

ACRITARCHES DU CAMBRIEN MOYEN DE LA VALLEE DE TACHEDDIRT
(HAUT-ATLAS, MAROC)
DANS LE CADRE D'UNE NOUVELLE ZONATION DU CAMBRIEN¹

par

Michel VANGUESTAINE² & Jaak VAN LOOY³

(6 figures, 1 tableau et 2 planches)

RESUME.— Les calcaires et "siltstones" qui affleurent dans la vallée de Tacheddirt (Haut-Atlas, Maroc) ont fourni 13 gîtes à Acritarches parmi lesquels sont identifiées 16 espèces dont 2 sont nouvelles : *Multiplicisphaeridium chakor* et *Timofeevia tacheddirtensis*. L'hétérogénéité de distribution stratigraphique des espèces indique l'existence de deux associations. La plus ancienne est diversifiée et se caractérise par la présence constante de *Cristallinium cambriense* (Slavikova) Vanguetaine, 1978, *Eliasum Ilaniscum* Fombella, 1978 et *Timofeevia lancarae* (Cramer & Diez) Vanguetaine, 1978. La plus récente est peu diversifiée, composée seulement de Sphaeromorphes et de *Micrhystridium*. La première est localement datée par Trilobites dont la découverte est rapportée ici pour la première fois. Elle appartient, en partie du moins, soit à l'"étage" à *Paradoxides oelandicus* soit à la partie inférieure de l'"étage" à *Paradoxides paradoxissimus* du Cambrien Moyen. La seconde est localement datée aussi par Trilobites qui indiquent le Cambrien Moyen.

Un schéma biostratigraphique, en 7 Zones et Superzones d'Acritarches, synthétise, pour la première fois, les données, disponibles pour l'ensemble du Cambrien. Il permet de situer correctement, dans leur contexte biostratigraphique les unités lithologiques analysées à Tacheddirt. Les implications des précisions chronostratigraphiques découlant de ce travail sont consignées dans les conclusions.

ABSTRACT.— The limestones and siltstones which crop out in the Tacheddirt Valley of the High Atlas Mountains (Morocco), have provided 13 acritarch localities yielding 16 species, including two new ones, viz. *Multiplicisphaeridium chakor* and *Timofeevia tacheddirtensis*. Two different associations have been distinguished. The older one is the most diversified and is characterised by the constant presence of *Cristallinium cambriense* (Slavikova) Vanguetaine, 1978, *Eliasum Ilaniscum* Fombella, 1978 and *Timofeevia lancarae* (Cramer & Diez) Vanguetaine, 1978. The younger one is only composed of sphaeromorphs and *Micrhystridium*. Trilobite remains reported in the present paper date the older association as the *Paradoxides oelandicus* "stage" or early *Paradoxides paradoxissimus* "stage" of the Middle Cambrian. The younger assemblage is also associated locally with Middle Cambrian trilobites.

A biostratigraphic zonation for the entire Cambrian shows that 7 acritarch Zones or Superzones may be distinguished. This zonation allows the rocks at Tacheddirt to be assigned biostratigraphically. The chronostratigraphic implications are dealt with in the conclusions.

CADRE GEOLOGIQUE

La vallée de Tacheddirt se trouve à environ 50 km au sud de Marrakech (fig. 1). Elle se situe dans le bloc oriental du Massif Ancien du Haut-Atlas (Proust, 1973).

Le fond et les flancs de la vallée montrent des roches sédimentaires (fig. 2). Ces dernières sont surmontées en discordance par des roches volcaniques subhorizontales qui font partie de la "Série de Sidi Chamharouch" (Vogel *et al.*, 1980, inédit (1)) conventionnellement

1 Communication présentée le 3 mai 1983, manuscrit reçu le 6 mai 1983.

2 Université de Liège, Paléobotanique et Paléopalynologie, Place du XX Août, 7, B 4000 Liège (Belgique).

3 I.W.O.N.L. bursaal, K.U.L., Paleontologie, Redingenstraat, 16 bis, B 3000 Leuven (Belgique).

(1) VOGEL, D.E., MISSOTTEN, R. & DESUTTER, F., 1980. Carte géologique du Maroc au 1/100.000. Feuille Oukaimeden - Toubkal. Rapport interne Université de Leuven.

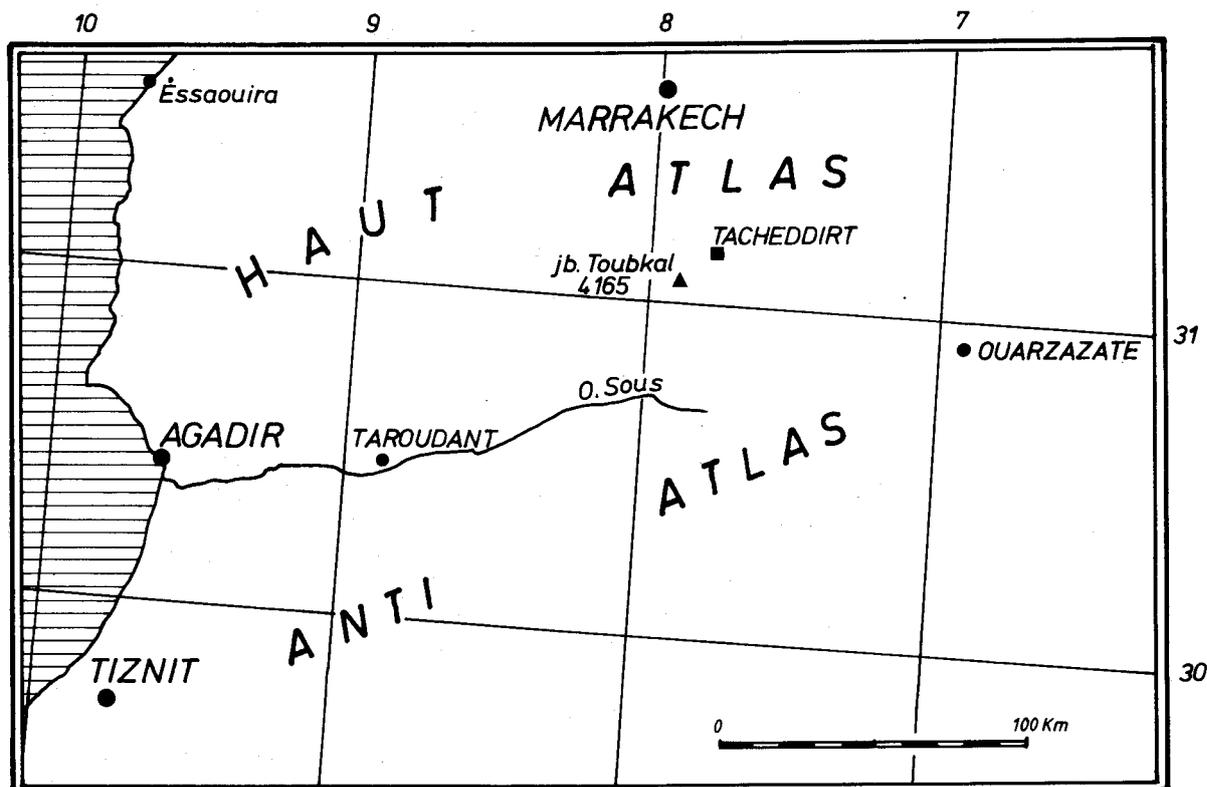


Figure 1.- Localisation de Tacheddirt dans le Haut-Atlas.

rapportée à un Précambrien-Cambrien indifférencié. Ces volcanites comprennent entre autre l'andésite du Toubkal (Vogel *et al.*, 1980). Elles occupent les sommets, tout autour de la vallée.

Les roches sédimentaires se composent de 4 unités, reconnues par l'un de nous (Van Looy, 1980, inédit (2)). A l'est du village de Tacheddirt (fig. 2), on trouve une série carbonatée qui montre d'est en ouest : un calcaire cristallin rougeâtre (> 300 m), des calcaires très gréseux et stratifiés (\pm 130 m) et un conglomérat calcaire rougeâtre (\pm 25 m). A l'ouest de Tacheddirt, affleure une forte épaisseur de "siltstones" verts (> 400 m). A proximité d'Ouaneskra, on peut observer dans ces "siltstones" différentes intercalations volcano-sédimentaires. Plus à l'ouest, à hauteur de Tizi-n-Tamatert et de Tinerhourhine, la succession décrite est interrompue par une faille qui la met en contact avec des sédiments mésozoïques. Ces derniers surmontent ailleurs les roches volcaniques (Vogel *et al.*, 1980).

L'existence d'un anticlinal majeur, à ennoyage ouest, a été reconnue (fig. 2). Son axe est plus ou moins parallèle à la direction générale de la vallée. Il est flanqué de plusieurs plis secondaires. La succession li-

thologique adoptée à la figure 3 repose sur la reconnaissance de cette structure anticlinale majeure.

MACRO ET MICROFAUNE

Avant ce travail, la série carbonatée était considérée, par corrélations lithologiques, d'âge Cambrien Inférieur, partie inférieure (Proust, 1973). Cette corrélation n'autorisait pas la comparaison temporelle du conglomérat calcaire avec la "Brèche à *Micmacca*", repère lithostratigraphique et biostratigraphique (limite Cambrien Inférieur - Cambrien Moyen), bien connu dans le sud marocain. Les "siltstones" quant à eux étaient supposés appartenir au Cambrien Moyen (Proust, 1973).

Le levé détaillé effectué par l'un de nous (J.V.) a conduit à la découverte, aussi bien dans les carbonates

(2) VAN LOOY, J., 1980. *Stratigraphie en Paleontologie van de paleozoische sedimentaire gesteenten van het dal van Tacheddirt (Hoge Atlas, Marokko). Travail de fin d'études, Université de Leuven.*

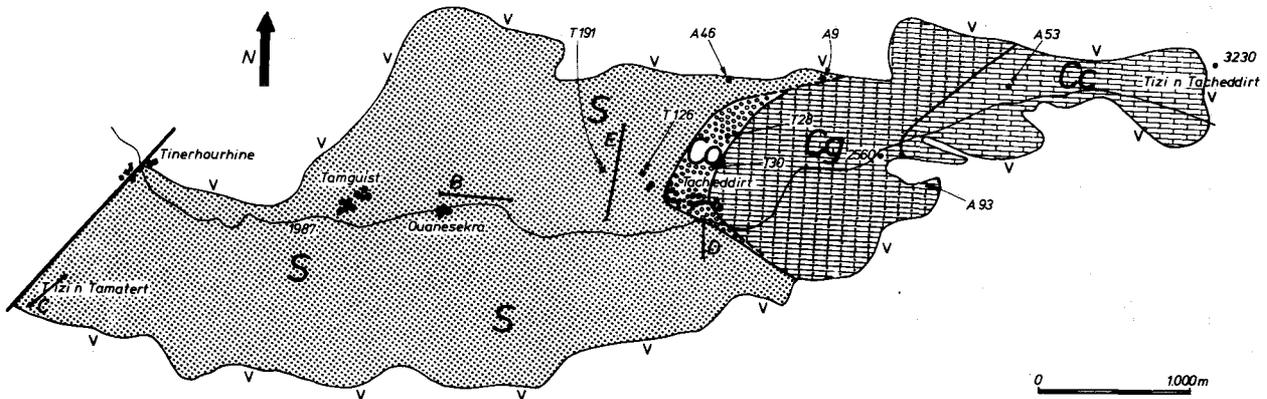


Figure 2.- Carte géologique schématique de la vallée de Tacheddirt.

Figuré, comme à la figure 3 : Cc, Calcaire cristallin ; Cg, Calcaire gréseux ; Co, Conglomérat calcareux ; S, "siltstones". Les indications A53, A93, A9, A46 désignent des échantillons isolés ; les autres échantillons sont pris dans les 4 coupes B, C, D, E dont le tracé est porté sur la carte. T28, T30, T126 et T191 : localisation de niveaux à Trilobites ; V : roches volcaniques.

que dans les siltstones, de fragments de trilobites. Certains d'entre eux ont été déterminés au laboratoire du Prof. Dr. K. Sdzuy de l'Université de Würzburg. Les deux gisements principaux sont situés quelque dizaines de m. au-dessus du conglomérat calcareux. Ce sont les échantillons T 126 et T 191 localisés respectivement au nord et au nord-est du refuge de Tacheddirt. Ils contiennent (T 126) des fragments de *Parasolenopleura* cf *cristata* (Linnarson, 1877) et (T 191) *Conocoryphe* sp. et ? *Ellipsocephalus* sp. Leur présence indique un âge Cambrien Moyen. Cet âge a pu être précisé pour T 126 lequel appartient soit à la Zone à *Paradoxides pinus*, Zone supérieure de l'"étage" à *Paradoxides oelandicus*, soit à la partie inférieure de l'"étage" à *Paradoxides paradoxissimus*. Un âge Cambrien Moyen est aussi indiqué pour les deux échantillons T 28 et T 30 du conglomérat carbonaté qui pourrait correspondre à la Zone à *P. insularis*, Zone inférieure de l'"étage" à *Paradoxides oelandicus* (lettres du Prof. Dr. K. Sdzuy, du 11.08.1980 à M. Vanguetaine et de G. Geyer du 14.03.1983 à J. Van Looy). Des fragments récoltés dans le calcaire cristallin n'ont pas été déterminés.

Quelques échantillons de la série carbonatée ont été examinés pour conodontes et foraminifères. Les résultats sont entièrement négatifs.

PALYNOLOGIE

Dix-huit échantillons ont été traités pour l'étude palynologique. Treize sont fossilifères (fig. 3). Les échantillons A 53 et A 93 proviennent de petites intercalations silteuses dans la série carbonatée. A 46 se situe juste au-dessous du contact discordant entre les sédiments et les volcanites. Les échantillons B, D, E, proviennent de trois profils dans la série silteuse localisés à la figure 2.

Seize espèces ont été identifiées parmi lesquelles *Multiplicisphaeridium chakor* et *Timofeevia tacheddirtensis* sont nommées et décrites pour la première fois. Les descriptions ci-après sont limitées à l'essentiel.

Celtiberium cf *clarum* Fombella 1978

Pl. 1 : 1

1978 *Celtiberium clarum* n. sp. in Fombella, p. 251, pl. 2 : 2.

Spécimens de diamètre un peu plus grand (14 à 18 μ), et à appendices de même hauteur mais moins larges que ceux décrits par Fombella.

Celtiberium cf. geminum Fombella 1977

Pl. 1 : 5-6

1977 *Celtiberium geminum* n. sp. in Fombella, p. 117-118; pl. 1 : 10, 11.

Les spécimens de Tacheddirt ont un diamètre plus grand et portent des appendices moins larges que l'holotype.

Micrhystridium aff. *coniferum* Downie 1982

Pl. 1 : 16 à 19 ; fig. 4

1982 *Micrhystridium coniferum* n. sp. in Downie, p. 260, fig. 6 q-t.

Coque creuse, de contour subcirculaire, ellipsoïdal ou subpolygonal. Membrane lisse. Structure de déhiscence non observée. Diamètre de 11 à 22 μ (17 μ). Appendices de forme conique ou tubulaire, creux et en communication libre avec la cavité centrale. Les extrémités distales semblent hétéromorphes : simples (?), bifurquées (?) ou en forme d'entonnoir à bord supérieur convexe ou concave. Longueur de 5 à 12 μ (31 à 77 % du diamètre du corps central). Nombre de 10 à 23. Le faible nombre d'appendices et le contour souvent subpolygonal n'autorisent pas à placer cette espèce dans le genre *Skiagia* Downie 1982. Les dimensions sont ici nettement supérieures et les extrémités distales sont plus évasées que celles de *M. coniferum*.

Micrhystridium cf. radzyncicum Volkova

in Volkova et al., 1979

Pl. 1 : 12, 13, 14

1979 *Micrhystridium radzyncicum* n. sp. in Volkova et al. 1979, p. 16.

Les caractères morphologiques qui délimitent cette espèce sont trop peu nombreux pour établir une équivalence certaine avec les spécimens décrits par Volkova et al., 1979.

Micrhystridium cf. spinosum Volkova 1969

Pl. 1 : 15

1969 *Micrhystridium spinosum* n. sp. in Volkova; p. 229, tab. L, fig. 14 à 16.

Spécimen de taille plus grande (22 μ) que la population décrite par Volkova.

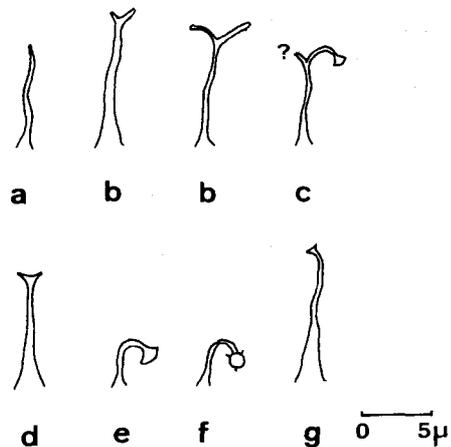


Figure 4

Morphologie des appendices

de *Micrhystridium* aff. *coniferum* Downie, 1982

a. simple (?); b. bifurqué (?); c. bifurqué avec une ou deux terminaisons en forme d'entonnoir; d, g. entonnoirs à extrémités distales concaves; e. entonnoirs à extrémités distales convexes; f. extrémité distale garnie de trois épines (voir aussi Pl. 1 : 14).

Multiplicisphaeridium chakor n. sp.

Pl. 2 : 1-6 ; fig. 5

Holotype

A9-20037 (1061) ; Pl. 2 : 1.

Localité type

Vallée de Tacheddirt, Haut-Atlas (Maroc). Base de la série silteuse.

Nombre de spécimens : 38.

Coque creuse, de contour ellipsoïdal à circulaire. Membrane lisse, très souvent chiffonnée. Structure de déhiscence non observée. Diamètre de 14 à 28 μ (23 μ). Appendices de forme conique, dont la base est élargie et creuse. Cavité communiquant librement avec la cavité centrale. Tronc creux, plein ou plein au 3/4, selon la largeur de ce dernier; extrémité simple, bifurquée ou ramifiée jusqu'au troisième ordre sous la forme de filaments distaux très fins et pleins (fig. 5). Longueur de 3 à 8 μ (13 à 35 % du diamètre du corps central). Nombre de ± 20 à ± 50 . *Solisphaeridium multiflexipilosum* Slavikova, 1968 présente les

mêmes caractères à l'exception des terminaisons distales rarement bifurquées.

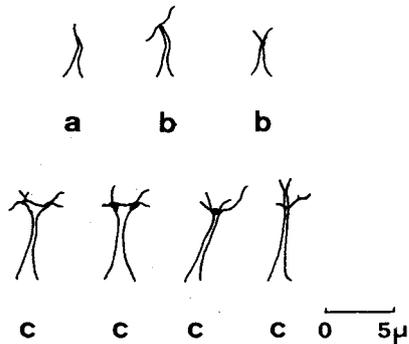


Figure 5

Multiplicisphaeridium chakor n. sp.
Morphologie des appendices

a. simple ; b. bifurqué ; c. ramifié plusieurs fois.

Remarque : en marocain, "chakor" désigne les buissons épineux des régions désertiques.

Timofeevia tacheddirtensis nov. sp.
Pl. 2 : 14-16 ; fig. 6

Holotype

D10-20050 (2413) ; Pl. 2 : 14.

Localité type

Vallée de Tacheddirt, Haut-Atlas (Maroc). Base de la série silteuse.

Nombre de spécimens : 21.

Coque creuse, de contour subcirculaire à polygonal. Surface divisée en champs polygonaux (± 14 à ± 22) limités par des sutures basses ($1,5$ à 2μ). Les champs polygonaux sont quadrangulaires, pentagonaux ou hexagonaux. Leur diamètre varie de 4 à 9μ . Membrane lisse à chagrinée. Structure de déhiscence non observée. Diamètre de 16 à 28μ (23 à 24μ). Appendices de forme conique ou cylindrique ; base parfois élargie. Tronc d'aspect souvent rubané, creux et en communication libre avec la cavité centrale. Extrémité distale simple (?), bifurquée ou ramifiée jusqu'au quatrième ordre. Les appendices sont implantés aux angles des champs polygonaux et sur les sutures entre les angles. Leur membrane est généralement lisse, rarement pileuse. Longueur de 12 à 18μ (54 à 105 %) du diamètre du corps

central. Nombre de ± 15 à ± 33 . La base des appendices montre parfois une ligne médiane, qui trouve son origine dans la position des appendices à l'intersection de trois arêtes (fig. 6 d).

La distinction de cette espèce de *T. phosphoritica* Vanguetaine, 1978 et *T. lancarae* (Cramer & Diez) Vanguetaine, 1978, réside dans la longueur des appendices, laquelle est de ± 25 % du diamètre du corps central pour le premier, de 30 à 50 % pour le second alors que *T. tacheddirtensis* a des appendices dont la longueur dépasse 50 % du diamètre du corps central. L'extrémité distale des appendices de *T. tacheddirtensis* est plus complexe que celle de *T. phosphoritica*, comparable à celle de *T. lancarae*.

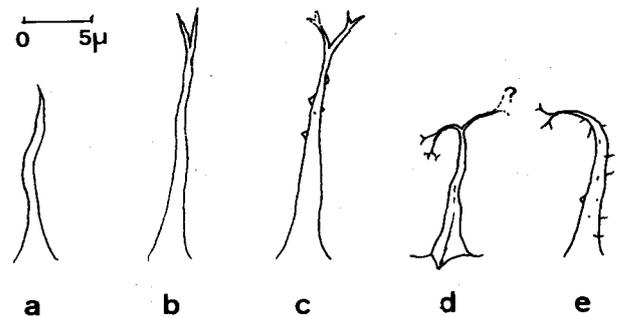


Figure 6

Morphologie des appendices
de *Timofeevia tacheddirtensis n. sp.*

a. simple (?) ; b. bifurqué ; c. ornementation secondaire sous forme de cônes ; d. ramifié jusqu'au 4ème ordre ; e. ornementation sous forme de poils très fins.

AGE DES HORIZONS FOSSILIFERES DE TACHEDDIRT

Rappelons que Proust (1973), sur la base d'arguments lithostratigraphiques, parallélisait la série calcaire de Tacheddirt, y compris le conglomérat calcaire, au Cambrien Inférieur le plus ancien. Il plaçait les "siltstones" dans le Cambrien Moyen.

La découverte par l'un de nous (J.V.) de fragments de trilobites dans le conglomérat calcaire (T 28 et T 30) range ce dernier dans le Cambrien Moyen (? Zone *insularis*) infirmant l'opinion de Proust, 1973.

Les trilobites découverts dans la portion inférieure des "siltstones" (T 126 et T 191) confirment, tout en le précisant, l'âge Cambrien Moyen admis par Proust pour ces derniers.

L'examen de la figure 3 montre que les diverses espèces d'Acritarches recensées dans les échantillons fossilifères n'ont pas une extension uniforme. Deux associations se distinguent. La première, comprend les échantillons A 53 à A 46. Elle se caractérise par une grande diversité spécifique et la présence continue des 3 espèces *Cristallinium cambriense*, *Eliasum Ilanicum* et *Timofeevia lancaerae*. C'est la portion supérieure de cette association qui est datée du Cambrien Moyen par les trilobites. La similitude du contenu spécifique de ces échantillons de la base des "siltstones" avec ceux des calcaires cristallins et gréseux (A 53 et A 93) nous incite à penser que l'âge de ces deux unités lithologiques est aussi Cambrien Moyen. Ce résultat infirme l'opinion de Proust (1973) à leur sujet. Nous situons plus loin cette première association dans le cadre biostratigraphique de l'ensemble du Cambrien.

La seconde association s'étend de l'échantillon E 2 à B 14. Elle est tout entière comprise dans les "siltstones" et se caractérise par une faible diversité spécifique : des Sphaeromorphes et des *Michrhystridium*. Le caractère ubiquiste de ces taxons n'est d'aucune utilité stratigraphique. Ces "siltstones" semblent constituer un faciès défavorable aux Acritarches. Les échantillons testés à l'extrémité ouest de la vallée (coupe C de la fig. 2) se sont tous montrés stériles. La portion basale de la stampe de siltstones où est reconnue cette seconde association est datée du Cambrien Moyen (T. 191).

LES ACRITARCHES DE TACHEDDIRT ET LA STRATIGRAPHIE DES ACRITARCHES DU CAMBRIEN

De manière à bien situer les Acritarches de Tacheddirt (essentiellement ceux de la première association datée localement du Cambrien Moyen) dans le cadre plus vaste des diverses associations du Cambrien décrites ailleurs, l'un de nous (M.V.) a composé le tableau 1 qui présente, pour la première fois, de manière synthétique, les faits marquants de ce Système.

Sept Zones et Superzones à Acritarches se partagent le Cambrien. Elles sont décrites en partant de la plus ancienne.

1. *Granomarginata squamea* - *Michrhystridium tornatum* Superzone (Gs-Mt).

Stratotype : " Couches " de Kotlinsk (Vendien supérieur), de Rovensk et de Lontov (Tommotien) de la plate-forme russe (Volkova *et al.*, 1979).

Définition : ensemble des associations 2, 3 et 4 définies dans Volkova *et al.* (1979), débutant au point d'apparition de *Michrhystridium tornatum* Volkova, 1968 et se terminant sous la base de l'association 5 de Volkova *et al.* (1979). Les espèces rencontrées dans la Superzone Gs-Mt sont essentiellement des Sphaeromorphes.

Corrélations : La Superzone Gs-Mt est observée en de nombreuses localités de la plateforme est européenne et en Pologne (Volkova *et al.* 1979). Vidal, 1981 constate l'absence de l'"étage" Subholmia en Scandinavie. Downie, 1974a et b établit une corrélation entre le Cambrien le plus inférieur du Groenland, d'Ecosse et de Norvège avec le Tommotien d'Estonie.

II. *Archaeodiscina umbonulata* - *Skiagia compressa* Superzone (Au-Sc).

Stratotype : " Couches " de Lukati, de Vergale et de Rausve (Atdabaniens et Lénien) ainsi que de Kibartai (Cambrien Moyen inférieur, Zone à *Paradoxides oelandicus*) de la plate-forme russe (Volkova *et al.*, 1979).

Définition : ensemble des associations 5, 6, 7 et 8 définies dans Volkova *et al.*, 1979, correspondant à la biozone de *Skiagia compressa* (Volkova) Downie, 1982. La composition spécifique de la Superzone Au-Sc contraste fortement avec celle de la Superzone Gs-Mt précédante du fait de l'apparition brutale - correspondant aussi à celle des trilobites - d'un grand nombre d'espèces nouvelles - principalement des Acanthomorphes, dont le genre *Skiagia* très typique de la portion inférieure du Cambrien.

Corrélations : La Superzone est observée, en tout ou en partie, sur la plateforme est européenne et en Pologne (Volkova *et al.*, 1979, Moczydlowska, 1981, Pozaryski, Vidal et Brochwicz-Lewinski, 1981), mais aussi, au Groenland, au Danemark, en Norvège et en Suède par Vidal, 1979 et 1981, au Groenland, en Ecosse, en Norvège et au Canada (Banff National Park, Alberta) par Downie 1974 a et b et 1982, aux Etats-Unis (Murray Shale du Tennessee) par Wood et Clendening, 1982, par Baudet, Aitken et Vanguetaine, 1983 dans les Monts Mackenzie au Canada et par Vanguetaine, 1974 et 1978 au sommet du Devillien de Belgique et de l'Ardenne française (= Zone O in Vanguetaine, 1974).

Remarques :

- 1) Nous discutons plus loin le bien-fondé de la prolongation jusque dans le Cambrien Inférieur de l'extension des genres *Cristallinium* et *Timofeevia* par Volkova *et al.* 1979.
- 2) Au Pays de Galles, Potter, 1974, inédit (3) dans l' "étage" à *Protolenus* observe la coexistence de l'espèce *Skiagia ciliosa* (Volkova) Downie, 1982 avec *Eliasum llaniscum* sans *Archaeodiscina umbonulata*.

III. *Cristallinium cambriense* - *Eliasum/Timofeevia* Superzone (Cc-ET).

Stratotype : calcaires et partie basale des siltstones de Tacheddirt, Cambrien Moyen du Maroc (*pro parte* âge compris entre la Zone à *Paradoxides insularis* de l' "étage" à *Paradoxides oelandicus* à la partie moyenne de l' "étage" à *Paradoxides paradoxissimus*).

Définition : association des *Cristallinium cambriense* (Slavikova) Vanguetaine, 1978, *Eliasum llaniscum* Fombella, 1977 et/ou *Timofeevia lancarae* - *phosphoritica*. (4).

Corrélations : les trois genres sont trouvés simultanément en Bohême, dans la Formation de Jince, Zone à *Eccaparadoxides pusillus* (Vavrdova, 1966, 1976 et 1982), en Turquie, dans la Formation de Sosink datée du Cambrien Moyen dans sa partie médiane (Erkmen et Bozdogan, 1981), en Espagne, dans les Formations de Lancara et d'Oville datées partiellement du Cambrien Moyen (Potter, 1974, Cramer et Diez, 1972, Fombella, 1977, 1978, 1979 et 1982). Nous discutons plus loin l'interprétation de Fombella 1978 à 1982 concernant l'extension dans le temps de la Formation d'Oville. *Cristallinium cambriense* et *Eliasum llaniscum* sont aussi trouvés associés dans l' "étage" à *P. paradoxissimus* (assemblage A1 de Martin & Dean, 1981 et Zone S1c de Potter, 1974). *Cristallinium cambriense* est trouvé associé à *Timofeevia lancarae* et/ou *phosphoritica* sans *Eliasum llaniscum* dans les Zones A2 et N2 de Martin & Dean, 1981. La présence de *Timofeevia phosphoritica* et d'une espèce de *Cristallinium* affine de *C. Cambriense* (*C. Cambriense* in Vanguetaine, 1978) en-dessous du point d'apparition de *Timofeevia pentagonalis* suggèrent un âge Cambrien Moyen pour les Zones 2, 3 et 4a de Vanguetaine, 1974.

Remarque : Il y a contradiction entre le point d'apparition de *Timofeevia lancarae* à Random Island et à

Tacheddirt ainsi qu'entre le point de disparition d'*Eliasum llaniscum* à Random Island et partiellement peut-être la position stratigraphique admise dans le tableau 1 pour les Formations de Jince, Lancara, Oville et Sosink qui livrent cette dernière espèce.

IV. *Timofeevia pentagonalis* - *Vulcanisphaera turbata* Zone (Tp-Vt).

Stratotype : Elliott Cove Formation de Random Island, de la Zone à *Lejopyge laevigata* à l'interzone entre *Olenus* et *Parabolina spinulosa*, = portion supérieure de la Zone A2 de Martin & Dean, 1981.

Définition : la base de la Zone est définie au point d'apparition simultané des deux espèces citées, lesquelles se prolongent plus haut que le sommet de la Zone. Cette dernière se termine sous la base de la Superzone suivante. Voir Martin & Dean, 1981 pour le contenu spécifique dans le stratotype.

Corrélations : *Timofeevia pentagonalis* (Vanguetaine) Vanguetaine 1978 est reconnue à partir de la Zone à *Olenus* dans le Cambrien Supérieur Anglo-Gallois (Potter, 1974). La Zone Tp-Vt est identifiée dans le Revinien de Belgique où les deux espèces sont trouvées simultanément au sommet de Rn2a (Hourt 29591, in Vanguetaine, 1978 et inédit).

V. *Trunculumarium revinium* - *Veryhachium dumontii* Superzone (Tr-Vd).

Stratotype : Elliott Cove Formation de Random Island, de l'interzone entre *Olenus* et *Parabolina spinulosa* au sommet de la Zone à *Parabolina spinulosa*.

Définition : la Superzone associe les deux microflores A3 et A4 de Martin & Dean, 1981. Sa limite inférieure est définie à la base de la microflore A3 de Martin & Dean, 1981 (*Cristallinium randomense* - *Veryhachium dumontii* assemblage). Sa limite supérieure se confond avec le point de disparition de *Trunculumarium revinium*.

(3) POTTER, T.L., 1974. *The stratigraphic palynology of some Cambrian successions in North-Wales, England and North-West Spain. Thèse de doctorat inédite. Université de Sheffield.*

(4) Les deux espèces sont ici sommées en raison de leur proximité morphologique qui rend la distinction malaisée dans du matériel mal conservé. Il y a lieu de signaler par ailleurs que la définition admise pour *T. lancarae* par Martin & Dean, 1981 inclu l'espèce *Priscogalea ? sp. A* in Vanguetaine, 1974 et 1978 caractérisée par une striation rayonnant autour des bases d'appendices, caractère non signalé dans la description originale de Cramer & Diez, 1972.

VI. *Arbusculidium rommelaeri* - *Vulcanisphaera africana*
Zone (Ar-Va).

Stratotype : Elliott Cove Formation de Random Island,
Zone à *Peltura*.

Définition : Voir Martin & Dean, 1981.

Corrélations : l'apparition de *Priscogalea cortinula* (ou *gautieri*), d'*Acanthodiacrodium achraasi*, de *Goniosphaeridium uncinatum* et d'*Acanthodiacrodium ubui* dans la Zone 6 de Vanguetaine, 1974 (identifications inédites) permettent d'établir un parallèle avec la Zone Ar-Va bien qu'aucune des deux espèces-guide ne soit identifiée dans le Revinien supérieur de Belgique. Les Diacromorphitae à pôles homomorphes apparaissent dans cette Zone à Random Island et en Belgique.

VII. *Arbusculidium destombesii* - *Vulcanisphaera capillata* Zone (Ad-Vc).

Stratotype : Clarenville Formation, Random Island,
de la Zone à *Acerocare* (?) au Trémadocien Inférieur.

Définition : conforme à celle de Martin & Dean, 1981.

Corrélations : voir Martin & Dean, 1981. *Acanthodiacrodium angustum* et *Cymatiogalea cuvillierii* pris par Vanguetaine, 1974 comme espèces définissant par leur point d'apparition la base de la Zone 7 apparaissent aussi à la base de la Zone Ad-Vc à Random Island.

**CONTESTATION DE L'EXTENSION AU CAMBRIEN
INFERIEUR (VOLKOVA *et al.* 1979) OU AU CAMBRO-
TREMADOCIEN (FOMBELLA, 1978, 1979 et 1982)
D'ESPECES DU CAMBRIEN MOYEN**

Volkova *et al.* (1979) placent - avec doute (p. 14, note infrapaginale) - dans le Cambrien Inférieur, les couches d'Ijora de la plateforme russe auparavant rangées dans le Cambrien Moyen (Timofeev, 1959). Ce faisant, les auteurs précités se conforment à l'opinion de Jankauskas (1974, publication non consultée) et (1976 b) et s'opposent à celle réitérée de Timofeev (1976, publication non consultée). Ils prolongent de ce fait jusqu'au Cambrien Inférieur l'extension de certaines espèces (tab. 1) comme *Cristallinium cambriense* (Slavikova) Vanguetaine, 1978 (= *Cymatiosphaera favosa* Jankauskas 1976 b, = *Cymatiosphaera lazdynica* Jankauskas 1976 b, synonymies établies par Martin & Dean (1981)) et comme *Timofeevia lancarae* (Cramer &

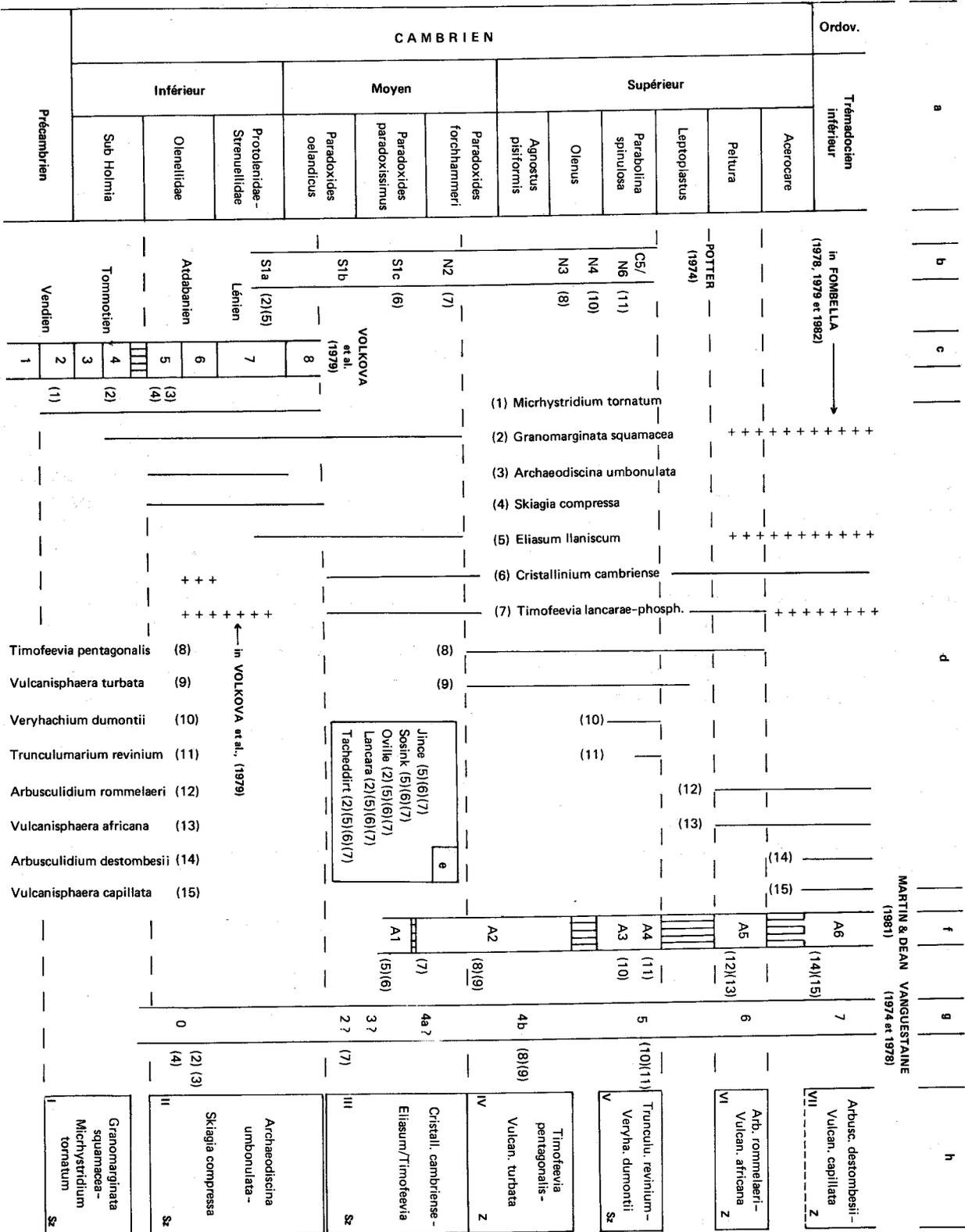
Diez) Vanguetaine, 1978 (= *Baltisphaeridium vilnense* Jankauskas, 1976 b, synonymie établie par Martin & Dean (1981)).

Faute de documents, nous ne pouvons discuter valablement l'argumentation de Jankauskas. Nous mettons néanmoins en doute la possibilité d'un tel vieillissement des couches d'Ijora et du point d'apparition de *Cristallinium cambriense* et *Timofeevia lancarae* si typiques par ailleurs du Cambrien Moyen (Superzone III Cc-ET de ce travail).

Rappelons que les couches d'Ijora sont aussi l'objet d'une autre controverse puisque les échantillons qu'en avait analysés Timofeev (1959) avaient fait l'objet d'une confusion avec des prélèvements du Trémadocien des forages de Valdai et de Valogda dans la synécise de Moscou (précision apportée par Jankauskas, 1976 a).

Fombella (1978, 1979 et 1982) défend la thèse d'un âge Cambrien Supérieur et Trémadocien des portions supérieures de la Formation d'Oville, Province de Léon, Espagne. Suivre cette thèse consiste à admettre que des espèces telles *Granomarginata squamacea* Volkova, 1968, *Eliasum llaniscum* Fombella, 1977 et *Timofeevia lancarae* (Cramer & Diez) Vanguetaine, 1978 présentent une extension qui se prolonge jusqu'à l'Ordovicien (tab. 1). Les travaux de Vanguetaine (1973, inédit) (5), de Potter (1974, inédit), de Martin & Dean (1981) s'accordent à montrer que ces espèces ont disparu avant le Trémadocien et que les associations du Cambrien Supérieur à partir de la Zone à *Olenus* sont radicalement différentes de celles du Cambrien Moyen où les 3 espèces en discussion sont largement répandues (Superzone III, Cc-ET de ce travail). L'argumentation de Fombella est faible. Dans sa publication de 1982, des espèces indicatrices, selon elle, d'un âge Ordovicien sont d'identification discutable, en particulier : *Ooidium rossicum* (Pl. 1 : 3 et 11; Pl. 2 : 23), "Kystes" = opercule de *Cymatiogalea* (Pl. 1 : 5, 7, 10 ; Pl. 2 : 19, 26), *Archaeohystrichosphaeridium* (pour *Acanthodiacrodium simplex* Combaz, 1967 (Pl. 1 : 13, 14 et 15), *Dasydiacrodium polarum* Combaz, 1967 (Pl. 2 : 27), *Lophodiacrodium augustum* (Downie, 1958) (Pl. 2 : 28). Les spécimens déterminés comme *Ooidium rossicum* et kystes de *Cymatiogalea* sont probablement des *Revinotesta*.

(5) VANGUESTAINE, M., 1973. *Etude palynologique du Cambro-Ordovicien de Belgique et de l'Ardenne Française. Systématique et Biostratigraphie. Thèse de doctorat inédite. Université de Liège.*



CONCLUSIONS

1. Un levé dans la vallée de Tacheddirt a conduit à reconnaître 4 unités lithologiques qui se succèdent d'est en ouest, de bas en haut : un calcaire cristallin, un calcaire gréseux, un conglomérat calcaireux et un "siltstone" vert. La base du calcaire cristallin est cachée par des roches volcaniques discordantes. Le sommet du siltstone vert est faillé (fig. 2).
2. Des corrélations biostratigraphiques établies par les Acritarches et les Trilobites, il ressort que la série calcaire appartient au Cambrien Moyen et non au Cambrien Inférieur le plus ancien ainsi que supposé précédemment (Proust, 1973). La portion inférieure du siltstone vert est datée aussi du Cambrien Moyen. La partie supérieure visible, par contre, reste d'âge non précisé.
3. Il découle de ce qui précède que le conglomérat calcaireux (partie inférieure du Cambrien Moyen) peut maintenant être comparé à la "Brèche à *Micmacca*" (confins de la limite Cambrien Inférieur - Cambrien Moyen). Ces deux horizons de lithologie proche ont sensiblement le même âge et pourraient être dès lors de genèse apparentée.
4. Les roches volcaniques discordantes sur le Cambrien Moyen de la vallée de Tacheddirt ne seront plus dorénavant rapportées à un Précambrien-Cambrien indifférencié. Elles sont au moins postérieures au Cambrien Inférieur.
5. Ce travail a fourni l'occasion de dresser, pour la première fois, un schéma biostratigraphique de la succession des Acritarches de l'ensemble du Cambrien au sein duquel sont situés les Acritarches de Tacheddirt. Cette localité fournit un bel exemple de l'association à *Cristallinium cambriense*, *Eliasum Ilaniscum*, *Timofeevia lancarae-phosphoritica* considérée ici comme typique du Cambrien Moyen contrairement à l'opinion de Volkova *et al.* (1979) et Fombella (1978, 1979 et 1982).

Tableau 1

Synthèse des principaux travaux relatifs aux Acritarches du Cambrien.

Les travaux de Downie (1974 a et b et 1981) et ceux de Vidal (1979 et 1981) ne sont pas reportés sur ce tableau.

(a) échelles chrono et biostratigraphique ; (b) zonation inédite de Potter (1974) du Cambrien d'Angleterre et du Pays de Galles, reproduite avec l'autorisation de l'auteur ; les nombres entre parenthèses indiquent ici ainsi qu'en c, e, f et g le point d'apparition des espèces sélectionnées en d ; (c) zonation par Volkova *et al.* (1979) dans la plateforme est européenne et en Pologne ; (d) extension stratigraphique de 15 espèces d'Acritarches composée d'après les travaux de Volkova *et al.* (1979), Potter (1974, inédit), Martin & Dean (1981) et ce travail. Les croix désignent des distributions stratigraphiques, contestées dans le présent travail, étendues au Cambrien Inf. par Volkova *et al.* (1979) et au Cambrien Supérieur-Trémadocien par Fombella (1978, 1979 et 1982) ; (e) estimation de l'âge de 4 Formations, Jince en Bohême, Lancara et Oville en Espagne et Sosink en Turquie, qui ont respectivement fait l'objet des travaux de Slavikova (1968), Vavrdova (1966, 1976 et 1982), Potter (1974, inédit), Cramer & Diez (1972), Fombella (1977, 1978, 1979 et 1982), Erkmen & Bozdogan (1981) ; position stratigraphique d'une partie au moins de la coupe étudiée à Tacheddirt. (f) zonation de Martin & Dean (1981) à Random Island, Newfoundland ; (g) zonation de Vanguetaine (1974), subdivisée au niveau de la Zone 4 par Vanguetaine (1978), relative au Cambro-Trémadocien de Belgique et de l'Ardenne française. Voir le texte concernant la position stratigraphique des diverses Zones renseignées ; (h) schéma biostratigraphique synthétique en 7 Zones ou Superzones, numérotées de I à VII, résultant de la comparaison des extensions stratigraphiques des taxons portées sur le présent tableau.

BIBLIOGRAPHIE

- BAUDET, D., AITKEN, J.D. & VANGUESTAINE, M., 1983. Palynology of uppermost Proterozoic and lowermost Cambrian Formations, central Mackenzie Mountains, North-Western Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* (à paraître).
- COMBAZ, A., 1967. Un microbios du Trémadocien dans un sondage d'Hassi Messaoud. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, 104 (B, 29) : 1-25.
- CRAMER, F.H. & DIEZ, M., B., C., R., 1972. Acritarchs from the Upper Middle Cambrian Oville Formation of Leon, Northwestern Spain. *Rev. Esp. Micropal., Num. Extraord.* : 39-50.
- DOWNIE, C., 1974 a. Acritarchs from near the Precambrian-Cambrian boundary - a preliminary account - *Rev. Paleobot. and Palynol.*, 18 : 57-60.
- DOWNIE, C., 1974 b. Intercontinental correlation of the Lower Cambrian based on Acritarchs. *In* Palynology of Proterophyte and Paleophyte. *Proc. 11th Int. Palynol. Confer. Nauka.* : 21-24.
- DOWNIE, C., 1982. Lower Cambrian Acritarchs from Scotland, Norway, Greenland and Canada. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh : Earth Sciences*, 72 (1981) : 257-285.
- ERKMEN, V. & BOZDOGAN, N., 1981. Cambrian Acritarchs from the Sosink Formation in Southeast Turkey. *Rev. Esp. de Micropal.*, 13 (1) : 47-60.
- FOMBELLA, M.A., 1977. Acritarcos de edad Cámbrico medio-inferior de la Provincia de León, España. *Rev. Esp. de Micropal.*, 9 : 115-124.
- FOMBELLA, M.A., 1978. Acritarchs of the Oville Formation, Middle Cambrian-Tremadocian age, Province of León, Spain. *Palinol. num. extraord.*, 1 : 245-261.
- FOMBELLA, M.A., 1979. Palynology of the Oville Formation N and S of the Cantabrian Mountains, Spain. *Palinol.* 1 : 1-15.
- FOMBELLA, M.A., 1982. Determinacion palinologica del Tremadoc en la localidad de Verdiago, Provincia de León, NO de España. *Revista Española de Micropal.*, 14 : 13-22.
- JANKAUSKAS, T.V., 1976 a. Révision de l'âge des formations "cambro-ordoviciennes" des régions baltiques par l'analyse micropaléontologique (Acritarches, Chitinozoaires). *Soc. géol. France, C.R. somm.* 18 (2) : 47-49.
- JANKAUSKAS, T.V., 1976 b. New Acritarch species from the Lower Cambrian of the Prebaltic area. *Memoir Inst. Geology, Geophys. Acad. of Sc. USSR, Siberian Branch*, 296 : 187-191. (en russe).
- MOCZYDLOWSKA, M., 1981. Lower and Middle Cambrian acritarchs from northeastern Poland. *Precambrian Research*, 15 (1) : 63-74.
- POTTER, T.L., 1974. British Cambrian Acritarchs - A preliminary account. *Rev. Palaeob. Palynol.*, 18 : 61-62.
- POZARYSKI, W., VIDAL, G. & BROCHWICZ-LEWINSKI, W. New data on the Lower Cambrian at the southern Margin of the Holy Cross Mts (SE Poland). *Bull. Acad. Polon. des Sciences. Série Sciences de la Terre*, 29 (2) : 167-174.
- PROUST, F., 1973. Etude stratigraphique, pétrographique et structurale du bloc oriental du Massif ancien du Haut-Atlas (Maroc). *Notes serv. géol. Maroc*, 34 (254) : 15-54.
- SLAVIKOVA, K., 1968. New finds of Acritarchs in the Middle Cambrian of the Barrandian (Czechoslovakia). *Vestn. Ustred. Ust. Geol.*, 43 (3) : 199-206.
- STAPLIN, F.L., JANSONIUS, J & POCOCK, A., 1965. Evaluation of some Acritarcheous Hystrichosphere Genera. *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.*, 123 : 167-201.
- TIMOFEEV, B.V., 1959. Ancient Flora of the Baltic Region and its Stratigraphic Significance. *Tr VNIGR (Leningrad)* 129 : 1-136.
- VANGUESTAINE, M., 1973. New Acritarchs from the Upper Cambrian of Belgium *in* Microfossils of the oldest deposits. *Proc of 11th Int. Palynol. Conf., Acad. of Sc. of the USSR, Siberian Branch, Inst. of Geol. and Geophys.* : 28-30.
- VANGUESTAINE, M., 1974. Espèces zonales d'Acritarches du Cambro-Trémadocien de Belgique et de l'Ardenne Française. *Rev. of Palaeob. and Palynol.*, 18 : 63-82.
- VANGUESTAINE, M., 1978. Critères palynostratigraphiques conduisant à la reconnaissance d'un pli couche Revinien dans le sondage de Grand-Halleux. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 100 : 249-276.
- VIDAL, G., 1979. Acritarchs from the Upper Proterozoic and Lower Cambrian of East Greenland. *Grønlands Geologiske Undersøgelse, Bull.* 134 : 1-40.
- VIDAL, G., 1981. Micropaleontology and biostratigraphy of the Lower Cambrian sequence in Scandinavia *in* Taylor, M.E. (ed.) : Short Papers for the Second International Symposium on the Cambrian System. *U.S. Geological Survey Open-File Report* : 81-743, 232-235.
- VOLKOVA, N.A., 1968. Acritarcha of Precambrian and Lower Cambrian deposits of Estonia. *Problematics of Riphean and Cambrian layers of the Russian Platform, Urals and Kazakhstan. Transactions*, 188 : 1-37 (en russe).

- VOLKOVA, N.A., 1969 a. Distribution of Acritarchs in sequence of North-Eastern Poland *in* Tommotian stage and the Cambrian lower boundary problem. Trans. 206, Acad. Nauk. SSSR : 74-77 (en Russe).
- VOLKOVA, N.A., 1969 b. *Acritarchs of the North-West of the Russian Platform in Tommotian stage and the Cambrian lower boundary problem.* Trans. 206 Acad. Nauk. SSSR : 224-236 (en Russe).
- VOLKOVA, N.A., KIRJANOV, B.B., PISKUN, L.V., PASHYAVICHENE, L.T. & YANKAUSKAS, T.V., 1979. Microflora in Upper Precambrian and Cambrian Paleontology of East-European Platform. Acad. Sc. of the USSR : 4-39 (en russe).
- WOOD, G.W. & CLENDENING, J.A., 1982. Acritarchs from the Lower Cambrian Murray Shale, Chilhowee Group, of Tennessee, U.S.A. *Palynol.*, 6 : 255-265.

Toutes les microphotographies sont au grossissement de 1000 x, négatifs non retouchés. Le repérage des spécimens est précisé à l'aide de 2 nombres : le premier indiquant la préparation microscopique, le second la cote-grille. Les préparations microscopiques sont déposées dans les collections du Laboratoire de Paléontologie de la "Katholieke Universiteit Leuven".

PLANCHE 1

1. *Celtiberium cf. clarum* Fombella, 1978
A9-20045 (1863)
- 2, 3 *Celtiberium dedalinum* Fombella, 1978
 2. A9-20043 (1709)
 3. A9-20044 (0936)
4. *Comasphaeridium strigosum* (Jankauskas), Downie, 1982
D4-16716 (0787)
- 5, 6 *Celtiberium cf. geminum* Fombella, 1977
 5. A9-20037 (1509)
 6. A9-20037 (1528)
- 7, 8. *Cristallinium cambriense* (Slavikova) Vanguetaine, 1978
 7. A 9-20037 (1997)
 8. D10-20050 (0920)
- 9, 11. *Eliasum llaniscum* Fombella, 1977
 9. A53-20039 (1498)
 11. A 9-20037 (0485)
10. *Granomarginata squamacea* Volkova, 1968
D10-16717 (0268)
- 12-14. *Micrhystridium cf. radzyncicum* Volkova, in Volkova et al., 1979.
 12. A53-20039 (2081)
 13. D 4-20067 (2137)
 14. D 4-20049 (2360)
15. *Micrhystridium cf. spinosum* Volkova, 1969
A93-20048 (1845)
- 16-19. *Micrhystridium aff. coniferum* Downie, 1982
 16. D4-20044 (2047)
 17. D4-20041 (1331)
 18. D4-20049 (1260) : spécimen avec un appendice montrant une extrémité distale très évasée.
 19. même spécimen que fig. 18, montrant un appendice à extrémité distale triangulaire (?).

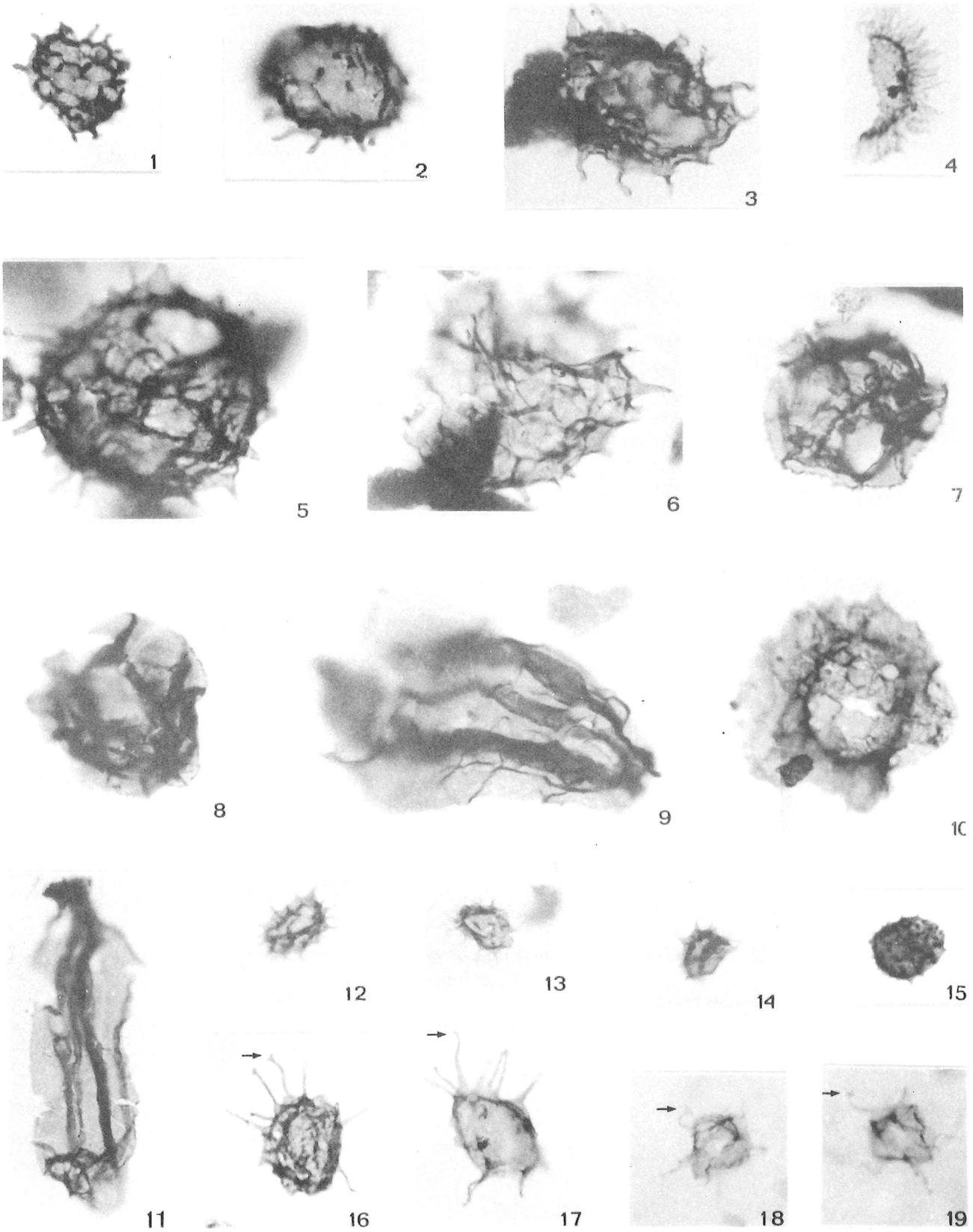


PLANCHE 2

- 1-6. *Multiplicisphaeridium chakor* n. sp.
 1. A9-20037 (1061) : Holotype.
 2. A9-20037 (1385)
 3. A9-20037 (1431)
 4. A9-20037 (1479)
 5. A9-20037 (2416)
 6. A9-20037 (1433)

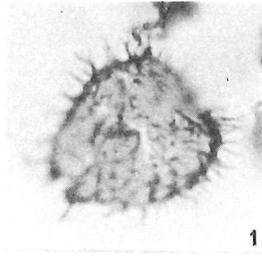
7. *Multiplicisphaeridium martae* Cramer & Diez, 1972
A53-20047 (2747)

- 8, 9. *Retisphaeridium dichamerum* Staplin, Jansonius & Pockock, 1965
 8. A 9-20037 (1831)
 9. D10-20050 (2634)

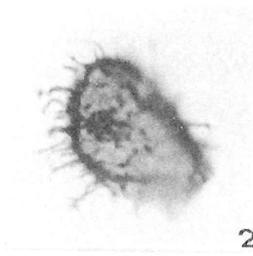
- 10-13. *Timofeevia lancarae* (Cramer & Diez) Vanguetaine, 1978
 10. D10-20050 (2276)
 11. A 9-20037 (1482)
 12. D10-20050 (2374)
 13. A 9-20037 (1223)

- 14-16. *Timofeevia tacheddirtensis* n. sp.
 14. D10-20050 (2413) : Holotype.
 15. D10-20050 (1356)
 16. D10-20050 (2434) : spécimen à ornementation secondaire sur les appendices.

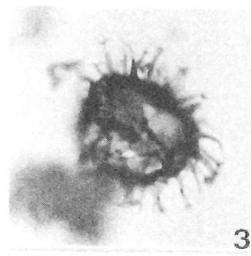
17. *Eliasum Ilaniscum* Fombella, 1977
A9-20037 (2070)



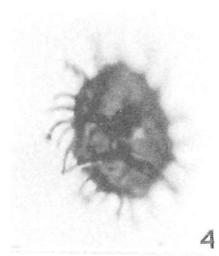
1



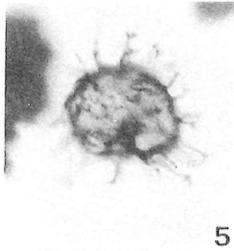
2



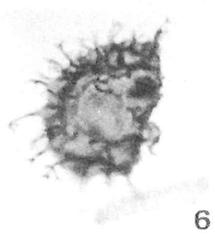
3



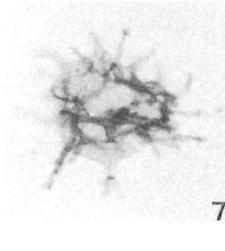
4



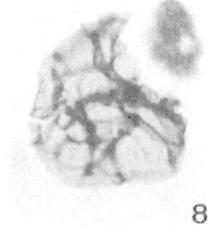
5



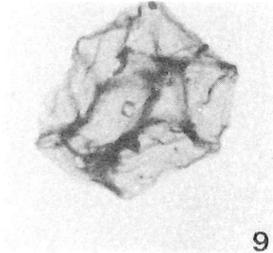
6



7



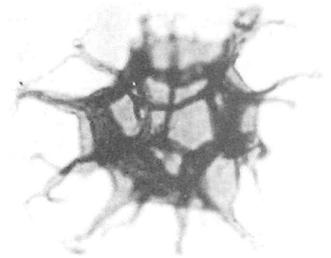
8



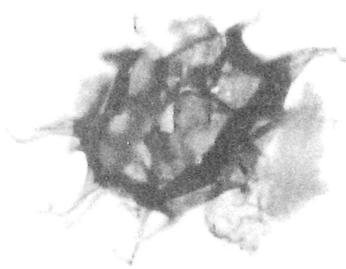
9



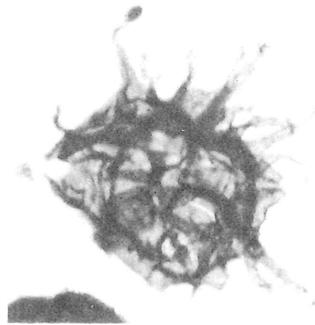
10



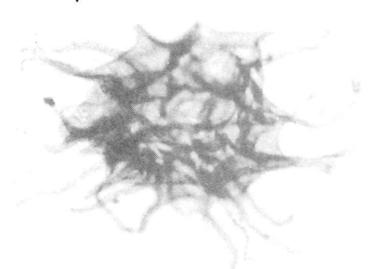
11



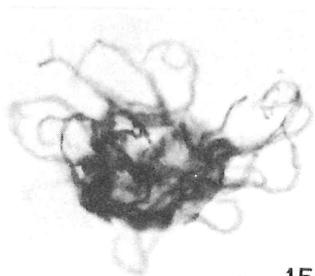
12



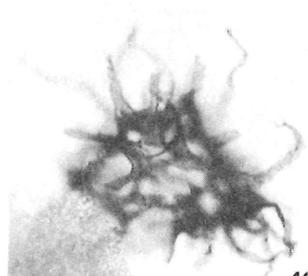
13



14



15



16



17

ERRATA

p. 71 : colonne de gauche, 7ème ligne, lire : ... " nord-ouest " ... au lieu de ... " nord-est " ...

p. 80 : les références suivantes ont été omises :

MARTIN, F. & DEAN, W.T., 1981. Middle and Upper Cambrian and Lower Ordovician Acritarchs from Random Island, Eastern Newfoundland. Geol. Survey of Canada. Bull. 343 : 1-30.

VAVRDOVA, M., 1966. Paleozoic microplankton from Central Bohemia. Casopis Miner. Geol. 11 : 409-414.

VAVRDOVA, M., 1976. Excystment mechanism of Early Paleozoic acritarchs. Casopis Miner. Geol. 21 : 55-64.

VAVRDOVA, M., 1982. Phytoplankton communities of Cambrian and Ordovician age of Central Bohemia. Vest. Ustred. ust. geol., 57 : 145-155.