PHILIPPE LEGRAND

PREMIÈRES OBSERVATIONS SUR DES STRUCTURES TUBULAIRES À L'INTÉRIEUR DES THÈQUES DE *DIPLOGRAPTUS FEZZANENSIS* DESIO. ESSAI D'INTERPRÉTATION

LEGRAND PH.: Premières observations sur des structures tubulaires à l'intérieur des thèques de *Diplograptus fezzanensis* Desio. Essai d'interpretation. Acta Palaeont. Polonica, 24, 1, 107–120, April 20, 1979.

En étudiant des specimens non comprimés de Diplograptus fezzanensis A. Desio (forme \wr) provenant du Tassili Ouan-Ahaggar (Sahara Algérien) il a été observé dans de nombreux cas la présence soit le long du septum dans le "canal commun" soit dans les thèques, de tubes. A l'interieur de ces tubes, on a pu mettre en évidence à plusieurs reprises l'existence d'un axe présentant une rangée longitudinale de structures cupulées, deux rangées longitudinales de fins denticules et une rainure verticale. Ces structures peuvent être interprétées comme:

- des débris fossilifères non identifiés qui seraient venus se loger de façon accidentelle dans le thèques
- des restes fossilisé d'organismes de position systématique indéterminée qui seraient venus s'établir dans les thèques avant ou après la mort de zooïdes
- des restes fossilisés d'une partie des zooïdes eux-mêmes qui seraient observés ainsi pour la première fois.

Un matériel supplémentaire apparaît nécessaire pour faire progresser les recherches.

Mots clés: Graptolites, morphologie, ?organismes problématiques. Silurien. Sahara.

Philippe Legrand, Laboratoire Exploration Groupe Total — 114, cours du Maréchal Galliéni — 33404 TALENCE CEDEX, Algérie. Reçu: Septembre 1977.

INTRODUCTION

Dans le cadre des études que nous poursuivons sur les graptolites du Silurien du Sahara Algérien (carte de position, fig. 1) nous avons décrit précédemment les faunes du Llandovérien inférieur du Tassili de Tarit (Legrand 1970) puis de la région d'In Ezzane (Legrand 1977). Nous avons ensuite entrepris la description de la faune du Llandovérien inférieur du Tassili-Ouan-Ahaggar (Legrand, à paraître). Dans le matériel réuni pour ce travail figurait un petit nombre d'échantillons retrouvés dans les collections de la SN. REPAL en 1964 et qui représentaient vraisemblablement les seuls restes des récoltes faites par les géologues de la C.E.P. et de la SN. REPAL lors des missions de 1958 et 1959 exécutées pour le compte de PETROPAR dans cette contrée. Parmi ces échantillons



Fig. 1. Carte de position des affleurement siluriens sur le pourtour de l'Ahaggar (d'après S. Beuf et al. 1971, simplifiée). 1 terrains ante-ordoviciens 2 grès ordoviciens 3 argiles siluriennes 4 grès siluriens; formations dévoniennes et carbonifères. N.B. — Les épanchements volcaniques récents ne sont pas figurés.

quelques spécimens provenant de la région d'Hadjebete et étiquetées comme "Mesograptus modestus ou Petalograptus sp." mais appartenant de toute évidence à l'espèce Diplograptus fezzanensis Desio ont retenu notre attention; en effet, parfaitement conservés en relief, ils présentaient en position interne des structures tubulaires qui sont l'objet de cette note.

SN. REPAL: Société Nationale de Recherches et d'Exploitation du Pétrole en Algérie. C.E.P.: Compagnie d'Exploration Pétrolière. PETROPAR: Société de Participations Pétrolières. Nous remercions la Direction de la SN. REPAL qui à l'époque mit à notre disposition ces faunes pour la poursuite de nos études sur les graptolites du Sahar.

DESCRIPTION DES GRAPTOLITES

Diplograptus fezzanensis Desio 1940 (fig. 2A-B; pl. 17: 1-4)

v 1940. Diplograptus modestus var. fezzanensis nf. Desio: 26, pl. 2: 2, 3, 7, 8, 9, 11 et non pl. 1: 9. v 1970. Diplograptus fezzanensis Desio; Ph. Legrand: 27, fig. 2-031 a-h, 2-033 a-c. Lectotype: Le spécimen figuré par Desio 1940, pl. 2: 9, désigné par Legrand 1970

et dont la partie proximale est reproduite in Legrand 1970 (fig. 2-031 i). Locus typicus: Tin Caraden entre Rhat et Tin Alkoum, Tadrart, Libye. Stratum typicum: non précisé.

Echantillons. — Quelques spécimens assez complets et de nombreux fragments conservés en relief dans des niveaux micro-conglomératiques de la coupe d'Hadjebete (22 149 a_{1-12}). Partie supérieure de la formation des argiles de Tedjert.

Description. — Ce sont des spécimens droits, bi-sériés, le plus long mais incomplet atteignant 10 mm. La largeur au niveau de $th_1^1 - th_1^2$ est de 8,5/10 mm. Celle-ci croît ensuite de façon relativement rapide. La largeur maxima varie selon les individus; elle ne dépasse que rarement 35/10 mm. L'épaisseur du rhabdosome varie de 8,5/10 mm à 10/10 mm. La sicula n'a pu être observée que dans de rares cas et de façon très imparfaite. Un septum existe sur toute la longueur du rhabdosome, sa surface est marquée de stries en chevrons dont la partie aigüe correspondant à l'axe de la virgula est dirigée vers l'extrémité distale. Les thèques dans la partie proximale ont une courbure sigmoïde bien marquée, la muraille supragéniculaire de 4/10 mm de long est légèrement oblique par rapport à la virgula et leur ouverture



Fig. 2. Diplograptus fezzanensis Desio: A spécimens 33 149 b 3. Partie moyenne et distale de rhabdosome montrant, en bas à gauche, dans un tube latéral éclaté l'empreinte de la rangée des rostres (r) des structures cupulées ainsi qu'un tube latéral avec son enveloppe externe (tle) et plusieurs moules internes de tubes latéraux (tli) (photo pl. 17: 3, ×11,6; B spécimen 33 149 b 26. Partie moyenne de rhabdosome montrant des tubes latéraux larges avec leur enveloppe externe (tle) et un tube étroit (tt), ×9,9

faiblement inclinée vers l'extérieur s'ouvre sur une cavité de 3/10 mm de profondeur et 3/10 mm de hauteur. Au-delà la courbure sigmoïde s'estompe puis disparaît complétement: la longueur des thèques est alors le plus souvent de 20/10, la section à l'ouverture étant de 3/10 sur 13/10 mm. Le recouvrement est le plus souvent de 4/7 et l'inclinaison (30°) de la structure fusellaire s'observe bien sur certains spécimens. On compte 7 thèques sur les cing premiers millimètres et 12 à 13 sur le premier centimètre.

Mesures.—Les mesures de quelques spécimens sont résumées dans le tableau ci-joint.

Justification de la détermination. — Les caractères de l'espèce ont été rappelés dans une publication récente et quatre formes α , β , γ , δ distinguées à cette occasion (Legrand 1970).

Bien qu'il s'agisse essentiellement de spécimens conservés en relief, l'identification par la forme générale du rhabdosome et des thèques s'impose ici pour les spécimens considérés, même au niveau de la forme (forme δ). Il est à remarquer que les valeurs des paramètres par rapport aux spécimens comprimés ne sont pas très différentes et même dans la partie proximale souvent identiques; cela est dû à la compression sans écrassement des spécimens de référence, et à l'absence de toute déformation.

Répartition stratigraphique. — Dans la coupe d'Hadjebete, on trouve successivement Diplograptus fezzanensis (formes α et β) associé à Cl. (Pseudoglyptograptus) nov. sp. A, Cl. (Climacograptus) sp. puis une quinzaine de mètres au-dessus Diplograptus fezzanensis (forme δ). La succession des formes y est donc semblable à celle observée au Tassili de Tarit (Ahnet) à 600 km plus au Nord. On sait que Diplograptus fezzanensis appartient pour nous à l'association $\sigma_1 a_4$ (anciennement σ_1) qui caractèrise le sommet de notre sous-étage g_1a soit la limite du Llandovérien inférieur et du Llandovérien moyen.

DESCRIPTION DES STRUCTURES OBSERVÉES

1. Des structures d'allure tubulaire sont observés à l'intérieur d'un certain nombre de rhabdosomes dans des conditions variables: dans le rhabdosome déposé à plat et rempli d'une matière blanchâtre¹⁾ d'une très grande fragilité (fig. 2A—B, pl. 17: 3); à l'occasion d'une cassure du spécimen selon un plan plus ou moins orthogonal au plan de symétrie du rhabdosome que constitue le septum médian (fig. 4A, pl. 17: 1); à l'occasion d'une cassure longitudinale du spécimen ne donnant alors à voir que la moitié du rhabdosome (fig. 3A—C, pl. 17: 7).

Dans la plupart des cas seule une faible partie du tube est directement discerneble et c'est à l'aide d'une aiguille fine qu'il doit être dégagé sur la plus grande longueur possible. A l'extrême, pour essayer de préciser certains points on a procédé à de petites "dissections" à l'aiguille sur des fragments qui ne montraient rien de l'extérieur. Par ailleurs quelques sections transversales ou longitudinales ont été effectuées sur des groupes de thèques entièrement dégagées puis inclues dans une résine. Les résul-

¹⁾ Une première analyse (Laboratoire du Groupe TOTAL — Bordeaux) indique la composition suivante: Quartz: 10 à 15%, Feldspath potassique: 5%, Apatite en quantité importante, traces de Goethite, Kaolinite et Illite.

 Tableau 1

 Données numériques relatives aux spécimens considérés de Diplograptus fezzanensis Desio (Spécimens en relief)

Coupe	N° Spec.	Rb	Th	mlı	Ml	S	s	L	1	L/1	Rt	e	msg	h	0
Hadje-															
bete	a	p5d	$7 \times 2 = 14$	-	37/10	-	-	20/10	4/10	5	4/7	8,5/10		. 1	4/10
33 149	a2	p4,5d			34,5/10	-	-	20/10	4/10	5	5/7	8,5/10	,		
Forme δ	a4	10d	$7 \times 2 = 14$	_	29/10	-	-	21,5/10	4/10	5	5/7	10/10			
	as	p7d	$6,5 \times 2 = 13$		26/10	_	-		_		-	_	10/10*	5/10*	3/10
	a7	p5d	$7 \times 2 = 14$	-	34,5/10	-		23/10	4/10	6	3/8	_		-	-
	as	p4d		8,5/10	18,5/10	?11,5/10	2/10	14/10	3,5/10	4	1/2	8,5/10	6/10*	3/10*	3/10

* Parties proximales.

Signification des abbréviations: Rb longeur de l'échantillon, p partie proximale brisée, d partie distale brisée; Th nombre de thèques sur 10 mm mesure sur 5 mm et multiplié par 2; ml, largeur au niveau de la 1° paire de thèques; Ml larguer maximum; S longueur apparente de la sicule, s largeur de la sicule à l'ouverture; L longueur d'une thèque, l larguer d'une thèque à l'ouver-ture; L/l rapport longueur/largeur; Rt recouvrement; e epaisseur; msg hauteur de la muraille supragéniculaire; h hauteur de l'excavation de l'ouverture, o profondeur de l'excavation de l'ouverture.



Fig. 3. Diplograptus fezzanensis Desio: A spécimen 33 149 b 4. Partie moyenne de rhabdosome, très altéré, en vue oblique, montrant un moule interne de tube médian (tmi) et un moule interne de tube lateral (tli) (photo pl. 18: 2), \times 14,5; B spécimen 33 149 b 30. Fragment de demi-rhabdosome observé par son septum médian (s.m) qui a été détruit en grande partie pour faire apparaître deux moules internes de tubes médians dont l'un permet de bien observer les rostres (r) des structures cupulées alignées, \times 15,2; C spécimen 33 149 b 27. Fragment de demi-rhabdosome vu latéralement montrant quelques thèques (th), le septum médian légèrement plié (s.m) au centre duquel passe la virgula et l'orifice de deux tubes (tm). Présence possible d'un troisième tube médian sur l'autre face du septum (vers l'observateur), \times 9,9.

tats ont été très variables, certains spécimens ne révélant par exemple aucun tube en particulier dans les thèques isolées. Il est bien évident que le petit nombre de spécimens ne permettait pas l'utilisation de toutes les techniques possibles (coupes sériées en particulier). Par ailleurs, des tubes apparemment libres s'observant dans la ganguè; dans la plupart des cas si ce n'est pour tous, les microgalets au sein desquels ils se trouvent se révèlent des fragments de rhabdosomes roulés. Pour finir, disons que ces structures tubulaires apparaissent très souvent comme des tubes en creux au sein de la matrice remplissant le rhabdosome.

2. Ces tubes peuvent s'observer selon deux positions: a) tubes médians: ils occupent la partie centrale du rhabdosome, ou canal commun dans la terminologie classique de la morphologie des graptolites, défini par "l'empilement" des prothèques successives; ainsi sur des fragments de demi-rhabdosome on peut suivre le plus souvent après dégagement ce type de tube très légèrement cônique d'environ 1,7/10 mm de diamètre le long du septum médian. Certaines sections orthogonales permettent également de voir de tels tubes. Le tube le plus long observé en place atteint 4,5 mm. Des tubes isolés, en tous points semblables, et que nous considérons de même nature, atteignent 7 mm. Précisons qu'à côté de ces tubes s'observe la virgula beaucoup plus fine; celle-ci trouve place dans une très mince tubulure (apparaissant comme une fine canelure en section longitudinale) qui participe à la structure du septum médian, et aucune confusion entre les tubes observés et la virgula n'est possible (fig. 3A—C, pl. 18: 2).

Bien que dans la plupart des cas on n'observe qu'un seul tube pour un demi-rhabdosome cassé selon le plan du septum médian certains spécimens montrent deux tubes de façon indiscutable (fig. 3C). Dans quelques cas également on peut observer de façon nette la présence d'une structure tubulaire de chaque côté du septum médian (fig. 4A, pl. 18: 1). L'existence de ces tubes dès la région proximale est bien établie (fig. 5A, pl. 18: 3).

b) tubes latéraux: ils se situent essentiellement à l'intérieur de la thèque proprement dit ou métathèque mais peuvent commencer dans la prothèque, leur observation se fait soit en vue latérale (fig. 2A-B, etc. ..., pl. 17: 3-4, etc. ...) soit en section transversale (fig. 4C-5B, pl. 18: 4 et 6), leur longueur peut atteindre 20/10 mm; on notera toutefois que lorsque l'on dispose de thèques complètes, ce qui est assez rare, ces tubes s'arrêtent un peu au-dessous du niveau apertural. Lorsqu'ils sont bien conservés ces tubes apparaissent avec une couche externe légèrement striée mais il n'a pas été possible de voir s'il s'agissait d'une texture circulaire ou fusellaire. Les différences de diamètre observéss (3/10 mm à 0.5/10 mm) conduisent à se demander s'il n'existe pas au moins deux types de tube dont un serait de diamètre beaucoup plus faible que l'autre (fig. 2B, pl. 17: 4), cu bien si le diamètre peut varier le long d'un même tube. En fait, il semble que les conditions de conservation soient à l'origine de certaines de ces variations, mais que d'autre part pour les diamètres les plus faibles, il puisse s'agir de la partie axiale des tubes de diamètre plus important qui seule serait conservée. Enfin comme il a été observé une subdivision d'un tube latéral à l'intérieur d'une thèque (fig. 4C)



Fig. 4. Diplograptus fezzanensi Desio: A spécimen 33 139 b 12. Fragment de rhabdosome montrant le septum médian (s.m), le canal de la virgula (v), deux canaux correspondant à deux tubes médians (t.m) à gauche du septum médian, un tube médian certain et l'autre douteux à droite du septum médian, $\times 13,9$; B spécimen 33 149 b 28. Fragment de rhabdosome montrant vraisemblablement le septum médian (s.m), un tube médian probable (t.m) et deux canaux correspondant à deux tubes médians (t.m)ou latéraux, $\times 13,2$

donnant naissance à deux ou quatre (?) tubes de diamètre plus faible, cette explication doit bien être retenue dans certains cas.

Il n'a pas été possible d'observer correctement la façon dont ces tubes latéraux se rattachent aux tubes médians, il semble que cela se fasse sans aucune différenciation particulière. On notera pour finir que ces tubes s'observent dès le niveau de l'apex de la sicula (fig. 5A, pl. 18: 3).

3. A l'intérieur des tubes médians ou latéraux on observe un axe longitudinal de diamètre un peu inférieur au diamètre extérieur du tube qui apparaît ainsi comme une gaine. Cet axe intérieur présente à sa surface (fig. 6A—C, pl. 19: 1,2, 4, 7):

- une rangée longitudinale de petites structures cupulées présentant l'aspect d'une chaînette posée à plat;
- de part et d'autre, à environ 60° deux rangées longitudianles de fins denticules;
- une rainure longitudinale diamètralement opposée à la rangée des



Fig. 5. Diplograptus fezzanensis Desio: A spécimen 33 149 b 16. Fragment d'extrémité proximale de rhabdosome montrant en empreinte l'apex de la sicula (s), l'empreinte d'un tube latéral et son entrée dans la thèque dont la muraille externe est déformée (tl) ainsi que l'ouverture de deux tubes médians de part et d'autre du septum (photo pl. 18: 3), ×19,9; B spécimen 33 149 a 10. Fragment de partie proximale de rhabdosome montrant de façon remarquable des tubes latéraux dans 2 thèques (tl), le septum médian (sm), la virgula (v) et un tube médian possible (photo pl. 18: 4), ×14,5. C spécimen 33 149 b 29. Ensemble de tubes trouvés totalement isolés, pouvant correspondre soit à un groupe de tubes au niveau des deux premières thèques soit à une subdivision d'un tube latéral ou médian, ×11,25.

structures cupulées.

(Il est bien évident qu'étant donné la fragilité du matériel l'ensemble de ces détails ne s'observe que très rarement; cependant la coexistence de ces éléments peut être affirmée et une description donnée en regroupant les meilleurs observations.)

De façon plus précise, les structures cupulées présentent l'aspect suivant:

— une cupule ovale de 140 à 150 μ de long et 80 μ de large limitée par de minces rebords; le fond de cette cupule est incliné, il se relève progressivement pour atteindre, à l'extrémité de la cupule, un niveau supérieur à celui des rebords, définissant ainsi une petite cavité souscupulaire.

De l'extrémité la plus creuse de la cupule s'élève inclinée à 10°-15°

un élément subcylindrique d'environ 90 μ de long et 35 μ de large: le rostre (pl. 18: 3). A l'opposé, c'est-à-dire en avant de la cavité sous cupulaire les rebords de la cupule se soudent pour définir une languette de forme subcylindrique d'environ 80 μ de long et 30 μ de large dont l'extrémité atteint à peine, en la surplombant, la partie la plus profonde de la cupule suivante.

Une structure cupulée a ainsi environ 230 μ de long et on en compte une vingtaine pour 5 mm. Il semble toutefois que la longueur de la languette puisse varier (fig. 6C, pl. 18: 7) et le nombre de cupule par unité de longueur également. L'observation au microscope électronique a permis de voir languette (?) et cupule subdivisées (pl. 19: 5).

-- Les denticules apparaissent (pl. 19: 8) comme des tubes, obliques, inclinées d'environ 300 μ de long et 20 μ de large. On en compte 32 pour 10 mm.



Fig. 6. Diplograptus fezzanensis Desio: A-B spécimen 33 149 b 12. Détail d'une structure cupulée, en vue latérale et longitudinale, on distingue la cupule (cp) aves ses rebords (cb), le rostre (r), la cavité sous-cupulaire (cv) et la languette (lg) (photo pl. 19: 1), \times 82,5; C spécimen 33 149 b 29. Moule interne d'un tube en vue longitudinale montrant la rangée de structures cupulées et l'une des deux rangées de denticules (la deuxième se trouve cachée en partie par le tube lui-même et pour le reste par la gangue entourant le tube (photo pl. 19: 7), \times 57,5.

A faible grossisement ces denticules donnent aux tubes qui les portent un aspect de micrograptolites (Monograptidae ou Diplograptidae suivant que l'on voit une seule ou deux rangées de denticules) qui attire le regard.

Pour finir disons que sur quelques tubes on peut observer à l'intérieur de la couche portant structures cupulées et denticules un cylindre central présentant des sortes de méplats obliques qui se relayent les uns les autres (pl. 19: 6). Un axe central pourrait aussi exister (voir ci-dessus).

ESSAI D'INTERPRÉTATION

Trois types d'interprétation nous semblent possible.

1) Les structures tubulaires observes sont des débris fossilifères qui se sont mis en place, par hasard, à l'intérieur des thèques de certains spécimens lors de l'enfouissement. La grande taille de l'ouverture des thèques de *Diplograptus fezzanensis* aurait facilité la mise en place de ces débris lors du remplissage par la vase des parties vides en un milieu relativement agité comme l'indique la matrice microconglomératique. Cependant à cette interprétation envisagée lors des premières observations s'oppose:

- le fait que l'on ne voit jamais de structures tubulaires au niveau de l'ouverture des thèques, ni a fortiori, en dépassant ce qui devrait être relativement fréquent si ces tubes étaient venus "en remplissage".
- le fait que ces tubes s'observent également le long du septum; la probabilité pour qu'un tube ait pu pénétrer dans le canal commun, parfois jusqu'à la sicula, en même temps que la vase, sans se briser ni perforer le septum médian paraît bien faible; or on dispose, pour un très petit échantillonage, d'au moins une dizaine d'exemples.

2) Les tubes observés appartiennent à des organismes non identifiès à squelette externe tubulaire qui se seraient installés tels des parasites ou des hôtes dans les thèques de certains spécimens, du vivant ou après la mort du graptolite. Cette interprétation s'accorde bien avec la présence ou l'absence de structures tubulaires selon le rhabdosome considéré bien que ceci puisse être dû, tout simplement, à la grande fragilité de ces structures. Aucune trace de tube à l'extérieur des thèques ni aucune perforation n'ayant été obsérvée, on aurait pu s'attendre au moins dans le cas d'un parasite à voir les structures tubulaires se développer le long des parois internes des thèques et non au milieu de l'espace libre sans contact avec les parois; ce caractère serait davantage celui d'un hôte, mais dans un cas comme dans l'autre il faudrait un animal très adapté à la géométrie des graptolites pour que son anatomie en partie et peut être son développement se moule sur la structure interne du rhabdosome où il se développe.

3) Les tubes observés sont des éléments constitutifs des graptolites étudiés. L'audace de cette proposition ne peut échapper. Cependant cette

hypothèse s'accorde bien avec la disposition des tubes conforme à la géométrie interne du rhabdosome, en particulier s'il se trouvait confirmé, que des tubes suivent le tracé complexe de l'espace interne des premières thèques comme le suggère une observation unique (fig. 5). Les tubes médians pourraient alors être comparés éventuellement au stolon des Dendroïdea dont l'existence a été démontrée par Kozłowski (1938). La position des tubes au milieur de l'espace vide paraîtrait normal, une possibilité de retraction expliquerait l'absence de tube au niveau de l'ouverture des thèques.

Mais il faut bien reconnaître que la reconstitution à laquelle on arriverait serait vraisemblablement très éloignée de celle à laquelle ont conduit les travaux poursuivis depuis de nombreuses années.

CONCLUSION

Arrivé à ce stade on ne peut manquer de se poser de nombreuses questions que l'on retienne la deuxième ou la troisième interprétation.

1) Les structures cupulées observées suggèrent-elles un rapprochement avec un groupe zoologique connu? L'enquête dans ce domaine qui n'est qu'à ses débuts n'a pour le moment rien donné.

2) Du point de vue paléontologique connaissons-nous quelque chose de comparable? Un seul Incertae sedis: *Kockelites longus* H. Alberti 1968 présente une certaine resemblance mais cela ne va guère plus loin.

3) Pour quelle raison observe-t-on ici à l'intérieur de graptolites des restes trouvés nulle part ailleurs? Les conditions périglaciaires qui régnaient à cette époque précisément au Sud de l'Ahaggar (Debyser *et al.* 1965) pourrait-elle être une explication?

4) A quoi correspondent les restes observés (squelette interne? moule interne?); faut-il y voir la totalité de l'animal ou de la matière vivante entourait-elle le tube?

Dans un premier temps il faut réunir un matériel complémentaire de Diplograptus fezzanensis permettant une étude plus approfondie. Cependant les présentes observations ne risquent de prendre une grande valeur que si elles sont retrouvées dans d'autres espèces de graptolites, d'âges différents et dans des régions variées. Sinon il faudra admettre qu'il s'agit d'un cas d'association accidentelle n'intéressant pas directement la paléozoologie des graptolites.

Remerciements. — Les photos sont dues à notre regretté collègue et ami Monsieur Marquis, du Groupe TOTAL. Les clichés au Microscope électronique ont été réalisés au Laboratoire du Groupe TOTAL par Monsieur L. Le Ribault.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERTI, H. 1968. Trilobiten (Proetidae, Otarionidae, Phacopidae) aus dem Devon des Harzes und des Rheinischen Schiefergebirge. — Geol. Jahrb. Beihefte, 73, 1—147.
- DEBYSER, J., CHARPAL, O., de, et MERABET, O. 1965. Sur le caractère glaciaire de la sédimentation de l'unité IV au Sahara Central. — C. R. Acad. Sci. Fr. 261, 5575—5576.
- KOZŁOWSKI, R. 1938. Informations préliminaires sur les graptolites du Tremadoc de la Pologne et sur leur portée théorique. — Ann. Musée Zool. Polon. 13, 183—196.
- LEGRAND, PH. 1970. Les couches à Diplograptus du Tassili de Tarit (Ahnet, Sahara algérien) Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique de Nord, 60, 3-4, 3-58.
 - 1976. Contribution à l'étude des graptolites du Llandovérien inférieur de l'Oued In Djerane (Tassili N'Ajjer oriental, Sahara algérien) — Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. 67, 1—2, 141—196.
 - Les graptolithes du Llandovérien inferieur du Tassili Ouan Ahaggar (à paraître).

EXPLICATION DES PLANCHES 17-19

Planche 17

Diplograptus fezzanensis Desio

- 1. Spécimen 33 149 a 8; Partie proximale de rhabdosome; \times 22.
- 2. Spécimen 33 149 a 3; Partie distale de rhabdosome; \times 15.
- 3. Spécimen 33 149 b 3; Partie moyenne et distale de rhabdosome montrant dans un tube latéral éclaté l'empreinte de la rangée des rostres des structures cupulées (en bas à gauche) ainsi que le moule interne de plusieurs tubes latéraux et un tube latéral avec son enveloppe externe (même spécimen dessiné fig. 2 A); ×17,5.
- Spécimen 33 149 b 26; Partie moyenne de rhabdosome montrant des tubes latéraux larges et un tube étroit (même spécimen dessiné fig. 2B); ×15.

Planche 18

Diplograptus fezzanensis Desio

- 1. Spécimen 33 149 b 12; Fragment de rhabdosome montrant le septum médian (s.m.), le canal de la virgula (v), deux canaux correspondant à deux tubes médians (t.m.) à gauche du septum médian, un tube médian certain et un autre douteux à droite du septum médian (même spécimen dessiné fig. 4A); \times 21.
- 2. Spécimen 33 149 b 4; Partie moyenne de rhabdosome, très altéré, en vue oblique,

montrant un moule interne de tube médian et un moule interne de tube latéral (même spécimen dessiné fig. 3A); \times 22.

- 3. Spécimen 33 149 b 16; Fragment d'extrémité proximale de rhabdosome. L'orientation du cliché a été inversée pour faire ressortir les détails. On distingue vers le haut en empreinte l'apex de la sicula, puis du côté droit l'empreinte d'un tube latéral et son entrée dans la thèque dont la muraille externe est déformée, enfin du côté gauche l'ouverture de deux tubes médians de part et d'autre du septum médian (même spécimen dessiné fig. 5A); ×30.
- 4. Spécimen 33 149 a 10; Fragment de partie proximale de rhabdosome montrant les tubes latéraux de deux thèques, le septum médian, la virgula et un tube médian possible (même spécimen dessiné fig. 5B); ×22.
- Spécimen 33 149 b 28. Fragment de rhabdosome montrant vraisemblablement le septum médian (s.m.), un tube médian probable et deux canaux correspondant à deux tubes médians ou latéraux (même spécimen dessiné fig. 4B); ×20.
- 6. Spécimen 33 149 b 10; Groupe de thèques excavées montrant les tubes latéraux; $\times 25.$
- Spécimen 33 149 b 30. Fragment de demi-rhabdosome excavé pour faire apparaître deux moules internes de tube médian dont l'un permet de bien observer les rostres des structures cupulées alignées. Fragment de septum visible de bas à gauche (même spécimen dessiné fig. 3B); ×23.

Planche 19

Diplograptus fezzanensis Desio

- 1. Spécimen 33 149 b 12; Moule interne d'un tube montrant le détail d'une rangée longitudinale de structures cupulées (même spécimen dessiné fig. 6A); ×200.
- 2. Spécimen 33 149 b 40; Moule interne d'un tube montrant la rangée longitudinale de structures cupulées avec le rostre central; \times 110.
- Spécimen 33 149 b 40; Détail d'une structure cupulée vue au microscope électronique; ×200.
- 4. Spécimen 33 149 b 40; Détail d'une structure cupulée et d'une rangée de denticules vues au microscope électronique; ×100.
- Spécimen 33 149 b 41; Moule interne d'un tube montrant la rangée longitudinale de structures cupulées observées au microscope électronique; à remarquer la subdivision d'une cupule avec deux rostres; ×66.
- 6. Spécimen 33 149 b 44. Aspect du cylindre central après destruction de l'enveloppe externe et de la couche présentant les rangées de structures cupulées et denticules observés au microscope électronique. Remarquer les méplats. Le petit appendice est un artefact; ×64.
- Spécimen 33 149 b 39; Moule interne d'un tube montrant la rangée longitudinale de structures cupulées et les rangées latérales de denticules (même spécimen dessiné fig. 6B); ×36.
- 8. Spécimen 33 149 b 40. Détail de denticules vus au microscope électronique; \times 200.







