et de quartzites marrons, violacés en patine.

Microfaciès. Rudstone à gros débris de coquilles dans un grès à
ciment calcaire. Deux tailles de quartz, les plus gros atteignant 2 à
2,5 mm. Bioclastes souvent légèrement micritisés et perforés.

Faune. Brachiopodes: *Kimatothyris* sp., *Atrypa* sp.

- 62 - (0,25 m). Quartzites blancs à patine noire.
- 63 - (2,50 m environ). Alternance de bancs de calcaires jaunes ou blancs châtres, gréseux, à nombreux Brachiopodes, et de bancs de quartzites à patine noire. Affleure mal. AF45B074
 Microfaciès. Identique au précédent, moins quartzifère.
 Faune. Brachiopodes: Kimatothyris sp., Atrypa sp.
- 64 - (0,20 m). Banc de calcaires gris jaunâtre, rouge en cassure. AF45B075
 Microfaciès. Floatstone à fragments de Tétracoralliaires et de Brachiopodes dans un grainstone; biosparite légèrement quartzifère. Bioclastes arrondis et un peu ferruginisés. Ciment de pseudosparite.
 Faune. Brachiopodes: Arduspirifer intermedius ?, Atrypa sp.
- 65 - (5 m). Lacune d'observation.
- 66 - (0,80 m). Calcaires gréseux, jaunes ou ocre, à Brachiopodes sur-tout abondants au sommet. Tétracoralliaires solitaires et Tabulés. AF45B076
 Microfaciès. Identique au précédent. 77
 Faune. Brachiopodes: Schizophoria sp., Xytostrophia ? sp., Cyrtina sp., Arduspirifer intermedius, Kimatothyris sp., Atrypacés. 78
- 67 - (8 m). Lacune d'observation.
- 68 - (0,50 m). Calcaires gréseux, jaune rosé, à Brachiopodes. AF45B079
 Microfaciès. Identique au précédent. 80
 Faune. Brachiopodes: Xytostrophia ? sp., Kimatothyris sp.
- 69 - (3 m). Lacune d'observation.
- 70 - (0,50 m). Grès à patine rouge sombre, violacée. AF45B081
 Microfaciès. Grès à ciment calcaire.
 Faune. Brachiopodes: Kimatothyris sp.
- 71 - (0,60 m). Lacune d'observation.
- 72 - (1 m). Grès grossier jaune, friable, à traces ferrugineuses. AF45B082
- 73 - (1 m). Grès calcaires jaunes, à traces violacées, crinoïdiques, en petits bancs de 5 à 20 cm. AF45B084
 Débris de Brachiopodes indéterminables.
 Microfaciès. Packstone, biomicrosparite à oolides. Deux catégories de bioclastes, les uns fortement microperforés, ferruginisés et transformés en oolithes superficielles. Ciment de microsparite, quelques plages de sparite.
- 74 - (150 m). Calcaires gréseux, jaunes, crinoïdiques, à traces ferrugineuses. AF45B085
 Microfaciès. Identique au précédent, mais moins riche en bioclastes ferruginisés. 86
- 75 - (1 m). Calcaires gréseux, grisâtres, à débris de Brachiopodes. AF45B087
- 76 - (6 m). Lacune d'observation.
- 77 - (1,60 m). Calcaires gréseux, gris, crinoïdiques; quelques débris de Brachiopodes vers le milieu. AF45B088
 Microfaciès. Grainstone ou wackstone. 89
 Faune. Bryozoaires Fistuliporidés. 90
 Brachiopodes: Pentamerida et Atrypacés.
- 78 - (2,30 m). Calcaires gris ou jaunes, et crinoïdiques. AF45B091
 Microfaciès. Grainstone. 92
- 79 - (0,50 m). Lacune d'observation.
- 80 - (3 m). Calcaires gréseux gris ou jaunes, crinoïdiques identiques aux précédents. AF45B093
 Microfaciès. Très voisin de celui du terme 73, mais les bioclastes ferruginisés ne sont pas transformés en oolithes superficielles. La taille des bioclastes augmente nettement dans la partie supérieure. à 97
 Joints stylolithiques.
 Faune. Brachiopodes: cf. Aulacella eifeliensis, Schizophoria sp., Leptaena sp., Pentameridés et Atrypacés.
- 81 - (1,50 m). Calcaires gris moyen, plus foncés en cassure, crinoïdiques. Nombreux Brachiopodes. AF45B098
 Microfaciès. Packstone; biomicrorite. Bioclastes très diversifiés et de petite taille, enrobé de micrite; quelques plages irrégulières de sparite. 99
 Faune. Brachiopodes: Aulacella cf. eifeliensis, Ivdelinia ? sp., Kransia aff. subsignata.
- 82 - (9 m). Lacune d'observation avec quelques bancs de calcaires et de

schistes.

- 83 - (1,30 m). Calcaires jaunâtres, gréseux et calcschistes à Brachiopodes et débris de constructeurs. AF45B0 101
Microfaciès. Rudstone. Entre les fragments de constructeurs, biomicrosparite quartzifère. 102
Faune. Tabulés: Pachyfavosites ? sp., Staphylopora sp., 103
Brachiopodes: Atrypa sp., cf. Cymostrophia nobilis.
- 84 - (1,40 m). Calcaires argileux et calcschistes riches en Tabulés branchus et lamellaires.
- 85 - (0,90 m). Calcaires gris, gréseux à très nombreux fragments d'organismes constructeurs (Tabulés, Stromatopores...). AF45B0 100
Microfaciès. Floatstone à bindstone. Gros débris de constructeurs ou constructeurs s'encroûtant dans un calcaire très quartzifère passant à un grès à ciment calcaire. Petits quartz piégés entre les organismes successifs (qui ne sont donc développés dans un milieu où il y avait un apport de terrigènes), de taille inférieure (60 um) à ceux de la matrice (80-100 um).
Faune. Tabulés: Pachyfavosites ? sp., Coenites sp., Alveolites sp., Tétracoralliaires solitaires.
Bryozoaires encroûtants.
Brachiopodes: cf. Xenospirifer fongi, Atrypa sp., Spinocyrtia ? sp.
- 86 - (1,40 m). Calcaires gris affleurant mal.
- 87 - (9 m). Calcaires gréseux, violacés, en petits bancs. AF45B0 161
Microfaciès. Grainstone; biosparite très quartzifère passant à un grès à ciment calcaire et débris d'organismes. Bioclastes arrondis et ferruginisés. Deux types de quartz irrégulièrement distribués.
Faune. Brachiopodes: cf. Cymostrophia nobilis, Pentaméridés indét., Hypothyridina procuboïdes ?, Atrypa sp., Desquamatia sp.
- 88 - (2 m environ). Calcaires gris foncés, crinoïdiques, à Tabulés et Tétracoralliaires solitaires passant latéralement à des niveaux plus schisteux. AF45B0 105
Microfaciès. Grainstone passant à un wackstone argileux et finement quartzifère. Quelques organismes encroûtants. 106
Faune. Brachiopodes: Whidbornella sp., Kransia ? sp., Hypothyridina ? sp., Atrypacés. 108
162
- 89 - (5 m environ). Alternance de calcaires jaunes, un peu violacés, et de schistes. AF45B0 109
Microfaciès. Localement, bindstone. Entre les organismes: Grainstone, wackstone, biosparite ou biopelmicrite à fins bioclastes. AF45B0 163
Faune. Brachiopodes: Leptaena sp., Beckmannia sp., Cyrtina sp., Athyris ? sp. 164
- 90 - (1,70 m). Calcaires roux, jaunes ou violacés, crinoïdiques. AF45B0 110
Microfaciès. Grainstone; biosparite quartzifère. Nombreux joints argileux irréguliers. 111
Faune. Brachiopodes: Aulacella sp., Schizophoria sp., Whidbornella sp., Cyrtina sp., Atrypacés. 112
Mollusques: Platyceras ? sp. 165
- 91 - (10 m). Alternance de calcaires jaunes et de calcaires violacés, crinoïdiques, passant latéralement à des grès ou même à des quartzites. AF45B0 113 à 122
Microfaciès. Grainstone; biosparite plus ou moins quartzifère. et 166
Bioclastes plus ou moins ferruginisés selon les niveaux.
Faune. Tétracoralliaires: débris de solitaires.
Bryozoaires.
Brachiopodes: Schizophoria sp., Productella sp., Leptaena sp., Metabolipa ? sp., Kransia sp., Cyphothyrina ? sp., Beckmannia sp., cf. Spinocyrtia ascendens, Eleutherocomma ? sp., Cyrtospirifer cf. Siringothyridiformis, Athyris sp., Anathyris ? sp., Atrypacés.
- 92 - (1 m). Lacune d'observation.
- 93 - (1,80 m). Ensemble calcaire et massif à sa base, devenant progres- AF45B0 176

St: Stictorhina sp.

T: Thamnopyra sp.

T: Thamnopyra sp.

Athyris sp.

Staphylopora sp.



- sivement plus schisteux et plus tendre dans la partie supérieure. Tétracoralliaires coloniaux à la base, solitaires au sommet. Microfaciès. Packstone à wackstone; biomicrite argileuse et quartzifère.
- 94 - (0,65 m). Trois bancs de calcaires gréseux à interlits schisteux. Brachiopodes et Tétracoralliaires solitaires, coloniaux. AF45B0168
- Faune. Brachiopodes: Atrypacés.
- 95 - (1,70 m). Calcschistes gris jaunâtre, à débit noduleux, à Brachiopodes et Tabulés lamellaires. AF45B0169
- Microfaciès. Grainstone. Biosparite à bioclastes arrondis, micro-perforés.
- Faune. Brachiopodes: Cariniferella ?, Whidbornella sp., Athyris sp.
- 96 - (1,50 m). Lacune d'observation.
- 97 - (3 m). Calcaires gréseux et grès jaunes en petits bancs de 5 à 10 cm, à très nombreux Brachiopodes. AF45B0170
- Faune. Brachiopodes: Spinatrypa ? sp., Athyris sp.
- 98 - (0,90 m). Calcaires plus argileux affleurant mal. AF45B0171
- 99 - (0,50 m). Calcaires gréseux à Tétracoralliaires solitaires, et Brachiopodes à la base. AF45B0172
- Faune. Brachiopodes: Schizophoria ? sp., Atrypacés.
- 100 - (1 m). Lacune d'observation.
- X 101 - (4 m). Grès et calcaires gréseux gris à patine sombre, bien lités, en bancs à 20 cm. AF45B0173
- Faune. Brachiopodes: Schizophoria ? sp., Cyrtospirifer e.g. verneuili, "Spirifer" aff. acutosinu, Athyris sp., Anathyris ? sp., Atrypacés.
- 102 - (6,50 m). Lacune d'observation.
- 103 - (0,80 m). Grès roux à patine sombre, à Brachiopodes et Tétracoralliaires solitaires. AF45B0174
- Faune. Brachiopodes: Cyrtospirifer sp., Atrypacés.
- 104 - (2 m). Lacune d'observation.
- 105 - (2 m). Grès marron, violacé, à patine noire. AF45B0175
- Faune. Brachiopodes: Cyrtospirifer sp., Athyris sp., Atrypacés.
- 106 - (3 m). Lacune d'observation.
- 107 - (1 m). Calcaires gréseux jaunes et violacés à Brachiopodes Atrypacés et Tabulés. AF45B0176
- 108 - (8 m). Lacune d'observation avec quelques bancs de grès violacés, décalcifiés, à empreintes de Brachiopodes et de Tétracoralliaires solitaires. En éboulis, des Réceptaculites.
- 109 - (1 m). Grès micacés en bancs de 20 à 30 cm.
- 110 - (4 m environ). Calcaires gréseux et grès décalcifiés alternant avec des bancs de quartzites. AF45B0177
- Faune. Brachiopodes: Cyrtospirifer sp., Desquamatia ? sp. 179
- 111 - (1,80 m). Marnes et schistes, avec des intercalations de bancs calcaires; nombreux Tabulés branchus, formes lamellaires plus rares, quelques Tétracoralliaires solitaires et de rares petites colonies de Tétracoralliaires; Brachiopodes (Atrypacés). AF45B0178
- Microfaciès. Rudstone (à bindstone). Entre les débris d'organismes: micrite ou grès à ciment calcaire selon les endroits.
- Faune. Tabulés: Alveolites sp., Coenitidés branchus, Staphylopora sp.
- Tétracoralliaires solitaires: Temnophyllum cf. chitralense.
- 112 - (1,20 m). Calcaires gréseux, violacés, à Tabulés et Tétracoralliaires solitaires, coloniaux. AF45B0180
- Microfaciès. Rudstone à gros débris de constructeurs dans un grès à ciment calcaire. à 183
- Faune. Tabulés: Thamnopora cf. alta, T. sp., Alveolites sp., Coenitidés. 97
- Tétracoralliaires: Hexagonaria sp. 2
- ← - Au-dessus commence le MEMBRE RECIFAL DE QUARK-E BODAK, épais de 43 m à l'endroit de la coupe mais qui s'amincit très fortement latéralement. Certains termes précédents (en particulier) correspondent à des essais de travail d'installation du régime réifal qui va maintenant progressivement se développer.
- 113 - (0,70 m). Calcaires gris foncé, avec des Tabulés branchus et localement quelques colonies de Tétracoralliaires retournées. AF45B0181

M. G. B. A.
ph. B. 8

100 et 111

97

AF45B0181

- Microfaciès. Grainstone; biopelsparite. Absence totale de quartz.
Faune. Stromatopores: restes d'Amphipora sp.
- 114 - (0,20 m). Calcaire crinoïdique à Tétracoralliaires solitaires et AF75 B0 185
constructeurs branchus.
Microfaciès. Grainstone; biosparudite.
Faune. Stromatopores: Stachyodes sp., Amphipora sp.
- 115 - (0,40 m). Calcaires gris à Tétracoralliaires solitaires et colo-AF75 B0 186
niaux.
Microfaciès. Framestone à bafflestone. Entre les organismes:
grainstone; biosparite à bioclastes très arrondis.
Faune. Tétracoralliaires: Hexagonaria sp.
- 116 - (2 m). Calcaires avec des niveaux riches en organismes construc-AF75 B0 187
teurs. 188
Microfaciès. Framestone à rudstone. Entre les organismes:
grainstone; biopelsparite.
Faune. Stromatopores: Clathrocoelona sp.
Tabulés: Thamnopora sp., Scoliopora sp., Alveolites sp.,
Coenitidés.
Tétracoralliaires: Hexagonaria cf. lavalii, H. sp.
- 117 - (0,70 m). Calcaires gris à constructeurs branchus. AF75 B0 189
Faune. Alveolites sp.
- 118 - (0,15 m). Passée schisteuse, rougeâtre.
- 119 - (1,30 m). Calcaire gris avec, à sa base, aspect bréchique à nom-AF75 B0 190
breux débris d'organismes constructeurs (Tabulés). 191
Microfaciès. Framestone. Entre les organismes: wackstone; biopelmi-
crite.
Faune. Stromatopores: Hermatostroma cf. schlueteri.
Tabulés: Alveolites sp.
Tétracoralliaires: Hexagonaria sp.
- 120 - (0,90 m). Calcaires gris en petits bancs.
- 121 - (0,80 m). Calcaires à Brachiopodes et Tétracoralliaires soli-AF75 B0 192
itaires et constructeurs lamellaires.
Microfaciès. Rudstone (ou bindstone). Entre les organismes:
grainstone; biopelsparite quartzifère.
Faune. Tabulés: Staphylopora ? sp.
- 122 - (9 m environ). Calcaires très diaclasé et fendillé avec quelques AF75 B0 193
passées très crinoïdiques. A sa base, un niveau à colonies de
Tétracoralliaires et, vers le sommet, de nombreux Tabulés lamellaires X
Microfaciès. Bindstone ou rudstone. Entre les organismes:
grainstone; pelsparite ou biopelsparite à bioclastes très arrondis.
Faune. Stromatopores: débris d'Amphipora sp.
Tabulés: Thamnopora cf. alta, Alveolites sp., Coenitidés.
- 123 - (2,40 m). Calcaires gris, d'aspect assez massif, mal stratifiés; AF75 B0 194
un banc de 0,30 m mieux marqués à la base.
Microfaciès. Floatstone. Gros débris centimétriques de constructeurs
dans un grainstone; biosparite à bioclastes très diversifiés et de
taille très variable.
Faune. Stromatopores: Clathrocoelona sp., Stachyodes.
Tabulés: Alveolites sp.
Tétracoralliaires solitaires (débris).
- 124 - (0,90 m). 5 à 6 bancs de calcaires plus tendres. AF75 B0 195
Microfaciès. Identique au précédent; matrice localement micritique
(packstone). Des agrégats micritiques, sombres (taille moyenne: 150
um) de nature algale ?
Faune. Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp.
Tétracoralliaires solitaires.
- 125 - (1,50 m). Calcaires gris clair, à patine jaunâtre, crinoïdiques, AF75 B0 196
en petits bancs de 10 à 15 cm de plus en plus nets vers le sommet.
Microfaciès. Grainstone. Biopelsparite à bioclastes souvent de
petite taille.
- 126 - (2,10 m). Calcaires gris, crinoïdiques, avec quelques Tabulés AF75 B0 197
branchus ou lamellaires.
Microfaciès. Floatstone (à bindstone ?). Entre les débris de
Tabulés: grainstone; biosparite. Bioclastes de taille un peu supé-
rieure à ceux du tome précédent.

- Faune. Stromatopores: *Stictostroma saginata*, *Amphipora* sp.
 Tabulés: *Thamnopora* sp., *Alveolites* sp., *Aulostegites* sp.
 Tétracoralliaires solitaires (débris).
 Brachiopodes: *Productelle* indét., *Adolfia* ? sp., *Cyrtospirifer* sp., *Desquamatia* sp.
- 127 - (2 m). Calcaires gris, d'aspect massif, mal stratifiés, avec des AF45B.193
 Tétracoralliaires coloniaux, des Tabulés (Alvéolitidés) et quelques Stromatopores.
 Microfaciès. Bindstone. Entre les organismes: grainstone; bioparite ou biopelsparite.
 Faune. Stromatopores: *Stictostroma saginata*, S. sp., *Stromatopora* sp.
 Tabulés: *Thamnopora* sp., *Alveolites* sp., cf. *Aulostegites* sp.
 Tétracoralliaires solitaires (débris).
- 128 - (0,30 m). Calcaires gris, recristallisés. AF45B.193
- 129 - (17 m). Calcaires gris, à filonnets de calcite et organismes recristallisés, d'aspect très massif, en bancs très peu visibles, métriques à la base, plurimétriques au sommet. Plusieurs échantillons y ont été récoltés.
- a - A 1,20 m de la base; nombreux Tétracoralliaires solitaires. AF45B.200 a
 Microfaciès. Byfflestone. Entre les organismes: grainstone; biopelsparite. Localement un peu de micrite.
 Faune. Tabulés: *Thamnopora* sp.
 Tétracoralliaires: *Thamnophyllum* sp.
- b - Vers 4 m de la base; banc mal individualisé de calcaire à Tétracoralliaires solitaires. AF45B.200 b
 Microfaciès. Identique au précédent; matrice plus micritique.
 Faune. Tabulés: *Thamnopora* sp.
 Tétracoralliaires: *Thamnophyllum* sp.
- c - Vers 5 m de la base; calcaires à Tétracoralliaires solitaires, AF45B.200 c
 Tabulés et Stromatopores.
 Microfaciès. Identique à celui de l'échantillon Bo 200a, avec en plus quelques organismes encroûtants (bindstone); localement pelsparite.
 Faune. Algues: *Girvanelles* ?
 Stromatopores: *Clathrocoilon* sp., cf. *Stachyodes* sp.
 Tabulés: *Thamnopora* sp., *Alveolites* sp.
 Tétracoralliaires solitaires.
- d - Vers 7 m de la base; calcaires d'aspect très massif, à Tabulés AF45B.200 d
~~recristallisés.~~
 Microfaciès. Bindstone à framestone. Entre les organismes: pelsparite à biopelsparite. Un peu de micrite dans les loges de quelques Tabulés.
 Faune. Algues.
 Stromatopores: *Clathrocoilon* sp.
 Tabulés: *Thamnopora* sp., *Alveolites* sp.
 Tétracoralliaires solitaires.
- e - Vers 12 m de la base; calcaires à nombreux filonnets de calcite et Tabulés recristallisés. AF45B.200 e
 Microfaciès. Boundstone. Entre les organismes, grainstone (biopelsparite) ou packstone (biopelmicrite) selon les endroits.
 Faune. Stromatopores: *Clathrocoilon* sp., *Stachyodes* australe, *Amphipora* sp.
 Tabulés: *Thamnopora* sp., *Alveolites* sp., *Crassialveolites* sp.
- f - Vers 15 m de la base; calcaires massifs. AF45B.200 f
 Microfaciès. Boundstone à rudstone. Entre les organismes ou les débris: packstone à wackstone; pelmicrite ou biopelmicrite à plages de sparite. Micrite localement rétractée en péloïdes. Bioclastes souvent recristallisés, avec une bordure micritique.
 Faune. Stromatopores: *Stictostroma saginata* sp., *Stachyodes* sp.
 Tabulés: *Thamnopora* sp.
- g - Vers le sommet; banc de 0,25 à 0,50 m de calcaires massifs gris AF45B.200 g
 rougeâtre à surface rubéfiée.

Microfaciès. Rudstone. Entre les débris: packstone; biomicrite ou pelmicrite. Localement un peu de sparite.

Faune. Stromatopores: aspect "confertum", Stictostroma cf. valensis, S. sp., Stachyodes australe, S. sp., Amphipora sp.

Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp.

Tétracoralliaires solitaires.

h - A l'extrême sommet.

Microfaciès. Rudstone à débris de constructeurs en contact stylolithiques dans une matrice micritique quartzifère.

Faune. Stromatopores: Stachyodes.

Tabulés: Alveolites sp.

Tétracoralliaires solitaires.

AF45B0 200 h

(fig. 70) * Au-dessus, commence la Formation du Koh-e Giru dont 240 m ont été levés. Toute cette série renferme, presque dès sa base et jusqu'à une vingtaine de mètres de son sommet de très nombreux Réceptaculites et des Bryozoaires Fistuliporidés; ces derniers sont surtout abondants dans une quinzaine de mètres de la partie supérieure (= COUCHES A BRYOZOAIRE) où ils édifient de petites constructions (B. Mistiaen 1980): Biostromes ou biohermes. Les premiers bancs montrent une légère disharmonie par rapport au toit du récif sous-jacent; ils sont légèrement ondulés.

130 - (1 à 2 m). Quartzites rouges sombre ou gris à patine noire, passant localement à des grès décalcifiés et présentant des niveaux lenticulaires de calcaires gréseux crinoïdiques.

Microfaciès. Grès à ciment calcaire avec quelques gros débris (Tétracoralliaires, Tabulés, entroques) et des bioclastes plus petits.

Faune. Tétracoralliaires: Disphyllidés.

Brachiopodes: Athyris sp.

131 - (1,50 m). Calcaires jaunâtres, gréseux et crinoïdiques, à nombreux Tabulés.

Microfaciès. Floatstone à débris divers (Tabulés, Stromatopores, Bryozoaires, Brachiopodes) souvent bien arrondis, dans un grainstone (biosparite) quartzifère.

Latéralement ce niveau renferme des Brachiopodes

Microfaciès. Floatstone à coquilles de Brachiopodes dans un grainstone (biosparite) aux bioclastes bien arrondis et triés, passant à un grès à ciment calcaire.

Et se termine par un banc extrêmement riche en Tétracoralliaires solitaires.

Microfaciès. Grès à ciment calcaire; débris de coquilles, entroques et Tétracoralliaires solitaires.

132 - (1 m). Lacune d'observation.

133 - (0,60 m). Alternance de schistes et de petits bancs de calcaires épais de 5 cm.

Microfaciès. Identique à celui du terme 130.

134 - (0,10 m). Petit banc de calcaires gréseux construits à Bryozoaires, et passées crinoïdiques. [Microfaciès. Floatstone ? ou framestone à Bryozoaires dans un sédiment de type packstone (biopelmicrite ferrugineuse très quartzifère) à fines passées ferrugineuses.]

135 - (0,80 m). Alternance de schistes jaunes ou verdâtres, localement violacés, et de petits bancs de calcaires ou de grès localement décalcifiés.

Microfaciès. Identique à la matrice du microfaciès précédent.

Faune. Brachiopodes: Cariniferella sp., Anathyris sp.

136 - (1,15 m). Schistes jaunes, verts et violacés à intercalation de rares petits bancs calcaires gréseux.

Microfaciès. Identique au précédent.

Faune. Brachiopodes: Atrypacés.

137 - (0,30 m). Calcaires jaunes d'aspect plus schisteux à leur sommet; Réceptaculites.

B0 203

B0 204

AF45B0 207

AF45B0 208

AF45B0 209

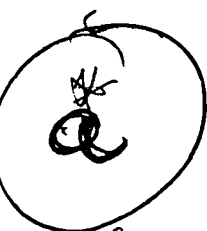
AF45B0 210

AF45B0 211

- Microfaciès. Identique au précédent.
- 138 - (2,60 m). Alternance de schistes verts et de bancs de calcaires gréseux lenticulaires. AF75B0 212
213
Microfaciès. Très voisin du précédent.
Faune. Brachiopodes. Cariniferella sp., Productella indét., Cyrtina sp., Anathyris sp., Atrypacés.
- 139 - (3,50 m). Alternance de schistes, de calcschistes et de bancs calcaires, jaunes, verdâtres ou violacés. Quelques organismes constructeurs dans les bancs calcaires. AF75B0 214
215
Microfaciès. Framestone à Bryozoaires dans un sédiment identique à celui du niveau précédent, un peu moins riche en quartz.
- 140 - (1 m). Calcaires et calcschistes à colonies de Bryozoaires. AF75B0 216
Microfaciès. Framestone. Dans les espaces entre les colonies: micrite localement très quartzifiée; rares bioclastes.
- 141 - (1 m). Lacune d'observation.
- 142 - (2 m). Calcaires jaunes, violacés, crinoïdiques, à Réceptaculites, et passées schisteuses. AF75B0 217
Microfaciès. Aspect hétérogène. Localement packstone pseudosparitisés, ailleurs grès à ciment calcaire ou ferrugineux. Dans les deux cas, des bioclastes bien arrondis, totalement imprégnés de fer et transférés en oolites superficielles.
Faune. Brachiopodes: Gypidula ? n. sp. (=Gypidula e.g. multiplicata Brice 1971).
- 143 - (0,90 m). Schistes.
- 144 - (2 m). Alternance de schistes grisâtres et de calcaires crinoïdiques jaunes, violacés à Brachiopodes et nombreux Réceptaculites au sommet.
- 145 - (0,50 m). Calcschistes.
Faune. Brachiopodes: Gypidula ? n. sp. (=Gypidula e.g. multiplicata Brice 1971), Atrypacés indét.
- 146 - (0,50 m). Schistes verdâtres.
- 147 - (0,90 m). Calcaires. AF75B0 219
Microfaciès. Grès à ciment calcaire passant à un packstone (biomicrite) bioclastes souvent très recristallisés.
Faune. Brachiopodes. Whidbornella . sp., Gypidula ? n. sp. (=Gypidula e.g. multiplicata Brice 1971), Athyris sp.
- 148 - (1,10 m). Calcaires et calcschistes noduleux jaunes ou violacés, à Réceptaculites.
Faune. Brachiopodes: Gypidula ? n. sp. (=Gypidula e.g. multiplicata Brice 1971), Atrypacés indét.
- 149 - (0,70 m). Calcaires à Réceptaculites.
- 150 - (2 m). Schistes verdâtres à rares Bryozoaires.
Raccord douteux.
- 151 - (1,50 m à 2 m, affleurant mal). Calcaires et schistes verdâtres très crinoïdiques.
- 152 - (0,25 m). Calcaires jaunes à Réceptaculites.
- 153 - (0,50 m). Schistes verdâtres.
- 154 - (0,40 m). Calcaires noduleux. AF75B0 222
Microfaciès. Packstone. Biomicrudite légèrement quartzifère et localement pseudosparitisée. Bioclastes souvent totalement recristallisés (sauf les entroques).
Faune. Brachiopodes: Whidbornella sp., Pruductella subaculeata, Adolfia ? sp., Crurithyris sp., Cyrtina sp., Athyris sp.

- 155 - (1 m). Lacune d'observation (schistes).
- 156 - (3,20 m). Schistes à la base puis calcaires jaunes/verdâtre crinoïdiques, à Réceptaculites.
- 157 - (1,90 m). Calcaires jaunes à roux, à trainées violacées, passant à des calcschistes et à des schistes; localement crinoïdiques; Réceptaculites. AFB₀ 223
224
- Microfaciès. Packstone; biomicrudite quartzifère. Bioclastes de taille très variable (dont de grosses entroques) généralement micritisés en bordure. Petits quartz anguleux (30-80 um), irrégulièrement répartis. Matrice micritique ou pseudosparite.
- Faune. Brachiopodes: *Gypidula* ? n. sp. (= *Gypidula* e.g. *multiplicata* Brice 1971), *Adolfia* ? sp., *Thomasaria* sp. Atrypacés.
- Gastropodes: *Platyceras* ? sp.
- 158 - (0,70 m). Calcaires jaunes très crinoïdiques passant à des calcaires jaunes violacés à Réceptaculites.
- 159 - (1,90 m). Alternance de schistes et de petits bancs de calcaires ondulés, boudinés.
- 160 - (1 m). Calcschistes à Réceptaculites. AFB₀ 225
- Microfaciès. Identique à celui du terme 157.
- Faune. Brachiopodes: *Schizophoria* sp., *Productealla subaculeata*, *Gomphalosia* sp.
- 161 - (2,50 m). Calcaires rouges et jaunes, en petits bancs.
- 162 - (1,20 m). Calcaires jaunes, crinoïdiques à Réceptaculites et Bryozoaires.
- 163 - (0,80 m). Calcschistes jaunes à gris verdâtre.
- 164 - (2,50 m). Calcaires jaunes, crinoïdiques, à Réceptaculites. AFB₀ 226
- Microfaciès. Floatstone. Entre les gros débris, packstone à grainstone; biosparudite. Bioclastes souvent ferruginisés. Quartz (100-150 um) très irrégulièrement répartis, très abondants localement. Pseudosparite et calcite syntaxiale.
- 165 - (0,60 m). Deux bancs de calcaires jaunes, violacés en cassure.
- 166 - (0,60 m). Grès quartzites sombres, violacés.
- 167 - (2,50 à 3 m). Lacune d'observation.
- 168 - (1,20 m). Grès violacés ou verdâtres et bancs lenticulaires de calcaires crinoïdiques à Réceptaculites.
- 169 - (5 m). Lacune d'observation.
- 170 - (0,50 m). Calcaires très crinoïdiques, jaunes gris, plus verts à la base. AFB₀ 227
- Microfaciès. Rudstone à grosses entroques. Biosparudite à biomicrudite quartzifère. Calcite syntaxiale abondante. Plages de pseudosparite. Certains bioclastes (stéréomes, entroques) totalement imprégnés de fer, d'autres pas.
- Petits lits de quartz inférieur au millimètre.
- 171 - (0,50 m). Schistes et petits bancs de calcaires crinoïdiques.
- 172 - (1 m). Calcaires crinoïdiques jaunes gris, à traces violacées ferrugineuses à la base et nombreux Réceptaculites.
- 173 - (0,70m). Calcaires gréseux verts, en bancs bien stratifiés. AFB₀ 228
- Microfaciès. Pelmicrosparite quartzifère.
- 174 - (2,20 m). Alternance de calcaires, de calcaires gréseux et de schistes, violacés ou jaunes, à Réceptaculites.
- 175 - (6 m). Calcaires violacés ou roses à entroques blanches et Réceptaculites jaunâtres. AFB₀ 229
- Microfaciès. Identique à celui du terme 170.
- 176 - (0,30 m). Schistes.
- 177 - (1,10 m). Calcaires violacés à entroques blanches et Réceptaculites jaunâtres. AFB₀ 230
- Microfaciès. Identique au précédent, un peu plus riche en quartz.
- 178 - (0,30 m). Schistes.
- 179 - (0,80 m). Calcaires jaunes, crinoïdiques, à Réceptaculites. AFB₀ 231
- Microfaciès. Identique au précédent. Espaces vides des Réceptaculites remplis de micrite ferrugineuse un peu quartzifère.
- 180 - (4,20 m). Alternance de calcaires jaunes ou violacés, de schistes,

calcsch. c



c

α

- 180 - (4,20 m). Alternance de calcaires jaunes ou violacés, de schistes, de calcschistes et de passées plus gréseuses, verdâtres. AFB₀ 232-236
Rares Réceptaculites.
Microfaciès. Floatstone à coquilles de Brachiopodes. Ciment de pseudosparite. Quartz plus ou moins abondants.
- 181 - (0,40 m). Lacune d'observation.
- 182 - (0,45 m). Calcaires jaunes à traces violacées et niveaux plus gréseux à la base. AFB₀ 237
Microfaciès. Identique à celui du terme 170.
Faune. Brachiopodes: Whidbornella sp., Gomphalosia sp., Douvillina ? sp.
- 183 - (0,50 m). Schistes gréseux.
- 184 - (1,10 m). Calcaires jaunes à traces violacées et nombreux Réceptaculites.
- 185 - (2 m). Calcaires jaunes et violacés, très crinoïdiques, à Réceptaculites. AFB₀ 239
Microfaciès. Packstone à rudstone. Biomicrudite quartzifère, localement pseudosparitisée.
Faune. Brachiopodes: Coeloterorhynchus sp.
- 186 - (1,20 m). Calcaires jaunes, crinoïdiques à Réceptaculites. AF B₀ 240
Microfaciès. Identique au précédent, passant localement à un bindstone.
Faune. Brachiopodes: Cyrtina ? sp.
- 187 - (1,80 m). Calcschistes gris vert et schistes crinoïdiques. AFB₀ 241
Microfaciès. Packstone. Biomicrite (à intramicrite). Bioclastes 243
très diversifiés souvent enrobés de micrite sombre dans un ciment de pseudosparite. Localement nombreuses perforations dans certains bioclastes (débris de Trilobites).
Faune. Brachiopodes: Cariniferella sp., Whidbornella sp., Adolfia aff. multiplicata.
- 188 - (0,50 m). Calcschistes et schistes à nombreux Brachiopodes. AFB₀ 244
Microfaciès. Packstone pseudosparitisé.
Faune. Brachiopodes: Cariniferella sp., Gomphalosia sp., Douvillina ? sp., Coeloterhynchus tobasensis, Cyrtospirifer sp.
- 189 - (0,40 m). Calcaires crinoïdiques gris violacé passant à des calcaires rouges à granules ferrugineux et se terminant par une surface gréseuse. AFB₀ 245
Microfaciès. Rudstone. Biomicrudite pseudosparitisée. Bioclastes 246
arrondis, micritisés en bordure et imprégnés d'oxydes de fer.
Faune. Brachiopodes: Cariniferella sp.
- 190 - (1,50 m). Calcschistes et petits bancs de calcaires violacés, crinoïdiques, à Réceptaculites.
- 191 - (3,20 m). Alternance de calcaires jaunes et violacés, crinoïdiques à Réceptaculites de calcschistes et de passées plus schisteuses. AFB₀ 247
Microfaciès. Identique au précédent mais moins fréquemment imprégné 248
de fer. 249
Faune. Brachiopodes: Hypothyridina aff. cuboides, Coeloterorhynchus sp.
- 192 - (1,85 m). Calcaires gris clair en cassure, à patine jaune ou violacée, crinoïdiques, à Réceptaculites et calices de crinoïdes. AFB₀ 250
Microfaciès. Identique au précédent, plus riche en débris imprégnés 251
d'oxydes de fer.
- 193 - (0,40 m). Calcschistes jaune vert crinoïdiques, noduleux. AFB₀ 253
Microfaciès. Packstone très recristallisé, localement quartzifère.
- 194 - (0,20 m). Calcaires jaunes, violacés, crinoïdiques. AFB₀ 254
Microfaciès. Packstone à grainstone localement très quartzifère.
- 195 - (1 m). Calcschistes gris jaunâtre, à patine rouge un peu crinoïdiques, et schistes à nodules ou petits bancs de calcaires jaune violacé crinoïdiques. AFB₀ 255
Microfaciès. Très voisin de celui du terme 193.

a

a

c
x

- 196 - (2,80 m). Calcaires violacés, crinoïdiques, en bancs de 10 à 30 cm, à colonies jaunes de Bryozoaires, Réceptaculites et calices de Crinoïdes. AFB₀ 256
257
258
Microfaciès. Boundstone ?
- 197 - (0,60 m environ). Calcaires rouges à nombreux filonnets de calcite; rares colonies de Bryozoaires. AFB₀ 259
Microfaciès. Floatstone à gros débris de Bryozoaires dans un packstone; biomicrite. Bioclastes fortement imprégnés de fer.
Faune. Brachiopodes: *Cyrtospirifer* sp.
- 198 - (1,70 m). Calcaires gris, jaunâtre et violacés, très crinoïdiques, à Réceptaculites. AFB₀ 260
Microfaciès. Packstone. Biomicrudite à larges plages de pseudosparite.
- 199 - (0,90 m). Calcaires gris jaunâtre et violacés, très crinoïdiques, à nombreux calices de Crinoïdes. AFB₀ 261
Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* sp., *Douvillina* sp.
- 200 - (0,80 m). Schistes et calcschistes jaunâtres. AFB₀ 262
Microfaciès. Wackstone à packstone. Biomicrite quartzifère à plages de pseudosparite.
Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* sp., *Adolfia* sp.
- 201 - (0,30 m). Calcaires gris verdâtre, violacés en patine, légèrement crinoïdique. AFB₀ 263
Faune. Brachiopodes: *Whidbornella* sp., *Cariniferella* sp.
- 202 - (0,35 m). Schistes et calcschistes jaunes.
- 203 - (1,85 m). Calcaires gris, violacés, crinoïdiques, en petits bancs de 10 à 30 cm; grandes entroques et, vers le sommet, nombreux Bryozoaires accompagnés d'organismes branchus. AFB₀ 264
265
Microfaciès. Boundstone à Bryozoaires dans une micrite-biomicrite localement quartzifère.
- 204 - (2,60 m). Calcaires identiques au niveau sous-jacent avec des colonies de Bryozoaires de plus grande taille. AFB₀ 266
Microfaciès. Identique au précédent.
Faune. Brachiopodes: *Cyrtospirifer* sp.
- 205 - (0,10 à 0,20 m). Calcaires à nombreux Orthocères passant latéralement à 1 m de calcaires construits à très nombreuses colonies de Bryozoaires. AFB₀ 267
Microfaciès. Boundstone identique au précédent.
- 206 - (0,10 m). Calcaires violacés, crinoïdiques, gréseux à leur sommet.
- 207 - (0,60 m). Schistes et calcschistes.
- 208 - (2 m). Calcaires. AFB₀ 268
Microfaciès. Packstone. Bioclastes partiellement ou totalement imprégnés de fer, dans une pseudosparite.
- 209 - (0,90 m). Schistes.
- 210 - (2,20 m). Calcaires gris, localement violacés, crinoïdiques. AFB₀ 269
Microfaciès. Packstone plus quartzifère et moins riche en fer que le précédent.
- 211 - (5,10 m). Calcaires gris, jaunâtres, à traces ferrugineuses.
- 212 - (2,30 m). Calcaires gris, crinoïdiques, en petits bancs. AFB₀ 271
- 213 - (2 m). Calcaires gris, crinoïdiques, à petits Brachiopodes. AFB₀ 272
Microfaciès. Wackstone à packstone. Biomicrite à structures fenêtrées et Stromatactis.
Faune. Brachiopodes: cf. *Cyrtospirifer kusbassii*.
- 214 - (4 m). Calcaires gris, à traces rougeâtres, d'aspect massif et organismes reconstitués ? AFB₀ 273
Microfaciès. Mudstone. Micrite légèrement quartzifère, à très petits bioclastes.

* En contact tectonique sur le dernier terme décrit, on observe des calcaires du Dinantien.

66

30.1 - Localisation

A 6 km au Sud de la coupe de Bkan, un vallon emprunté par la piste de Sar-e Karnala, entaille perpendiculairement toute la série dévonienne entre le lieu-dit Cawak et le village de Sar-e Bum (fig. 62)

Au-delà, vers le Sud-Est, puis le Sud, jusqu'au pied du sommet 4239 du Koh-e Qajir (fig. 67) on ~~rencontre~~ à nouveau des terrains du Dévonien.

remonte le Silurien puis,

30.2 - La série

Toutes les formations dévoniennes reconnues dans la région ont été observées. La portion occidentale de la coupe (de Cawak à Sar-e Bum) présente une structure monoclinale assez régulière, à plongement Ouest, - les parties centrale et orientale de la coupe sont, par contre, tectoni- quement plus complexes et montrent un pendage général vers le Sud-Est; on y observe ~~sur~~ dans cette coupe le Dévonien sur les deux flancs de l'anticlinorium de Tojka. Je décris donc la coupe selon ces deux sections.

30.2.1 - Partie orientale de la coupe de Cawak

. Le coeur de la structure (fig. 68, terme 1) est occupée par une série de schistes grossiers, grisâtres, avec quelques niveaux conglomératiques à galets de quartz laiteux et quelques bancs de calcaires gréseux, parfois décalcifiés, gris foncé à patine rousse, un peu crinoïdiques; ces derniers renferment de petits galets plats plus sombres et plus schisteux et sont souvent riches en débris de Brachiopodes (Orthidés indéterminables) et en restes de Gastéropodes (éch. AF 78 Séct 8).

. Vers ~~le Sud-Est~~, toute la base du Koh-e Qajir (fig. 68, terme 2) est formée de quartzites noirs, violacés, à patine brillante et de bancs plus gréseux à patine plus terne. ~~est~~ la FORMATION DE SAR-E BUM. qui semble appartenir à

. Près du sommet de ces quartzites, viennent s'intercaler des lentilles de taille métrique à décimétrique, de calcaires clairs, blancs ou beiges, d'aspect très massif (fig. 68, terme 3) appartenant déjà à la FORMATION DE BOKAN qui semble se poursuivre ensuite normalement par ~~des~~ un niveau corinthe de calcaires massifs, blancs ~~massifs~~ (terme 3'). Entre la Formation de Sar-e Bum et celle de Bkan on n'observe donc apparemment pas ici l'intercalation habituelle des niveaux schisteux de la Formation d'Olsenak.

30.2.2 - Partie ^{centrale et} occidentale de la coupe de Cawak

. Vers l'Ouest, au-delà des affleurements de schistes (terme 1) qui semblent représenter le coeur de l'anticlinorium dans cette coupe, près du point coté 3124, on rencontre quelques mauvais affleurements de la FORMATION D'OLSENAK (fig. 68, terme 4); il faut donc placer un contact anormal. Il s'agit de calcaires gris jaunâtres, crinoïdiques, parfois un peu plus gréseux et ferrugineux, à nombreuses colonies de Bryozoaires de forme noduleuse ou colonnaire, de taille pluricentimétrique et à fragments de Tabulés branchus.

Microfaciès. Bindstone ou framestone à Bryozoaires et lamelles centimétriques empilées. Entre les colonies ou les débris, biomicrite localement quartzifère, parfois remaniée en gros intra-

de la zone jointe
les parties
par centre le pouton
plus complexes
de la travers
la partie orientale
de la coupe

la partie
calcaire
et brachiopode
est plus

71

qui
de
l'ouest
71

71

AF 78
Sect 7

Fig. 68 - Coupe schématique de Cavak.

clastes centimétriques dans une matrice plus quartzifère. Bioclastes (entroques, débris de Brachiopodes, zoécies...) irrégulièrement répartis; entroques souvent microperforées et parfois fortement imprégnées de fer; quartz anguleux de 60 à 120 µm. Dolomitisation locale.

Faune. Tabulés: cf. Pachyfavosites sp.
Tétracoralliaires: petites formes solitaires.
Bryzoaires.

Au-delà de la vallée de Gala Soray, vers l'Ouest, on rencontre une série de bancs de calcaires gris, un peu crinoïdiques, très fracturés (fig. 08, terme 5), qui ont livré une faune de Brachiopodes.

28 sk 1
75 sk 5

Microfaciès. Wackstone ou packstone. Micrite fossilifère et quartzifère à biomicrite quartzifère. Bioclastes de deux tailles: les uns, très nombreux localement, très petits (100 µm en moyenne) et non identifiables; les autres plus rares, de taille millimétrique à centimétrique (entroques, coquilles désarticulées de Brachiopodes parfois totalement recristallisées...). Quelques terriers millimétriques remplis de calcite. Petits quartz (60 µm). Nombreuses microfracturations.

qui pourraient être affaiblis à la Formation d'Olsenak

Faune. Brachiopodes: *Beckmannia* n. sp. (= *Kronia minor* minor ~~cf. Brach~~ (Brach 1971)), *Septalaria* cf. *physomena*, *Carinata* cf. *plana*, *Desquamidia* sp.

Juste à l'Ouest des affleurements précédents, en contact tectonique ?, on rencontre la FORMATION DE SAR-E BUM, particulièrement bien développée; elle dessine un vaste ensemble anticlinal extrêmement puissant et compliqué tectoniquement.

L'épaisseur exacte de la formation est difficile à évaluer; on peut toutefois l'estimer à plusieurs centaines de mètres (500, 800 voire peut être près d'un millier de mètres). Elle forme un vaste dôme anticlinal replissé et faillé; ~~elle culmine~~ elle culmine près du sommet 3361, et ~~est~~ est retombée orientale, très redressée, parfois inverse et faillée, vient au contact des affleurements précédents. Le cœur de cette structure est occupé par des quartzites sombres en bancs très massifs, plurimétriques (fig. 08, terme 6); il est entaillé par de profondes gorges au Nord de Sar-e Bum. Vers l'Ouest, les niveaux supérieurs de la Formation de Sar-e Bum passent à des niveaux plus tendres, vraisemblablement supprimés tectoniquement sur le flanc Est, à intercalations de schistes de bancs de calcaires parfois riches en organismes constructeurs qui annoncent la Formation d'Olsenak. Plusieurs d'entre eux ont été échantillonnés.

qu'elle

6 a - Calcaires noirs à grain fin. Microfaciès. Palmicrosparite à pelsparite quartzifère. Petits bioclastes (fragments de coquilles, Ptéropodes ?). Quartz anguleux de 60 à 100 µm.

78 sk 2

6 b - Calcaires gris, à patine jaune ou rouille, crinoïdiques. Microfaciès. Rudstone. Biomicrodite quartzifère. Grosses entroques plurimillimétriques parfois microperforées, débris de Bryozoaires, micritique, en plages amygdaloïdes, alternant avec d'autres plages plus micritiques. Nombreux contacts microstylolithiques. Silicification orientée, bilatérale, autour des quartz.

78 sk 3

6 c - Lentille de calcaires dolomitiques, gris à patine jaune, à nombreux constructeurs et débris de constructeurs lamellaires ou massifs (Stromatopores, Tabulés). Grosses entroques en connexion. Microfacès. Framestone ou rudstone à Favositidés. Entre les colonies, matrice quartzifère souvent totalement dolomitisée (ankérite), avec quelques grosses entroques ou d'autres débris non reconnaissables; localement plages de grès. Quartz de 100 à 400 µm. Faune. Stromatopores lamellaires ou encroûtants indét.

78 sk 4

Tabulés: Pachyfavosites sp. 1, autre Favositidé, Thamncpora sp.

Quelques Tétracoralliaires solitaires.
Brachiopodes, *Ornlides* indéterminés

Le passage à la FORMATION D'OLSENAK qui affleure ensuite largement vers l'Ouest jusqu'au village d'Olsenak (fig. 08, terme 7) est assez progressif; il semble que les deux formations présentent des

71

1 et 2
indentations de leurs faciès et la limite est difficile à positionner. C'est un ensemble essentiellement schisteux dont l'épaisseur est difficile à apprécier, admettant quelques intercalations calcaires, dont certaines ont livré des organismes constructeurs.

- 7 /a - Calcaires gris clair, jaunâtres à nombreux organismes et débris d'organismes constructeurs (Bryozoaires). 28 sk 5
Microfaciès. Framestone (ou rudstone). Entre les organismes: biomicrite localement quartzifère, bioclastes (entroques, zoécies, débris de coquilles de Brachiopodes...) de taille variable; certains (entroques) microporés et légèrement ou fortement imprégnés d'oxydes de fer. Quartz anguleux (100 à 150 µm).
- 7 /b - Calcaires jaunes à petites colonies noduleuses centimétriques de Bryozoaires. 25 sk 3
- 7 /c - Calcaires jaunes, violacés, un peu crinoïdiques, à nombreuses colonies noduleuses de Bryozoaires. ?
Restes de Réceptaculites.
Microfaciès. Bindstone. Entre les organismes, biomicrite quartzifère. Bioclastes très variables (entroques, zoécies, débris de coquilles, rares Ostracodes à remplissage géotrope de micrite...), certains roulés, arrondis, d'autres ayant conservés de fines ornements; entroques souvent partiellement ferruginisées. Quartz anguleux, de taille moyenne 120 µm, irrégulièrement répartis.
← Joints irréguliers, riches en limonite.

Le passage de la Formation d'Olsenx, très incompetent, à la FORMATION DE BOKAN, très compétente, est, lui aussi complexe, vraisemblablement progressif et compliqué par les accidents (fig. 60). Cette dernière formation est constituée par une épaisse série de calcaires gris clairs, localement plus roses, très massifs (fig. 60, terme 8). 71
71

72 x
Ils sont, dans l'ensemble un peu mieux stratifiés qu'ils ne l'étaient dans la coupe de Bokan mais on note, ici aussi, par endroits (fig. 60) des morphologies assez particulières, avec des "noyaux" de taille plurimétrique, enrobés, emballés dans des calcaires en petits bancs bien stratifiés.

Plusieurs niveaux de cet ensemble, difficiles à positionner stratigraphiquement avec précision, ont livré des organismes constructeurs. La partie inférieure, assez bien litée, pourrait correspondre au MEMBRE DES CALCAIRES RUBANÉS qui était surtout bien exprimé dans les coupes plus septentrionales.

- 8 /a - Calcaires gris à taches roses et patine jaune clair, assez bien lités à nombreux fragments remaniés d'organismes constructeurs massifs (Stromatopores, Tabulés et Tétracoralliaires solitaires). [N 45°; 60° N]. 26 BS 4

x
Microfaciès. Rudstone? dolomitisé. Entre les organismes: biopel-sparudite? quartzifère souvent dolomitisée, riche en limonite. Gros bioclaste (nombreuses entroques, débris de coquilles...). Quelques plages de sections subcirculaires de pelmioprosparite quartzifère, pouvant correspondre à des terriers?

Faune. Stromatopores: Stromatopora e.g. concentrica.

Tabulés: Pachyfavosites sp.

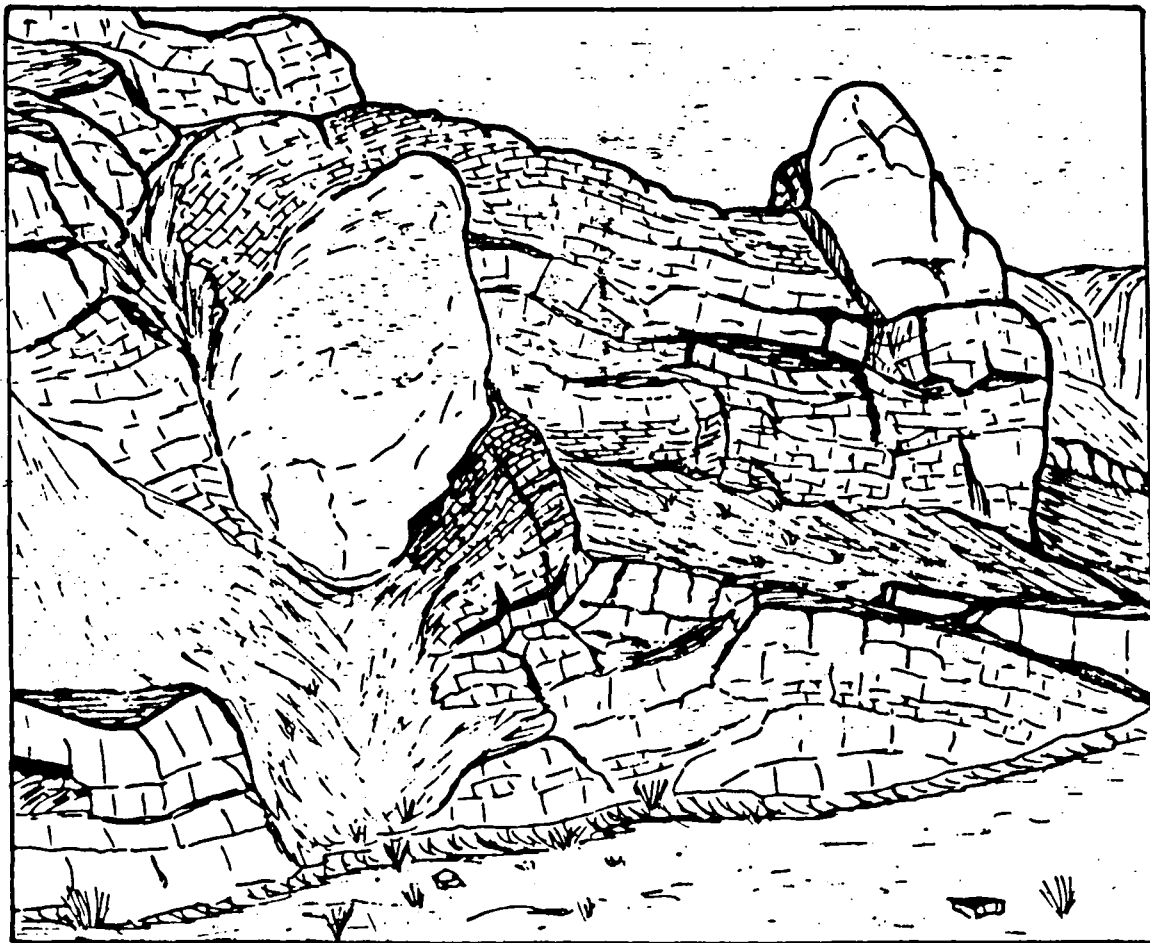
- 8 /b - Calcaires gréseux, gris, à stratifications entrecroisées et traînées ferrugineuses à fragments de constructeurs. 26 BS 2
Microfaciès. Rudstone. Entre les organismes: (bio)micrite quartzifère ou grès à ciment calcaire. Remplissage de micrite peltoïdale dans les loges des Favositidés.

Faune. Tabulés: Favosites sp.

- 8 /c - Calcaires massifs, roses à taches grises, correspondant à des organismes constructeurs (Stromatopores) recristallisés. 26 BS 3

8 /d - Vers le sommet de la formation certains niveaux ont livré des Brachiopodes. *Pentamerus* indéterminés, *Carinata* sp. 26 BS 4

Progressivement, la Formation de Bokan passe à la FORMATION DE



72
Fig. 89 - Un aspect de la Formation de Bokan, dans la coupe de Cawak, avec des "noyaux" de calcaires massifs, "enrobés" dans des ensembles plus nettement stratifiés. [28-8-76].

CAWAX, toujours bien stratifiée / fig. 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100 / dont la succession est décrite ci-après.

Brachio:
90a
90b
90c
90d
90e
90f
90g
90h
90i
90j
90k
90l
90m
90n
90o
90p
90q
90r
90s
90t
90u
90v
90w
90x
90y
90z

- 91 - (plusieurs mètres). Calcaires gris, crinoïdiques, à nombreux Bra-76BS5el
chiopodes et à constructeurs.
Microfaciès. Rudstone. Gros fragment de constructeurs dans une
biosparudite quartzifère. Nombreuses entroques de grande taille
avec ciment de calcite syntaxiale; rares autres bioclastes
(zoécies, débris de Brachiopodes, de Trilobites...). Péloïdes ?
Faune. Stromatopores: Taleastona yangdongi
Tabulés: Favosites, Staphylopora sp. 2 ?
92 - (10 m). Calcaires gréseux gris, à trainées ferrugineuses. 76BS6
Faune. Tabulés: Staphylopora sp. 2 ?
93 - (3 à 5 m). Calcaires gris à traces de grands lamelli-branches à la
base et sections de Brachiopodes Pentaméricés.
94 - (4 m). Calcaires gréseux gris devenant roux vers leur sommet.
95 - (une dizaine de mètres). Quartzites blancs jaunâtres, se terminant
par un niveau conglomératique à dragées de quartz et petits galets <
noirs.
96 - (3 à 5 m). Lacune d'observation.
97 - (1,50 m). Calcaires construits à très nombreux organismes. A la 76BS7
base, surtout des Tabulés branchus; au-dessus, des bancs à constructeurs <
massifs ou lamellaires: Tabulés, Stromatopores et Tétracoralliaires coloniaux
(Phillipstréidés) et ~~très~~ très gros Tétracoralliaires solitaires
interrompus par plusieurs petites passées à Tabulés branchus et
petits Tétracoralliaires solitaires. Les organismes massifs sem-
blent disposés en tous sens, les formes lamellaires au contraire
paraissent être en position de vie.
Microfaciès. Framestone à floestone. Entre les organismes (ou gros
fragments d'organismes) grainstone: biosparite très diversifiés et
de taille très variable (50 um à 5 mm ou plus). ~~avec bioclastes~~
Faune. Stromatopores: Gerranostroma lehnischii Stromatopora cf.
concentrica, Taleastruma boiarschinovi.
Tabulés: cf. Pachyfavosites ? sp., Thamnopora cf. absuada,
Alveolitidés et Coenitidés branchus. 76BS8
98 - (1 m). Passée schistogréseuse, gris rougeâtre avec quelques Tabulés 76BS8
branchus.
Microfaciès. Pack stone. Biomicroite très quartzifère à petites plages de
sparite. Bioclastes partiellement micritisés.
Faune. Algues: Sphaerocodium sp.
Stromatopores incé.
Tabulés: Alveolitidés branchus, Aluaporidés.
99 - (1 m). Calcaires gris à patine jaune, organismes constructeurs. 76BS9
Microfaciès. Framestone à bindstone. Entre les organismes,
grainstone, biosparite. Bioclastes très diversifiés (nombreuses
zoécies et entroques, fragments de Trilobites, fragments de coquil-
les de Brachiopodes, valves d'Ostracodes...)
Faune. Algues: Sphaerocodium sp.
Stromatopores: Clathrocoelona obliterated, Stromatopora
huepschii.
Tabulés: fragments de Thamnopora sp., Alveolites sp.
Débris de Tétracoralliaires solitaires.
100 - (2 m). Calcaires gréseux crinoïdiques violacés et jaunes, à strati-
fications entrecroisées.
101 - (3 à 4 m). Lacune d'observation, avec quelques bancs calcschisteux
verdâtres et jaunâtres.
102 - (8 m). Ensemble construit, avec à la base, sur 0,20 m, des 76BS10
calcschistes jaunâtres, crinoïdiques, à organismes constructeurs 76BS3
lamellaires et Tétracoralliaires solitaires qui passent progres-
sivement à une alternance de niveaux de plus en plus calcaires et
de passées argileuses. Dans les niveaux calcaires, des colonies de
Tabulés, de Tétracoralliaires et de gros Tétracoralliaires soli-
taires; dans les niveaux argileux, des organismes lamellaires très
fins (Alveolitidés) et quelques grosses colonies de Phillipstréidés.
Au sommet de très nombreux organismes lamellaires et branchus.

à revoir
mm

Fig. 70 - Série stratigraphique de la coupe de Cawak.

8 a : FORMATION DE CAWAK.

Microfaciès. (Niveaux supérieurs). Bindstone. Fines lamelles d'Alveolitidés épaisses de 1 à 5 mm, et atteignant 5 cm ou plus de longueur, délimitant des cavités très allongées à remplissage géotrope de micrite. Ailleurs, biomicrite quartzifère bioturbée.

Faune. Tabulés: *Thamnopora* sp., *Alveolites* sp. et autres

- Alveolitidés, *Staphylopora* sp. *Siphonophrentis gigantea*.
 20 - (2 à 3 m). Grès calcaires jaunes roux à Brachiopodes.
 24 - (1 m). Banc massif de calcaires gris à Brachiopodes.
 23 - (1 m). Banc massif de calcaires gris à Brachiopodes.
 (12 m). Allimure de grès bruns et de niveaux décalqués.

- La Formation de Cawak se termine par le MEMBRE RECIFAL DE BODAK (fig. 72, terme 24), qui correspond ici à un gros ensemble épais de 20-25 m, de calcaires peu stratifiés, subdivisé par une passée plus tendre, en deux barres épaisses chacune d'une dizaine de mètres.

* Au-dessus et en continuité, on trouve la FORMATION DE ~~OKAK~~ DE KOK-EGIAH, qui atteint près de 150 m d'épaisseur.

25 - (30 m environ). Calcaires gréseux jaunâtres, peu crinoïdiques.
 26 - (plus d'une centaine de mètres). Calcaires jaunes ou rouges, violacés, très crinoïdiques. Vers la base, rares Réceptaculités puis quelques petites colonies de Bryozoaires dans des niveaux calcaires un peu plus gris. Les COUCHES A BRYOZOAIRES sont ici pratiquement inexistantes.

27 - (2 à 3 m). Calcaires gris.

Faune Brachiopodes: *Productelles*
Ceoloterorhynchus aff. tabacensis
 (fig. 73, terme 27)

. La série se termine par la FORMATION DE OKAK, épaisse ici de quelques dizaines de mètres et constituée de schistes, avec à une dizaine de mètres de la base, intercalation d'un banc de quartzites.

. Au-dessus repose la barre des calcaires du Dinantien (fig. 73, terme 28), *sumatrensis*
 3 - Age des formations (schistes et quartzites) (fig. 73, terme 28)

Le terme 1, au coeur de l'anticlinorium de Toyka, pourrait appartenir au Silurien mais aucun élément paléontologique ne permet de confirmer cette hypothèse.

Des attaques pour la recherche de Conodontes dans les passées calcaires des niveaux moyens de la Formation de Sar-e Bum (échantillon AF 73 Sak 2, terme 2a) ...

Les niveaux supérieurs de cette formation (éch. AF 73 Sak 1) ont livré quelques constructeurs qui pourraient déjà indiquer le Dévonien moyen ?

Plusieurs niveaux fossilifères de la Formation d'Olsenak permettent d'en préciser l'âge.

- Le terme 5 de la coupe renferme une faune de Brachiopodes caractéristiques du Dévonien moyen. Des échantillons de ce niveau, confiés à M. Vanguesteine pour la recherche d'Acritarques, n'ont pas fourni de résultats.

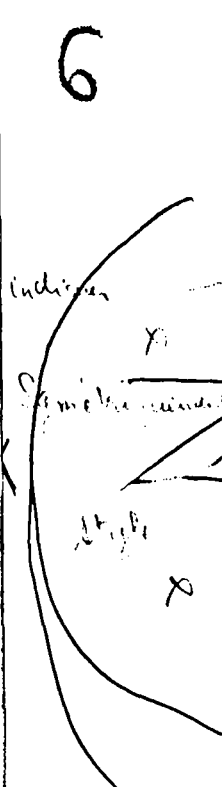
Symétriquement, de l'autre côté de l'anticlinal dans la formation de Sar-e Bum, les niveaux fossilifères situés dans la partie inférieure de la Formation d'Olsenak semblent aussi appartenir au Dévonien moyen (terme 4, 5).

- Par contre, la présence à nouveau synchrone (sur les deux flancs de la structure anticlinale) des Couches à Bryozoaires dans la partie supérieure de la Formation d'Olsenak permet de penser que cette dernière monte vraisemblablement jusque dans le Dévonien supérieur, comme c'était le cas dans les coupes un peu plus septentrionales.

Si la Formation de BOKAN ne dépasse pas le Dévonien.
 (Fini 1971)

La formation de Cawak a lieu, à son base, avec des brachiopodes identiques à celle trouvée dans le type précéclaire et indique l'union supérieure

Handwritten notes: 72, 129, 131, etc.



AF 73 16-7-2

Plusieurs niveaux fossilifères de la Formation d'Olsenak permettent d'en préciser l'âge.

- Le terme 5 de la coupe renferme une faune de Brachiopodes qui semble indiquer ~~du~~ Dévonien moyen, peut-être l'Eifélien, avec en particulier des représentants des genres *Beckmannia* et *Septalaria*. Des échantillons de ce niveau, confiés à M. Vanguesteine pour la recherche d'Acritarches, n'ont pas fourni de résultats.

- Par contre, la présence des Couches à Bryozoaires dans la partie supérieure de la Formation d'Olsenak, sur les deux flancs de la structure anticlinale, permet de penser que cette dernière monte vraisemblablement jusque dans le Frasnien supérieur, comme c'était le cas dans les coupes un peu plus septentrionales.

La présence de *Carinata*, dans les niveaux supérieurs de la Formation de Bokan, permet de leur attribuer un âge emsien à givétien terminal mais seul l'âge emsien peut être retenu puisque, au dessus, les premiers termes de la Formation de Cawak ont livré une faune caractéristique de l'Emsien supérieur, déjà identifiée dans la coupe précédente (zone à *pseudobaschkiricus*).

31. Coupe de CAWAK SUD

31.1. - Localisation

A 2 km environ au Sud Ouest de la coupe précédente une petite vallée entaille à nouveau le Dévonien (fig. 66).

31.2. - La série

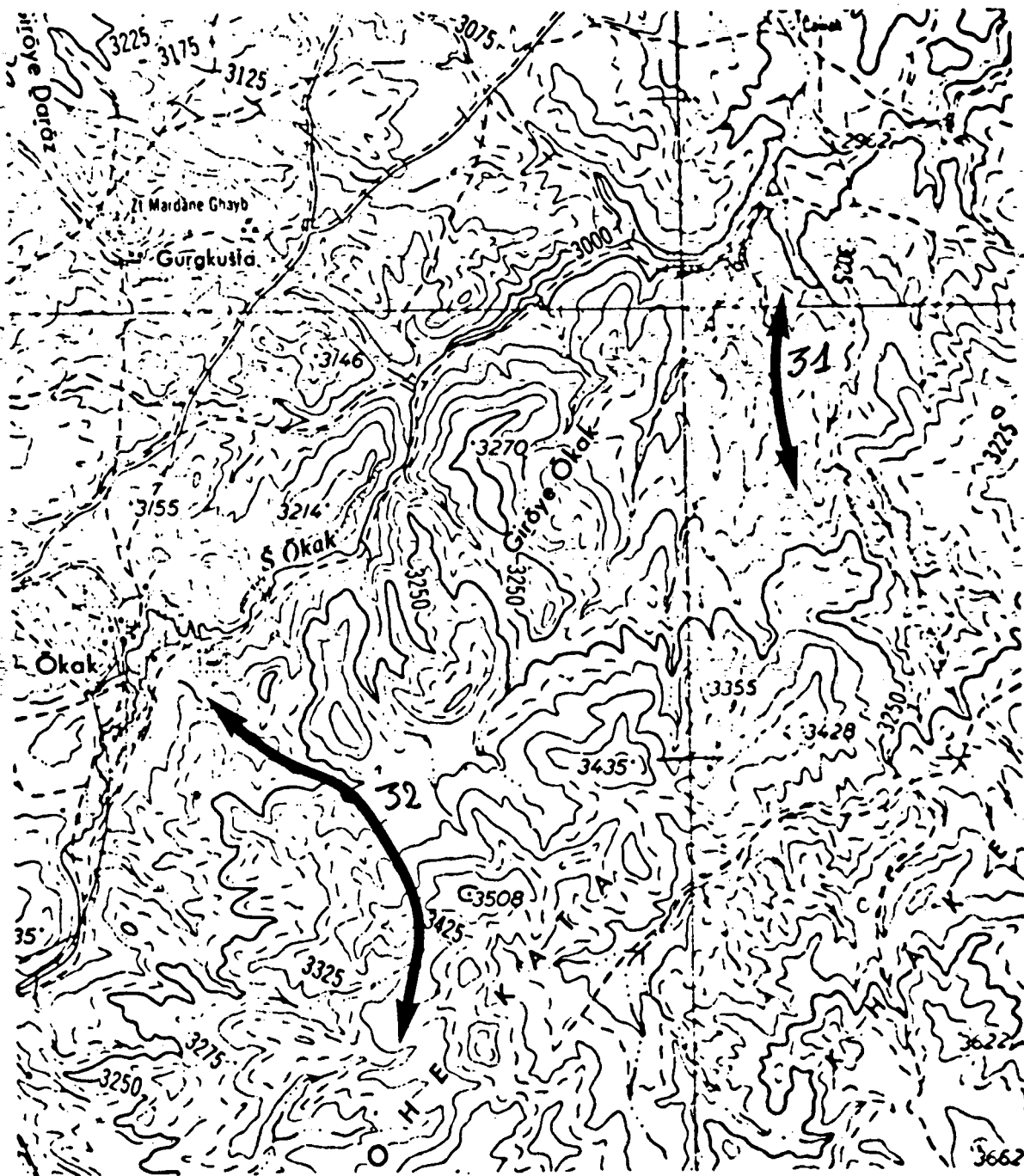
Seule la partie supérieure de la série qui se caractérise par quelques modifications par rapport à la coupe précédente, a été observée.

. La FORMATION DE CAWAK se termine par le MEMBRE RECIFAL DE BODAK ~~ici~~, ici ~~est~~ très peu développé. Sur le flanc Nord de la vallée, il forme une petite barre de calcaires massifs épaisse de 10 à 15 m à ~~PA~~ peine; de l'autre côté de la vallée, 25 à 30 m plus au Sud, il n'est plus représenté que par 8 à 10 m de calcaires beaucoup mieux stratifiés (fig. 73).

* Au-dessus, la FORMATION DES ENCRINITES DU KOH-E GIRU est plus épaisse que précédemment (180 à 200 m) de puissance. Les Réceptaculites y sont apparemment absents et les calcaires de Bryozoaires extrêmement rares.

N.B. On note aussi, dans cette coupe une augmentation d'épaisseur de la barre des calcaires du Dinantien.

QUARTE



30
 Fig. 67 - Carte de situation des coupes de CAWAK SUD (●) et de OKAK (30). Extrait de la carte topographique au 1/50 000, feuille de Semeltu Wa Qarnala, No 515 A I, pour la partie orientale, et de Okak, No 514 B II, pour la partie occidentale.

31

1 - Localisation

66

A 2 km environ au Sud Ouest de la coupe précédente, une petite vallée entaille à nouveau le Dévonien (fig. 66).

2 - La série

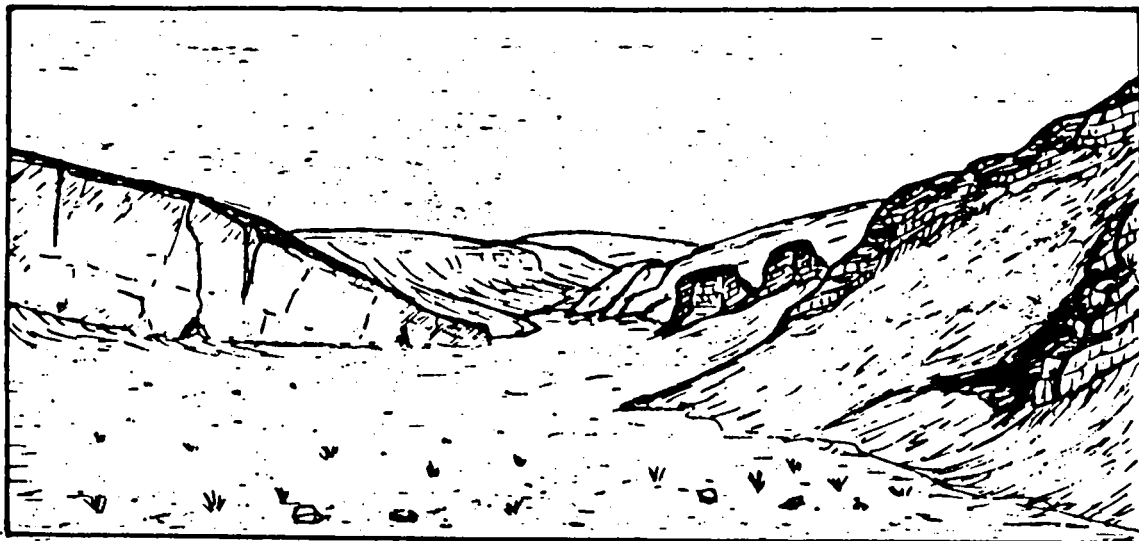
Seule la partie supérieure de la série qui se caractérise par quelques modifications par rapport à la coupe précédente, a été observée.

La FORMATION DE CAWAK se termine par le MEMBRE RECIFAL DE ^{QUAKK-E} ~~BO~~ ~~DAK~~ ~~qui,~~ ~~est~~ ~~très~~ ~~peu~~ ~~développé~~. Sur le flanc Nord de la vallée, il forme une petite barre de calcaires massifs épaisse de 10 à 15 m à peine; de l'autre côté de la vallée, 25 à 30 m plus au Sud, il n'est plus représenté que par 8 à 10 m de calcaires beaucoup mieux stratifiés (fig. 73).

73

^{DU KOU-G GIM}
* Au-dessus, la FORMATION DES ENCRINITES ~~DE CAWAK~~ est plus épaisse que précédemment (180 à 200 m) de puissance. Les Réceptaculites y sont apparemment absents et les calcaires de Bryozoaires extrêmement rares.

N.B. On note aussi, dans cette coupe une augmentation d'épaisseur de la barre des calcaires du Dinartien.



67

Fig. 11 - Coupe de Cavak sud. Vue panoramique schématique vers le Sud-Est, avec le Membre récifal de Bodak, épais () et massif à gauche (Nord-Est), - nettement réduit et représenté par des calcaires bien lités à droite (Sud-Ouest). [30-8-76].

quelques
mètres de

20 à 15m

30 32

1 - Localisation

La coupe, dont la description suit, a été observée en 1978, lors d'une mission commune avec Cl. Heddebaut et N. Beau. Elle se situe dans le vallon d'orientation Nord-Ouest Sud-Est qui s'ouvre au Sud-Est de la localité de Okak, vers le Sommet 3508 (fig. 74).

2 - La série

Avec cette coupe, on aborde le vaste massif dévonien de Sayed Tabib, essentiellement constitué par la Formation de Ekan. Toutefois seule la partie supérieure de la série dévonienne a été observée ici; elle présente quelques différences avec les observations effectuées plus au Nord.

Au-dessus de la Formation de Ekan (fig. 72, terme 1), la FORMATION DE CAWAK atteint 150 à 180 m d'épaisseur. Sa partie inférieure est essentiellement détritique; elle se compose de quartzites à patine noire (fig. 75, terme 2) et de grès (fig. 75, terme 3). La partie supérieure a été observée en détail; elle comporte les termes suivants.

4 - (0,50 m). Grès calcaires décalcifiés jaunes à patine ~~blanche~~ rousse, bien stratifiés, avec des débris d'organismes constructeurs.

Microfaciès.

~~Faune.~~

5 - (3,50 m). Calcaires gris brunâtre.

6 - (0,30 à 0,40 m). Calcaires à nombreux petits organismes branchus. OK2

Microfaciès.

Faune. Tabulés: Alveolitidés

7 - (0,30 m). Calcaires à grosses colonies d'Alveolitidés et de Tétracoralliaires. OK3

Microfaciès.

Faune. Tabulés: Alveolitidés branchus et massifs

8 - (3,50 m). Lacune d'observation.

9 - (6 m). Gros banc de calcaires noirs, non stratifiés.

(9a) Dans la partie inférieure, nombreux organismes branchus et lamellaires. ~~Bandstone à nodules dans un wackestone, limonite.~~ OK4

Faune. Stromatopores: Stromatopora? sp., Stachyodes, Stachyodes parvicollata
Tabulés: Alveolites sp., Aulostegites sp

(9b) Vers le milieu du banc, nombreuses colonies de Stromatopores (Stachyodes sp.) OK5

Microfaciès. Bufflestone. Entre les branches de Stachyodes: wackestone, limonite

Fig. 71 - Coupe schématique de Okak.

Faune. Stromatopores: Stachyocles sp
Hermesolium ~~sp.~~ sp.

(9c) Partie supérieure du banc constituée de calcaires noirs, à grain fin, très pauvres en fossiles. Ok6

Microfaciès. Gaiuste. Bryozoaires à débris de constructeurs à ovité par de la micrite

Faune. Stromatopores: Stachyocles sp

N.B. Les observations de terrain et de microfaciès montrent, dans cet ensemble, une nette évolution vers un milieu confiné.

10 - (2 m au maximum). Bancs lenticulaires de calcaires gréseux, très crinoïdiques, jaunes et ferrugineux avec des débris d'organismes constructeurs remaniés. Ok7

~~Microfaciès.~~

~~Faune.~~

11 - (2 m). Lacune d'observation.

12 - (0,50 m). Calcaires gris.

13 - (1 m). Lacune d'observation.

14 - (2 à 3 m). Calcaires gris foncé, un peu gréseux, en petits bancs de 20 cm environ, apparemment dépourvus de fossiles. Ok8

Microfaciès. Voisin de celui du terme 9c, un peu quartzifié

et plus riche en Joloides, Nalens, Actinocodes

Faune. Takulites: Thamnidia sp.

15 - (3 à 4 m). Calcaires gris foncé, identiques aux précédents mais en bancs métriques. Quelques colonies phacéloïdes de Tétracoralliaires. Ok9

~~Microfaciès.~~

Faune. Tétracoralliaires: Disphyllidés.

16 - (1,50 m). Lacune d'observation.

17 - (0,20 m). Petit banc calcaire à grosses colonies de Tétracoralliaires. Ok10
Ok11

~~Microfaciès.~~

~~Faune. Tétracoralliaires.~~

N.B. Cet ensemble calcaire, à caractère récifal, (termes 9 à 17) qui atteint plus de 25 m au niveau de la coupe levée, varie rapidement latéralement (fig. 75). 76).

Vers l'Est Sud-Est, il diminue d'épaisseur et semble disparaître totalement.

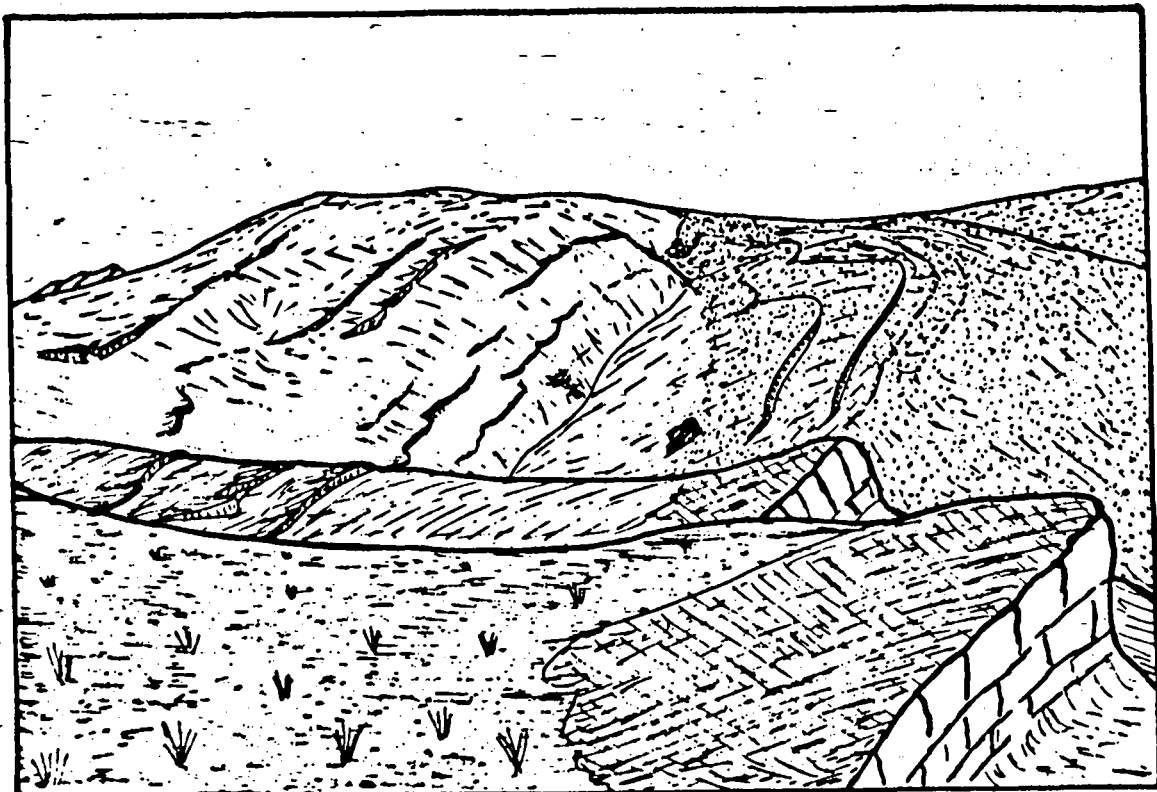
Vers le Nord-Ouest par contre, seule la partie supérieure (terme 14 à 19) s'anéantit mais l'ensemble récifal reste représenté par la barre inférieure de calcaires sombres.

La totalité (ou la partie supérieure ?) de cet ensemble pourrait représenter le membre récifal de Bouc.

pu koh - 6 CIRU

*. Au-dessus, commence la FORMATION DE ~~XXXX~~, épaisse de 120 m environ. Elle se caractérise par un important développement local des couches à Bryozoaires (et Réceptaculites) et se compose des termes suivants (fig. 77).

Ma Model =
Jouanien
ici = plan ?
Dand. . .

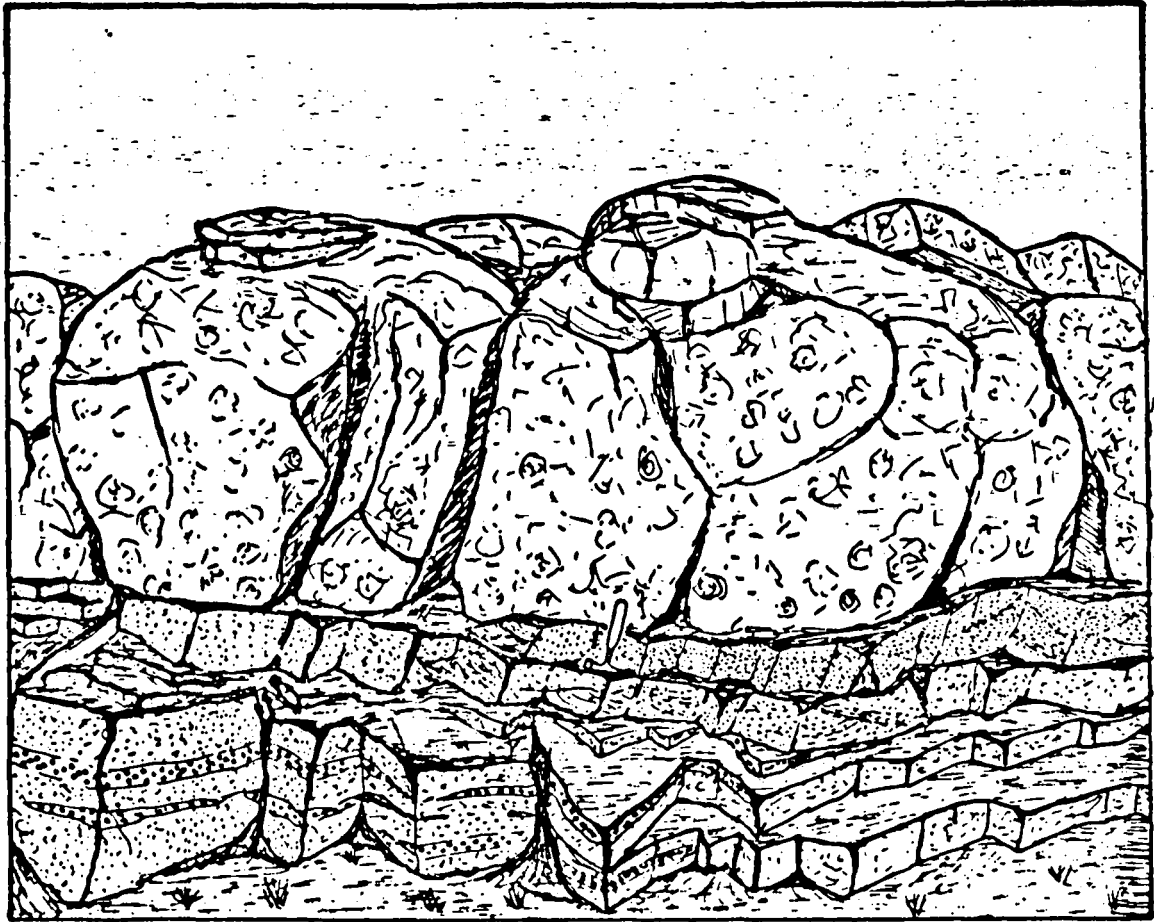


96 Fig. 75 - Vue panoramique, depuis le haut du vallon de Okak, vers l'Est. Au premier plan, à droite, les calcaires récifaux ~~de~~ sommet de la Formation de ~~Cawak~~, surmontés, à gauche, par les encrinites de la Formation du Koh-e Giru. A l'arrière plan, à droite, les niveaux ~~inférieurs~~ grésos-quartzitiques de la Formation de Cawak directement surmontés par les encrinites de la Formation du Koh-e Giru. Les calcaires récifaux du premier plan ont donc disparu; leurs derniers affleurements vers l'Est sont visibles sur le flanc droit du petit vallon au centre du croquis. A l'extrémité gauche (Nord-Est), les Couches à Bryozoaires du sommet de la Formation du Koh-e Giru. [3-8-78].

plus

Cawak

Fig. 75 - Le niveau construit à Bryozoaires et ses variations latérales.



78
Fig. 78 - Coupe de Okak, base du niveau construit à Bryozoaires, en contact brutal, ravinant la surface des grès calcaires et quartzites à stratifications obliques. Le marteau, au centre du croquis, donne l'échelle. [3-8-78].

- 18 - (50 m). grès calcaires et calcaires gréseux à stratifications obliques formant en particulier le sommet 3508). Nombreux Brachiopodes (cf. *Widdornella* sp. et cf. *Cariniferella* sp., non récoltés) et Réceptaculites abondants dans les derniers mètres.
- 19 - (1 à 2 m). Grès calcaires et grès quartzites, à stratifications obliques. Dernier banc lenticulaire, à surface irrégulière.

77 - A l'emplacement de la coupe, en contact brutal sur la surface irrégulière précédente (fig. 74), débute une masse construite de calcaires violacés, crinoïdiques, à très nombreux Bryozoaires (= COUCHES A BRYOZOAIREs terme 20, fig. 77 ~~MAX~~ qui atteint une vingtaine de mètres d'épaisseur et dont j'ai déjà donné par ailleurs (R. Mistiaen, 1980) une description d'ensemble. On peut y reconnaître, verticalement et latéralement, la succession suivante.

20a - A la base on observe, sur 2,5 à 3 m, ^{de} très nombreuses colonies de Bryozoaires de couleur jaune, souvent massives et de taille importante (décimétrique) empilées ou accumulées les unes sur les autres. Ils constituent pratiquement les seuls constructeurs présents.

OK 12

Microfaciès.

Faune.

20b - Au-dessus, on note des variations dans la morphologie des colonies de Bryozoaires; certaines sont massives, d'autres lamellaires ou en colonnes. Elles sont par ailleurs associées à d'autres organismes constructeurs: Tabulés massifs (Alvéolitidés), Tétracoralliaires coloniaux (Phillipastréidés finement lamellaires), quelques Tétracoralliaires solitaires...

OK 13

Microfaciès.

Faune.

20c - Dans cet ensemble s'intercalent quelques poches de calcaires crinoïdiques à nombreux Brachiopodes.

OK 14

Microfaciès.

Faune. Brachiopodes: cf. *Plicochonetes* ^(c) *manahoni*, *Theodossia* ? sp., *Cyrtospirifer* sp., *Atrypacés* indét.

OK 15

20d - Latéralement (vers le Sud-Est) les calcaires massifs précédents prennent un aspect plus stratifié, tandis que les organismes constructeurs associés aux Bryozoaires semblent se diversifier: Tabulés (Thamnoporidés), plusieurs espèces de Phillipastréidés...

Microfaciès.

Faune.

20e - Au-delà, le niveau, qui a diminué d'épaisseur, est formé de calcaires bien stratifiés, à petites colonies de Bryozoaires en colonnes de taille centimétrique.

OK 16

Microfaciès.

Faune.

à revoir
elle Brice
α

20f - Vers le Nord-Ouest, l'aspect est à nouveau différent. Sur les niveaux quartzitiques et gréseux, on observe quelques mètres de calcaires bien lités, gris jaunâtre, assez foncés, renfermant de nombreux Tétracorallaires solitaires mais de rares colonies de Bryozoaires.

Microfaciès. *Bindotia*. *Ectocarpus*: *bispandite*. *Grossophotia*, de 1,5 mm de diamètre, dans les organes attachés.

Faune. Algues: *Sphaerocodium* sp
Stromatolites: *Stromatolites* sp. lenticulaire, *Stromatolites* sp. incité
Tabulites: *Alveolites* sp

20g - Au-dessus de ces calcaires on retrouve des bancs à nombreux Bryozoaires.



21 - (30 à 50 m). ^{Au dessus des couches à Bryozoaires} Calcaires très crinoidiques, rose/violacé, avec, à la base, quelques bancs à nombreux Orthocères.

Dans les derniers mètres de cet ensemble, des Brachiopodes ont été récoltés.

Faune. Brachiopodes: *Eobrachythyris* ? sp.

77

. La série se poursuit ensuite par la FORMATION DE OKAK (fig. 72, terme 22) particulièrement bien développée (70 à 100 m). Elle est constituée de schistes bleutés et verdâtres renfermant des nodules ferrugineux et de nombreuses intercalations de bancs de quartzites qui leur donne un aspect flyscholide.

. Au-dessus, mais en contact anormal sur les schistes ^{de Okak} (ou sur les encrinites ^{de la base}) vient reposer la barre des calcaires évanidiens (fig. 77 terme 23).

3 - Age des formations

Les niveaux ^{inférieurs} supérieurs de la Formation de Cawk. (terme 4 à 9) ont livré une faune aux affinités rivétiennes. ^{de Okak} Dans ces bancs, provenant des ^{de la base} ~~termes~~ ^{de la base} ~~de la base~~

~~Par ces niveaux supérieurs (terme 14 et suivants) connus déjà referent à la formation de Koh-e-Gira (terme 18),~~

Au-dessus, dès la base de la Formation de Kamin on retrouve la biozone à Brachiopode No 7 (D. Brice, 1977) caractéristique du Frasnien moyen.

~~Le Frasnien inférieur est donc absent dans cette coupe extrêmement condensée, confondue avec les derniers bancs de la formation de Cawk.~~

Les niveaux lenticulaires intercalés dans les Couches à Bryozoaires ont livré des Brachiopodes, en particulier des Atrypacés, qui permettent de leur attribuer un âge encore frasnien.

Par contre, les niveaux supérieurs de la Formation ^{de Koh-e-Gira} ~~de Kamin~~ représentent le Famennien ^{supérieur} et le Strunien (avec *Eobrachythyris* sp.).

Au-dessus, la Formation de Okak est donc carbonifère dans sa totalité.



Au cours de l'été 1976, lors d'une mission avec D. Brice, quatre coupes ont été levées dans le vaste massif montagneux qui s'étend en bordure Nord-Est du Dasht-e Nawar et qui est traversé de part en part, sur une douzaine de kilomètres (du Nord-Ouest au Sud-Est), par la Daria Sayed Tabib. Ce vaste massif est constitué de très larges affleurements de la Formation de Bokan. Les terrains y sont très tectonisés. Trois des coupes levées sont situées dans la partie Nord du massif, la quatrième dans la partie Sud.

A

31) 33

1 - Localisation

La première coupe se situe dans un petit vallon orienté Nord-Sud, au pied du sommet 3237 m (fig. 7/1) 3 km environ au Sud-est de la coupe précédente. (B. Mistiaen, 1986, loc. SH, coupe 16; A. Elieck & al. 1982, loc. 4).

2 - La série

* La section observée montre 80 m environ de la FORMATION DE KAMAR (fig. 7/1).

DU KOD-EGH

- 1 - (2 m) Grès verdâtres.
- 2 - (5 m). Calcaires bicolores jaunes et gris, crinoïdiques, à stratification entrecroisées, avec des niveaux plus gréseux, ferrugineux, presque quartzitiques, des bancs de calcaires très crinoïdiques et des bancs à lame-helles d'Brachiopodes. [N 165° 30' E].
Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* sp., *Eostrophalonia* sp., *Metabolipa* ? sp., *Cyrtospirifer* sp. 76 SH 4
- 3 - (25 m environ). Alternance de grès, de calcaires gréseux, de calcaires violacés à grandes entroques, de calcaires jaunes, crinoïdiques, de niveaux schisteux et de calcaires gris à grain fin et patine jaune; nombreux Brachiopodes. 76 SH 2
Faune. Brachiopodes: *Productelles* indét., *Metabolipa* ? sp.
- 4 - (2 m). Calcaires jaunes et gris, crinoïdiques, identiques au terme 2, un peu plus ferrugineux, à stratifications entrecroisées et lamelles de Brachiopodes. SH 3
Faune. Brachiopodes: *Cariniferella* aff. *lovensis*, *Gamphalosis* sp., *Productelles* indét., *Athyris* sp.
- 5 - (12 m). Calcaires identiques aux précédents, avec quelques bancs gréso-quartzitiques. A la base, banc à nombreux Atrypidés.
- 6 - (20 à 25 m). Lacune d'observation avec, vers le sommet, quelques bancs présentant le même faciès que précédemment.
- 6a - Reste de Vertébré: Placoderme ? indét. (A. Elieck et al., 1982). SH 4 28
- 6b - Quelques mètres au-dessus, calcaires jaunes rougeâtre, crinoïdiques, passés de grès ferrugineux, à très nombreux Brachiopodes: *Eostrophalonia* sp., *Coeloterorhynchus tabasensis* (n. subsp.), *Cyrtospirifer* verneulli, *Athyris* sp., *Atrypacés* indét. SH 5
- 6c - Quelques mètres au-dessus encore, banc calcaires gris jaunâtre, à nombreux Brachiopodes: *Coeloterorhynchus tabasensis*, *Cyrtospirifer* aff. *verneulli* très abondants, *Athyris* sp. SH 6 1

← Au-dessus (fig. 7/1, terme 7) on observe un ensemble, épais de 5 m environ, construit par des Bryozoaires (= COUCHES A BRYOZOAIRES) associés à d'autres organismes constructeurs: Tabulés branchus et lamellaires, Tétracoralliaires coloniaux (Phillipastréidés) et solitaires.

→ 7a - A la base, calcaires gris à noirs, à nombreux Bryozoaires, avec quelques rares Réceptaculites. Microfaciès. Bindstone à Bryozoaires et Tabulés lamellaires ou massifs. Entre les organismes: mudstone à wackstone; micrite à forte activité algale, ou biomicrite, à structures fenêtrées localement bien développées. Localement, ciment de sparite. Bioclastes de taille très diverse, d'aspect anguleux, non roulé, souvent enroulés par des algues, ou servant de noyaux à des Anco-lithes; nombreux petits agrégats quelques centaines de microns, irréguliers, d'origine algale, avec localement des cellules

atteignant

Eostrophalonia?

Warrenella sp.
Warrenella sp.

da

SA

(P. V. A. 6)

oncolithes

L

76 SH 4

76 SH 2

SH 3

SH 4 28

SH 5

SH 6 1

SH 7

Cratérienne
Serrania

visibles. Forte bioturbation. Petites fractures verticales ou obliques vraisemblablement synsédimentaires, à r-implissage très partiel de micrite plus claire à structure localement géotrope, parfois corrélatée en péloïdes plus ou moins distincts et microsparitisés.
Faune. Algues: Sphaerocodium sp., Girvanellas, Renalcis ? sp., Tabulés: Thamnopora sp., Alveolitidés. Tétracoralliaires: Serutonia sp.; quelques formes solitaires.

→ 7b - Partie médiane, à Bryozoaires moins abondants.
→ 7c - Partie supérieure, à nouveau très riche en Bryozoaires. Microfaciès. Bouéstone à Bryozoaires. Entre les colonies; biomicrorite quartzifère localement microsparite. Nombreuses perforations, (diamètre moyen 1,5 mm) dans les colonies de Bryozoaires, avec un remplissage de micrite pelliculaire renfermant quelques petits Ostracodes à test minces. Faune. Bryozoaires.

SW8

α

bandes

→ 7d - Latéralement, dans la masse construite, nombreux organismes branchus et colonies de Phillipastréidés. Microfaciès. Bindstone typique. Superposition d'organismes lamellaires (Algues, Stromatopores, Tabulés, Tétracoralliaires) en couches épaisses de 0,20 à 25 mm. Entre ces organismes, rares petites plages lenticulaires de micrite, biomicrorite, microsparite ou sparite. Faune. Algues: Sphaerocodium sp., Girvanella sp. Stromatopores: Clathrocoelona spisse. Tabulés: Alveolites sp. Tétracoralliaires: Phillipastréidés, rares solitaires.

SW11'

β

→ 7e - Localement, viennent s'intercaler ~~des et ensemble~~ quelques passées lenticulaires, d'épaisseur décimétrique, de calcaires bioclastiques. Microfaciès. Packstone. Biomicrorite ou biomicrosparite. Gros bioclastes très variés (débris de Tabulés, de Bryozoaires, entroques, Fragments de coquilles de Brachiopodes, de Tétracoralliaires solitaires, de Stromatopores, Ostracodes...), en contact parfois stylolithique. Quelques intraclastes micritiques; débris de Tabulés, de Bryozoaires, aux loges souvent remplies de micrite. Ciment de calcite fibreux palissadique développé localement autour de certains bioclastes. Ailleurs, microsparite. Faune. Algues: rares encroûtements de Girvanellas et de Sphaerocodium sp., Renalcis sp., Stromatopores indét. Tabulés: Thamnopora sp. Tétracoralliaires: Phillipastréidés. Frechastkea sp.

γ

→ 7f - Le sommet de la masse construite est entaillé par des chanaux à remplissage d'encrinites claires (fig 807). Sa surface est largement recouverte d'encroûtements ferrugineux. Microfaciès. Bindstone ? à Stromatopores, Bryozoaires et Algues. Entre les organismes; micrite ou biomicrorite. Nombreux vides et structures résultant d'une microkarstification ? avec deux phases de cimentation: calcite palissadique et deuxième phase de calcite spatique riche en limonite; forte fracturation postérieure. Faune. Stromatopores indét.

microkarstification

δ

8 - (2 m environ). Grès calcaireux, rouge violacés, à entroques blanches et petits nodules ferrugineux.
9 - (6 m). Calcaires jaunes et rougeâtres, d'aspect noduleux [N 30°, 35° E].

SW9

ε

Microfaciès. Grès à intraclastes calcaires. Gros intraclastes (taille: 5 mm à 3 ou 4 cm), apparemment pu remaniés, constitués de biosparite légèrement quartzifère; bioclastes variés, petits (les plus gros constitués par des entroques de la taille du demi millimètre), arrondis et légèrement ferrugineux. Grès à ciment calcaire; quartz anguleux 60 à 100 um en moyenne.

* Au-dessus on observe la base de la FORMATION DE OKAK, seulement

79

Fig. 79 - Série stratigraphique de la coupe de Sayed Tabib Nord (coupe ouest).



80
Fig. 13 - Coupe de Sayed Tabib Nord (coupe ouest). Le sommet du récif à Bryozoaires, à gauche du croquis, est entaillé par un chenal rempli d'encrinites claires, en petits bancs lenticulaires, visibles au premier plan. Le marteau donne l'échelle. [10-8-76].

représentée ici par quelques dizaines de centimètres de schistes à restes de Fenestelles ?

manque 1 §

N.B. (236)

3 - Age des Formations

Tous les Brachiopodes récoltés dans les termes 2 à 6, situés sous les Couches à Bryozoaires, appartiennent à la biozone No 7 (D. Brice, 1977) qui caractérise le Frasnien moyen. Toutefois (communication personnelle D. Brice), il semble possible de subdiviser cette biozone en deux sous-zones:

- une sous-zone inférieure (termes 2 à 4), à Cariniferella, avec encore des ^AMétabolipa. ^C ou ^B
- une sous-zone supérieure (terme 6), à Coeloterorhynchus.

Les couches à Bryozoaires semblent donc avoir le même âge que dans la coupe de Okak.

qui viennent au dessus,

oulié!

N.B. Le récif à Bryozoaires (terme 7) à sa surface, montre ici des traces évidentes d'érosion (chevaux) et vraisemblablement d'émergence; les niveaux suivants (terme 8 et 9) présentent quant à eux des indices de remaniement et ~~ce~~ les ^{ou} pourraient correspondre à une série condensée. Les quelques 30 à 50 m de calcaires crinoïdiques qui surmontaient les Couches à Bryozoaires à la coupe de Okak, 3 km au Nord-Est, ne sont plus représentés ici que par ~~les~~ les 8 m des termes 8 et 9.

32) 34

34.1 - Localisation

Cette deuxième coupe dans le massif de Sayed Tabib se situe à ²/₄ km au Sud-Est de la précédente (fig. 7).

34.2 - La série

Le levé établi concerne l'extrême sommet de la Formation de ⁴ et une série carbonatée, essentiellement détritique, qui présente des caractères des FORMATIONS de CAWAK, DEWAL et ~~DEWAL~~. L'étude détaillée des faunes permet de constater que la série est répétée ~~trois~~ fois et de positionner des ~~unités~~ qui n'étaient ~~pas~~ discernables sur le terrain. ^{quatre} ^{Ghujurak} ^{De plus,} Les ~~trois~~ successions repérées présentent entre elles de notables différences d'épaisseur et de faciès dont je discuterai à la fin de la description.

minéral
quatre

34.2.1 ~~Partie~~ section orientale de la coupe

34.2.1.1) Description

DE GHUJURAK
~~de Ghujurak~~

* L'extrême sommet de la FORMATION a été repéré dans le fond de l'oued qui emprunte ce vallon (fig. 7, terme 1). Il correspond à quelques décimètres de grès quartzeux se terminant par un petit niveau conglomératique à galets de quartz laiteux.

← * Au-dessus débute un ensemble carbonaté, essentiellement détritique, dans laquelle on a relevé la succession suivante, répétée par faille.

* les deux premiers termes ^{appartiennent à la} ~~présentent typiquement les caractères de la~~ FORMATION DE CAWAK.

- 2 - (20 m environ). Encrinites violacées ^{es.}
- 3 - (2 à 3 m). Calcaires à Brachiopodes.

* Les deux termes suivants correspondent à la FORMATION DE DEWAL fortement condensée ^{et atypique.} ~~et atypique.~~ ^{Ghujurak}
Faune. Brachiopodes: *Aulacella sifaliensis*, *Mesodouvillina* ? sp.

- 4 - (1 m environ). Banc calcaire à gros Tétracoralliaires (Cystiphyllidés).
- 5 - (5 m). Calcaires gris à Brachiopodes et Tétracoralliaires solitaires. ~~isolaires.~~

Faune. Tétracoralliaires: gros solitaires (Cystiphyllidés et cf. *Siphonophrentis* sp.).
Brachiopodes: *Megastrophia uralensis* ? sp.

* A partir du terme 6, on ^{est déjà} ~~trouve~~ déjà ~~est~~ dans la FORMATION DE ~~KAWAK~~ ^{KAWAK}.

- 6 - (8 m environ). Calcaires griseux, rougeâtres ^{avec de} nombreux débris d'organismes: Tabulés, Tétracoralliaires solitaires; nombreux Brachiopodes.
Microfaciès. Floatstone. ^{Entre les} gros débris d'organismes constructeurs et autres: ^{localement} grainstone; biosparite. Bioclastes ne dépassant guère 500 um, la plupart arrondis et à

81

e

d

a

SH 39

SH 38

SH 37

COH-E CIRU

a

Microfaciès

P 1

Fig. 31 - Série stratigraphique de la coupe de Sayed Tabib Nord (coupe centre), avec les trois sections reconnues.

qu. 10

TSVPQ
D
TSVPQ
Xpation
de coupe

- 22 - (quelques mètres). Calcaires noirs à filonnets de calcite.
- 23 - (10 m environ). Lacune d'observation. Philippastréidés en éboulis.
- 24 - (4 à 5 m). Grès à Brachiopodes, gris clair, blanchâtre, à traces ferrugineuses. Faune. Brachiopodes: *Chonetes* indéterminé, *Adolfia* ? sp., *Cyrtospirifer* sp., *Spinatrypa* sp.
- 25 - (7 m). Calcaires massifs, sans stratification, construit essentiellement par des Stromatopores de grande taille. Microfaciès. Boundstone

SH 17
SH 12

Faune. Stromatopores: cf. *Pseudactinopterygon* sp.
Hermastoma cf. *truncata*
aff. hirsuta

- 26 - (0,50 m à 1 m). Calcaires gris, à accumulations de Stromatopores dendroïdes et de Tabulés branchus; quelques Tétracoralliaires solitaires et quelques organismes constructeurs plus massifs. Microfaciès. Rudstone. Entre les débris d'organismes, grains à ciment calcareux; gros quartz atteignant 300 µm. Nombreux fissures dans les branches de Stromatopores. Faune. Stromatopores: *Stachyodes* e.g. *reticulata*. Tabulés: *Thamnopores* branchus, Alveolitidés. Tétracoralliaires: formes solitaires.

SH 14
13 20

- 27 - (20 à 25 m). Calcaires gris et jaunes, stratifiés, localement crinoïdiques, à nombreux Tabulés lamellaires, Stromatopores et rares Brachiopodes; quelques niveaux plus rougeâtres, à Tabulés branchus et Tétracoralliaires solitaires. Localement, quelques colonies placéolides (*Disphyllidés*) en position de vie.

SH 15

Plusieurs niveaux à croûtes ferrugineuses, indices d'émersions temporaires? Ce niveau, épais de 20 à 25 m dans la partie sud, en bordure de la Daria Sayed Tabib, s'amenuise très rapidement, pour disparaître totalement une centaine de mètres plus au Nord (fig. 82).

82

Microfaciès. Boundstone. Entre les organismes: packstone; limonite quartzifère passant à un grès. Localement, petites accumulations de Tentaculites

Faune. Stromatopores: *Stachyodes* *uralensis*, *Elarhocoelma* sp. Tabulés: *Thamnopora* sp., *Aulostegites* sp.

roch-e Jim

* Au-dessus, on trouve la FORMATION DE ~~KARAR~~ DU KOUT-E CIRU

- 28 - (7 à 8 m visibles). Calcaires gréseux, ferrugineux; roux à la base avec de nombreux Atrypidés et un petit niveau à *Disphyllidés*; jaunes verdâtres dans leur tiers supérieur avec des *Cariniferella* observés sur le terrain. Ce niveau tronque nettement les bancs sous-jacents (fig. 82).

SH 16

82

Faune. Brachiopodes: "Atrypa" sp. ^C

34.2.42 Age des formations

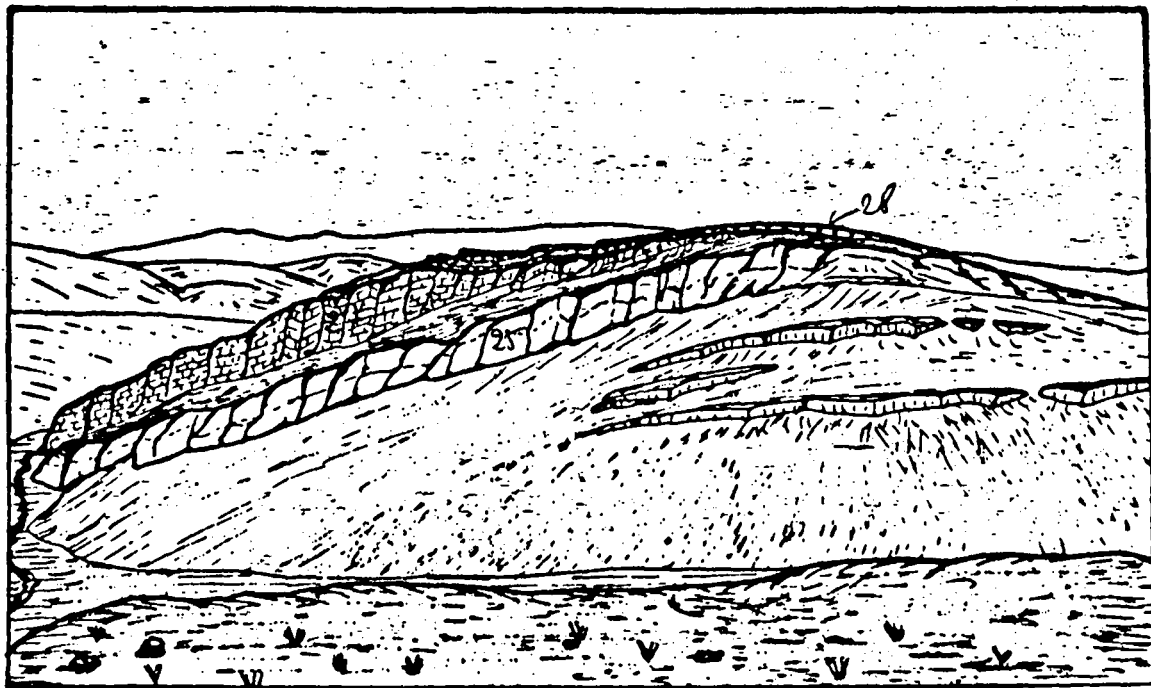
Les organismes constructeurs présents dans la Formation de Dewal (termes 25 à 27) sont caractéristiques du Dévonien moyen (Givétien).

Le terme 28 a fourni une faune de Brachiopodes d'âge frasnien; en particulier, apparaît déjà à son sommet, la base de la biozone No 7 (D. Brice) à *Cariniferella*, du Frasnien moyen.

34.2.5. Remarques sur les variations latérales de faciès et d'épaisseur

Dans les trois sections de coupe décrite précédemment, le Frasnien

quatre



82
 Fig. 10 - Vue panoramique, depuis l'Est vers l'Ouest, sur les niveaux supérieurs de la coupe de Sayed Tabib Nord (coupe centre) montrant le biseautage du niveau récifal stratifié (terme 28 de la description, épais de 20 à 25 m au Sud, à gauche du croquis, totalement disparu au Nord), par les niveaux ferrugineux à Brachiopodes (terme 2P de la description). En dessous, la barre récifale massive (terme 25), et les niveaux sous-jacents sur la pente.

forment le
 socle de la côte.

inférieur est toujours absent (ou très condensé ?).

Le Givétien montre, quant à lui, des caractères sensiblement différents selon les endroits. Epais de ~~plus de 20m~~ et récifal à l'Est, il n'atteint que ~~un maximum de 10m~~ à l'Ouest où il est ~~nettement~~ plus détritique, ~~et vraisemblablement moins complet.~~

Le terme 27 (section occidentale de la coupe), qui disparaît latéralement vers le Nord (fig. 30), pourrait s'interpréter comme un large (bioherme); toutefois, son aspect bien stratifié, la présence de plusieurs bancs ferrugineux et l'allure des terrains sus-jacents (terme 28) permettent de penser qu'il s'agit plutôt de niveaux (type biostrome), tronqués par les dépôts de calcaires grésos-crinoïdiques discordants du terme 28 (Frasnien moyen).

Cette discordance, visible selon une direction Nord-Sud, existe ainsi d'Ouest en Est, et, dans la partie orientale, où le Frasnien moyen pourrait reposer sur un Givétien plus ancien, elle correspond à une transgression généralisée sur l'ensemble de la région étudiée.

30m
82

micro-constructeurs

33-35

Coupe de SAYED TABIB NORD (coupe est)

1 - Localisation

La coupe décrite ci-dessous, a été levée dans le petit vallon qui entaille le Koh-e Surkh-turk, à 2 km environ au Nord de la localité de Turk. Elle se situe donc à 6 km environ au Sud-Est de la coupe précédente (fig. 7).

seul mot

2 - La série

La majeure partie des terrains observés appartient à la Formation de Bokan mais, dans la partie Ouest de la coupe, on observe des passages latéraux de faciès aux Formations de ~~de~~ et de Dawk.

Chujurak

* La FORMATION DE BOKAN affleure très largement, dès l'entrée des gorges qui en sont formées. Elle se présente sous forme de calcaires, souvent clairs, généralement très massifs et en gros bancs peu ou mal stratifiés, d'épaisseur variable, d'aspect parfois lenticulaire, localement cependant des bancs plus petits, d'épaisseur pluridécimétrique à métrique, bien stratifiés. L'aspect général est assez "chanuté" et les pendages, visibles çà et là, sont variables; toutefois, dans la partie tout à fait orientale des gorges, la direction générale des terrains est Nord-Sud, avec un pendage vers l'Est assez constant.

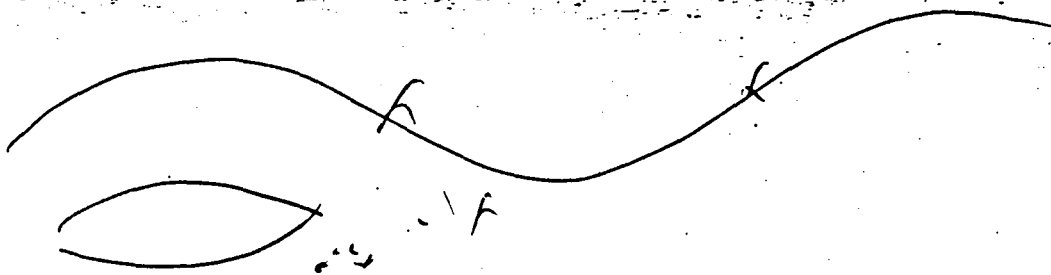
En plusieurs endroits, à l'entrée des gorges (fig. 31) ces calcaires sont riches en faune (organismes constructeurs, Brachiopodes, souvent très recristallisés). Il a été possible de repérer la position stratigraphique relative des différents niveaux observés et échantillonnés, sans toutefois pouvoir établir une série stratigraphique précise.

83

- a - Calcaires massifs, clairs, roses ou beiges, à Stromatactis.
 - b - Calcaires un peu mieux stratifiés, gris sombre, à colonies massives de Tabulés (Favosités très nombreux), Hélicitidés, et à Brachiopodes.
- Microfaunes.

SW24

Faune. Tabulés: Favosités, Hélicitidés.
Tétracoralliaires: cf. Heliophyllum sp.



83
FIG. 81 - Croquis schématique et position relative des gisements fossilifères dans la coupe de Sayed Tabib Nord (coupe est) et variations latérales de faciès.

Brachiopodes: ~~Kymatothyris~~ ~~bornicensis~~ aff.
bornicensis.

c - 5 à 10 m plus haut, plusieurs mètres ^{de} calcaires noirs à Stromatopores, Tabulés massifs et organismes branchus. SH 23

Microfaciès. Framestone (ou rudstone ?) Entre les organismes: biosparite souvent partiellement dolomitisée, localement biopalmosparite ou biopalmosparite quartzifère. Certains organismes constructeurs très fortement perforés, avec un remplissage de micrite quartzifère dans les perforations. Dolomitisation locale.

Faune. Stromatopores indét.

Tabulés: Alveolitidés, Helicilites sp.

Bryozoaires.

d - Après plusieurs mètres de calcaires massifs roses, ^{recurrence} à nouveau des bancs plus sombres, à Tabulés (Favositidés).

e - Gros ensemble massif de calcaires clairs, gris rosé, à colonies de Favositidés et très nombreux Stromatactis blancs ou jaunes. SH 24

Microfaciès. Framestone (ou rudstone ?) Entre les constructeurs: biomicr(ud)ite très dolomitisée. Les loges des Favosites avec un remplissage micritique ~~ont~~ presque toujours dolomitisés.

montent un

Faune. Tabulés: Squameofavosites cf. divissimus.

f - Calcaires assez bien stratifiés, ~~en~~ bancs métriques, assez clairs blancs ou beiges, avec plusieurs niveaux à Brachiopodes recristallisés. SH 25

~~Microfaciès.~~

Pseudococherella? sp.

Faune. Brachiopodes: Hypothyridina procubifolia.

g - Plus haut, dans des calcaires un peu plus gris et plus massifs, très nombreuses colonies de Bryozoaires souvent très massives, certaines atteignant 15 à 20 cm de diamètre, associés à des Stromatactis. SH 26

Microfaciès. Framestone à Bryozoaires et Stromatactis intimement associés; on observe localement un passage progressif du Bryozoaire ~~à~~ Stromatactis; ces derniers semblent manifestement résulter de la recristallisation des Bryozoaires (pl. III, fig. 6). Entre les organismes: mudstone à wackstone, d'aspect très hétérogène. Bioclastes divers (zoécies, entroques, débris de Brachiopodes, valves désarticulées d'Ostracodes?, rares Tentaculites...) de taille très variable et irrégulièrement répartis. Péloïdes de taille variable. Petits quartz (30 à 100 um) irrégulièrement distribués.

~~Faune.~~

h - Latéralement et vraisemblablement quelques mètres au-dessus, après un niveau d'éboulis, calcaires gris à ~~de~~ nombreux Atrypidés. SH 27

~~Microfaciès.~~

Faune. Brachiopodes: Carinata? sp.

§ Vers l'Ouest, plus à l'intérieur des gorges, on retrouve des niveaux de calcaires gris à constructeurs (Favositidés), des bancs d'aspect parfois lenticulaires, à nombreux Brachiopodes très recristallisés.

* A 1,5 km environ à l'Ouest de l'entrée des gorges, la Formation de Ekan passe ~~de façon très progressive~~, à la FORMATION ~~GROUPE~~ ~~de~~ ~~la~~ ~~formation~~ qui reste cependant peu développée.

Certaines indentations quartzitiques dans les calcaires se terminent par des niveaux conglomératiques. Par ailleurs on observe, dans ces quartzites, de petites lentilles de calcaires massifs.

aussi,

* Au-delà, vers l'Ouest, on passe rapidement à une série grésocalcaire appartenant vraisemblablement à la FORMATION DE CAWAK, qui, en plusieurs endroits, a fourni des restes fossiles (fig. 83)

i - Bancs gréseux, au-dessus des quartzites, à lamelles de Brachiopodes.
Faune.

SH25

Brachiopodes : nombreux Clonothecés indét. Kimatothyris?

j - De l'autre côté d'un vallon, et stratigraphiquement un peu plus haut (?), niveau de calcaires rouge jaunâtre, à nombreux débris d'organismes constructeurs de couleur jaune, rares Brachiopodes.
Microfaciès. *Rudolphe Notalema dolomitica.*

SH26

*Faune. Tabulites Alveolites?
Bryozoa. Brachiopodes: 6
Strophomena des indét.*

k - Bancs gréseux, microconglomératiques (petits granules millimétriques de quartz).
Faune. Brachiopodes: cf. Indospirifer sp.

SH28

l - Quelques mètres (?) au-dessus, bancs à nombreux Brachiopodes.
Faune. Pseudostreberella ? sp., Kranzia aff. subsignata, Meristella ? sp., Atrypacés indét.

SH27

3 - Age des formations

Tous les niveaux fossilifères repérés dans la Formation de Bkan (partie orientale de la coupe) donne un âge méso-dévonien.

- Le terme le plus bas (b) dans lequel ~~on~~ a été trouvé Kymatothyris aff. bornicensis, pourrait appartenir à l'Eifélien (com. pers. D. Brice).

- L'âge du terme f, avec Hypothyridina procuboïdes, se situe entre le sommet de l'Eifélien et le Givétien moyen (com. pers. D. Brice).

- Le terme supérieur (h) a fourni des restes de Brachiopodes Carinatinés qui semblent encore indiquer, au plus haut, un âge méso-dévonien. (com. pers. D. Brice).

- Les niveaux construits à Bryozoaires (terme g) qui stratigraphiquement s'intercaleraient donc aussi d'âge méso-dévonien; toutefois l'aspect très massif et la stratification généralement irrégulière et discontinue ne permet pas de l'affirmer.

Dans la partie occidentale de la coupe les restes fossiles des différents niveaux échantillonnés donnent aussi un âge méso-dévonien, sans doute Eifélien pour le terme i et un peu plus élevé (proche de la limite Eifélien-Givétien ?) pour le terme e (com. pers. D. Brice).

Ces âges, analogues pour les différents niveaux ~~de~~ *entre les termes f et h, paraissent* de la Formation de Bkan à l'Est et ~~à~~ *à* la base de la Formation le Cawak à l'Est, confirment les variations latérales de faciès observée sur le terrain et déjà repérées par A. Bouthière dans ce secteur.

levée

1 - Localisation

dernière Cette dernière coupe dans le vaste massif de Sayed Tabib a été levée à l'extrémité Sud-Ouest du Koh-e Sukh-e Surma, à 3 km environ à l'Ouest de la localité de Surma et à une dizaine de kilomètres au Sud-Ouest de la coupe précédente (fig. 84)

2 - La série

Cinq formations ont été observées, partiellement ou en totalité, dans cette coupe.

* La partie supérieure (80 m environ) de la FORMATION GRESO-QUARTZITIQUE DU COL ~~PEUVEE~~ se compose des termes suivants (fig. 85),
~~DE GUYUAM~~
~~DE GUYUAM~~

- 1 - (30 m environ). Grès roses et roux, ferrugineux.
- 2 - (10 à 12 m). Quartzites roses et blancs.
- 3 - (2 m). Lacune d'observation.
- 4 - (5 à 8 m). Grès jaunes, roux ou roses, plus clairs que ceux de la base.
- 5 - (5 à 6 m). Lacune d'observation.
- 6 - (2 m). Grès roux se terminant par une surface très irrégulière.

ou à une indentation de

* Au-dessus, vient s'intercaler une masse calcaire ^{composé d'une} ~~lentille~~ la FORMATION DE BOKAN; épaisse d'une trentaine de mètres au niveau de la coupe, elle diminue fortement d'épaisseur vers le Nord.

7 - (30 m maximum). Calcaires massifs blancs et roses. Localement des fragments d'organismes. A la base, ~~calcaires~~ gréseaux, blancs à tâches roses, très grossiers crinoïdiques. Microfaciès. gr à ciment calcaire.

SH49

Faune

ghujurak

* Au-dessus de la lentille (?), on retrouve le sommet de la Formation ~~de Ghujurak~~ (terme 8), constitué par des quartzites dont l'épaisseur pourrait varier de 3 à 10 m qui se terminent par un niveau conglomératique.

* Le niveau conglomératique est surmonté par la FORMATION DE CAWAK.

- 9 - (20 à 25 m environ). Encrinites gréseuses roses avec plusieurs niveaux à Brachiopodes, dont plusieurs ont été échantillonnés.
- a - Entre 5 à 7 m de la base. Faune. Brachiopodes: Protoducvillina interstitialis. SH50
- b - A 10 m de la base. Faune. Brachiopodes: Kransia cf. subcordiformis goldfussi. 51
- c - A 15 m de la base. Faune. Brachiopodes: Devonaria sp., Cryptatrypa ? sp. 52 et
- d - A une vingtaine de mètres de la base. Faune. Brachiopodes indéterminés. 53
- 10 - (5 à 10 m). Calcaires jaunâtres moins crinoïdiques.

* Le terme suivant semble correspondre à la FORMATION DE DEWAL, extrêmement réduite.

11 - (10 m). Calcaires noirs, en petits bancs. A la base, de nombreux

Brachiopodes
Microfaciès.

SH 54 el

Faune. Tabulés: Héliolitides

Brachiopodes: ~~...~~ Cymatophlia sp, Zonocella sp,
Eostrotholalia?,
- Eleutherokommia sp

- Dans la partie supérieure, calcaires construits de nombreux SHTS organismes Stromatopores, Tabulés...
Microfaciès. ~~...~~ Framstone.

Faune. Stromatopores: Atelodictya sp
Tabulés: Pachyfavositidés, Héliolitides sp.
Tétracoralliaires coloniaux.

DU ROU-EGIRU

* Au-dessus, on trouve directement la FORMATION DE ~~...~~

rouge

12 - (3 à 4 m) calcaires gréseux, jaunes à gris; avec quelques organismes constructeurs et des Brachiopodes dont Cariniferella sp.
Microfaciès.

SH 56

Faune. Tabulés: Chaététidés.
Tétracoralliaires: Phillipsastréidés.

3 - Age des formations

Aucun élément de datation n'est connu pour la FORMATION DE ~~...~~ ROUGE. et de Bokan.

Formation de Bokan

~~Les fragments de constructeurs récoltés dans les FORMATIONS DE~~

Les faunes de Brachiopodes et de constructeurs recueillies dans la FORMATION DE CAWAK permettent de lui attribuer un âge mésodévonien, Eifélien, ou peut-être déjà Givétien inférieur pour le terme de ~~...~~ vraisemblablement Givétien inférieur pour le terme St (com. par D. Brice).

Au-dessus, les constructeurs (Héliolites sp.) rencontrés dans les quelques mètres rattachés à la Formation de DEWAL ~~...~~ ont aussi un âge mésodévonien, Givétien sans doute aussi.

La partie visible de la Formation de ~~...~~ a fourni des éléments d'une faune frasnienne avec des Tétracoralliaires Phillipsastroïdés et des Brachiopodes dont Cariniferella sp. (non récoltés, qui caractérise la biozone No 7 (D. Brice, 1977) et indique déjà le Frasnien moyen.

Mais, dans les mêmes niveaux, d'autres constructeurs (remaniés ?) indiqueraient plutôt un âge givétien ?

Ici encore il convient d'envisager, pour expliquer en particulier l'absence du Frasnien inférieur, la faible épaisseur de la Formation de Dewal (qui atteindra plus de 150 m, à l'Est, dans la coupe de Dewal) ~~...~~ un faible taux de sédimentation, voire en arrêt de celle-ci au cours du Givétien (supérieur ?) et du Frasnien inférieur, ~~et~~ comme précédemment, une érosion de ces dépôts, au cours du Frasnien moyen, lors d'un important mouvement transgressif.

remaniements

et

35 37

vers la

1 - Localisation

La coupe décrite ci-après a été levée, en 1976, lors d'une mission commune avec D. BRICE, sur le flanc Sud-Est du sommet 4025, à l'extrémité Sud-Est du Kon-e Qajir (fig. 74)

2 - La série

La succession observée concerne la Formation de Ghujdrak ~~et la base de la Formation de Dewal~~ (fig. 86).

* La partie supérieure de la FORMATION GRESO-QUARTZITIQUE DE GHUJDRAK est représentée par 40 à 50 m de quartzites blancs et roses (fig. 85, terme 1) qui se termine par un niveau conglomératique assez constant, à petits galets de quartz laitex. 20m

TSVP
lentilles
dans des

* Au-dessus, la FORMATION DE DEWAL a été observée sur 45 m environ.

* Les termes ~~inférieurs~~, très crinoïdiques, sont rattachés à la formation de Dewal, mais le passage très progressif de ces quartzites aux niveaux caractéristiques typiques de la Formation de Dewal, ne permet pas de fixer une limite, aussi ne distingue-t-on pas la formation de Dewal.

2 - (5 m environ). Lacune d'affleurement (éboulis) avec quelques bancs de calcaires gréseux crinoïdiques jaunes à violacés, à traînées grisâtres à stratifications entrecroisées. Microfaciès. Grainstone, Biosparite. Bioclastes assez variés (où dominant cependant les entroques), presque toujours arrondis, parfois microporés et imprégnés d'oxydes de fer: hématite ? (surtout les entroques et les zoéciés). Ciment de sparite; localement un peu de micrite.

Faune. Restes de Receptaculites. Brachiopodes: Productella sp., Atrypa, Reticulariidae.

3 - (10 m). Calcaires crinoïdiques, jaunes violacés, à stratifications entrecroisées.

Microfaciès. Grainstone à Mudstone; Biosparite. Bioclastes représentés pour moitié au moins par de grosses entroques de taille plurimillimétrique. Faciès identique au précédent mais plus grossier et dépourvu de fer.

Faune. Brachiopodes: Atrypa sp.

Faune. Brachiopodes: Atrypa sp.

Microfaciès. Identique au précédent, un peu moins grossier et envahi par des romboèdres de dolomite ferrifère.

Faune. Brachiopodes: "Leptaena", trace d'Aulacella ? Atrypa ? sp.

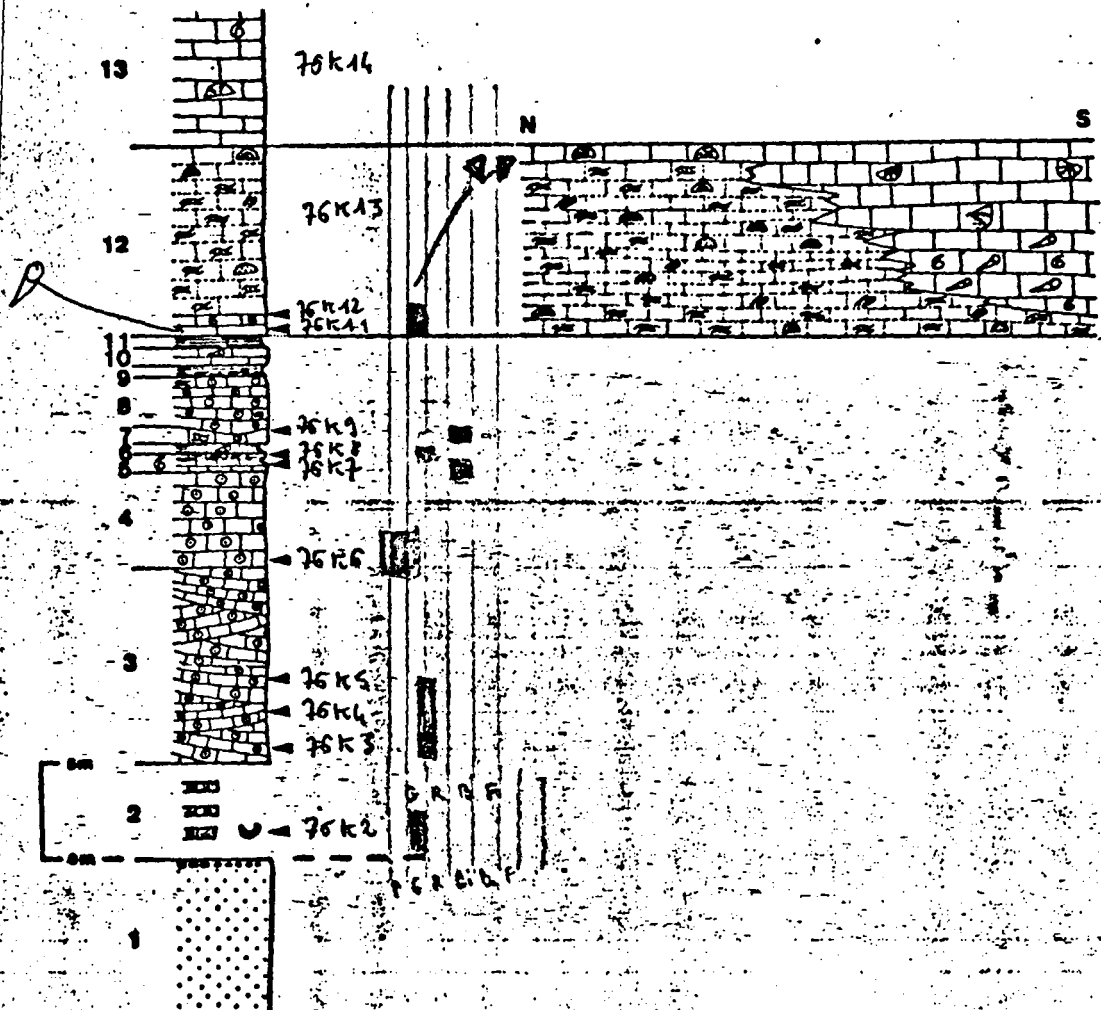
4 - (5 m). Calcaires gris jaunâtres, crinoïdiques, avec de rares organismes constructeurs lamellaires ou solitaires et quelques brachiopodes.

Microfaciès. Alternance plus ou moins nette de grainstone (biosparite) identique au microfaciès de base à entroques ferruginisées et de grainstone où subsiste des plages irrégulières de micrite. Cstracodes à remplissage de micrite. Remaniement d'un dépôt provenant de zones un peu plus calmes où la base micritique pouvait se développer.

Faune.

* Au-dessus commence la FORMATION DE DEWAL; le passage des entroques aux calcaires constructeurs est extrêmement progressif et la limite entre les deux formations est floue.

* Vers le sommet, ^{de cette formation} viennent s'intercaler
des lentilles de calcaires blancs jaunâtres, épaisses d'une vingtaine de mètres,
de la FORMATION DE ^{BOKAW} ~~BOKAW~~. Elles sont ici situées
~~plus haut~~ plus haut stratigraphiquement
qu'elles ne le seraient plus au Sud (casse surantidote Col Rouge),
jusqu'à au dessus on ne retrouve plus que
son socle de quartzites de la Formation de Ghujerab
~~qui se~~



86

N W P G R E B A F

5 - (1 m). Calcaires gris crinoïdiques, à joints plus argileux, de plus en plus riches en constructeurs lamellaires vers ~~leur~~ sommet; quelques niveaux à Brachiopodes et de gros Tétracoralliaires solitaires (Cystiphyllidés).

~~AF 76 K 7~~

Microfaciès. Bindstone à Tabulés lamellaires et Bryozoaires encroûtants. Entre les organismes, rudstone à grainstone, dolomitisé (arkérite).

AF 76 K 7

Faune. Tabulés: Coenitidés.

Brachiopodes: Aulacella sp., Devonaria sp., "Leptaena" sp.,
Emanuella sp.
Emanuella

~~AF 76 K 8~~

Microfaciès. Rudstone à grainstone. Biosparudite partiellement dolomitisée (arkérite). Bioclastes surtout représentés par des entroques, dont certaines de grande taille, et des débris algaires ?

AF 76 K 8

Faune. Brachiopodes: Ivdelinia ? sp., "Douvillina" sp., Devonaria ? sp.,
→ ~~Sp. goldfussi~~ goldfussi.

6 - (0,30 m). Passée marneuse à gros Tétracoralliaires solitaires (Cystiphyllidés) et Tabulés lamellaires.

7 - (0 à 1 m). Niveau calcaire construit.

AF 76 K 9

Microfaciès. Bindstone: organismes lamellaires de taille millimétrique à centimétrique (Tabulés, Bryozoaires), parfois encroûtants. Matrice: wackstone; micrite. Bioclastes de taille très variable (50 µm à 5 mm), anguleux, cassés mais jamais usés; très diversifiés (fragments de Brachiopodes, débris d'Echinodermes, Ostracodes à tests minces, petits fragments de Bryozoaires, de Tabulés, restes de Trilobites, épines, spicules...); distribués très irrégulièrement, comme accumulés en petites poches ou en lits amygdaloïdes. Micrite d'aspect hétérogène. Des plages irrégulières de sparite. Microjoints argileux irréguliers. Dolomitisation (rhombédres zonés d'arkérite) préférentiellement à la limite des plages de sparite ou en bordure des microjoints argileux.

Localement, la matrice micritique semble contractée en pellets mais montre en fait une organisation assez nette qui rappelle un réseau de spongiaire; le rôle de ces organismes pourrait ne pas être négligeable dans la constitution de la roche et le piégeage de la matrice micritique.

boue

9 - (0,20 m). Passée marneuse.

10 - (1 m). Calcaires jaunes Tétracoralliaires solitaires et constructeurs finement lamellaires.

11 - (0,20 m). Passée plus marneuse.

12 - (10 m environ). Calcaires construits à nombreux organismes lamellaires surtout des Tabulés (Alvéolites).

→ -A la base, un niveau riche en Tétracoralliaires solitaires.

AF 76 K 11

Microfaciès. Grainstone. Biosparite envahie par des rhombédres d'arkérite.

Faune. Tabulés: Coenitidés.

Brachiopodes: Pentanères, "Atrypa" sp.

→ -Au-dessus, banc à nombreux Brachiopodes.

AF 76 K 12

Microfaciès. Grainstone. Biosparite à débris de constructeurs et autres bioclastes.

Faune. Tabulés: Alveolitidés.

Tétracoralliaires: Heterophrentis sp.

Devonaria ? sp., Ivdelinia ? sp., Brachiopodes: Spinoeytia ascendens, Cyrtina ? sp., Devonaria ? sp.,
transia goldfussi, Spinoeytia ascendens, Cyrtina ? sp., Atrypa (Variatrypa), Rhydonella goldfussi, Anacypha
Variatrypa ? sp., glauca sp.
Puis série de bancs à très nombreux organismes, surtout lamellaires et devenant plus massifs vers le sommet.

AF 76 K 13

Microfaciès. Grainstone; Biosparudite. Gros bioclastes millimétriques (à centimétriques), assez diversifiés (par ordre d'importance: entroques, débris de Bryozoaires, d'autres constructeurs, de Brachiopodes, de Trilobites, Tentaculites). Ciment de calcite souvent épitaxiale. Quelques gros intraclastes micritiques; remplissage micritique complet ou partiel, de cavités dans des organismes (caraux d'entroques, loges de Tabulés). Dolomitisation (arkérite)

15el

Manque
1 & P 303 X

synthèse

irrégulière.

Faune. Stromatopores: Actinostroma verrucosum, Atelodictyon cf. connectum, Taleastroma boiarschinovi, Favosites mamillatus, Squameofavosites divisissimum, Pachyfavosites sp.

Tabulés: Thamnopora micropora, Ccenitidés, Alveolites sp., Staphylopora sp. 1, S. sp. 2, Heliolites sp.

Tétracoralliaires: Phillipsastrea cf. hexani. hexani.

Brachiopodes: Indospirifer padauk pinensis.

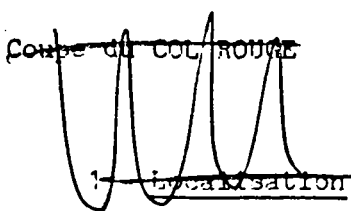
N.B. Vers le Sud, ce niveau se poursuit quelque peu, puis présente une assez rapide variation de faciès. Les calcaires gris, massifs, riches en organismes lamellaires passe à des calcaires noirs, mieux lités, renfermant des Brachiopodes et surtout des Tétracoralliaires solitaires; les autres constructeurs présents (colonies massives de Favosites sp., Heliolites) sont presque toujours retournés.

13 - (plusieurs mètres). Calcaires noirs à ^{constructeurs} Favosites et traces de Strophocéphalidés ? BF 26 K 14

Faune. Tabulés: Favosites sp.

* TSV P

3 - Age des formations



La Formation de ghatjural ne pas fourni de nets fossiles permettant de la dater.

La Formation de Eavaba semble appartenir au mésodévien (Eifelien ?) de par la faune de Brachiopodes (Retriularioidés, Aulacella sp.) qu'elle a livré. A noter la présence de quelques Réceptaculites qui apparaissent dans très bas dans le Dévien.

La Formation de Denal ^(partie élevée de la) représente une partie du Jurien (et peut-être de l'Eifelien).

↑
Encore

Au dessus, la Formation de Devol se poursuit,
la succession n'a pas été levée au détail.

* Elle est surmontée par la FORMATION
DU KOH-E CIRU, dans laquelle les
couches à Bryozoa sont particulièrement
bien développées et forment, dans le paysage
une barre calcaire épaisse d'une dizaine
de mètres.

36 38

1 - Localisation

La coupe du Col Rouge se situe à 5 km environ au Sud de celle observée au Koh-e Qajin; elle a été levée et échantillonnée le long du sentier qui conduit de Dewal à Dewal-e Mohd-sab, dans la vallée de Semelta (Fig 87).

2 - La série

La série dévonienne observée au Col Rouge atteint plus de 600 m d'épaisseur. La succession suivante a été levée lors d'une mission en 1975, avec D. Buzé.

* La FORMATION DE KOH-E QAS n'est que très partiellement visible.

Un affleurement, le long de la piste de grès décalcifiés, roux, a livré des Brachiopodes (AF 76 CR 1), Leptaena sp., ~~Leptaena~~ ^{Leptaena} sp., ~~Leptaena~~ ^{Leptaena} sp., Retzia sp., ~~Retzia~~ ^{Retzia} sp., ~~Retzia~~ ^{Retzia} sp. beaucoup de restes d'un ~~Eospirifer~~ ^{Eospirifer} rattaché avec réserve de ~~Havlicekia~~ ^{Havlicekia} micoleura, ainsi qu'un autre Spiriferid indéterminé.

* Au-dessus, après une lacune d'affleurement (qui peut atteindre plusieurs centaines de mètres ?), on observe la partie supérieure (400 m environ) de la FORMATION GRESO-QUARTZITIQUE DE ~~QAJIN~~. ~~La succession suivante a été levée lors d'une mission en 1976 avec D. Buzé.~~

KUTURAK

(Fig. 88)

Echantillon

1 - (une quinzaine de mètres visibles). Grès jaunâtres, à liserés violacés ferrugineux, d'épaisseur millimétrique, discontinus et soulignant irrégulièrement la stratification.

AF 76 CR 2

Microfaciès. Grès à ciment calcaire. Quartz anguleux à subarrondis, de 100 à 200 um en moyenne, présentant une faible pourcentage; 25 % des grains environ ~~micro~~ cristallins; rares plagioclases, biotites et chlorites; fins joints biométriques irréguliers (stylolithes ?).

limoniteuses

2 - (15 m environ). Ensemble dolomitique, gris clair, à jaunâtre en patine, gris plus foncé, bleuté, en cassure; parfois crinoidique. Partie supérieure d'aspect plus massif, localement construite, organismes lamellaires ou noduleux jaunâtres: traces d'organismes branchus et lamellaires.

73 R 12 AF 76 CR 3

Microfaciès. Dolomie cristalline à fantômes d'organismes (Brachiopodes ?, organismes branchus). Localement, ~~boundstone~~ ^{boundstone} presque totalement dolomitisé. Nombreuses traces de constructeurs: Tabulés, Tétracoralliaires solitaires, Stromatopores, encroûtements algaires. Plages de dolomite plus sombres, en cristaux plus petits, pouvant correspondre à d'anciennes plages micritiques; plages plus claires de dolosparite en grands cristaux de taille millimétrique.

Faune. Stromatopores Indéterminables. Tabulés: Favositidés à parois épaisses (et épines), Thamopora ? sp., Chaetétidés?

Tétracoralliaires solitaires.

3 - (15 à 20 m). Grès ferrugineux à traces de Brachiopodes.

4 - (5 m). Quartzites.

5 - (une cinquantaine de mètres). Grès à traces de Lamellibranches, Gastéropodes et Brachiopodes ?

6 - (1 à 2 m). Quartzites.

7 - (10 m environ). Grès roux ferrugineux.

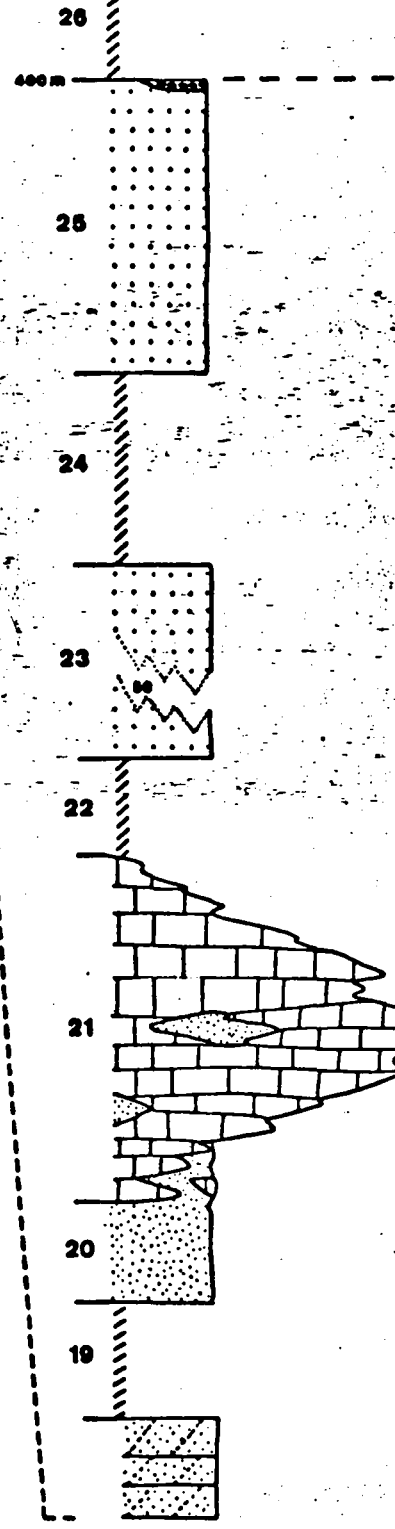
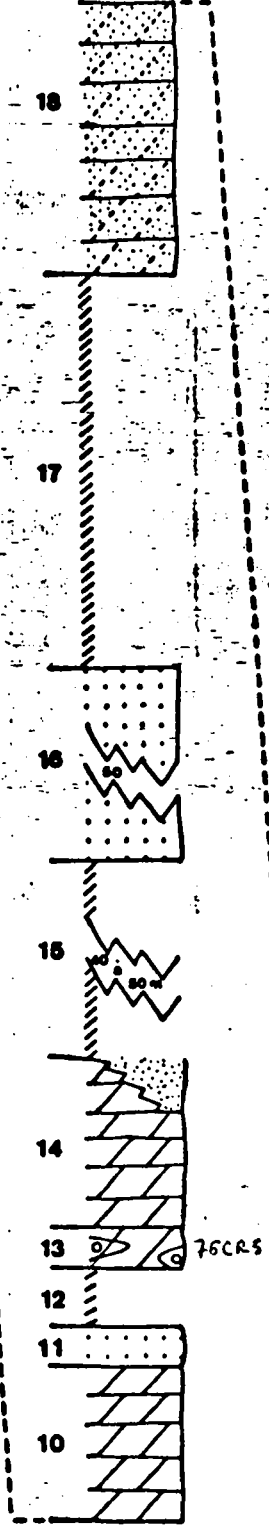
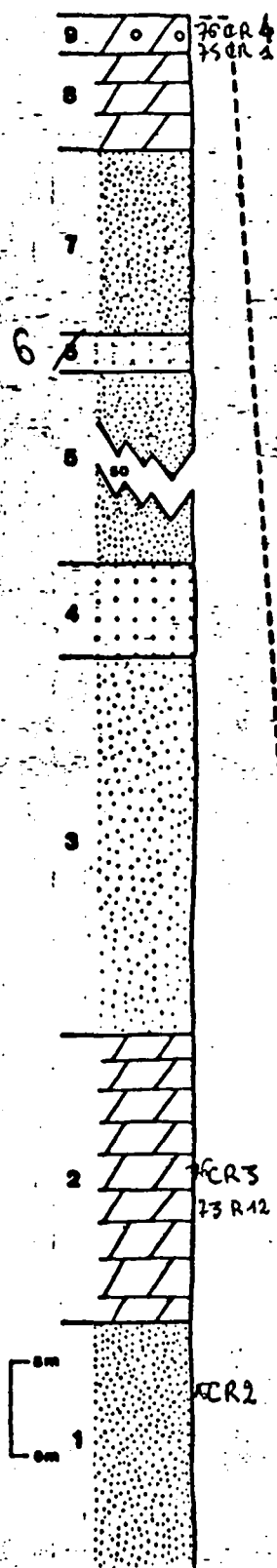
8 - (4 à 5 m). Dolomies grises.

9 - (2 à 2,50 m). Dolomies grises à patine jaunâtre à fantômes d'ololithes.

AF 76 CR 4 95 CR 1

Microfaciès. Grainstone ou packstone. Oolites atteignant le plus souvent 1 à 1,2 mm de diamètre; nombreux débris ~~civans~~ fragments

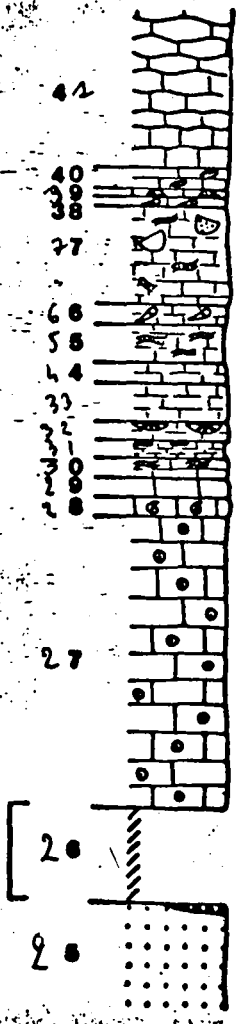
nucleus ~~de~~ de nature diverse:



73 R6
75 CR5
76 CR6 et 7



87



~~Handwritten signature or scribble~~

90

Handwritten text on the right margin, possibly a page number or reference.

a rejoint
entre 29 et 30

* Au dessus de l'unité la FORMATION DE DEVAL,
épaisse de 60 m environ; ici encore la passage
de la Formation de Canak à celle de Deval est graduel
~~de~~ et correspond à une installation
très progressive du régime réifal, avec apparition
de constructions aléatoires, lamellaires puis massives

- 26 - (5 m environ). Lacune d'observation.
- 27 - (15 m environ). Calcaires gréseux, jaunes, violacés, à encrinées et Brachiopodes (*Atrypa* ~~les~~)
- 28 - (1 m). Calcaires à nombreux Brachiopodes et quelques Tétracoralliaires solitaires. AF 73 R3
- Faune. Tétracoralliaires: Cystiphyllidés. ♀, SP
 Brachiopodes: ~~Atrypa~~ *Pseudosieberella*, ~~Pentamerus~~, ~~Umbilinus~~ ~~g. galiffensis~~ *subsignata*.
Kranica ~~sp.~~
- 29 - (1 m). Calcaires.
- 30 - (1 m). Calcaires à nombreux organismes lamellaires, surtout au sommet.
- 31 - (1 m). Calcaires argileux à nombreux et fins organismes lamellaires.
- 32 - (1 m). Calcaires à organismes lamellaires et quelques colonies aplaties ~~de Favosites~~, retournées; stylolithes au sommet.
de Tabulés (*Favosites* sp.)
- 33 - (2 m). Calcaires.
- 34 - (1 m). Calcaires.
- 35 - (2 m). Calcaires à organismes lamellaires.
- 36 - (1 m). Calcaires à Tétracoralliaires solitaires.
- 37 - (5 m). Calcaires à organismes lamellaires et quelques grosses colonies de Tabulés massives, retournées.
- 38 - (0,20 m). Calcaires argileux à gros Tétracoralliaires (Cystiphyllidés).
- 39 - (0,30 m ?). Calcaires à colonies de Tabulés (*Favosites*) en position de vie. SP
- 40 - (1 m ?) Calcaires à nombreux organismes branchus (Tabulés).
- 41 - (plusieurs mètres). Calcaires d'aspect noduleux.

La ~~partie~~ partie supérieure de la Formation de Dewal n'a pas été levée en détail; les grands ensembles lithologiques observés sont les suivants:

- ~~73 R4~~ - Ensemble décimétrique de bancs de calcaires gris d'aspect massif. 73 R4
- ~~73 R4~~ - Ensemble décimétrique de bancs plus argileux, certains très riches en constructeurs. AF 73 R4
73 R3
- Microfaciès. Bindstone à nombreux organismes lamellaires encroûtants (surtout des Tabulés). Entre les organismes, grainstone; biosparite à biosparudite légèrement quartzifère. Bioclastes diversifiés (Encroques, Bryozoaires, Brachiopodes, épines...) et de taille très variable. Quartz arrondis ou anguleux.
- Faune. Tabulés: cf. *Pachyfavosites*, *Alveolites*, *Ctenitidés*, *Thamnopora* (plusieurs espèces).
- Tétracoralliaires solitaires de petite taille.
- ~~73 R4~~ - Ensemble décimétrique de calcaire à ~~niveau~~ ^{Brachiopodes: *Atrypa*} ~~niveau~~ ^{nouveau} massifs, à constructeurs coloniaux. ~~73 R4~~

* Au-dessus, débute la FORMATION DU KOH-E GIRU ~~(73 R4)~~ essentiellement représentée par des encrinées jaunes-rougeâtre, gréseuses, à Réceptaculites et Bryozoaires. (73 R4)

Microfaciès. Grainstone-packstone. Bicnérite ? pseudosparitisée. AF 73 R4

Bioclastes moyennement à bien triés (300 à 600 um) souvent arrondis, microperforés et noircis, ferruginisés parfois chloritisés; certains partiellement oolitisés. D'autres bioclastes (moins nombreux) anguleux, peu ou pas perforés et non noircis. Le microfaciès semble indiquer un apport répété peut être périodique de débris séjournant plus ou moins longtemps sur le fond marin où ils sont balayés par les courants. Quartz localement très abondants, la roche passe à un grès.

Faune. Colonies noduleuses de taille centimétrique, de Bryozoaires
 ← *Fistuliporidés*.

à ne faire
 des cl
 p. pered.
 AF 73 R2

600

3 - Age des formations

Les niveaux décalcifiés de la Formation de base ont fourni, en éboulis, une abondante faune de Brachiopodes ~~très mal~~ ^{très} mal conservée. L'étude de cette faune (D. Brice) a montré que plusieurs niveaux sont représentatifs ~~de cette formation~~ ^{de cette formation} ~~qui se situe sur le~~ ^{qui se situe sur le} Gédinnien? ~~en~~.

et parfois attribués à la marne en arg.

Les restes de faune récoltés dans la Formation de ~~Chylok~~ ^{Ghajurat} sont souvent très mal conservés, très dolomitisés lorsqu'il s'agit d'organismes constructeurs, à l'état de moulages ou de traces indéterminables lorsqu'il s'agit de Brachiopodes; aucun élément de datation (autre que sa position stratigraphique) ne peut être avancé ~~pour cette formation~~.

L'ensemble de la faune recueillie dans la Formation de Dewal permet de lui attribuer un âge mésodévien.

- Les Brachiopodes (Aulacella sp.) recueillis à une vingtaine de mètres de sa base permettent de localiser l'Éfélien.

- Les organismes présents dans les derniers niveaux construits sont encore sans doute givéliens.

La Formation du Koh-e Giru n'a pas été datée dans cette coupe mais par rapport aux données de la coupe suivante (de Dewal), elle est d'âge fraanien.

et de Dewal

La faune recueillie dans les formations de ~~Cawak~~ ^{permet} de leur attribuer un âge mésodévien, sans plus de précision.

~~La formation de Dewal est aussi partie de la~~
~~La formation de Dewal~~

(vraisemblablement Sifélien pour la Formation de Cawak, sans doute déjà Givélien pour celle de Dewal).



BU
LILLE

[Handwritten signature] 89

Isorthis sp., *Protocortezorthis* cf. ~~*fortimcurvata*~~, *Productella*
 sp., *Eodevonaria* sp., *Mclearnites* sp., *Leptostrophia*, *Septaenopyxis*,
Lanceomyonia sp., *Howellella* sp. *mercuri*
Howellella ~~off~~ *micropleura*, ? *Ivanothyris gibbosa*, *Retzia* sp.,
 Coupe de DEWAL *Nucleospira* sp.

39

(fig 82)

39.1 - Localisation

A 1 km environ au Sud de la coupe précédente, au niveau du sommet 3715, j'ai levé en 1976 la coupe suivante, dite de Dewal. Elle se situe à 1 km au Nord de la coupe A de A. Dürk op (1970).

39.2 - La série

Le Dévonien est particulièrement bien développé dans cette coupe qui a déjà fait l'objet d'une brève description (D. Brice et B. Mistiaen 1980, p. 850-852).

* A la base, la FORMATION DE KOH-E QAS correspond à une épaisse série pélitique (150, 200 m ?), à passées conglomératiques et niveaux gréseux décalcifiés avec des empreintes souvent mal conservées de Brachiopodes. Elle affleure très mal (DF 76 D 53, D 108).

Faune. Brachiopodes: *Productella* sp., *Isorthis* sp., *Eodevonaria* sp.,
Mclearnites sp., *Leptostrophia* sp., *Septaenopyxis* sp.,
Leptagonia sp., *Iridistrophia* sp., *Protocortezorthis* cf. *fortimcurvata*, *Howellella*
 s.g. *mercuri*, ? *Ivanothyris gibbosa*, *Lanceomyonia* sp.,
Retzia ? sp., *Nucleospira* sp.

coches à revoir

nausale formation →

* Au-dessus, la Formation grés-quartzitique de Ghajurak ~~affleure~~
~~avec bien~~ présente des caractères tout à fait analogues à ceux observés dans la coupe précédente. La série n'a pas été levée en détail, seules les intercalations lenticulaires de calcaires blancs de la FORMATION DE BOKAN ont fait l'objet d'observations. Ces lentilles sont de dimensions comparables à celles observées plus au Nord, épaisses d'une vingtaine de mètres environ, elles atteignent 50 m de longueur ou un peu plus.

- Le contact de ces calcaires sur les quartzites est toujours extrêmement brutal, mais aussi très irrégulier, ravinant.

- A la base de la lentille observée, sur une vingtaine de centimètres, il y a de nombreux fragments souvent très anguleux, de taille pluricentimétrique, d'organismes constructeurs (surtout des Stromatopores) dans un calcaire gréseux parfois très grossier. Par endroits on retrouve ~~à~~ base des calcaires, des passées gréseuses à stratification irrégulière et quelques niveaux très crinoïdiques. ^c

← Microfaciès. Rudstone; Entre les débris de constructeurs: grainstone, biosparite, à gros quartz arrondis de 500 à 800 um. Un peu de micrite par endroits, dans les loges des organismes.

← Faune. Stromatopores indét.

← Tabulés: cf. *Thecostegites* sp., Chaetétidés.

← Tétracoralliaires solitaires. ^c

- Dans la partie supérieure de la lentille, les débris d'organismes sont au contraire roulés, nettement arrondis, de taille légèrement plus petite.

AF 76 D 1

← Microfaciès. Floatstone; Entre les débris de constructeurs: grainstone; intrasparudite. Intraclastes micritiques, ~~et~~ péloïdes, quelques bioclastes recristallisés. Gros quartz de 300 à 600 um.
← Faune: Stromatopores avec des tubes de Caunopores.
Tabulés: cf. Roemerolites sp.

AF76D2
94

← La surface de ces calcaires montre souvent des encrûtements irréguliers, ferrugineux; elle ~~est~~ ravinée par des petits chenaux de largeur décimétrique, à remplissage de grès roux. Localement cette surface apparaît fendillée.

← Microfaciès. Ancien calcaire gréseux, fortement dolomitisé: gros rhomboédres roux atteignant 0,50mm de largeur.

AF76D3

montre en

~~On peut remarquer~~ Vers le Nord, la surface d'une autre lentille présente ~~très nettement~~ des sections de colonnes stromatolithiques ~~en~~ calcaire blanc sur fond rouge.

lentilles, 4

← Microfaciès. Juxtaposition de petites colonnes algaires, de largeur centimétrique et atteignant 1 à 5 cm de hauteur, formées par un empilement de couches algaires où les cellules (larges de 50 à 60 um en moyenne) sont parfois encore visibles (Girvanelles?). La structure de ces colonnes apparaît assez homogène, toutefois, localement, la densité en cellules algaires est un peu plus faible et un peu de micrite accompagne les algues, ^{ce qui} souligne une certaine rythmicité dans la croissance des stromatolithes. Vers le haut des colonnes, des plages de sparite aux limites très irrégulières viennent s'intercaler dans les laminations algaires mais elles semblent plutôt dues à la recristallisation. Entre les colonnes, on observe un remplissage de micrite plus ou moins quartzifère selon les endroits et contenant de rares bioclastes.

AF76D5

N.B. J. Poncet et A. F. de Lapparent (1975) ont décrit en grand détail des oncholites, provenant de ces mêmes niveaux lenticulaires de la Formation de Dewal, qui présentent le même type de feutrage algaire mais plus diversifié que celui qui constitue les stromatolithes décrits ici.

* Au dessus de ces lentilles, on retrouve le sommet de la FORMATION DE CHUJURAK qui se termine, comme dans la coupe précédente, par un niveau conglomératique à galets de quartz (fig. 30, terme 1).

* Au-dessus, la FORMATION DE DEWAL est particulièrement bien développée; elle atteint près de 200 m d'épaisseur.

~~Comme dans les deux coupes précédemment décrites, elle débute par quelques dizaines de mètres de calcaires ~~crinoidiens~~. Ils passent très progressivement à des calcaires constructeurs; les calcaires crinoidiens correspondent typiquement à la formation de ~~Cauai~~ ~~mais~~ ~~comme~~ ~~précédemment~~, elle n'est pas distinguée ici car il n'est pas possible de placer une limite lithologique.~~

Au cours d'une mission en 1976, j'ai levé en détail la succession suivante (fig. 31) qui permet, entre autre, de voir l'installation progressive de régime récifal et son évolution. On y observe en effet de nombreuses et importantes variations verticales et latérales dans les caractères faciétaux et dans la composition de la faune; je les préciserai au fur et à mesure de la description.

- 2 - (1 m). Dolomies rousses.
Microfaciès. Dolomie moyennement à grossièrement cristalline.
- 3 - (10 m). Lacune d'observation.

AF 76D104

à mettre p. suivante

algues

CHUJURAK
ou
illisible
CHUJURAK

une série
de calcaires
crinoidiens
jusqu'à d'une
épaisseur de
mètres

94

X

- 4 - (7 m). Calcaires crinoïdiques jaunâtres à roux, localement un peu violacés, en bancs épais de 0,20 à 1 m. *AF76D105*
 Microfaciès. Grainstone (à rudstone); Biospar(ud)ite, Bioclastes surtout représentés par des entroques (et des zoécies) qui sont souvent microperforées et ferruginisées. Ciment de calcite syntaxiale. *Niemyloctites*.
- Latéralement (vers le Nord), ce niveau passe à des calcaires crinoïdiques, totalement rouges, violacés. *AF76D105*
 Microfaciès. Identique au précédent mais plus riche en oxydes de fer et faiblement dolomitisé.
- 5 - (1,50 m). Lacune d'observation.
- 6 - (2 m). Calcaires crinoïdiques roux, en petits bancs. *D102*
 Microfaciès. Grainstone; Biosparite. Bioclastes un peu plus diversifiés que précédemment. Dolomitisation (arkérite).
 Faune. Débris de Tétracoralliaires solitaires.
- 7 - (3 m). Calcaires jaunes roux ^{et} crinoïdiques ~~à leur~~ à leur base, plus gris vers le sommet avec quelques organismes lamellaires et des niveaux lenticulaires crinoïdiques. *D101*
 Microfaciès. Grainstone à entroques. Ciment (de sparite ?) entièrement dolomitisé.
 Faune. Tabulés: débris de *Thamnopora* ? sp., Coenitidés.
- 8 - (1,50 m). Calcaires jaunes, crinoïdiques. *D100*
 Microfaciès. Identique à celui du terme 6 mais un peu plus grossier et moins dolomitisé, avec des plages micritiques; forte microfracturation.
- 9 - (2,50 m). Calcaires gris, crinoïdiques, à débris d'organismes constructeurs et de Brachiopodes. *D99*
 Microfaciès. Identique au précédent (pl. IV, fig. 4).
 Faune. ~~Bryozoaires~~ *Siphonophrentis* sp., *Thamno-phyllum* sp., *Conodontes*: fragments de *Icriodus* sp.
- 10 - (2 m). Calcaires gris, très crinoïdiques, à rares organismes constructeurs (Tétracoralliaires solitaires). *D98*
 Microfaciès. Identique au précédent.
 Faune. Tabulés: débris de *Thamnopora* ? sp., d'Alvéolitidés et de Coenitidés.
- 11 - (7 à 8 m). Calcaires en bancs de 30 à 50 cm, crinoïdiques, avec quelques organismes constructeurs massifs souvent retournés et de nombreux interlits plus tendres où se trouve préférentiellement concentrés des constructeurs lamellaires, branchus ou solitaires. *D96-97*
 Microfaciès. Grainstone; Biosparite ou, localement, pelsparite. Bioclastes très diversifiés, de taille variable mais souvent bien arrondis. Péloïdes de nature diverse, correspondant en partie à de petits bioclastes micritisés. Cavités à remplissage géotrope sous les organismes lamellaires apparemment en position de vie.
 Faune. Stromatopores: *Taleastroma boiarschinovi*.
 Tabulés: *Thamnopora* sp., *Alveolites* sp., Coenitidés, gros *Syringopores*.
 Tétracoralliaires solitaires: *Siphonophrentis* sp., *Thamno-phyllum* sp..
 Débris de Bryozoaires.
 Conodontes (échant. D 94): *Belodella triangularis*, *Icriodus expansus*.
- 12 - (0,20 m). Petit banc calcaire à organismes constructeurs. *D93*
 Microfaciès. Bindstone. Entre les organismes: biosparite à bioclastes souvent petits et arrondis.
 Faune. Stromatopores: *Atelodictyon* cf. *connectum*, *Clathrocoilon* *spissa*.
 Tabulés: *Alveolites* sp. Coenitidés.

S. des de la p. précédente

NA

Cochs //

a' bindstone

- 13 - (1 m). Banc calcaire à Stromatopores massifs, le plus souvent en position de vie. ^{Framestone} ~~Boundstone~~. Très localement, entre les organismes, grainstone; biosparite. Faune. Stromatopores: Atelodictyon cf. connectum, Stictostroma ? sp.
- Tabulés: Coenitidés, Staphylopora sp.
- 14 - (1,20 m environ). Calcaires crinoïdiques, en petits bancs, avec des Brachiopodes et des Rugueux solitaires. ^(pl. IV, fig. 6) Microfaciès. Grainstone; Biosparite avec des plages de biosparudite. Bioclastes de taille variable parfois très petits et passant à des péloïdes, souvent bien arrondis, très diversifiés, dont de nombreux petits débris de constructeurs. Faune. Tabulés: débris d'Alvéolitidés, de Staphylopora sp.
- 15 - (7,50 à 8 m). Calcaires crinoïdiques en bancs de 50 cm environ. Débris de Brachiopodes (Atrypacés). Vers le milieu, un banc à colonies de Favositidés. Microfaciès. Identique au précédent, mais plus fin. Biopelsparite.
- 16 - (0,20 m). Passée plus tendre, à nombreux Tétracoralliaires solitaires. ⁰⁸⁹ Microfaciès. ~~Boundstone~~ ? Entre les organismes, biomicrite (pseudoparitisée) et partiellement dolomitisée. Faune. Algues ? nombreuses sections. Tabulés: Syringopores. Tétracoralliaires: Syphonophrentis sp., Thamnophyllum sp. Conodontes: Belodella triangularis.
- 17 - (7,50 m). Calcaires gris foncés, lités, avec des constructeurs branchus. Vers 2,50 m de sa base, de gros Stromatopores dont certains atteignent 20 à 30 cm de diamètre. ⁰⁸⁸ Microfaciès. Framestone. Faune. Stromatopores: Atelodictyon cf. connectum. N.B. Une seule espèce de constructeurs est présente, en grand nombre: phase de dominance (monostoéique) typique.
- 18 - (1 m). Banc calcaire à nombreux constructeurs très diversifiés. ⁰⁸² Microfaciès. Bindstone à nombreux organismes lamellaires superposés. Très localement, petites plages de micrite ou de biomicrite; ~~ailleurs structure géotropes fréquemment des organismes lamellaires~~ Faune. (très diversifiée: polystoéique). Algues: Sphaerocodium sp. Stromatopores: Clathrocoilon spissa, Stromatopora concentrica, ? Habrostroma sp., ? Stachyodes sp. Tabulés: Chaetétidés, Auloporidés.
- 19 - (0,30 m). Banc calcaire à nombreux constructeurs, très diversifiés, ⁰⁸⁶ (branchus, lamellaires et massifs). Microfaciès. Boundstone ou Budstone. Entre les organismes: grainstone; biosparite légèrement dolomitisée (arkérite). Localement un peu de micrite dans les polypérites des Tabulés. Faune. Tabulés: Favosites divissifus, Thamnopora sp., Alveolites ^{Tétracolligines sp. et autres Alvéolitidés, Héliolites sp.}
- 20 - (1,50 m). Calcaires crinoïdiques à rares Tétracoralliaires solitaires. ⁰⁸⁵ Microfaciès. Grainstone; Biosparite à intrasparite. Bioclastes de deux types: la plupart d'assez petite taille (300 à 500 um) arrondis et très diversifiés; quelques autres de taille centimétrique (coquilles de Brachiopodes); bordure micritique fréquente autour

(pl. IV, fig. 6)

des bioclastes (sauf les Ostracodes) qui sont parfois entourés de micrite d'origine vraisemblablement algale et associés à plusieurs pour donner des intraclastes. Ciment de sparite. Effet d'ombrelle sous les coquilles de Brachiopodes. Nombreux petits quartz authigènes dans la micrite.

- 21 - (0,25 m). Passée plus tendre, argileuse.
- 22 - (1 m). Calcaires en bancs de 10 à 40 cm parfois très riches en Tabulés branchus. (à l'indicateur).
Microfaciès. Floatstone (à l'indicateur). Entre les débris d'organismes grainstone (à packstone); pelsparite ou biopelsparite localement micritique et dolomitisée. Traces de bioturbations. Quelques encroûtements algaires (pl. III, fig. 7).
Faune. Stromatopores: Clathrocoelona sp., Stromatopora concentrica, Stromatopora huepschii, Euryamphipora sp., Amphipora sp.
Tabulés: Pachyfavosites sp., Thamnopora sp.
Débris de Tétracoralliaires solitaires.
- 23 - (4 m environ). Calcaires stratifiés à la base, plus massifs au sommet avec des niveaux lenticulaires à accumulation de débris de Brachiopodes et quelques organismes constructeurs.
Microfaciès. Voisin du précédent un peu plus grossier.
Faune. Stromatopores: Clathrocoelona sp.
Tabulés: Thamnopora sp.
- 24 - (1 m). Banc calcaire à nombreux constructeurs.
Microfaciès. Boundstone; entre les organismes: grainstone; biosparudite.
Faune. Stromatopores: Stromatopora huepschii.
- 25 - (8 m). Calcaires en bancs d'aspect massif, avec des niveaux lenticulaires à accumulation de coquilles de Brachiopodes et quelques constructeurs.
Microfaciès. Rudstone; Biosparudite. Deux catégories de bioclastes: gros débris de Brachiopodes et grosses entroques; petits bioclastes usés et arrondis, à bordure micritisée, passant à des péloïdes. Effet d'ombrelle sous les coquilles.
Faune. Stromatopores: Stromatoporella granulata.
Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp.
Brachiopodes: Stringocephalus aff. burtini, Parastringocephalus dewalense, Rensselaeria aff. circularis
- 26 - (8 à 10 m). Calcaires noirs, en petits bancs crinoïdiques, peu fossilifères, dans l'ensemble ~~à l'indicateur~~.
Microfaciès. Grainstone; biopelsparite. Une partie des bioclastes (50 %) arrondis et micritisés. Quelques intraclastes.
Vers la base, un niveau à nombreux Brachiopodes.
Microfaciès. Grainstone; biosparite plus grossière que dans le microfaciès précédent.
Faune. Brachiopodes: Stringocephalus aff. burtini, Parastringocephalus dewalense.
- A trois mètres de la base, quelques constructeurs.
Faune. Stromatopores: Stromatopora ? sp.
Tétracoralliaires coloniaux.
- 27 - (3,50 m). Calcaires noirs et violacés, plus argileux à leur base, en petits bancs, à stratification irrégulière et interlits marneux, violacés, très irréguliers. Tabulés branchus et nombreux Tétracoralliaires solitaires. Quelques rares Stromatopores massifs souvent retournés, atteignant 20 cm de diamètre.

Microfaciès. Floastone. Entre les organismes; wackstone à packstone; biomicrite argileuse; Bioclastes de toutes tailles.

Faune. Algues; Sphaerocodium sp., Girvanelles.

Stromatopores: Clathrocoilon sp., Stictostroma ? sp., Stromatopora huepschii.

Tabulés: Pachyfavosites ? sp., Thamnopora sp., Scoliopora sp., Alveolites sp., Auloporidés.

Débris de Tétracoralliaires: Kerophyllum cylindricum.

Brachiopodes: cf. Crurithyris sp., ? Rensselandia sp.

- 28 - (2 m). ← Calcaires crinoïdiques à très gros Stromatopores massifs, atteignant parfois 1 m de diamètre. D75

Microfaciès. Grainstone à rudstone; Biosparudite. Bioclastes de taille variable (beaucoup de grosses entroques, quelques fragments de constructeurs), très souvent microperforés et micritisés en bordure (pl. fig. 1); péloïdes.

Faune. Stromatopores: Stromatopora huepschii.

- 29 - (0 à 0,50 m). Niveau plus tendre, argileux, lenticulaire, à organismes lamellaires et branchus. D74

Microfaciès. Floatstone. Entre les organismes; micrite, biomicrite ou pelmicrite, argileuse et quartzifère (petits quartz de 50 um en moyenne). Petits bioclastes non identifiables (sauf les Ostracodes, relativement abondants. Dans certains constructeurs, quelques grosses perforations atteignent 600 à 900 um de diamètre à remplissage de pellets (dimensions: 120/250 um) ou de micrite.

Faune. Stromatopores: ~~Stromatopora~~ Clathrocoilon sp., Stachyodes cf. verticillata.

Tabulés: Thamnopora sp., Coenitidés.

Débris de Tétracoralliaires solitaires.

- 30 - (2,50 m). Calcaires crinoïdiques à gros Stromatopores massifs, (certains atteignent parfois 1 m de diamètre) et autres constructeurs. D73

Microfaciès. ~~Floatstone~~ ^{Flamstone} Entre les organismes; rudstone à grainstone; biosparudite; Bioclastes de taille variable, souvent arrondis et légèrement micritisés.

Faune. Stromatopores: Atelodictyon strictum, Stictostroma ? sp., Stromatopora huepschii, ? Habrostroma paucicanaliculata.

Tabulés: Pachyfavosites sp., Thamnopora sp., Alveolites sp.

- 31 - (Quelques centimètres). Niveau ferrugineux violacé encroûtant la surface des bancs sous-jacents.

Microfaciès.

- 32 - (1 m). Calcaires construits par de gros Stromatopores massifs, en position de vie, hémisphériques ou très aplatis et atteignant parfois 1 m de diamètre. Entre les Stromatopores, calcaires crinoïdiques à Tétracoralliaires et débris d'organismes. D20

Microfaciès. ~~Boundstone~~ ^{Flamstone} Entre les colonies: grainstone; biosparudite.

Faune. Stromatopores: Stictostroma sp., Stromatopora huepschii.

- 33 - (0-10 m). Niveau violacé ferrugineux, moulant la surface des colonies de Stromatopores des bancs sous-jacents; nombreuses formes branchues et débris d'autres constructeurs. D71

Microfaciès. Rudstone. Entre les organismes; grainstone; grès à ciment calcaire ou calcaire gréseux (biopelsparite quartzifère), selon les endroits.

Faune. Stromatopores: Stictostroma sp.

Tabulés: Pachyfavosites sp., Thamnopora sp., Alvéolitidés.

Bryozoaires branchus ou encroûtants.

Tétracoralliaires solitaires: cf. Embryon.

Embryon Embryon ? sp.

- 34 - (5,50 m). Calcaires à stratifications entrecroisées à la base, renfermant des niveaux lenticulaires plus crinoïdiques et d'autres plus riches en constructeurs. D69
 Microfaciès. Localement, Boundstone. Ailleurs, grainstone; biosparite légèrement quartzifère interrompue par de petits lits de quartz discontinus, de taille millimétrique. Bioclastes bien triés (taille moyenne 300-500 µm), très arrondis et partiellement micritisés.
 Faune. Stromatopores: *Gerronostroma lemniscata*, *Stromatopora* cf. *huepschii*, *Stachyodes costulata*.
- 35 - (1 m localement). Calcaires assez fins vers la base et à stratifications entrecroisées, à nombreuses colonies de Stromatopores de grande taille dans la partie supérieure. Localement ce banc construit entièrement raviné par le niveau sus-jacent. En d'autres endroits, il montre une surface ferrugineuse. D68
 Microfaciès. Identique au précédent.
 Faune. Stromatopores: *Stromatopora* cf. *huepschii*.
- 36 - (0,60 m à 1 m). Calcaires crinoïdiques, un peu violacés, à grandes entroques blanches et organismes lamellaires (Pl. III, fig. 4). D. 66
- 37 - (0,70 m). Banc crinoïdique avec des organismes constructeurs (plus tendre à sa base) D65
 Microfaciès. Bindstone. Encroûtements successifs de Tabulés et de Stromatopores, quelques Bryozoaires et quelques encroûtements algaires. Entre les organismes: grainstone; biosparudite. Localement un peu de micrite en remplissage géotrope.
 Faune. Algues: *Girvanella* sp.
 Stromatopores: *Clathrocoilon* bryk^{cf.}ini. (Pl. III, fig. 2)
 Tabulés: *Thamnopora* sp., Auloporidés.
- 38 - (3,50 m). Alternance de bancs de calcaires crinoïdiques renfermant quelques Tétracoralliaires solitaires et des niveaux plus marneux, jaunes ou violacés, à très nombreux Tabulés branchus ou lamellaires. D64 D62
 Microfaciès des bancs argileux. Bafflestone. Entre les organismes: mudstone ou waxstone; micrite ou biomicrite argileuse, légèrement quartzifère (petits quartz de 20 à 30 µm). Bioturbation: terriers remplis de sparite.
 Faune. Algues: *Sphaerocodium* sp.
 Tabulés: *Thamnopora* cf. *alta*, *T. sp.*, *Alveolites* sp., *Coenitidés*, *Staphylopora* sp.
- 39 - (7 à 8 m). Alternance de : D54-58
 . de bancs calcaires à constructeurs massifs ou branchus, le plus souvent retournés. 58
 Microfaciès. Rudstone. Entre les fragments d'organismes: grainstone; biosparudite.
 Faune. Stromatopores: *Stromatoporella granulata*.
 Tabulés: *Thamnopora* sp.
 . de bancs plus tendres, argileux, à Tabulés branchus et lamellaires 53-55
 ← parfois très abondants. 57-55
 Microfaciès. Bindstone ou rudstone. Entre les organismes: grainstone; biosparudite.
 Faune. Algues:
 Stromatopores: *Clathrocoilon obliterated*.
 Tabulés: *Thamnopora* sp., *Alveolites* sp.; Chaetétidés.
 Débris de Tétracoralliaires solitaires.
 Bryozoaires branchus.
 . et de bancs de calcaires crinoïdiques, d'aspect plus ou moins lenticulaires à petits débris de constructeurs.

obliques /

- 40 - (3 m). Calcaires en bancs massifs, avec de nombreux organismes constructeurs: grosses colonies de Tétracoralliaires en position de vie, petits Stromatopores retournés, Tabulés branchus, lamellaires... 75D52
 Microfaciès. Bindstone à framestone. Entre les organismes: rudstone ou grainstone; biosparudite ou biosparite d'aspect hétérogène; Bioclastes de nature et de taille très variable mais localement mieux triés.
 Faune. Stromatopores: *Atelodictyon strictum*, *Clathrocoilona cf. brykini*.
 Tabulés: *Thamnopora cf. alta*, *T. sp.*, *Scoliopora ? sp.*, *Alveolites sp.*, Coenitidés, Chaetétidés.
 Tétracoralliaires: *Phillipastrea e.g. hennahi*.
- 41 - (1 m). Petits bancs à très nombreux organismes branchus et débris argileux, quelques grosses colonies de Tétracoralliaires parfois retournées. 75D51
 Microfaciès. Bafflestone. Entre les organismes: grainstone; biosparite.
 Faune. Petits débris de Stromatopores.
 Tabulés: *Thamnopora cf. alta*, Coenitidés.
- 42 - (1 m). Calcaires en petits bancs à la base, très massifs au sommet, avec de très grosses colonies de Tétracoralliaires (certaines atteignant 1 m de diamètre et 30 à 40 cm de hauteur), accompagnés de constructeurs encroûtants, lamellaires et branchus. 76D50
 Microfaciès. Framestone. Entre les gros organismes en place (Tétracoralliaires, Stromatopores): rudstone à bindstone (Tabulés Stromatopores, Bryzoaires encroûtants) et grainstone; biosparite. Dolomitisation locale de la sparite.
 Faune. Stromatopores: *Atelodictyon strictum*, *Stictostroma ? sp.*
 Tabulés: *Thamnopora cf. alta*, *T. sp.*, Alveolitidés, Coenitidés.
 Tétracoralliaires: Phillipastréidés, ~~Phillipastrea sp.~~
- 43 - (2 m). Calcaires à constructeurs lamellaires et branchus, avec quelques Stromatopores massifs. 76D49
 Microfaciès. Bafflestone à rudstone. Entre les organismes: grainstone; biosparite.
 Faune. Stromatopores: *Atelodictyon strictum*, *Clathrocoilona cf. brykini*.
 Tabulés: *Thamnopora cf. alta*, Alvéolitidés, Coenitidés.
- 44 - (1 m). Banc calcaire à Stromatopores massifs très abondants et rares autres organismes. 76D48
 Microfaciès. Framestone. Entre les constructeurs: grainstone à rudstone; biosparite.
 Faune. Stromatopores: *Atelodictyon strictum*, *Clathrocoilona cf. brykini*.
 Tabulés: *Scoliopora sp.*, Alvéolitidés, Chaetétidés.
 Tétracoralliaires: *Phillipastrea e.g. hennahi*.
- 45 - (4 m). Calcaires gris, en bancs de 10 à 30 cm, avec de nombreux constructeurs de morphologie très variée. 76D47
 Microfaciès. Bindstone: fragments de constructeurs massifs encroûtés et reliés par des constructeurs lamellaires. Entre ces organismes: grainstone; biosparite; Bioclastes assez arrondis, sauf les débris de constructeurs.
 Faune. Stromatopores: *Atelodictyon strictum*, *Clathrocoilona sp.*, *Stromatopora sp.*, *Euryamphipora sp.*
 Tabulés: *Thamnopora cf. alta*, *T. sp.*, *Alveolites sp.* et autres Alvéolitidés branchus.

← - joint important.

- 46 - (0,60 m). Calcaires gris à nombreux organismes branchus et lamel- 75D45
 laires, accompagnés de rares formes massives.
 Microfaciès. Très voisin du précédent.
 Faune. Algues: Sphaerocodium sp.
 Stromatopores: Atelodictyon strictum, Clathrocoilon ^{afghanense}
brykini.
 Tabulés: Alveolites sp., Coenitidés, Syringopores.
 - joint important.
- 47 - (2 m). Calcaires gris d'aspect identique à celui des précédents, en 75D44
 bancs petits à la base et plus massifs au sommet; nombreux cons-
 tructeurs très divers.
 Microfaciès. Identique au précédent.
 Faune. Foraminifères ? encroûtants: cf. Wheteredella sp.
 Algues.
 Stromatopores: Clathrocoilon ^{afghanense} brykini.
 Tabulés: Alveolites sp., Coenitidés.
- 48 - (3 m). Calcaires gris à nombreux organismes branchus et lamel- 75D43
 laires; rares formes massives, comme dans les niveaux précédents.
 Stratification irrégulière, en bancs de 10 à 20 cm, avec des débits
 plus argileux.
 Microfaciès. Identique au précédent: bindstone typique.
 Faune. Algues: Sphaerocodium sp., Girvanelles.
 Stromatopores: Atelodictyon strictum, Clathrocoilon spissa,
 C. cf. brykini, ? Habrostroma incrustans,
 Hermatostroma ~~typicum~~ ^{afghanense}, Stachyodes sp.
 Tabulés: Pachyfavosites ? sp., Thamnopora cf. alta, T. sp.,
 Alveolites sp., Coenitidés, Syringopores.
- 49 - (0,10m? à 1 m). Calcaires à très nombreux Stromatopores et Tabulés 75D42
 massifs.
 Microfaciès. Framestone.
 Faune. Stromatopores: Atelodictyon strictum, Hermatostroma ~~typicum~~ ^{afghanense}.
 Tabulés: Thamnopora cf. alta, Alveolites sp., Auloporidés.
 Tétracoralliaires solitaires: Tennocarinia sp.
- 50 - (2,50 à 3,50 m). Calcaires (ravinant ? le niveau précédent) avec de 75D41
 nombreux organismes lamellaires et branchus à la base et des
 formes massives au sommet.
 Microfaciès. A la base, identique à celui des termes 45 à 48 précé-
 dents (bindstone).
 Au sommet, identique à celui du terme 49 (Framestone). Entre les
 organismes, grainstone à rudstone; biosparudite (débris plus gros-
 siers que dans les termes précédents); localement quartzifère.
 Faune. Algues: Sphaerocodium sp., Girvanelles.
 Stromatopores: Atelodictyon strictum, Clathrocoilon spissa,
 C. obliterated, Hermatostrome ~~typicum~~ ^{afghanense}
 Stachyodes sp., Euryphyra sp.
 Tabulés: Thamnopora cf. alta, T. sp., Scoliopora sp.,
 Alveolites sp., Coenitidés, cf. Staphylopora sp.,
 Auloporidés.
- 51 - (5 m). Calcaires non stratifiés, à très nombreux Stromatopores mas- 75D40
 sifs de taille variable, apparemment disposés en tous sens.
 Microfaciès. Boundstone à Stromatopores massifs et constructeurs
 encroûtants; dans les vides: grainstone; biopelsparite.
 Faune. Stromatopores: Atelodictyon strictum, Clathrocoilon cf.
 brykini, Stictostroma ? sp., Stromatopora ?
 sp., Hermatostroma ~~typicum~~ ^{afghanense}.

ya b p h e ?

afghanense

disposés

afghanense

52 - (5 m environ). Calcaires massifs non stratifiés, à Stromatopores (et Tabulés) massifs de grande taille (30 à 80 cm de diamètre); Tabulés surtout au sommet. 26 D 38 37

Microfaciès. Framestone typique. Localement entre les organismes; rudstone à débris constructeurs branchus, grainstone (biosparudite) ou wackstone (biomirudite) parfois finement dolomitisé.

Faune. Algues: Sphaerocodium sp.

Stromatopores: Atelodictyon strictum ?, A. ^{deumense} sp. (très abondant), Stromatoporella granulata, Stromatopora ? sp., Hermatostroma ^{algerense} typicum (très abondants), Stachyodes sp., Euryamphipora sp.

Tabulés: Thamnopora sp., Scoliopora sp., Alveolites sp., Syringopores.

N.B. A l'emplacement où a été levée la coupe, les termes 52 constituent une puissante barre récifale dont le sommet forme une vaste surface structurale. Vers le Sud, on peut suivre un certain temps cette surface structurale sur laquelle les termes sus-jacents (53 à 55, décrits ci-après) viennent progressivement s'amincir; mais plus au Sud encore, la barre récifale en question s'amincit, s'estompe à son tour, au profit de niveaux encore inférieurs. ~~(Fig. 1)~~

← Au Nord de la coupe levée, cette barre diminue aussi d'épaisseur mais cette fois au profit des niveaux supérieurs qui s'enflent légèrement.

53 - (2 m environ). Calcaires gris clairs, à Tabulés branchus, massifs ou encroûtants, et gros Tétracoralliaires solitaires, avec quelques passées crinoïdiques. AF 3 D 36

Microfaciès. Wackstone à floatstone; biomirudite localement très quartzifère et passant à un grès. Bioclastes de taille très variable et très inégalement répartis.

Faune. Algues: Sphaerocodium sp.

Tabulés: Alveolites, sp., Coenitidés.

54 - (2 à 3 m). Calcaires à constructeurs lamellaires et niveaux crinoïdiques lenticulaires. AF 3 D 35

Microfaciès. Bindstone.

Faune. Tabulés: Alveolites sp., Coenitidés.

55 - (5 m environ). Calcaires gris, crinoïdiques, avec des organismes constructeurs (Tabulés, Tétracoralliaires) massifs, lamellaires ou branchus, en bancs d'épaisseur variable et avec des ^{encroûtements} ~~oreûtes~~ grésos-ferrugineux. D 34

Microfaciès. Bindstone. Entre les organismes ou les recouvrant: mudstone; micrite quartzifère passant localement à un grès. Bioturbations.

Faune. Tabulés: Alveolites sp., Coenitidés.

Bryozoaires lamellaires.

56 - (6 m). Lacune d'observation.

57 - (2,50 m). Calcaires à organismes branchus et lamellaires, dont des Stromatopores, Tétracoralliaires solitaires et coloniaux. AF 3 D 30

Microfaciès. Bindstone (à framestone). Entre les organismes: grainstone; biosparudite localement un peu quartzifère.

Faune. Stromatopores: Clathrocoilona sp., Stromatopora ? sp., Stachyodes australe ?

Tabulés: Thamnopora cf. alta, Coenitidés.

Gros Tétracoralliaires solitaires et quelques massifs (cf. Hexagonaria) et ^{formes} ~~flacélloïdes~~ (Disphyllidés).

sp.

(Pl. III, fig. 3)

(à rudstone); framestone au sommet.

- Vers le Sud ce niveau augmente d'épaisseur, les Tabulés branchus y sont très abondants, les Stromatopores plus rares, seulement présents au sommet (certains atteignent cependant 60 cm de diamètre). Microfaciès. Bafflestone (à framestone). Entre les organismes: sédiment totalement recristallisé (dolomitisé ?), localement très quartzifère et argileux avec quelques bioclastes et quelques pellets, reconnaissables.

D 31
32
33

Faune. Stromatopores (uniquement au sommet): Atelodictyon sp.,
Hermatostroma typicum. ^{deuxième}

encore

Tabulés: Thamnopora cf. alta, T. sp., Alveolites sp.,
Coenitidés. ~~Hexagonaria cf. laurii~~ ~~Maeglea cf.~~

Tétracoralliaires: ~~Phacelasma~~ ~~Stromatopora~~

- Vers le Nord, ce niveau s'amenuise rapidement et disparaît totalement.

58 - (3 m). Lacune d'observation.

59 - (5 m). Au-dessus on rencontre un ensemble localement ^{contrasté} contrasté qui présente d'importantes variations latérales. A l'endroit de la coupe: calcaires noirs, bien lités, en petits bancs avec de rares Tétracoralliaires solitaires, Tabulés branchus et Brachiopodes (Atrypidés). Au sommet, un petit niveau à Tabulés branchus plus abondants.

- Quelques mètres plus au Nord, à la partie supérieure de cet ensemble, les Tabulés branchus sont remplacés par des Stromatopores qui forment un petit niveau reposant directement sur des calcaires noirs pratiquement azoïques.

- Trois à quatre mètres au-delà, le niveau à Stromatopores s'épaissit un peu et atteint une vingtaine de centimètres tandis que le sommet des calcaires noirs sous-jacents devient très riche en Tabulés branchus et Tétracoralliaires solitaires.

76 D 29

Microfaciès. Rudstone. Entre les organismes: packstone; biopelmicrite argileux et quartzifère.

Faune. Stromatopores: Stachyodes verticillata.

Tabulés: Thamnopora sp., Scoliopora ? sp.

~~10. m. en v. a~~

~~un peu~~ plus au Nord encore, le petit niveau supérieur s'épaissit encore, atteignant localement 30 à 60 cm, les Stromatopores massifs, en position de vie, y acquièrent des tailles importantes: 30 à 40 cm de diamètre. Le sommet du banc montre des encroûtements rougeâtres.

Microfaciès. Framestone typique, avec une espèce de Stromatopores qui domine et quelques rares organismes encroûtants.

Faune. Stromatopores: Hermatostroma parseptatum.

Tabulés: Aulostegites ? sp.

- 8 à 10 m au Nord, on rencontre encore des variations dans l'allure des barres et la nature des composants.

Au sommet, les Stromatopores massifs sont remplacés par des formes dendroïdes ou noduleuses, ne dépassant pas 3 à 4 cm de diamètre, accompagnés de Tabulés branchus, de quelques Tétracoralliaires solitaires; les plus lamellaires (quelques Tabulés) sont rares; les Stromatopores lamellaires présentent des excroissances dendroïdes; ce niveau atteint environ 1 m.

27.

Microfaciès. Floatstone. Entre les organismes: ^{packstone; biopelmicrite} grainstone; biopelmicrite. ^{localement quartzifère; biopelmicrite}

Faune. Stromatopores: Stachyodes verticillata.

Tabulés: Thamnopora sp.

En dessous, on trouve des calcaires noirs, en petits bancs décimétriques à délits schisteux et violacés, renfermant quelques Tétracoralliaires solitaires et de rares coloniaux.

27'

formes dendroïdes

formes

(Pl. III, fig. 4)

Herma

~~Microfaciès.~~

~~Faune.~~

- 10 mètres au Nord, l'aspect est encore très différent: les calcaires stratifiés précédents s'épaissent^{issent} pour atteindre ~~un~~ maximum de puissance (8 à 10 m) et passent à des calcaires massifs, non stratifiés, à très nombreux constructeurs (Stromatopores et Tabulés lamellaires et massifs, Tabulés branchus, Tétracoralliaires solitaires abondant localement, rares Tétracoralliaires coloniaux), les

D27

formes lamellaires

(pl. 10, fig. 8)

sont en position de vie, les autres disposées en tous sens. Microfaciès. Bindstone. Entre les organismes: grainstone ~~et~~ biopelsparite (recristallisée)

X

Faune. Stromatopores; Stictostroma uralensis, S. australe.

- Plus loin vers le Nord, la barre calcaire diminue à nouveau d'épaisseur.

60 - (1,20 m). Quartzites.

61 - (0,50 m). Calcaires gréseux à Tabulés branchus et débris de Tétracoralliaires.

D25

Microfaciès. Floestone. Entre les fragments de constructeurs: grès à péloïdes très abondants et quelques petits bioclastes. Quartz anguleux de 60 à 120 μ m de moyenne, certains atteignent 300 μ m.

Faune. Tabulés: Scoliopora sp.

62 - (0,30 m). Calcaires gris, à débris de Tabulés et de Stromatopores lamellaires ou massifs.

D24

Microfaciès. Floestone. Entre les débris de constructeurs: rudstone à grainstone; biosparudite, Bioclastes souvent arrondis et à bordure micritisée.

Faune. Stromatopores: Stictostroma uralensis ?

Tabulés: Alveolitidés.

63 - (0,20 m). Calcaires gris, en petites plaquettes, avec des Brachiopodes

D23

Microfaciès. Grainstone; biosparite. Nombreux bioclastes très diversifiés (nombreuses sections d'épines, entroques, fragments de Brachiopodes, Tentaculites et autres Ptéropodes ?, Ostracodes...) assez bien triés (sauf quelques coquilles de Brachiopodes), petits lits millimétriques irréguliers, plus riches en quartz.

Faune. Brachiopodes: Productella subaenariensis, Cyrtospira sp., Atypa sp.

64 - (6 m). Lacune d'observation.

65 - (3 m). Calcaires massifs à très nombreux constructeurs, essentiellement des Tabulés massifs et lamellaires, rares formes branchues.

D 22...

Microfaciès. Framestone.

Faune. Tabulés: Alveolites sp.

66 - (2,50 m). Calcaires un peu plus argileux avec encore des organismes lamellaires d'assez grande taille, de nombreux fragments de Tabulés branchus et des Tétracoralliaires solitaires; quelques petites colonies de Disphyllidés en position de vie.

D 22..

Microfaciès. Bindstone. Entre les organismes: packstone; biopelmiorite quartzifère.

Faune. Stromatopores: Stachyodes sp.

Tabulés: Thamnopora cf. alta ?, T. sp., Alveolites sp.

Tétracoralliaires solitaires et coloniaux (Hexagonaria sp.).

Bryozoaires encroûtants.

67 - (à 5 m). Calcaires à organismes lamellaires de petite taille

D 22.

(Stromatopores et Tabulés), Tabulés branchus, Tétracoralliaires solitaires, rares Tétracoralliaires coloniaux et rares Stromatopores massifs.

Microfaciès. Floatstone à bindstone. Entre les organismes: grainstone ou pack stone souvent quartzifères.

Faune. ← Stromatopores: Stictostroma sp., Stromatopora sp., Hermatostroma ~~typicum~~, Stachyodes australe, cf. Amphipora sp.

algues

Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp., cf. Aulostegites sp.

Tétracoralliaires solitaires: Disphyllum sp

68 - (3 à 4 m). Calcaires gris à nombreux organismes branchus lamellaires encroûtants.

D 22

Microfaciès. Bindstone typique. Entre les organismes: biomicrite argileuse bioturbée ou localement grainstone à rudstone; biosparudite.

Faune. Stromatopores: Hermatostroma ~~typicum~~, Stachyodes australe, cf. Amphipora sp.

Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp., Crassialveolites sp., Auloporidés.

Bryozoaires encroûtants.

T.C. !
Foram
brevitar
D 22. /
m. tetra
silici

liste
à la
page suivante

trale, cf. Amphipora sp.
 Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp., cf. Aulostegites sp.
 Tétracoralliaires solitaires.

68 - (3 à 4 m). Calcaires gris à nombreux organismes branchus lamellaires encroûtants. D 22

Microfaciès. Bindstone typique. Entre les organismes: biomicrite argileuse bioturbée, ou localement grainstone à rudstone; biosparite à biosparudite (pl. IV, fig. 9) ^{cf. l'index}
 Faune. Stromatopores: Hermatostroma typicum, Stachyodes australe, cf. Amphipora sp.

Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp., Crassialveolites sp., Auloporidés.
 Bryozoaires encroûtants.

* Au-dessus débute la FORMATION DU KOH-E GIRU, épaisse de plus de 130 m (fig 92).

69 - (1 à 2 m). Calcaires gris clair, crinoïdiques, gréseux, en petits bancs à nombreux Brachiopodes (lumachelle) ~~indistinct (Rhy. ?)~~ D 24
 Microfaciès. Rudstone; biosparudite localement quartzifère, passant à un grès. Y 110

Faune. Brachiopodes: ~~Ambocoelidés~~ Rhychonelles ?
 Conodontes: Bryantodus sp., Icriodus sp., Polygnathus aff. decorosus, fragments d'Ancyrodella ? sp.

70 - (5 m). Calcaires gréseux et crinoïdiques, jaunes violacés, localement gris verdâtres avec des niveaux à lumachelles de Brachiopodes. D 20

Faune. Brachiopodes: Athyfacs.

71 - (une vingtaine de mètres). Lacune d'observation avec, en éboulis des calcaires crinoïdiques, jaunes violacés.

72 - (4 m). Calcaires très gréseux, gris puis jaunes, à grandes entroques. D 19

Microfaciès. Grès à ciment calcaire et à bioclastes.

73 - (2 à 3 m). Calcaires rouges, violacés, très crinoïdiques. D 18
 Microfaciès. Grainstone, biosparite. Bioclastes bien arrondis et fortement ferruginisés parfois chloritisés. Ciment de pseudosparite. Quartz présent localement.

74 - (35 m environ). Calcaires crinoïdiques jaunes et bancs de grès. D 17, D 11, 113
 Rares Réceptaculites. Vers le sommet: nombreux Brachiopodes.

Microfaciès. Grainstone ou packstone. Biomicrosparite quartzifère. Bioclastes parfois eux-mêmes microsparitisés.

Faune. Brachiopodes: Whidbornella sp., Productella subacutata

Chizophoria sp., Cariniferella sp., Metabolipsa ? sp., Gypidula ? n. sp. (= Gypidula e.g. multiplicata ^{Brierley 1971})
Whidbornella sp., Productella subacutata, Athyris chitralensis, Anathyris helmerstoni,
La bellulidorsum ? sp., Globulathyris, Rhynchonelles, Regularia sp., Spirifer
 Athyfacés

75 - (3 m). Lacune d'observation.

76 - (20 m environ). Alternance de calcaires jaunes et violacés, crinoïdiques, et de bancs de quartzites, plus rouges et plus crinoïdiques à la base. D 15
 Microfaciès. ~~idem~~ ^{idem} à celui du terme 73, plus grossier et plus ou moins riche en quartz. Y 10

77 - (13 m environ). Calcaires souvent très gréseux, jaunes, à Brachiopodes et petits niveaux de quartzites à patine sombre. D 14 X 112
 Microfaciès. Grès à ciment calcaire et débris de Brachiopodes.

Faune. Brachiopodes: Whidbornella sp., Spirifer, Coeloterorhynchus tabacensis.

78 - (5 à 6 m). Lacune d'observation.

Spirifer

- 79 - (1,50 m). Quartzites à passées plus gréseuses. *algin*
 80 - (1 m). Grès ferrugineux à stratifications entrecroisées et petites lentilles de calcaires crinoïdiques. Traces de Réceptaculites. Microfaciès. Grès à ciment calcaire ou ferrugineux. Localement grainstone, biosparite.

D12

+ 11 → Le terme suivant correspond aux COUCHES A BRYOZOAIRES qui sont ici très bien individualisées.

- 81 - (10 à 15 m). Calcaires noirs, construits par des colonies de Bryozoaires massives ou lamellaires de petite taille vers le milieu, de taille plus grande à la base et au sommet, associées à d'autres organismes. A l'extrême base, rares Réceptaculites; vers le bas et le milieu, nombreuses colonies très plates de Phillipastréidés; vers le sommet, des Tabulés et des Tétracoralliaires solitaires. Microfaciès. Framestone, Roche entièrement construite par de nombreux organismes dont beaucoup d'Algues et de Bryozoaires qui s'encroûtent successivement. Algues très diversifiées (Sphaerocodium sp., Girvanelles, encroûtements stromatolithiques...) formant parfois, sur le sommet d'autres organismes, de petits dômes stromatolithiques hauts de 1 à 2 mm et larges de 4 à 6 mm. Localement, très nombreux foraminifères ? encroûtants, Wetheredella sp.; quelques Vers (Serpulidés), des Auloporidés encroûtants. Bioturbation assez importante: terriers circulaires, larges de 1 à 1,5 mm, à remplissage de sparite ou de micrite. Quelques cavités à remplissage géotrope de micrite ou de péloïdes. Quelques rares espaces entre les organismes avec un peu de bioparite souvent finement recristallisée (dolomitisée ?).
 Faune. Tétracoralliaires: Scruttonia sp.

D10, 11

- 82 - (3 m). Calcaires très noirs, en bancs pluridécimétriques, à stratification irrégulière.

- 83 - (2 m). Calcaires noirs, en petits bancs décimétriques. Microfaciès. Grainstone; biopelmicrosparite à pelsparite, Bioclastes assez diversifiés (débris de Trilobites, de Tentaculites, de Brachiopodes, de Serpulidés, épines, petites radioles de Paléchinides, petits amas algaires, Sphaerocodium sp. ou Girvanelles, rares entroques de petite taille, rares débris de Stromatopores finement lamellaires...), de taille variable, souvent très fins. Nombreux péloïdes, parfois un peu agglomérés entre eux.

Faune. Brachiopodes: Whidbornella sp., Longispina sp.

Chonetes - indéterminé.

3 - Age des formations

La plupart des restes de Brachiopodes ^(à la base ou près de la base) recueillis dans la Formation du Koh-e Qas indiquent un âge dévonien inférieur ~~assez bas~~, sans doute gédinnien (=Lochkovien). Cependant, la présence sur une des plaques ~~récoltées de Brachiopodes~~ ^{de Productella} indique au contraire un âge dévonien inférieur ~~de je niveau~~; le genre Productella débute en effet à l'Emsien. La Formation du Koh-e Qas pourrait donc représenter une bonne partie, voire la quasi totalité du Dévonien inférieur.

Aucun élément de datation n'existe pour la Formation de Ghujerak.

Dans les lentilles de la Formation de Dewal, les fossiles rencontrés sont tous à l'état de débris et souvent mal conservés. Un fragment de Tabulé est rapproché du genre Roemerolites qui est surtout connu au Dévonien inférieur mais monte jusque dans l'Eifélien.

La formation de ... TSVP * 2

La base de la Formation de Dewal n'a pu être datée avec précision; des échantillons des termes 11 et 16 (à une trentaine de mètres de sa base) confiés à M. Weyant ont fourni des restes de Conodontes caractéristiques du Mésodévonien. Les constructeurs récoltés dans ces mêmes niveaux indiquent aussi cet âge ^{dixaine}.

← L'âge des termes 25 et 26 qui ont livré des Stringocéphalidés (entre 40 et 50 m de la base de la formation) est givétien.

pl. V, fig. 8-10

(pl. V, fig. 11)

D9

Productella et Eodurwara

- 18 - (0,50 m). Calcaires gris, en petits bancs de 10 à 20 cm; en éboulis; Brachiopodes et quelques organismes lamellaires.
- 19 - (2 m). Calcaires crinoïdiques (jaunes et violacés)
- 20 - (2 m). Calcaires crinoïdiques, gris, en petits bancs, avec quelques constructeurs lamellaires (Avéolitidés) et des Tétracoralliaires solitaires (Cystiphyllidés).
- 21 - (7 m). Calcaires en bancs, construits, avec des Tétracoralliaires solitaires et des Tabulés branchus et massifs. AF 25 G-24
Microfaciès. Framestone ?
Faune. Tabulés: Squameofavosites e.g. divissimus.
- 22 - (2 m). Calcaires construits, en bancs plus massifs, à Tabulés massifs et Stromatopores.
- 23 - (2 m). Calcaires d'aspect massif, à organismes moins visibles.
- 24 - (0,50 m). Calcaires plus tendres en petits bancs.
- 25 - (11 à 12 m). Calcaires gris, massifs, à nombreux constructeurs: 625
Tabulés massifs, gros Stromatopores vers le sommet; quelques lentilles de calcaires crinoïdiques. La surface de ce niveau correspond à la grande surface structurale (sommet du terme 52 de la coupe de Dewal, située à 145 m de la base de la formation) elle se place ici à 45 m de la base de la formation. C'est donc, par comparaison avec la coupe de Dewal, la partie inférieure de la Formation de Dewal qui est réduite, ici au Sud, tandis que la partie supérieure décrite ci-après est au contraire très légèrement plus épaisse. Ceci traduit donc une migration des niveaux récifaux du Nord vers le Sud, au moins dans le petit rectangle considéré et le niveau.
Microfaciès. Framestone (à rudstone). Entre les constructeurs: rudstone, biosparudite à grosses entroques atteignant jusqu'à 5 mm. Faune. Stromatopores: Clathrocoilona sp.
Tabulés: Caliopora chaetetoides.
- 26 - (1 à 2 m). Calcaires noirs, en petits bancs à Tabulés et Tétracoralliaires coloniaux. 626
Microfaciès. Floatstone. Entre les organismes: grainstone, biosparite; bioclastes souvent arrondis et un peu micritisés. Localement, un peu de quartz.
Faune. Algues: Sphaerocodium sp.
Tabulés: Thamnopora sp., ? Pachyfavosites sp., cf. Staphylopora sp.
Tétracoralliaires.
- 27 - (plusieurs mètres ?). Lacune d'observation avec, en éboulis, de nombreux Brachiopodes (Cyrtospirifer verneuilii, Ambocoelidés). 627 el
- 28 - (5 à 10 m). Calcaires construits, à Tétracoralliaires coloniaux, Tabulés massifs et branchus. 628
Microfaciès. Dindane à Stromatopores, Tabulés, Algues et Bryozoaires.
Faune. Stromatopores: cf. Atelodictyon sp
Tétracoralliaires: Pseudocavernularia sp.
- 29 - (10 à 15 m). Lacune d'observation.
- 30 - (1,50 à 2 m). Quartzites.
- 31 - (1,50 à 2 m). Calcaires à organismes constructeurs.
- 32 - (une dizaine de mètres). Lacune d'observation.
- 33 - (7 à 8 m). Calcaires construits, à Tabulés massifs.
- 34 - (plusieurs mètres). Lacune d'observation.

* Au-dessus commence la FORMATION DU KOH-E GIRU qui présente son faciès classique de calcaires grésos-crinoïdiques ferrugineux.

3 - Age des formations

La base de la formation de Dewal est d'âge mésodévonien (jusqu'au terme 26 inclus) par contre le terme 28 a fourni des constructeurs (Tétracoralliaires) indiquant un âge Frasnien déjà assez élevé.

S de la p. précédente

à venir ? y



41, 1 - Localisation

La coupe décrite ci-après a aussi été levée en 1976 sur le flanc Sud du col de Ghujurak; elle est éloignée d'un peu plus de 500 m de la précédente et correspond à la coupe E de A. Dürkooop (1970).

41, 2 - La série

* Dans la montée du col de Ghujurak, le flanc Sud offre de bons affleurements de la FORMATION GRESO-QUARTZITIQUE DE GHUJURAK et en particulier des lentilles de calcaires de la FORMATION DE ~~DEWAL~~ ^{BOKAN} qui y sont incluses.

L'une d'elle a été observée en détail; elle atteint environ une vingtaine de mètres d'épaisseur.

- 1 - Quartzites ~~lisses~~.
- 2 - (1 m). Grès se terminant par une surface ferrugineuse.
- 3 - (0,50 m). Grès en petits bancs.
- 4 - (1 à 2 m). Calcaires gréseux à stratification irrégulière, amygdaloïde. ^{aspect} ~~76 G 2~~ ~~76 634~~ 76 G 5
- 5 - (3 à 4 m). Calcaires gréseux à stratifications obliques et débris anguleux pluricentimétriques de constructeurs. ~~Microfaciès~~. 76 G 6, 7
76 73 G 2
- 6 - (2 m environ). Calcaires à stratification irrégulière, amygdaloïde. ^{aspect} ~~Microfaciès~~. 76 G 8
- 7 - (quelques mètres). Calcaires à débris d'organismes.
- 8 - (quelques mètres). Calcaires à stratifications obliques et amygdaloïdes, joints stylolithiques, surfaces ferrugineuses et débris d'organismes.
- 9 - (2 m). Lacune d'observation.
- 10 - (1 m). Calcaires gréseux à niveaux plus grossiers à débris centimétriques anguleux de constructeurs. ~~Microfaciès~~. 76 G 10
- 11 - (0,80 m). Niveau d'aspect bréchique avec des débris et des éléments arrondis (oncolithes ?). ~~Microfaciès~~. 76 G 11
- 12 - (7 à 8 m). Calcaires gréseux, à stratifications amygdaloïdes, devenant plus rouge vers son sommet. ^{le}

Au-dessus de cette lentille on retrouve encore 40 à 50 m de la Formation de Ghujurak (terme 13) qui se termine par un petit conglomérat très local (fig 95).

* Au ^{Puis} ~~dessus~~ commence ^{directement} la FORMATION DE DEWAL considérablement réduite puisqu'elle n'atteint qu'une vingtaine de mètres d'épaisseur à peine. Les niveaux de base, crinoïdiques constants dans les coupes précédentes (Qajir, Col Rouge, Dewal, Ghujurak Nord) sont ~~ici~~ ^{absents} ~~ici~~. ^{une}

- 14 - (0 à 0,20 m). Niveau discontinu de calcaires à organismes construc-

- teurs.
- 15 - (0 à 0,60 m). Niveau, lui aussi discontinu, de calcaires à stratifications obliques.
- 16 - (0,20 m). Banc calcaire à nombreux Brachiopodes. 76 G 12
~~Microfaciès.~~

Faune. Brachiopodes : *Cyrtospirifer* ^{conchiformis} sp. ^{vermiculiformis} ← ^{Atrypaciés.} ~~*Strophomena (Murchisoni)* sp.~~
 Ostracodes : *Thalysites* ^(*Thalysites*)

- 17 - (3 à 10 m selon les endroits). Lacune d'observation (moins importante vers le Sud qui correspond à une diminution d'épaisseur de la série dans cette direction).
- 18 - (6 à 7 m). Calcaires construits qui, à l'endroit de la coupe montrent la succession suivante :

a ↑ - A la base (3 m). Calcaires à nombreux constructeurs lamellaires, branchus ou phacéloïdes. 76 G 13
~~Microfaciès.~~

Faune. Tabulés : *Alveolites*.
 Tétracoralliaires phacéloïdes : *Disphyllidés*.

b - Au-dessus (1 m). Calcaires à organismes constructeurs plus épais, tabulaires.

c ↑ - Au-dessus (2 m). Calcaires plus tendres, argileux, pauvres en constructeurs; un niveau à Tabulés branchus. 76 G 14
 Microfaciès. Floatstone. Entre les débris ~~spécies~~ de constructeurs: grainstone; biosparite; Bioclastes arrondis, bien triés (taille moyenne: 300-400 um, sauf les entroques), micritisés sur leur périphérie.

Faune. Stromatopores: *Stachyodes?* sp.
 Tabulés: *Thamnopora* sp.

d - Au sommet (1 m). Banc calcaire à Tétracoralliaires coloniaux. 76 G 15
~~Microfaciès.~~

Faune. Tétracoralliaires : *"Hexagonaria"* sp.

Ce niveau montre des variations latérales rapides.

. Vers le Sud, il conserve la même épaisseur et montre, dans ses 5 m de base, de très nombreux organismes constructeurs lamellaires ou branchus et quelques colonies de Tétracoralliaires phacéloïdes retournées; il se termine par 2 m de calcaires à colonies de Tétracoralliaires massives.

. Vers le Nord (en bordure de la piste), il diminue de moitié 75 G 6
 d'épaisseur (3 à 4 m) et passe à des calcaires noirs, lités, à rares 76 G 23
 Tabulés branchus ou Tétracoralliaires solitaires, se terminant par un niveau discontinu, épais de 30cm au maximum de calcaires noirs, en petits bancs de 5 à 10cm, riches en petits Stromatopores dendroïdes.

Microfaciès. Bindstone. Entre les colonies: wack stone à pack stone; biomicrite argileuse, bioturbée. Fins bioclastes souvent recristallisés, calcisphères?, petits encroûtements algaires; remplissage géotrope de pellets dans des coquilles de Brachiopodes. Quelques structures fenestrées; des cavités remplies de sparite.

Faune. Algues: *Sphaerocodium* sp., *Girvanelles*.

Stromatopores: *Clathrocoilona* spissa, *Stromatopora* sp.,
Stachyodes australe, S. sp.

Tabulés: *Thamnopora* sp., cf *Subostegites* sp.

19 - (1 m). Lacune d'observation.

* Au-dessus ^{Comme} on trouve la FORMATION DU KOH-E GIRU dont 140 m environ ont été observés.

- 20 - (2 m). Calcaires gréseux à Brachiopodes (*Douvillina* sp.) 26 G 15
- 21 - (1,50 m). Grès friables, jaunes à patine noire, rares Brachiopodes.
- 22 - (4 m). Lacune d'observation.
- 23 - (5 m). Grès calcaires gris à patine jaunâtre et à Brachiopodes. ^{Pentamerida} 26 G 18
- 24 - (12 m). Calcaires crinoïdiques, jaunes, violacés, à Réceptaculites et plusieurs niveaux à Brachiopodes.

Faune. Brachiopodes :

- A 2 m de la base: Pentamères plissés. 26 G 19
- Au sommet: *Cariniferella* sp. en éboulis, ~~sur~~ goniatite? 26 G 20

- 25 - (4 m). Lacunes d'observation.
- 26 - (0,20 m). Petit banc de calcaires crinoïdiques à Réceptaculites et Brachiopodes (*Pentamerida*)
- 27 - (3 m). Lacune d'observation.
- 28 - (1 m environ). Calcaires crinoïdiques à Brachiopodes dont des *Cariniferella* sp. non récoltées.
- 29 - (6 m). Lacune d'observation.
- 30 - (8 à 10 m). Grès calcaires, noirs violacés, à stratifications obliques et à niveaux décimétriques lenticulaires de calcaires crinoïdiques.
- 31 - (6 m). Lacune d'observation.
- 32 - (2 m). Calcaires.
- 33 - (2 m). Lacune d'observation.
- 34 - (0,50 m). Calcaires crinoïdiques.
- 35 - (15 m environ). Lacune d'observation avec, en éboulis, dans la moitié inférieure, des Brachiopodes (*Cariniferella* sp.).
- 36 - (5 m). Calcaires crinoïdiques jaunes à lumachelles de Brachiopodes. 26 G 22
Faune.

Brachiopodes : *Pentamères plissés*, *Coeloterorhychus* sp., *Cyrtospira* sp.

- 37 - (2 m). Lacune d'observation.
- 38 - (1,50 m environ). Calcaires crinoïdiques jaunes à grands Brachiopodes (*Spiriféridés*).
- 39 - (2 m). Lacune d'observation.
- 40 - (5 m). Quartzites lie de vin, à patine noire, avec, à leur sommet, des passées lenticulaires de grès calcaires jaunâtres.
- 41 - (3 m). Calcaires gréseux à stratifications obliques et passées grés-quartzitiques lenticulaires. Réceptaculites. ^{^C}
- Les couches à Bryozoaires sont ici bien développées et individualisées, elles correspondent au terme suivant. ^{^C}
- 42 - (20 m environ). Calcaires construits, gris à patine gris rose, à nombreux Bryozoaires et Tétracoralliaires (*Phillipastréidés*). AF 25 G 3
Microfaciès. Bindstone à wack stone; Biomicrite fortement bioturbée. Micrite en partie d'origine algaire; localement plus sombre, en lumière tamisée, avec des laminations ou de petites masses arrondies superposées (*Renalcis*?) Structures fenestrées irrégulières. Petits quartz anguleux (50 à 100 um) localement abondants.
Faune. Algues: nombreux encroûtements, *Renalcis* sp.
Tétracoralliaires coloniaux et petits Tétracoralliaires solitaires: *Neaxon*? sp.
Bryozoaires.

- 43 - (10 m environ). Calcaires gris foncé, en bancs de 15 à 30 Cm, à Tabulés branchus. 25 G 2
73

Microfaciès. Floatstone à débris centimétriques de Tabulés et Stomatopores dendroïdes souvent partiellement encroûtés par des Algues. Entre les organismes biomicrite à biopelmicrite parfois microsparitisée.

Faune. Algues: *Girvanella* sp., Stomatopores: *Stachyodes australe*, *S. crotulata*?
~~sp.~~, *Amphipora* sp.
Tabulés: *Thamnopora* sp.

esque
transmise
et microfaciès

Tétracoralliaires solitaires ~~solitaires~~

75 G 1

44 - (20 m). Calcaires gréseux, crinoïdiques à Brachiopodes. Microfaciès. Grainstone; biosparite à biosparudite localement quartzifère. Nombreuses entroques parfois perforées et souvent très imprégnées de fer. Quartz hétéroétième (60 à 500 um). Ciment de calcite syntaxiale fréquent. Faune: Brachiopodes: *Centronychia charakensis*, *Evanescostrum*? "Tylothyris" sp.

45 (TSVP) 1
3 - Age des formations

(TSVP 2)

42

Coupe de CARAGHSANG

1 - Localisation

La coupe décrite ci-après est située à 11 km au Sud-Ouest du col de Ghujurak. Elle a été levée sur les flancs Sud et Est du Koh-e Surkh, 2 km environ au Nord-Est du petit village de Caraghsang (fig. 96).

De ce fait, la distinction des différentes formations est difficile.

2 - La série

Par rapport à la coupe précédente, le Dévonien y est très réduit, nettement et les formations récifales beaucoup moins développées. La succession décrite ci-après a été levée en 1976, lors d'une mission avec D. Brice (fig. 97) (1978).

* A sa base, et affleurant mal, on observe une série grés-quartzitique qui semble correspondre à la FORMATION DE CHUJURAK et qui comporte les termes suivants.

* A la base de la série, un niveau calcaire gris, très riche en Tabulés massifs (Favositidés).
Faune: Tabulés:

- 2 - (plusieurs mètres). Grès bruns à roux à traces de Brachiopodes [N 25' - 30' W] & 1 Faune. Brachiopodes: *Plectospirifer fongii* "Spirifer" ghokensis.
- 3 - (20 m). Lacune d'observation. *Schizophoria*? sp., *Indospirifer*? sp.
- 4 - (5 m). Quartzites [N 50' - 35' SE] *Xenospirifer fongii*.
- 5 - (10 m). Lacune d'observation.
- 6 - (5 m). Quartzites. [N 20' - 40' E]
- 7 - (20 m). Lacune d'observation.
- 8 - (2 m). Grès quartzeux brun à roux alternant avec des bancs plus calcaires jaunes, lenticulaires, à stratification oblique; quelques Tétracoralliaires solitaires.
- 9 - (1 m environ). Calcaires jaunes et gris, à fines stratifications obliques. ~~Formations de la FORMATION DE DEWAL, etc.~~

10 - (2 m). Calcaires construits, formant deux gros bancs, à Stromatopores et Tabulés lamellaires et Tétracoralliaires solitaires. Rares colonies massives souvent retournées ou fragmentées. Microfaciès. Bindstone. Entre les organismes, remplissage de nature variable; le plus souvent wackstone à packstone, biomicrite. Bioclastes parfois micritisés en bordure ou encroûtés par des Algues localement diamicrite, ou pelmicrite à petits pellets très nombreux; ailleurs, grainstone, biosparite à entroques. Faune. Algues: *Sphaerocodium* sp., souvent associés aux Stromatopores, *Renalcis* sp., *Stromatolithes*.

Stromatopores: *Clathrocoilon* spissa, ? *Stachyodes* sp.
Tabulés: *Thamnopora* sp., *Alveolites* sp., *Auloporidés*.
Tétracoralliaires solitaires ~~etc.~~ *Diphyllidés* et *coloniaux: Hexagonaria* sp.
Vers: *Serpulidés* encroûtants.
Bryozoaires lamellaires.

11 - (2,50 m). Calcaires gréseux, jaunes et gris, en petits bancs, avec 76 G 2

Sur plan de la coupe de la formation du Koh-e Surkh.

des organismes constructeurs (Stromatopores, Tabulés, Tétracoralliaires solitaires) et des Brachiopodes (Atrypidés).
 Microfaciès. Localement, framestone à Stromatopores tabulaires associés à des Algues. Ailleurs, bindstone à gros débris de constructeurs encroûtés par des Stromatopores et Bryozoaires lamellaires, dans un grainstone, biosparite quartzifère. Petits quartz (30-60 um) abondants par endroits.

Au-dessus
 leur déj. &
 forme de du
 tot. 1 grain

Faune. Algues: Sphaerocodium sp. Stromatopores: Clathrocoelona spissa.

Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp. Tectospirifer sp.,
 Tétracoralliaires solitaires. Brachiopodes: Nervostrophia sp., Cyrtospirifer sp., Atrypa

12 11 - (5 m). Calcaires gréseux, jaunés à traînées lie de vin, bien lités, en petits bancs de 15 à 40 cm.

13 12 - (10 m). Quartzites avec, à la base, quelques bancs grésocalcaires lenticulaires.

14 13 - (3 m). Calcaires gréseux, jaunes violacés, à stratifications obliques, à Brachiopodes et Réceptaculites. A la base, quelques bancs grésocalcaireux roux foncés. 76 Ca 3 1/2?

Microfaciès. Floatstone à grandes coquilles de Brachiopodes et quelques grosses entroques. Entre des éléments: grainstone, biosparite quartzifère à bioclastes très arrondis, microperforés et souvent fortement imprégnés d'oxydes de fer; ciment de pseudosparite jaunâtre.

Faune. Brachiopodes: Cariniferella aff. icowensis, Whidbornella sp.,
Nervostrophia sp., Cyrtospirifer sp., Atrypa

15 14 - (1 m). Quartzites.

16 15 - (0,50 m). Calcaires crinoïdiques.

17 16 - (2 m). Lacune d'observation.

18 17 - (0,50 m). Calcaires crinoïdiques.

19 18 - (1 m). Quartzites.

20 19 - Lacune d'observation.

↑
 Latéralement, les 8 m des termes 13 à 19 passent à quelques mètres de grès calcaires puis à des quartzites au-dessus desquelles on retrouve les COUCHES A BRYOZOAIRES plus réduites qu'au Nord (coupe précédente) puisque leur épaisseur maximale ne dépasse pas 6 à 7 m.

21 20 - (6 à 7 m). Calcaires gris, localement crinoïdiques, construits par des Bryozoaires, des Tétracoralliaires coloniaux (Phillipastroidés), des Tabulés. 76 Ca 6,7
 AF 73 J 4,5

Microfaciès. Framestone organismes très diversifiés (Bryozoaires, Algues, Stromatopores, Tabulés...). Entre eux: mudstone, wackstone ou grainstone selon les endroits.

. Bromicrite d'origine algale souvent très bioturbée; terriers à remplissage de micrite ou de sparite; petit vide, parfois "tapissé" par des Algues et remplis de sparite. Bioclastes souvent microperforés et micritisés ou encroûtés par des Algues.

. Biosparite quartzifère; solithes superficielles à gros nucléus; quartz plus grossiers (120-150 um) que dans les zones micritiques.

Faune. Algues: Sphaerocodium sp., Gravelles, Renalcis sp., Stromatolithes...

Stromatopores: ~~tabulés~~ Clathrocoelona sp., Stachyodes australis.

Tabulés: Thamnopora sp., Alveolites sp., Auloporidés.

Tétracoralliaires: ~~Phillipastroidés~~ Freebarkia e.g. pentagona.
 Gastéropodes fréquents.

Latéralement ce niveau s'amenuise rapidement et disparaît presque totalement.

22 21 - (3 m). Calcaires jaunes.

. Vers l'Est, ce niveau passe à des calcaires gris, bien stratifiés, à Tabulés branchus, Tétracoralliaires phacéloïdes et Stromatopores dendroïdes.

Microfaciès. Floatstone. Débris divers (organismes constructeurs, entroques, gros intraclastes centimétriques...) dans une matrice de type wackstone, pelmicrosparite. Éléments figurés souvent recris-

oi
 Bio
 oo

Ca 8



tallisés (sauf les entroques) et encroûtés par des Algues (Girvanelles) ou parfois par de petits Bryozoaires et donnant des ancolites. ~~cf~~
Faune.

Bryozoaires Fistuliporidés.

. Un peu plus loin, dans ces mêmes calcaires on observe des Tétracoralliaires coloniaux associés à des Tabulés branchus. Microfaciès. Framestone à bindstone. Entre les organismes constructeurs: mudstone; dismicrite à forte activité algaire; localement, grainstone, biomicrite quartzifère.

Faune. Algues: Girvanelles, Renalcis sp.

Stromatopores indét.

Tabulés: Alveolites sp.

Tétracoralliaires: ~~Phylloporidés~~ *Frechastrea* e.g. *pentagona*.

23 22 - (0 à 0,50 m). Niveau local de calcaires crinoïdiques à lumachelle de Brachiopodes.

24 23 - (3 m): Calcaires crinoïdiques, (jaunes et gris), avec quelques organismes constructeurs à la base et surtout au sommet.

Microfaciès. Rudstone à débris de Constructeurs et intraclastes pluricentimétrique de micropelsparite (remaniement des niveaux précédents). Entre les éléments figurés: grainstone, biosparudite.

25 24 - (5 m). Calcaires crinoïdiques, (jaunes, violacés), très ferrugineux. Traces de Réceptaculites ?

Microfaciès. Grainstone. Biosparite, oosparite. Bioclastes arrondis, souvent oolitisés et totalement imprégnés d'hématite.

~~Faune~~

Faune. Tétracoralliaires:

Hexagonaria sp.

26 25

27 26 25 - (0 à 5 m selon les endroits). Dolomies grises à la base, jaunâtres au sommet, crinoïdiques et à organismes constructeurs. Microfaciès.

~~Faune.~~

28 27 26 - (6 m). Calcaires crinoïdiques ferrugineux.

29 28 27 - (20 m). Quartzites avec des niveaux lenticulaires à stratifications obliques.

* Au-dessus on trouve directement une barre épaisse de calcaires dinantiens (niveau 28).
30

3 - Age des formations

TSVP

Coupe du KOH-E REG

1 - Localisation

La coupe la plus méridionale a été levée, quatre kilomètres au Sud de la coupe précédente, sur le flanc ouest du Koh-e Reg (fig. 96).

2 - La série

L'ensemble de la série dévonienne observée atteint à peine 90 m mais représente toutefois la Formation de Dewal p.p. et celle du Koh-e Giru. On assiste donc encore à une réduction d'épaisseur qui va de pair

avec des faciès plus terrigènes encore.

* Seuls quelques mètres de la FORMATION DE DEWAL sont visibles (fig. 99).

- 1 - Lacune d'observation.
- 2 - (10 à 15 m). Calcaires gris à nombreux constructeurs (Tabulés massifs et branchus, Stromatopores) 76 M 1
Microfaciès Framestone.
Faune. Stromatopores massifs, recristallisés indét., certains avec des tubes de caunopores.
Tabulés: Alveolites sp., Heliolites sp.
- 3 - (20 à 25 m). Lacune d'observation.

C9

* Les termes suivants (4 à 6) correspondent à la FORMATION DU KOH-E GIRU.

- 4 - (25 m environ). Alternance de bancs de quartzite, de grès et de calcaires gréseux jaunes, à stratifications obliques, avec plusieurs niveaux à lumachelles de Brachiopodes. 112
Microfaciès. Grès à ciment calcaire.
Faune.

Brachiopodes. ~~Mystro~~ *Rhipidiorhynchus*? sp., *Cyrtospirifer* cf. ~~sp.~~ cf. *Schelonius*

à 11

Le terme suivant représente le prolongement méridional très réduit des couches à Bryozoaires.

- 5 - (1 m). Calcaires à Bryozoaires, Tétracoralliaires et Tabulés, accompagnés de Brachiopodes. 113
Microfaciès. Floatstone à gros débris de constructeurs (Tétracoralliaires, Bryozoaires) dans un sédiment de type grainstone, biosparite à biosparudite.
Faune. Algues:
Tétracoralliaires: ~~Phillipastréidés~~ *Frechastrea* e.g. *pentagona*, *Endophyllum* sp.
- Localement ce niveau passe à des bancs de calcaires jaunes dolomitiques à Tabulés. 116
Microfaciès. Bafflestone à Tabulés branchus. Entre les organismes: ancienne biomicrite algairé ? très fortement dolomitisée.
Faune. Tabulés: Alveolites sp.

- 6 - (25 à 30 m). Calcaires gréseux jaunes et violacés, ferrugineux. 114, 5
Microfaciès. Grainstone (remaniement de gros débris de constructeurs: Tétracoralliaires, Bryozoaires), biosparite-oosparite. Bioclastes bien arrondis et fortement imprégnés d'hémitite.
Faune. Tétracoralliaires: *Frechastrea* e.g. *pentagona*, *subitanea*.

Brachiopodes: *Eostrophia*, *Spirifer*? sp., *Productella subcuneata*, *Cyrtospirifer* sp.

* L'ensemble est directement surmonté par la barre des calcaires dinantiens, comme dans la coupe précédente, la FORMATION DE OKAK n'existe pas.

3 - Age des formations

Les organismes constructeurs présents dans la FORMATION DE DEWAL permettent de lui attribuer un âge méso-dévonien.

La base de la FORMATION DE KOH-E GIRU (tém 4) a fourni des Brachiopodes du Frasnien inférieur; par contre les Tétracoralliaires associés au Bryozoaires (tém 5 et 6) indiquent un âge Frasnien supérieur.

Au dessus se termine la Formation du Koh-e Giru

(tém 7)

1 - Localisation

Avec la coupe de Saghana, on aborde le deuxième "panneau" de terrains dévoniens (A. Boutière, 1970), le plus oriental, du flanc Est de l'anticlinorium de Tojka-Dewal. La coupe étudiée (fig. 8A) se situe à la même latitude que celle de Dewal, 5 km environ à l'Est, sur le flanc Nord du Koh-e Rah-e Dasht; elle a été levée au cours de l'été 1976.

87
22 - La série

Toutes les formations dévoniennes reconnues dans la région sont concernées.

* La FORMATION DE GHUJURAK est particulièrement bien développée; la succession observée dépasse les 800 m d'épaisseur. Comme dans la coupe un peu plus occidentale du Col Rouge, elle comporte, à sa base, des niveaux dolomitiques; mais ici il s'y intercale en plus des niveaux plus schisteux. Ces deux caractères: forte épaisseur et apparition d'une sédimentation schisteuse traduisent la position plus orientale de la section, plus proche du bassin subsidant.

e (for 100)

- 1 - (20 m environ). Dolomies claires grises à blanches, à patine beige, d'aspect massif ou lité, à nombreux restes d'Echinodermes et traces d'organismes lamellaires ou branchus indéterminés [N 155°-75° NE]. Microfaciès. Dolomie moyennement (à grossièrement) cristallisée, légèrement quartzifère, avec de nombreux fantômes d'organismes (Echinodermes ?). Ancien sédiment micritique.
- 2 - (10 m environ). Dolomies grises à patine foncée, avec quelques passées plus schisteuses. Restes d'Echinodermes.
- 3 - (5 m). Schistes à bancs gréseux, fins et nodules dolomitiques surtout vers le sommet.
- 4 - (0,50 m). Dolomies.
- 5 - (3 à 4 m). Schistes dolomitiques.
- 6 - (105 m). Grès quartzites bruns ferrugineux avec quelques bancs métriques de quartzites blancs, des niveaux plus schisteux, verdâtres, à stratifications obliques soulignées par des dépôts ferrugineux et quelques passées schisteuses, vertes.
- 7 - (3 m). Grès bruns à galets de quartz.
- 8 - (3 m localement). Schistes verts et violacés.
- 9 - (8 à 10 m). Quartzites blancs et verdâtres.
- 10 - (10 m). Dolomies brunes sans traces de fossiles.
- 11 - (5 m). Dolomies grises à traces d'organismes branchus et lamellaires.

CH 5
- 5MicrofacièsFaune

- 12 - (2 à 3 m). Dolomies brunes, rougeâtres.
- 13 - (1 m). Quartzites blancs verdâtres.
- 14 - (4 m). Dolomies brunes avec, vers le sommet, un banc à petits galets de quartz.
- 15 - (3 à 4 m). Schistes.
- 16 - (12 m). Dolomies brunes.
- 17 - (5 m). Lacune d'observation.
- 18 - (12 m). Dolomies grises à traces d'organismes. Aspect plus noduleux

CH 6-7-8

vers la base et laminations vers le sommet.
Microfaciès. Dolomie à nombreux débris d'organismes
non identifiables

~~Formation~~

- 19 - (2 à 3 m). Lacune d'observation.
- 20 - (60 m environ). Ensemble grés-dolomitique de couleur beige.
- 21 - (450 m environ). Grès quartzeux roses à patine rousse et niveaux ferrugineux à stratifications obliques alternant avec des bancs bien stratifiés, épais de 0,10 à 1 m de quartzites blancs à patine claire ou sombre [N 50°-45° SE].
- 22 - (20 m). Grès roux.
- 23 - (5 à 6 m). Quartzites gris et blancs.

Au-dessus, se situe une lentille de calcaires de la FORMATION DE BOKAN dont j'ai observé les variations latérales. (fig 100).

24a- A l'endroit de la coupe elle correspond à 8 m environ de calcaires blancs très recristallisés.

CH 40
-11

Microfaciès. Rudistes. Entre les débris: peloponte quartzifère; quartz
fauc: de grande taille, atteignant 800 µm
Stromatopores indit.

24b- Un peu plus au Nord dans un vallon, elle atteint 20 à 25 m d'épaisseur et comporte successivement:

- . (3 à 4 m) Calcaires massifs gréseux. ----- CH 41
- . (1 m environ). Deux bancs calcaires discontinus. ----- 15-17
- . (2 m). Calcaires à nombreux fragments d'organismes. ----- 18
- . (une quinzaine de mètres). Calcaires blancs, devenant un peu rougeâtre vers leur sommet, en bancs plus ou moins nets, avec, vers le milieu des crevasses ou fentes décimétriques à remplissage gréseux. ----- 12-15-16

24c- Sur l'autre flanc du vallon on retrouve la même lentille avec une épaisseur légèrement supérieure.

Les niveaux de base sont ici plus calcaires et renferment de nombreux fragments d'organismes.

24d- De l'autre côté de la crête, dans un deuxième vallon, où passe la piste qui conduit à la vallée de Shemeltu, on retrouve la lentille avec à peu près la même épaisseur.

Microfaciès.

24e- Sur le flanc nord de ce même vallon la lentille ne possède plus qu'une dizaine de mètres d'épaisseur; elle est formée de calcaires qui ont un aspect beaucoup plus conglomératique.

La Formation de Ghujurak se termine ensuite.

25 - (40 à 60 m). Quartzites clairs, gris et blancs avec, à leur sommet, un niveau conglomératique très local.

* La FORMATION DE ~~DEWAL~~ ^{CHAWAK}, épaisse d'une vingtaine de mètres, correspond aux trois ^{quatre} bancs suivants.

* La série dévonienne se poursuit avec la FORMATION DE DEWAL qui atteint à peine 30 m. Elle est donc moins épaisse qu'à la coupé de Dewal. Elle présente aussi des caractères moins nettement récifaux et la fraction terrigène y est plus importante. On notera que les Stromatopores sont très peu représentés dans cette coupe et que les constructeurs sont essentiellement des Tétracoralliaires et des Tabulés.

p. n. 9
p. Amvite
19 et 20

26 - (15 à 18 m). Calcaires jaunes et violacés, très crinoïdiques. Nombreux fossiles en éboulis.

CH 54
CH 40

Microfaciès.

Faune.

- Brachiopodes: *Aulacella ciliensis*, *Septaena*? sp., cf. *Pseudorichterella corrugata*,
Kranzia aff. *subsignata*, *Isopoma*? sp., *Koburium*? sp., *Atrypa* sp. 2
27 - (2 m). Calcaires gris, crinoïdiques.
28 - (0,50 m). Calcaires à très nombreux Brachiopodes, surtout des CH
Pentamères.
Microfaciès.

Faune.

- 29 - (2 m). Calcaires gris, crinoïdiques.
30 - (5 m). Calcaires crinoïdiques à Tabulés lamellaires et nombreux CH41
Tétracoralliaires solitaires de grande taille, surtout abondants
dans les niveaux un peu plus argileux; au sommet, rares colonies de
Tabulés massifs (Favosites).
Microfaciès. Floatstone à bindstone. Organismes lamellaires parfois
en débris, parfois en position de vie et fixant un sédiment de type
grainstone, biosparite. Effet d'ombrelle sous les organismes avec
remplissage géotrope de micrite.
Faune. Algues: quelques amas de *Sphaerocodium* sp. D
Tabulés: *Squameofavosites* cf. *divissimus*, *Thamnopora* sp.,
Coenitidés.
31 - (3 m). Calcaires crinoïdiques identiques aux calcaires sous-
jacents, avec des constructeurs (Alvéolites) plus massifs, des
Tétracoralliaires solitaires et des Brachiopodes (Atrypidés).
32 - (2 m). Lacune d'observation.
33 - (0,50 m). Calcaires à Tétracoralliaires solitaires.
34 - (2 m). Lacune d'observation.
35 - (0,50 m). Calcaires.
36 - (1 m). Lacune d'observation.
37 - (0,50 m). Calcaires à nombreux Brachiopodes (non récoltés) et quelques Tabulés CH42
branchus.
Microfaciès. Floatstone à débris de Tabulés. Entre ces gros débris:
grainstone, biosparite; bioclastes assez bien triés, souvent arron-
dis et un peu micritisés.
Faune. Tabulés: *Thamnopora* sp.
38 - (1 m). Lacune d'observation.
39 - (1 m). Calcaires à organismes constructeurs massifs.
40 - (1 m). Lacune d'observation.
41 - (1 m). Calcaires gréseux roux.
42 - (1 m). Lacune d'observation.
43 - (5 m). Calcaires gris jaunâtre à Tétracoralliaires solitaires et
Brachiopodes (Atrypidés).
44 - (2 m). Lacune d'observation.
45 - (1,50 m). Calcaires argileux tendres, à très nombreux organismes CH43
branchus, solitaires et phacéloïdes.
Microfaciès.

Faune.

- 46 - (1 m). Calcaires avec quelques Tabulés lamellaires (Alveolites).
47 - (1 m). Calcaires gris, gréseux, à Brachiopodes (Atrypidés, Spiri-
fères) et Tétracoralliaires solitaires.
48 - (1 m). Lacune d'observation.
49 - (1 m). Calcaires gris, gréseux à Brachiopodes (Atrypidés), Tabulés
(Alvéolites) et Tétracoralliaires solitaires.
50 - (4 m). Grès et quartzites roux à stratifications obliques, avec des
passées de calcaires gris jaunâtres et des passées de calcaires

- gréseux finement stratifiés. Quelques fragments de Tétracoralliaires solitaires dans les quartzites.
- 51 - (3 à 4 m). Calcaires gris, jaunes, gréseux, à passées ferrugineuses, avec des organismes constructeurs: Tétracoralliaires solitaires et coloniaux (Phillipastréidés) en position de vie, Tabulés branchus et massifs: grosses colonies d'Alvéolitidés (hautes de 20 cm et larges de 40 cm). Niveaux à lumachelles de Brachiopodes.

MF 26
CH 44

~~Microfaciès.~~
 indét. ~~Phillipastréidés~~
 Faune. Brachiopodes: Cyrtospirifer ~~sp.~~
Tétracalliaies, Siphonophantia sp., Diphyllum sp.

- 52 - (8 m). Calcaires gris et roux, gréseux, avec des passées de calcaires gris, à fines stratifications obliques et des niveaux lenticulaires à Tabulés branchus et Tétracoralliaires solitaires.
- 53 - (7 à 10 m). Lacune d'observation.
- 54 - (2 m). Calcaires gris roux.
- 55 - (12 m). Lacune d'observation.
- 56 - (1 m). Calcaires à Tabulés branchus.
- 57 - (2 m). Lacune d'observation.
- 58 - (1 m). Calcaires à nombreux Tabulés branchus.

CH 45

~~Microfaciès.~~ 84, crinoïdiques

Faune.

- 59 - (2 m). Lacune d'observation.
- 60 - (0,30 m). Calcaires gris et roux à stratifications obliques. Tétracoralliaires solitaires.
- 61 - (0,20 m). Calcaires gris à très nombreux constructeurs.

CH 46

Microfaciès. Fracture; entre les organismes; quartzite, lucifère légèrement quartzifère

Faune. Tabulés: Alveolites sp.

Tétracalliaies alvinae

- 62 - (1 m). Lacune d'observation.
- 63 - (0,40 m). Calcaires à Tétracoralliaires solitaires, Tabulés lamellaires et, au sommet, débris de Tabulés branchus.
- 64 - (1 m). Lacune d'observation.
- 65 - (0,30 m). Calcaires à fines stratifications obliques.
- 66 - (0,20 m). Banc calcaire à Tétracoralliaires solitaires, parfois de grande taille, et Tabulés branchus.

CH 47

~~Microfaciès.~~

Faune.

- 67 - (4 à 5 m). Lacune d'observation.
- 68 - (1,50 m). Calcaires massifs à nombreux Tabulés branchus, ^{et} nombreux Stromatopores finement lamellaires, Tabulés et Stromatopores massifs atteignant 40 cm de diamètre mais jamais en position de vie. Au sommet, niveau gréso-ferrugineux à traces de remaniements.

CH 48

Microfaciès. Fracture; entre les organismes: quartzite; lucifère

Faune. Stromatopores: Abelodictyon sp.; ? Hematostoma sp

- 69 - (0,50 m). Passée plus tendre un peu gréseuse et ferrugineuse à Tétracoralliaires solitaires.
- 70 - (0,30 m mais épaisseur variable). Calcaires gris, gréseux, à Tabu-

- lés lamellaires (Alvéolites).
- 71 - (2 m). Calcaires gris bruns à fines stratifications entrecroisées.
- 72 - (1 m). Lacune d'observation.
- 73 - (2 m). Calcaires gris à Tétracoralliaires solitaires, Tabulés branchus et nombreux Stromatopores dendroïdes; quelques Stromatopores massifs surtout au sommet. CH49
 Microfaciès. *Bafflestone* ~~interf.~~ (à *bendstone*). Entre les organismes: *paléostère*, *biacilité* à bioclasts très diversifiés.
 Faune. *Stromatopores*? *Stictostoma* sp., *Amphifora* sp.
 Tabulés: *Scoliopora* sp.
- 74 - (1,50 m). Calcaires gris à rares Tabulés branchus.

* Au-dessus, 120 m environ de la FORMATION DE KOH-E GIRU sont visibles (fig. 101).

- 75 - (1 m). Calcaires roux, gréseux, crinoïdiques à micronodules ferrugineux et traces de Brachiopodes (Spirifères).
- 76 - (3 m). Lacune d'observation.
- 77 - (10 m). Calcaires en bancs, avec, à la base, des niveaux à Tétracoralliaires phacéloïdes; dans la partie moyenne, apparition d'organismes lamellaires et massifs; dans la partie supérieure, organismes plus rares (Tabulés lamellaires et branchus).
- 78 - (7 à 8 m). Lacune d'observation.
- 79 - (80 m environ). Calcaires jaunes marrons, crinoïdiques, gréseux à stratifications obliques et bancs de quartzites. A une dizaine de mètres de la base, débris de Tabulés lamellaires; vers le haut, des Réceptaculites. CH53
52 el
51
- 80 - (5 à 10 m). Quartzites. ^{ac} Le dernier terme observé correspond aux ^{ac} COUCHES A BRYOZOAIRES. ^{ac} *Cariniferella aff. rowensis*
- 81 - (5 m au moins). Calcaires construits à Bryozoaires associés à d'autres organismes (Tétracoralliaires coloniaux). Stratifications obliques à la base. *Whidbarnella* et *Gompholonia*

3 - Age des ^{tenuis} formations

Gypidula? n. sp. (= *Gypidula* a.g. multiple - *Coba* Price, 1971), *Whidbarnella* sp., *Gompholonia*, *Cyrtospirifer* sp., *Anathyris*, *Cl. aff. helmersenii*, *Desquamatia* (*Serabya*?)

Toujours sur le flanc Est de l'anticlinorium de Toyka Dewal, mais beaucoup plus au Nord, deux séries d'observations ont été effectuées.

Coupe de CEHELGAZI

1 - Localisation

Le vallon de Cehelgazi est situé à 60 km environ au Nord Est de Saghana; à peu près à la latitude de la coupe du Barik Ghar (coupe 19) mais 30 km plus à l'Est et à 9 km au Sud de ^{Yka} ~~Togba~~. La coupe débute un peu à l'Ouest de la ziarath (fig 102).

2 - La série

Elle est à dominance péltique et très monotone. La série est vraisemblablement très tectonisée, replissée et faillée. La description suivante résulte d'observations effectuées en 1973 lors d'une mission avec A.F. de Lapparent et de notes de terrain de Cl. Heddebaut de 1977, concernant le secteur.

TSVP

- a - La coupe commence par des schistes luisants riches en pyrite.
- b - Au-dessus, viennent une quarantaine de mètres de grès souvent schisteux, marrons en surface, que Cl. Heddebaut considère comme l'équivalent latéral, plus pélitique, de la FORMATION DE SAR-E BUM.
- c - Ces grès sont surmontés par une vingtaine de mètres de calcaires gréseux, localement microconglomératiques, avec des bancs lenticulaires de quartzites et d'autres très riches en débris d'organismes très recristallisés et comme étirés dans la roche. Microfaciès. Grès grossier. Quartz atteignant jusqu'à 1 mm; ciment argilo-pélitique. Nombreux éléments allongés, remaniés, de grande taille (2 à 3 mm de hauteur sur plus d'un centimètre de longueur); de nature diverse: "galets" de grès à ciment calcaire aux quartz ne dépassant pas 60 à 100 um; débris d'organismes souvent ^{ceux} totalement recristallisés (certains, avec des loges, pourraient être des Tabulés ou des Bryozoaires?). Quelques grosses entroques (3 à 4 mm) parfois encore en connection.
- d - La série semble se poursuivre par des schistes localement assez calcaires, avec quelques niveaux gréseux puis des schistes luisants.
- e - Au-dessus, débute une série, épaisse d'une trentaine de mètres, constituée de quartzites compacts avec des bancs métriques conglomératiques et d'autres plus fins se débitant en plaquettes. Ce niveau semble nettement lenticulaire.
- f - on retrouve ensuite une quarantaine de mètres de schistes luisants dans lesquels apparaissent des lentilles plus calcaires.
- g - la succession se poursuit par des niveaux schisto-calcaires où s'intercalent trois bancs de poudingues qui semblent très ^{aux} locaux.
- h - la série se termine par des niveaux plus calcaires nettement lenticulaires.

3 - Age des terrains

Aucun élément de datation n'existe.

Les schistes pyriteux de la base (terme a) semblent pouvoir appartenir au Silurien.

Le reste de la série (termes b à h) ^{en} sont vraisemblablement dévoniens.

Coupe de Karam'alay

1 - Localisation

Cinq kilomètres plus au Nord Nord-Est, à l'Ouest de la localité de Karam'alay, une autre coupe a été observée dans ces mêmes terrains (Pis 102)

2 - La série

Ici encore la série est essentiellement schisteuse avec quelques lentilles gréseuses parfois conglomératiques ou gréso-calcaires. La série n'a pas été levée en continu, seules quelques grosses lentilles plus calcaires qui forment des lames dans le paysage ont fait l'objet de prélèvements. ~

Certaines montrent le même faciès que précédemment, avec des débris
 -> d'organismes parfois très abondants mais toujours extrêmement recristal-
 -> lisés.

~~Microfaciès.~~

Un autre échantillon a été prélevé dans une petite lentille calcaire (0.80 x 0.15 m) située dans le prolongement d'une des

Microfaciès.

3 - Age des terrains

Ici non plus, aucun élément paléontologique ne permet de dater les terrains.

LES FORMATIONS

Le phénomène récifal s'insère dans des séries sédimentaires dont il importe de bien saisir la logique, les enchaînements, la dynamique de dépôt (successions, variations, polarités...) pour l'étudier correctement et l'appréhender de façon globale.

Il est donc nécessaire de définir des formations, selon les normes reconnues au niveau international.

LES DONNEES

L'établissement des formations décrites ci-après est basé sur l'analyse, aussi détaillée et précise que possible, de 46 coupes ou séries d'observations (cf. annexe 1).

Sur l'ensemble du terrain concerné, onze formations ont été reconnues (fig. 6), certaines sont en partie ou en totalité subdivisées en membres; la plupart ont été rassemblées en groupes.

GROUPE DE SAYED TABIB	- FORMATION DE KOH-E QAS - FORMATION DE GHUJURAK - FORMATION DE SAR-E BUM
FORMATION D'OLSENAK	
GROUPE DE NAWAR	- FORMATION DE BOKAN - FORMATION DE QUTUN - FORMATION DE BADRAGHA - FORMATION DU SIN GHAR - FORMATION DE CAWAK - FORMATION DE DEWAL
GROUPE DE TAKHTAKAY	- FORMATION DU KOH-E GIRU - FORMATION DE OKAK

Avant d'aborder l'analyse de chacune des formations, deux constatations s'imposent.

* Au Givétien et au Frasnien inférieur, on note d'importantes variations de faciès et plusieurs grands secteurs peuvent être reconnus, souvent caractérisés par des formations différentes.

* A partir du Frasnien moyen, au contraire, on assiste au contraire à une homogénéisation des faciès, les mêmes formation sont reconnues sur l'ensemble de la région étudiée.

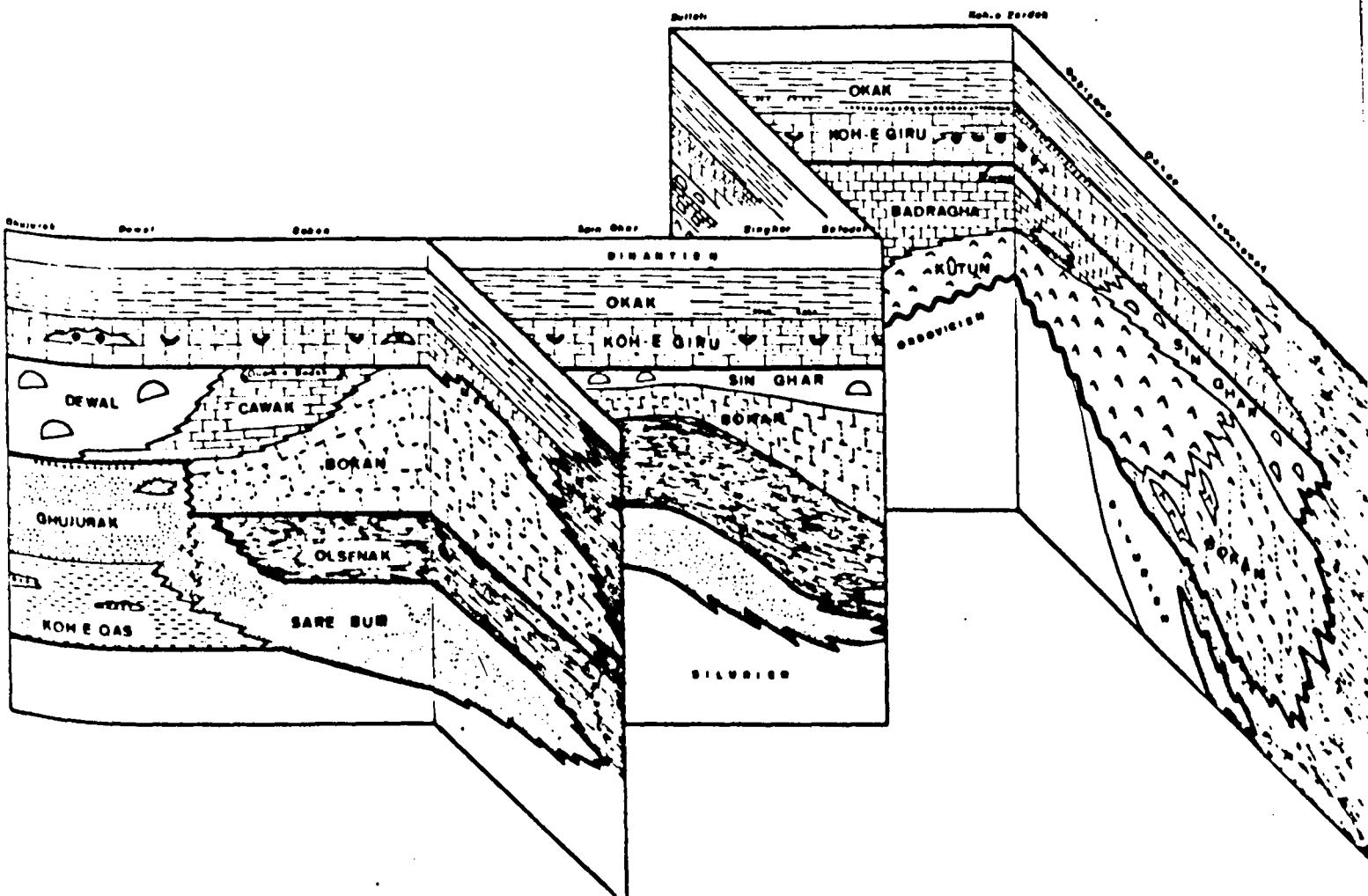


Fig. 6 - Les Formation dévoniennes des Montagnes Centrales. Schéma d'ensemble montrant leur évolution et leur relation (sans échelle).

DESCRIPTION DES FORMATIONS

GROUPE DE SAYED TABIB

Il rassemble les trois formations du KOH-E QAS, de GHUJURAK et de SAR-E BUM, toutes trois à dominance de terrigène grossier (grès, quartzites, niveaux conglomératiques).

J'ai hésité un moment avant de distinguer plusieurs formations dans cet ensemble. Cependant, étant donné leurs caractéristiques propres et l'absence d'informations précises sur le passage de l'une à l'autre, il m'est apparu plus prudent de les considérer comme des unités lithologiques distinctes.

FORMATION DE KOH-E QAS

1 . Derivatio nominis

Du nom du petit sommet au Nord duquel elle affleure, entre le col de Ghujurak et le village de Dewal.

2 . Localité type

Coupe de Dewal. Le long de la piste qui conduit de Dewal à Dewal-e Mohd-Sah dans la vallée de Semeltu.

3 . Autre coupe où la formation a été observée

Coupe du "Col Rouge".

4 . Conditions d'affleurement

Généralement mauvaises; la formation de Koh-e Qas est souvent cachée par des dépôts de piémont et d'autres dépôts quaternaires.

5 . Terminologie antérieure

"Grauwacke à Spirifer" (A. Boutière, carte au 1/50000, non publiée).

"Schistes avec niveaux conglomératiques à galets de quartz et horizons grauwackeux" (A. Boutière et D. Brice, 1966, p. 1920).

"Schistes et grès à niveaux conglomératiques à galets de quartz et de phanite passant localement à des grès bruns, grauwackeux" (D. Brice, 1971, p. 306).

"Tonschiefer-Grauwackenserie" (A. Dürkoop, 1970, p. 165).

"Série pélitique...comprenant des passées conglomératiques et des niveaux gréseux décalcifiés" (D. Brice et B. Mistiaen, 1980, p. 850).

6 . Définition et caractères

Ensemble détritique terrigène, pouvant atteindre 150 à 200 (jusqu'à 250 m, selon A. Dürkoop, 1970, p. 165), avec des niveaux, apparemment lenticulaires, épais de plusieurs mètres à plusieurs dizaines de mètres, de conglomérats à gros galets de quartz et de schistes. La formation renferme un ou plus vraisemblablement plusieurs niveaux de grès décalcifiés parfois très riches en empreintes de Brachiopodes malheureusement mal conservées.

7 . Limites

La limite inférieure n'est pas observable. Les schistes (siluriens)

sous-jacents vert-bruns à lentilles calcaires (A. Boutière, carte au 1/50000 non publiée) passent progressivement à la Formation de Koh-e Qas. Dürkoop (1970, p. 164) signale une sédimentation de grauwackes et de schistes sans interruption du Ludlovien au Dévonien.

La limite supérieure de la formation n'est pas visible non plus. Il est vraisemblable que le passage à l'unité sus-jacente soit, ici aussi, progressif.

8 . Passage latéraux à d'autres formations

Vers le Nord, la Formation de Koh-e Qas semble passer, à la Formation grés-quartzitique de Sar-e Bum. Aucune observation directe ne permet toutefois de le confirmer.

9 . Age

Seuls les niveaux décalcifiés à Brachiopodes ont fourni des éléments de datation permettant d'y reconnaître le Gédinnien inférieur et peut être le Gothlandien (D. Brice et A. Boutière, 1966, p. 1941), le Gédinnien et peut être aussi des dépôts plus anciens (D. Brice, 1971, p. 306), le Gédinnien (A. Dürkoop, 1970, p. 165). Toutefois, les échantillons récoltés dans l'un de ces niveaux décalcifiés (coupe de Dewal) ont fourni des restes de *Productella* sp. qui permettent de préciser que la Formation de Qas monte au moins jusque dans l'Emsien. Il semble donc logique de penser que la Formation du Koh-e Qas représente une partie du Silurien supérieur et peut-être la presque totalité du Dévonien inférieur.

B - FORMATION QUARTZO-DOLOMITIQUE DE GHUJURAK

1 . Derivatio nymnis

Du nom du col de Ghujurak, dans la montée occidentale duquel la formation affleure largement.

2 . Localité type

Coupe du Col Rouge (et de Saghana pour la partie inférieure).

3 . Autres coupes où elle a été observée

Coupes du Qajir, de Dewal, de Ghujurak Nord et Sud, de Caraghsang, de Sayed Tabib Nord (coupe Centre) et de Sayed Tabib Sud.

4 . Conditions d'affleurement

La partie inférieure de la formation est généralement peu visible; sa partie supérieure, au contraire, affleure souvent très bien, en particulier sur le flanc Ouest du Koh-e Ghujurak.

5 . Terminologie antérieure

"Passée dolomitique d'épaisseur variable... calcaires bleuâtres" et "puissante série (250 à 600 m. d'épaisseur) de grès roses et de quartzites blancs" (D. Brice et A. Boutière, 1966, p. 1940).

"Dolomies et calcaires bleuâtres"... et "puissante série de grès roses et de quartzites blancs (1000 m.)" (D. Brice, 1971, p. 306).

"Grès, schistes feuilletés gris bruns avec des conglomérats... grès rouges à gros grains... quartzites à stratification oblique" (A. Dürkoop, 1970, p. 165)

"Série détritique terrigène de quartzites et grès blancs ou roses, atteignant le millier de mètres d'épaisseur" (D. Brice et B. Mistiaen, 1980, p. 850).

6 . Définition et caractères

Ensemble essentiellement quartzitique, clair, de couleur rose ou blanc, dont l'épaisseur, difficile à évaluer, est vraisemblablement de l'ordre de 500 à 800 m.

- La partie inférieure de la formation est généralement gréseuse et admet plusieurs intercalations de dolomies grises ou bleutées, correspondant à d'anciens calcaires construits ou oolithiques.
- La partie supérieure est constituée de quartzites roses; il s'y intercale quelques lentilles de calcaires gréseux blancs dont il sera question dans la description de la Formation de Dewal.
- Au sommet, on observe un (ou localement plusieurs) niveau conglomératique à galets de quartz laiteux, qui constitue un horizon repère assez constant mais discontinu.

7 . Limites

Limite inférieure = limite supérieure de la Formation de Koh-e Qas.

La limite supérieure a été observée dans la totalité des coupes où la formation a été reconnue; elle est brutale, les premiers termes de la Formation de Dewal ou de Cawak reposent en concordance sur le sommet des quartzites.

8 . Variations latérales et passage latéraux aux autres formations

La Formation de Ghujurak présente quelques variations latérales de faciès et d'épaisseur.

- Vers l'Est, elle s'épaissit sensiblement (plus de 800 m. relevés à la coupe de Saghana). Cette augmentation d'épaisseur va de pair avec la présence plus fréquente, dans la partie inférieure de la formation, de faciès schisteux; par ailleurs, dans la coupe de Saghana, les niveaux conglomératiques du sommet sont moins importants que dans les coupes un peu plus occidentales.

Tous ces faits semblent traduire une position plus distale des affleurements de Saghana, par rapport à des zones émergées, situées à l'Ouest, et la proximité, vers le Nord-Est, du bassin plus subsident du Wardak, aux faciès schisto-gréseux monotones auxquels la Formation de Ghujurak doit passer progressivement.

- Vers le Nord et l'Ouest, la Formation de Ghujurak diminue nettement d'épaisseur et passe en partie à celle de Sar-e Bum et à celle de Bokan. Le passage à la Formation de Sar-e Bum n'a pas été observé et reste une hypothèse de travail. Le passage à la Formation de Bokan, déjà signalé par A. Boutière, est, par contre, particulièrement net dans la coupe de Sayed Tabib Nord (coupe Est) où l'on observe une indentation des deux faciès. Cette indentation se traduit par la présence de lentilles métriques de calcaires dans les quartzites et de quartzites ou de grès dans les calcaires (fig. 82). Il se marque encore, à une autre échelle, par l'existence de toute une série de grosses lentilles, atteignant parfois plus d'une cinquantaine de mètres de largeur et 30 à 40 m de hauteur; lentilles dont je reparlerai lors de l'analyse de la Formation de Bokan.

9 . Age

Aucun élément paléontologique ne permet de dater la Formation de Ghujurak qui n'a fourni que des restes de constructeurs, souvent très mal conservés, récoltés dans les lentilles calcaires (cf. Formation de Bokan). Seule sa position géométrique, au-dessus de la Formation du Koh-e Qas (Silurien supérieur ? - Dévonien inférieur, Emsien inclus ?) et en dessus de celle de Dewal (Dévonien moyen) permet de lui attribuer un âge sommet de l'Emsien à Dévonien moyen.

A Dürkoop (1970, p. 167), sans argument paléontologique, choisit arbitrairement, comme limite Eifélien-Givétien, la limite lithologique correspondant à la base des niveaux conglomératiques "Die Liegendgrenze zum ? Eifelium ist mit Fossilien nicht zu fassen. Sie wurde als lithologische Grenze an die Basis des Konglomerats gelegt".

C - FORMATION GRESO-QUARTZITIQUE DE SAR-E BUM

1 . Derivatio nominis

Du nom de la localité de Sar-e Bum, située dans la région où la formation semble atteindre son maximum de puissance et au Nord-Est de laquelle elle est profondément entaillée par des gorges.

2 . Localité type

Coupe de Cawak.

3 . Autres coupes où la formation a été observée

Vallon de Khoto, extrémité SW Spina Kada, Sin Ghar, Koh-e Barik Centre, Ternawa sud, Siahsangak, Bokan.

4 . Conditions d'affleurement

La Formation de Sar-e Bum affleure largement; encadrée par des terrains plus schisteux et tendres, elle constitue souvent des lignes de crêtes, des sommets.

N.B. Dans la toponymie locale, ces sommets portent fréquemment le qualificatif de "rouge" (surkh); ce sont le Surkhay, le Surkhkoh, le Surkhi Ghar qui s'alignent, un peu à l'Est du Dasht-e Kotub, sur le flanc nord-ouest de l'anticlinorium de Toyka-Dewal. Il est intéressant de noter que, sur l'autre flanc de l'anticlinorium, on retrouve, symétriquement, des sommets qui portent des noms identiques (Surkhi Ghar) et qui pourraient correspondre à la même formation.

5 . Terminologie antérieure

"Grès marron en surface, gris bleu en profondeur" (Cl. Heddebaut, rapport interne M.P. du C.N.R.S.

"Grès à *Zoophycos*" (J. Blaise & al. 1982, p. 20-21).

6 . Définition et caractères

Épaisse série (800 à 1000 m. ?) de quartzites sombres, en bancs massifs. La partie inférieure est très homogène; dans la partie supérieure s'intercalent quelques bancs plus schisteux ou grésocalcaires.

7 . Limites

La limite inférieure n'a pas été observée dans la coupe type où le passage des schistes siluriens à la Formation de Sar-e Bum est, comme en beaucoup d'endroits, de nature tectonique. Toutefois, dans la coupe du Sin Ghar, on peut le voir; il est progressif et se marque par l'intercalation de petits bancs centimétriques de grès dans les quelques dizaines de mètres supérieurs des schistes. La limite est placée au sommet de cette alternance.

La limite supérieure est aussi souvent compliquée par des accidents; dans la coupe type de Cawak où elle est visible, elle est progressive; on observe, au sommet des grès, des intercalations de passées schisteuses et de bancs grésocalcaires plurimétriques.

8 . Variations latérales

a - Vers le Nord, les quartzites sombres, massifs, de la région de Cawak, passent progressivement à des grès pélitiques plus tendres, rougeâtres à marron foncé à l'affleurement, gris bleutés en cassure, qui sont parfois très riches en *Zoophycos*. Cette variation de faciès s'accompagne d'une diminution d'épaisseur. La formation n'a plus

qu'une centaine de mètres à quelques 35 km au Nord, (coupe du Sin Ghar). Plus au Nord encore, elle s'amenuise et semble disparaître, n'étant vraisemblablement représentée, au Safedak, que par quelques lentilles gréseuses qui ne se distinguent pas des sédiments schisteux et schisto-gréseux sous- et sus-jacents (Silurien et Formation d'Olsenak). Ceci indique la proximité du bassin schisteux du Wardak.

Un peu plus au Nord pourtant (coupe du vallon de Khoto à l'extrémité Sud Ouest de Spina Kada), la Formation de Sar-e Bum semble s'individualiser à nouveau. Elle pourrait correspondre à une centaine de mètres, ou plus, de grès argilo-calcaires et de calcaires gréseux, tendres, de couleur jaune-brun ou rougeâtre, qui renferment localement de nombreux Orthocères.

Au delà, elle disparaît totalement.

b - Dans la coupe de Cawak, la Formation de Sar-e Bum, toujours représentée par des quartzites à patine sombre, est encore visible dans la montée du Koh-e Qajir.

c - Vers le Sud, la formation semble diminuer nettement d'épaisseur et doit passer rapidement aux quartzites clairs de la Formation de Ghujurak.

9 . Age

La Formation de Sar-e Bum n'a livré que très peu de restes fossiles permettant de la dater. Elle est toutefois localement encadrée par des repères paléontologiques.

- Près de Ebrahim Zai (coupe du Sin Ghar), Cl. Heddebaut a récolté, à une centaine de mètres sous la base de la Formation de Sar-e Bum, une faune de Brachiopodes et de Trilobites qui semble indiquer le Silurien supérieur ou peut être déjà le Dévonien inférieur (?).

- A la coupe de Cawak, le sommet de la Formation de Sar-e Bum a livré des restes de constructeurs (Favositidés) qui pourraient peut être déjà indiquer le Dévonien moyen

- Dans cette même coupe, des niveaux, appartenant sans doute à la base de la Formation sus-jacente d'Olsenak, mais reposant en contact anormal sur la Formation de Sar-e Bum, ont livré une faune de Brachiopodes indiquant le Dévonien moyen (cf. description de la coupe p.). Tout ceci permet de considérer comme vraisemblable, pour la Formation de Sar-e Bum, un âge Dévonien inférieur.

Le Groupe de Sayed Tabib semble correspondre à la série de Saidan (= partie supérieure de la série du Logar ?) décrite par K. Fesefeldt (1964, p. 194 et fig. 34).

Comparaison des Formations du Groupe de Sayed Tabib avec celles d'autres régions

A Dürkoop (1970) compare la série détritique dévonienne correspondant aux Formations de Koh-e Qas et de Ghujurak avec des formations analogues, d'âge Silurien supérieur à Dévonien, et en particulier avec les quartzites de Muth (sommet du système de Muth), de l'Inde. Ces quartzites ont été décrits dans la région de Spiti, au Nord de l'Inde (F. Stoliczka, 1866) où ils sont représentés par 100 à 120 m de grès blancs à taches ferrugineuses (V.J. Gupta, 1969, p. 69); ils sont aussi reconnus à l'Ouest, dans le Cachemire où ils atteignent 900 mètres d'épaisseur et plus à l'Est, dans le Kumoan où ils sont représentés par 750 m de quartzites bruns et blancs associés à des dolomies et à des calcaires.

Selon V.J. Gupta (1969), ces niveaux pourraient passer à l'Est (Népal) aux dolomies et aux calcaires de la région du Dhaulagiri.

A l'Ouest de l'Afghanistan, dans la région de Rukh, les dépôts de la même époque correspondent à une puissante série rouge, à tendance évaporitique, à passées conglomératiques et argileuses (A. Dürkoop et al., 1967, p. 533).

En Iran oriental (dans la région de Ozbak-Kuh), A. Ruttner, M.H. Nabavi et J. Hajian (1968) ont décrit, sous le nom de Formation de Padeha, un ensemble azoïque atteignant près de 500 m. d'épaisseur, constitué de grès et de dolomies et comportant deux horizons épais de gypse; cette formation est attribuée au Dévonien inférieur, de par sa position stratigraphique (cf. J. Stöcklin, 1972).

Au Sud de Ozbak-Kuh, dans les Montagnes de Derenjal (Nord de Tabas), la Formation de Padeha s'épaissit pour atteindre 730 m. mais ne comporte plus d'horizons gypsifères (J. Stöcklin, 1972, p. 181).

Les caractères reconnus ici au groupe de Sayed Tabib, en particulier ceux de la Formation de Ghujurak, semblent très proches de ceux de la Formation de Padeha.

FORMATION D'OLSENAK

1 . Derivatio nominis

Du nom de la localité d'Olsenak (coupe de Cawak) près de laquelle la formation affleure largement .

N.B. Onze kilomètres plus au Nord, un autre village du même nom d'Olsenak, est situé dans la même formation.

2 . Localité type

Partie orientale de la coupe du Spin Ghar.

3 . Autres coupes où la formation a été observée

Coupes de Safedak, du Koh-e Barik Centre et Sud de Ternawa Sud, du Quark-e Bodak Nord, de Syah Sangak, de Bokan et de Cawak.

4 . Conditions d'affleurement

La Formation d'Olsenak affleure généralement assez bien. En raison de sa situation générale, entre les deux Formations compétentes de Sar-e Bum et de Bokan, il résulte qu'elle est fréquemment très tectonisée, ce qui rend difficile son observation de détail.

5 . Terminologie antérieure

"Schistes bleus à bancs décimétriques de grès brônâtres et surtout lentilles de calcaire jaune à organismes constructeurs", (Cl. Heddebaut, rapport interne M.P. du C.N.R.S.).

"Schistes calcareux gris jaunes" (J. Blaise et al., 1982, p. 20).

"Calcaires argileux jaunes" (B. Mistiaen, 1980, p. 108).

6 . Définition et caractères

Épaisse série pélitique, atteignant 300 m d'épaisseur environ dans la coupe type, constituée de schistes, de calcaires argileux et de niveaux plus nettement carbonatés, de couleur généralement jaunâtre (le nom de certaines localités, Zardsang = Pierre jaune, en dérive).

La partie inférieure de la formation est généralement très schisteuse et plus grise. La formation renferme plusieurs niveaux carbonatés, apparemment discontinus, qui constituent des repères locaux et parmi lesquels je citerai, de bas en haut:

- deux ensembles de calcaires récifaux, situés à plus d'une centaine de mètres de la base et puissants chacun de 4 à 5 m; ils n'ont été repérés que dans la coupe type;
- un (ou plusieurs ?) banc de calcaires jaunes, à très nombreux calices d'Echinodermes, observé dans la coupe du Spin Ghar et moins nettement dans celle du Safedak, et situé à plusieurs dizaines de mètres au dessus des premiers repères;
- vers le sommet, des couches de calcaires jaunâtres à Bryozoaires; ces couches sont souvent mal différenciées, les colonies de Bryozoaires étant présentes parfois sur plusieurs dizaines de mètres, ce qui pourrait toutefois s'expliquer par des redoublements par failles.

7 . Limites

Limite inférieure = limite supérieure de la Formation de Sar-e Bum).

Limite supérieure: le passage à la Formation (sus-jacente et latérale) de Bokan est souvent complexe (failles); il semble être assez progressif dans certaines coupes (Spin Ghar, Cawak), plus net dans d'autres, notamment celle du Safedak, où la Formation de Bokan débute par de gros bancs calcaires épais de plusieurs mètres.

8 . Variations latérales

La Formation d'Olsenak montre quelques variations latérales.

- Puissante de 300 m (?) au Spin Ghar, elle est vraisemblablement un peu plus épaisse encore au Sud (coupe de Bokan, partie ouest de la coupe de Cawak) mais conserve les mêmes caractères lithologiques avant de disparaître ensuite assez rapidement. Elle n'existe plus dans les coupes de Sayed Tabib, dans la partie orientale de la coupe de Cawak et plus au Sud.
- Vers le Nord, elle se présente avec une lithologie plus schisteuse et les éléments carbonatés y sont apparemment plus lenticulaires et essentiellement calcaréo-dolomitiques (Safedak). De plus, par suite de la disparition de la Formation de Sar-e Bum, dans certaines coupes (Safedak), la Formation d'Olsenak ne se distingue pas des schistes siluriens. Plus au Nord encore, elle s'amenuise et finit par disparaître totalement.
- Vers l'Est, elle se prolonge par les dépôts schisteux du bassin du Wardak.

9 . Age

La Formation d'Olsenak a fourni en plusieurs endroits des restes fossiles qui permettent de lui attribuer, selon les localités, des âges parfois très différents et de mettre en évidence, par la même, son net diachronisme.

- Au Safedak, la base de la Formation pourrait être d'âge silurien (restes de *Labechia* cf. *venusta*); la Formation de Bokan qui la surmonte, a fourni des restes de constructeurs ("*Colummaria*" ? *virgata*, *Gracilopora* sp.) qui semblent caractériser le sommet du Dévonien inférieur.
- Au Spin Ghar, l'âge de la formation pourrait s'étendre du Dévonien moyen au Frasnien (cf. description de la coupe, p.).
- Au Koh-e Barik Sud, les restes fossiles récoltés semblent indiquer le Frasnien (cf. description de la coupe, p.).
- A Bokan, un niveau de la Formation d'Olsenak a fourni une microfaune caractéristique de l'extrême sommet du Strunien - base du Tournaisien.
- A Cawak, des couches rapportées à cette formation (terme 5 de la description de la coupe) ont livré une faune de Brachiopodes permettant de situer le Dévonien moyen.

- Enfin, en de nombreux endroits, elles renferment des colonies de Bryozoaires (= COUCHES A BRYOZOAIRES) dont l'âge, Dévonien supérieur (généralement proche de la limite Frasnien-Famennien dans les formations plus occidentales), pourrait localement monter dans le Strunien. Dans la coupe de Bokan, un niveau de la partie supérieure de la Formation d'Olsenak, mais correspondant aussi aux Couches à Bryozoaires, a livré une microflore caractéristique de l'extrême sommet du Strunien et de la base du Tournaisien.

N.B. A ces couches à Bryozoaires de la Formation d'Olsenak sont parfois associés quelques rares Réceptaculites (coupes de Bokan, de Cawak) qui sont, par ailleurs, souvent très abondants lorsque les couches à Bryozoaires sont situées dans la Formation du Koh-e Giru (faciès plus occidentaux).

GROUPE DE NAWAR

Il se compose des six formations suivantes: BOKAN, QUTUN, BADRAGHA, SIN GHAR, CAWAK et DEWAL, toutes à dominance carbonatée. Il est, par ailleurs, compris entre les Formations sous-jacentes d'Olsenak (terrigenes fins et carbonates) ou du Groupe de Sayed Tabib (terrigenes grossiers) et la Formation sus-jacente du Koh-e Giru (terrigenes et carbonates).

Le groupe de Nawar correspond à la série d'Hajigak (K. Fesefeldt, 1964, p. 198).

FORMATION DES CALCAIRES MASSIFS DE BOKAN

1 . Derivatio nominis

Du nom de la localité de Bokan, au Nord-Est du Dasht-e Nawar, où la formation, traversée par des gorges imposantes, affleure bien.

2 . Localité type

Coupe de Bokan, complétée par celle du Safedak pour le Membre inférieur des calcaires rubanés. (fig. et).

3 . Autres coupes où la formation a été observée

La Formation de Bokan a été observée dans de nombreuses coupes: Coupes du vallon de Khoto, de l'extrémité sud-ouest de Spina Kada, du Safedak, du Sin Ghar, du Spin Ghar, du Koh-e Barik Centre, de Barik Ghar, Koh-e Yakruya, du Quark-e Bodak nord, de Syahsangak, de Bulaqrah, de Bokan, de Cawak, de Okak et de Sayed Tabib nord (coupe est).

Dans les coupes plus méridionales (Sayed Tabib sud, Qajir, Col Rouge, Dewal, Ghujurak sud, Saghana) la Formation de Bokan n'est plus représentée que par de grosses lentilles calcaires dans la partie supérieure de la Formation de Ghujurak.

4 . Conditions d'affleurement

La Formation de Bokan affleure largement dans la plupart des coupes.

5 - Terminologie antérieure

"Massive Limestones" (K. Fesefeldt 1964, p. 192) et "Hellgrauer Massenkalk (Ibid., p. 198 et fig. 34), No 14 de la base de la Série d'Hajigak.

"Calcaires blancs, récifaux" (D. Brice, 1971, p. 306).

"Epaisse série de calcaires massifs non stratifiés" (B. Mistiaen, 1980, p. 108).

"Calcaires massifs, clairs, saccharoïdes, roses, gris ou blancs (J. Blaise et al., 1982, p. 20).

6 . Définition et caractères

Epaisse série, atteignant plusieurs centaines de mètres (500 m ?, 800 m ?), constituée de calcaires clairs, blancs, gris ou roses, d'aspect souvent très massif, un peu mieux lités à la base et au sommet. La base de la formation est localement considérée comme un membre distinct (cf. ci-après). L'allure très massive des calcaires constituant

cette formation ne permet, ni d'en lever une coupe détaillée, ni d'en apprécier correctement l'épaisseur. En effet, dans la majeure partie de la formation, la stratification est souvent peu visible ou très discontinue. Les bancs sont d'épaisseur irrégulière; parfois une série de bancs plus petits, mieux stratifiés, semble mouler, envelopper partiellement des "noyaux" de calcaires d'aspect plus massif. Par endroits, on observe de petites lentilles crinoïdiques, ou riches en Brachiopodes (Atrypidés) qui sont toujours de petite taille et très recristallisés. Les autres organismes y sont aussi souvent très recristallisés. Les *Stromatactis* sont fréquents, parfois très abondants et semblent, dans certains cas, correspondre à des colonies d'organismes (Bryozoaires) recristallisées (B. Mistiaen, 1980, p. 102).

Le microfaciès type correspond à des packstones (biomicrites ou micrites plus ou moins fossilifères), généralement quartzifères. Les bioclastes sont surtout représentés par des entroques dont les pores du stéréome sont légèrement imprégnés d'oxydes de fer, mais aussi par de nombreux restes de Bryozoaires, des Brachiopodes ou des fragments de Brachiopodes ou d'autres organismes (Trilobites, Tabulés, Tétracoralliaires...). Il s'agit le plus souvent de débris irréguliers, de taille variable; toutefois quelques petites colonies encroûtantes de Bryozoaires semblent s'être développée en place. Dans certaines lames, des plages micritiques renferment de nombreux et fins débris calcitiques qui pourraient être des spicules; dans ce cas, les Spongiaires pourraient avoir joué un rôle non négligeable dans la constitution de la roche (cf. étude du phénomène récifal). Cette (bio)micrite est fréquemment mais très irrégulièrement recristallisée en sparite qui laisse subsister çà et là des plages micritiques de taille très variable, aux contours déchiquetés. Ces plages de calcite peuvent passer à des *Stromatactis* typiques qui montrent plusieurs générations de remplissage de sparite.

Dans quelques lames on observe parfois des passées de taille centimétrique, de forme amygdaloïde mais aux limites irrégulières, constituées de micrite-microsparite ferrugineuse qui montre une zonation en bandes successives plus denses et opaques à la base, plus claires à leur sommet et qui semblent correspondre à un remplissage progressif de petites cavités.

7 . Subdivision

Localement, dans les coupes les plus septentrionales où la formation a été reconnue, sa partie inférieure se différencie assez nettement et a été considérée comme un membre distinct:

le MEMBRE INFÉRIEUR DES CALCAIRES RUBANES DU SAFEDAK.

a - Derivatio nominis. Du nom du petit sommet, situé à l'Est du Loy Dasht, où se trouve la localité type.

b - Localité type. Coupe du Safedak (fig.).

c - Autres coupes où le membre a été observé. Coupes du vallon de Khoto, de l'extrémité sud-ouest de Spina Kada, du Spin Ghar et du Barik Ghar.

d - Définitions et caractères. Série épaisse de 70 m, constituée de calcaires et de calcaires gréseux, gris et jaunes, parfois roses, assez bien lités, en gros bancs plurimétriques alternant avec de petits bancs décimétriques. Aspect des bancs noduleux, boudiné à rubané; certains, riches en débris d'organismes de couleur noire, sur le fond clair de la roche, ont un aspect "poivre et sel" très typique.

Ces calcaires correspondent le plus souvent à des packstones, plus rarement à des grainstones, souvent quartzifères, passant à des grès; dolomitisation locale fréquente.

e - Limites du Membre de Safedak.

Limite inférieure = limite supérieure de la Formation d'Olsenak.

La limite supérieure est relativement nette au Safedak où l'on passe brutalement des calcaires gris rubanés du membre aux calcaires roses massifs du reste de la formation.

f - Variations latérales. Le Membre de Safedak n'existe que localement; épais de 70 m dans la localité type, il atteint 225 m plus au Nord, au vallon de Khoto où il devient plus dolomitique. Vers le Sud, au contraire, il semble diminuer rapidement d'épaisseur et disparaître ou tout au moins ne plus se distinguer du reste de la formation.

g - Age. (cf. Age de la Formation des calcaires massifs de Bokan).

8 . Limites

Limite inférieure = limite supérieure de la Formation d'Olsenak.

Limite supérieure. Le passage de la Formation de Bokan à la Formation de Cawak est, dans certaines coupes (Bokan), de nature tectonique; dans d'autres (coupe de Cawak), il se fait de façon progressive.

Dans les coupes les plus septentrionales où la formation a été repérée (Sin Ghar, Spin Ghar), la limite avec la Formation sus-jacente du Sin Ghar est souvent brutale: on passe des calcaires clairs, massifs, à des calcaires plus sombres généralement mieux stratifiés et riches en constructeurs.

9 . Variations latérales

- La Formation de Bokan est, dans son ensemble, très homogène et ne présente que quelques variations de faciès qui se traduisent par l'aspect plus ou moins lité ou massif, la couleur tantôt rose ou tantôt grise des calcaires. Par contre, elle se caractérise par de très importantes variations d'épaisseur.

Puissante de 500 à 800 m ? dans la localité-type, elle se poursuit vers le Sud avec une épaisseur du même ordre de grandeur, peut-être même supérieure; D. Brice (1971, p. 306), considère qu'elle pourrait atteindre le millier de mètres, K. Fesefeldt (1964, p. 199) attribue à des calcaires massifs, qui semble correspondre à la Formation de Bokan, une épaisseur de 1400 m ou même de 1920 m (Ibid., p. 192); au de-là, elle passe brutalement par des indentations à la Formation de Ghujurak. Vers le Nord, dans les coupes en bordure du Dasht-e Kotub, la Formation de Bokan se présente avec une considérable réduction d'épaisseur déjà signalée par K. Fesefeldt (1964, p. 192): "1920 m massive limestones, toward NE 60 m limestones"; ainsi, à une trentaine de kilomètres au Nord de la coupe type, au niveau du Spin Ghar (partie occidentale), elle connaît son minimum d'épaisseur: 15 à 20 m. Mais, plus au Nord encore, sa puissance augmente à nouveau d'épaisseur pour atteindre 400 à 500 m à l'extrémité sud-ouest de la Spina Kada.

En plus des variations d'épaisseur observées selon les directions structurales, on peut aussi mettre en évidence d'autres variations d'épaisseur mais transverses, cette fois, aux structures. Ainsi, dans la coupe du Spin Ghar, la Formation de Bokan, répétée trois fois par failles, montre une épaisseur variable.

- Dans la partie ouest, elle n'a que 15 à 20 m d'épaisseur (cf. ante).

- Dans la partie médiane de la coupe, son épaisseur est difficile à évaluer mais atteint vraisemblablement le double de la précédente.

- Dans la partie orientale de la coupe, l'épaisseur dépasse largement la centaine de mètres.

Latéralement, la Formation de Bokan passe, vers l'Est, à la Formation d'Olsenak, vers le Nord, aux Formations de Qutun et de Badragha p.p., vers l'Ouest, sa partie supérieure passe à la Formation de Cawak. Enfin, vers le Sud, elle passe à la Formation de Ghujurak; la Formation de Bokan ne disparaît toutefois pas totalement; en effet, dans les coupes méridionales, elle existe encore sous la forme de grosses lentilles calcaires au sein de la Formation de Ghujurak. Ces lentilles méritent une attention spéciale. Elles se situent vers le

sommet de la Formation de Ghujurak (A. Boutière, carte au 1/50000, non publiée).

Plusieurs de ces lentilles ont fait l'objet d'études particulières. A. Boutière et D. Brice (1966, p. 1940) les considèrent comme "de véritables biohermes, à Algues, Polypiers Tabulés, Bryozoaires et Stromatopores". J. Poncet in A.F. de Lapparent et J. Poncet (1975) a étudié en détail des oncholites provenant de la lentille située dans la montée ouest du col de Ghujurak.

J' ai observé ces lentilles dans les coupes de Sayed Tabib ^ASud, du Qajir, du Col Rouge, de Dewal, de Ghujurak ^SSud et de Saghana. Leur épaisseur varie généralement entre 20 et 30 m et leur longueur de 50 à 60 m ou plus. Elles sont formées de calcaires qui présentent des caractères analogues à ceux de la Formation de Bokan observée plus au Nord; on peut noter qu'ils sont généralement plus blancs, plus gréseux et plus souvent stratifiés mais on trouve déjà tous ces caractères dans certains affleurements de la Formation de Bokan. Par contre, en lame mince, ils présentent des différences intéressantes: les Algues semblent souvent y jouer un rôle important (oncholithes, stromatolithes); la recristallisation en sparite est moins poussée.

Je reviendrai, dans le chapitre concernant le phénomène récifal, sur l'interprétation de ces lentilles.

10 . Age

K. Fesefeldt (1964, p. 199) attribue aux calcaires massifs, qui semblent correspondre à la Formation de Bokan définie ci-dessus un âge Emsien supérieur jusqu'à Eifélien inférieur. De même, pour A. Boutière et D. Brice (1966, p. 3) et D. Brice (1971, p. 306), la Formation de Bokan aurait, dans les coupes en bordure du Dasht-e Nawar, un âge "partie du Dévonien inférieur et ... base du Dévonien moyen".

Les éléments paléontologiques permettant de dater cette formation sont très réduits mais les quelques données obtenues confirment, d'une part, les âges précédemment avancés et mettent, d'autre part, en évidence le net diachronisme de la formation.

- Au Safedak, les seuls restes de fossiles déterminables récoltés au-dessus du Membre de Safedak, semblent indiquer le sommet du Dévonien inférieur.

- Un peu plus au Sud, au Sin Ghar, la Formation de Bokan est surmontée par celle du Sin Ghar, d'âge givétien très probable.

- Plus au Sud encore, la Formation de Bokan affleure en un vaste dôme anticlinal sur le flanc ouest duquel elle est surmontée par la Formation de Cawak qui a livré des Brachiopodes (*Ardu~~s~~pirifer intermedius...*) de l'Eifélien. Par contre, sur le flanc est, elle renferme les Couches à Bryozoaires et passe à la Formation d'Olsenak dans laquelle les couches à Bryozoaires se poursuivent. Selon toute logique, ces couches à Bryozoaires se situent ici, comme dans les autres coupes, au sommet du Frasnien ou dans le Famennien.

- Dans la coupe de Sayed Tabib (coupe sud) plusieurs niveaux fossilifères fournissent un âge mésodévonien (Eifélien et en partie givétien).

- Enfin, dans la coupe de Dewal, des restes de Tabulés (cf. *Roemero-lites* sp.) semblent aussi indiquer un âge dévonien inférieur ou moyen.

Ces différentes données permettent de constater que l'âge de la Formation de Bokan s'étend, selon les endroits, du Dévonien inférieur au Frasnien et que, selon une direction ouest-est, elle présente un net diachronisme.

11 . Comparaison avec d'autres régions

Les faciès de la Formation de Bokan rappellent beaucoup une série carbonatée connue au Népal, dans la région de Kathmandu, sous le nom

"Marbres de Godavari... et dolomie gréseuses café au lait" (P. Bordet et al., 1959), ou de Formation des Calcaires de Godavari (V.I. Gupta, 1975) appartenant au Groupe de Phulchauki (J. Stocklin et K.O. Bhattarai, 1977; K.D. Bhattarai, 1980).

Lors d'une mission effectuée en Avril 1971, avec P. Bordet, j'ai eu l'occasion de visiter la coupe type. Il me semble intéressant d'en donner une brève description (annexe I). Les calcaires (massifs, blancs et roses, à *Stromatactis*, localement crinoïdiques et renfermant des traces mal conservées de constructeurs) de la Formation de Godavari et plus particulièrement des niveaux moyens présentent beaucoup d'analogies avec la Formation de Bokan. Le faciès est toutefois beaucoup plus développé en Afghanistan.

P. Bordet et al. (1959, p. 1548) considèrent que les "dolomies gréseuses" du sommet de la série seraient "l'équivalent local des quartzites de Muth, connus dans tout l'Himalaya"; il convient de rappeler que la Formation de Bokan passe latéralement (vers le Sud) à la Formation quartzo-dolomitique de Ghujurak qui a, par ailleurs, déjà été comparée avec les quartzites de Muth.

- Une autre comparaison peut être faite avec les dépôts dévoniens inférieurs (Pragien, Zlichovien) de la région de Koneprusy, Bohème (I. Chlupac, 1967, 1976), d'une part, avec les Calcaires supérieurs de Koneprusy (calcaires blancs et gris clairs, massifs, récifaux et organodétritiques) mais plus encore avec leur faciès latéraux: calcaires de Slivenec et de Váňarice (calcaires roses ou rougeâtres, grossièrement lités, organodétritiques) et calcaires de Reporyje (Calcaires rouges, micritiques).

- Enfin, l'on peut encore établir des comparaisons avec les "Calcaires Blancs du Pic" de Montagne Noire d'ailleurs rapprochés, dès 1887, par Frech, des calcaires de la région de Koneprusy. Ce sont des "calcaires gris ou roses parfois rouges cristallins, à patine claire, souvent riches en entroques... en gros bancs"; ils correspondent à des micrites ferrugineuses riches en entroques, "toujours plus ou moins recristallisées en sparite grossièrement grenue" (D. Vachard, 1974); le faciès et le microfaciès rappellent beaucoup ceux de la Formation de Bokan.

FORMATION GRESO-DOLOMITIQUE DE QUTUN

1 . Derivatio nominis

D'après le nom du Koh-e Qutun où la formation affleure largement.

2 . Localité type

Coupe du Koh-e Zardak, complétée par celle de Takhtakay pour la partie supérieure (fig. et).

3 . Autres coupes où la formation a été observée

Coupes de Samsersang, de Badragha nord et sud, du Koh-e Giru, de Sultali, du Koh-e Qutun, de Sar-e Pori et de Spina Kada nord.

4 . Conditions d'affleurement

La Formation de Qutun affleure bien dans toutes les coupes où elle est présente.

5 . Terminologie antérieure

"Calcaires gréseux..., grès"... et "puissante série de calcaires dolomitiques et de dolomies beiges" (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 402).

"Calcaires gréseux"... et "complexe gréso-dolomitique" (J. Blaise et al., 1982, p. 22).

6 . Définition et caractères

Épaisse série gréso-dolomitique (125 m dans la coupe type), surtout gréseuse à sa base, dolomitique dans sa partie moyenne et supérieure, à nouveau gréseuse au sommet; de couleur claire, blanc gris ou beige.

La partie inférieure est essentiellement constituée de grès et de calcaires gréseux, blancs ou brunâtres, qui ont livré, dans de rares coupes, des restes de Brachiopodes; ils renferment quelques passées conglomératiques à galets de phtanite, des niveaux microconglomératiques et des bancs plus dolomitiques.

La partie supérieure correspond à des dolomies beiges où s'intercalent des lentilles gréseuses. Ce complexe gréso-dolomitique se termine généralement par des niveaux plus gréseux, localement riches en débris de faune (coupe de Takhtakay), admettant parfois des bancs de quartzite et comprenant, au sommet, un niveau conglomératique à galets de quartz.

7 . Subdivision

Bien que la Formation de Qutun soit constamment plus gréseuse dans sa partie inférieure et plus dolomitique dans sa partie supérieure, il me semble difficile d'y reconnaître deux membres. Les niveaux gréseux et dolomitiques sont trop fréquemment associés pour y positionner une limite et, de plus, des grès sont présents jusqu'à son sommet.

8 . Limites

Limite inférieure. La formation de Qutun repose le plus souvent en discordance cartographique sur des terrains dont l'âge varie du Précambrien, à l'Ouest, au Silurien supérieur, à l'Est (Desparmet et Montenat, 1972, p. 402).

Limite supérieure. Le passage à la Formation sus-jacente de Badra-gha est généralement net; la limite est positionnée, dans la plupart des coupes, au premier banc de calcaires noirs surmontant les dolomies beiges ou les grès calcareux gris clair de la Formation de Qutun.

9 . Variations latérales

La Formation de Qutun montre, d'Ouest en Est, une augmentation assez régulière d'épaisseur. De 50 m à l'Ouest (Sultali), elle passe à 125 m au Koh-e Zardak pour atteindre 150 m au Koh-e Qutun et 180 m un peu plus au Sud, au Takhtakay, puis 270 m à Sar-e Pori et enfin 360 m à la coupe de Spina Kada nord.

Cet épaississement va de pair avec des variations du faciès. Dans les coupes les plus orientales (Spina Kada nord), les dolomies passent à des calcaires dolomitiques qui annoncent déjà la Formation de Bokan. En effet, vers le Sud Sud-Est, la Formation de Qutun passe insensiblement à la Formation de Bokan; ce passage semble très progressif et ne s'observe que par comparaison de différentes coupes.

Vers l'Est et le Nord-Est, la Formation de Qutun passe à des dépôts monotones du domaine du Wardak où elle "se fond progressivement en un puissant ensemble schisteux" (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 404).

10 . Age

R. Desparmet et Ch. Montenat (1972, p. 402-403), J. Blaise et al. (1977, p. 124) ont déjà démontré le net diachronisme et le caractère transgressif des niveaux gréso-dolomitiques de la Formation de Qutun.

Quelques données nouvelles, reprises ci-dessous avec celles déjà obtenues par R. Desparmet et Ch. Montenat, viennent confirmer et préciser ces caractères.

- Dans la coupe la plus orientale (Spina Kada Nord), les restes des Brachiopodes recueillis permettent d'attribuer à la Formation de Qutun un âge allant de l'Emsien (premier niveau fossilifère situé à la base de la formation), au sommet de l'Eifélien - base du Givétien (quatrième niveau fossilifère situé au sommet de la formation).

- Dans la coupe de Takhtakay, l'extrême sommet de la formation ne dépasse pas l'Eifélien.

- Dans la coupe de Koh-e Qutun, la faune de Brachiopodes recueillie indique vraisemblablement la base du Dévonien moyen.

- Par contre, plus au Nord-Ouest, au Koh-e Zardak, la faune de Brachiopodes présente dans la partie inférieure de la formation permet d'y reconnaître sans doute déjà la base du Frasnien.

Il apparaît donc nettement que la Formation de Qutun, d'âge uniquement mésodévonien à l'Est, est d'âge uniquement frasnien à l'Ouest.

11 . Comparaison avec d'autres régions

La Formation de Qutun peut être comparée avec les Dolomies de Sibzar, connues à l'Est de l'Iran (région de Ozbak Kuh*) et attribuées, d'après leur position stratigraphique, à la partie inférieure du Dévonien moyen. Dans la région type, cette unité lithologique, normalement sus-jacente à la Formation de Padeha, correspond à une centaine de mètres de dolomies noires ou grises; leur aspect semble donc assez différent de celui de la Formation de Qutun.

Par contre, M. Zahedi (1971, p. 76) attribue à la Formation de Sibzar les dépôts dolomitiques et gréseux, souvent gris clairs, connus, toujours en Iran, mais plus à l'Ouest, dans la région de Soh (chaîne du Kohrud); ces terrains, eux aussi normalement superposés à la Formation de Padeha me semblent très comparables à ceux d'Afghanistan.

Un rapprochement peut encore être fait avec les Membres 1 (schisto-gréseux) et 2 (dolomitique) de la Formation de Khosh-Yeilagh (J.G. Jenny, 1977; D. Brice et al., 1978; G.M. Stampfli, 1978), définie toujours en Iran mais cette fois dans l'Elbourz oriental; ils reposent aussi sur la Formation de Padeha et présentent, selon leurs auteurs, des caractères un peu plus marins que les dépôts connus un peu plus au Sud en Iran.

FORMATION DES CALCAIRES NOIRS DE BADRAGHA

- 1 . Derivatio nominis
Du nom du village et du vallon de Badragha, au Nord-Est desquels la Formation affleure bien.
- 2 . Localité type
Coupe de Badragha sud, complétée par la coupe de Badragha nord pour le Membre de Baghalak et celle du Koh-e Zardak pour le Membre de Zardak (fig.).
- 3 . Autres coupes où la formation a été observée
Coupes de Samsersang, de Koh-e Top, de Koh-e Giru, de Sultali, de Koh-e Qutun, de Takhtakay, de Sar-e Pori, de Spina Kada nord et de Tanabed.
- 4 . Conditions d'affleurement
La formation affleure bien dans la plupart des coupes.
- 5 . Terminologie antérieure
"Ensemble varié de calcaires gris ou noirs... Calcaires à Polyptères et Stromatoporiés... calcaires gréseux gris sombres à Brachiopodes" (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 403-404).
- 6 . Définition et caractères
Ensemble de calcaires sombres, généralement noirs et bien lités, parfois un peu plus gris et gréseux, souvent très riches en Brachiopodes et admettant plusieurs épisodes récifaux dont deux, bien caractéristiques, ont été élevés au rang de membre.
- 7 . Subdivision
Deux membres ont été reconnus dans la Formation de Badragha; ils correspondent tous deux à des épisodes récifaux.

MEMBRE DE BAGHALAK

a - Derivatio nominis. Du nom de la localité de Baghalak près de Badragha.

b - Localité type. Coupe de Badragha nord.

c - Autres coupes où le membre a été observé. Coupe de Sultali ?

d - Définition et caractères. Ensemble épais de 15 à 20 m, de calcaires gris, clairs, non stratifiés, développés seulement localement (bioherme).

e - Limites.

La limite inférieure du Membre de Baghalak correspond localement à la limite inférieure de la Formation de Badragha; mais, par endroits, quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres de calcaires noirs lités bancs viennent s'intercaler entre la Formation de Qutun et la base du Membre de Baghalak.

La limite supérieure est nette et correspond au passage des calcaires gris massifs à des calcaires noirs lités.

f - Variation latérale. Le Membre de Baghalak aux caractères très nets dans la coupe de Badragha nord, évolue très vite latéralement. Il n'existe plus dans la plupart des autres coupes voisines de la coupe type, où, à la base de la Formation de Badragha, seules quelques accumulations d'organismes constructeurs (Tétracoralliaires, Tabulés...) dans des calcaires noirs, lités, témoignent de l'existence plus ou moins proche de niveaux construits. Par contre, vers le Sud-Ouest (Sultali), le Membre de Baghalak semble exister de façon plus constante.

g - Age. Les organismes constructeurs présents dans le Membre de Baghalak permettent de lui attribuer un âge givétien (cf. § 3, coupe de Badragha nord).

MEMBRE DE ZARDAK

a - Derivatio nominis. Du nom de Koh-e Zardak, petit sommet où le membre a été observé sur le flanc est.

b - Localité type. Coupe du Koh-e Zardak (fig.).

c - Autres coupes. Coupe de Sultali.

d - Définitions et caractères. Ensemble, épais d'une trentaine de mètres, de calcaires récifaux, non stratifiés, roses, rouges ou gris rougeâtres, à nombreux constructeurs lamellaires.

e - Limites.

Limite inférieure. Le passage des calcaires gris, lités, aux calcaires roses, non stratifiés, est progressif; la limite est positionnée à la base d'un ensemble épais de 4 m, de calcaires gris-roses à nombreux Tétracoralliaires coloniaux.

La limite supérieure du Membre de Zardak, qui correspond à la limite supérieure de la Formation de Badragha, est très nette; on passe brutalement des calcaires roses construits aux calcaires jaunes, gréseux, ferrugineux et crinoïdiques de la Formation du Koh-e Giru.

f - Variations latérales. Le Membre de Zardak n'est présent que localement (bioherme); dans les coupes voisines de la coupe type, il n'existe pas; vers l'Est (coupe du Koh-e Qutun), on peut en voir le prolongement dans de petites constructions, de taille métrique, de calcaires gris clair, au sein de la Formation des calcaires du Sin Ghar; vers le Sud-Ouest, au contraire, il semble plus constant et pourrait correspondre à une série, épaisse d'une trentaine de mètres, constituée de calcaires massifs, gris, assez continus et prenant plutôt l'allure d'un biostrome.

g - Age. Les organismes constructeurs (Stromatopores, Tétracoralliaires) du Membre de Zardak permettent d'y reconnaître le Frasnien.

8 . Limites de la Formation de Badragha

La limite inférieure correspond localement à la limite inférieure du Membre de Baghalak; ailleurs, elle est positionnée à la base des premiers bancs de calcaires noirs reposant sur la dolomie de Qutun.

La limite supérieure est toujours très nette; elle correspond à la base des premiers bancs de calcaires jaunes, crinoïdiques et gréseux de la Formation du Koh-e Giru qui reposent parfois directement sur le Membre de Zardak.

9 . Variations latérales et passage à d'autres formations

Vers le Sud et l'Est, la Formation de Badragha présente quelques modifications. Les calcaires noirs, bien lités, riches en Brachiopodes typiques de la formation, passent à la Formation du Sin Ghar aux calcaires moins sombres, d'aspect souvent un peu plus massif, souvent riches en organismes constructeurs mais où les Brachiopodes sont totalement absents ou limités à certains bancs. Cette variation semble très progressive.

10 . Age

Il varie selon les endroits. Dans les coupes les plus méridionales où la formation a été reconnue, les faunes de constructeurs et de Brachiopodes permettent d'attribuer, à sa base, un âge givétien et un âge frasnien à sa partie supérieure. Par contre, dans la coupe la plus septentrionale du Koh-e Zardak, la formation de Badragha est en totalité frasnienne.

11 . Comparaison avec d'autres formations

La Formation de Badragha présente beaucoup de ressemblances avec la Formation des Calcaires de Bahram, d'âge dévonien moyen ? et supérieur (J. Stöcklin, 1972), connue en Iran central, dans la région des Montagnes de Ozbak-Kuh et, plus à l'Ouest, dans la région de Soh. Il s'agit ici aussi de "calcaires noirs à Brachiopodes" (M. Zahedi, 1971, p. 76) ou encore les "Brachiopodenkalk" de H. Flügel et A. Ruttner (1962, p. 148).

Toujours en Iran, mais plus au Nord dans l'Elbourz oriental, les Membres 3 et 4 de la Formation de Khoskh-Yeilagh montrent des caractères très semblables (J.G. Jenny, 1977; D. Brice et al., 1978; G.M. Stampfli, 1978).

Il convient de noter que les faunes de Brachiopodes recueillies en Afghanistan et en Iran (F. Bozorgnia, 1973; D. Brice, et al., 1974, 1978) sont typiquement les mêmes et correspondent en particulier à la biozone (6) de D. Brice, 1977, à *Uchtospirifer multiplicatus*, *Cyphoterorhynchus koraghensis* et *arpaensis*, qui est aussi reconnue en Afghanistan dans la zone axiale, en Transcaucasie, en Arménie, au Chitral... (D. Brice, 1977).

FORMATION DES CALCAIRES GRIS RECIFAUX DU SIN GHAR

1 . Derivatio nominis

Du nom du petit sommet situé en bordure Nord-Est du Dasht-e Kotub.

2 . Localité type

Coupe du Sin Ghar (fig.).

3 . Autres coupes où la formation a été observée

Coupes du Koh-e Qutun, de Takhtakay, de Tanabed, de Spina Kada Nord, de Sar-e Pori, du Spin Ghar, du Koh-e Barik Centre et Sud et du Koh-e Yakruya ?

4 . Conditions d'affleurement

La formation affleure bien dans toutes les coupes.

5 . Terminologie antérieure

Aucune description antérieure ne correspond à la Formation du Sin Ghar telle qu'elle est définie ci-après.

6 . Définition et caractères

Ensemble de calcaires gris foncés à gris jaunâtres, épais de 60 m à 70 m dans la localité type en bancs souvent massifs, généralement riches en organismes constructeurs et très rares Brachiopodes; quelques intercalations gréseuses ou quartzitiques.

Principaux microfaciès. La roche correspond le plus souvent à un framestone (ou à un rudstone); entre les organismes, la matrice est une biomicrite ou une biosparite.

7 . Limites

Limite inférieure. Partout où elle a été observée, la Formation du Sin Ghar repose sur la Formation de Bokan; la limite est toujours très nette (cf. limite supérieure de la Formation de Bokan).

Limite supérieure. Le contact avec la Formation sus-jacente du Koh-e Giru est aussi toujours très bien marqué; entre le dernier banc de calcaires gris-jaunâtres massifs de la Formation du Sin Ghar et les premiers bancs de calcaires jaunes ou violacés, crinoïdiques et souvent

gréseux de la Formation du Koh-e Giru. Il convient de noter que la Formation de Sin Ghar montre, dans plusieurs coupes, des surfaces rubéfiées, et d'autres indices d'émersion voire d'érosion (karstification ?)

8. Variations latérales et passages latéraux à d'autres formations

Dans toutes les coupes où elle a été reconnue comme telle, la Formation du Sin Ghar présente des caractères lithologiques constants. Elle montre par contre de grandes variations d'épaisseur. Puissante de 70 m environ dans la coupe type, elle est réduite à une douzaine de mètres quelques kilomètres au Sud, au Spin Ghar; plus au Sud encore (Koh-e Barik), elle atteint quelques dizaines de mètres pour disparaître totalement à la coupe du Barik Ghar où la Formation du Koh-e Giru repose directement sur celle de Bokan; mais on la retrouve à nouveau dans la coupe du Koh-e Yakruya où elle est représentée par une quarantaine de mètres.

- Au Sud du Koh-e Yakruya, la Formation du Sin Ghar passe à la Formation de Cawak.

- Au Nord de sa localité type, la Formation des Calcaires récifaux du Sin Ghar est encore présentée dans quelques coupes puis passe progressivement à la Formation des Calcaires noirs de Badragha dont les membres récifaux pourraient en constituer l'équivalent latéral (cf. ante).

9 . Age

La Formation du Sin Ghar a livré une faune de constructeurs qui permettent de lui attribuer un âge givétien. Toutefois sa partie supérieure pourrait déjà appartenir au Frasnien ?

FORMATION DES CALCAIRES DETRITIQUES DE CAWAK

1 . Derivatio nominis

D'après le nom du lieu dit Cawak, au Sud du village de Bokan, près duquel la formation affleure largement.

2 . Localité type

Partie occidentale de la coupe de Bokan (fig.).

3 . Autres localités

Coupes de Quark-e Bodak nord, de Syaksangak, de Bulaqrah, de Kamar, de Cawak, de Cawak sud, de Okak, de Sayed Tabib nord (coupes centre et est), de Sayed Tabib sud.

4 . Conditions d'affleurement

La Formation de Cawak affleure généralement assez bien.

5 . Terminologie antérieure

"Série de Hajigak" pro parte: terme No 7 à 12 et 13 ? (K. Fesefeld, 1964, p. 198, fig. 34).

Niveaux 4 et 5, pro parte (D. Boutière et D. Brice 1966, p. 1940; D. Brice 1971, p. 307).

6 . Définition et caractères

Alternance de calcaires souvent clairs, gris ou jaunes, très diversifiés (gréseux, crinoïdiques, massifs... parfois riches en Brachiopodes ou en organismes constructeurs, avec quelques épisodes nettement récifaux) et de bancs de grès, de quartzites admettant parfois quelques niveaux conglomératiques.

7 . Subdivisions

Un membre a été distingué au sommet de la Formation de Cawak.

MEMBRE RECIFAL DE BODAK

a - Derivatio nominis. Du nom du massif du Quark-e Bodak, à l'Ouest duquel le Membre est bien développé.

b - Localité type. Coupe de Bokan (fig.).

c - Autres coupes où le membre a été observé. Coupes de Quark-e Bodak, de Bulaqrah, de Kamar, de Cawak, de Cawak sud, de Okak ?

d - Définition et caractères. Ensemble très massif, épais d'une vingtaine de mètres, constitué de calcaires gris moyen à marrons, un peu mieux stratifiés à leur base.

e - Limites.

Limite inférieure. Le passage des bancs sous-jacents de la Formation de Cawak aux calcaires massifs du Membre de Bodak est toujours très progressif, et s'effectue par l'intermédiaire de niveaux où la stratification est de moins en moins évidente.

La limite supérieure est toujours très nette et souvent marquée par un niveau rubéfié.

f - Variation latérale. Le membre de Bodak présente à peu près toujours les mêmes caractères lithologiques, dans certaines coupes, il apparaît toutefois un peu mieux stratifié. Par contre, il montre de fortes et rapides variations d'épaisseur. Déjà, dans la coupe type de Bokan, son épaisseur varie de quelques mètres à une trentaine de mètres de part et d'autre de la piste.

Il se pourrait qu'il soit en fait discontinu et corresponde à une série de biohermes alignés, toutefois il a été repéré dans toute une série de coupes successives.

Au Sud de la coupe de Cawak ¹ Sud, le Membre de Bodak n'existe plus; il s'amenuise déjà fortement dans cette coupe, correspondant à 8 à 10 m seulement de calcaires plus ou moins nettement stratifiés.

g - Age. Frasnien inférieur.

8 . Limites de la Formation de Cawak

Là où la Formation de Cawak repose sur la Formation de Bokan, la limite inférieure est généralement progressive (cf. limite supérieure de la Formation de Bokan); par contre, dans les coupes plus méridionales où la Formation de Cawak repose sur celle de Ghujurak la limite est très nette, extrêmement brutale.

La limite supérieure correspond à la limite supérieure du Membre de Bodak là où il existe; ailleurs, dans les coupes plus méridionales, le contact entre la Formation de Cawak et celle du Koh-e Giru est aussi très net et correspond généralement à un niveau remanié, rubéfié.

9 . Variations latérales

Vers le Nord, la Formation de Cawak doit passer à la Formation des calcaires récifaux du Sin Ghar toutefois ce passage n'est pas visible.

Vers le Sud, la Formation de Cawak s'indente très intimement avec la Formation de Dewal. Le passage est souvent très progressif. Par ailleurs, la base de la Formation de Dewal montre des caractères (présence de calcaires détritiques) identiques à ceux de la Formation de Cawak mais, dans bien des coupes, ces calcaires détritiques passent très progressivement à des calcaires construits. Il est impossible et trop arbitraire d'y positionner une limite; aussi, dans ces coupes, la Formation de Cawak n'a pas été distinguée en tant que telle.

10 . Comparaisons avec d'autres régions

Par ses caractères très diversifiés, la Formation de Cawak peut se comparer avec les membres 3 et 4 de la Formation de Khosh-Yeilagh définie en Iran (Elbouz oriental). Il s'agit respectivement de "calcaire

biodétritique et shales à nombreux fossiles. Couleur grise (115 m)" et de "Marnes et calcaires marneux fossilifères. Couleur grise (300 m)" (D. Brice et al., 1978).

FORMATION DES CALCAIRES CONSTRUITS DE DEWAL

1 . Derivatio nominis

Du nom du village de Dewal, à l'Est duquel la formation affleure bien, sur le flan oriental du Sar-e Ghujurak.

2 . Localité type

Coupe de Dewal (fig.).

3 . Autres coupes où la formation a été reconnue

Coupes de Sayed Tabib Nord (coupe Centre) et Sud, du Qajir, du Col Rouge, de Ghujurak Nord et Sud, de Caraghsang ? et du Koh-e Reg.

4 . Conditions d'affleurement

La Formation de Dewal affleure généralement très bien.

5 . Terminologie antérieure

"Calcaire gris compact à Polypiers"...et..."petits bancs calcaires et...marnes...(à) Polypiers" (A. Boutière et D. Brice, 1966, p. 1941).

"Riffle aus massigen, hellgrauen bis rosa gefärbten Korallen-Stromatoporiden-Kalken" (A. Dürkoop, 1970, p. 167).

"Calcaires et marnes fossilifères...comportant...des bancs massifs de calcaires gris, bourrés de Polypiers et qui forment un biostrome" (D. Brice, 1971 p. 308).

"Calcaire crinoïdique...(et) calcaire récifal à nombreux Rugueux coloniaux et solitaires, Tabulés massifs, lamellaires et branchus, Stromatopores massif lamellaires ou dendroïdes où s'intercalent des bancs crinoïdiques ou terrigènes" (D. Brice et B. Mistiaen, 1980, p. 850).

6 . Définition et caractères

Épaisse série (près de 200 m à la coupe type), de calcaires gris clairs ou foncés, lités ou massifs, souvent très riches en organismes constructeurs, alternant avec quelques bancs de calcaires plus détritiques, parfois terrigènes.

7 . Subdivison

La Formation de Dewal se compose généralement de plusieurs unités lithologiques plus ou moins distinctes mais souvent difficiles à reconnaître et qui n'ont pas été élevées au rang de membre.

8 . Limites

La limite inférieure est très nette, là où la Formation de Dewal repose directement sur les quartzites de la Formation de Ghujurak mais, dans la plupart des cas, elle est au contraire très peu marquée: les encrinites sous-jacentes de la Formation de Cawak passent très graduellement aux calcaires récifaux de la Formation de Dewal. Le passage se marque par l'apparition très progressive des organismes constructeurs d'abord représentés par des formes solitaires puis lamellaires et enfin massives. Cette installation graduelle du régime récifal est visible dans plusieurs coupes.

La limite supérieure est généralement nette et les premiers niveaux de calcaires jaunes rougeâtres, gréseux crinoïdiques, de la Formation du Koh-e Giru reposent en concordance sur les calcaires gris à constructeurs de la Formation de Dewal. Dans plusieurs coupes cependant, la

biodétritique et shales à nombreux fossiles. Couleur grise (115 m)" et de "Marnes et calcaires marneux fossilifères. Couleur grise (300 m)" (D. Brice et al., 1978).

FORMATION DES CALCAIRES CONSTRUITS DE DEWAL

1 . Derivatio nominis

Du nom du village de Dewal, à l'Est duquel la formation affleure bien, sur le flan oriental du Sar-e Ghujurak.

2 . Localité type

Coupe de Dewal (fig.).

3 . Autres coupes où la formation a été reconnue

Coupes de Sayed Tabib Nord (coupe Centre) et Sud, du Qajir, du Col Rouge, de Ghujurak Nord et Sud, de Caraghsang ? et du Koh-e Reg.

4 . Conditions d'affleurement

La Formation de Dewal affleure généralement très bien.

5 . Terminologie antérieure

"Calcaire gris compact à Polypiers"...et..."petits bancs calcaires et...marnes...(à) Polypiers" (A. Boutière et D. Brice, 1966, p. 1941).

"Riffle aus massigen, hellgrauen bis rosa gefärbten Korallen-Stromatoporidaen-Kalken" (A. Dürkoop, 1970, p. 167).

"Calcaires et marnes fossilifères...comportant...des bancs massifs de calcaires gris, bourrés de Polypiers et qui forment un biostrome" (D. Brice 1971, p. 308).

"Calcaire crinoïdique...(et) calcaire récifal à nombreux Rugueux coloniaux et solitaires, Tabulés massifs, lamellaires et branchus, Stromatopores massif lamellaires ou dendroïdes où s'intercalent des bancs crinoïdiques ou terrigènes" (D. Brice et B. Mistiaen, 1980, p. 850).

6 . Définition et caractères

Épaisse série (près de 200 m à la coupe type), de calcaires gris clairs ou foncés, lités ou massifs, souvent très riches en organismes constructeurs, alternant avec quelques bancs de calcaires plus détritiques, parfois terrigènes.

7 . Subdivision

La Formation de Dewal se compose généralement de plusieurs unités lithologiques plus ou moins distinctes mais souvent difficiles à reconnaître et qui n'ont pas été élevées au rang de membre.

8 . Limites

La limite inférieure est très nette, là où la Formation de Dewal repose directement sur les quartzites de la Formation de Ghujurak mais, dans la plupart des cas, elle est au contraire très peu marquée: les encrinites sous-jacentes de la Formation de Cawak passent très graduellement aux calcaires récifaux de la Formation de Dewal. Le passage se marque par l'apparition très progressive des organismes constructeurs d'abord représentés par des formes solitaires puis lamellaires et enfin massives. Cette installation graduelle du régime récifal est visible dans plusieurs coupes.

La limite supérieure est généralement nette et les premiers niveaux de calcaires jaunes rougeâtres, gréseux, crinoïdiques, de la Formation du Koh-e Giru reposent en concordance sur les calcaires gris à constructeurs de la Formation de Dewal. Dans plusieurs coupes cependant, la

limite se marque par un remaniement et une érosion parfois importante des niveaux sous-jacents et les premiers bancs de la Formation du Koh-e Giru tronquent par endroits fortement le sommet de la Formation de Dewal.

9 . Variations latérales et passage à d'autres formations

La Formation de Dewal présente de très importantes variations latérales d'épaisseur.

Du Nord au Sud, on observe: 180 m à la coupe de Dewal, 80 m à la coupe de Ghujurak^{Nord}, 20 m seulement à celle de Ghujurak^{Sud}, 2 m à Caragsang, 10 à 20 m ? au Koh-e Reg.

Ces variations considérables d'épaisseur sont essentiellement dues au développement localisé d'édifices récifaux.

Vers le Sud et le Sud-Ouest, la Formation de Dewal s'amenuise et disparaît (cf. précédemment).

Vers le Nord-Ouest et l'Ouest, la Formation de Dewal passe progressivement à la Formation des calcaires détritiques de Cawak (cf. § variations latérales de la Formation de Cawak).

Vers l'Est et le Nord-Est, elle doit passer aux dépôts schisteux du domaine du Wardak.

10 . Age

A la localité-type (coupe de Dewal), la base de la formation est mésodévonienne; au-dessus, la présence de Stringocéphalidés, dont *Stringocephalus burtini*, marque le Givétien; la partie supérieure de la formation est frasnienne.

Par contre, plus au Sud (Ghujurak^{Sud}), l'ensemble de la formation est d'âge frasnien.

11 . Comparaison avec d'autres régions

La Formation récifale de Dewal pourrait être comparée avec ^{des formations} de nombreuses autres régions du monde où le phénomène récifal est souvent très bien développé (Europe occidentale, U.R.S.S., Chine, Australie, Canada...).

Dans les régions avoisinantes (Iran...), le phénomène récifal ne semble pas exister ou tout au moins prendre une ampleur aussi importante que celle observée dans les Montagnes centrales d'Afghanistan.

FORMATION DES ENCRINITES GRESO FERRUGINEUSES DU KOH-E GIRU

1 . Derivatio nominis

Du nom du Koh-e Giru.

2 . Localité type

Coupe de Badragha^{Nord}, où la série a été observée et échantillonnée en détail (fig.).

3 . Autres coupes où la formation a été observée

La Formation du Koh-e Giru a été observée dans la quasi totalité des coupes: Koh-e Zardak, Samsersang, Badragha^{Sud}, Koh-e Top, Koh-e Giru, Sultali, Koh-e Qutun, Takhtakay, Sar-e Pori, Spina Kada^{Nord} Tanabed, Spina Kada versant sud-est, vallon de Khoto ?, Sin Ghar, Spin Ghar, Koh-e Barik^{Centre et Sud}, Barik Ghar, Koh-e Yakruya, Quark-e Bodak^{Nord}, Syahsangak, Bulaqrah, Kamar, Bokan, Cawak, Cawak^{Sud}, Okak, Sayed Tabib^{Nord} (coupes^{Ouest et Centre}) et^{Sud}, Col Rouge, Dewal, Ghujurak^{Nord et Sud}, Caragsang, Koh-e Reg, Shaghana, Sud-Ouest du Dasht-e Nawar.

4 . Conditions d'affleurement

La Formation du Koh-e Giru affleure généralement assez bien.

5 . Terminologie antérieure

"Geschichtete, roter Schillkalk" de la série de Hajigak (K. Fesefeldt, 1964, p. 198).

"Calcaires compacts, rouges et verts, où abondent les Réceptaculites... calcaire oolithique ferrugineux à stratification entrecroisée, grès hématisé, calcaires à entroques". (A. Boutière et D. Brice, 1966, p. 1941).

"Hajigak Folge" pro parte: "Eins einschüssige Sandsteine, pseudoolithische Kalke" = "Hajigak-Erze" et "gelbliche Sandsteine und Riffkalke... = Oberer Riffkalk-Horizon" (U. Jux, 1969, p. 685).

"...Calcaires bioclastiques..., calcaires gréseux à micronodules ferrugineux... calcaires gréseux jaunâtres, grès fins, bancs de quartzites roux et niveaux de calcaire bioclastique jaune à micronodules ferrugineux" (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1970, p. 402-404).

"...rote grobkörnige Crinoidenkalke, angereichert mit Fe-Ooiden, und daneben hellbraune bis rötliche Spiriferen-Kalke" (A. Dürkoop, 1970, p. 167).

"...teilweise schräggeschichteten Sandsteinen und quartziten mit eingeschalteten dünnen konglomerathorizonten fort... Brachiopodenschill und stark eisenoid führenden Crinoiden kalkan... Schillkalk ist durch einen beträchtlichen Anteil von Einooiden rot gefärbt" (G. Plodowski, 1970, p. 11-12).

"...Yellow or red limestones, with abundant ferruginous micronodules and pelmatozoan (mostly crinoidal) remains... purple limestones... sandstone, limestone and shale..." = fig. 3, No 5-7 (M. H. Nitecki et A.F. de Lapparent, 1976, p. 45-46).

"Calcaires gréseux et... grès souvent ferrugineux, très crinoïdiques" (D. Brice et B. Mistiaen, 1980, p. 852).

"...calcaires sableux crinoïdiques jaunes... passées à stratifications entrecroisées et micronodules ferrugineux... complexe hématitique..." (D. Vachard, 1980, p. 26)

"Calcaires crinoïdiques jaunes et violacés" (J. Blaise et al., 1982, p. 20).

6 . Définition et caractères

Ensemble relativement varié, de calcaires jaunes clairs à rouges violacés lie de vin, souvent gréseux et très crinoïdiques, généralement riches en Brachiopodes avec quelques bancs de grès, de quartzites ou quelques passées schisteuses. La Formation se caractérise essentiellement par l'abondance des grains hématisés = micronodules ferrugineux.

7 . Subdivisions

La Formation du Koh-e Giru n'a pas été subdivisée. Elle renferme, presque constamment, un niveau repère très caractéristique, riches en Bryozoaires et Réceptaculites qui, vers l'Est, passe dans d'autres formations à des COUCHES A BRYOZOAIRES.

8 . Limites

Limite inférieure. La Formation du Koh-e Giru repose, selon les endroits sur différentes formations (ou membres): Formation de Badragha, du Sin Ghar, de Bokan, de Cawak, de Dewal, Membre de Zardak, de Bodak (cf. limite supérieure de ces différentes unités lithologiques). Il convient de souligner que la Formation du Koh-e Giru se caractérise non seulement par une apparition brutale et importante de fer (et de terrigènes) dans la sédimentation mais que sa base se marque encore assez souvent par un niveau induré ferrugineux (coupe de Bokan) ou par des remaniements parfois importants (coupes de Sayed Tabib).

La limite supérieure est très nette dans les coupes septentrionales où elle est située à la base d'une épaisse barre de quartzites (= Membre de Top de la base de la Formation de Okak). Plus au Sud (coupe du Sin Ghar et coupes plus méridionales), la limite avec la Formation de Okak est moins tranchée, mais se situe, quand même assez nettement, au passage des calcaires aux schistes.

9 . Variations latérales et passage à d'autres formations

La Formation du Koh-e Giru montre une assez grande homogénéité. On peut toutefois y noter, du Nord au Sud, quelques variations d'épaisseur. ~~du Nord au Sud.~~

Dans les coupes les plus septentrionales, dont la coupe type, sa puissance assez constante, oscille entre 155 et 190 m.

Vers le Sud, elle s'amenuise assez fortement pour ne guère dépasser, dans les coupes qui longent le Dasht-e Kotub, la cinquantaine de mètres, parfois même beaucoup moins (16 m au Spin Ghar). Au-delà de ce seuil, la Formation du Koh-e Giru s'épaissit à nouveau pour atteindre puis dépasser la centaine de mètres, avec un maximum de 180 à 200 m à la coupe de Cawak ~~Sud~~.

Plus au Sud encore, la Formation du Koh-e Giru s'amenuise à nouveau pour ne plus guère dépasser la cinquantaine de mètres à la coupe de Caraghsang.

Corrélativement à ces variations d'épaisseur, on note quelques modifications lithologiques qui peuvent se résumer comme suit: là où la formation est épaisse, la fraction terrigène est plus importante; là où son épaisseur est plus réduite (haut fond du Dasht-e Kotub), elle est presque essentiellement carbonatée et très crinoïdique.

A côté de ces variations Nord-Sud, il existe aussi des modifications d'Ouest en Est. Dans la partie septentrionale, vers l'Est, à l'approche du domaine schisteux du Wardak, elle s'amenuise pour n'atteindre que 85 m à Spina Kada ~~Nord~~. Elle est cependant encore présente sur le versant ~~Sud~~ de la Spina Kada où R. Desparmet et Ch. Montenat (1972, p. 404) signalent une récurrence de calcaire... à ... Réceptaculites". Mais elle disparaît ensuite totalement dans les faciès schisteux du Wardak.

On observe la même variation latérale plus au Sud (coupe de Bokan), où la Formation du Koh-e Giru passe à la Formation de Bokan puis à celle d'Olsenak.

10 . Age

La Formation du Koh-e Giru est pratiquement synchrone dans toutes les coupes. Sa partie inférieure a livré, dans la majorité des coupes, des Brachiopodes de la biozone No 7 (D. Brice, 1977), qui caractérise le Frasnien moyen.

Au-dessus, dans plusieurs coupes, des jalons permettent de positionner, dans la Formation du Koh-e Giru, le Famennien inférieur (biozone à Brachiopodes No 9, D. Brice, 1977) au Koh-e Qutun, le Famennien supérieur à Badragha ~~Nord~~, le Strunien au Koh-e Top et à Cawak ~~Sud~~ l'extrême sommet du Dévonien à Badragha ~~Nord~~.

Dans les coupes septentrionales, la limite Dévonien Carbonifère est positionnée, avec une très bonne approximation, à l'extrême sommet de la Formation du Koh-e Giru.

11 . Comparaison avec d'autres régions

La Formation du Koh-e Giru présente des ressemblances avec la partie supérieure (Membre 5 et 6) de la Formation de Khosh-Yeilagh (Elbourz, Iran), surtout avec le Membre 5 qui correspond à 145 m de "Grès quartzeux un peu calcaire (de) couleur rouge-brun" (Brice et al., 1978, p. 10).

Plus au Sud, en Iran central (région de Ozbak-Kuh), la partie inférieure de la Formation de Shishtu (sous-formation Shishtu 1 de J.

Stöcklin, 1972) est constituée de schistes vert foncé, à intercalation de grès quartzitique, et de calcaires et se termine par des schistes, des calcaires oolithiques et des oolithes ferrugineuses (= "Goniatite Horizon 1" de A. Ruttner et J. Stöcklin, 1966). La faune de ces niveaux est tout à fait comparable à celle reconnue en Afghanistan dans la Formation du Koh-e Giru; on y retrouve les mêmes associations de Brachiopodes (en particulier les biozones No 6 et 7 de D. Brice, 1977). De plus le "Goniatite Horizon 1" renferme des Bryozoaires et des Réceptaculites; il pourrait être l'équivalent latéral des Couches à Bryozoaires présentes dans la Formation du Koh-e Giru.

A L'Est de l'Afghanistan, au Népal, dans la Khola de Shokang, la limite lithologique entre le Dévonien et le Carbonifère retenue par M. Colchen (*in* P. Bordet et al., 1971), correspond à un banc "de grès très ferrugineux de couleur brun rouille".

FORMATION DES SCHISTES ET QUARTZITES DE OKAK

1 . Derivatio nominis

Du nom de la localité de Okak, près de laquelle la formation affleure bien et où se situe la localité type.

2 . Localité type

Coupe de Okak (fig.).

3 . Autres coupes où la formation a été repérée

Coupes de Samsersang, de Badragha Nord, du Koh-e Top, de Sultali, du Koh-e Qutun, de Takhtakay, de Spina Kada Nord, du Sin Ghar, du Spin Ghar, du Koh-e Barik Nord et Sud, de Barik Ghar, de Syahsangak, de Bulaqrah, de Cawak et de Sayed Tabib Nord (coupe Ouest).

4 . Conditions d'affleurement

La Formation de Okak affleure bien dans certaines coupes, dans d'autres, elle est masquée par des éboulis.

5 . Terminologie antérieure

"Schistes verdâtres, épais de 150 m, admettant vers la base des intercalations de calcaires bioclastiques et de grès ferrugineux" (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 403).

"terme... schisto quartzitiques" (D. Vachard, 1980, p. 29).

"Schistes gris vert azoïques" (J. Blaise et al., 1982, p. 24).

6 . Définition et caractères

Ensemble à dominance schisteuse, avec des niveaux plus gréseux ou quartzitiques (dont un gros banc à la base, dans les coupes septentrionales, qui est élevé au rang de membre) et quelques niveaux de calcaires décalcifiés, surtout vers le sommet. La formation prend localement un aspect flyschoidé.

Dans certaines coupes, la partie supérieure de la Formation de Okak présente des récurrences du faciès de la Formation du Koh-e Giru: calcaires gréseux à micronodules ferrugineux.

7 . Subdivisions

Dans les coupes septentrionales, un membre a été distingué à la base de la série.

MEMBRE DES QUARTZITES DU KOH-E TOP (1)

a - Derivatio nominis. Du nom du petit sommet (3254 m) entre les villages de Badragha et de Baghalak.

b - Localité type. Coupe du Koh-e Top.

c - Autres coupes où le Membre a été observé. Coupes de Samsersang, de Badragha Nord, du Koh-e Qutun, de Takhtakay, de Spina Kada Nord et ? du Sin Ghar.

d - Conditions d'affleurement. Le Membre des Quartzites du Koh-e Top affleure généralement très bien.

e - Terminologie antérieure.

"...horizon très constant de quartzites blancs à patine noire (10 m)". (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972, p. 403).

"...quartzites de Top... généralement blancs à patine rouille sombre" (D. Vachard, 1980, p. 29).

"Quartzites de Top" (J. Blaise et al., 1982, p. 22).

f - Définitions et caractères. Barre épaisse d'une dizaine de mètres, de quartzites blancs à patine sombre (rouille foncé).

g - Limites. La barre des quartzites de Top est toujours bien individualisée.

Limite inférieure. (cf. limite supérieure de la Formation du Koh-e Giru).

Limite supérieure. Le passage aux schistes sus-jacents est brutal.

h - Variation latérale et passages latéraux. Le Membre de Koh-e Top présente une épaisseur à peu près constante dans toutes les coupes septentrionales. Localement, il est un peu plus épais et admet parfois quelques intercalations gréseuses ou argileuses, plus tendres.

Vers le Sud, il disparaît: il n'atteint plus que 5 m d'épaisseur au Takhtakay; au Sin Ghar, il pourrait correspondre à un banc grés-quartzitique épais d'un mètre; au-delà, on ne le distingue plus.

i - Age. Dans la coupe du Koh-e Top, D. Vachard (1980, p. 27) signale, à 3 m sous les quartzites, une faune du Strunien s.s.

Dans la coupe de Badragha Nord, des échantillons provenant de quelques mètres sous la base du Membre du Koh-e Top ont fourni une faune de Conodontes (déterm. E. Groessens) caractéristique de l'extrême sommet du Dévonien (Tn 1 a inclus).

Les quartzites de Top peuvent donc raisonnablement être attribués au Carbonifère et "choisis comme base du Carbonifère local" (D. Vachard 1980, p. 31).

8 . Limites. (cf. limite supérieure de la Formation du Koh-e Giru).

Limite inférieure. (cf. limite supérieure de la Formation du Koh-e Giru)

La limite supérieure est généralement très nette, la Formation schisto-gréseuse de Okak étant surmontée par une puissante barre de calcaires gris du Dinantien (équivalent des zones C1b à C3 de D. Vachard, 1980, p. 35).

9 - Variations latérales

La Formation de Okak présente une assez grande uniformité de faciès. Son épaisseur varie légèrement d'une coupe à l'autre, mais elle est

(1) Le Membre des Quartzites du Koh-e Top n'a rien à voir avec les "Top quartzites" qui constituent le sommet des grès de Lalun en Iran (Cambrien inférieur).

parfois difficile à évaluer car le contact avec la barre de calcaires massifs du Dinantien, qui la surmonte, est souvent tectonique. Il convient toutefois de noter qu'elle présente des variations d'épaisseurs analogues à celles que montrait la Formation du Koh-e Giru; épaisseur d'une centaine de mètres au Nord (Koh-e Top), elle s'épaissit vers l'Est (Spina Kada Nord), mais s'amincit dans les coupes situées en bordure du Dasht-e Kotub, pour augmenter à nouveau d'épaisseur ensuite, avant de disparaître totalement dans les coupes plus méridionales.

10 - Age

La Formation de Okak représente la base du Carbonifère; elle correspond à la sous zone C1a à *Syringothyris* et *Fusella* (Tn 1/Tn 3) de D. Vachard, 1980.

11 - Comparaison avec d'autres régions

Il est à nouveau possible de mettre en évidence des similitudes avec la Formation de Khosh-Yeilagh de l'Elbourz oriental (Iran), dont le Membre 7, épais d'une centaine de mètres, correspond à des "shales argileux gris (avec) quelques bancs calcaires" (C.D.Brice et al. 1978, p. 10).

ANALYSE DU PHENOMENE RECIFAL

Dans la quasi totalité de la région étudiée, on assiste, au cours de la période dévonienne, au développement d'ensembles récifaux ou pararécifaux parfois importants. Leur allure, leur évolution, leur distribution géographique et leur répartition stratigraphique permettent de distinguer plusieurs grandes unités régionales et/ou stratigraphiques.

Le phénomène récifal sera analysé dans trois grands ensembles lithologiques où il est particulièrement développé:

- la Formation de Bokan, d'âge Dévonien inférieur et moyen mais se poursuivant localement dans le Frasnien;
- les Formations récifales ou à caractères récifaux de Dewal, de Cawak, du Sin Ghar et de Badragha, d'âge Dévonien moyen (Givétien) et Frasnien inférieur, où les phénomènes récifaux sont les plus diversifiés et présentent d'importantes variations régionales.
- Les Couches à Bryozoaires, d'âge frasnien supérieur dans la plupart des coupes levées et présentes dans la presque totalité d'entre elles.

I. ENSEMBLE CARBONATE DE LA FORMATION DE BOKAN

Au cours du Dévonien inférieur moyen et parfois supérieur, se développe, dans la partie orientale du secteur nord, l'ensemble du secteur central et la partie septentrionale du secteur sud, un faciès carbonaté souvent extrêmement puissant qui correspond à la FORMATION DE BOKAN (cf. description de cette formation) et qui mérite une attention toute particulière.

Plusieurs caractères sont à prendre en compte pour tenter d'expliquer la mise en place des masses importantes de carbonates qui la composent (fig. 7).

- La puissance énorme de la série concernée qui atteint, dans la coupe de Bokan, 500 à 800 m d'épaisseur, voire plus, et l'étendue considérable du phénomène, développé du Nord au Sud sur plus de 70 km.

- La monotonie du faciès et l'aspect très massif de ces calcaires, généralement peu ou pas stratifiés, sauf exceptions locales qui concernent le plus souvent les niveaux de la base ou le sommet;

- La pauvreté en restes fossiles; en effet, à l'exception de quelques petites lentilles crinoïdiques ou de quelques poches riches en Brachiopodes, cet ensemble carbonaté renferme peu de restes fossiles (cf. description de la formation); quand ils existent, ils sont souvent limités à des *Stromatactis*; localement toutefois ces calcaires présentent quelques niveaux très fossilifères, ils correspondent généralement aux bordures ou aux limites inférieures ou supérieures de la formation

(ex.: abondants Brachiopodes dans la coupe de Cawak, niveaux construits à Favositidés dans la partie orientale de la coupe de Sayed Tabib Nord, ou à Bryozoaires dans la coupe de Bokan);

- La nature essentiellement micritique de ces calcaires;
- Leur passage latéral, vers le Sud, à des quartzites (Formation de Ghujurak), au sein desquels subsistent quelques lentilles calcaires.
- Enfin leur position dans un certain type de contexte paléogéographique.

L'explication la plus plausible, qui tient compte à la fois de l'importance de la micrite, de la pauvreté en fossiles et de l'aspect massif, est de considérer ces calcaires comme des formations de type "mud-mounds".

* La lithologie de ces carbonates correspond en effet assez bien à la notion de "mud-mounds" ou plus exactement de "lime-mud buildup" (P.H. Heckel, 1974), corps calcaires caractérisés par leur nature essentiellement micritique et leur pauvreté en restes fossiles (mudstone à wackstone).

- Les édifices de ce type, observés dans différentes périodes géologiques, passent souvent, latéralement ou vers leur sommet, à des niveaux plus riches en organismes constructeurs, de type boundstone ou rudstone; c'est ce que montrent la plupart des exemples décrits dans la littérature (E. Flügel, 1982, fig. 77).

La Formation de Bokan présente des caractéristiques analogues (fig. 8) quoique nettement moins marquées. Les seuls niveaux véritablement construits ou plus riches en faune qu'elle ait livrés se situent en

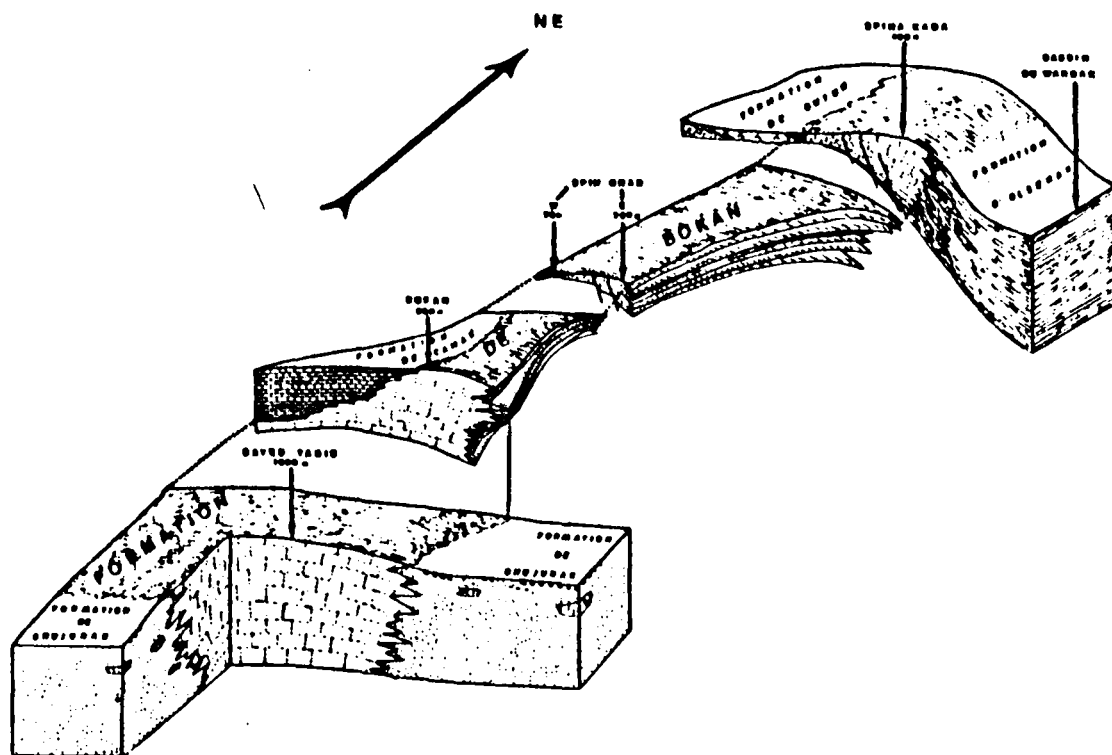


Fig. 7 - Formation de Bokan. Essai de reconstitution schématique mettant en évidence les variations d'épaisseur de la formation et ses relations avec les autres formations dévoniennes.

effet à sa base (coupe de Cawak, terme 7a), à son sommet (coupe de Bokan partie centrale, termes 1 à 20) ou latéralement (coupe Est de Sayed Tabib Nord, terme b à e).

- La présence, voire l'abondance, dans différents affleurements de la Formation de Bokan, de *Stromatactis*, décrits pour la première fois par E. Dupont (1885) dans le Dévonien des Ardennes belges, et fréquents dans ce type de formation, conforte cette hypothèse. La nature originelle, organique ou inorganique, de ces structures a été largement discutée et le demeure encore. Certains auteurs (A. Textoris et D.A. Carozzi, 1973) les interprètent comme des Bryozoaires partiellement dissouts et recristallisés. Plusieurs échantillons (pl. III, fig. 6) m'ont permis de vérifier cette hypothèse (B. Mistiaen, 1980); il est manifeste qu'il existe parfois des restes de structures tout à fait caractéristiques de Bryozoaires à l'intérieur de *Stromatactis* (coupe Est de Sayed Tabib centre, terme g, échantillon AF 76 SH 20) et qu'une partie au moins de ces structures énigmatiques sont à interpréter de la sorte.

* Vers le Sud, les calcaires passent latéralement, par indentation, aux quartzites de la Formation de Ghujurak (fig. 7) dans lesquels on reconnaît quelques "lentilles" de taille décamétrique dont il convient d'interpréter la mise en place.

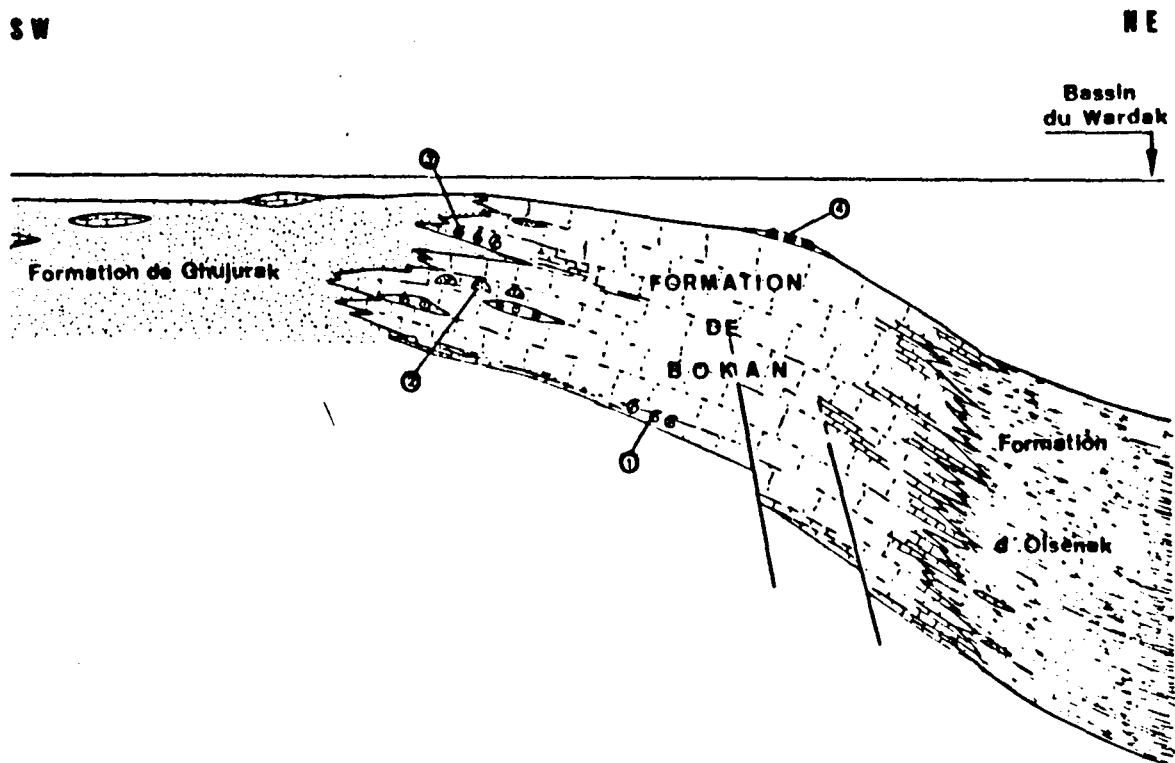


Fig. 8 - Formation de Bokan. Coupe théorique montrant les passages latéraux et donnant la position relative des niveaux riches en restes fossiles (1 à 4), essentiellement localisés à la périphérie de la formation: 1 - niveau à Brachiopodes de la coupe de Cawak, 2 - niveau construit à Favositidés de la coupe de Sayed Tabib nord (coupe est), 3 - niveaux à Brachiopodes de la coupe de Sayed Tabib nord (coupe est), 4 - couches à Bryozoaires de la coupe de Bokan.

- On peut être tenté d'y voir des klippes sédimentaires et de les considérer comme de gros paquets de calcaire de la Formation de Bokan qui auraient glissé dans le milieu de sédimentation des grès et quartzites de Ghujurak. Cependant, l'allure de ces lentilles et leurs caractères sédimentologiques s'y opposent.

- Ces lentilles montrent en effet toujours un contact brutal mais stratigraphiquement continu avec les quartzites (fig.). On retrouve, de plus, une certaine logique dans la distribution verticale des constituants de ces lentilles. Les niveaux de la base sont généralement plus gréseux et renferment des fragments souvent très anguleux (fig. 9 A) de constructeurs (Stromatopores), tandis que vers le sommet les débris sont nettement plus arrondis, roulés (fig. 9 B). Ces lentilles renferment par ailleurs des traces d'activités algaires importantes: oncholites (J. Poncet et A.F. de Lapparent, 1975), stromatolithes au sommet. Enfin on y observe des encroûtements ou des fentes à remplissage gréso-ferrugineux. L'interprétation relative à la mise en place de ces lentilles doit tenir compte de ces différents aspects.

- Il semble que l'on puisse envisager leur formation dans une vaste zone côtière (cf. interprétation de la Formation de Ghujurak), très peu profonde, sableuse, peut être un estran sur lequel se creusent localement (courants ?) quelques petites dépressions ou cuvettes qui vont piéger des débris d'organismes constructeurs (Stromatopores, Tabulés...). Il existait donc latéralement des niveaux construits à Stromatopores dont il ne reste toutefois aucun témoin à l'affleurement. Des Algues ont vraisemblablement trouvé dans ces cuvettes un milieu favorable à leur développement malgré un apport assez constant de quartz; ces niveaux ont pu former localement de faibles élévations, couronnées par le développement de stromatolithes et être finalement recouverts par un apport plus conséquent de terrigènes, à cause de leur disparition.

- Une douzaine de ces lentilles ont été repérées (cf. A. Boutière, carte au 1/50 000 non publiée). La position stratigraphique de ces différentes lentilles semble indiquer une légère migration, au cours des temps, vers le Nord et vers l'Ouest (fig. 10).



Fig. 9 - Deux aspects des calcaires constituant les lentilles qui prolongent la Formation de Bokan au sein des quartzites de Ghujurak.
 A: base de la lenticle située dans la montée occidentale du col de Ghujurak; débris anguleux de Stromatopores (éch. AF 73 G2).
 B: surface d'un banc, vers le sommet de la lenticle située dans la coupe de Dewal; débris bien arrondis de Stromatopores (éch. AF 76 D2).
 (S= Stromatopore, T= Tétracoralliaire).

* C'est donc au Nord de cette vaste plate-forme, très peu profonde, et en bordure du Bassin du Wardak que se développent les faciès carbonatés de la Formation de Bokan, position qui convient parfaitement dans l'interprétation de type "mud-mound".

Cette disposition rappelle les "lime-mud buildups" décrits par P.H. Heckel (1969, 1972) dans le Pennsylvanien du Kansas et que l'auteur situe dans un contexte identique: "mounds probably... on topographic highs favorably situated between a region of great clastic influx and the open sea".

J'aboutis ici à un schéma tout à fait analogue (fig. 8).

* Le problème de l'origine, de la mise en place et de la stabilité de telles masses calcaires se pose. Il a déjà été largement débattu.

- Un point mérite d'être signalé: le contact avec les quartzites de Ghujurak est irrégulier mais toujours très brutal; on observe de petites lentilles ou des indentations de calcaires dans les quartzites mais jamais de débris de la masse calcaire qui auraient pu être remaniés. Ceci permet de supposer que ces accumulations de boues calcaires présentaient une bonne cohésion et/ou se trouvaient dans une zone relativement calme. Un autre argument permet d'envisager la bonne cohésion de ces masses boueuses: dans certaines coupes (Sin Ghar), on observe, en contact direct sur la Formation de Bokan, des niveaux récifaux de type

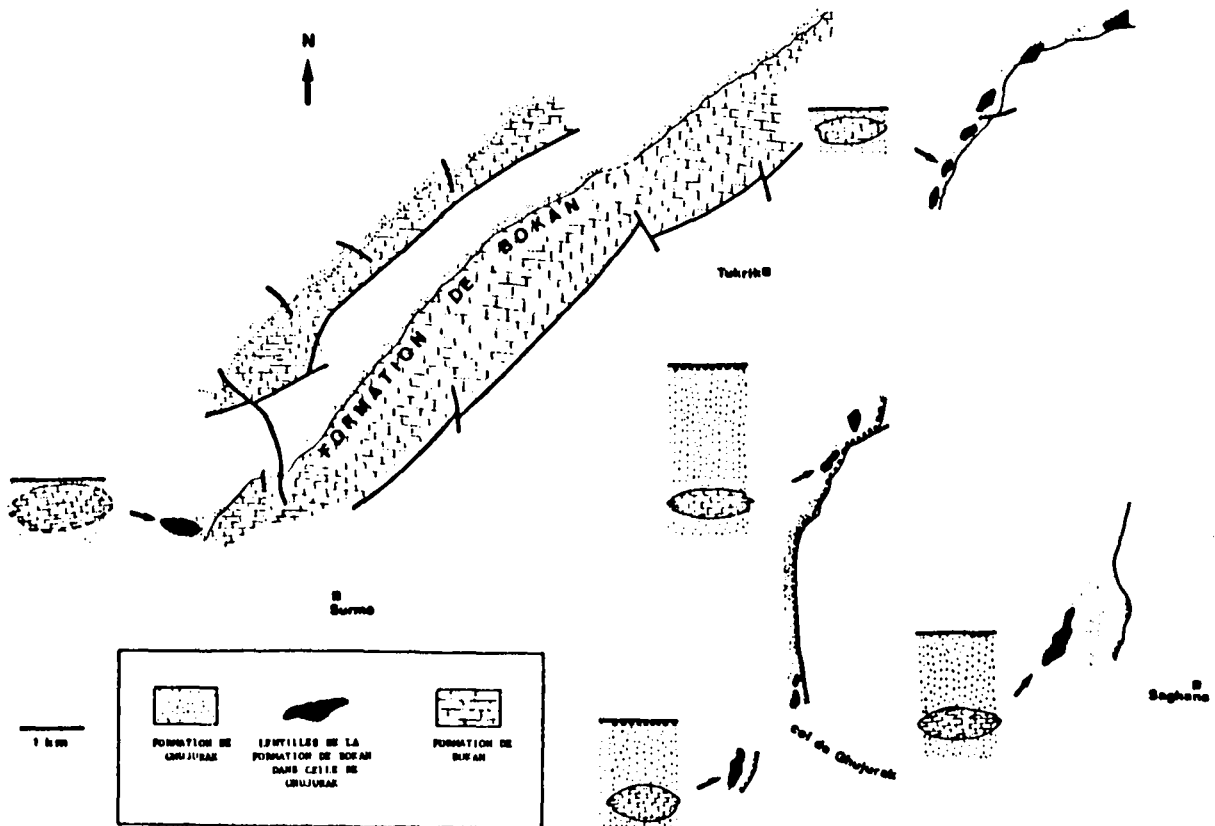


Fig. 10 - Situation géographique et position stratigraphique des différentes lentilles de calcaires repérées au sein des quartzites de Ghujurak.

framestone appartenant à la Formation du Sin Ghar; le toit de la Formation de Bokan constituait donc un substratum relativement stable. Peut être - faut il envisager, pour expliquer cette grande stabilité, une lithification précoce de la masse micritique.

- Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer l'origine de ces masses calcaires. Certains y ont vu des accumulations hydrodynamiques (W.C. Pusey, 1964); beaucoup d'autres considèrent que la boue a été piégée (baffled) par des organismes qui n'ont pas laissé de trace; les algues ont souvent été évoquées; il convient de rappeler que, latéralement, dans les lentilles qui prolongent, vers le Sud et l'Est, la Formation de Bokan, les Algues (oncholites, stromatolithes) sont abondantes et jouent un rôle important. Plus récemment, on a considéré que les bactéries pouvaient être à l'origine de l'accumulation et la cohésion de la micrite (B. Desbordes et A.F. Maurin, 1974; C. Monty, 1976; A.F. Maurin, J. Philip et P. Brunel, 1981; H.H. Tsien, 1983a, b).

- En lame mince (échant. AF 76 Bo 1, coupe de Bokan), on observe rarement de véritables mudstones, mais généralement des wackstones ou des packstones quartzifères. Les restes organiques les plus fréquents correspondent à des Bryozoaires. Certains débris calcitiques qu'ils renferment semblent correspondre à des spicules de Spongiaires; ces organismes auraient pu jouer un rôle dans l'accumulation et la fixation de la boue. H.H. Tsien (communication personnelle) et F. Tourneur, 1981, notent aussi, dans certains récifs de Marbre rouge des Flandres du type R5c (H.H. Tsien, 1979, 1980), l'abondance locale de réseaux spiculaires ou de spicules dispersés dans la matrice micritique et concluent au rôle "constructeur" possible des Spongiaires qui ont pu contribuer à "piéger ou à stabiliser la boue calcaire" (F. Tourneur, 1981, p. 82).

* Le problème qui reste posé est celui de la masse énorme de la Formation de Bokan qui s'étend, du Nord au Sud, sur plus de 70 km et atteint peut être localement le millier de mètres d'épaisseur.

- Des masses de calcaires micritique de cette importance ne semblent pas avoir été déjà signalées. Les dimensions maximales des édifices de boue calcaire les plus importants décrits dans les séries fossiles - il s'agit des récifs waulsortiens - ne dépassent guère quelques centaines de mètres en largeur et en hauteur; les édifices actuels, tels ceux de la baie de Floride, ont des dimensions latérales un peu plus importantes mais une épaisseur moindre.

- L'on serait tenté de rechercher et d'expliquer la Formation de Bokan par une succession de "mud-mounds" plus ou moins anastomosés plutôt que par une structure continue, toutefois les observations de terrains ne permettent pas d'envisager cette solution, même si, localement dans certaines coupes, la formation apparaît mieux stratifiée.

II. LES CONSTRUCTIONS RECIFALES AU GIVETIEN ET AU FRASNIEU

Au cours du Givétien et du Frasnien inférieur, on note le développement de beaux ensembles récifaux dans différentes régions des Montagnes centrales, avec des caractéristiques parfois différentes qui permettent

de distinguer, du Sud au Nord, les cinq grands secteurs suivants:

- secteur méridional de Caragsang et Bini Darzak,
- secteur de Dewal, Sar-e Ghujurak,
- secteur de Bokan-Cawak,
- bordure orientale de Dasht-e Kotub,
- secteur septentrional de Badragha au Koh-e Giru.

Les Formations de Cawak, de Dewal, du Sin-Ghar et de Badragha sont concernées par la mise en place et le développement de ces constructions récifales. Je les analyserai en partant de la région de Dewal où le phénomène récifal connaît, au Givétien, son ^{développement} maximum.

A) Secteur de Dewal et secteur méridional

Durant la seconde moitié du Dévonien moyen et au début du Frasnien, le phénomène récifal connaît un très beau développement dans la partie méridionale du territoire étudié. Il correspond à la FORMATION RECIFALE DE DEWAL qui a été observée dans un vaste secteur s'étendant, du Nord au Sud, sur 25 km, et, d'Ouest en Est, sur près d'une vingtaine de kilomètres: coupe du Qajir, coupes levées dans le Sar-e Ghujurak (Col Rouge, Dewal, Ghujurak), dans le massif de Sayed Tabib, de Saghana, de Caragsang et de Koh-e Reg.

Dans certaines de ces coupes (Qajir, Col Rouge, Dewal, Ghujurak Nord, Saghana), on assiste à l'installation très progressive du phénomène récifal et à sa migration au cours du temps. Cette région, et plus particulièrement la coupe de Dewal, constituera le point de départ privilégié pour cette étude.

* La succession type débute toujours par les encrinites de la Formation de Cawak qui atteignent, dans chacune des coupes, une vingtaine de mètres d'épaisseur. Elles montrent fréquemment des stratifications obliques. Il s'agit de grainstones (biosparite ou biosparudite). Les bioclastes, assez diversifiés, où dominent cependant nettement les entroques et, localement, les débris de Brachiopodes, sont toujours abrasés, bien arrondis, parfois microperforés et micritisés à leur périphérie ou un peu ferruginisés (coupes du Qajir, terme 2; de Dewal, termes 4 à 11). Tout ceci traduit un dépôt de milieu agité, peu profond, balayé par des courants; les débris d'organismes, provenant du démantèlement de "prairies" à crinoïdes, développées *in situ* ou dans des zones toutes proches, connaissent un long séjour sur le fond. Latéralement cependant, il existait des zones plus calmes, où les particules fines pouvaient se déposer, comme en témoignent certains bioclastes (Ostracodes) remplis de micrite; des dépôts latéraux pouvaient donc être remaniés lors de tempêtes... et se retrouver avec les sédiments de type grainstone.

La fraction terrigène est pratiquement absente de ces niveaux ou très faiblement représentée; il convient, dès à présent, de noter que, plus au Nord, (coupes de Bokan, de Cawak...), dans ces mêmes niveaux, le pourcentage de quartz fins ou grossiers est toujours très important.

* Peu à peu, on voit apparaître, dans ces calcaires crinoïdiques, quelques organismes constructeurs (Tétracoralliaires solitaires et Tabulés lamellaires ou branchus), essentiellement sous forme de débris. Il devait donc exister localement des biotopes un peu plus favorables au développement de ces organismes. On peut envisager que, sous l'action des courants précédemment évoqués, se soit mis en place une légère morphologie du fond sous-marin, avec quelques hauts-fonds ou rides, formés par l'accumulation locale de débris de crinoïdes, propices au développement d'organismes constructeurs pionniers colonisant le milieu.

Cette constatation est en tous points comparable à ce qui est connu dans d'autres récifs, par exemple dans celui de Rainbow (Dévonien du Canada) où les crinoïdes "forment la partie supérieure de la sole; sur une vingtaine de mètres, ils sont les seuls organismes représentés (jusqu'à 80%). Les rares organismes associés sont des Brachiopodes fragmentés et des Tabulés également brisés" (R. Elloy 1972, p. 35, fig. 13.4).

* Puis, dans les calcaires crinoïdiques, commencent à se développer quelques organismes constructeurs manifestement en position de vie. Il s'agit généralement de Tabulés lamellaires (Alveolitidés, Coenitidés) ou de petits Bryozoaires encroûtants, sous lesquels on observe parfois des remplissages géotropes. Ces organismes fixent le sédiment et vont permettre l'installation d'autres constructeurs. On passe donc progressivement des grainstones à Crinoïdes précédents à des bindstones à Tabulés lamellaires (coupes de Qajir, terme 5; du Col Rouge, terme 43; de Dewal, terme 11, de Ghujurak Nord, terme 20). Entre les organismes, on observe fréquemment un remplissage de bioclastes, souvent de petite taille, ou de péloïdes.

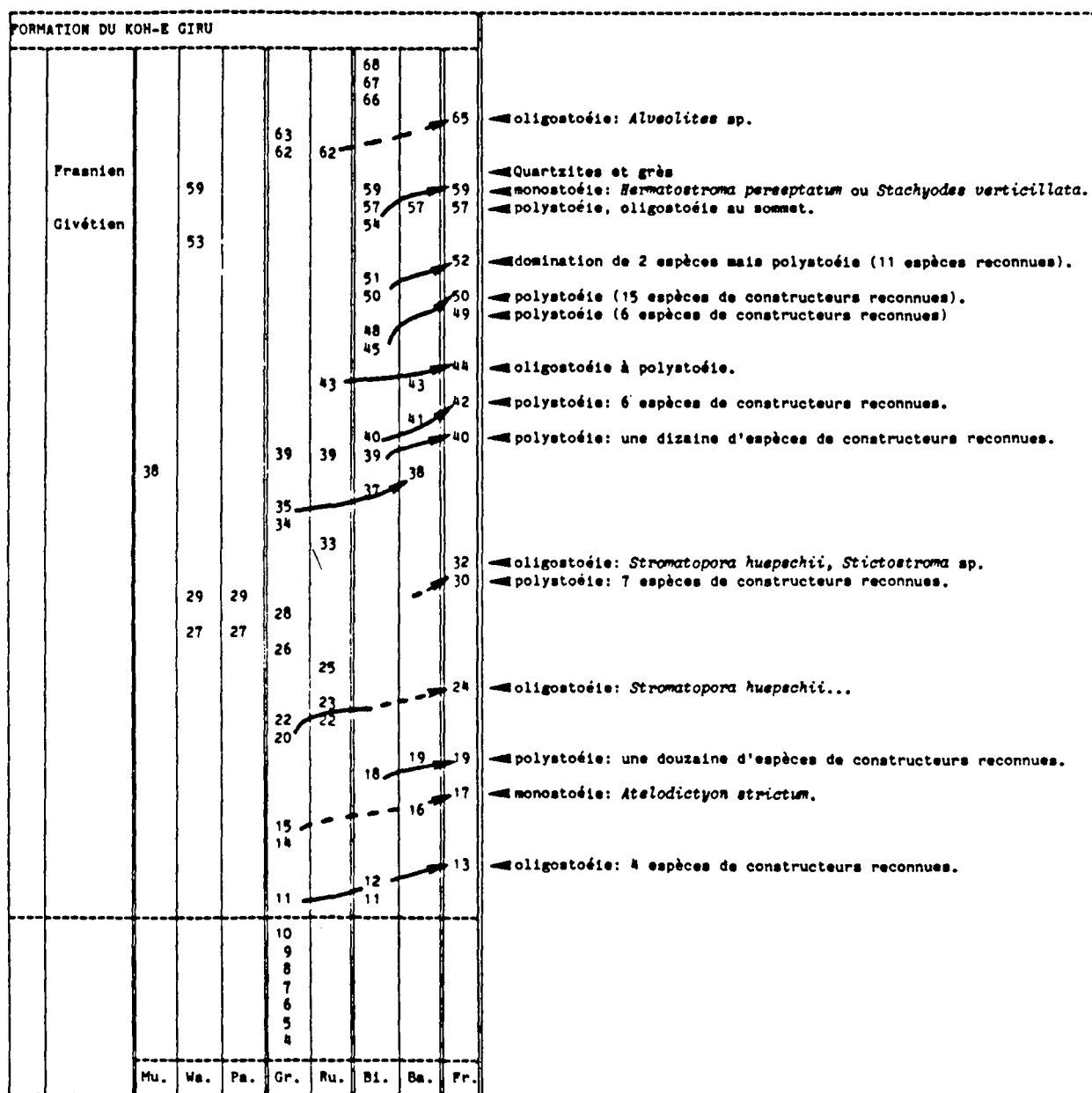


Fig. 11 - Coupe de Dewal. Succession séquentielle des microfaciès. Les numéros correspondent à ceux des termes dans la description de la coupe.

* L'étape suivante se caractérise par l'augmentation de taille des constructeurs (Tabulés) et la diversification des espèces présentes; elle se marque aussi par l'apparition d'autres groupes de constructeurs, Tétracoralliaires et surtout Stromatopores, d'abord lamellaires et tabulaires (coupe de Dewal, terme 12), puis de morphologie plus massive (coupe de Dewal, terme 13) et, toujours très progressivement, l'on passe à des boundstones (framestones ou plus rarement bafflestones) à Stromatopores massifs ou à Tabulés Favositidés.

* Lorsque ce type d'évolution se poursuit sans être perturbé, la dernière étape, qui correspondra au climax, se traduit généralement par la nette domination d'une espèce (monostoécie, G. Lucas, 1970) ou de quelques espèces (oligostoécie), cf. coupe de Dewal, terme 17, alors que dans les phases précédentes la faune colonisatrice était toujours nettement plus diversifiée (polystoécie).

Dans la succession observée à la coupe de Dewal (fig. 11), chaque phase appartenant à cette dernière étape, ne se caractérise pas nécessairement par la même espèce dominante. En fonction des conditions dans lesquelles s'établit la phase climacique (profondeur, agitation, position dans l'édifice récifal...), telle espèce prendra le pas sur telle ou telle autre; de même, l'on pourra mettre en évidence, pour un même niveau, des variations latérales dans les espèces dominantes, aspect que j'aborderai plus loin.

Ce schéma d'installation et d'évolution, bien observé dans plusieurs des coupes décrites, correspond parfaitement à la notion de succession autogénique (E.P. Odum, 1971, p. 254) déjà mise en évidence dans de nombreux récifs fossiles (R.W. Kenneth et L.P. Alberstadt, 1975). On y retrouve, en particulier, les différents stades de développement: stabilisation, colonisation, diversification et domination. La figure 12 donne une représentation schématique de cette évolution. Il convient toutefois de souligner qu'il est arbitraire de placer des limites entre ces différents stades qui se succèdent de façon très progressive.

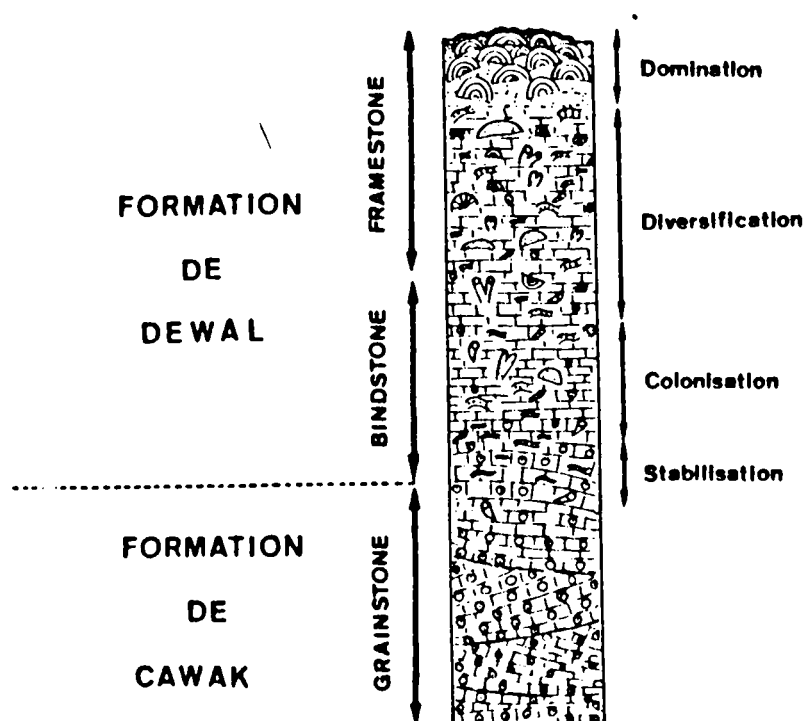


Fig. 12 - Evolution du sédiment et succession verticale théorique des organismes constructeurs dans la coupe de Dewal.

Mais cette succession autogénique est, en fait, rarement aussi continue et uniforme; elle est fréquemment modifiée, sous l'action de contraintes extérieures: apport d'éléments terrigènes (coupe de Dewal, terme 60), tempêtes provoquant la destruction partielle du récif, subsidence un peu plus accentuée, ou tout simplement accès du récif dans des zones plus agitées, du simple fait de sa croissance. Elle se trouve donc parfois totalement perturbée et remplacée par des successions allogéniques. Ceci se marque dans la coupe levée, par des tâtonnements, de nombreux retours en arrière, l'intercalation de lentilles crinoïdiques, la destruction de niveaux construits, à l'origine d'accumulations locales de gros débris de constructeurs parfois liés entre eux par des formes lamellaires encroûtantes. Ces influences, externes à la dynamique propre de la construction récifale, peuvent intervenir à tous les stades du développement autogénique précédemment décrit et le récif n'atteint toujours sa phase climacique. Toute la succession levée (fig. 11) est donc constamment marquée par des répétitions, des débuts d'installation récifale rapidement contrariés, des retours en arrière plus ou moins accentués... qui permettent, en terme d'analyse séquentielle, de distinguer, pour l'ensemble de la coupe de Dewal, 14 séquences, souvent incomplètes (fig. 11), toutes à caractère négatif (augmentation du niveau d'énergie).

Le moteur essentiel de cette succession séquentielle que l'on peut évoquer, n'est autre qu'une subsidence régulière mais saccadée.

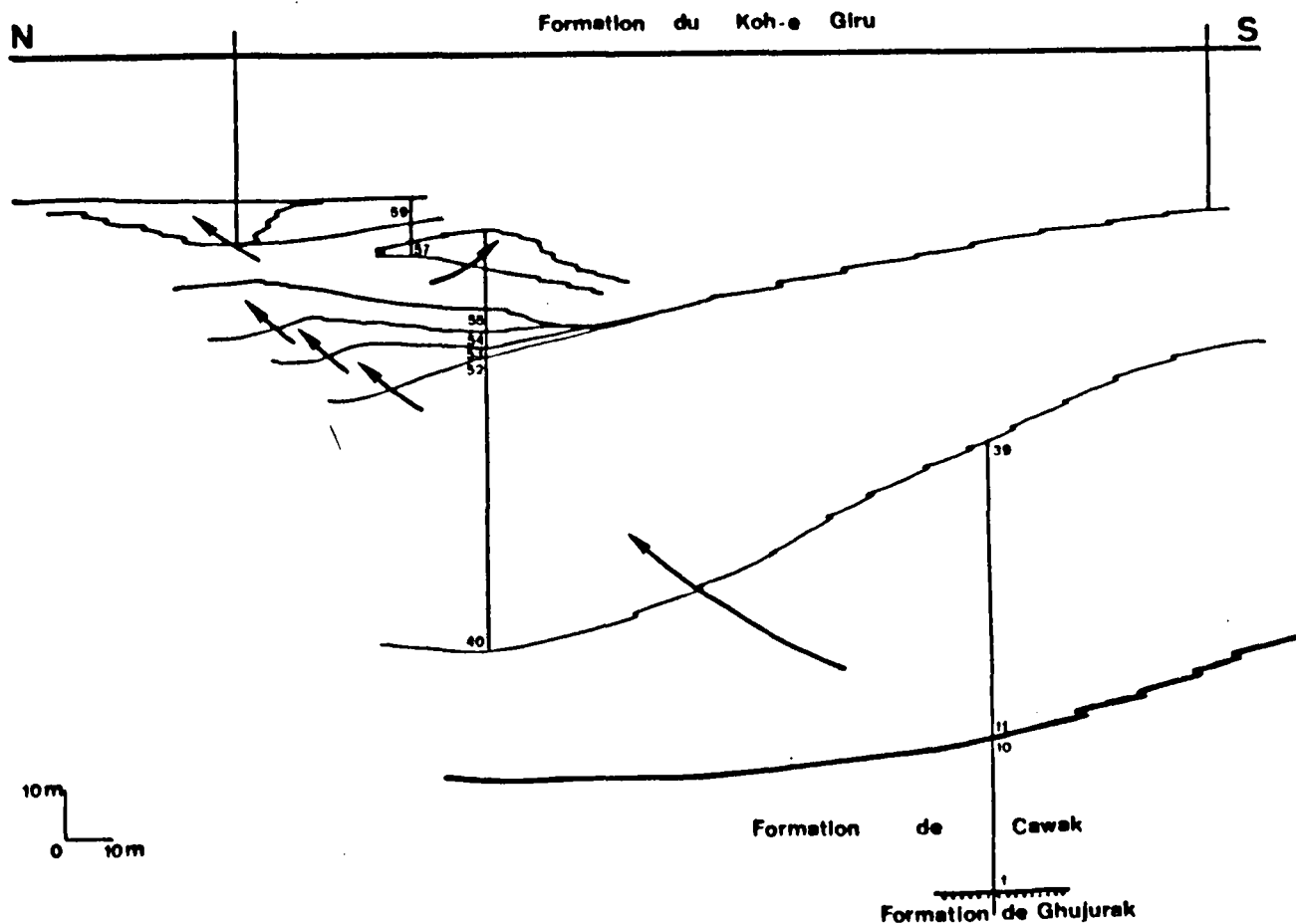


Fig. 13 - Coupe de Dewal. Principaux ensembles lithologiques de la Formation de Dewal et leurs variations d'épaisseur. Les traits verticaux positionnent les différents levés effectués. Les numéros correspondent à ceux des termes dans la description de la coupe.

Les observations précédentes concernent une section verticale de la coupe de Dewal où l'on vient de mettre en évidence un enchaînement vertical des dépôts sous l'action d'un moteur interne ou de facteurs externes. La même logique se retrouve encore dans les enchaînements latéraux des dépôts qui sont cependant plus difficiles à analyser.

La Formation de Dewal, épaisse de 170 m environ à la coupe de Dewal, se présente, vue dans son ensemble, comme une série calcaire régulièrement stratifiée. L'analyse détaillée montre cependant que, localement, des bancs bien stratifiés passent à des ensembles massifs, sans stratification apparente, que certains niveaux s'amenuisent, disparaissent, tandis que d'autres au contraire s'enflent. De telles variations peuvent s'observer à l'échelle du mètre, de la dizaine ou de la centaine de mètres. La figure (13) schématise l'allure de l'ensemble des variations d'épaisseurs observées pour les termes 11 à 60. Ce schéma met en évidence, à une exception près (terme 57), un déplacement progressif et régulier vers le Nord Nord-Est, des différents ensembles lithologiques, au moins pour la partie inférieure (givétienne) de la série considérée. On observe en particulier que les termes 53 à 55 viennent nettement se terminer en biseau vers le Sud sur la grande surface des calcaires clairs du terme 52.

Il est donc permis de penser qu'au cours du Givétien, on assiste à une progradation des ensembles récifaux vers le Nord; il nous faudra toutefois compléter par la suite cette vision des choses.

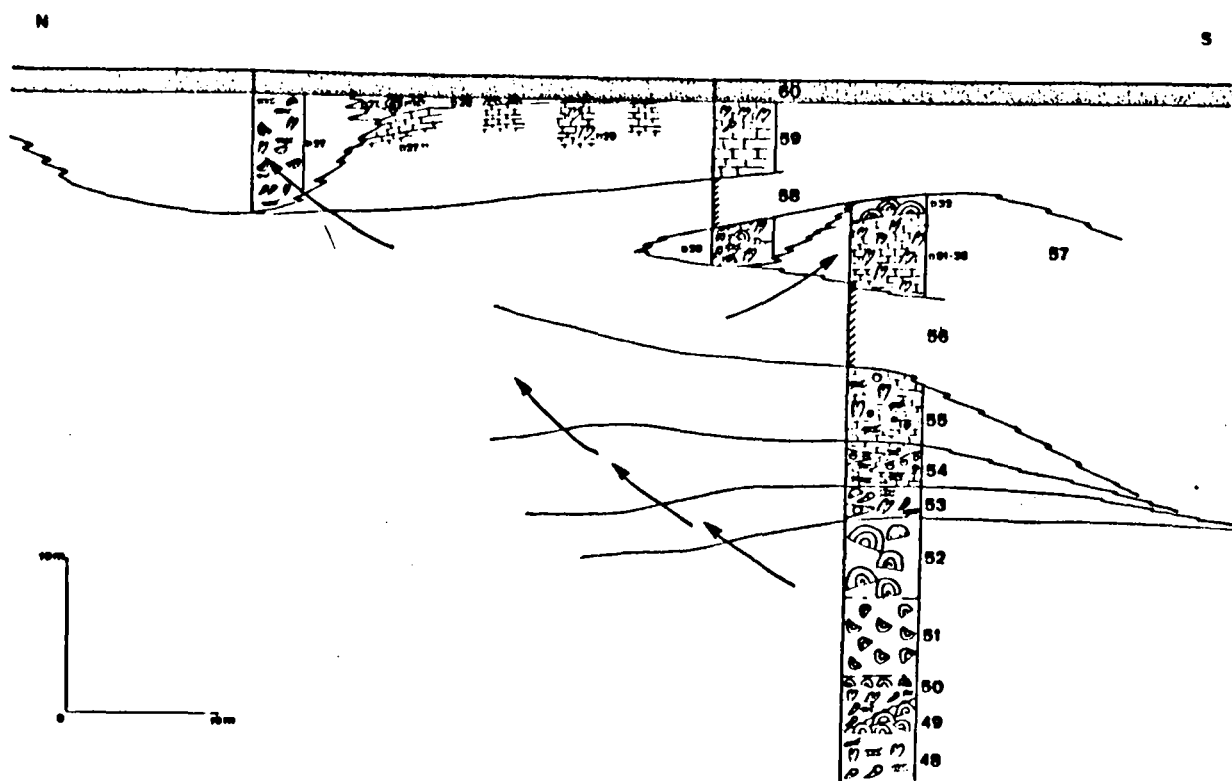


Fig. 14 - Coupe de Dewal. Détail de la figure précédente montrant les variations latérales d'épaisseur et de faune dans les termes 57 et 59.

Toujours dans cette coupe de Dewal, ces variations d'épaisseur s'accompagnent de variations de faciès et du contenu paléontologique. Certaines ont été plus particulièrement observées et sont données dans la description de la coupe. La figure (14) reprend une partie du schéma précédent et détaille les variations observées dans les termes 59 et 57.

- Terme 59

Cet exemple montre d'importantes variations latérales de faciès et de contenu faunistique qui permettent d'en interpréter le milieu de sédimentation.

a . Au Sud, on observe des dépôts de milieu sans doute un peu confiné et relativement profond: calcaires noirs, en petits bancs bien lités, très pauvres en faune (uniquement des formes solitaires ou branchues accompagnées de quelques Brachiopodes: Atrypidés). La partie supérieure, par contre, correspond à un bafflestone à Tabulés branchus.

b . Vers le Nord, ces dépôts de type bafflestone vont passer progressivement (cf. description de la coupe) à des calcaires du type framestone à grands Stromatopores massifs (30 à 60 cm de diamètre) en position de vie, où domine une espèce. La surface de ce niveau présente des encroûtements ferrugineux qui pourraient correspondre à une légère émerision.

c . Au-delà, les calcaires observés (floatstone à matrice de type packstone) traduisent un milieu plus abrité et la faune (*Stachyodes verticillata* de morphologie noduleuse, Stromatopores lamellaires à extensions dendroïdes) exprime un niveau d'énergie moindre et sans doute un léger confinement (R. Elloy, 1972, p. 22).

d . Enfin, plus au Nord encore, l'ensemble du niveau s'épaissit et les calcaires noirs et bien lités précédents, ainsi que les niveaux construits qui les surmontent, passent à un ensemble massif, non stratifié, de calcaires à très nombreux organismes constructeurs, très diversifiés, où les formes massives sont souvent retournées et cimentées par des formes lamellaires.

La figure 15 propose une interprétation pour l'ensemble du terme 59. Deux phases successives sont distinguées.

- Lors d'une première phase, les calcaires construits, clairs (éch. D 27) constituaient une barrière relativement efficace, isolant, vers le Sud, une zone d'arrière récif, aux caractères confinés, où ne se développent que quelques petits Tétracoralliaires solitaires et de rares Tabulés branchus.

- Par la suite, la barrière récifale devait être plus discontinue et la zone d'arrière récif correspondre à un milieu plus ouvert, marqué par l'installation locale de petites constructions (patch-reefs) dans des conditions bien particulières et sans doute assez contraignantes pour les organismes, ce qui se traduit par une oligostoécie très nette, tandis que plus en arrière encore, les Tabulés branchus peuplent le platier. Toutefois, à l'emplacement de la coupe, la barrière récifale reste efficace; entre elle et la zone de patch-reefs, se distingue une zone très abritée (lagon), confinée, où quelques Stromatopores à morphologie bien particulière peuvent se développer.

On retrouve, dans ces schémas proposés la même polarité que précédemment.

- Terme 57 (fig. 14).

Dans sa partie méridionale, ce terme se compose de calcaires de type rudstone à bafflestone (éch. D 31, 33), couronnés par un calcaire construit de type framestone (éch. D 32) à très gros Stromatopores,

atteignant jusqu'à 60 cm de diamètre, essentiellement représentés par deux espèces (oligostoeie). Vers le Nord, ce niveau passe à un ensemble de type bindstone à framestone (éch. D 30) qui montre au contraire une très grande diversité du contenu faunistique avec plusieurs groupes de constructeurs représentés chacun par plusieurs espèces. La morphologie des organismes montre aussi une plus grande variété (organismes branchus lamellaires, tabulaires, quelques formes massives).

Cet ensemble met donc en évidence des variations verticales et latérales de faciès, la partie nord semble pouvoir s'interpréter comme un talus récifal.

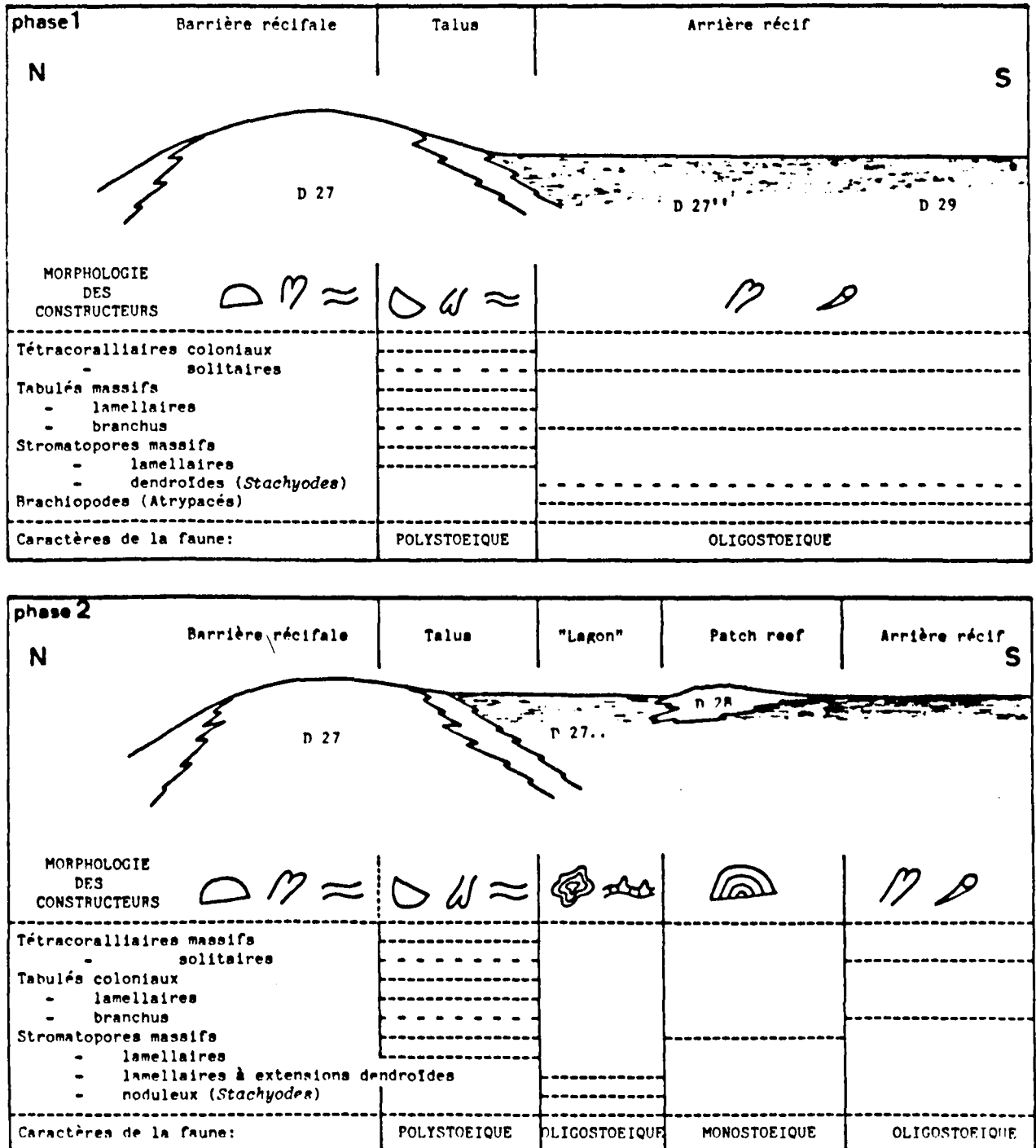


Fig. 15 - Schéma interprétatif des phases successives de l'évolution du terme 59. Commentaire dans le texte.

Si la coupe de Dewal, qui a servi de point de départ pour l'étude du phénomène récifal, montre déjà des variations latérales, on observe, à une autre échelle, des variations d'importance plus grande.

* A 4 km environ vers le Sud (coupe de Ghujurak nord), la série, épaisse à Dewal de 170 m, se réduit de plus de moitié: la Formation de Dewal n'y atteint que 80 m environ.

Les corrélations lithologiques établies permettent de penser que c'est essentiellement la partie inférieure de la Formation qui se trouve réduite, tandis que la partie supérieure frasnienne, est légèrement plus épaisse (cf. description de la coupe), ce qui pourrait cette fois traduire une migration du niveau, du Nord vers le Sud, à partir du Frasnien.

Cette constatation et les observations précédentes, concernant la coupe de Dewal, permettent donc de penser que le vaste complexe récifal de la Formation de Dewal est composé d'une superposition d'unités récifales dont l'évolution n'est pas forcément constante dans le temps.

* Sur le flanc Sud du Col de Ghujurak, on assiste à une diminution spectaculaire de la Formation de Dewal qui n'atteint ici qu'une vingtaine de mètres. Cette diminution d'épaisseur (de 80 à 20 m) apparaît très brutale, elle se fait sur 500 m de distance environ, mais les deux coupes sont séparées par plusieurs accidents et leur éloignement originel était certainement plus important.

Il convient de noter que, si dans la coupe de Dewal, la majeure partie (les trois quarts environ) de la formation récifale est d'âge mésodévotien (givétien), dans celle de Ghujurak sud, les premiers termes calcaires, qui reposent directement sur les quartzites de la Formation de Ghujurak, sont Givétien supérieur - Frasnien. Ceci confirme les constatations précédentes: tandis que le Givétien se caractérise par une progradation des niveaux récifaux vers le Nord, le Frasnien se marque, au contraire, par une transgression vers le Sud et un déplacement du phénomène récifal dans le même sens.

L'analyse des variations latérales du terme 18 de la coupe de Ghujurak Sud, d'âge frasnien, apporte quelques précisions intéressantes (fig. 16).

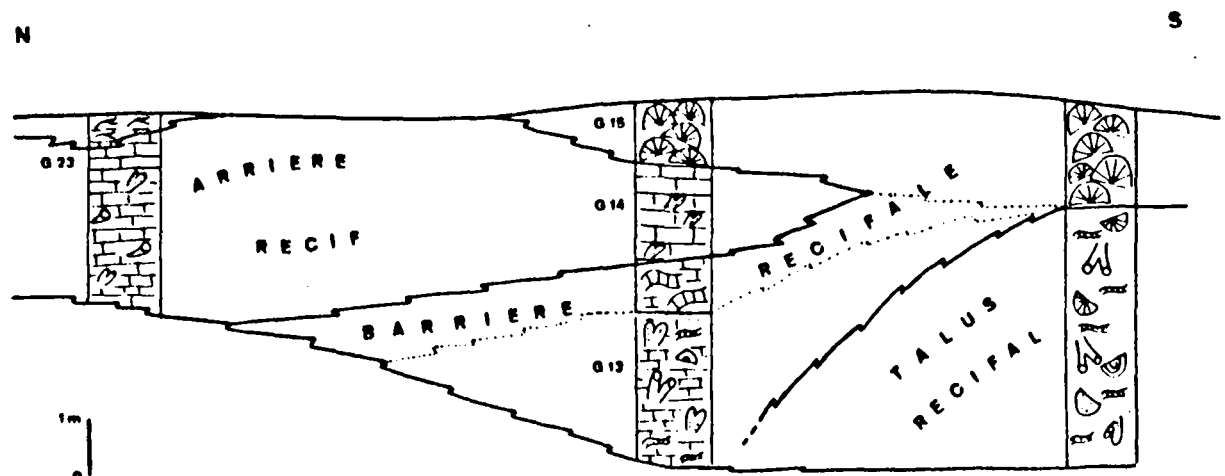


Fig. 16 - Schéma interprétatif du terme 18 de la coupe de Ghujurak sud. Commentaire dans le texte.

- Dans la partie Nord, on observe des dépôts de milieu relativement confinés: calcaires noirs, de type wackstone à packstone, lités, peu épais, à Tétracoralliaires solitaires et Tabulés branchus, qui se terminent par un niveau discontinu de calcaires noirs, à petits Stromatopores dendroïdes.

- Un peu plus au Sud, cet ensemble passe à des calcaires construits, à matrice de type grainstone, qui montrent une évolution verticale saccadée, en particulier dans la morphologie des organismes, et se terminent par des calcaires de type framestone (barrière récifale).

- Plus au Sud encore, la base du niveau est représentée par des calcaires à accumulation de débris de constructeurs (talus récifal) couronnés par un niveau construit (framestone). L'ensemble de ces niveaux montre par conséquent une polarité inverse de celle observée plus au Nord.

Il semble donc logique de positionner, au moins localement, au niveau du col de Ghujurak, une zone de haut fond dont je reparlerai plus loin.

* Plus au Sud encore (coupe de Caragsang et du Koh-e Reg), la Formation de Dewal est encore présente mais elle se réduit à quelques indentations de calcaires construits. A Caragsang, les calcaires récifaux se résument à deux épisodes atteignant, au maximum, une dizaine de mètres d'épaisseur, séparés par une série nettement plus terrigène.

Cette succession de Caragsang apporte des informations intéressantes qui viennent compléter le schéma précédent.

- Le niveau récifal inférieur (terme 1 de la description) est ici vraisemblablement un peu plus ancien que les premiers calcaires construits observés dans les coupes plus septentrionales, U. Jux l'attribuait au Silurien ?

- Au-dessus (terme 2 à 9), on trouve une série essentiellement détritique, alors que, plus au Nord, le régime est nettement récifal (cf. précédemment).

- Le retour au régime récifal (terme 10 et 11) ne s'effectue que plus tard, lors de la transgression frasnienne.

La figure 17 montre les relations entre les différentes coupes dont il a été question précédemment. Le phénomène récifal, quasi continu et

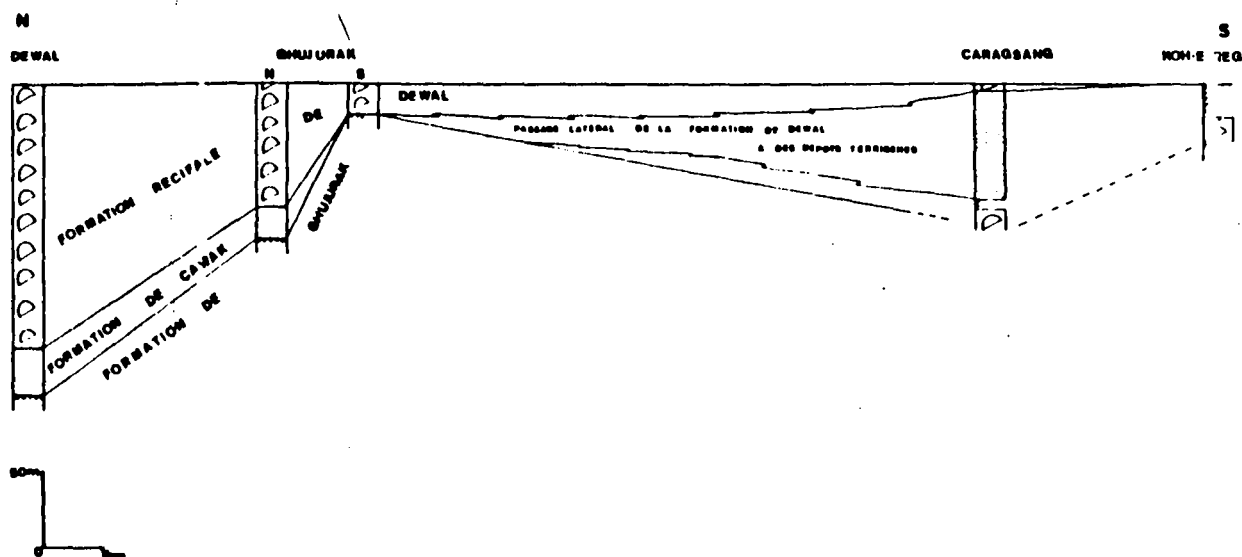


Fig. 17 - Relations entre la coupe de Dewal et les coupes plus méridionales de Ghujurak nord et sud, de Caragsang et du Koh-e Reg. La puissance des dépôts est extrêmement réduite à la coupe de Ghujurak sud.

très important au Nord (coupe de Dewal), se dédouble, au Sud (coupe de Caragsang) en deux épisodes distincts, tandis qu'au centre (coupe de ~~de~~ Ghujurak ~~Sud~~) il est très réduit; on y a déjà constaté l'absence de la Formation de Cawak.

L'hypothèse, évoquée ci-dessus, de l'existence d'une zone de haut fond, à l'emplacement du col de Ghujurak au Givétien p. p. apparaît pleinement justifiée. Durant une période, cette zone semble correspondre à un seuil, à sédimentation réduite, séparant temporairement un domaine septentrional d'un domaine plus méridional où le phénomène récifal est moins développé. L'interprétation qui découle de l'ensemble des observations précédentes est résumée sur la figure 18.

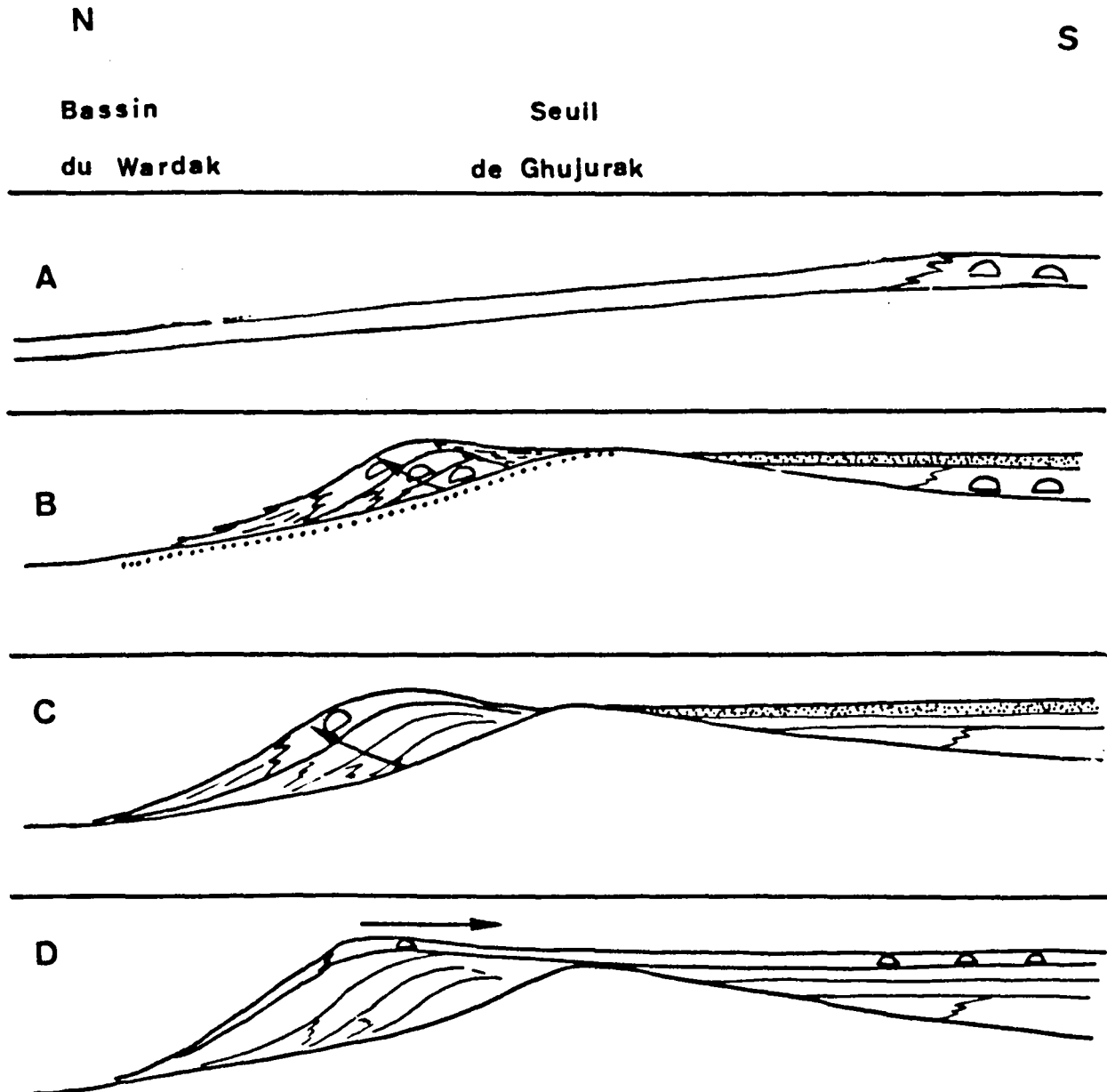


Fig. 18 - Schéma de l'évolution de la plateforme dans les régions de Dewal, Ghujurak, Caragsang, au cours de la période Givétien-Frasnien inférieur.

La zone située au Sud du seuil de Ghujurak correspond à l'unité de Bini Darzak définie par P. Bordet et al. (1985). Quelque 25 km au Sud-Ouest de cette région, au-delà de la dépression volcanique du Dasht-e Nawar, le Dévonien est bien représenté dans plusieurs autres unités (fig. 19) reconnues par P. Bordet et al., 1985. D'une façon générale, les faciès y sont beaucoup plus détritiques et terrigènes et les épisodes construits y sont rares.

- L'unité la plus méridionale, celle de l'Argandob se caractérise par un Dévonien essentiellement détritique qui comporte quelques niveaux à constructeurs dans le Frasnien. Elle est mise en corrélation avec celle de Bini Darzak (P. Bordet et al., 1985, p. 16 et 19).
- Plus au Nord-Ouest, dans l'unité de Malestan, seul le Frasnien est représenté, sans faciès récifaux.
- Plus au Nord-Ouest encore, l'unité de Nazbehtakta pourrait renfermer un horizon construit d'âge givétien (ou frasnien).
- Enfin l'unité de Garday, la plus nord-occidentale, montre un Dévonien essentiellement détritique, quartzitique.

Les corrélations suivantes, outre celle déjà établie par P. Bordet et al., peuvent être proposées (fig. 19):

- la ride de Malestan se prolonge parfaitement, vers le Nord-Est, par le seuil de Ghujurak défini ci-dessus;
- l'unité de Nazbehtakta, la seule qui renferme des niveaux construits d'âge givétien probable, se retrouve dans la région du Sar-e Ghujurak (coupe de Dewal).

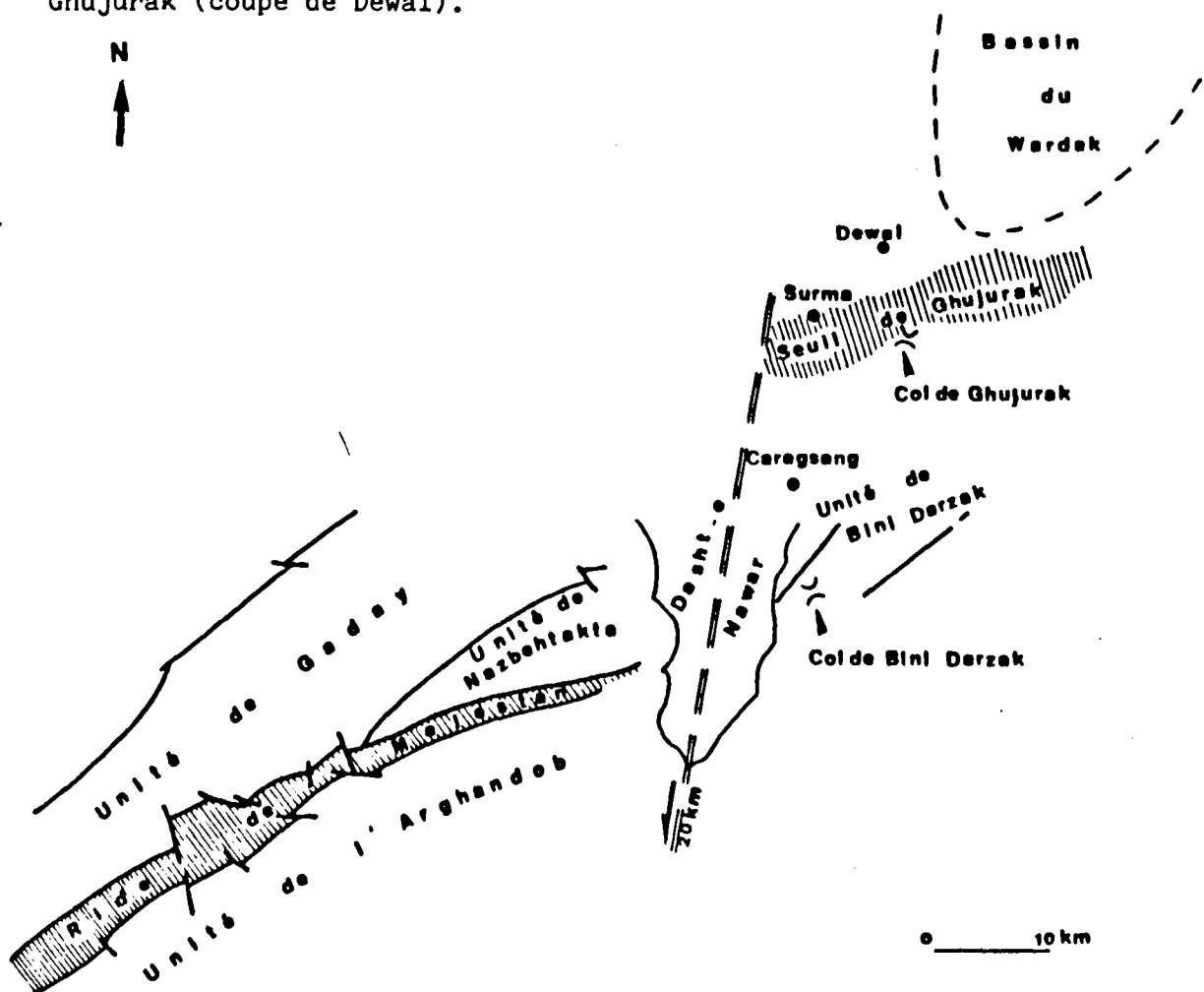


Fig. 19 - Schéma structural de la région de Malestan Dasht-e Nawar (d'après J. Blaise et al. 1985) et de son prolongement vers le Nord Est.

Du Sud-Ouest vers le Nord-Est, dans chacun des différents domaines corrélés, on note une importance de plus en plus grande du phénomène récifal.

A côté de ces variations qui viennent d'être analysées de façon linéaire, selon une direction Nord Nord-Est, Sud Sud-Ouest, on en observe d'autres, analogues, mais de direction Ouest-Est.

A la même hauteur que la coupe de Dewal, mais plus à l'Est, la coupe de Saghana a été levée en détail. Comme dans les coupes un peu plus occidentales (Qajir, Col Rouge, Dewal), on observe, à la base, les encrinites de la Formation de Cawak, progressivement colonisées par des organismes (Tabulés) lamellaires. Mais au-dessus, la Formation de Dewal est nettement moins épaisse (90 m environ) et montre des caractères moins nettement récifaux. Il s'y intercale en effet de nombreux niveaux de calcaires bioclastiques, de calcaires argileux, de calcaires plus ou moins gréseux, de grès ou de quartzites à stratifications obliques. Les niveaux vraiment construits y sont peu nombreux et il convient de noter en outre que les Stromatopores, très bien représentés dans la coupe de Dewal sont ici totalement absents de toute la partie inférieure de la formation et ne sont représentés que dans le sommet (7 derniers mètres) de la Formation.

Si dans la région du Sar-e Ghujurak (coupe de Dewal), les conditions étaient favorables à l'installation et au développement du phénomène récifal, un peu plus à l'Est les tentatives se sont souvent trouvées contrariées par un apport assez constant d'éléments terrigènes ou/et par une bathymétrie un peu plus importante.

Vers l'Ouest, dans le vaste massif de Sayed Tabib, la Formation récifale de Dewal a aussi été repérée et levée en plusieurs endroits: elle présente des ^{caractères} quelque peu différents de ce qui a été observé précédemment.

* Il convient de remarquer tout d'abord, la forte réduction d'épaisseur dont la cause est toutefois très différente des variations d'épaisseur observées dans les coupes du Col de Ghujurak. Ici, ce sont les niveaux supérieurs de la Formation qui sont absents et qui ont manifestement été érodés, puisqu'on retrouve, à la base de la Formation sus-jacente du Koh-e Giru, des mélanges de faunes givétienne et frasnienne.

* Par ailleurs, les caractères de la Formation de Dewal varient latéralement; la figure 20 schématise ces variations. Les corrélations entre les différents levés effectués sont délicates; toutefois, deux constatations suivantes peuvent être faites.

- On note que, vers l'Est, l'érosion est vraisemblablement plus importante, puisqu'il ne subsiste que 6 m de la Formation de Dewal, dont on observe la base, tandis que, vers l'Ouest, la partie visible de la formation atteint au moins une vingtaine de mètres d'épaisseur. Le même phénomène se produit aussi du Sud vers la Nord (cf. fig. 80)

- La lithologie de la formation et la morphologie des organismes qu'elle renferme varient beaucoup d'un levé au suivant;

. vers l'Ouest, on observe surtout des calcaires nettement construits (termes 25 et 27 de la description de la coupe de Sayed Tabib, coupe centre);

. au centre, par contre, la Formation de Dewal est essentiellement constituée par des organismes remaniés, des accumulations de débris de formes massives reliés par des formes lamellaires (termes 18, 20);

. un peu plus à l'Est, on observe essentiellement, dans des niveaux plus argileux, des accumulations de très nombreuses formes branchues, accompagnées de Tétracoralliaires très plats, atteignant jusqu'à plusieurs mètres de largeur et jouant manifestement un rôle stabilisateur.

Il serait sans doute très intéressant de pouvoir corrélérer ces différents affleurements mais, faute de repère biostratigraphique précis, il me semble trop aléatoire de tenter ici une reconstitution.

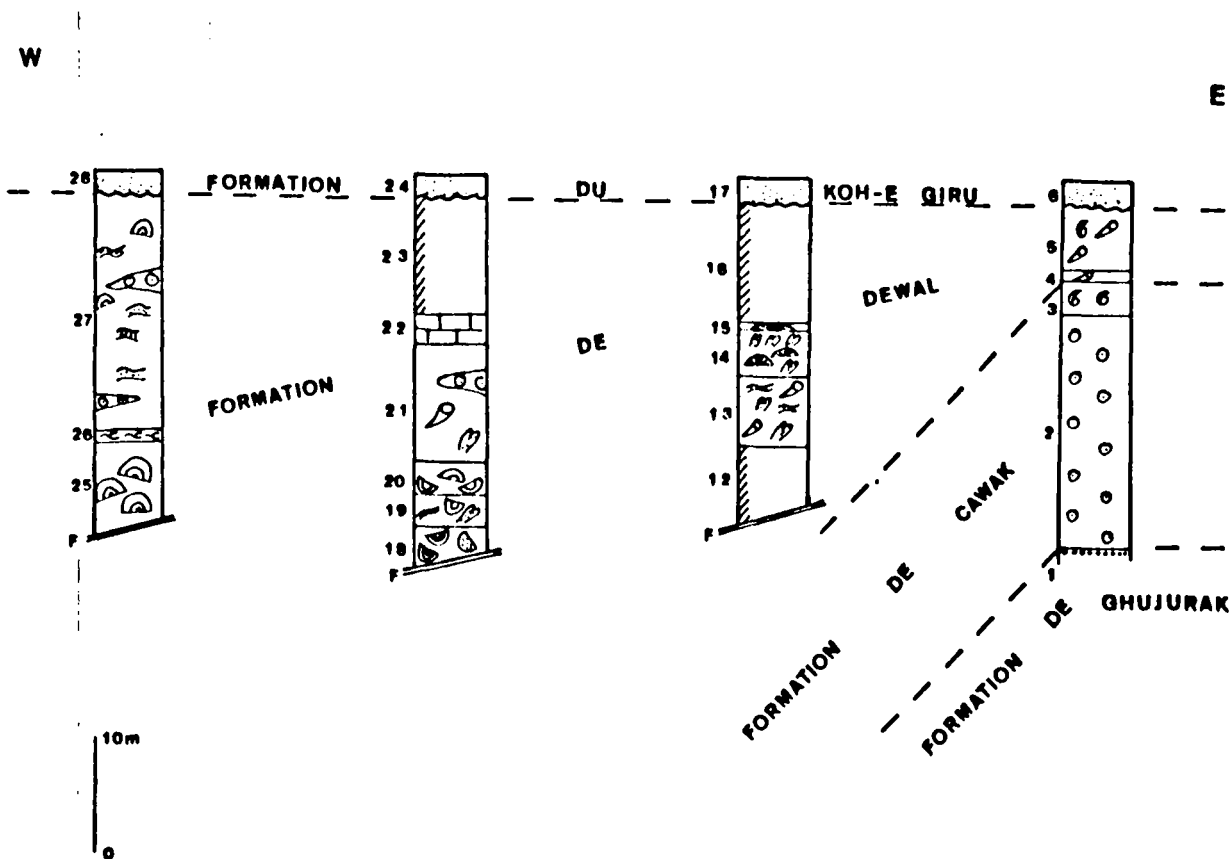


Fig. 20 - Evolution latérale de la Formation de Dewal p.p., observée dans la coupe de Sayed Tabib centre. On constate que la formation est nettement plus épaisse à l'Ouest qu'à l'Est. Elle est recouverte en discordance cartographique par la Formation du Koh-e Giru, d'âge frasnien moyen, qui renferme des éléments de faune givétienne remaniés.

B) Secteur de Bokan (coupe de Okak, Cawak, Bokan, Kamar, Bulaqrah et Quark-e Bodak nord)

Au Nord du secteur précédemment examiné, la série, correspondant au mésodévonien et à la base du Frasnien, apparaît très épaisse. A la Formation de Dewal observée plus au Sud, se substitue ici la Formation de Cawak qui est particulièrement bien développée dans la coupe de Bokan.

Par rapport aux observations précédentes qui concernaient le secteur méridional, il convient de souligner, pour le secteur de Bokan, les trois faits suivants.

- La puissance de la série.
- Le caractère plus terrigène des dépôts. Le quartz détritique y est présent de façon quasi constante, sous forme d'une fraction fine (silt) plus ou moins importante; il est encore épisodiquement représenté par

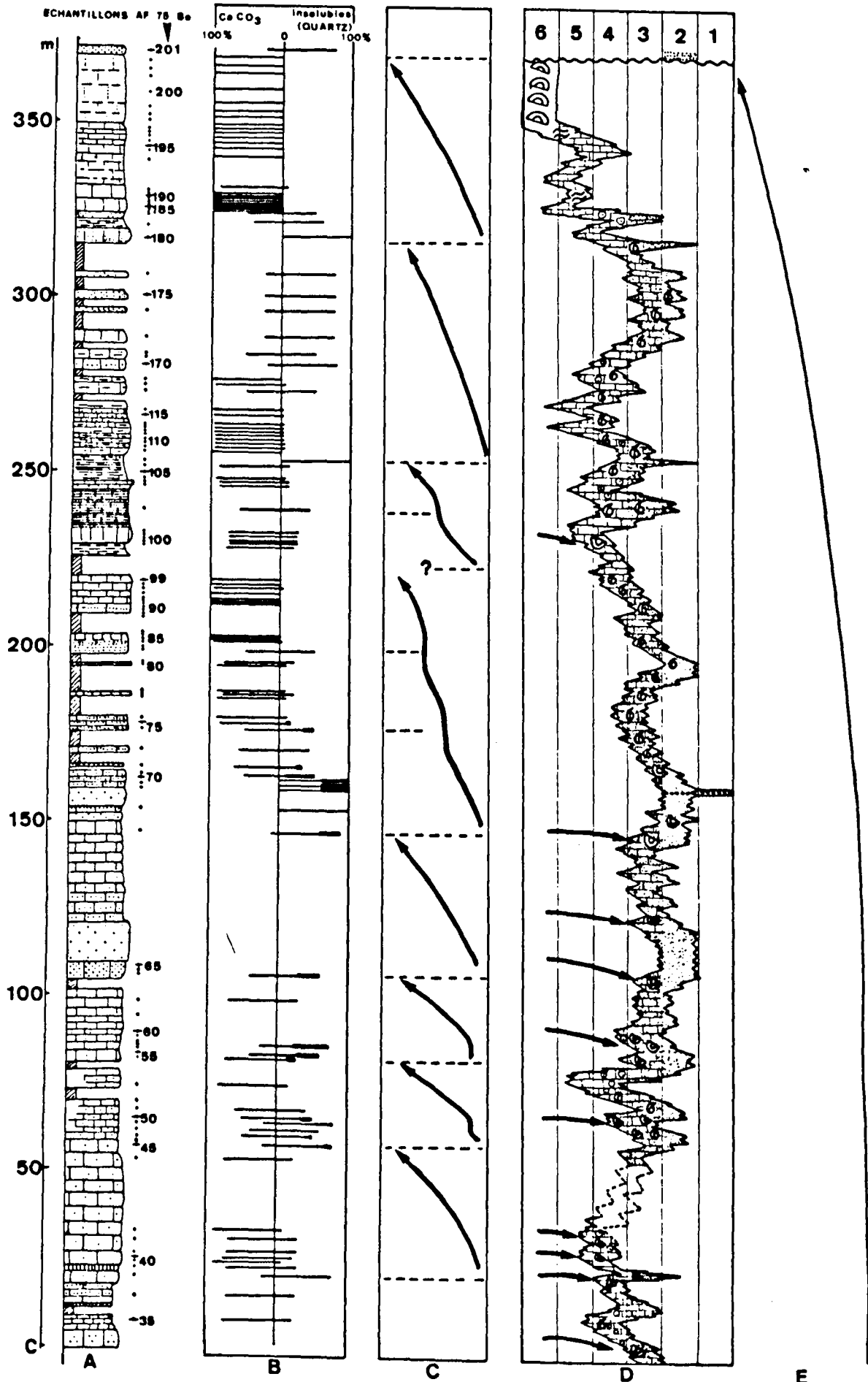


Fig. 21 - Formation de Cawak dans la coupe de Bohan.
 A: Succession lithologique observée et localisation des échantillons prélevés (AF 75 Bo 35 à 200; les numéros des échantillons ont été indiqués, faute de place, de 5 en 5).

une fraction plus grossière (grains arrondis, de taille égale ou supérieure au millimètre).

- L'abondance locale de constructeurs mais l'absence de tout niveau construit, hormis le Membre de Bodak. Les constructeurs sont bien représentés, mais toujours par des débris, souvent de grande taille, dans une matrice de calcaire gréseux, parfois même dans un grès. Cette absence de niveaux véritablement construits va de paire avec une abondance de niveaux à Brachiopodes.

Il est par conséquent manifeste qu'au cours du mésodévonien (Formation de Cawak, à l'exclusion de son Membre supérieur de Bodak), le phénomène récifal, magnifiquement développé au Sud, n'a pu s'installer dans la région de Bokan. On assiste bien à quelques tentatives d'installation (terme 85 et 111 de la description de la coupe de Bokan) mais elles se soldent toujours par un échec.

Des explications peuvent être proposées.

* Cette absence de constructions récifales se comprend très aisément quand on constate l'importance de la fraction terrigène grossière. Il est normal d'imaginer, pour expliquer ces apports de terrigènes, la présence d'un fleuve dont l'embouchure se situait à l'Ouest de Bokan. La turbidité des eaux dans cette région s'opposait donc à tout développement récifal.

* La grande épaisseur de la Formation de Cawak, au droit de Bokan, tout comme celle des autres formations, permet aussi d'envisager, au débouché de ce fleuve, un "couloir" plus subsident qui drainait les apports terrigènes les plus fins vers le Bassin du Wardak situé plus à l'Est. Les calcaires micritiques sont en effet pratiquement absents de la Formation de Cawak dont les dépôts sont, en majorité, de type grainstone.

C'est donc à la fois l'abondance de terrigènes et un taux de subsidence trop important qui contrarient toute velléité de développement récifal.

La figure 21 met en évidence cet apport à la fois continu et saccadé de terrigènes. On constate une certaine rythmicité dans la succession des dépôts, l'apport de terrigènes et de débris d'organismes constructeurs.

B: Indication du pourcentage de Ca CO₃ et d'insolubles (essentiellement représentés par des quartz), d'après quelques calcimétries et des estimations en lames minces. Pour la fraction insoluble, le trait fin représente les terrigènes fins, le trait épais, les terrigènes grossiers. On remarque que ces derniers sont surtout présents dans le tiers inférieur de la formation, la base exceptée. On constate aussi que les apports de terrigènes sont rythmés et permettent d'établir des coupures.

C: Séquences basées sur les reprises de sédimentation terrigène.

D: Répartition schématique des faciès rencontrés;

-1- niveau conglomératique (un seul a été bien repéré; il est peut-être à mettre en corrélation avec les passées conglomératiques, observées plus au Sud, au sommet de la Formation de Ghujurak);

-2- grès;

-3- calcaires gréseux souvent riches en Brachiopodes;

-4- calcaires crinoidiques (à Brachiopodes);

-5- calcaires à organismes constructeurs (lamellaires);

-6- calcaires construits.

Les flèches notées dans cette colonne et présentes dans les deux tiers inférieurs de la Formation de Cawak indiquent l'arrivée de débris de constructeurs (Stromatopores, Tabulés) provenant du démantèlement de niveaux construits. Cet apport de gros débris se superpose, en partie, à la reprise des apports terrigènes.

E: La Formation de Cawak correspond, dans son ensemble à une mégaséquence régressive.

La figure 22 représente une séquence théorique de cette évolution dont le terme ultime, récifal, ne se réalise qu'une fois dans la coupe levée à Bokan, au sommet de la Formation de Cawak (= Membre récifal de Quark-e Bodak).

Faute de repères biostratigraphiques suffisamment précis, il n'est pas possible de mettre en corrélation cette rythmicité des dépôts avec celle observée dans la coupe de Dewal; il semble toutefois évident que la cause de cette évolution soit la même que celle invoquée précédemment: une subsidence régulière mais saccadée.

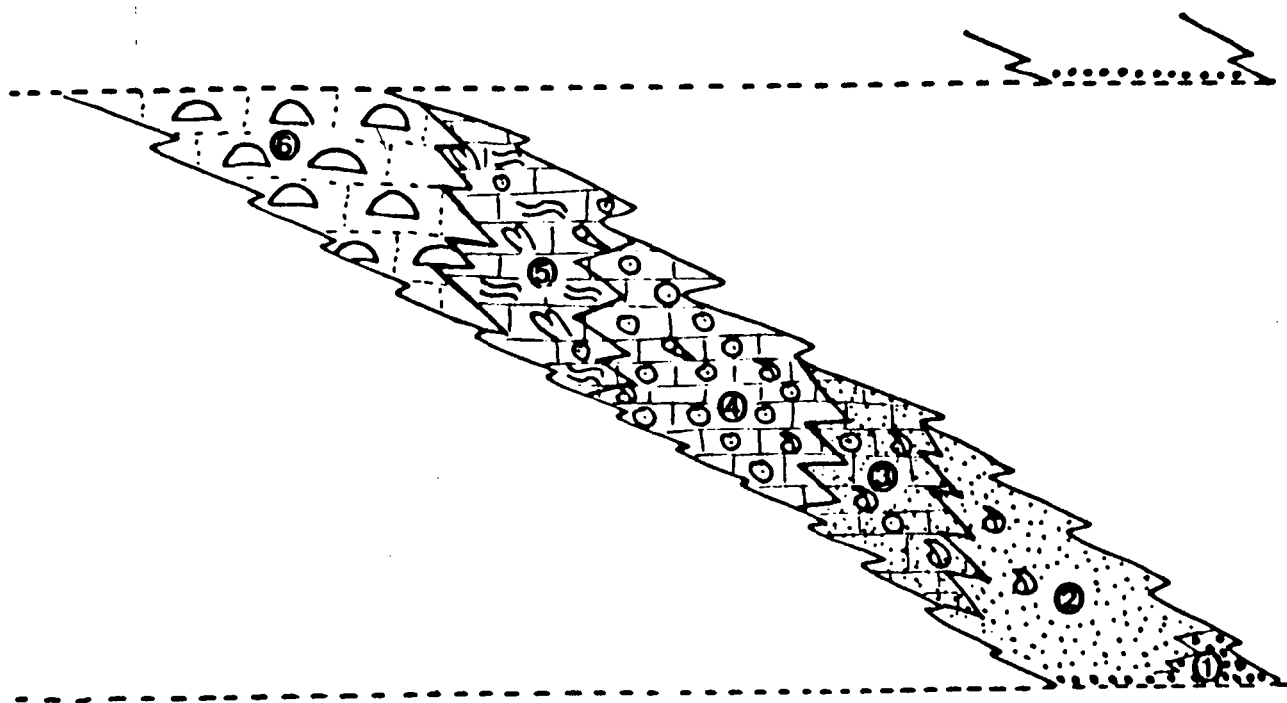
La Formation de Cawak se termine toutefois par le Membre récifal de Quark-e Bodak, d'âge frasien inférieur, qui présente paradoxalement son meilleur développement dans la coupe de Bokan, alors que plus au Nord (coupe de Kamar, Bulaqrah) ou au Sud (coupe de Cawak), il est moins développé (fig. 23).

Ici encore on assiste à une installation très progressive du régime récifal. Le sédiment passe peu à peu de calcaires de type grainstone (terme 113) ou rudstone (terme 121) à d'autres de type bafflestone (terme 129a) ou bindstone (terme 129c), puis à des framestone (terme 129 d-e-f). Comme il a été observé précédemment (coupe de Dewal), cette évolution ne se fait pas régulièrement mais se marque par des hésitations, des retours en arrière (fig. 24).

Le "couloir subsident", précédemment envisagé, semble avoir fonctionné à la latitude de Bokan et s'atténuer rapidement au Nord et au Sud. En examinant les coupes un peu plus septentrionales ou méridionales on constate, en effet, les deux caractères suivants (fig. 23).

- Une diminution de l'épaisseur de la Formation de Cawak.
- La présence, dans la Formation de Cawak, de niveaux nettement construits (terme 14 et 19 de la coupe de Cawak; terme 9, 15, 17 de la coupe de Okak) qui n'existent pas dans la coupe de Bokan.

Cette zone de Bokan gardera par la suite un taux de subsidence plus élevé que les régions voisines, comme en témoignent les épaisseurs de la Formation du Koh-e Giru dans les différentes coupes (fig. 23).



Au Frasnien inférieur, les conditions sont donc devenues propices au développement récifal dans la région de Bokan, ce qui signifie que l'apport de terrigènes a cessé et que, paradoxalement, la région a dû connaître une légère surrexion. Je rappellerai qu'on a noté précédemment, dans les coupes du Massif de Sayed-Tabib, l'absence de Frasnien inférieur et le remaniement de dépôts givéliens lors du Frasnien moyen, ce qui supposait aussi un léger relèvement de la région. Si, au Sud (Sayed-Tabib), ce relèvement cause une érosion des dépôts sous-jacents, dans la région de Bokan il a pour conséquence une bathymétrie favorable au développement récifal.

Le Membre de Quark-e Bodak atteint, lui aussi, son maximum d'épaisseur dans la coupe de Bokan (43 m); latéralement il s'amenuise et finit par disparaître (coupe de Cawak sud). Toutefois, dans le détail, sa morphologie est plus complexe. Dans la coupe de Bokan elle-même, son épaisseur varie fortement, entre le flanc nord et le flanc sud de l'oued qui le traverse en gorge (pl. I, fig. 2) et un peu au Nord de la coupe, il s'amincit très fortement.

Dans toutes les coupes levées dans le secteur il est présent mais il est très probable qu'il soit en fait discontinu. L'on peut penser qu'au couloir subsident précédemment évoqué pour le mésodévonien, se superpose, au Frasnien inférieur, une barrière récifale discontinue traversée par les exutoires.

C) Bordure orientale du Dasht-e Kotub

Au Nord de la région précédente, et après l'interruption de la région schisteuse de Ternawa, les calcaires construits sont également développés au Dévonien moyen; ils sont essentiellement représentés par la Formation du Sin Ghar qui a été repérée dans toute une série de coupes en bordure orientale du Dasht-e Kotub (Sin Ghar, Spin Ghar, Koh-e Barik, Koh-e Yakruya). Toutefois le phénomène récifal ne connaît pas la même ampleur qu'au Sud. Dans la coupe du Sin Ghar, la formation qui porte ce nom est bien développée, elle atteint 70 m environ d'épaisseur (cf. description de la coupe) tandis que dans d'autres coupes (Spin Ghar), elle dépasse à peine la dizaine de mètres.

Comme précédemment, on peut observer une certaine logique dans la succession des organismes constructeurs (coupe du Sin Ghar, terme 4) mais de façon moins nette et moins spectaculaire car les calcaires sont souvent beaucoup plus affectés par la diagenèse, fracturés, traversés de filonnets de calcite... On note cependant certaines particularités; ainsi les calcaires récifaux peuvent parfois débiter directement par des niveaux à constructeurs massifs, de type framestone, reposant sur la Formation de Bokan; les phases d'installation du régime récifal, phase de stabilisation notamment, sont absentes, ce qui permet de conclure que le toit de la Formation de Bokan présentait une stabilité certaine pour servir de sole au récif.

La coupe du Spin Ghar est intéressante pour plusieurs raisons; elle permet, en particulier, d'observer des variations de faciès orientées Ouest-Est, et affectant différentes formations dont celles de Bokan (fig. 7) et du Sin Ghar.

Dans la partie Ouest de la coupe, la Formation de Bokan est extrêmement réduite, elle ne dépasse guère la vingtaine de mètres; elle atteint une cinquantaine de mètres un peu plus à l'Est, puis, plus d'une centaine de mètres plus à l'Est encore, avant de passer au faciès schisteux de la Formation d'Olsenak en bordure du Bassin du Wardak.

- Cette très faible épaisseur de la Formation de Bokan (elle atteint presque le millier de mètres plus au Sud) dénote l'existence d'un haut

fond, particulièrement marqué à l'emplacement de la coupe du Spin Ghar, mais qui se retrouve au niveau de toutes les coupes levées en bordure du Dasht-e Kotub où il se marque par une réduction sensible de l'épaisseur des sédiments. C'est sur ce haut-fond que s'installent des organismes constructeurs, directement sur le toit de la Formation de Bokan, et que se met en place, au cours du Givétien, une barrière récifale qui correspond à la Formation du Sin Ghar. Cette barrière connaîtra apparemment des émergences temporaires, comme l'indiquent les surfaces rubéfiées rencontrées dans plusieurs coupes et les processus de karstification probables observés dans la coupe du Sin Ghar (fig. 40).

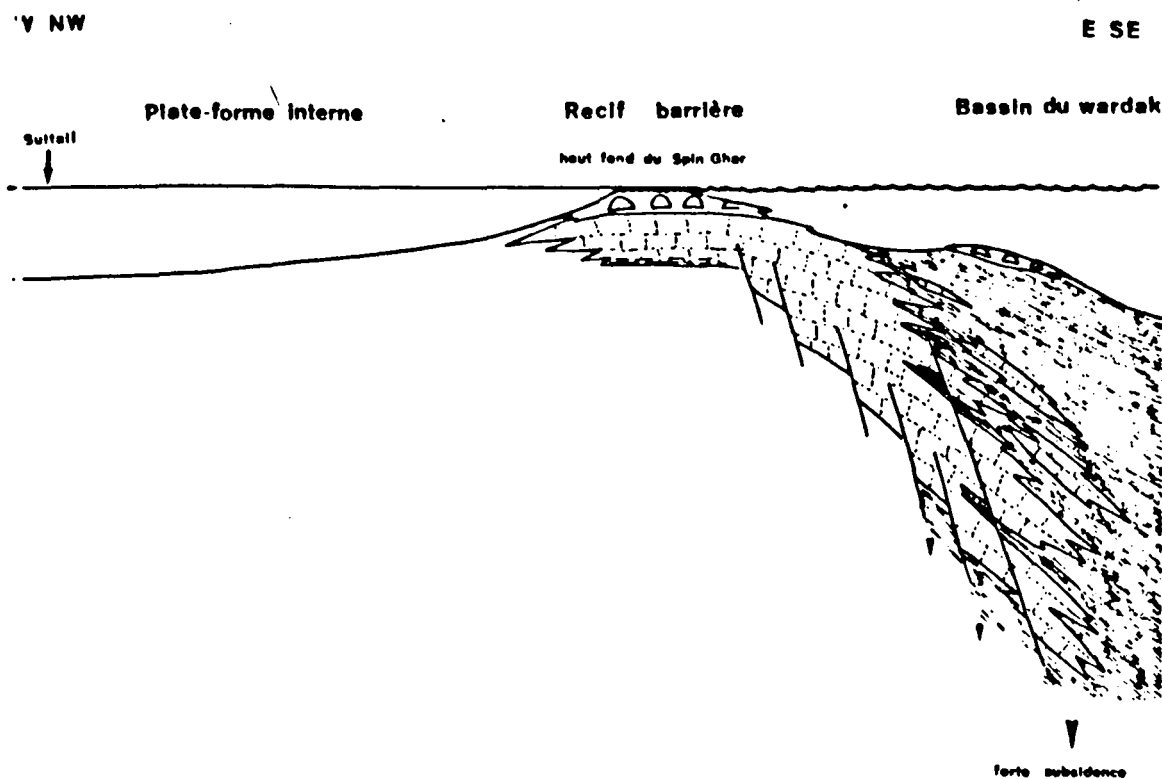
- Quant aux variations extrêmement rapides d'épaisseur de la Formation de Bokan, elles ne peuvent s'expliquer que par le jeu de failles synsédimentaires situées en bordure du Bassin subsident du Wardak (fig. 25).

. Dans ce secteur, d'autres niveaux construits, approximativement de même âge (Givétien ou base du Frasnien ?), ont encore été repérés mais cette fois un peu plus à l'Est, dans la Formation d'Olsenak (coupe du Spin Ghar, terme 12 et 14 à 21). Il ne s'agit toutefois que de petits épisodes carbonatés au sein d'une série à prédominance détritico-pélicite.

Il est donc permis de penser qu'épisodiquement, sur le rebord du Bassin du Wardak, la subsidence était moins accentuée, ce qui rendait possible l'installation locale d'organismes constructeurs. Ces périodes de faible subsidence sont peut être à mettre en relation avec les moments de quasi-émergence de la barrière récifale.

A l'Ouest de cette barrière, des dépôts dévoniens de même âge se retrouvent à une vingtaine de kilomètres environ (situation actuelle). Ce sont les calcaires noirs de la Formation de Badragha de la coupe de Sultali qui correspondent à des faciès de plateforme interne et qui seront analysés ci-après avec le secteur septentrional.

Les observations précédentes permettent d'ébaucher une reconstitution paléogéographique qui sera reprise et complétée par la suite.



. Dans la partie sud-orientale du secteur, elle forme par endroits (coupe de Tanabed), au Givétien, une barre récifale puissante, d'aspect général très massif, constituée de calcaires framestone ou rudstone; elle s'amenuise vers le Sud-Est (fig. 28). Au Frasnien se développent aussi des calcaires récifaux moins épais, de type bindstone à matrice micritique.

Un peu plus à l'Ouest (coupe de Takhtakay) la Formation du Sin Ghar apparaît très peu épaisse, condensée. Bien qu'on ne puisse exclure des causes tectoniques (faille mettant en contact des bancs d'âges légèrement différents, cf. description de la coupe), il est permis de penser qu'on retrouve ici le haut-fond mis en évidence plus au Sud, en bordure du Dasht-e Kotub.

Dans la bande nord-occidentale suivante, les faciès sont déjà un peu plus confinés et les constructions récifales montrent un développement moindre; la faune récifale est encore abondante mais plus dispersée. La coupe du Koh-e Qutun en donne un bon exemple et apporte des informations intéressantes pour la reconstitution du milieu.

- La partie givétienne de la Formation du Sin Ghar y est essentiellement représentée par des calcaires sombres, de type wackstone à floatstone, à débris de *Stachyodes* (coupe du Koh-e Qutun, terme 8) qui marquent un certain confinement. Les niveaux construits (ou à constructeurs) correspondent à quelques bancs de calcaires (framestone ou rudstone) dans un sédiment de type wackstone-mudstone (coupe du Koh-e Qutun, terme 6, 7, 8).

- Au Frasnien, on retrouve d'abord quelques bancs construits (terme 16) puis, dans des calcaires sombres micritiques, à débris d'Amphipores (tendance au confinement) s'individualisent plus ou moins nettement quelques petits "patch-reefs" de taille métrique (fig.), constitués de calcaires de type bindstone (terme 20).

L'analyse des passages latéraux des "patch reefs" aux sédiments encaissants montre une variation très progressive de la morphologie et de la nature des organismes et de la nature du sédiment, signalée dans la description de la coupe et qui peut se résumer ainsi (fig. 26).

éch.	AF 78 KK 3	AF 78 KK 4	AF 78 KK 5
sédiment	Wackstone	Floatstone	Bindstone
faune			"PATCH-REEF"

Plus à l'Ouest encore (coupe de Badragha), les calcaires à caractères récifaux précédents passent à la Formation de Badragha, constituée de calcaires noirs, souvent très riches en Brachiopodes. Il s'agit, le plus souvent, de sédiments de type mudstone, wackstone ou packstone (biomicrite ou pelmicrite), plus rarement de grainstones.

Les niveaux construits (Membre de Baghalak) sont d'âge givétien supérieur et situés à la base de la Formation de Badragha. Ils apparaissent nettement plus discontinus et circonscrits.

Enfin, tout à fait au Nord-Ouest (coupe du Koh-e Zardak), le givétien n'existe pas, les niveaux à constructeurs ou construits sont d'âge frasnien, dont un, localisé au sommet de la Formation de Badragha, il s'agit du Membre du Koh-e Zardak.

Ce Membre épais de 27 m, se présente comme un ampilement de constructeurs où dominant nettement les formes lamellaires et tabulaires (Tabulés, Stromatopores), associés à des formes branchues (Tabulés) et à de rares formes massives (Tétracorallaires); on y trouve aussi des Algues (*Sphaerocodium* sp., *Girvanella* sp.) et des Foraminifères (?) encroûtants (*Wetheredella* sp.). L'ensemble est noyé dans une matrice micritique fortement colorée par des oxydes de fer au moins dans les deux tiers inférieurs. Cet aspect évoque nécessairement certains "récifs de Marbre rouge des Flandres", des Ardennes franco-belges et plus spécialement ceux du type R 5b défini par H.H. Tsien, 1979 (ex. carrière de Beauchâteau), les plus riches en organismes et développés à plus faible profondeur.

Dans le prolongement sud-ouest des coupes de Badragha et du Koh-e Zardak, on retrouve des affleurements dévoniens au Koh-e Giru, puis, un peu plus loin encore, dans la région de Sultali.

La formation des calcaires noirs de Badragha montre deux niveaux récifaux; l'un situé à la base et relativement peu développé (coupe de Sultali, terme 5) semble correspondre au Membre récifal de Baghalak, l'autre, situé au sommet et beaucoup plus puissant (coupe de Sultali, terme 20), est l'équivalent latéral du Membre du Koh-e Zardak.

Quelques différences sont à souligner: par rapport à ce qui a été observé plus au Nord, ces niveaux paraissent ici plus continus.

Par comparaison avec les observations effectuées dans la zone méridionale (secteur de Dewal) et les interprétations qui en découlaient, il paraît intéressant de noter quelques analogies mais aussi de souligner certaines différences.

- Au Givétien (fig. 26 A), le phénomène récifal est bien développé mais avec une ampleur nettement moindre que celle qu'il présente au Sud. On n'assite pas, comme c'était le cas dans la région de Dewal - Sar-e Ghujurak, à la progradation des niveaux récifaux. Cependant il est manifeste que la barrière récifale était arrivée "à fleur d'eau" tout au long du haut-fond du Spin Ghar, Sin Ghar, Takhtakay comme en témoignent les indices d'émersion, voire de karstification. Cette progradation, logique et nécessaire au développement de la barrière récifale, est manifestement contrariée par une subsidence trop importante du Bassin du Wardak, qui se marque par les énormes différences d'épaisseurs relevées pour la Formation sous-jacente de Bokan le long de la transversale du Spin Ghar (cf. description de cette coupe et description de la Formation). Toutefois, comme je l'ai souligné précédemment, des tentatives d'avancée vers le bassin ont existé; elles correspondent aux petits niveaux construits, qui se sont développés au sein de la Formation d'Olsenak (termes 12 et 14 à 21 de la coupe du Spin Ghar), lors de périodes vraisemblables de subsidence plus faible, mais qui ont rapidement dépéris, lorsque le taux de ~~la~~ subsidence est redevenu important.

Au Sud, au contraire, c'est sur la terminaison méridionale du bassin du Wardak, où la subsidence est plus faible, que progradent les niveaux récifaux; il est manifeste qu'ici le développement récifal est supérieur aux taux de ~~la~~ subsidence et que la pente faible vers le bassin permet la progradation de ces niveaux récifaux.

- Au Frasnien inférieur (fig. 26 B), par contre, on retrouve la même dynamique que précédemment, le développement récifal se marque par une avancée sur des zones précédemment émergées (Koh-e Zardak).

L'ensemble de ces réflexions permettront de bâtir, au chapitre suivant, des reconstitutions paléogéographiques.

Q U A T R I E M E

P A R T I E

R E C O N S T I T U T I O N S

P A L E O G E O G R A P H I Q U E S

L'analyse des formations, l'étude du phénomène récifal et de son évolution ont permis de poser des pierres d'attente en vue de la reconstitution paléogéographique.

Problème de la tectonique.

Le problème auquel on se heurte, dans tout essai de reconstitution, est celui de la position relative originelle des différents ensembles reconnus.

Dans la région considérée, chacune des coupes observées est généralement séparée de la suivante par des accidents directionnels dont on a souligné précédemment le caractère compressif. Pour tenir compte du resserrement qui en résulte, il conviendrait d'étirer, selon une direction nord-ouest sud-est, l'ensemble du territoire et de multiplier globalement la superficie par un facteur trois, (J. Blaise et al., 1982); mais, dans le détail, ce facteur est susceptible de varier énormément d'un compartiment au suivant (comm. orale Ch. Montenat).

A ce resserrement s'ajoute aussi un coulissage senestre le long des accidents directionnels.

Enfin, les accidents subméridiens, dont le fossé volcano-tectonique du Dasht-e Nawar, ont aussi vraisemblablement joué en décrochement senestre (P. Bordet et al., 1985, p. 63); les corrélations effectuées de part et d'autre du Dasht-e Nawar, entre l'unité de l'Argandob et celle de Bini Darzak, d'une part (P. Bordet et al., 1985), et entre la ride de Malestan et le seuil de Ghujurak d'autre part (fig. 19), mettent en évidence un déplacement de l'ordre d'une vingtaine de kilomètres.

Devant l'impossibilité actuelle de résoudre totalement ce puzzle, il faut se contenter le plus souvent de raisonner de façon "fixiste" sur les affleurements tels qu'ils se présentent actuellement.

ELEMENTS POUR UNE PALEOGEOGRAPHIE DE LA REGION AU DEVONIEN INFERIEUR.

Au Dévonien inférieur (fig. 28), dans la plus grande partie du territoire considéré (secteurs sud et centre), les dépôts sont de nature terrigène et grossiers (Formations de Koh-e Qas, de Sar-e Bum et de Ghujurak p.p.) et n'admettent que de rares intercalations plus fines ou carbonatées.

Plus au Nord, par contre (coupes de Spina Kada nord, de Takhtakay ?), les dépôts de grès et quartzites du Sud passent, en partie ~~et~~ ~~partiellement~~, à des dolomies (Formation de Qutun) qui semblent assez nettement localisés à une zone relativement étroite (position actuelle), en bordure de terres émergées plus occidentales qui ne connaîtront la transgression dévonienne qu'au Givétien (régions de Badragha, Koh-e Giru, Sultali), ou au Frasnien (région du Koh-e Zardak). Il est vraisemblable que, dès cette période, le haut-fond du Sin Ghar et son prolonge-

il y a
dans les
de l'ouest de Takhtakay.

ce dernier

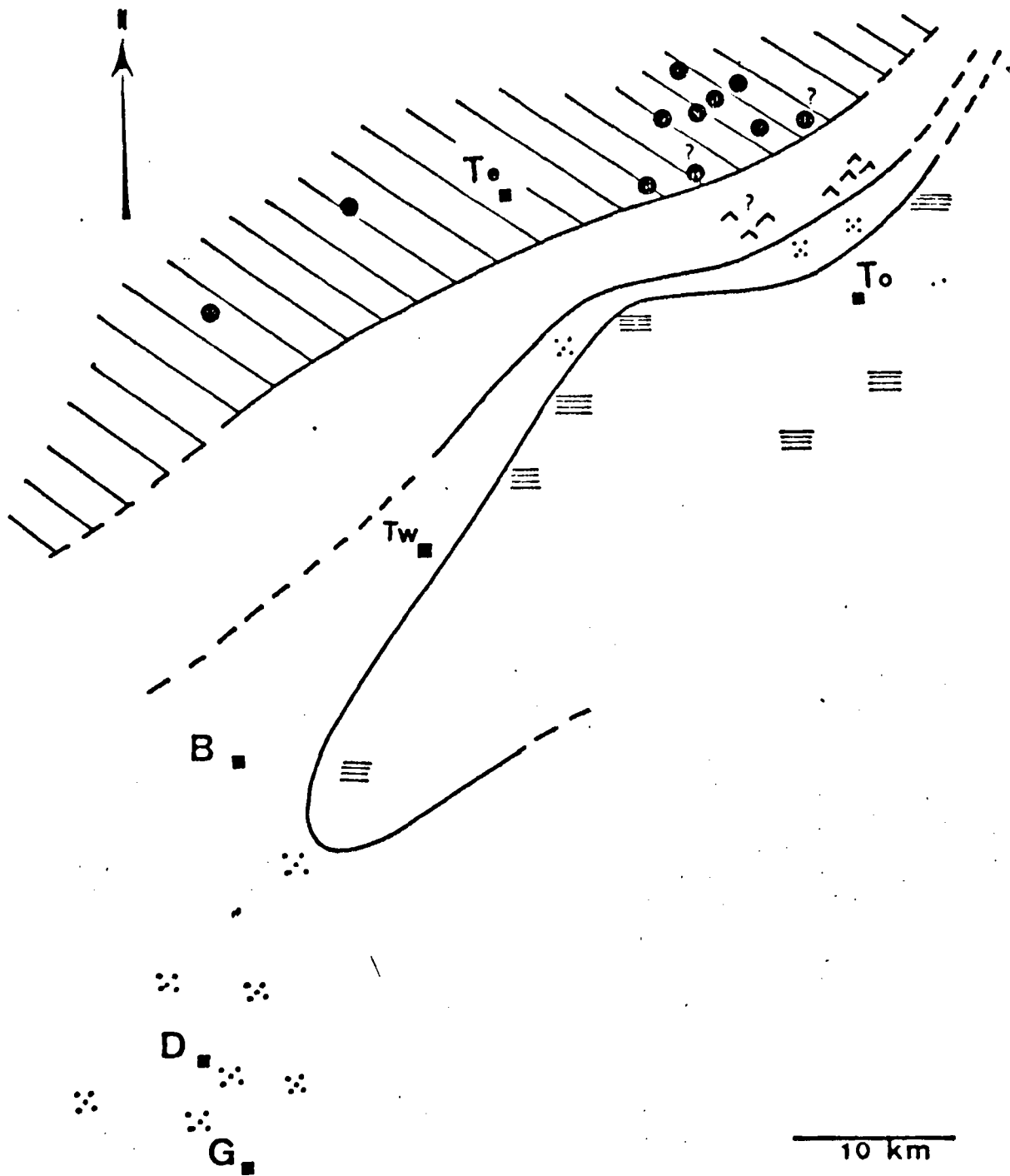


Fig. 28 - Carte schématique de distribution des faciès au Dévonien inférieur.

≡ Formation d'Olsenak.

∴ Groupe de Sayed Tabib (Formations de Koh-e Qas, de Ghujurak et de Sar-e Bum).

^^ Formation grésodolomitique de Qutun.

/// Zones émergées ● absence de dépôts.

B = Bokan; D = Dewal; G = Ghujurak; Te = Tezak; To = Toyka; Tw = Ternawa.

ment septentrional vers Takhtakay, aient déjà fonctionné, isolant une zone côtière où la dolomitisation a pu s'effectuer précocement.

Quant au Bassin du Wardak, à l'Est, il était déjà individualisé; on y connaît en effet une sédimentation détritique et pélagique très monotone, du Silurien au Carbonifère (J. Blaise et al., 1977, p. 125).

Si, au Nord, la plate-forme semble étroite (en l'état actuel des choses), au Sud, la zone de dépôts terrigènes paraît beaucoup plus étendue; elle rejoint, au-delà du Dasht-e Nawar, la région de Malestan où le Dévonien inférieur est aussi de nature terrigène et bien représenté dans plusieurs des unités reconnues (P. Bordet et al., 1985), à l'exception de la ride de Malestan et de l'unité plus nord-occidentale de Gaday qui se caractérise par l'absence de Dévonien inférieur et vraisemblablement moyen (S.S. Karapetov et E.Y. Leven, 1973).

Toute cette région semble correspondre à une vaste plate-forme peu profonde, bordant la marge sud-orientale d'une zone émergée sur laquelle le Dévonien va progressivement transgresser; au Sud-Ouest du Dasht-e Nawar (région de Malestan), elle est interprétée par P. Bordet et al. (1985) comme un "bassin épicontinental très plat, parcouru par de nombreux courants", avec des dépôts de type deltaïque.

Dans ce contexte, il faut encore noter certaines structures, de direction transverse, qui persisteront durant tout le Dévonien. Ainsi, dans la région de Bokan, les quartzites de la Formation de Sar-e Bum sont particulièrement épais, ce qui correspond à une zone de subsidence importante.

Au-delà, vers l'Ouest, il semble que l'on puisse envisager des relations entre les formations du Groupe de Sayed Tabib des Montagnes Centrales avec les dépôts contemporains de l'Afghanistan occidental (région de Rukh) et la Formation de Padeha, d'Iran oriental, aux mêmes types de faciès mais avec cette différence qu'il s'y intercale des niveaux gypsifères. G.M. Stampfli (1978, p. 31) les interprète comme des "dépôts continentaux ou de type sebkha qui ont pu subir des influences marines épisodiques".

Vers l'Est, les raccordements restent beaucoup plus hypothétiques; l'accident de Chaman-Argendeh vient décaler l'ensemble des structures; il faut rechercher bien plus au Nord: 500 km ? (N. Beun et al., 1979) les prolongements éventuels des différentes structures.

La zone étudiée correspondrait donc à la marge orientale, en bordure du Bassin du Wardak, d'un long domaine qui s'étendrait jusqu'en Iran pour remonter ensuite jusqu'en Afghanistan occidental, en contournant une vaste zone émergée constituée par l'Afghanistan central et méridional (bloc du Seistan), sans doute associé au bloc du Lut iranien, qui jouera constamment le rôle de haut-fond (F. Golshani et al., 1973). Cependant, il ne semble pas que cette zone émergée ait constitué la source principale des apports terrigènes. P. Bordet et al. (1985) mettent en effet en évidence, dans l'unité la plus méridionale (Arghendob) qu'ils reconnaissent au Sud-Ouest du Dasht-e Nawar, une aire d'alimentation orientale. Cette constatation et la polarité observée dans le secteur étudié (terrigènes et dépôts plus grossiers au Sud, carbonates et dépôts plus fins au Nord) permettent d'envisager la présence de reliefs plus importants au Sud-Est des régions considérées, au-delà de la terminaison méridionale du Bassin du Wardak.

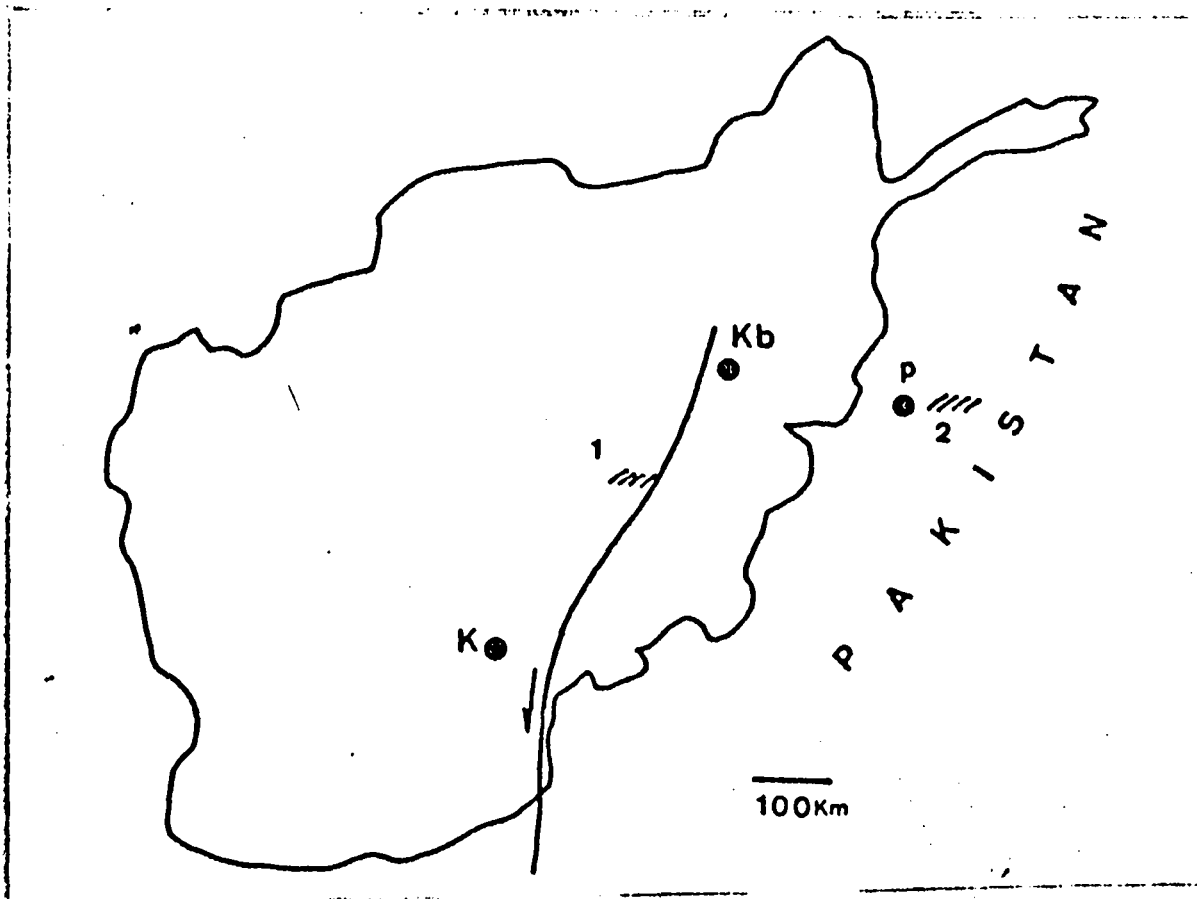
Toutefois, au sein de ces dépôts terrigènes de la partie sud du secteur étudié, on connaît quelques formations récifales, riches, en Favositidés, dont l'âge, silurien ou dévonien inférieur ?, n'a pu être précisé (une attaque pour la recherche d'Ostracodes n'a pas donné de résultat). Plus au Nord (région de Sar-e Pori), R. Desparmet (1969), R. Desparmet et J. Lafuste (1970) ont aussi signalé et décrit une faune de Tabulés caractéristiques du Silurien.

On ne connaît apparemment pas de carbonates de même âge plus à l'Ouest. Par contre, au Nord-Est, au Pakistan, dans la région de Nowshara, à une cinquantaine de kilomètres à l'Est de Peshawar (fig. 29), K.W. Stauffer (1968) a décrit des récifs datés de l'extrême base du Dévonien (ou du Silurien supérieur) qui pourraient constituer un éventuel prolongement de ceux observés au Sud-Est du Dasht-e Nawar (coupe de Caragsang); le décrochement provoqué par l'accident de Chaman-Argendeh serait, dans cette hypothèse de l'ordre de quelques centaines de kilomètres (150, 250 ?), ce qui semble peu au vu des valeurs précédemment annoncées.

Dans son travail, K.W. Stauffer envisage trois schémas différents de reconstitutions paléogéographiques possibles. S'il convient de raccorder les affleurements afghans à ceux de Nowshara la première hypothèse envisagée par K.W. Stauffer, d'une barrière récifale sur la bordure septentrionale d'une zone émergée, semble la plus probable; c'est aussi celle qui conviendrait ici (fig. 30 A).

Par ailleurs, aux récifs de la Formation de Nowshara se superpose la masse importante des quartzites blanc à rose de Misri Band, qui atteignent 600 m d'épaisseur et que l'on peut mettre en corrélation avec la Formation de Ghujurak.

Le schéma de reconstitution paléogéographique du Dévonien inférieur, proposé par G. M. Stampfli (1978) pour l'ensemble Iran-Afghanistan peut être repris et complété pour sa partie orientale (fig. 30).



3) Fig. 29 - Position relative des affleurements récifaux à la limite Silurien-Dévonien dans le Dasht-e Nawar (1) et dans la région de Nowshera¹ (Pakistan), de part et d'autre de la faille de Chaman-Argendeh. Kb = Kabul; K = Kandahar; P = Peshawar.

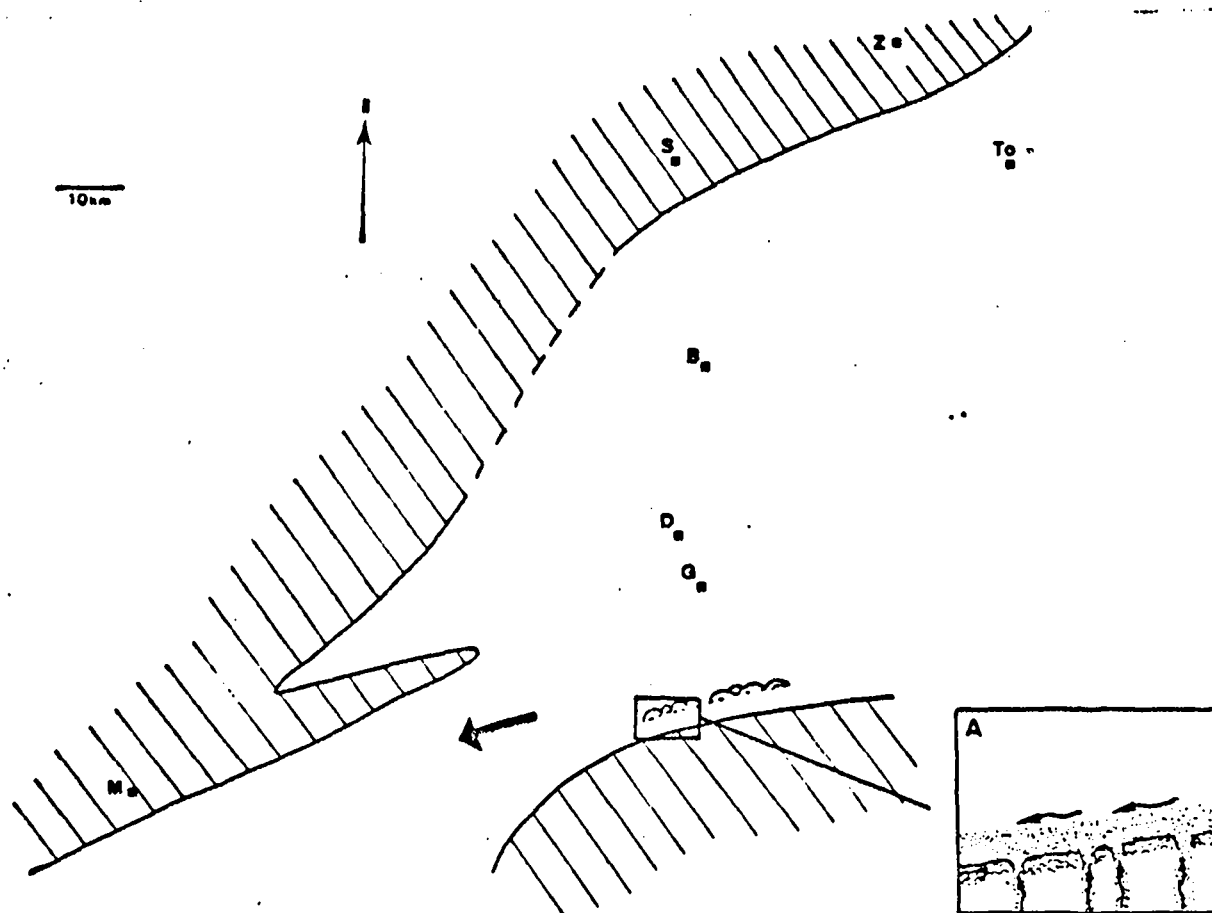


Fig. 30 - Reconstitution paléogéographique schématique de la région au Dévonien inférieur.

A: Schéma proposé par K.W. Stauffer (1968), pour la région de Nowshera, et appliqué à la région de Bini Darzak.

← Sens des apports reconnu par P. Bordet et al. (1985).

B = Bokan; D = Dewal; G = Ghujurak; M = Malestan; S = Sultali; Z = Zardak.

SITUATION A LA FIN DU DEVONNIEN INFÉRIEUR - BASE DU DEVONNIEN MOYEN

A partir de la fin du Dévonien inférieur, on assiste à une diversification des faciès (fig. 31), marquée par l'apparition de carbonates, avec en particulier la Formation de Bokan qui semble occuper une position bien particulière, sur la bordure du Bassin de Wardak. Elle se développe en effet uniquement dans les parties septentrionale et centrale de la région étudiée, tandis qu'au Sud, la sédimentation reste nettement terrigène (Formation de Ghujurak), ce qui semble confirmer l'origine méridionale des apports de terrigènes, tout en admettant cependant quelques lentilles calcaires. A l'arrière de la Formation de Bokan, on retrouve, dans la même position mais ayant transgressé vers l'Ouest, la Formation dolomitique de Qutun et, un peu plus au Sud, les dépôts grésocalcaires de la Formation de Cawak.

Les lentilles calcaires, intercalées dans la Formation de Ghujurak, sont caractérisées par une activité algale importante: oncolithes, stromatolithes (cf. description de la formation). Des débris d'organismes constructeurs (Tabulés, Stromatopores) accompagnent parfois les Algues et témoignent de l'existence relativement proche de niveaux construits. Il semble difficile de rechercher, pour ces débris

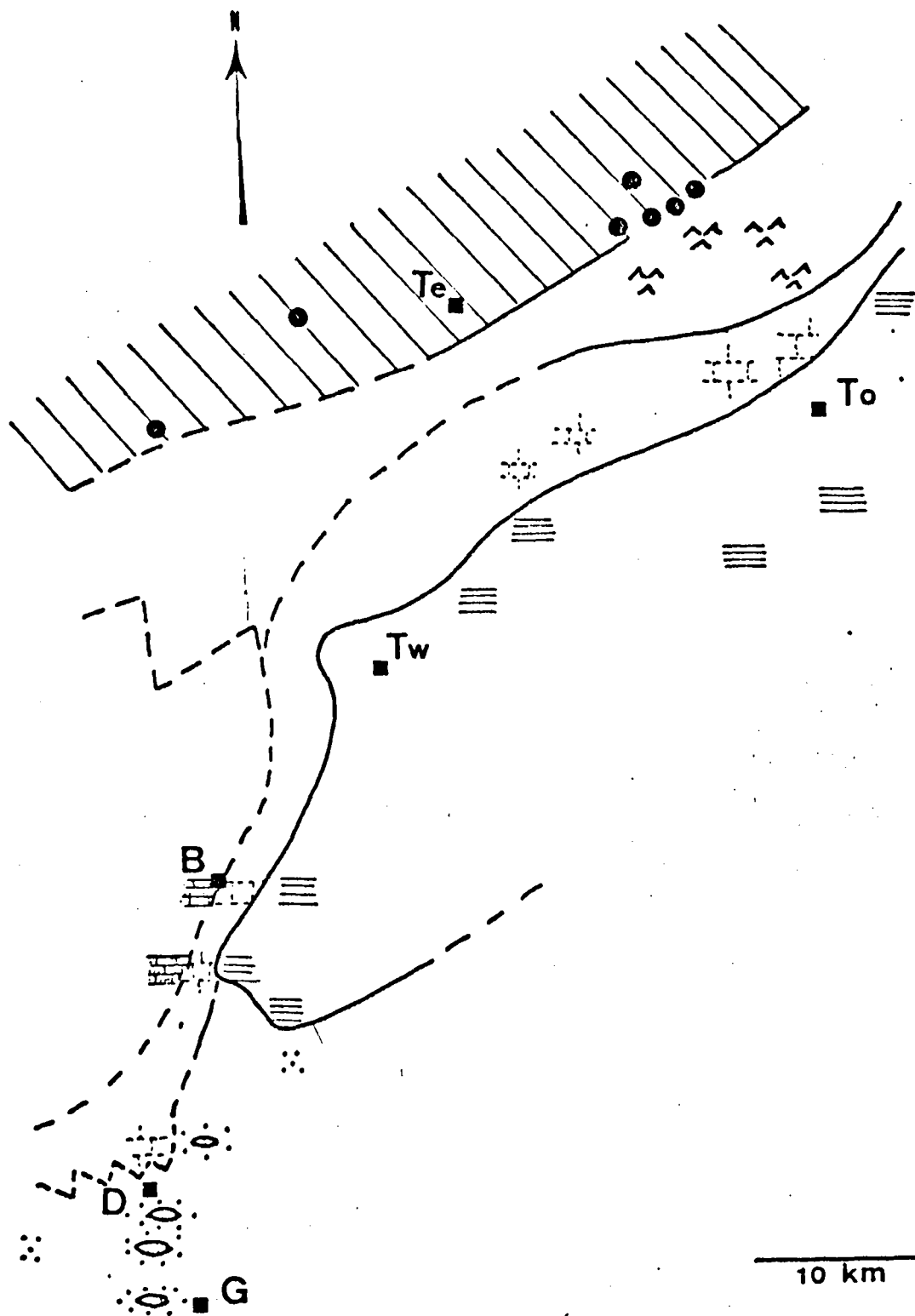


Fig. 31 - Carte schématique de distribution des faciès vers la limite Dévonien inférieur, Dévonien moyen.

- ≡≡≡ Formation d'Olsenak.
- ⊖ Formation de Ghujurak avec des lentilles calcaires de la Formation de Bokan.
- ⋯ Formation de Bokan.
- ≡≡≡ Formation de Cawak.
- ^^ Formation grésolo-dolomitique de Qutun.

(suite de la légende: cf. fig. 281)

de constructeurs, une origine septentrionale (la Formation de Bokan est en effet toujours pauvre en constructeurs), par contre le démantèlement des calcaires récifaux de la région de Caragsang évoqué ci-dessus, pourrait servir de zone d'alimentation.

Sur la plate-forme peu profonde envisagée précédemment, les courants devaient creuser localement des sortes de larges vasques où étaient piégés ces débris de constructeurs et où les Algues trouvaient un milieu propice à leur développement (cf. interprétation de la Formation de Bokan).

Les faciès carbonatés de la Formation de Bokan ne se retrouvent pas à l'Ouest (Iran) où toutes les formations correspondent à des dépôts sur une grande plate-forme détritique terrigène.

La situation de la formation de Bokan, à la limite d'une plate-forme terrigène peu profonde et du Bassin du Wardak, évoque celle des quartzites de Muth, dépôts sableux peu profonds qui, vers l'Est, passeraient aux calcaires du Dhaulagiri, en bordure d'un géosynclinal (V. I. Gupta, 1969 p.).

J. Stöcklin (1977, p. 344-345, fig. 1) assimile de fait la zone de Wardak-Nawar à une fosse géosynclinale intracratonique et la considère comme un jalon entre les "Karakorum Black Slates" du Nord du Pakistan et les dépôts du domaine profond du Sirjan Hamadan, au Nord du Zagros, en Iran. Il apparaît toutefois nettement que la continuité entre ces dépôts, envisagée par J. Stöcklin, ne peut exister; le Bassin du Wardak vient nettement se terminer, au Nord-Est du territoire étudié. On ne peut donc, comme l'envisage J. Stöcklin, en imaginer le prolongement sous les dépôts quaternaires de la dépression du Seistan.

PALEOGEOGRAPHIE AU GIVETIEN

Pour la période givétienne il convient de souligner les deux caractères fondamentaux suivants (fig. 32).

- le cadre paléogéographique reste approximativement le même, simplement modifié par l'accentuation de quelques traits préexistants (haut-fond du Sin Ghaz, zone subsidente de Bokan, prolongement de la ride de Malestan);
- le type de sédimentation est totalement modifié et le phénomène récifal connaît un développement important.

La sédimentation terrigène cesse et passe à une sédimentation carbonatée (fig. 32), calcaires d'accumulations puis calcaires construits, ces derniers étant particulièrement bien développés dans la région de Dewal, au Nord du seuil de Ghujurak. A partir de cette région, les récifs progradent largement vers le Bassin du Wardak (fig. 33); ils se développent aussi vers l'Ouest: Massif de Sayed Tabib et, au-delà du Dasht-e Nawar, dans l'unité de Nazbehtakta (P. Bordet et al., 1985). Les conditions sont donc particulièrement favorables à leur développement. Les apports de terrigènes, en provenance du Sud, n'existent plus; le seuil de Ghujurak empêche leur arrivée jusque dans la région de Dewal. Il semble d'ailleurs qu'ils aient été moins importants puisque dans la région méridionale, au Sud du seuil de Ghujurak, des calcaires récifaux se développent à nouveau mais avec une importance bien moindre que plus au Nord; ils s'amenuisent d'ailleurs rapidement vers l'Ouest, puisqu'ils n'existent plus dans l'unité de l'Arghandob, leur prolongement occidental (P. Bordet et al., 1985).

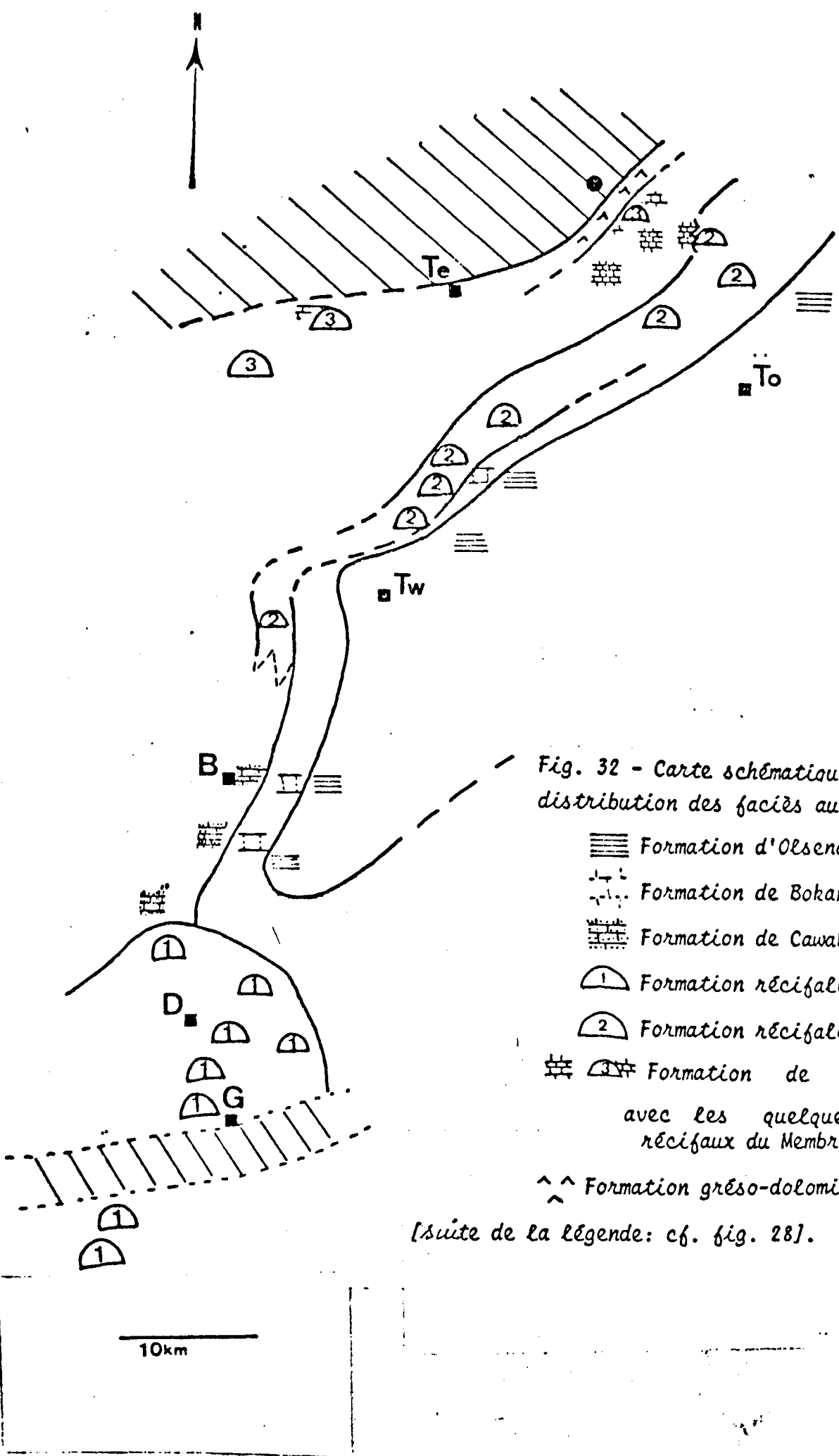


Fig. 32 - Carte schématique de distribution des faciès au Givétien.

- ≡≡≡ Formation d'Olsenak.
 - - - Formation de Bokan.
 - ⊞⊞⊞ Formation de Cawak.
 - ① Formation récifale de Dewal.
 - ② Formation récifale du Sin Ghar.
 - ③ Formation de Badragha
- avec les quelques niveaux récifaux du Membre de Baghalak.
- ^^ Formation grésolo-dolomitique de Qutun.

[suite de la légende: cf. fig. 28].

Au Nord, le phénomène récifal connaît une interruption au niveau du couloir subsident de Bokan par où transitent les terrigènes fins alimentant le Bassin de Wardak. Mais, en bordure de ce bassin, la Formation de Bokan persiste, beaucoup moins étendue qu'elle ne l'était cependant lors de la période précédente.

Au delà, le haut-fond du Spin Ghar, Sin Ghar, Takhtakay offre à nouveau un emplacement propice au développement récifal sous forme d'une barrière relativement continue mais étroite, à l'Est de laquelle la zone trop subsidente du Bassin du Wardak empêche toute progradation. Cette barrière récifale isole une zone d'arrière récif, assez ouverte et vaste au Sud, où commence à se développer un deuxième alignement de récifs frangeants, relativement continus (Sultali, Koh-e Giru), vraisemblablement plus confinée au Nord, où les développements récifaux sont beaucoup plus discontinus et se traduisent plutôt par de gros "patch-reefs".

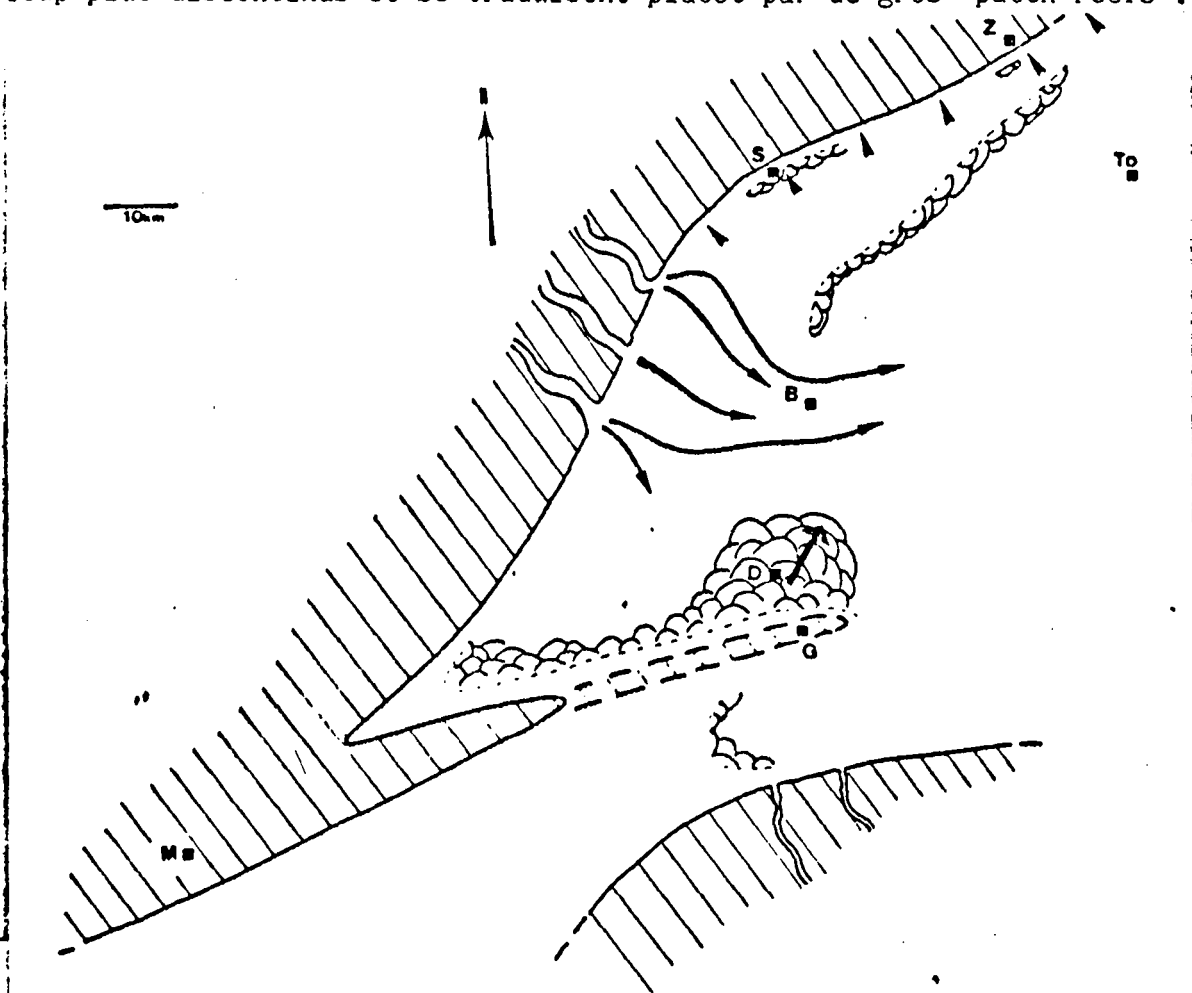


Fig. 33 - Reconstitution paléogéographique schématique de la région au Givétien.

Les niveaux récifaux se développent essentiellement dans deux endroits:
 - au Nord du seuil de Ghujurak, dans la région de Dewal, où les récifs progradent vers le large;
 - sur le haut-fond du Spin Ghar.

Dans la région intermédiaire de Bokan (B) l'apport de terrigènes et le taux de la subsidence trop important s'opposent à tout développement récifal.

▲ = transgression par rapport à l'époque précédente.

[suite de la légende: cf. fig. 30].

Il existe encore, en Afghanistan, des calcaires récifaux méso-dévonien à Favositidés, Héliolitidés, dans le Band-e Bayan (région de Hagigak, de Robat-e Paf) qui présentent quelques affinités avec ceux des Montagnes Centrales. Ils sont encore insuffisamment connus et étudiés pour envisager des corrélations.

Le Givétien apparaît, mondialement, comme une période particulièrement favorable au développement des récifs, ce qui signifie que les conditions optimales étaient réalisées simultanément en de nombreux points en même temps. Cette constatation peut s'expliquer par une certaine uniformité climatique au cours de cette période favorable aux organismes qui fixent le CaCO₃. Mais, paradoxalement, cette uniformité du développement récifal est la cause d'une grande diversité de niches écologiques... qu'offrent ce type de milieu récifal.

PALEOGEOGRAPHIE AU FRASNIEN INFÉRIEUR

Au Frasnien inférieur (fig. 34), peut-être même dès la fin du Givétien, on assiste à des changements conséquents du développement récifal, essentiellement causés par des mouvements verticaux relatifs des différents secteurs de la région étudiée, que l'on peut interpréter comme des réajustements de blocs ou de vastes ondulations.

Toute la partie centrale: Massif de Sayed Tabib, zone de Bokan (fig. 35), connaît une surrection qui se traduit, au Sud (Sayed Tabib), par une émergence et une érosion sans doute importante des niveaux récifaux de la Formation de Dewal, au Nord (Bokan), par une remontée du fond marin à une profondeur propice au développement récifal, c'est le Membre de Quark-e Bodak qui forme une barrière plus ou moins continue, tandis que, sur le rebord de la plate-forme, continuent à se déposer des carbonates de la Formation de Bokan, maintenant très localisés.

Vers le Nord, le haut-fond récifal givétien du Spin Ghar, Sin Ghar est arrivé à fleur d'eau; localement, il semble connaître une émergence passagère (cf. description de la coupe du Sin Ghar). Sa partie septentrionale demeure toutefois légèrement subsidente et les constructions récifales de la Formation du Sin Ghar s'y poursuivent au Frasnien inférieur.

Toute la région, située à l'arrière de ce haut-fond, s'élargit par suite de la transgression vers l'Ouest (Zardak); elle se caractérise par une subsidence faible mais régulière. La sédimentation des calcaires noirs de Badragha, riches en Brachiopodes, s'y poursuit, avec quelques épisodes récifaux (récif frangeant), dont celui du Membre du Koh-e Zardak), apparemment plus continus, au Sud, comme c'était déjà le cas précédemment.

Vers le Sud, on observe d'autres modifications. Le seuil de Ghujurak s'estompe, les premiers dépôts carbonatés de la Formation de Dewal, reposant directement sur le sommet des quartzites de Ghujurak, sont vraisemblablement d'âge givétien supérieur (coupe de Ghujurak sud). On assiste donc à une transgression sur le seuil de Ghujurak et à un déplacement, vers le Sud, des niveaux construits.

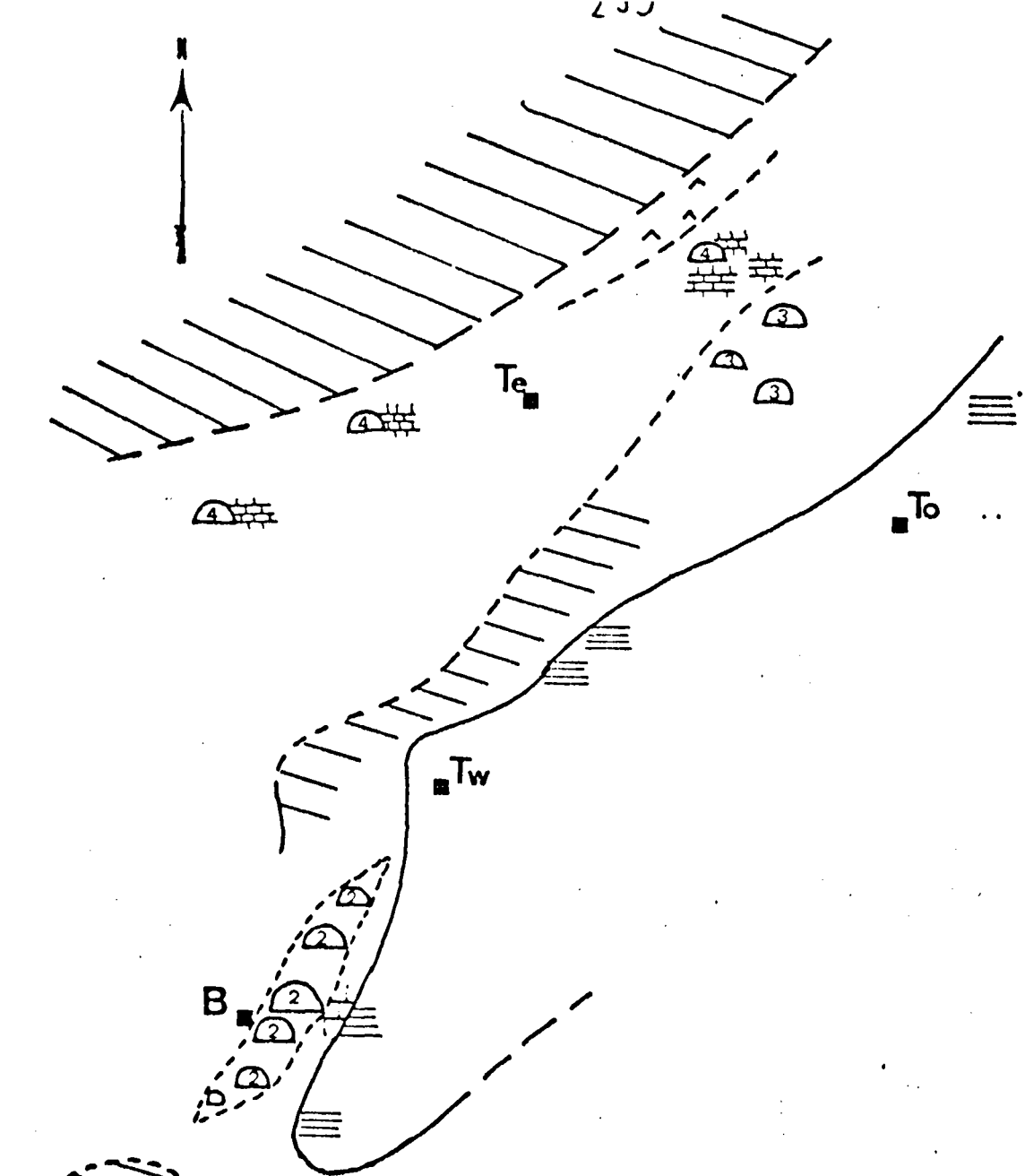
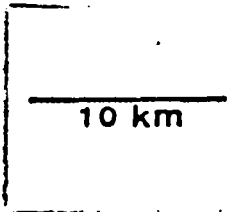


Fig. 34 - Carte schématique de distribution des faciès au Frasn inférieur.

- ≡ Formation d' Olsenak.
- Formation de Birkon
- ④ Formation de Dewal.
- ① Membre récifal de Quark-e Bodak (sommet de la Formation de Cawak).
- ② Formation récifale du Sin Ghar.
- ④ Formation de Badragha avec le Membre récifal du Kc Zardak).
- ^^ Formation grésodolomitique de Zutun.
- /// Zones émergées et soumises à l'érosion.

[Suite de la légende: cf. fig. 28].



Ce caractère transgressif s'observe aussi plus à l'Ouest, au delà du Dasht-e Nawar, dans les différentes unités reconnues par P. Bordet et al. (1985); dans certaines, le Dévonien supérieur repose directement sur l'Ordovicien (Unité de Malestan) ou sur le socle (Unité de Gaday) comme c'est le cas plus au Nord, au Koh-e Zardak ou à Sultali. L'ensemble des modifications reconnues pourrait correspondre à un vaste bombement, orienté Ouest-Est.

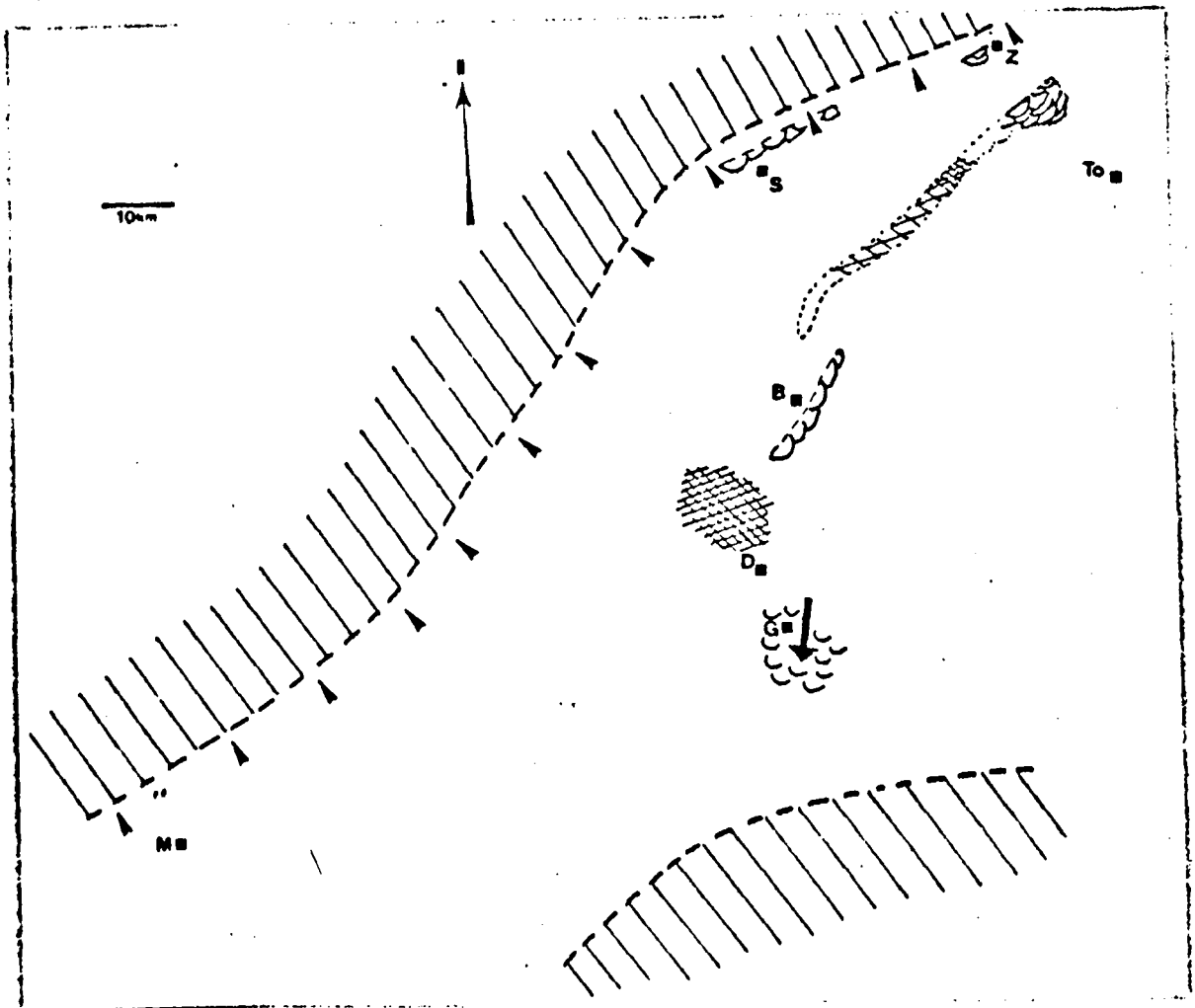


Fig. 35 - Reconstitution paléogéographique schématique de la région au Frasnien inférieur.

Les niveaux récifaux se développent:

- dans la partie méridionale, où ils transgressent vers le Sud, sur l'ancien seuil de Ghujurak (G),
- dans la région de Bokan (B), où les conditions sont devenues favorables,
- dans la partie nord du haut-fond du Spin Ghar,
- en bordure de la zone émergée.

Certaines régions, où se développaient précédemment les récifs, subissent une émergence: massif de Sayed Tabib, partie centrale (et méridionale ?) du haut-fond du Spin Ghar.

▲ = transgression par rapport à l'époque précédente.

[suite de la légende: cf. fig. 30].

PALEO GEOGRAPHIE DU FRASNIEN MOYEN AU CARBONIFERE

Le Frasnien moyen se caractérise par une homogénéisation des faciès (Pl. 36) et de la paléogéographie. La grande diversification observée lors des périodes précédentes (surtout au Givétien mais encore au Frasnien inférieur) disparaît. En dehors des faciès de pente du Bassin du Wardak (Formation d'Olsenak), une seule Formation, celle du Koh-e Giru, recouvre pratiquement la totalité de la plate-forme. Dans une seule coupe, celle de Bokan, on observe encore la Formation de Bokan qui subsiste donc très localement. En bordure du Bassin du Wardak, la Formation du Koh-e Giru montre un net caractère transgressif; elle repose localement (Massif de Sayed Tabib) en discordance cartographique sur la Formation de Dewal qu'elle remanie. Elle se marque par une sédimentation détritique, terrigène et carbonatée (calcaires gréseux crinoïdiques), qui met fin au développement des récifs. Mais elle se caractérise surtout par l'abondance de micronodules ferrugineux (cf. description de la formation).

Cette abondance en grains ferrugineux correspond à une libération massive, à un lessivage intense du fer qui restait jusque là concentré sur le continent, à l'instar des éléments terrigènes (quartz) que l'on retrouve aussi dans la Formation du Koh-e Giru. Ce phénomène, qui apparaît brutal et généralisé sur l'ensemble de la région considérée, ne semble pouvoir s'expliquer que par une modification climatique conséquente qui apparaît pratiquement isochrone pour la région considérée à l'échelle des temps géologiques. Elle débute avec la biozone à Brachiopodes No 7 de D. Brice (1977) à *Cariniferella* et *Coeloterorhynchus*. Si l'on se replace dans un contexte biorhéxistatique, aux époques précédentes caractérisées par le développement de constructions récifales et correspondant à une période de biostasie typique, avec apport de Ca, utilisé par les constructeurs pour l'édification de leurs squelettes, succède une période de rhéxistasie caractérisée par l'arrivée sur la plate-forme de la fraction insoluble (quartz) accompagné par le fer.

Sans que l'on puisse l'affirmer systématiquement, on constate généralement une diminution du pourcentage de fer (micronodule) lorsqu'on se dirige vers le Bassin du Wardak, dans lequel les éléments ferrugineux sont pratiquement absents. Le fer, provenant des terres émergées situées à l'Ouest, serait donc progressivement "capté" par les bioclastes lors de son arrivée sur la plate-forme. Malgré cette uniformisation du faciès, certains traits des paléogéographies précédentes subsistent.

La figure (37) traduit, sous forme d'isopaques, les épaisseurs de la Formation du Koh-e Giru. On note l'existence d'une épaisseur plus faible à l'emplacement du haut-fond du Spin Ghar, tandis que vers le Nord-Ouest, l'épaisseur des dépôts est plus importante. Sans jouer le rôle de véritable barrière, ce haut-fond se marque dans la nature des sédiments qui sont plus riches en terrigènes (quartz) au Nord-Ouest, plus franchement carbonatés sur le haut-fond du Spin Ghar. Plus au Sud, dans la région de Bokan-Cawak, on observe, au contraire, une zone plus subsidente où la formation atteint 240 m d'épaisseur.

On retrouve là un caractère constant, déjà signalé à plusieurs reprises. C'est dans cette région que beaucoup de formations atteignent en effet leur maximum de puissance (Formation de Sar-e Bum: 500 à 100 m; Formation de Bokan: 500 à 1000 m; Formation de Cawak: 310 m); le Dévonien y est peut-être puissant de 2000 à 3000 m.

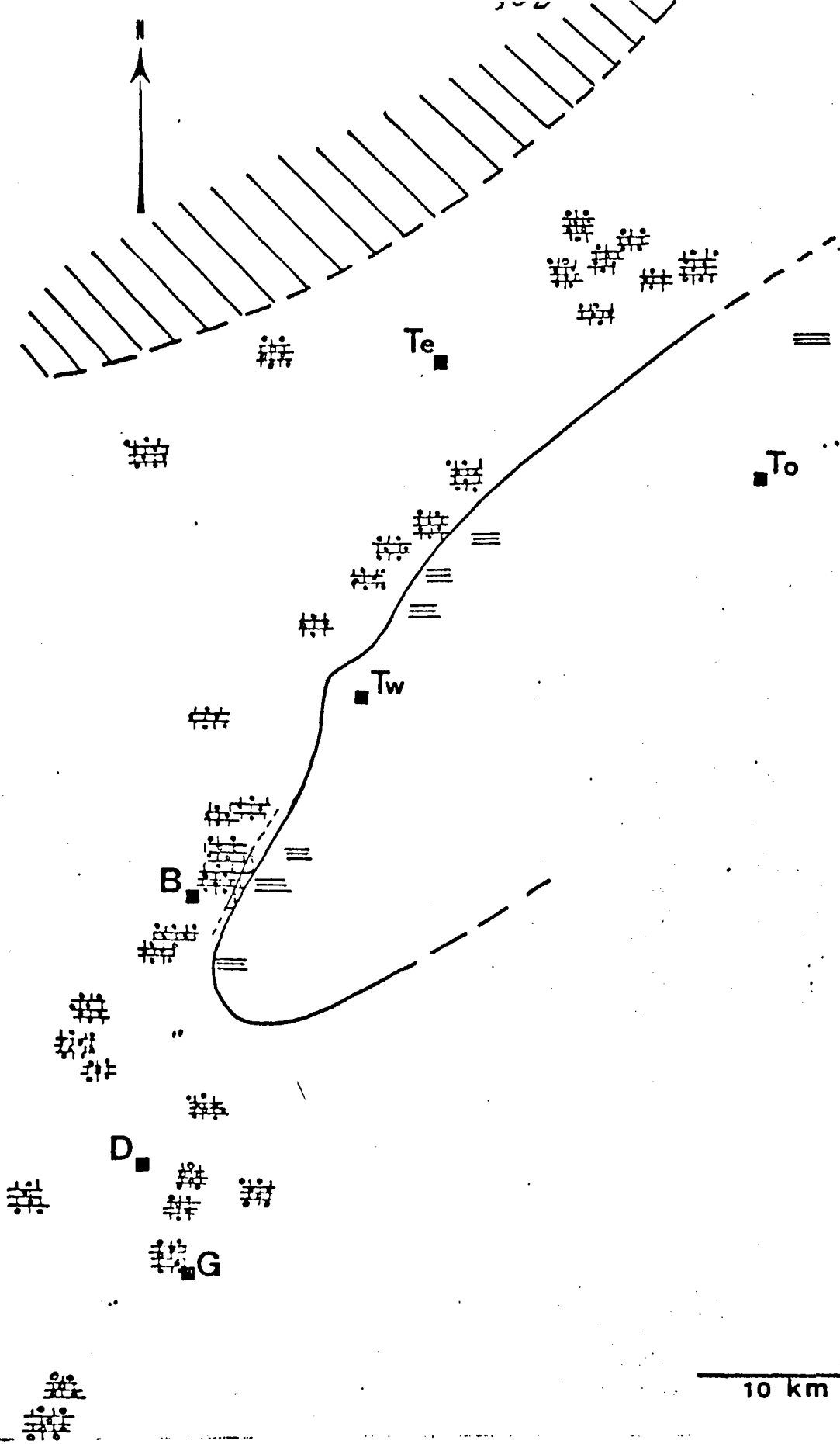


Fig. 36 - Carte schématique de distribution des facies au Frasnien moyen.

≡ Formation d'Olsenak.

⊞ Formation de Bokan.

⊞ Formation du Koh-e Giru.

[suite de la légende: cf. fig. 28].

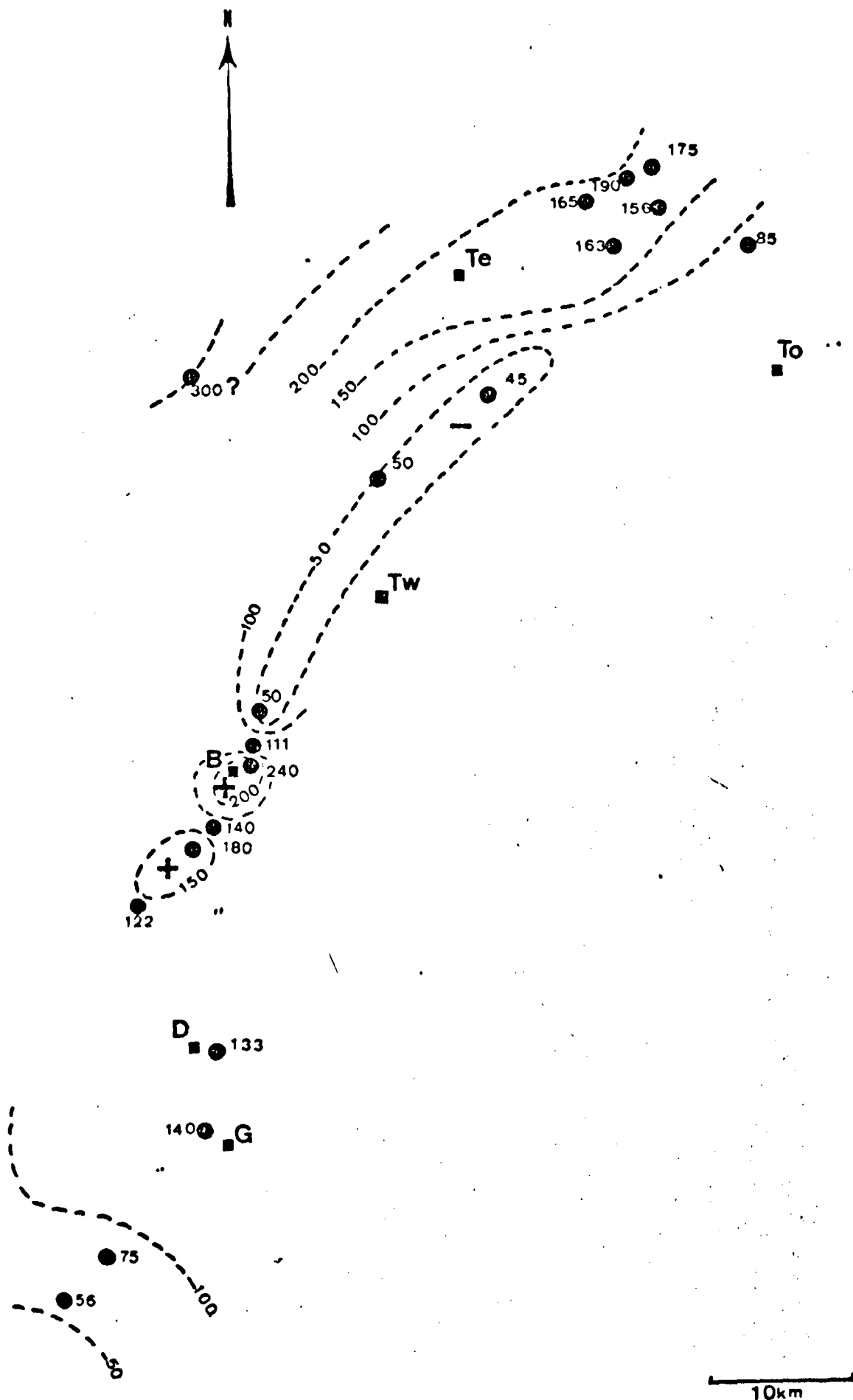


Fig. 37 - Carte schématique des isopaques de la Formation du Koh-e Giru, faisant ressortir le haut-fond du Spin Ghar (-) et la zone plus subsidente de Bokan (+).

Au Frasnien moyen et supérieur, il convient donc de reconnaître, dans la région étudiée, une large plate-forme au fond irrégulier, sans doute peu profonde et très oxygénée, parcourue de courants, remaniant fréquemment les bioclastes qui progressivement vont s'imprégner de fer. Dans cet environnement, les seuls organismes qui se développent sont les Brachiopodes et les Crinoïdes qui devaient former des "prairies" très développées.

D'autres organismes, des Réceptaculites et des Bryozoaires Fistuliporidés, ont toutefois trouver dans cet environnement un biotope vacant et les conditions favorables à leur développement, notamment à la fin du Frasnien où ils édifient de véritables constructions récifales (= Couches à Bryozoaires).

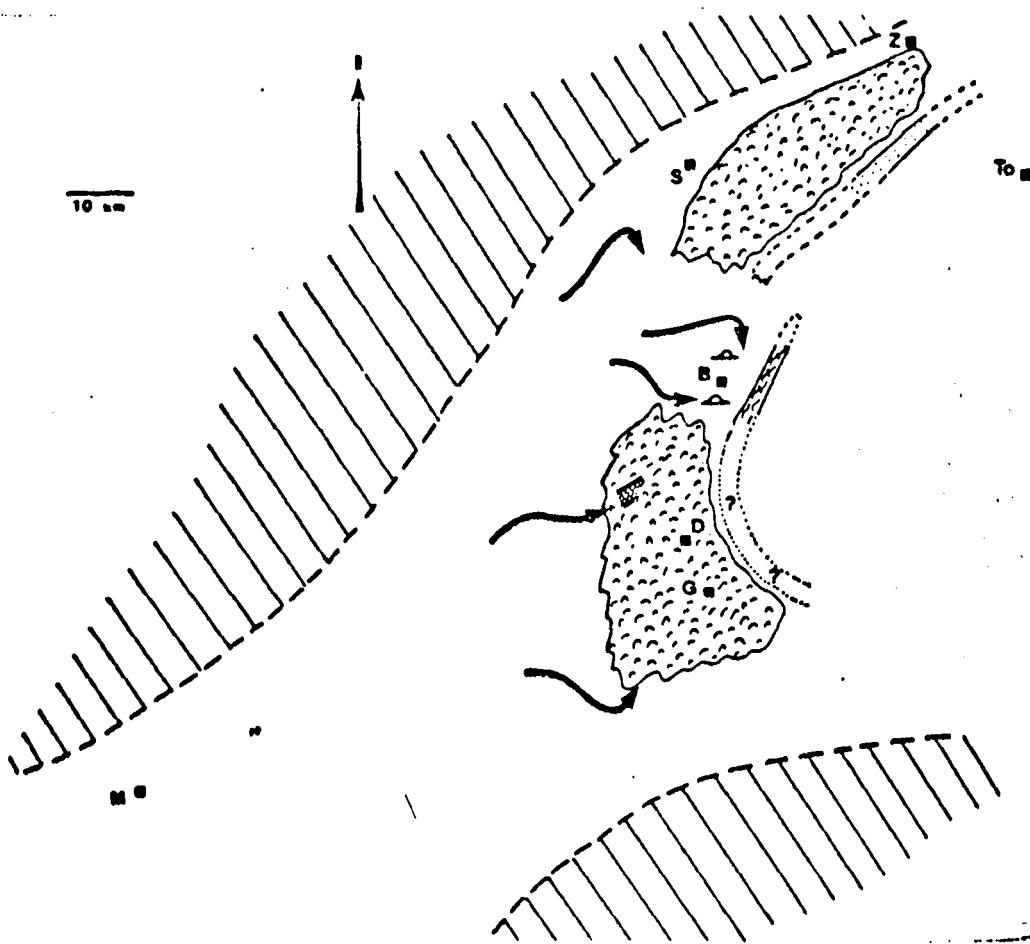


Fig. 38 - Reconstitution paléogéographique schématique de la région au Frasnien supérieur (dépot des Couches à Bryozoaires).



Haut-fond du Spin Ghar.



Constructions à Bryozoaires souvent associés à des Algues et à d'autres organismes (Phillipsastréidés en colonies très applaties, Tabulés) dans une matrice souvent micritique: environnement protégé.



Emersion locale.

"Patch-reef" de la région de Bokan.



Biostrome.



Courant.

(suite de la légende: cf. fig. 30).

-lis 38

La répartition de ces niveaux construits n'est pas uniforme. Le haut-fond du Spin Char joue manifestement le rôle d'une barrière, à l'Ouest de laquelle, dans un milieu relativement protégé, les Bryozoaires sont associés à d'autres organismes notamment des Algues.

Un peu plus au Sud, dans la zone plus subsidente de Bokah, on ne retrouve que de petites constructions lenticulaires, métriques, mais à l'Est, sur le rebord de la plate-forme, ils construisent un véritable biostrome à la surface duquel on note des traces probables d'émersion. Au "couloir" subsident de Bokan évoqué précédemment semble se substituer une sorte de cuvette.

Plus au Sud, s'installe un vaste complexe récifal, peu épais, à l'emplacement de zones précédemment émergées (Massif de Sayed Tabib), localement creusées de chenaux (B. Mistiaen, 1980). Ce complexe est mieux développé un peu plus au Nord (Okak), et aussi vers l'Est, où le milieu semble plus protégé.

On retrouve donc, ici encore, un certain nombre de traits caractéristiques et constants de la plate-forme.

Au terme de cette étude, il importe de résumer les principaux résultats acquis dans les différents domaines abordés au cours de ce travail consacré au phénomène récifal et à son environnement dans le Dévonien des Montagnes Centrales d'Afghanistan et de préciser les perspectives de recherche qui s'en dégagent.

1. LES APPORTS SYSTEMATIQUES

Développés dans les tomes II et III, respectivement consacrés aux Stromatopores et aux Tabulés, ils ne seront que brièvement rappelés ici.

1.1. Les Stromatopores

1.1.1. Unités taxonomiques reconnues et diversification de la faune.

Trente-huit taxons de Stromatopores sont reconnus dans le Dévonien des Montagnes Centrales d'Afghanistan et décrits pour la première fois. Jusqu'ici ces organismes n'avaient été signalés que par quelques citations. Deux espèces nouvelles sont définies: *Atelodictyon dewalense* et *Hermatostroma afghanense*, cinq sont laissées en nomenclature ouverte. Les trente-huit espèces reconnues sont:

Actinostroma devonense LECOMPTE, 1951
Actinostroma crassum (LECOMPTE, 1951)
Actinostroma filitextum LECOMPTE, 1951
Actinostroma perlaminatum LECOMPTE, 1951
Actinostroma verrucosum (GOLDFUSS, 1826)
Atelodictyon strictum LECOMPTE, 1951
Atelodictyon aggregatum LECOMPTE, 1951
Atelodictyon cf. connectum YANG ET DONG, 1979
Atelodictyon dewalense nov. sp.
Bifariostroma sp.
Anostylostroma ? sp.
Pseudostictostroma sp.
Clathrodactyon cellulatum NICHOLSON ET MURIE, 1878
Clathrocoilona spissa (LECOMPTE, 1951)
Clathrocoilona obliterated (LECOMPTE, 1951)
Stictostroma uralense (YAVORSKY, 1955)
Stictostroma brylkini (YAVORSKY, 1955)
Stictostroma saginatum (LECOMPTE, 1951)
Stromatoporella granulata (NICHOLSON, 1873)
Gerronostroma lemniscum (LECOMPTE, 1951)
Atopostroma sp.

Stromatopora cf. *concentrica* GOLDFUSS, 1826
Stromatopora huepschii (BARGATZKY, 1881a)
Stromatopora cf. *huepschii* (BARGATZKY, 1881a)
Salairella buecheliensis (BARGATZKY, 1881a)
Taleastroma yangdongi nom. nov.
Taleastroma boiarschinovi (YAVORSKY, 1961)
Taleastroma simplex (YANG ET DONG, 1979)
Habrostroma incrustans (HALL ET WHITFIELD, 1873)
Habrostroma ? *paucicanaliculata* (LECOMPTE, 1952)
Hermatostroma schlueteri NICHOLSON, 1892
Hermatostroma perseptatum LECOMPTE, 1952
Hermatostroma afghanense nov. sp.
Stachyodes verticillata (M'COY, 1850)
Stachyodes costulata (LECOMPTE, 1952)
Stachyodes australe (WRAY, 1967)
Euryamphipora sp.
Labechia cf. *venusta* YAVORSKY, 1955

A côté des taxons décrits, quelques autres ont été reconnus mais ne sont pas intégrés à l'étude systématique; ils ont toutefois été signalés dans les descriptions des coupes. C'est le cas en particulier de représentants du genre *Amphipora*, très peu abondant, et d'autres formes qui correspondent à du matériel mal conservé ou peu caractéristique.

Ces réserves étant faites, il est possible d'estimer à une cinquantaine au moins le nombre d'espèces de Stromatopores représentées dans l'ensemble des séries dévoniennes des Montagnes Centrales d'Afghanistan. En fait, la plupart concernent le Dévonien moyen, essentiellement le Givétien. Ce nombre peut paraître relativement faible mais il est du même ordre de grandeur que celui relatif aux espèces de Coraux hermatypiques actuels, connus dans certaines régions comme les Caraïbes: 37 espèces aux Barbades, 21 espèces à la Jamaïque (C.W. Stearn, 1979). Certaines monographies où plusieurs centaines d'espèces de Stromatopores sont décrites - dont la plupart sont nouvelles ! - me semble résulter d'une notion trop étroite de l'espèce.

1.1.2. Remarque sur la répartition.

Il est important de rappeler ici la grande diversité d'espèces qui se manifeste au Givétien; elle s'oppose au petit nombre de taxons reconnus au Frasnien bien que les Stromatopores y soient parfois très abondants en individus dans certains niveaux. Ceci rejoint tout à fait mes observations antérieures sur les faunes de Stromatopores du Dévonien du Boulonnais (B. Mistiaen, 1976).

1.1.3. Affinités paléogéographiques

La faune de Stromatopores reconnue en Afghanistan montre de très nettes affinités avec celle d'autres régions, notamment l'Europe occidentale, la Province du Guangxi (Chine), le Canning Basin (Australie)..., appartenant toutes au domaine du Vieux Monde reconnu par A.J. Boucot et al. (1968) pour les Brachiopodes et confirmé par d'autres groupes fossiles.

La répartition mondiale des espèces de Stromatopores reconnues en Afghanistan, confrontée à quelques reconstitutions paléogéographiques se heurte souvent au problème de l'importance de la Téthys.

1.1.4. Modifications taxonomiques proposées.

Les différentes espèces reconnues sont rattachées à dix-neuf genres; la compréhension de plusieurs d'entre eux, très embrouillée par des problèmes de taxonomie, est longuement discutée. Dans mon travail de détermination, j'ai recherché en priorité les rapports existants et les rapprochements possibles entre les espèces afghanes et d'autres espèces déjà définies, plutôt que de proposer de nouvelles espèces. Ce faisant, je rejoins tout à fait l'avis de C.W. Stearn (1979, p. 232) lorsqu'il souligne que: "we need to pause in the rush to describe new taxa".

Cette démarche m'a amené à proposer des synonymies pour plusieurs taxons: genres et espèces.

- Les genres *Neosyringostroma* KAZMIERCZAK, 1971, *Glyptostroma* YANG ET DONG, 1979 et *Glyptostromoides* STEARN, 1980, sont considérés comme des synonymes du genre *Taleastroma* GALLOWAY, 1957.
- Le genre *Argostroma* YANG ET DONG, 1979, est considéré comme un synonyme du genre *Hermatostroma* NICHOLSON, 1886b.
- Le genre *Clathrostroma* YAVORSKY, s.s. est considéré comme un synonyme du genre *Atelodictyon* LECOMPTE, 1951, mais *Clathrostroma*, sensu K. Mori, 1968, J. Yang et Dong, 1979, est considéré comme un synonyme du genre *Bifariostroma* KHALFINA, 1968.
- Le genre *Osloctyon* MORI, 1978 est aussi considéré comme un synonyme du genre *Bifariostroma*.
- La compréhension du genre *Pseudostromatoporella* KAZMIERCZAK, 1971 est discutée et le genre est considéré comme un synonyme du genre *Pseudostictostroma* FLEROVA, 1969.
- Le genre *Stictostromella* GALLOWAY ET ST. JEAN (*nomen nudum*) et, en partie, les genres *Stromatoporella* NICHOLSON, 1886b, *Clathrodactyon* NICHOLSON ET MURIE, 1978 et *Stictostroma* PARKS, 1936 sont aussi considérés comme des synonymes du genre *Pseudostictostroma*.
- Le genre *Styloporella* KHALFINA, 1956 est considéré comme un synonyme, *pro parte* des genres *Stromatoporella* NICHOLSON, 1886b, *Stictostroma* PARKS, 1936 et *Clathrocoilona* YAVORSKY, 1931.
- Le genre *Ferestromatopora* YAVORSKY, 1955 est aussi discuté, il pourrait être synonyme du genre *Stromatopora* GOLDFUSS, 1826.

L'attribution générique et spécifique d'un certain nombre de taxons est remise en cause et plusieurs nouvelles attributions sont proposées. Quelques espèces sont mises en synonymie.

- *Stromatoporella decora* LECOMPTE, 1951 est considérée comme un synonyme probable de *Stromatoporella granulata* (NICHOLSON, 1873).
- *Stromatopora dybowski* YAVORSKY, 1955 est considérée comme un synonyme de *Parallelopora paucicanaliculata*, elle-même rattachée, avec doute au genre *Habrostroma* FAGERSTROM, 1982.
- *Stromatopora incrustans* (HALL ET WHITFIELD, 1873) est aussi considérée comme appartenant très probablement au genre *Habrostroma*.
- *Stromatoporella loutouguini* var. *uralensis* YAVORSKY, 1955 est élevée au rang d'espèce et rattachée au genre *Stictostroma* PARKS, 1936 emend. GALLOWAY ET ST JEAN, 1957.
- *Stromatoporella brylkini* YAVORSKY, 1955 et *Stromatoporella laminata* LECOMPTE, 1951 sont aussi attribuées au genre *Stictostroma*.
- *Stromatoporella lemnisca* LECOMPTE, 1951, est rattachée au genre *Gerrostroma* YAVORSKY, 1931.

Je regrette toutefois de n'avoir pu réviser le matériel-type de l'ensemble des genres et espèces placés en synonymie, pour étayer mes propositions, un grand nombre de taxons concernés étant fondés sur du matériel d'U.R.S.S. ou de Chine, souvent impossible à consulter.

1.1.4. Importance des variations intracoenostéales et implications méthodologiques.

Parmi les espèces reconnues, certaines présentent d'importantes variations intracoenostéales, notamment dans l'épaisseur des éléments figurés et la densité de ces éléments. Plusieurs auteurs ont déjà souligné ce fait et ont conseillé la préparation de lames minces de grandes dimensions permettant d'apprécier l'importance de ces variations et de mieux saisir la compréhension des espèces.

Il est évident que certaines plages de coenosteum, prises séparément, peuvent conduire le paléontologue qui travaille sur des lames de petites dimensions à multiplier considérablement le nombre des espèces reconnues. Au vu de telles variations coenostéales, on peut se demander dans quelle mesure un certain nombre des espèces de Stromatopores décrites ne sont pas de simples variations écologiques; là aussi des révisions s'imposent. Il me semble que les études sur les variations intracoenostéales des Stromatopores devraient être plus largement développées et se baser en particulier sur la confection d'usures sériées dans des coenostea récoltés "en position de vie", si possible dans des faciès traduisant des contextes paléoécologiques différents. De telles études devraient permettre de réduire sensiblement le nombre de taxons actuellement définis.

1.2. Les Tabulés

Vingt-six espèces de Tabulés sont reconnues et décrites; cette partie du travail ne constitue en fait qu'une première étape de l'étude de ce groupe dans le Dévonien des Montagnes Centrales d'Afghanistan où ces constructeurs sont bien représentés.

De nombreux taxons, laissés pour le moment en nomenclature ouverte, seront déterminés spécifiquement par la suite. Ils apportent néanmoins, dès à présent, des informations précieuses pour les corrélations.

Favosites cf. *mamillatus* TCHERNYCHEV, 1936
Favosites sp. 1
Favosites sp. 2
Favosites sp. 3 \

Squameofavosites cf. *divissimus* DUBATOLOV, 1963
Squameofavosites sp. 1
Squameofavosites sp. 2
Mesofavosites sp. 1
Mesofavosites sp. 2
Plicatomurus sp.
Dictyofavosites sp.
Caliopora chaetetoïdes LECOMPTE, 1939
cf. *Roemerolites* sp.
Thecostegites bouchardi (MICHELIN, 1847)
Pachyfavosites cf. *multiperforatus* DUBATOLOV, 1959
Thamnopora alta (TCHERNYCHEV, 1951)
Thamnopora cf. *alta* (TCHERNYCHEV, 1951)
Thamnopora sp. 1
Thamnopora sp. 2
Scoliopora sp. 1
Scoliopora sp. 2
Gracilopora sp.
Alveolites sp.
Heliolites sp.
Staphylopora sp. 1
Staphylopora sp. 2

2. LES APPORTS STRATIGRAPHIQUES

2.1. Reconnaissance de la série dévonienne

Le Dévonien des Montagnes Centrales d'Afghanistan est reconnu et étudié selon une bande large d'une trentaine de kilomètres environ et s'étendant sur près d'une centaine de kilomètres, depuis le col de Kherskhan, au Nord Nord-Est, jusqu'au col Bini Darzak au Sud Sud-Ouest. Dans cet ensemble, 46 coupes ont été levées, certaines en grand détail. Les développements récifaux y sont positionnés et leurs variations suivies de coupe en coupe.

La puissance de la série dévonienne observée varie, selon les coupes, de quelques dizaines à plus d'un millier de mètres.

Quelques coupes, qui ont déjà fait l'objet de publications, sont réinterprétées ou leur description précisée. Elles concernent la région nord du secteur étudié (R. Desparmet et Ch. Montenat, 1972) ou l'extrémité sud, région de Ghujurak (A. Boutière et D. Brice, 1966; A.F. de Lapparent in D. Brice, 1971; A. Dürkoop, 1970). La plupart des descriptions sont originales; certaines intègrent des levés non publiés de R. Desparmet ou de Cl. Heddebaut.

2.2. Unités lithostratigraphiques.

Onze unités, rappelées ci-dessous, sont reconnues dans la série dévonienne et l'extrême base du Carbonifère des Montagnes Centrales d'Afghanistan. Elles sont définies en terme de formation selon les règles de nomenclature internationales, leurs caractères sont précisés: nature lithologique, épaisseur, extension latérale, passages latéraux, contenu faunique, âge.

GROUPE DE SAYED TABIB	- FORMATION DU KOH-E QAS - FORMATION DE GHUJURAK - FORMATION DE SAR-E BUM - FORMATION D'OLSENAK
GROUPE DE NAWAR	- FORMATION DE BOKAN - MEMBRE DE SAFEDAK - FORMATION DE QUTUN - FORMATION DE BADRAGHA - MEMBRE DE BAGHALAK - MEMBRE DU KOH-E ZARDAK - FORMATION DU SIN GHAR - FORMATION DE CAWAK - MEMBRE DE QUARK-E BODAK - FORMATION DE DEWAL
GROUPE DE TAKHTAKAY	- FORMATION DU KOH-E GIRU - FORMATION DE OKAK - MEMBRE DE TOP

Une seule formation, celle d'Olsenak, représente des faciès de bordure de bassin (Bassin du Wardak). Les autres correspondent à des dépôts de plate-forme; elles sont réparties en trois groupes, quelques unes sont subdivisées en membres. Leur relations, dont la complexité est souvent due au développement de constructions récifales, sont précisés.

En outre, un ensemble de bancs, particulièrement riches en Bryozoaires et localement en Réceptaculites, et présents dans différentes formations, est reconnu en tant que "couches" à Bryozoaires.

La succession des unités lithologiques reconnues dans la série dévonienne montre globalement une évolution cyclique. Elle débute, au Dévonien inférieur, avec les séries terrigènes parfois grossières (niveaux conglomératiques) du Groupe de Sayed Tabib, au moins dans les parties méridionale et orientale de la région étudiée, domaine marin pérenne. Elle se poursuit, au Dévonien moyen, par les dépôts carbonatés des formations du Groupe de Nawar. Elle se termine par les dépôts à nouveau terrigènes des formations du Groupe de Takhtakay, d'âge dévonien supérieur et carbonifère inférieur.

2.3. Corrélations avec les formations reconnues dans les régions limitrophes.

Des corrélations lithologiques sont envisagées avec les formations de même âge, reconnues dans les pays voisins, notamment l'Iran. Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous.

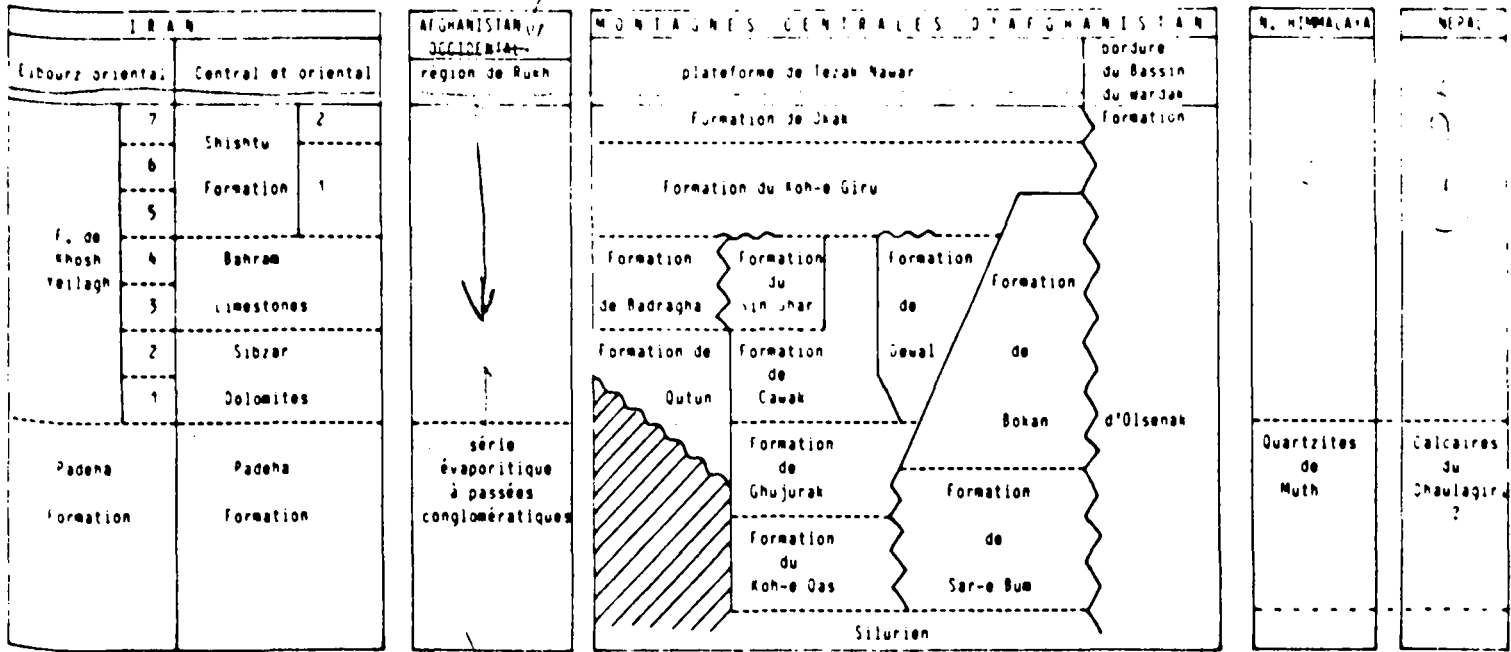


Fig. 137 - Formations reconnues dans les Montagnes Centrales d'Afghanistan et corrélations avec les unités lithologiques de régions limitrophes.

Handwritten notes:
 1/2/3/4/5/6/7
 1/2/3/4/5/6/7
 1/2/3/4/5/6/7

Handwritten notes:
 1/2/3/4/5/6/7
 1/2/3/4/5/6/7

3. APPORTS BIOSTRATIGRAPHIQUES.

De très nombreux niveaux de la série paléozoïque, essentiellement dévonienne, sont datés pour la première fois, surtout à partir d'éléments de la macrofaune (Brachiopodes, Tétracoralliaires, Stromatopores, Tabulés...), complétés par quelques données de micropaléontologie (Conodontes, Ostracodes, Spores...). Ces résultats précisent nos connaissances sur le Dévonien afghan, son extension, sa puissance et sa diversification. Ils ont permis de préciser l'évolution dans le temps du phénomène récifal et de donner un âge aux différentes unités lithologiques définies ci-dessus.

C'est le cas en particulier pour la Formation d'Olsenak, considérée au départ comme un dépôt isochrone, intercallé entre les grès et quartzites de la Formation de Sar-e Bum et les calcaires de la Formation de Bokan, mais qui représente, en fait, les faciès de la bordure du Bassin du Wardak et passe latéralement à la plupart des autres formations.

De nombreuses attributions d'âge sont fournies, elles concernent l'ensemble de la série dévonienne. Ainsi, l'existence de l'Emsien et du Famennien, jusqu'alors supposée à partir d'arguments géométriques, est démontrée paléontologiquement dans plusieurs coupes.

La transgression dévonienne sur la partie septentrionale de la région étudiée, magistralement démontrée par R. Desparmet et Ch. Montecat (1972), a été reconnue et son âge précisé.

* Dans les régions de Sultali, Koh-e Giru, Badragha, elle débute au Givétien; elle est donc un peu plus précoce qu'on ne le pensait jusqu' alors. La présence, dans les niveaux concernés, de Stromatopores possédant des tubes de caunopores constituait un indice pour présumer de l'existence de dépôts givétiens (B. Mistiaen, 1984a); cet âge s'est trouvé confirmé par d'autres éléments de la faune: Brachiopodes et Tétracoralliaires.

* Le caractère nettement diachronique de plusieurs des formations reconnues a été vérifié pour certaines (Formation de Qutun), démontré pour d'autres (Formation de Bokan, de Cawak, d'Olsenak) et infirmé dans quelques cas (Formation du Koh-e Giru).

Handwritten notes:
p. 124 (bas de page)
1984a

4. CARACTERES DU PHENOMENE RECIFAL ET DE SON ENVIRONNEMENT

L'ensemble des observations lithologiques et des résultats biostratigraphiques précédemment exposés, associés à des données sédimentologiques, ont permis de mettre en évidence l'installation du régime récifal, d'en suivre le développement et l'évolution (migration, disparition...) et d'en caractériser l'environnement, tout au cours de la période dévonienne.

* Il est essentiellement représenté, au Dévonien inférieur et à l'Eifélien, par les faciès de type "mud-mounds" de la Formation de Bokan, toujours pauvres en macrofaune de constructeurs (Tétracoralliaires, Stromatopores, Tabulés) mais où les Algues ou d'autres organismes (Bactéries, Spongiaires, Bryozoaires...) ont pu jouer un rôle notable dans la fixation de la boue (biocementstone). Il est bien développé dans toute la partie sud de la région étudiée, où il atteint des dimensions considérables, tant en épaisseur (le millier de mètres !) qu'en étendue (plus de soixante-dix kilomètres)

* Les récifs connaissent leur apogée, dans les Montagnes Centrales d'Afghanistan, au cours du Givétien, comme c'est d'ailleurs le cas dans de nombreuses autres régions du monde.

- Ils s'épanouissent pleinement dans la partie sud (région de Dewal) où l'on assiste à une nette progradation des niveaux construits vers le Nord, sur la terminaison méridionale du Bassin du Wardak.

- Dans la zone intermédiaire (région de Bokan), les conditions du milieu (profondeur excessive et apport de terrigènes) ne permettent pas leur installation.

- Au Nord (haut-fond du Spin Ghar) le phénomène récifal est aussi présent, mais le contexte paléogéographique, notamment la proximité du Bassin du Wardak dont la bordure occidentale est très subsidente, l'empêche de prograder.

* Au Frasnien inférieur, les constructions récifales se maintiennent mais connaissent, dans certains secteurs, de profondes modifications.

- Ainsi, dans la région de Dewal, leur migration s'effectue en sens inverse de celle observée lors de la période précédente; elles transgressent cette fois vers le Sud, tandis que localement (Massif de Sayed Tabib) les dépôts précédents sont soumis à l'émersion et à l'érosion.

- De même, dans le secteur de Bokan, on assiste à son installation et à son développement, c'est le Membre de Quark-e Bodak.

- Par contre, dans la région nord, on ne note pas de changements importants par rapport à l'époque précédente.

* A partir du Frasnien moyen, la transgression se généralise et se traduit, sur l'ensemble de la région étudiée, par une homogénéisation des faciès. Les conditions ne sont plus favorables au développement récifal (approfondissement et apport de terrigènes).

Vers la fin du Frasnien, toutefois, les conditions deviennent moins sévères et l'on assiste à une reprise du phénomène récifal (Couches à Bryozoaires).

5. LES APPORTS PALEO GEOGRAPHIQUES

5.1. Unités paléogéographiques du secteur étudié

Au Dévonien, la région des Montagnes Centrales correspond schématiquement à une plate-forme, située à la bordure orientale de terres émergées, qui passe à l'Est à un bassin subsident (Bassin du Wardak), tandis que plus au Sud on perçoit la proximité d'autres terres émergées.

5.2. Evolution des unités paléogéographiques et corrélations

5.2.1. Au Dévonien inférieur

Dans toute la partie méridionale, les dépôts sont de nature terrigène (Groupe de Sayed Tabib), tandis que plus au Nord, en bordure du bassin, se mettent en place les carbonates de la Formation de Bokan.

Les corrélations établies entre les formations des Montagnes Centrales et les formations contemporaines analogues de régions limitrophes (Iran), permettent d'envisager, pour cette époque, l'existence de longs prolongements latéraux de la plate-forme.

Vers l'Ouest en particulier, c'est la préfiguration du "sinus tesakien" envisagé par D. Vachard (1980, fig. 56) pour le Paléozoïque supérieur. L'existence d'une mer épicontinentale occupant cette position est déjà imaginée par M. Gaetani (1967, p. 527) pour la période dévonienne; elle semble s'étendre, au Paléozoïque inférieur, bien au-delà de la région de Tabas (Iran oriental), jusqu'en Iran central et septentrional (G. M. Stampfli, 1978, fig. 11), voire même jusqu'en Azerbaïdjan (H. Rieben, 1935).

Toutefois, aux séries marines (faune de Brachiopodes, lentilles calcaires à débris de Stromatopores et de Tabulés) ou deltaïques (P. Bordet et al., 1985) de la région étudiée, se substituent progressivement, vers l'Ouest, des dépôts aux caractères plus continentaux, peut-être de type sebka, qui ont parfois été décrits sous l'appellation d'Old Red Sandstone (cf. J. Stöcklin, 1972). Plus à l'Ouest cependant on retrouve des dépôts un peu plus marins (G.M. Stampfli, 1978), mais on ne peut guère affirmer l'existence d'une mer ouverte (Téthys). Au centre de ces zones basses devaient exister des terres émergées, aux reliefs très aplanis, représentées par l'Afghanistan central (région de Behsud-Séistan) associés, au moins en partie, au bloc du Lut (D. Wirtz, 1964).

5.2.2. Au Dévonien moyen

Avec le mésodévonien, la sédimentation carbonatée s'installe plus nettement et les traits paléogéographiques de la région s'affirment. Cette sédimentation correspond, pour l'ensemble de la plate-forme à la mise en place d'un régime marin plus franc et s'exprime pleinement dans la région étudiée, par les constructions récifales qui connaîtront leur apogée au Givétien.

En dehors de la région étudiée, les contrées voisines (Iran ...) ne connaissent pas la même fortune. Le domaine marin s'y est aussi élargi, au détriment des zones continentales précédemment décrites, mais, si les organismes constructeurs sont localement présents et si l'on connaît des calcaires à Polypiers en Iran, dans les régions de Kerman, de Tabas, d'Ozbak Kuh (A. Dürkoop et al., 1967), de Bidou (A.F. de Lapparent, com. orale), ainsi qu'en Afghanistan dans le Band-e Bayan: région de Robot-e Paf (D. Brice et al. 1969), de Ghouk (A. Dürkoop et al., 1967), de Hajigak (observation personnelle), les organismes constructeurs n'édifient jamais de constructions analogues à celles observées dans les Montagnes Centrales d'Afghanistan.

Vers l'Est, il faut probablement aller jusqu'en Birmanie (Calcaire de Padaukpin des Etats Shan) pour retrouver des calcaires construits d'âge mésodévonien (M. M. Anderson et al. 1969).

5.2.3. Au Dévonien supérieur

Dans la région étudiée, les formations du Groupe de Taktakay marquent, à partir du Frasnien moyen, un retour souvent brutal, à une sédimentation terrigène qui stoppe le développement récifal. Là encore, on retrouve d'étonnantes analogies de faciès avec les dépôts contemporains d'Iran (région de Tabas) et du Chitral (cf. D. Vachard, 1980, p. 129) qui ne peuvent que témoigner de liens paléogéographiques étroits.

h Au cours de toute son histoire dévonienne, la région étudiée présente donc des affinités très nettes avec l'Iran d'une part et avec des régions plus orientales (Himalaya, Chitral...) d'autre part. Par contre, il ne semble pas y avoir beaucoup de corrélations lithologiques possibles avec les régions plus septentrionales, telle le Kazakhstan, séparées des précédentes par la Téthys. Cette dernière devait toutefois être relativement limitée et ne pas constituer une barrière importante gênant la dissémination des faunes benthiques qui présentent, de part et d'autre de réelles affinités.

Pour conclure, il apparaît donc que les Montagnes Centrales, par rapport aux régions avoisinantes se caractérisent par le voisinage d'une plate-forme et d'un bassin, sans doute très étroit, mais fortement subsident. C'est donc, de façon manifeste, le rebord de cette plate-forme qui a fourni, au cours du Dévonien, les conditions optimales pour le développement de constructions récifales qui constituent l'un des traits les plus marquants et originaux de la région étudiée.

γ En 1977, J. Blaise et al. (p. 124) pouvaient écrire, à propos de la stratigraphie du domaine de Tezak-Nawar : "L'extrême complexité de la stratigraphie du Dévonien est le reflet d'une paléogéographie particulièrement diversifiée". L'épanouissement, au cours de cette période dévonienne, du phénomène récifal constitue l'une des causes majeures de cette diversité.

6. QUELQUES PERSPECTIVES DE RECHERCHE

6.1. Systématique et biostratigraphie des Stromatopores et des Tabulés

Les études biostratigraphiques consacrées aux Stromatopores sont peu nombreuses (E. Flügel, 1962; V. Zukalova, 1976; C.W. Stearn, 1979; B. Mistiaen, 1982) car ces organismes ont été bien souvent uniquement considérés comme des "fossiles de faciès".

Je pense toutefois que l'étude des Stromatopores doit pouvoir déboucher sur des considérations biostratigraphiques, partageant en cela l'opinion de J. St. Jean (com. écrite).

Pour vérifier la valeur biostratigraphique d'un groupe, il faut disposer d'un nombre suffisant d'études systématiques bien documentées, comprenant la répartition stratigraphique précise des taxons pour pouvoir établir des corrélations et les confronter aux résultats obtenus par d'autres groupes.

En ce qui concerne les Stromatopores, il apparaît que de telles études sont encore nettement insuffisantes même pour l'Europe occidentale où elles sont cependant les plus nombreuses. En France, notamment, il reste encore beaucoup de gisements (Normandie, Pyrénées, Montagne Noire, Avesnois...) où ces organismes sont présents et n'ont jamais fait l'objet d'étude systématique.

L'étude des Tabulés du Dévonien d'Afghanistan, dont les premiers résultats sont présentés ici, sera poursuivie; elle doit aussi déboucher sur des conclusions biostratigraphiques.

6.2. Evolution du groupe des Stromatopores

Certaines directions évolutives déjà perçues chez quelques genres de Stromatopores, notamment chez *Actinostroma* et *Atelodictyon*, sont à rechercher dans d'autres groupes et à tester sur du matériel provenant d'autres régions.

La "disparition" brutale des Stromatopores à la fin du Dévonien constitue un problème auquel j'ai récemment consacré un article (B. Mistiaen, 1984b) et qui mérite d'être approfondi.

J'envisage d'étudier plus particulièrement la faune de Stromatopores des terrains struniens, où l'on rencontre les derniers représentants paléozoïques du groupe, et notamment celle du stratotype et des régions avoisinantes (Avesnois), en mettant l'accent sur les caractères (microstructure...) susceptibles d'apporter des éléments d'explication à cette "disparition". Ces recherches seront effectuées en étroite relation avec celles menées parallèlement sur d'autres groupes fossiles (Brachiopodes, Tétracoralliaires, Tabulés) qui connaissent aussi une crise plus ou moins importante à cette époque.

6.3. Paléoécologie et étude des formations récifales

Les résultats des différents axes de recherche évoqués ci-dessus (systématique, recherche des caractères évolutifs) ne sont valables que dans la mesure où ces études tiennent compte de l'environnement dans lequel ont vécu les organismes étudiés. J'ai indiqué, à plusieurs reprises, que l'importance de certaines variations coenostéales chez les Stromatopores pouvait être due à des contextes paléoécologiques différents. Aussi, il me paraît tout à fait indispensable de mener, conjointement aux études systématiques, des études sédimentologiques relatives aux milieux récifaux auxquels les Stromatopores et, à un moindre titre, les Tabulés sont inféodés.

6.4. Biogéographie et implications paléogéographiques

Dans ce travail, l'analyse de la répartition biogéographie des constructeurs (Stromatopores, Tabulés) et ses implications paléogéographiques n'ont été qu'abordées; elles seront poursuivies par la suite. Cette démarche nécessite au préalable d'importants travaux de révision; elle sera alors susceptible d'apporter des compléments aux recherches analogues entreprises sur d'autres groupes. Les résultats obtenus permettront de tester différents modèles de reconstitution paléogéographique proposés par d'autres approches.

- BALLAND D. (1977). - Proposition de transcription simplifiée et unifiée des noms géographiques d'Afghanistan à l'usage des membres de la Mission Scientifique Française en Afghanistan. Bulletin de liaison M.P. du C.N.R.S., Kaboul. No. 2, p. 1-3.
- BARGATZKY A. (1881a). - Die Stromatoporen des rheinischen Devons. (Inaugural Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde bei der hohen philosophischen Fakultät der rheinische Friedrichs-Wilhelms-Universität zu Bonn), Bonn. 78 p., 11 fig.
- BARGATZKY A. (1881b). - Stachyodes, eine neue Stromatoporidae. Z. dtsh. geol. Ges., Berlin. V. XXXIII, p. 689-691, 2 fig.
- BERKHEAD P.K. (1907). -
- BIRKHEAD P.K. (1907). - Stromatoporoidea of Missouri; Bull. Am. Paleont., Ithaca. V. 52, no. 234, 110 p.
- BIRKHEAD P.K. et MURRAY J.W. (1970). - Actinostroma papillosum (BARGATZKY, 1881), a Stromatoporoïd from the Swan Hills Member of the Waterways Formation (Upper Devonian) of Alberta. J. Paleont., Tulsa. V. 44, p. 1067-1070.
- BLAISE J., BORDET P., DEBON F., DESPARMET R., LE FORT P., MISTIAEN B., MONTENAT C. et VACHARD D. (1982). - Géologie de l'Afghanistan central. Cartes géologiques au 1/100 000 de Tezek et de Maydan. Documents et Travaux I.G.A.L., Paris. No. 5, 56 p., 21 fig., 1 pl., 2 cartes h.t.
- BLAISE J., DESPARMET R. et LAPPARENT A.F. de (1971). - Stratigraphie et structure de la Paléozoïque de la région de Wardak, en Afghanistan. Bull. Soc. géol. Fr. Paris. 7 sér., t. XII, no. 3-4, p. 429-429, 5 fig., pl. XXVIII.
- BORDET P., CAVET P. et FILLET J. (1959). - Sur l'existence d'une faune d'âge silurien dans la région de Kathmandu (Himalaya du Népal). C.R. Acad. Sc., Paris. T. 248, p. 1547-1549.
- BOUJIERE A. (1970). - Sur une tectonique à failles répétilrices observée dans les montagnes en bordure nord-est du Dasht-e-Nawar (Province de Ghazni, Afghanistan). C.R. Acad. Sc., Paris. T. 270, p. 2637-2640, 1 fig.
- BOUJIERE A. et BRICE D. (1966). - La série dévonienne de Cheghana-Gudjerak (Province de Ghazni, Afghanistan). C.R. Acad. Sc., Paris. T. 263, p. 1940-1942.

- BRICE D. (1971). - Etude paléontologique et stratigraphique du Dévonien d'Afghanistan. Notes et Mém. Moyen-Orient, Paris. No. XI, 364 p.
- BRICE D. (1977). - Biostratigraphie du Dévonien d'Afghanistan. Mém. h. sér. Soc. géol. Fr., Paris. No. 8, p. 267-276, 1 fig.
- BRICE D., BIGEY F., MISTIAEN B., PONCET J., RORART J.C. (1977). - Les constructeurs (Algues, Stromatopores, Rugueux, Tabulés, Bryozoaires) dans le Dévonien Boulonnais de Ferques (Boulonnais, France). Associations. Répartition stratigraphique in 2nd Symp. Intern. sur les Coraux et Récifs coralliens fossiles (Paris, Septembre 1965). Mem. S.R.G.M., Paris. No. 89, p. 136-151, 1 fig., 1 tabl.
- BRICE D., BILTYNCK P., COUBAUX J.P., LETSIERS F., MISTIAEN B., RORART J.C. et BIGEY F. (1976). - Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). Ann. Soc. géol. Nord, Lille. T. XCVI, p. 135-155, 8 tabl., 1 fig.
- BRICE D., JENNY J., STAMFELI G. et BIGEY F. (1978). - Le Dévonien de l'Elbourz oriental: stratigraphie, paléontologie (Brachiopodes et Bryozoaires), paléontologie (Brachiopodes et Bryozoaires), paléogéographie. Riv. Ital. Paleont., Milan. V. 84, no. 1, 56 p., 9 fig., 1 tabl., 5 pl.
- BRICE D., LAFUSTE J., LAPPARENT A.F. de, FILLET J. et VASSINI I. (1974). - Etude de deux gisements paléozoïques (Silurien et Dévonien) de l'Elbourz oriental (Iran). Ann. Soc. géol. Nord, Lille. T. XCIII, p. 177-218.
- BRICE D. et MISTIAEN B. (1980). - Découverte de *Stringocephalus* et autres *Stringocephalidae* (Brachiopodes Terabratulids) dans le Givétien d'Afghanistan. Geobios, Lyon. No. 13, fasc. 6, p. 849-859, 1 fig., 2 pl.
- CHLUPAC I. (1976). - The Bohemian Lower Devonian stages and remarks on the Lower-Middle Devonian boundary. Newsletters in Stratigraphy, Berlin. V. 5, no. 2-3, p. 162-189, 1 fig., 6 tabl.
- CHLUPAC I. (1967). - Devonian of Czechoslovakia. Intern. Symp. Devonian Syst. Alberta Soc. Petrol. Geol., Calgary. V.I., p. 109-126, 7 fig.
- CORBAIN A.E. (1980).

- CORBAIN A.F. (1984). - *Stromatoporoids from the Devonian reef complexes Canning Basin Western Australia. Geol. Surv. West. Australia, Perth. Bull. 129, 108 p., 20 fig., 28 pl., 3 app.*
- CORNET P. (1975). - *Thèse de doctorat (inédite), Univ. Cath. Louvain, Louvain-la-Neuve. (non consulté).*
- DAWSON J.W. (1879). - *On the Microscopic Structure of Stromatoporidae, and on Paleozoic Fossils mineralized with Silicates, in illustration of Lezoon. Quart. J. geol. Soc., Londres. V. XXXV, pl. III-IV, p. 48-66.*
- DELAGÉ J. et HEROUARD E. (1901). - *Traité de Zoologie concrète. T. II, 2ème partie. Les Coelentérés. Schleicher Fr. Ed., Paris. 84 p., 1102 fig. 72 pl.*
- DESPARMET R. et MONTENAT C. (1972). - *Les transgressions paléozoïques en Hazarajat. Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., Paris. 2 sér., v. 14, no. 4, p. 397-414, 8 fig.*
- DONG DE-YUAN (1974). -
- DONG DE-YUAN (1981). - *Devonian Stromatoporoids from the counties of Markam and Rutog in Xizang. Bull. Nanjing Inst. Geol. and Palaeont., Acad. Sinica, Nankin. P. 101-114, pl. I-VI.*
- DONG DE-YUAN et WANG C. (1982). - *Devonian Stromatoporoids of eastern Yunnan. Bull. Nanjing Inst. Geol. and Palaeont., Acad. Sinica, Nankin. P. 1-40, pl. I-VIII.*
- DURKOPF A. (1970). - *Brachiopoden aus dem Silur Devon und Karbon in Afghanistan (mit einer stratigraphie des Paläozoikum der Daschi-e-Nawar / Ost and von Rokh). Palaeontographica, Stuttgart. 3. 134, Abt. A., p. 153-225, 59 fig., 7 tabl. pl. 14-19, 1 carte h.t.*
- EYCLERS G.M. (1950). -
- FAGERSTROM J.A. (1961a). - *The fauna of the Middle Devonian Formosa Reef Limestone of southwestern Ontario; J. Paleont., Tulsa. V. 35, p. 1-48.*

- FAGERSTROM J.A. (1982). - Stromatoporoids of the Detroit River Group and adjacent rocks (Devonian) in the vicinity of the Michigan Basin. Geol. Surv. Can., Ottawa. Bull. 339, p. 1-81, 33 fig., 8 pl.
- FISCHBUCH N. R. (1969). - Devonian stromatoporoids from central Alberta, Canada: Can. J. Earth Sci., Ottawa. V. 6, p. 167-185.
- FISCHBUCH N.R. (1970b). - Devonian reef-building stromatoporoids from western Canada; J. Paleont., Tulsa. V. 44, p. 1071-1084.
- FISCHBUCH N. R. (1979). -
- FLEROVA (1969). -
- FLUGEL E. (1958). - Pseudoactinodictyon n. gen. und Actinodictyon PARKS (Stromatoporoidea). Senckenbergiana Lethaea, Frankfurt/Main. V. 39, no. 3-4, p. 135-151, 1 fig., 3 tabl., 2 pl.
- FLUGEL E. (1959). - Die Gattung Actinostroma NICHOLSON und ihre Arten (Stromatoporoidea). Ann. Naturhist. Mus. Wien, Vienne. V. 63, p. 90-273, pls. 6-7, 3 fig., 27 tabl.
- FLUGEL E. (1961). -
- FLUGEL E. (1963). - Oberdevonische Stromatoporen aus der Bohrung Münsterland 1 Fortschr. Geol. Rheinl. Westf., Krefeld. 11, p. 329-342, 2 tabl., 2 pl.
- FLUGEL E. (1974). - Stromatoporen aus dem Schnelmer k
- FLUGEL E. et FLUGEL-KAHLER E. (1968). - Stromatoporoidea. Fossilium Catalogus I, Gravenhaga. Pars 115-116, 681 p.
- FLUGEL E. et KUTNER A. (1962). Vorbericht über paläontologisch-stratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum von Ozbak-Kuch (NE-Iran). Verh. geol. Bundesanst., Vienne. V. 2, no. 1, p. 146-150, 1 fig. (non consulté).

- FOUCAULT A., RAOULT J.F. (1980). - Dictionnaire de Géologie. MASSON Ed., 331 p.
- FRITZ M.A. et WAINES R.H. (1956). - Stromatoporoïds from the Upper Abitibi River Limestone. Proc. Geol. Ass. Can., v. 8, part 1, p. 87-126, 14 tabl., 3 pl.
- GALLOWAY J.J. (1957). - Structure and classification of the Stromatoporoidea. Bull. Am. Paleont., Ithaca. V. 37, no. 164, p. 345-430, pl. 31-37.
- GALLOWAY J.J. (1960). - Devonian stromatoporoïds from the Lower Mackenzie valley of Canada; J. Paleont., Tulsa. V. 34, p. 620-636.
- GALLOWAY J.J. et EHLERS G.M. (1960). - Some Middle Devonian Stromatoporoïds from Michigan and southwestern Ontario: Contr. Mus. Paleont. Univ. Michigan, Ann Arbor. V. 15, p. 39-120.
- GALLOWAY J.J. et ST JEAN J. (1954). -
- GALLOWAY J.J. et ST JEAN J. (1957). - Middle Devonian Stromatoporoidea of Indiana, Kentucky and Ohio. Bull. Am. Paleont., Ithaca. 37, (162), p. 25-308, 1 fig., 23 pl.
- GOŁOŁCZYK W. (1959). - Rodzaj Stachyodes (Stromatoporoidea) w Devonie Polski (On the stromatoporoïd genus Stachyodes in the Devonian of Poland): Acta Palaeont. Polonica, Varsovie. V. 4, p. 353-387 (in Polish, with English and Russian summaries).
- GOLDFUSS A. (1826). - Petrefacta Germaniae; v. 1, 76 p., 25 pl., Arz & Co., Dusseldorf.
- GOLSHANI F., JANVIER PH., BRICE D., LAPPARENT A.F. de (1973). - Sur la Paléogéographie et la Paléobiologie du Dévonien dans la région de Kerman, en Iran. C.R. Acad. Sc., Paris. T. 276, p. 697-700.
- GUPTA V. (1977). - Upper Devonian conodonts from Palchouki Nepal Himalaya. Himalayan geol., v. 5, p. 133-137 (non consulté).
- GURICH G. (1895). - Das Palaeozoikum des Polnischen Mittelgebirges: Verh. Russ. Kais. Miner. Ges., St Petersburg. 2 sér., v. 32, 539 p. (non consulté).

- HALL J. et WHITFIELD R. (1873). - Descriptions of new species of Fossils from the Devonian Rocks of Iowa. 23^{ème} Annual Rep. Reg. Univ. State of New York. P. 223-243, pl. IX-X.
- HEDBERG H. (1979). - Guide stratigraphique international. Classification, terminologie et règles de procédures. Coins Editeurs, Paris. 233 p., 14 fig.
- HOLLAND T.H. (1926). - [révision: COTTEN G. de P., 1931; KRISHNAN M.S. et JACOB K., 1957. Lexique stratigraphique international. C.S.I., Commission de stratigraphie, éd. C.N.R.S, Paris. V. III Asie, fasc. 3a, Indes, Pakistan, Népal, Bhoutan. 281 p., 3 cartes, 2 tabl.
- JELL J.S. & HILL D. (1970c). - Revision of the Coral Fauna from the Devonian Douglas Creek Limestone, Clermont, Central Queensland. Proc. Royal Soc. of Queensland, Brisbane. V. 81, no. 10, p. 93-120, pl. III-VIII.
- JENNY J.G. (1977). - Geologie et stratigraphie de l'Elbourz oriental entre Aliabad et Shahrud, Iran. Thèse doct. État, Genève. 238 p., fig. 13 pl., 5 ann.
- JHX H. (1969). - Frasn-Riffbildner in Devon der Gaste Nauwar (Afghanistan). N. Jb. Geol. Paläont. Mh., Stuttgart. H. 11, p. 630-690, 3 fig.
- KATO M. (1963). -
- KAZMIERCZAK J. (1971). - Morphogenesis and systematics of the Devonian stromatoporoidea from the Holy Cross Mountains, Poland. Acta Palaeont. Polon., Varsovie. No. 26, 150 p., 20, fig.-texte, 41 pl.
- KHALFINA V. K. (1955). -
- KHALFINA V. K. (1956). -
- KHALFINA V. K. (1950). -
- KHALFINA V. K. (1960d)

- KHALFINA V.K. (1968). - New genera of stromatoproids from the Devonian deposits of the SW borders of Kuzbass and Altai. Trudy tomenskogo ordenskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta im v.v. Khibycheva, T. 202, p. 147-152, 2 pl.
- KHROMYCH V.G. (1971). - O Stromatoporoideyakh nelyudimskoi svity (Severo-Vostok SSR). In Ivanovsky éd. Nagosy i Stromatoporoidei paleozoya SSSR Fr. 2 Akademyia Nauk SSR Sibirskoye otdeleniye, Vsesoyuznogo Simpoziuma po izuchsenii iskopayemykh severo-vostoka SSR. p. 125-145, pl. XXXV-XXXVII.
- KHROMYCH V.G. (1974). -
- KHROMYCH V.G. (1976). - Devonian Stratigraphy and Stromatoporooids of the Ulaan-sis ridge (en russe). Acad. Sc. URSS, Leningrad. V. 302, 104 p., 22 fig., 1 tabl., XIV pl.
- KLAPPER G. et ZIEGLER W. (1979). - Devonian Conodont biostratigraphy. In the Devonian System. Special Papers in Paleontology, Londres. no. 23, p. 199-224, 8 fig.
- KLOVAN J.E.(1966). - Upper devonian Stromatoporooids from the Recwater Reef Complex, Alberta. Geol. Surv. Canada, Bull., Ottawa. No. 133, p. 1-33, fig.-texte 1-3, tabl. 1-2, pl. 1-11.
- KODALEVITCH A.N. et TCHERMYKH V.V. (1979). - La limite supérieure de la partie inférieure du Dévonien sur le versant oriental de l'Oural. In Papoulov G.N. et Poutchkov V.H. Red. Conodontes de l'Oural et leur signification stratigraphique. Trudy Inst. Geol. i geoch., Sverdlovsk. No.145, p. 25-32, 1 tabl.
- KOSAREVA Y.G. (1976). - A contribution to revision of the genera Clathroconilona and Synthetostroma (Stromatoporoidea). Paleont. J., Washington. No. 1, p. 14-22, 1 fig., 2 pl. (trad. Paleont. Zh., Moscou. 1976 No 1, p. 19-26).

- LACROIX D. (1972). - Contributions à l'étude stratigraphique et paléontologique du Méso-dévonien et du Frasnien du Synclinorium de Namur. Thèse de doctorat (inéédite), Univ. Cath. Louvain, Louvain. 228 p. 62 fig., 2 pl. h.t.
- LECOMPTE M. (1951). - Les Stromatoporoïdes du Dévonien moyen et supérieur du Bassin de Dinant. Première partie. Mém. Inst. r. Sci. nat. Belg., Bruxelles. No 116, p. 1-215, p. I-XXXV.
- LECOMPTE M. (1952). - Ibid. Deuxième partie. No 117, p. 216-359, pl. XXXVI-lXX.
- LESSOVAYA Y.G. (1970). -
- LESSOVAYA Y.G. (1976). -
- MACHIELSE S.W. (1972). - Devonian Algae and their contribution to the Western Canadian Sedimentary Basin. Bull. Can. Pet. Geol., v. 20, N 2, p. 187-237, 8 fig., 19 pl.
- MALLET C.W. (1971). - The Stromatoporoïd genera *Actinostroma* NICHOLSON and *Nexillilomina* gen. nov. from the Devonian Broken River Formation, North Queensland. Proc. r. soc. Victoria. T. 84, No 2, p. 235-244, pl. 13-14.
- MALLET C.W. (1975). -
- MC COY F. (1850). - Descriptions of three new Devonian zoophytes: Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 2, v. 6, p. 377-378.
- MC COY F. (1851). - Descriptions of the British Palaeozoic fossils in the Geological Museum of the University of Cambridge: Cambridge. 406 p.
- MEISSAMI A., TERMIER H. & G. (1977). - La phase transgressive mobarakienne (Tournaisien-Viséen) sur la bordure méridionale de la Téthys. C.R. Acad. Sc., Paris., t. 285, sér. D, p. 1163-1165.
- MENNESSIER G. (1961). - Lexique stratigraphique International. G.I., Commission de Stratigraphie, ed. C.N.R.S., Paris. Vol. III Asie, fasc. 9a Afghanistan, 171 p., 2 cartes.

MILNE-EDWARDS et HAIME (1851). -

MILNE-EDWARDS et HAIME (1881).

MISTIAEN B. (1976). - Stromatopores du Dévonien de Ferques. (Boulonnais). Thèse de 3^e cycle, (inédate), Lille. 259 p., 38 fig., XV pl.

MISTIAEN B. (1977). - Niveaux construits à Bryozoaires dans le Dévonien de l'Hazarajat (Afghanistan central). 6^e R.A.S.T., Orsay, p. 278.

MISTIAEN B. (1980). - Stromatopores du Givétien de Ferques (Boulonnais, France). Bull. Mus. nation. Hist. nat., 4^e sér. C (3), p. 167-257, 3 fig., 17 pl.

MISTIAEN B. (1980). - Niveaux construits à Bryozoaires fistuliporides dans le Dévonien de l'Hazarajat Afghanistan central. Bull. Soc. géol. France, Paris. (7), t. XXII, No 1, p. 103-113, 2 fig., 1 tabl., 1 pl.

MONTJOY E.W. et RIDING R. (1981). -

MORI K. (1968). - Stromatoproids from the Silurian of Gotland Part 1. Stockholm Contr. Geol., v. 19, 100 p., 10 fig., 24 pl.

MORI K. (1970). - Stromatoproids from the Silurian of Gotland, Part 2: Stockholm Contr. Geology, v. 22, p. 1-152.

MORI K. (1976). - Stromatoproids from the Silurian of the Oslo Region, Norway. Norsk Geologisk Tidsskrift, Oslo. V. 58, p. 121-144, 5 fig., 6 pl., 1 tabl.

NESTOR H. (1964). - Stromatoporoidei ordovika i Llandoveri Estonii. Inst. geol. Akd. nauk. Est. SSR. Tallinn., 112 p.

NESTOR H. (1966). - Stromatoporoidei venloeka i Iudlowa Estonii. Akad. nauk. Estonskoi SSR. Instit. geol. 87 p.

NICHOLSON H.A. (1873). - On some new Species of Stromatopora. Ann. Mag. Nat. Hist., Londres. 4^eme sér., v. 12, p. 89-95, pl. IV.

- NICHOLSON H.A. (1875). - Descriptions of Amorphozoa from the Silurian and Devonian formations: Ohio Geol. Survey Rept., v. 2, p. 245-256.
- NICHOLSON H.A. (1886). -
- NICHOLSON H.A. (1886a). - On some new imperfectly-known species of Stromatopora. Ann. Mag. nat. Hist., Londres. 5ème sér., v. 17, p. 225-239.
- NICHOLSON H.A. (1886b). - A monograph of the British Stromatopora. Palaeontograph. Soc., Londres. Part. I, General Introduction, v. 39, p. 1-130, fig.-texte 1-17, pl. 1-11.
- NICHOLSON H.A. (1886). - On the Structure and Affinities of the Genus Parkeria, Corp. Annals and Mag. Nat. Hist. (sixth series), vol. I, p. 1-12, pl. III.
- NICHOLSON H.A. (1889). - A monograph of the British Stromatopora. Palaeontograph. Soc., Londres. Part II, Description of species, v. 42, p. 131-156, fig.-texte 18, pl. 12-19.
- NICHOLSON H.A. (1891). - Ibid., part III, Description of species, v. 44, p. 159-202, fig.-texte 19-27, pl. 20-25.
- NICHOLSON H.A. (1891a). - A monograph of the British Stromatopora. Palaeontograph. Soc., Londres. 234 p., 29 pl.
- NICHOLSON H.A. (1891b). - On some new or imperfectly-known species of Stromatopora. (sixth series). Ann. & Mag. Nat. Hist., ser. 6, V. VII, p. 309-328, pl. VIII-X.
- NICHOLSON H.A. (1892). - A monograph of the British Stromatopora. Palaeontograph. Soc., Londres. Part. IV, Table of contents, Description of species, Supplément, Appendix, Index, v. 46, p. 203-234, fig.-texte 28-33, pl. 26-29.
- NICHOLSON H.A. et MURIE J. (1878). - On the minute structure of Stromatopora and its allies. J. linn. Soc. zool., Londres. V. 14, p. 187-246, 5 fig.-texte, 4 pl.
- NICHOLSON H.A. et MURIE J. (1879). - On the Minute Structure of Stromatopora and its Allies. Linn. Soc. Journ. Zool., v. XIV, p. 187-247, 4 pl.

NITECKI M.H. (1972). - The Paleogeographic Significance of Receptaculitids International geological Congress 24th session, section 7, Paleontology, p. 303-309.

NITECKI H.M. et LAPPARENT de A.F. (1976). - Upper devonian receptaculites chardini n. sp. from central Afghanistan. Fieldiana geology. Published by Field Museum of Natural History. Vol. 35, n 5, publication 1242, p. 41-62, 37 fig.

PARKS W.A. (1909). - Silurian Stromatoporoids of America. Univ. Toronto Stud. Geol. Ser., Toronto. No 6, 52 p., pl. 16-20.

PARKS W.A. (1936). - Devonian Stromatoporoids of America. Ibid, n 39, 125 p., 19 pl.

PHILLIP G.M. et PEUDER A.E.H. (1967). - The age of the Lilydale Limestone (Devonian) Victoria. J. Palaeont. 41 (3), p. 795-798.

PHILLIP G.M. et PEUDER A.E.H. (1968). - Stratigraphical correlation of the principal Devonian limestone sequences of eastern Australia. In Oswald D.H. Ed. International Symposium on the Devonian System, Calgary 1967. Vol. 2, p. 1025-1041. Alberta Soc. Petrol. Geol., Calgary.

PILLET J. et YASSINE I. (1974). - Etude de deux gisements paléozoïques (Silurien et Dévonien) de l'Est-ouest oriental (Iran). Ann. Soc. géol. Nord, Lille. T. XCIII, p. 177-218.

PONCET J. et LAPPARENT A.F. de (1975). - Etude de quelques oncolithes du Dévonien d'Afghanistan. Ann. Soc. géol. Nord, Lille. XCV, 1, p. 47-54, 2 fig., pl. VI.

POPAL S.A. (1964). - Zur Geologie von Nordost- und Zentral- Afghanistan. Beih. geol. Jb. Hannover, 70, 241 p., 47 fig., 6 tabl., 22 pl.

RIABININ V. (1951). - Stromatoporoidai estonskoi SSR (Silur i verkhi Ordovika). Trudy vsesoiuznogo neftyanogo nauchnoissledovatel'skogo geologo-razved VNIIGRI. Nov. ser., No 43, 68 p., 43 pl. (non consulté).

RIABININ V. (1955). -

RIDING R. (1974). - The devonian genus Kuuga (Algae) reinterpreted as a stromatoporoid basal layer. Palaeontology, Londres. V. 17, part. 3, p. 565-577, 3 fig.-texte, pl. 85-86.

- RIDING R. (1974a). - The devonian genus *.Keega* (Algae) reinterpreted as a stromatoporoid basal layer. *Palaeontology*, v. 17, part 3, p. 565-577, pl. 85-86.
- RIDING R. (1974b). - Stromatopercid diagenesis: outline of alteration effects; *Geological Magazine*, v. 111, p. 143-148.
- RIPPER E. (1937b). - Stromatopercoids of the Lilydale Limestone Part II. *Syringostroma*, *Stromatopora* and other genera: *Royal Soc. Victoria Proc.*, new. ser., v. 49, p. 178-200.
- ROSEN F.B. (1867). - Über die Natur der Stromatoporen und über die Erhaltung der hornfasern der Spongien in fossilem Zustande;
- RUKHIN I.B. (1938). - Mikhropaleozoiske korally i stromatoporoidei verkhnei chasti basseina r. Kolymy. *Materialy po izcheniyu Kolymsko-Indigirskogo kraya*. Ser. 2, *Geologiya i Geomorfologiya*. V. 10, p. 79-118.
- ST JEAN J. (1960). - The widespread distribution of characteristic Devonian stromatopercoid microstructures and their stratigraphic significance. *Int. geol. Congr. 21 st. Sess.*, Norden. Pt 21: p. 239-250.
- ST JEAN J. (1962). - Micromorphology of the Stromatopercoid genus *Stictostroma* Parks. *Journal of Paleontology*, . V. 36, No 2, p. 185-192, pl. 31-34.
- ST JEAN J. (1977). - *Stromatoporella* Nicholson, 1886 (Fossil Order Stromatoperoidea): problem of the type specimen of the type species, *Stromatoporella granulata* (Nicholson), 1873, *Z.N. (S.) 2177: Zool. Nomenclature Bull*, v. 33, p. 253-260.
- SCHMIDT F. (1853). - Untersuchungen über die Silurische formation von Esthland, Nord-Livland und Oesel: *Archiv für die Naturkunde Liv-, Est-und Kurlands*, ser. 1, v. 2, p. 1-248 (not seen).
- SLEUMER B.H.G. (1968). - Gross structure and microstructure of *Stromatoporella granulata* (NICHOLSON, 1873) and their consequences on the definition of some devonian Stromatopercoid genera. *Overdruk Uit Leidsa geol. Mededelingen*. 43, p. 9-40, 2 diag., 22 fig.
- SLEUMER B.H.G. (1969). - Devonian stromatopercids of the Cantabrian Mountains (Spain): *Leidsa Geol. Mededelingen*. V. 44, p. 1-136.

- STAMPFLI G.M. (1978). - Etude géologique générale de l'Elburz oriental au S de Gonbad-e-Qabus. Iran N-E. Thèse Doct. Etat, Univ. Genève (inédiée), 329 p., 111 fig., 2 dépi. h.t., VII pl.
- STEARNS C.W. (1961). - Devonian stromatoproids from the Canadian Rocky Mountains. J. Paleont., Tulsa. V. 35, No 5, p. 932-949, 3 fig. Texte, pl. 105-107.
- STEARNS C.W. (1962). - Stromatoproid fauna of the Waterways Formation (Devonian) of northeastern Alberta: Geol. Survey Canada, Bull., Ottawa. No. 92, 23 p., 8 pl.
- STEARNS C.W. (1962b). -
- STEARNS C.W. (1963). - Some stromatoproids from the Beaverhill Lake Formation (Devonian) of the Swan Hills area, Alberta. Jour. Paleontology, V. 37, p. 651-662.
- STEARNS C.W. (1966). -
- STEARNS C.W. (1966a). - The microstructure of stromatoproids. Palaeontology, Londres. V. 9, part. 1, p. 74-124, 15 fig.-texte, pl. 14-19.
- STEARNS C.W. (1966b). - Upper Devonian Stromatoproids from Southern Northwest Territories and Northern Alberta. Geol. Surv. Canada, Bull., Ottawa. No. 133, p. 35-68, tabl. 3-4, pl. 12-26.
- STEARNS C.W. (1967). -
- STEARNS C.W. (1968). - A preliminary study of the distribution of Stromatoproids on the southern flank of the Ancient Well carbonate complex, Alberta. Intern. Dev. Symp. Calgary, V. II, p. 797-806, 5 fig., 4 pl.
- STEARNS C.W. (1969). - The Stromatoproid genera *Plexodictyon*, *Intexodictyon*, *Parmatostroma* and *Plexodictyon* J. Paleont., 43, (3), p. 753-766, pl. 99-100, 4 fig.
- STEARNS C.W. (1975). - The Stromatoproid animal. Lethaia, 8, p. 89-100, 8 fig.

- STEARNS C.W. (1975a). - Stromatoporoid assemblages, Ancient Wall reef complex (Devonian), Alberta: Canadian Jour. Earth Sci., V. 12, p. 1631-1667.
- STEARNS C.W. (1980). - Classification of the Paleozoic stromatoporoids: Jour. Paleontology, V. 54, p. 881-902.
- STEARNS C.W. (1982). - The Unity of the Stromatoporoidea. Third North American Paleontological Convention, proceedings vol., p. 511-516, 1 text.fig.
- STEARNS C.W. (1983). - Stromatoporoids from the blue Fiord Formation (Lower Devonian) of Ellesmere Island, arctic Canada. Journal of Paleontology, V. 57, No 3, p. 539-559, 6 fig.
- STEARNS C.W. et MEHROTRA P.N. (1970). - Lower and middle devonian stromatoporoids from northwestern Canada. Geol. Surv. Canada, Paper, No 70-13, 43 p., 2 fig.-texte, 6 pl.
- STOCK C.W. (1979). - Upper silurian (Pridoli) Stromatoporoidea of New York Bulletins of American Paleontology (Founded 1895). V. 76, No 308, p. 293-390.
- STOCK C.W. (1980). -
- STOCK C.W. (1982). - Upper Devonian (Frasnian) Stromatoporoidea of North-Central Iowa: Mason city member of the shell rock formation. Journal of Paleontology. v. 56, n 3, p. 654-679, 4 pl., 2 fig.
- STOCK C.W. (1984). - \
- STOCKLIN J. (1972). - Lexique stratigraphique international. C.G.I., Commission de Stratigraphie, éd. C.N.R.S., Paris. Vol. III Asie, fasc. 9b Iran. 1 Iran central, septentrional et oriental. 283 p., 3 fig., 1 pl.
- STOCKLIN J. (1977). - Structural correlation of the Alpine ranges between Iran and Central Asia. Mém. h. sér. Soc. géol. France, Paris. No 8, p. 333-353, 1 fig.
- STOCKLIN J. et BHATTARAI K.D. (1977). - Geology of Kathmandu Area and Central Mahabharat Range, Nepal Himalaya. Technical Report PG 11/77. WMG/UNDP Mineral Exploration Project, Kathmandu. 86 p. dact., 3 fig.

STRUZZ D.L. (1972). - Correlation of the lower Devonian Rocks of Australasia. J. of Geol. Soc. Australian, Sydney. Vol. 18, part 4, p. 427-455, 1 fig., 1 tabl.

SUGIYAMA (1959). -

TALBOT J.A. et BANK M.R. (1968). - Devonian of Victoria and Tasmania. In Oswald D.H. Ed. International Symposium on the Devonian System, Calgary 1967, Vol. 2, p. 147-163. Alberta Soc. Petrol. Geol., Calgary.

JELL !!!!!!! TELL J.S. et HILL D. (1970c). -

TURNSEK D. (1970). - Devonska stromatoporoidna fauna s Karavank. Razpravo slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana. V. 13, No 5, 28 p., 14 pl.

VACHARD D. (1974). - Contributions à l'étude stratigraphique et micropaléontologique (Algues et Foraminifères) du Dévonien - Carbonifère inférieur de la partie orientale du versant méridional de la Montagne Noire (Hérault, France). Thèse 3ème cycle, Univ. Paris (insédite), 406 p.

VACHARD D. (1980) - Tethys et Gondwana au Paléozoïque supérieur, les données afghanes. Biostratigraphie, micropaléontologie, paléogéographie. Doc. et Trav. I.G.A.L., Paris, No 2, 463 p., 75 fig., 50 tabl., 35 pl.

WINCHELL A. (1867). - Stromatoporidae: their structure and zoological affinities. Proc. Amer. Assoc. Adv. Sci., Cambridge. V. 15, p. 91-99.

WRAY J.L. (1967). - Upper Devonian calcareous algae from the Carnarvon Basin, Western Australia. Colo. Sch. Mines Prof. Contr. 3, 76 p., 11 pl.

WRAY J.L. (1969). - Algae in Reefs Through Time. Proc. North American Paleontological convention Symposium, Part J., p. 1358-1373, 19 fig.

WRAY J.L. (1972). - Environmental distribution of calcareous algae in upper Devonian reef complexes. Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau Band 61 (2), p. 578-584, 2 fig., 1 tabl.

WRAY J.L. (1977). -

WRAY J.L. et PLAYFORD P.E. (1970). - Some occurrences of Devonian reef-building algae in Alberta: Canadian Petroleum Geology Bull., v. 18, p. 544-555.

WRIGHT E.P. et STUDER Th. (1889). - Report on the Alayonaria collected by U. S.S. "Challenger" during the years 1873-1876. Challenger Reports, vol. 31, 314 p., 43 pl.

YABE et SUGIYAMA (1941). - Tienodictyon zonatum a new stromatoporoid from eastern Yunnan, China. Proc. Imp. Acad. Tokyo 17. p. 139-141.

YANG J. et DONG D. (1978). -

YANG J. et DONG D. (1979). - Devonian Stromatoporoids from central and eastern parts of Guangxi, China. Palaeontologica Sinica, Beijing. No 157, B 14, 89 p., 1 tabl., 46 pl.

YAVORSKY V.I. (1931). - (Some devonian Stromatoporoids from the Outskirts of the Kutznetzk Basin, the Ural and other Localities) en russe, res. angl. Izvestiya vses. geol. razved. obed., Moscou. 50, 94, p. 1387-1415, 5 pl.

YAVORSKY V.I. (1951). -

YAVORSKY V.I. (1955). - Stromatoporoides Sovetskogo Soyuza (en russe). Trudy vses. nauchnoissled. geol. (VSEGEI), Moscou. Nov. sér. 8, 173 p., 89 pl., 11 fig.

YAVORSKY V.I. (1957). - Ibid., 18, 167 p., 43 pl.

YAVORSKY V.I. (1960). - Novyi vid nizhnekamennougolnoi stromatoporoidel. Paleontol. Zhur 4: p. 131-133.

YAVORSKY V.I. (1961). - Ibid. 44, 64 p., 38 pl.

YAVORSKY V.I. (1962b). -

YAVORSKY V.I. (1963). - Stromatoporoides Sovetskogo Soyuza (en russe). Trudy vses. nauchnoissled. geol. (VSEGEI) Moscou. Nov. sér. 87, 160 p., 31 pl.

- YAVORSKY V.I. (1967). - *Rosenellinella* gen. nov. aus den unteren Silur der Tschechoslowakischen Autonomen sozialistischen republik. N. Jb. Geol. Paläontol. Mh. 8jp. 510-512.
- ZAHEDI M. (1971). - Etude géologique de la région de Soh (W de l'Iran Central). Thèse Doct. Etat Univ. Cl. Bernard, Lyon. 278 p., 49 fig., XXIII pl.
- ZUKALOVA V. (1958). - Stromatoporoides Krenického devonu. Sber. Ustr. ust. geol., Prague. 24, p. 313-348, 3 fig., 1 tabl., pl. 44-49.
- ZUKALOVA V. (1971). - Stromatoporoides from the Middle and Upper Devonian of the Moravian Karst. Respravy ustred. Ust. geol., Prague. V. 37, 143 p., 16 fig., 7 tabl., 40 pl.
- ZUKALOVA V. (1976). - Biostratigrafie paleozoika v podkladu a predpoli Karpat vychodne od Braa. Časopis Mineral. Geol., Prague. 21, 4, p. 369-385, 5 fig.
- ZUKALOVA V. (1980). - Stromatoporoids in the Devonian Carbonate Complex in Moravia (Czechoslovakia). Acta Palaeont. Pol., Varsovie. Vol. 25, No. 3-4, p. 671-679, 3 fig.

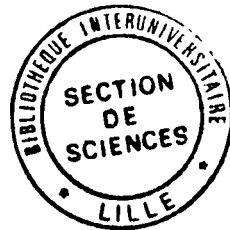


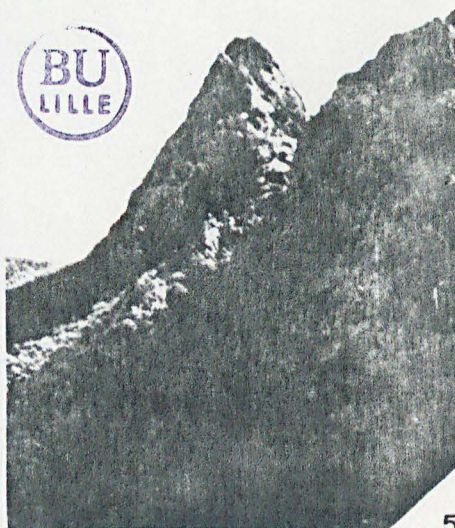
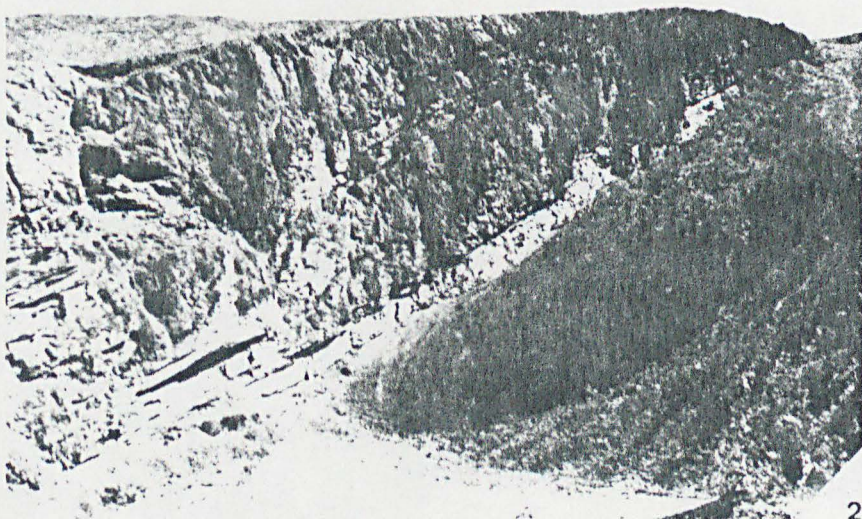
PLANCHE I

Fig. 1 - 4. Coupe de Bokan.

- 1 - Vue sur le Membre récifal de Quark-e Bodak (Frasnien), épais ici d'une quarantaine de mètres.
Les deux personnes, au pied et au sommet de la falaise, donnent l'échelle.
- 2 - Vue d'ensemble sur le Membre récifal de Quark-e Bodak, tronqué par une surface d'érosion; bien stratifié à la base, plus massif ensuite, avec des niveaux localement stratifiés. Vers le Nord (à droite de la photo) la masse récifale s'amenuise légèrement.
- 3 - Vue vers l'Est, depuis le récif frasnien (Membre de Quark-e Bodak). Au premier plan: la Formation de Cawak affleurant mal au niveau de la piste; à l'arrière plan, la masse imposante de la Formation de Bokan, traversée par des gorges.
- 4 - Vue vers l'Est (au téléobjectif).
Au premier plan, la piste, dans l'Oued, traversant en gorges la lame récifale frasnienne (Membre de Quark-e Bodak) dont on observe à gauche, la surface supérieure irrégulière recouverte par des encroûtements ferrugineux et les premiers terrains de la Formation du Koh-e Giru. Vers le Sud (à droite de la photo), la lame récifale s'amincit très rapidement. A l'arrière plan, la Formation de Cawak puis celle de Bokan qui forme les reliefs à l'horizon.

Fig. 5. Coupe de Cawak.

Allure des calcaires de la Formation de Bokan, généralement très massifs.



BU
LILLE

PLANCHE II

Fig. 1 - 2. Coupe de Cawak - Formation de Bokan.

- 1 - Aspect localement stratifié des calcaires.
- 2 - Détail, montrant le passage de calcaires massifs à des calcaires bien stratifiés.

Fig. 3. Coupe de Ghujurak Nord.

Au premier plan, en clair, le sommet des quartzites de la Formation de Ghujurak surmontés par une vingtaine de mètres d'encrinites de la Formation de Cawak (premiers bancs sombres) puis par les calcaires construits de la Formation de Dewal dont la partie supérieure montre une morphologie récifale très nette et une migration vers l'Est (droite de la photo).
A l'arrière plan, la Formation du Koh-e Giru.

Fig. 4. Coupe de Saghana.

Falaises calcaires dans la Formation de Dewal surmontées par la Formation du Koh-e Giru, en petits bancs et affleurant mal. Les calcaires de la Formation de Dewal sont massifs mais mieux stratifiés que plus à l'Ouest et au Sud (photo précédente).

Fig. 5 - 6. Coupe de Kamar - Formation du Koh-e Giru.

- 5 - Calice d'Echinoderme. x 1.
- 6 - *Receptaculites chardini*. x 1.

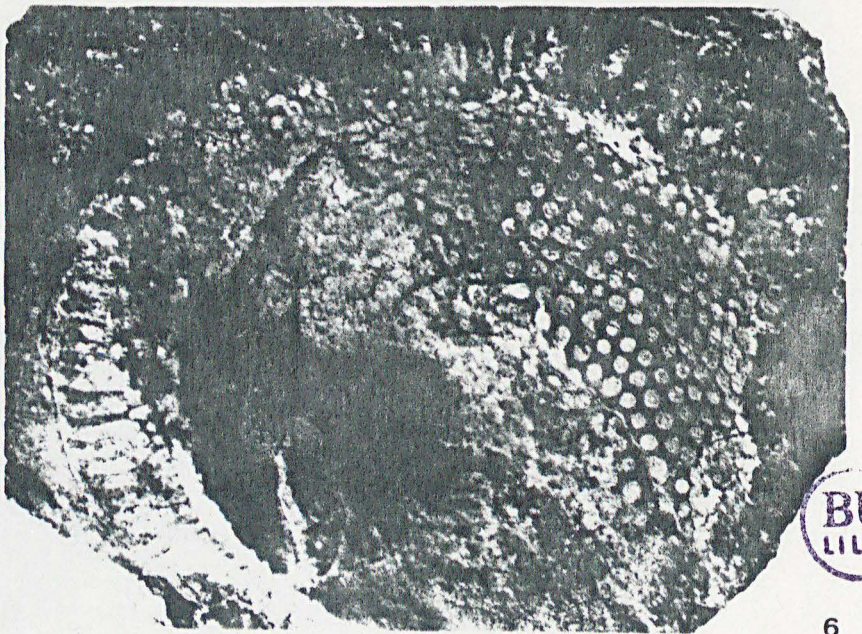
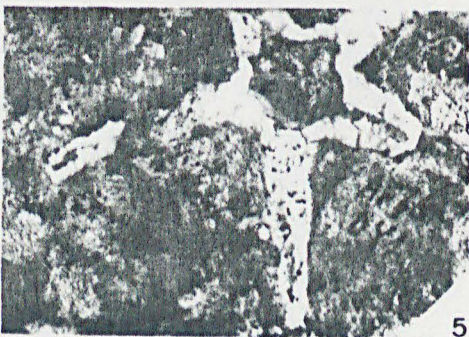
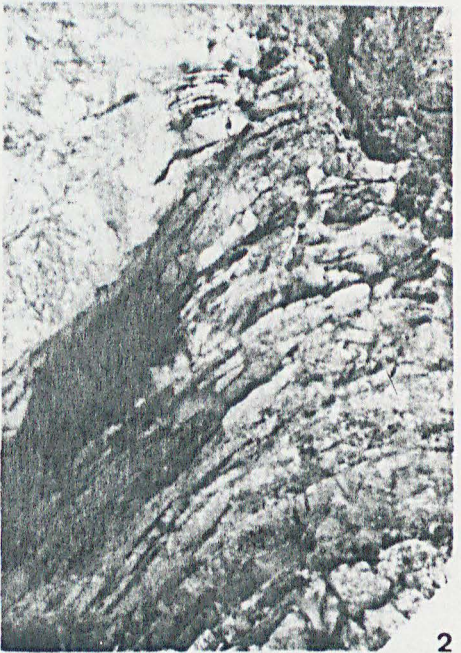
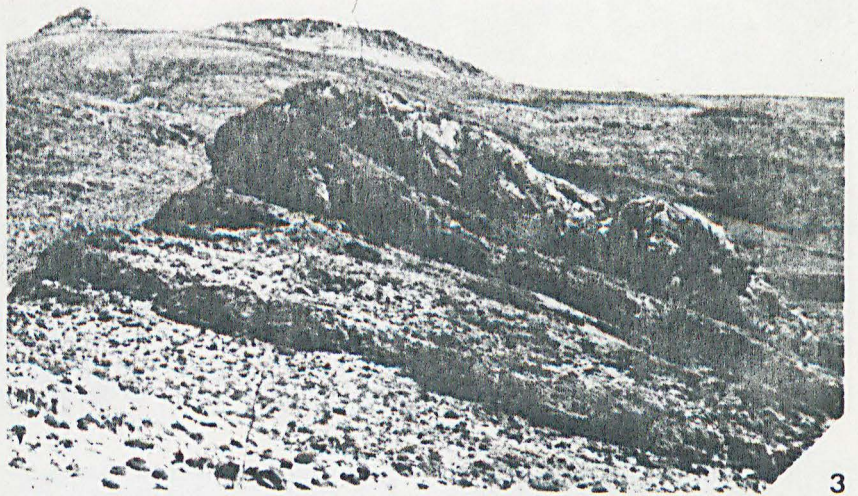


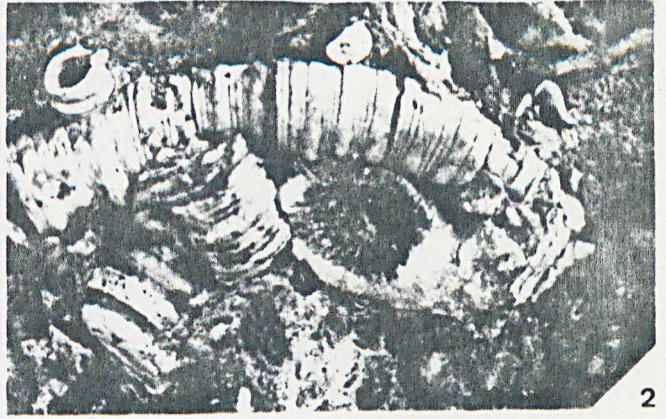
PLANCHE III

Fig. 1 - 4. Coupe de Dewal - Formation de Dewal.

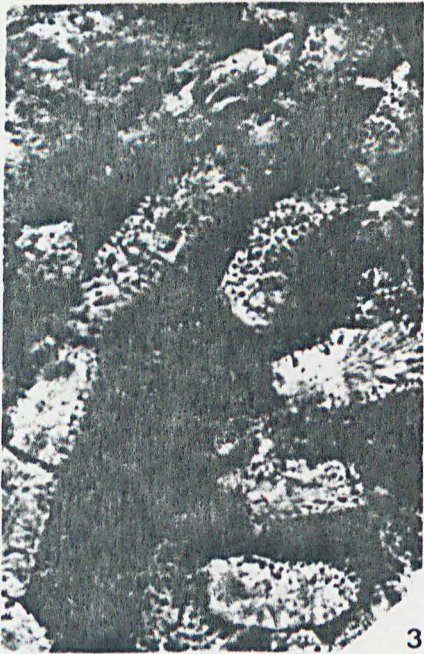
- 1 - Calcaire bioclastique (crinoïdique) à organismes lamellaires; bindstone (cf. description de la coupe de Dewal, terme 36, éch. AF 76 D 66). x 1.
- 2 - Calcaire à gros débris de Crinoïdes et Tétracoralliaires solitaires. (description de la coupe de Dewal, terme 38, éch. AF 76 D 62). x 1.
- 3 - Calcaire à tabulés branchus: *Thamnopora* cf. *alta*; bafflestone; (cf. description de la coupe de Dewal, terme 57, éch. AF 76 D 33). x 1.
- 4 - Calcaire à Stromatopores dendroïdes à noduleux: *Stachyodes verticillata*; floatstone à rudstone; (cf. description de la coupe de Dewal, terme 59, éch. AF 76 D 27..). x 1.
- 5 - Coupe de Saghana. Formation de Ghujurak. Niveaux inférieurs, dolomitiques à nombreux restes d'Echinodermes ?, (cf. description de la coupe, terme 1, éch. Ch 4). x 1.
- 6 - Coupe de Sayed-Tabib nord (coupe Est). Lame mince dans l'échantillon AF SH 20/2 (x 47), dans un *Stromatactis* montrant des restes de structure de Bryozoaires.
- 7 - Coupe de Bokan - Formation de Bokan avec les Couches à Bryozoaires.
Calcaire framestone construit par des Bryozoaires *Fistulipori-*
dés massifs. x 1.



1



2



3



4



5



6

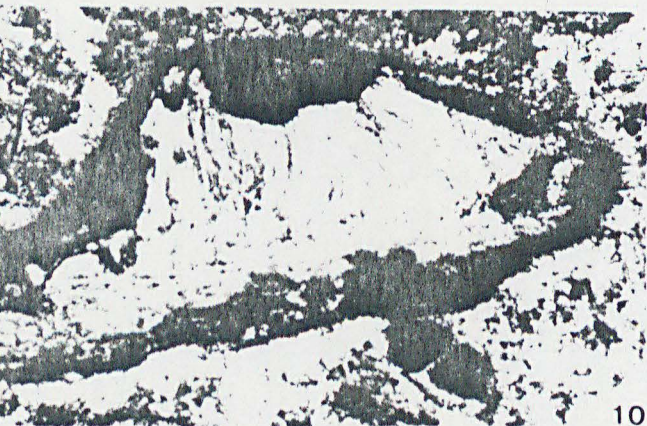
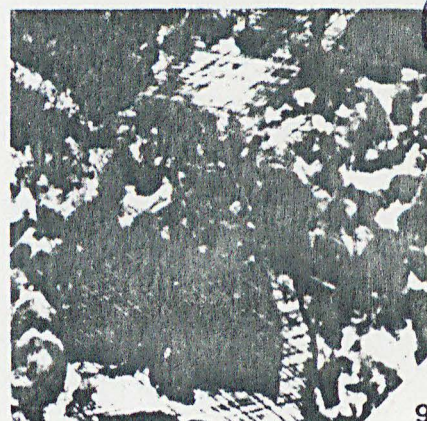
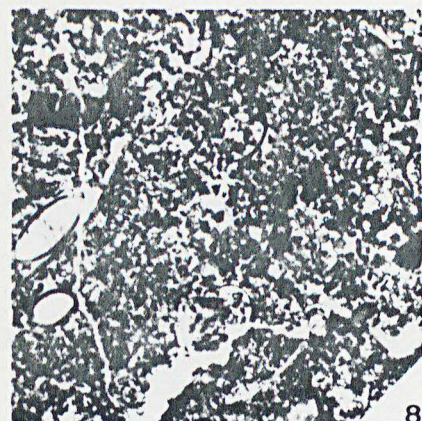
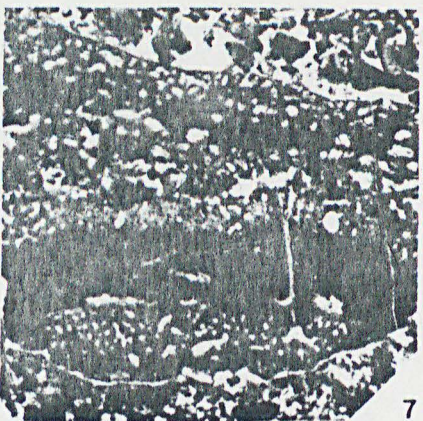
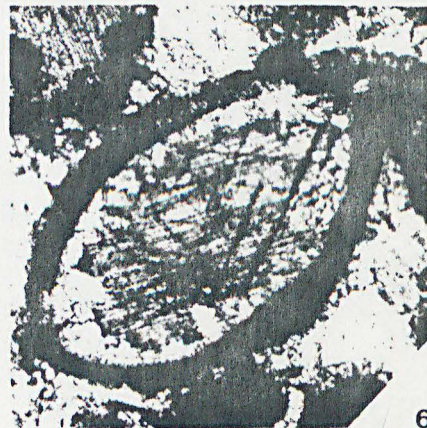
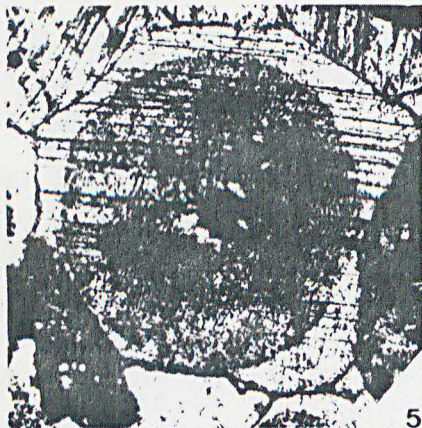
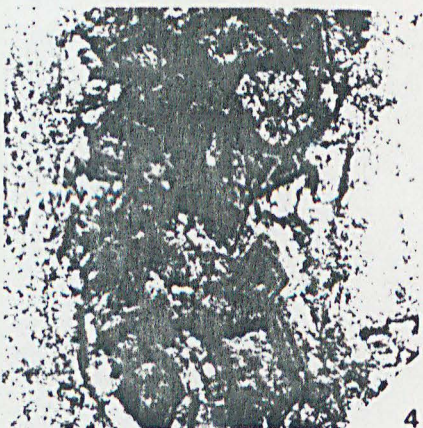
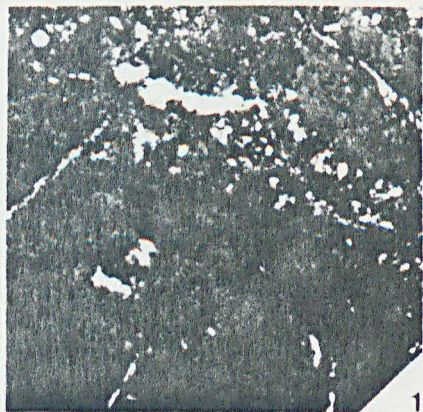


7

BU
LILLE

PLANCHE IV

- Fig. 1. Coupe de Syahsangak (terme 1) - Formation de Sar-e Bum.
Lame mince dans l'échantillon AF 77.32/1.
Grès à ciment calcaire dolomitisé, débris de Tabulés (T) et oncholites dolomitisées (la flèche en haut à gauche indique la limite), à nucléus constitué par des débris de Tabulés. x 5.
- Fig. 2. Coupe de Bokan - Formation de Cawak.
Lame mince dans l'échantillon AF 75 Bo 55.
Calcaires très gréseux à quartz de deux tailles formant la matrice qui enrobe de gros débris de Stromatopores. x 50.
- Fig. 3. Coupe du Koh-e Barik Sud - Formation d'Olsenak.
Lame mince dans l'échantillon AF 78 BG 11/8.
Packstone, biomicrite à bioclastes souvent microperforés. x 5.
- Fig. 4. Coupe de Dewal - Formation de Cawak.
Lame mince dans l'échantillon AF 76 D 99/1, terme 9 de la description.
Rhomboèdres de dolomite dans un polypérite de *Thamnopora* sp. x 50.
- Fig. 5 à 9. Coupe de Dewal - Formation de Dewal.
- 5 - Lame mince dans l'échantillon AF 76 D 91, terme 14 de la description.
Calcaire grainstone, biosparite à "rim-cement" bien développé autour des entroques.
 - 6 - Lame mince dans l'échantillon AF 76 D 85/1, terme 20 de la description.
Calcaire grainstone, biosparite à bioclastes souvent micritisés en bordure; Ostracodes mieux conservés. x 50.
 - 7 - Lame mince dans l'échantillon AF 76 D 83/4, terme 22 de la description.
Calcaire bindstone à Stromatopores. x 5.
 - 8 - Lame mince dans l'échantillon AF 75 D 27/6, terme 59 de la description.
Calcaire grainstone, biopelsparite. x 6.
 - 9 - Lame mince dans l'échantillon AF 76 D 22/4a, terme 68 de la description.
Calcaire grainstone, biosparite à "rim-cement" autour des entroques. x 50.
- Fig. 10 - 11. Coupe de Bokan. Formation du Koh-e Giru.
- 10 - Lame mince dans l'échantillon AF 75 Bo 242/1.
Calcaire grainstone, biosparite à bioclastes perforés et enrobés de micrite. x 50.
 - 11 - Lame mince dans l'échantillon AF 73 Bo 13.4/2.
Coupe transversale de Bryozoaires; remplissage d'oxyde de fer, de micrite ou de sparite dans les loges. x 5.



BU
LILL

10

11

PLANCHE V

Fig. 1 - 2. Coupe du Koh-e Top - Formation du Koh-e Giru.

- 1 - lame mince dans l'échantillon AF 78 Top 7/2a. Calcaire grainstone, nombreux bioclastes de petite taille, très arrondis et ferrugineux; quelques coquilles de Brachiopodes avec effet d'ombrelle. x 3.
- 2 - Détail de la photo précédente montrant des grains totalement ferrugineux. x 75.

Fig. 3. Coupe de Ghujurak sud - Formation du Koh-e Giru.

Lame mince dans l'échantillon AF 75 G2/1, terme 42 de la description. Fragment de *Stachyodes costulata* ? fortement micro-perforé; diamètre des microperforations atteignant 100 à 130 μm . x 50.

Fig. 4 - 6. Coupe du Koh-e Top - Formation du Koh-e Giru; Couches à Bryozoaires.

- 4 - lame mince dans l'échantillon AF 78 Top 6/5a, terme 6 de la description, base du niveau. Calcaire bafflestone, à Bryozoaires branchus dans un sédiment de type grainstone. x 2.
- 5 - lame mince dans l'échantillon AF 78 Top 6/6a, terme 6 de la description, sommet du niveau. Calcaire framestone à Bryozoaires massifs, dans un sédiment de type wackstone. x 2.

Fig. 6. lame mince dans l'échantillon AF 78 Top 6/3b, terme 6 de la description.
Petite colonne stromatolithique associée aux Bryozoaires. x 5.

Fig. 7. Coupe de Sayed Tabib nord (coupe Ouest) - Formation du Koh-e Giru; Couches à Bryozoaires.

Lame mince dans l'échantillon AF 76 SH 7/1, terme 7a de la description. Micrite (algair ?) à structures fenestrées. x 75.

Fig. 8 - 10. Coupe de Dewal - Formation du Koh-e Giru; Couches à Bryozoaires.

- 8 - lame mince dans l'échantillon AF 76 D 10/1, terme 81 de la description. Calcaire framestone; association Bryozoaires - Algues (*Sphaerocodium* sp.). x 50.
- 9 - lame mince dans l'échantillon AF 76 D 10/6, terme 81 de la description. Algues (*Sphaerocodium* sp., *Girvanella* sp.) et Foraminifères (?) encroûtants: cf. *Wetheredella* sp. x 50.
- 10 - lame mince dans l'échantillon AF 76 D 10/3, terme 81 de la description. Remplissage de gros péloïdes dans les anfractuosités entre les colonies algaires. x 50.

Fig. 11. Coupe de Dewal - Formation du Koh-e Giru.

Lame mince dans l'échantillon AF 76 D 9/1. Grainstone, biopel-sparite à débris de Trilobites. x 50.

