

## **Biostratigraphie des spores du Dévonien de la synéclise Illizi-Ghadamès (Algérie)**

**Fatna ABDESSELAM - ROUGHY**

Centre de Recherche et Développement - SONATRACH  
1, Avenue du 1er Novembre 35000 - Boumerdès

**Résumé :** L'étude palynologique de deux forages STAH 1 bis et HFR 1 dans la synéclise Illizi-Ghadamès (Sud-Est du Sahara algérien) a permis d'identifier 8 biozones locales à partir d'espèces - guides de spores. Ces biozones sont comparées aux biozonations proposées par divers auteurs pour l'Afrique, l'Europe de l'Ouest et la Laurentia. Notre biozonation présente des ressemblances avec la biozonation de Laurentia (RICHARDSON et MC GREGOR, 1986). Deux lacunes sont mises en évidence : la lacune d'une partie de l'Emsien supérieur et l'Eifélien et celle du Frasnien supérieur et Famennien inférieur.

**Mots clés :** Biostratigraphie - Illizi - Ghadamès - Spores - Acritarches - Chitinozoaires - Lacunes.

### **Biostratigraphy of spores from Devonian of Illizi-Ghadames synecclise (Algeria)**

**Abstract :** The palynological study of Eastern Sahara in the Illizi - Ghadamès basin (South-East of Algerian Sahara) have given new stratigraphic data. Eight local biozones are defined based on spores. These biozones are compared with other zonations proposed by several authors for North Africa, Western Europe and Laurussia sequences. Our biozonation shows some similarities with the biozonation of RICHARDSON and MC GREGOR, (1986). Two gaps are documented, one corresponding to late Emsian, Eifelian and the other one to late Frasnian, Early Famennian.

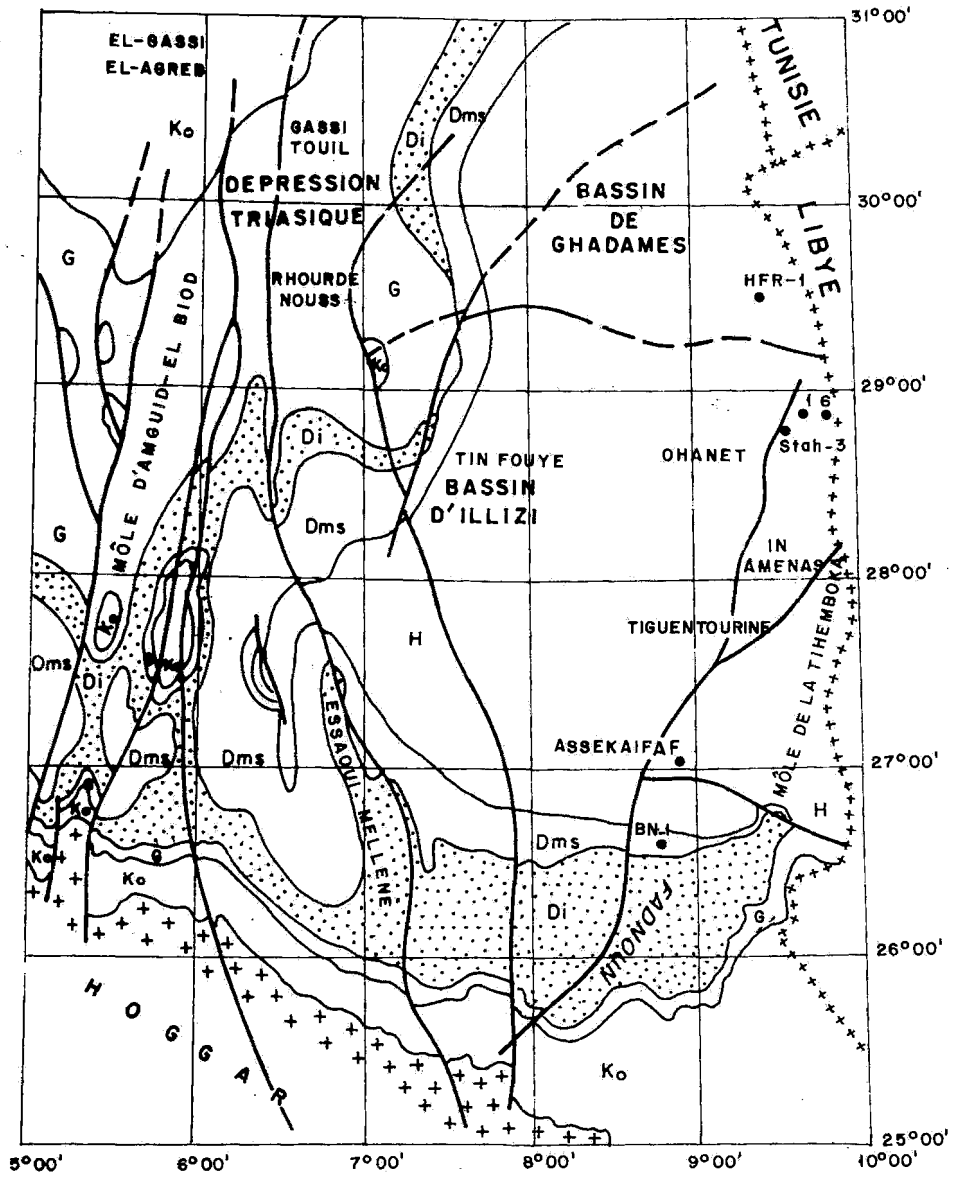
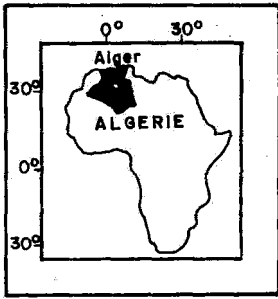
**Key words :** Biostratigraphy - Illizi-Ghadames - Spores - Acritarchs - Chitinozoan - Gaps.

#### **1 - CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE (Fig. 1)**

Le bassin d'Illizi est situé dans le Sahara oriental entre le Grand Erg Oriental au Nord et le massif du Hoggar au Sud. Il est limité au Sud par les Tassilis N'Ajers, à l'Est par le môle de Tihemboka, à l'Ouest par l'axe Amguid El - Biod et au Nord par le plateau du Tinrhert et la dépression de Ghadamès (Algérie). Le bassin d'Illizi qui couvre une superficie de 100.000 km<sup>2</sup> se

prolonge vers l'Est, en Libye par le bassin de Ghadamès.

L'écorché anté-mésozoïque montre une vaste dépression couvrant tout le bassin d'Illizi et la partie sud du bassin de Ghadamès où les terrains du Paléozoïque supérieur en parfaite continuité dessinent un synclinorium à cœur carbonifère. Au sud du bassin d'Illizi toutes les séries du Paléozoïque affleurent dans les Tassilis N'Ajers.



H	Carbonifère	Dms	Dévonien (Moy. et Sup.)	Di	Dévonien inférieur
G	Silurien	Ko	Cambro - Ordovicien	++	SoCle

Fig. 1 - Ecorche anté - mésozoïque du Sahara, Algérie (document inédit Sonatrach)  
 Subcroup map, (unpublished data Sonatrach)

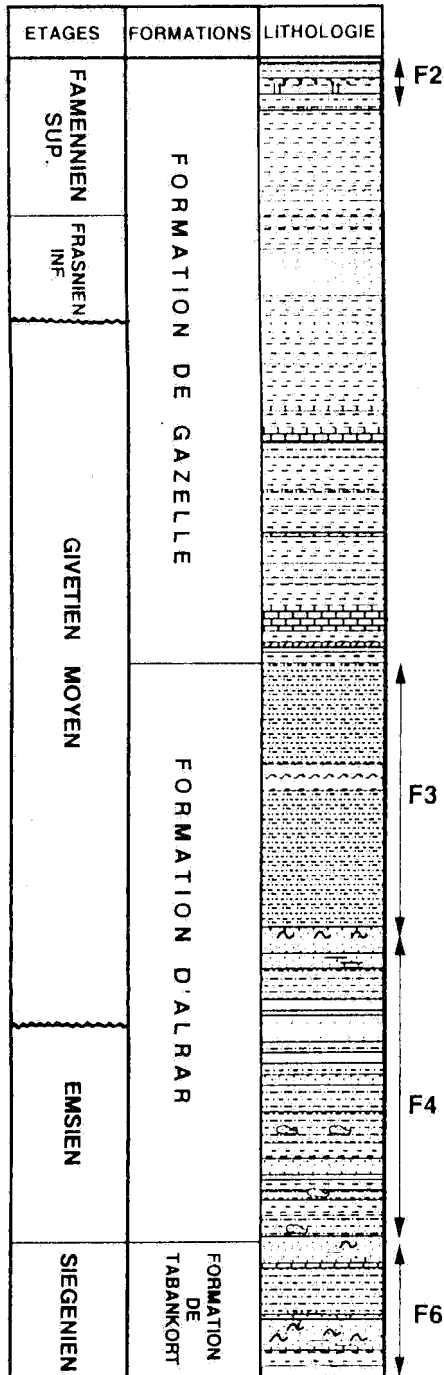


Fig. 2 - Série stratigraphique type du Dévonien d'Illizi  
*Lithostratigraphical column of Devonian  
 from Illizi basin*

## 2 - DESCRIPTION DES UNITES DEFINIES EN FORAGES (fig. 2 et 3)

Jardiné et Yapaudjian (1968), ont défini à partir de plusieurs sondages du Tinrhert, une nomenclature en cinq formations lithostratigraphiques:

- Formation argilo-gréseuse de Mederba (130m); elle comprend le membre inférieur de «grès micacés» et de grès massifs à stratifications subhorizontales et le membre supérieur des «argiles litées» représenté par des argiles sombres à intercalations quartzitiques. Cette formation est attribuée au Budnanien supérieur,

- Formation argilo-gréseuse de l'Oued Tifist (300m) qui compte un membre argileux encadré par deux membres à dominante gréseuse, elle est datée Ludlow à Pridoli,

- Formation de Hassi-Tabankort (200m) qui comprend deux membres gréseux et un membre intermédiaire argileux; elle est d'âge Praguien,

- la Formation d'Alrar comprend trois membres : un membre argileux à la base qui se poursuit par des alternances gréso-argileuses et se termine par des grès massifs à stratifications obliques, elle peut atteindre 160 m d'épaisseur et est d'âge Praguien à Givétien,

- la Formation de Gazelle (300m) comprend trois membres définis, par Jardiné *et al.*, (1974); un membre inférieur argilo-calcaire, un membre moyen argileux et un membre supérieur gréseux, elle est d'âge Givétien à Famennien supérieur. Pour le bassin de Ghadamès, nous avons utilisé les Formations définies, sur le terrain : Formation Ouan-Kasa et Formations Aouinet - Ouenine I à IV (Massa et Moreau - Benoit 1976).

## 3 - LE FORAGE STAH-1 bis (fig. 1 et 4)

Le forage STAH-1 bis est situé dans le bassin d'Illizi (Sahara Oriental) et plus précisément dans la zone de jonction des bassins d'Illizi et de Ghadamès.

SYSTEME	ETAGES		TERRAIN		RESERVOIR (C.R.E.P.S)	TERMINOLOGIE LITHOSTRATIGRAPHIE Jardine / Yapoudjan)	SUBDIVI- SIONS (CEP)	SUBDIVISIONS		Zone Palyno Sonatrach						
			GROUPES	FORMATIONS				SONATRACH	Sonatrach							
SILURIEN DEVONNIEN	SUPERIEUR	FAMENNIEN	SERIE PRE-TASSILIENNE	SERIE DE LA GARA MASNEL	F <sub>2</sub>	DEVONNIEN ARGILEUX	E	DEV. SUPERIEUR	RESERVOIR F <sub>2</sub>	L <sub>9</sub>						
		FRASNIEN		SERIE DE TIN MERAS					F <sub>3</sub>	DISCORDANCE FRASNIENNE	D <sub>3</sub>	SERIE ARGILEUSE	L <sub>6/8</sub>			
		GIVETIEN										RESERVOIR	L <sub>2c</sub>			
	MOYEN	EIFELIEN	TASSILI EXTERNE	FORMATION D'ORSINE	F <sub>4</sub>	FORMATION ARGILO-GRESEUSE D'ALRAR	D <sub>2</sub>	DEV. MOYEN	SERIE ARGILEUSE	L <sub>2e</sub>						
		INFERIEUR							EMSIEN	BARRE SUPERIEUR	F <sub>5</sub>	FORMATION GRESEUSE DE HASSI TABANKORT	C <sub>3</sub>	DEVONNIEN INFERIEUR	RESERVOIR F <sub>4</sub>	L <sub>1b</sub>
	SIEGENIEN		TROTTOIRS	C <sub>2</sub>	SERIE ARGILEUSE	L <sub>1c</sub>										
	SILURIEN	INFERIEUR	GEDINIEN	TASSILI EXTERNE	BARRE MOYENNE	F <sub>6</sub>	FORMATION ARGILO-GRESEUSE DE L'OUED TIFIST	B <sub>3</sub>	GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	RESERVOIR F <sub>5</sub>	K					
										PRIDOLIEN	TALUS A TIOILLITES	C <sub>4</sub>	DISCORDANCE INTRA-F <sub>6</sub>	B <sub>2</sub>	UNITE C <sub>3</sub> (i)	J <sub>2</sub>
															UNITE C <sub>2</sub> (ii)	J <sub>1</sub>
		LUDLOWIEN	BARRE INFERIEURE	A	GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE C <sub>1</sub> (iii)	J <sub>0</sub> 10 a 13									
						B <sub>1</sub>	UNITE B <sub>2</sub> (iv)	H								
		WENLOCKIEN.SUP.	ARGILO-GRESEUX INTRA-TASSILIEN	ARGILO-GRESEUX DE L'ATA FAIT AFA	FORMATION ARGILO-GRESEUSE DE MEDERBA	M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	ARGILES	GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE B <sub>2</sub> (v)	G <sub>13d</sub> G <sub>13c</sub>					
										UNITE B <sub>1</sub> (vi)	G <sub>13b</sub>					
	WENLOCKIEN.INF.	ARGILES GRAPTOLITES	ARGILES A GRAPTOLITES	ARGILES A GRAPTOLITES	M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	ARGILES	GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE A (viii)	G <sub>13e</sub> G <sub>12c</sub> G <sub>12b</sub>						
									UNITE M <sub>2</sub> (ix)	G <sub>12a</sub>						
								GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>						
							GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>							
							GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>							
							GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>							
							GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>							
							GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>							
							GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>							
							GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>							
							GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>							
							GOTHLANDIEN ARGILO-GRESEUX	UNITE M <sub>1</sub> (x)	G <sub>11b,c</sub> G <sub>11a</sub>							

Fig. 3 - Equivalences entre les formations du Siluro - Dévonien du bassin d'Ilizi reconnues en affleurement et les formations en forages (document inédit Sonatrach)

*Correlation between outcrop and core wells of Siluro-Devonian formations from Illizi basin (unpublished data Sonatrach)*

Nous avons choisi d'étudier ce forage en raison des problèmes stratigraphiques posés dans la région. Le Dévonien est bien carotté; plus de 374 échantillons ont été analysés avec un espacement de 1m pour les carottes et 10m pour les cuttings.

Nous avons adopté la nomenclature de Jardiné et Yapaudjian (1968), définie pour le bassin d'Illizi. Dans le chapitre précédent nous avons décrit ces formations.

La Formation d'Alrar est bien représentée à STA-H-1 bis par 60m de sédiments (carottes 13 à 7-2730m à 2 675m). Elle débute par des argiles noires, silteuses auxquelles succède un membre silto-gréseux. Cette formation a livré de nombreux spores, acritarches et chitinozoaires d'âge Emsien à Givétien moyen.

La Formation de Gazelle a été bien individualisée à STA-H-1 bis. Elle a une puissance de 343m (2760m -2417m). Cette formation est essentiellement argileuse; on note des intercalations calcaires à la base et un épisode gréseux au sommet, traduisant une régression généralisée marquant la fin du Dévonien. Un niveau calcaire (carotte 5-2 648m-2 641m) marque la limite entre la Formation de Gazelle inférieure et la Formation de Gazelle supérieure. Les grès qui couronnent cette formation (carotte 1 à 4 - 2417m à 2440m) appartiennent au Famennien terminal.

#### 4 - LE SONDAGE HFRI (fig. 1, 5 et 6)

Il est situé dans le bassin de Ghadamès, au Nord du môle d'Ahara qui le sépare du bassin d'Illizi au cours du Dévonien. Ces deux bassins ont été réunis au cours du Carbonifère. Le puits HFRI a été foré en 1983 par la Société pétrolière Sonatrach, il a atteint une profondeur de 4307m. 300 niveaux ont été étudiés. Nous avons utilisé la nomenclature employée en Libye.

La Formation Ouan-Kasa a une épaisseur de 159m (carottes 20 à 16). Elle débute par des argiles noires

micacées et se poursuit par un membre grés-argileux. Les spores, acritarches et chitinozoaires livrés par cette formation sont d'âge Emsien à Eifélien supérieur.

La Formation de Aouinet-Ouenine est beaucoup plus puissante; son épaisseur est de 659m. Elle est à dominante argileuse avec des intercalations calcaires à la base et un épisode gréseux au sommet. Elle débute à la carotte 15 et se poursuit jusque dans la carotte 10. Un niveau carbonaté accompagné par le pic radioactif indique comme à STA-H-1 bis la limite entre la Formation Aouinet-Ouenine III et Aouinet-Ouenine IV. Les carottes 14 à 11 ont livré des spores, acritarches et chitinozoaires de l'Eifélien supérieur à Givétien inférieur. Entre 3810m et 3852m les cuttings sont d'âge Frasnien inférieur et entre 3800 et 3340 m, les cuttings sont d'âge Famennien supérieur (Fa2c) les carottes 10 à 8 sont datés Strunien (Fa2d-Tn1b).

Nous avons observé une lacune à la base du Dévonien supérieur comme à STA-H-1 bis.

#### 5 - PROBLEMES STRATIGRAPHIQUES

L'étude structurale et cartographique du bassin d'Illizi (Beicip et Sonatrach, 1976; rapport inédit) fait état de deux périodes d'instabilité accompagnées d'érosion et de discordances. La première se situerait entre l'Emsien et l'Eifélien. La seconde apparaît au cours du Dévonien supérieur.

#### 6 - BIOSTRATIGRAPHIE

Huit biozones ont été définies en se basant sur les recommandations de Hedberg (1980). Chaque biozone se réfère principalement à l'existence d'une ou plusieurs espèces-guides de spores, des informations complémentaires sont apportées par les acritarches et les chitinozoaires. En ce qui concerne ces derniers, les techniques de préparation ici mises en oeuvre, ne sont pas parfaitement adaptées pour leur dégagement. Les associations de Chitinozoaires

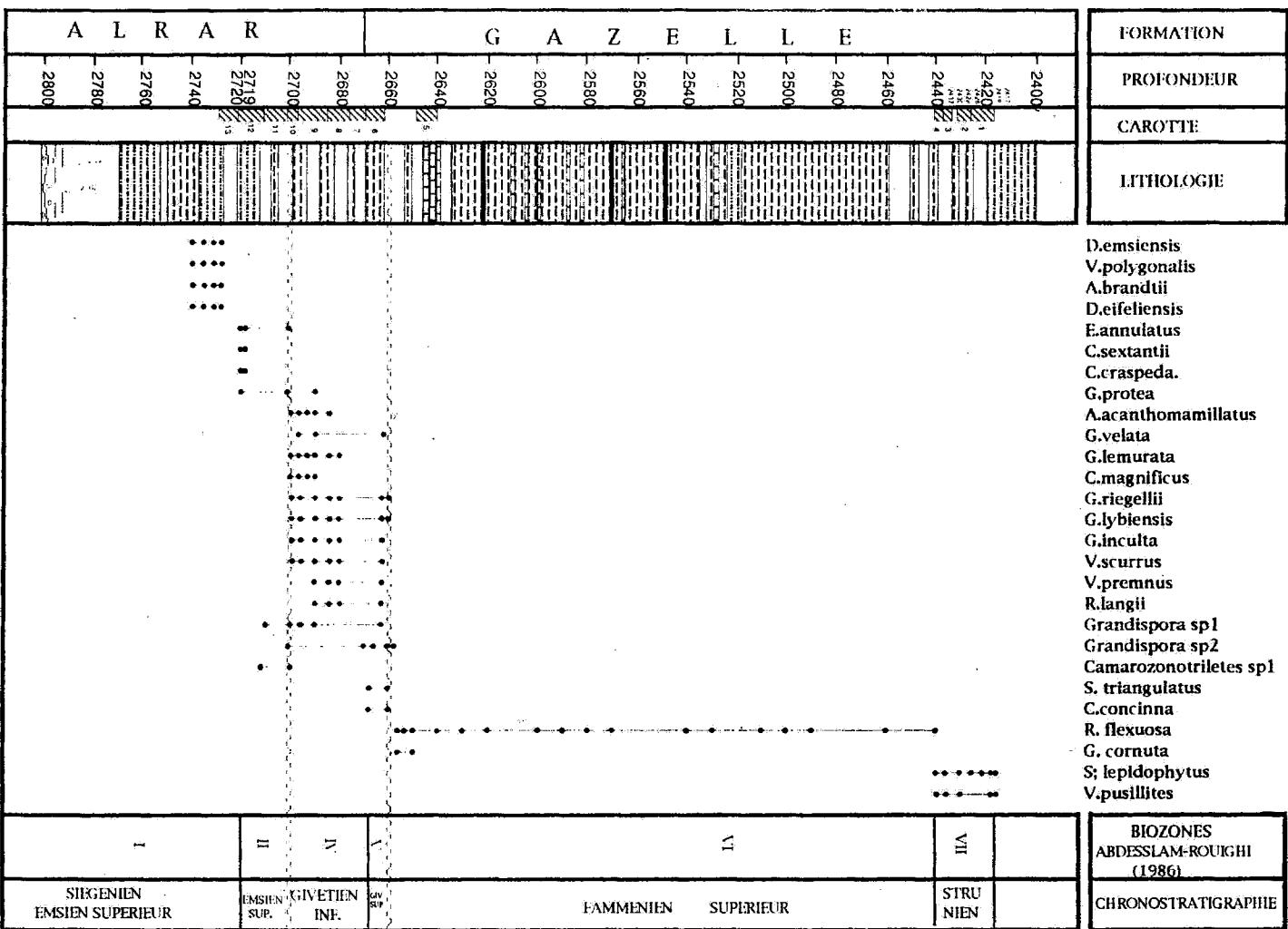


Fig. 4 - Répartition des palynomorphes du sondage STAH - 1bis  
Distribution of miospores (well STAH - 1bis)

## BIOSTRATIGRAPHIE DES SPORES DU DEVONIEN DE LA SYNECLISE ILLIZI - GHADAMES (ALGERIE)

 Kricounov A  
 Daoudi M 1989

SYSTEME	SERIE	ETAGE	SUBDIVISION LITHOSTRAT.	ZONES PALYNO.	EPAISSEUR	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	MACROFAUNE			
CARBONIFERE	INFERIEUR	VISEEN SUP.		M	7 M 6	0-100	Argiles brune, et grès fin à moyen	Spirifer sp.			
		VISEEN INF.			5	0-400	Grès gris fins micacé, localement carbonaté et argile grise silteuse et pyriteuse.	Thuramina sp.			
					4						
					3		Argiles gris foncé à noire silteuse, micacé localement carbonaté et grès gris clair.	Spirifer konincki			
		TOURNAISIEN			M 2	0-300					
		DEVONIEN	SUPERIEUR		STRUNIEN	F2	L	1 L 10	0-125	Alternance de grès foncé avec film d'argile noire	Camarotoechia letiensis
						FAMEN. ARGILES		L 9			
					L 8						
					L 7						
					L 6				Argile gris noire à rares passées de grès fin et calcaires cristallins gréseux.	Posidonia cf. venusta	
L 5											
L 4											
FRASNIEN	ARGILES			L 3	0-725			Leptaena rhomboidalis			
				C							
MOYEN	EIFELIEN			ARGILES F3	L 2 <sup>B</sup>	0-192		Argiles gris foncés micacé	Latorhychus cf. limitare		
		L 1 <sup>B</sup>									
		L 1 <sup>A</sup>									
INFERIEUR	EMSIEN	ARGILES F4 ARGILES	K	0-81		Alternances d'argiles et de grès.	Brachyspirifer gr. carinatus				
				0-58							
				0-51							
	SIEGINIEN (Praguien)	C <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	J	0-109		Grès à stratification obliques et argiles grise	Spirifer roussouai				
				0-190							

 Fig. 5 - Coupe géologique type du Paléozoïque de la dépression de Ghadames  
 Geological cross-section of the Paleozoic from Ghadames basin

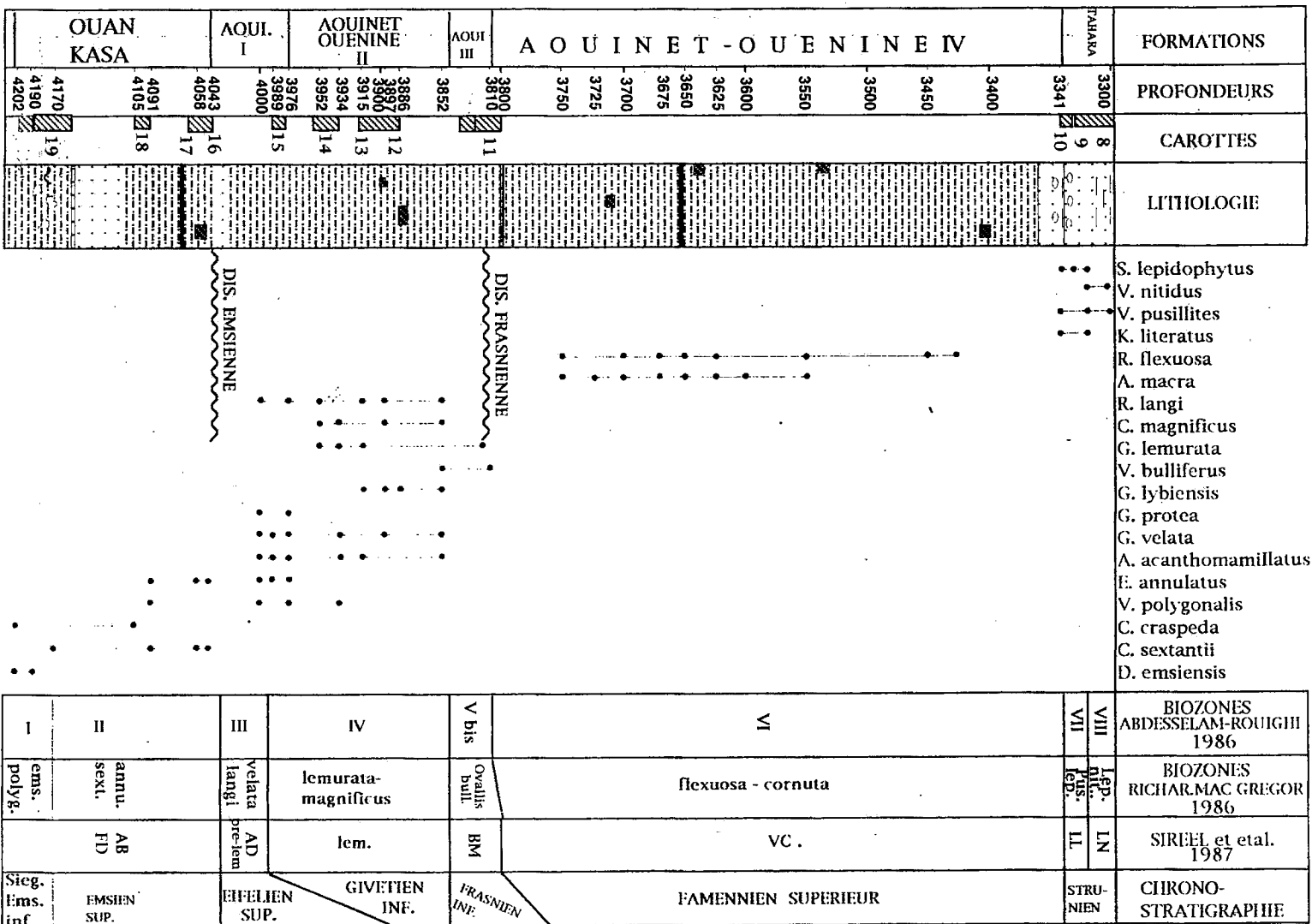


Fig. 6 - Répartition stratigraphique des spores du sondage H-R - I  
Distribution of *miospores* (well HFR1)



observées sont de toute évidence incomplètes, mais elles apportent néanmoins d'utiles renseignements biostratigraphiques. Nous avons essentiellement utilisé les biozonations de Richardson et Mc Grégor (1986) et de Loboziak et Streel (1994) pour dater les formations ici étudiées. La description des biozones est présentée dans l'ordre stratigraphique.

## 7 - BIOSTRATIGRAPHIE DES DEUX SONDAGES (fig. 4 et 6)

### Biozone I

Biozone d'intervalle de *Dictyotriletes emsiensis*.

Elle est basée sur l'apparition de ce marqueur, d'autres spores font partie de l'assemblage *Dibolisporites eifeliensis* (LANNINGER) MC GREGOR, *Apiculiretusispora brandtii* STREEL, *Apiculatisporites microconus* (RICHARDSON) MC GREGOR et *Emphanisporites schultzi* MC GREGOR qui apparaît au sommet. Témoignant d'un environnement marin, le microplancton est représenté par *Diexallophasis remota* DEUNFF, *Onondagella assymetrica* (DEUNFF) CRAMER, *Tetraletes variabilis* CRAMER. Cette biozone a été définie dans les argiles, à la base de la Formation d'Alrar, dans les sondages STA-1 bis (carottes 13 et 12, 2730 à 2720 m) et HFR I (carotte 19 et 20 - 4202 à 4170 m).

### Biozone II

Biozone d'intervalle d'*Emphanisporites annulatus*. Elle coexiste avec *Camarozonotriletes sextantii* MC GREGOR et *Craspedispora craspeda* ALLEN, *Dibolisporites echinaceus* RICHARDSON. Au sommet de cette biozone, on voit apparaître *Grandispora protea* (NAUMOVA) MOREAU BENOIT.

Deux espèces nouvelles de spores apparaissent à ce niveau *Grandispora* sp1 et *Camarozonotriletes* sp.

Des espèces nouvelles d'acritarches font leur apparition : *Gorgonisphaeridium* sp1 et *Gorgonisphaeridium* sp2 ainsi que *Polyedryxium decorum* DEUNFF et *Navifusa bacillum* DEUNFF. Quelques acritarches de la biozone précédente sont encore présents : *Onondagella assymetrica* et *Tetraletes variabilis*. Les chitinozoaires sont représentés par *Hoegisphaera cf. glabra* STAPLIN et *Armoricochitina panzuda* (CRAMER).

Cette biozone a été reconnue au sommet de la Formation d'Alrar (STA-1 bis, carottes 12 à 10, 2720 à 2697 m) et HFR-1 carotte 18 à 16 (4058 à 4043 m).

### Biozone III

Biozone d'intervalle de *Grandispora velata*. On note à 3983 m (carotte 15) dans le sondage HFR-1 l'apparition de cette espèce-guide; font partie de l'assemblage d'autres espèces *Rhabdosporites langii* (EISENACK) RICHARDSON, *Acinosporites acanthomamillatus* RICHARDSON. Des spores typiques de l'Emsien supérieur et de l'Eifélien sont remaniées dans ces niveaux : *Synorisporites tripapillatus* RICHARDSON et LISTER, *Emphanisporites spinaeformis* SCHULTZ et *Ancyrospora nettersheimensis* RIEGEL. Cette dernière espèce a été rencontrée à 3983m dans le sondage HFR-1. La présence de ces espèces laisse supposer l'existence d'une flore remaniée au sein des deux bassins. Le microplancton voit l'apparition de *Veryhachium assymetricum* DEUNFF, *Umbellasphaeridium deflandrei* (MOREAU BENOIT) JARDINE et al., *Ammonidium rigidum* DEUNFF et *Gorgonisphaeridium* sp1 et *Gorgonisphaeridium* sp2. *Urochitina jardinei* (BOUMENDJEL) apparaît à 3983m dans le sondage HFR I ainsi que *Fungochitina pilosa* (COLLINSON et SCOTT).

Cette biozone a été reconnue dans la partie moyenne du membre argilo-gréseux de la Formation Aouinet-Ouenine I (HFRI, carotte 15, 3989 m - 3973 m). Cette biozone est absente à STA-1-bis.

#### Biozone IV

Biozone d'intervalle de *Geminospora lemurata*; d'autres spores font partie de l'association *Cymbosporites magnificus* Mc-GREGOR et CAMFIELD, *Raistrikia aratra* ALLEN, *Verrucosporites premnus* RICHARDSON ainsi que les espèces de la biozone précédente, *Acinosporites acanthomamillatus* RICHARDSON *Grandispora inculta* ALLEN *Grandispora protea* (NAUMOVA) MOREAU-BENOIT, *Corytosporites multispinus* RICHARDSON, *Rhahdosporites langii* RICHARDSON et *Grandispora* sp2. Le microplancton est représenté par *Gorgoni-sphaeridium discissum* PLAYFORD et DRING, *Duvernaysphaera kräuseli* STOCKMANS et WILLIERE; *Polyedryxium decorum* DEUNFF et *Navifusa bacillum* DEUNFF se poursuivent.

Parmi les chitinozoaires, on peut citer *Fungochitina schwalbii* (COLLINSON et SCOTT), *Fungochitina pilosa* (COLLINSON et SCOTT) et *Ancyrochitina pilosa varcurta* TAUGOURDEAU et JEKHOWSKI. *Uurochitina santullanensis* (DIEZ et CRAMER) s'éteint dans cet intervalle.

Cette biozone a été définie dans la partie argilo-gréseuse supérieure de la Formation d'Alrar dans les puits STA-1 bis (carottes 9 à 7, 2697 - 2670 m) et HFR1 (carottes 14 à 11, 3952 à 3852 m), et se poursuit à la base de la Formation de Gazelle.

#### Biozone V

Biozone d'intervalle de *Samarisporites triangulatus*; le genre *Grandispora* est représenté par plusieurs espèces, une autre espèce index est observée, *Chelinospora concinna* ALLEN.

Le microplancton est abondant à ce niveau; en plus des espèces citées dans la biozone IV, on voit l'apparition de *Polyedryxium fragulosum* PLAYFORD, *Polyedryxium carnatum* PLAYFORD, *Crameria pharaonis* (DEUNFF) CRAMER, *Veryhachium tetraëdron* DEUNFF *Veryhachium inflatissium* CRAMER.

Les chitinozoaires *Fungochitina pilosa* (COLLINSON et SCOTT) et *Ancyrochitina pilosa var. curta* TAUGOURDEAU et JEKHOWSKY disparaissent dans cette biozone.

Cette biozone a été identifiée dans les argiles à la base de la Formation de Gazelle à STA-1 bis (carottes 6 à 7, 2670 - 2662 m). Elle est absente dans le forage HFR1.

#### Biozone VI

Biozone d'intervalle de *Verrucosisporites bulliferus*; d'autres espèces font partie de l'assemblage: *Lophozonotriletes media* TAUGOURDEAU LANTZ, *Lophozonotriletes crassatus* NAUMOVA. Cette biozone a été observée sur cuttings (3810 m - 3850 dans le forage HFR1. Les acritarches et Tasmanaceae sont abondants dans ces niveaux: *Veryhachium downiei* DEUNFF *Lophosphaeridium deminutum* PLAYFORD et DRING, *Solisphaeridium solidum var. elongatum* (Jardiné et al.), *Solisphaeridium medium* (STOCKMANS et WILLIERE), MOREAU-BENOIT et al., *Polyedryxium carnatum* PLAYFORD et *Maranhites brasiliensis* BRITO.

#### Biozone VII

Biozone d'intervalle de *Rugospora flexuosa* (JUSHKO) STREEL; on note aussi l'apparition de *Grandispora cornuta* HIGGS, *Auroraspora macra* SULLIVAN. Le microplancton se renouvelle avec l'apparition de *Gorgonisphaeridium solidum var. elongatum* JARDINE et al., et *Gorgonisphaeridium solidum var. brevis* JARDINE et al., ainsi que *Maranhites brasiliensis* BRITO, *Navifusa bacillum* DEUNFF apparu dans la biozone II, s'éteint dans cet intervalle. On note l'apparition du chitinozoaire *Fungochitina fenestrata* (TAUGOURDEAU et JEKHOWSKY).

Cette biozone correspond à la partie supérieure des argiles de la Formation de Gazelle dans le forage STA-1 bis (carotte 5, 2648 - 2641 m) et HFR1 (cuttings, 3800 à 3341 m).

**Biozone VIII a**

Biozone d'intervalle de *Spelaeotriletes lepidophytus*. On observe l'apparition de cette espèce considérée comme étant un marqueur du «Strunien». D'autres spores apparaissent dans ces niveaux: *Dictyotriletes fimbriatus* (KAISER) WINSLOW, *Spelaeotriletes granulatus* (KEDO) MOREAU BENOIT, *leiozonotriletes insignitus* HACQUEBARD, *Knoxisporites hederatus* (ISHENKO) PLAYFORD et *Spelaeotriletes cassiculus* (HIGGS.) TURNAU.

Le microplancton se compose des acritarches cités précédemment auxquels font suite *Horologinella horologia* STAPLIN, *Crassiangulina tessellata* JARDINE et al., et *Stellinium octoaster* (STAPLIN) JARDINE et al.

Un dernier représentant du groupe des chitinozoaires a été recueilli, *Lagenochitina* sp2 GRIGNANI et MANTOVANI; on note l'extinction de *Fungochitina fenestrata* (TAUGOURDEAU et JEKHOWSKY).

Cette biozone est reconnue dans la partie sommitale de la Formation de Gazelle dans le forage STA-1 bis (carottes 1 à 4, 2418 - 2440m) et HFR1 (carottes 10 - 8; 3341 - 3327).

**Biozone VIII b**

Biozone d'intervalle de *Verrucosporites nitidus* (NAUMOVA) PLAYFORD. Elle est fondée sur l'apparition de ce marqueur mais aussi *Lophozonotriletes cristifer* (LUBER) KEDO, *Lophozonotriletes malevkensis* KEDO, *Lophozonotriletes rarituberculatus* (LUBER) KEDO, *Knoxisporites literatus* (WALTZ) PLAYFORD, *Knoxisporites cinctus* BUTTERWORTH. et WILLIAMS, *Leiotriletes struniensis* MOREAU BENOIT. De plus au sommet des grès du F2 dans le forage STA-1 bis, on note l'apparition de *Spelaeotriletes pretiosus* NEVES et OWENS et *Pustulatisporites gibberosus* (HACQUEBARD.) PLAYFORD, espèces du Tournaisien (Coquel et Moreau Benoit, 1986, 1989).

Le microplancton se compose de *Maranhites brasiliensis* BRITO, *Umbellasphaeridium deflandrei* (MOREAU BENOIT) JARDINE et al., *Umbellasphaeridium saharicum* JARDINE et al.

## 8 - COMPARAISON AVEC LES TRAVAUX PALYNOLOGIQUES AU SAHARA ET DANS LE MONDE (fig. 4, 6 et 7)

### Biozone I à *Dictyotriletes emsiensis* (biozone d'intervalle)

#### a) Comparaison avec le Sahara

Nous avons comparé nos résultats avec les travaux de Magloire, 1969, sur le Grand Erg occidental: *Verrucosporites polygonalis* LANNINGER est figurée dans Magloire (1969) planche 1, figure 2 sous le nom de spore n° 3345.

*Reticulatisporites emsiensis* ALLEN figurée planche 1, figure 2 et 24 semble être *Dictyotriletes subgranifer* que nous trouvons dans la biozone I, de même que *Dictyotriletes* sp. 1, planche 1, figure 29 semble être *Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) MC GREGOR. La spore à papilles proximales sp. 4 est probablement *Synorisporites tripapillatus* RICHARDSON et LISTER. Boumendjel (1987) prend comme marqueur *Bursachitina bursa* dans la biozone 13. Les zones VI et VII de Jardiné et Yapaudjian (1968) présentent une association analogue à celle de notre biozone I:

#### - Travaux sur le bassin de Ghadamès (Libye)

Massa et Moreau Benoit (1976, 1988) citent dans leur biozone 2, *Verrucosporites polygonalis*, *Dictyotriletes emsiensis*, *Dictyotriletes subgranifer* et les Acritarches *Onondagella assymetrica*, *Diexallophasis remota* et *Triangulina alargada*.

Toutes ces espèces sont présentes dans leur biozone 2, qui ne contient cependant pas

AGES		BIOZONES ABDESSELAM-ROUGHY	TAUBOURDEAU 1960	MAGLOIRE 1967-1969	JARDINE et YAPAUDJAN 1968	MOREAU BENOIT et al. 1993	SOU- MENDRE 1987	MASSA et MOREAU 1976 et 1988	RICHARDSON et McC GREGOR 1986	STREEL 1987
STRU.	lepidophytus-nitidus								Lepidophytus-nitidus	VL
	pusillites-lepidophytus								pusillites-lepidophytus	LN
FAM. SUPERIEUR	flexuosa-cornuta. F. fenestrata		9-10	27-210				9-10	flexuosa-cornuta	LE
										LL
FAM. INF.										Ech.
										Ver.
FRASNIEN	BULLIFERUS MEDIA									Lep.
										Ver.
MOY. SUP.										VCo
										Flex.
MOY. INF.										GF
										Mic.
GIV. SUP.										Fam.
										GH
GIV. MOY. SUP.										(V)
										E
GIV. MOY. INF.										D <sup>B</sup>
										D <sup>A</sup>
EIFELIEN SUP.										C <sup>B</sup>
										C <sup>d</sup>
EIFELIEN INF.										B <sup>B</sup>
										B <sup>A</sup>
EMSIEN SUP.										A
										BM
EMSIEN INF.										BJ
										TC <sub>0</sub>
PRAGUIEN SIEG-EMS. INF.										TA
										Lem.
LOCHKOVIEN										AD
										Ref.
SILURIEN										Mac.
										Vel.

Fig. 7 - Essai de corrélations entre la biozotation des zones de spores et de Chitinozoaires dans le bassin d'Illizi et les zonations établies par d'autres auteurs (en Afrique, en Europe, en Amérique du Nord et au Canada)

*Tentative correlation between biozotation of Illizi basin and other basins  
(Africa, Western Europe, North America)*

*Emphanisporites schultzii*. En Cyrénaïque Paris *et al.*, (1985) citent *Dibolisporites eifeliensis*, *Apiculiretusispora brandtii* et des spores à papilles proximales dans l'Emsien inférieur de Libye. Ces espèces existent dans notre biozone I.

**b) Comparaison avec les formations du Spitzberg et le Continent des Vieux Grès Rouges**

Les travaux d'Allen (1965), sur le Dévonien inférieur du Spitzberg montrent des espèces communes avec notre biozone I, telles *Apiculiratusispora plicata*, *Dictyotriletes emsiensis* et *Dictyotriletes subgranifer*.

Richardson et Mc Gregor (1986) ont défini une biozone *emsiensis-polygonalis* d'âge Siégénien à Emsien inférieur, avec laquelle nous avons des espèces communes, mais par la présence d'*Emphanisporites schultzii* dans notre biozone I, celle-ci doit correspondre à la base de la zone sus-jacente à *annulatus - sextantii* avec laquelle nous avons des affinités : présence d'*Apiculatisporites microconus*, *Dictyotriletes echinaceus* et *Apiculiretusispora brandtii* dans notre biozone I.

**c) Comparaison avec les bassins ardenno-rhénans**

Streel *et al.*, (1987) ont défini une biozone AB à *Emphanisporites annulatus* et *Brochotriletes bellatulus* qui correspond à la partie inférieure de la biozone à *annulatus sextantii* RICHARDSON et Mc GREGOR (1986). Dans la zone sous-jacente Pow de Streel *et al.*, (1987) on voit apparaître *Verrucosiporites polygonalis*, *Dictyotriletes emsiensis*, *Dictyotriletes subgranifer*.

Notre biozone I correspond au sommet de la zone Pow et à la partie inférieure de la zone AB.

**Biozone II à *Emphanisporites annulatus* (zone d'intervalle)**

**a) Comparaison avec le Sahara**

La biozone VIII a de Jardiné et Yapaudjian (1968) voit apparaître *Apiculatisporites* sp. 1 figurée pl. 1, fig. 15-18 qui semble être *Craspedispora craspeda*, *Emphanisporites* sp. 1, figurée pl. I, fig. 3 et *Emphanisporites spinaeformis*. Ces espèces apparaissent dans notre biozone II. Ils citent aussi les Acritarches, *Triangulina alargada* et *Pterospermopsis hermosita* présents dans notre biozone II.

Boumendjel (1987) prend comme marqueur *Armoricochitina panzuda* CRAMER dans les biozones 15 et 16 à la base de la Formation d'Alrar, espèce présente dans notre biozone II.

**b) Comparaison avec la Libye**

Dans le bassin de Ghadamès, en Libye, Massa et Moreau Benoit (1976, 1988) citent dans leur palynozone 5, *Rhabdosporites langii*, *Emphanisporites annulatus*, *Craspedispora craspeda* ainsi que les acritarches *Onondagella assymetrica*, *Diexallophasis remotum* et *Triangulina alargada*; ces espèces sont présentes dans notre biozone II.

En Cyrénaïque Paris *et al.*, (1985) citent *Craspedispora craspeda*, *Emphanisporites annulatus* et *Dictyotriletes echinaceus* dans l'Emsien. Récemment l'étude du Dévonien moyen et supérieur de Libye du Nord Est, menée par Streel *et al.* (1988) a permis des corrélations avec la biozonation des bassins ardenno-rhénans, calée sur la faune.

Ils citent *Calyptosporites proteus*, espèce que nous observons au sommet de la biozone II. Dans la publication sur la Libye du Nord-Est, ceci correspond en terme de Conodontes, à l'intervalle entre la zone à *patulatus* dans l'Emsien supérieur à la zone à

*costatus* dans l'Eifélien inférieur; sans certitude notre biozone II correspond à cet intervalle.

Dans le bassin de Ghadamès, Loboziak et Streel (1989) citent *Camarozonotriletes sextantii*, *Emphanisporites annulatus* et *Grandispora protea*, ce qui correspond à l'intervalle pro dans la zone AP des bassins ardenno-rhénans (Streel *et al.*, 1987).

#### c) Comparaison avec le Continent des Vieux Grès Rouges

Richardson et Mc Gregor (1986) ont défini une biozone à *annulatus-sextantii*, en plus de ces deux marqueurs, ils citent *Dictyotriletes echinaceus*, *Apiculiretusispora brantii*, *Apiculiretusispora microconus*, présentes dans notre biozone II, la zone sus-jacente voit l'apparition de *Cymbosporites proteus*.

Notre biozone II correspondant au sommet de la zone à *annulatus-sextantii* et à la base de la zone à *douglastownense-eurypterota*.

#### d) Comparaison avec les bassins Ardenno-rhénans

Streel *et al.*, (1987) ont défini une zone F.D. avec l'apparition de *Grandispora praetervisa* commune avec notre biozone II; dans la zone sus-jacente AP., il y a apparition de *Grandispora protea*. Notre biozone II correspond à l'intervalle FD.AP inférieur.

#### Biozone III (biozone) d'intervalle à *Grandispora velata*

##### a) Comparaison avec le Sahara

Dans leur biozone IXb, Jardiné et Yapaudjian, 1968 signalent l'apparition de spores zonales: *Grandispora velata*, *Grandispora protea* et la persistance de *Emphanisporites annulatus*.

Un élément important est à signaler c'est l'apparition

du chitinozoaire *Urochitina* sp.A-JARDINE et YAPAUDJIAN, synonyme de *Urochitina santullanensis*, synchrone dans leur biozone IXb et notre biozone III.

Boumendjel, 1987 cite *Urochitina santullanensis*, dans la partie argilo-gréseuse au sommet de la formation d'Alrar.

##### b) Comparaison avec la Libye

Dans le bassin de Ghadamès, Massa et Moreau Benoit (1976) et Moreau Benoit (1988) citent dans leur palynozone 5, *Rhabdosporites langii*, *Acinosporites acanthomamillatus* et *Corystosporites multispinosus* ainsi que le chitinozoaire *Urochitina* sp.A. Ils citent aussi des spores zonales, comme *Spinozonotriletes lybiensis* dans leur palynozone 6. Notre biozone III semble correspondre à leurs biozones 5 et 6.

En Cyrénaïque, Paris *et al.* (1985) ont commé espèce commune avec notre biozone III, *Calyptosporites velatus* dans l'Eifélien de Libye.

En Libye du Nord-Est Streel *et al.*, (1988) citent *Rhabdosporites langii*, *Acinosporites acanthomamillatus*, *Grandispora inculta* et *Densosporites devonicus*, ce qui correspond à la zone AD, pré-lem (Streel *et al.*, 1987).

Notre biozone III présente des affinités car nous voyons apparaître *Densosporites devonicus*.

Dans le bassin de Ghadamès, Loboziak et Streel (1989) ont publié la systématique et la biostratigraphie des forages A1-69, D1-26, C149 et MG1; nous avons comme espèces communes :

*Acinosporites acanthomamillatus*, *Densosporites devonicus*, *Corystisporites multispinosus*, *Grandispora inculta* et *Rhabdosporites langii*.

La persistance d'*Emphanisporites annulatus* est à signaler jusque dans la biozone IV.

#### c) Comparaison avec le Continent des Vieux Grès Rouges

Richardson et Mc Gregor (1986) ont défini une biozone à *velata-langii*; nous avons comme espèces communes; *Corystisporites multispinosus*, *Acinosporites acanthoma-millatus*, *Anapiculatisporites petilus*. La présence de *Densosporites devonicus* dans la biozone III, nous situe au sommet de la zone à *velata-langii* et dans la zone à *devonicus-naumovii*.

#### d) Comparaison avec les bassins Ardenno-rhénans

Streel *et al.*, (1987) ont établi une biozone AD. Nous avons comme espèces communes *Acinosporites acanthomamillatus*, *Grandispora velata*, *Rhabdosporites langii* et *Densosporites devonicus*. Etant donné la présence de *Densosporites devonicus*, dans ces niveaux, notre biozone III correspond à la biozone AD et plus précisément à l'intervalle pré-lem.

#### Biozone IV (biozone d'intervalle) à *Geminospora lemurata*

##### a) Comparaison avec le Sahara

La biozone IXb-c de Jardiné et Yapaudian (1968) comporte une association d'Acrítarches analogues à notre biozone IV, avec *Duvernaysphaera tessellata*, *Duvernaesphaera krausëli*, *Duvernaesphaera angelae*, *Navifusa bacillum* et *Polyedryxium decorum*.

Boumendjel *et al.*, (1988) citent au sommet de la Formation d'Alrar, base de la Formation de Gazelle dans le bassin d'Illizi, *Geminospora lemurata*, *Geminospora spinosa*, *Grandispora*

*inculta*, *Grandispora lybiensis* et *Grandispora velata*. Toutes ces espèces sont présentes dans notre biozone IV.

##### b) Comparaison avec la Libye

Dans le bassin de Rhadamès, Massa et Moreau Benoit, (1976), et Moreau Benoit, (1988, 1989), ont pris comme marqueurs *Geminospora lemurata*, *Cymbosporites magnificus* dans leur zone 7. Ces espèces existent dans notre biozone IV, parmi les Acrítarches, *Navifusa bacillum* est une espèce commune.

En Cyrénaïque, Paris *et al.*, (1985) citent *Verrucosisporites scurrus*, *Raistrickia aratra*, *Grandispora inculta*, *Grandispora libyensis*, *Rhabdosporites langii* dans le Givétien inférieur de Libye. Ces espèces apparaissent dans notre biozone IV. Ces auteurs signalent les chitinozoaires *Haegisphaera glabra* et *Fungochitina pilosa* dans le Givétien inférieur, celles-ci sont présentes dans notre biozone IV.

En Libye du Nord-Est, Streel *et al.*, (1988) citent *Apiculiretusispora plicata*, *Apiculiretusispora brandtii*, *Dibolisporites echinaceus*, *Verrucosisporites premmus*, *Verrucosisporites scurrus*, *Acinosporites acanthomamillatus*, *Grandispora libyensis*, *Emphanisporites spinaeformis* et *Geminospora lemurata*. Ils attribuent cet assemblage à la zone AD plus précisément à l'intervalle lem (Streel *et al.*, 1987). Notre biozone IV a livré les mêmes espèces.

##### c) Comparaison avec le Continent des Vieux Grès Rouges

Richardson et Mc Gregor (1986) ont défini une biozone *lemurata-magnificus* dans le Continent des Vieux Grès Rouges. Ces deux espèces sont présentes dans notre biozone IV.

#### d) Comparaison avec les bassins Ardenno-rhénans

Streel *et al.*, (1987) ont défini une biozone AD dans les bassins Ardenno-rhénans, l'intervalle lem de leur biozonation correspond à notre biozone IV, en plus de *Geminospora lemurata*, ces auteurs citent *Samarisporites praetervisa*. *Grandispora protea* et *Acinosporites macrospinosus*. Ces espèces existent dans notre biozone IV.

On ne connaissait pas avec précision l'apparition de *Geminospora lemurata*. Dans l'Eifel elle se situe au voisinage immédiat de la limite Eifélien - Givétien. (Loboziak *et al.*, 1990)

#### e) Comparaison avec la France

Dans le Boulonnais, Streel et Loboziak (1988), signalent l'apparition de *Geminospora lemurata* plus haut que la zone à *emsiensis*.

#### Biozone V (biozone d'intervalle) à *Samarisporites triangulatus*

##### a) Comparaison avec le Sahara

Jardiné et Yapaudjian (1968) citent dans leur biozones IXc-d, *Navifusa bacillum*, *Stellinium octoaster*, *Crameria pharaonis*, *Duvernaysphaëra kraüeseli* *Veryhachium libratum* ainsi que *Cymatiosphaera tetraster* et *Umbellasphaeridium deflandrei*. Toutes ces espèces sont présentes dans notre biozone V.

Ils citent aussi *Emphanisporites* sp.1=E. *spinaeformis*, *Emphanisporites rotatus*, *Hymenozonotriletes* sp.3=*Grandispora* sp.2 et *Acanthotriletes* sp.2=*Diatomozonotriletes* sp. MOREAU BENOIT.

##### b) Comparaison avec la Libye

Dans le bassin de Ghadamès, Massa et Moreau Benoit (1976) et Moreau Benoit (1988) ne

mentionnent pas *Samarisporites triangulatus* ALLEN.

En Cyrénaïque, Paris *et al.*, (1985) citent *Samarisporites triangulatus* dans le Frasnien de Libye.

Ils citent aussi *Verrucosisporites premnus*, *Verrucosisporites scurrus*, *Geminospora inculta* et *Acinosporites acanthomamillatus* qui persistent dans notre biozone V et sont cités dans le Givétien inférieur en Libye.

En Libye du Nord-Est, Streel *et al.*, (1988) citent un assemblage de spores attribué à l'intervalle BM (Streel *et al.*, 1987) daté Frasnien moyen à base Famennien supérieur, ce qui correspondent aux zones de Conodontes à *assymmetricus* - *triangulatus*. *Samarisporites triangulatus*; fait partie de l'association. Streel *et al.*, (1989) ont décrit les spores du Dévonien moyen et supérieur du bassin de Ghadamès en Tunisie et en Libye. Ils figurent *Samarisporites triangulatus* dès l'assemblage attribué à la zone TA (Streel *et al.*, 1987) du Givétien moyen.

##### c) Comparaison avec le Continent des Vieux Grès Rouges

Allen (1965) a décrit *Samarisporites triangulatus* dans le Givétien supérieur à Frasnien du Spitzberg (Allen, 1965; 1982). En fait, cette espèce existe dès le Givétien moyen dans les séries marines datées par les Conodontes de l'Eifel (LOBOZIAK *et al.*, 1990.)

Richardson et Mc Gregor (1986) ont défini une biozone à *optivus* - *triangulatus*, ce qui correspond à la zone à Conodontes *varcus* (moitié inférieure); c'est à dire à partir du Givétien moyen.

#### Biozone VI à *Verrucosisporites bulliferus* (biozone d'intervalle)

##### a - Comparaison avec le Sahara

La biozone IXc-d de Jardiné et Yapaudjian, (1968)



contient des spores appartenant aux genres *Raistrikia* et *Lophozonotriletes*. Le microplancton cité suggère un âge Frasnien : *Stellinium octoaster*, *Navifusa bacillum* et *Pterospemopsis hermosita*. Sans certitude notre biozone VI correspond à la biozone IX c-d. Moreau Benoit *et al.*, (1993) citent *Verrucosporites bulliferus* dans la partie moyenne de la Formation Tin- Meras, datée Frasnien.

#### **b - Comparaison avec la Libye**

Dans le bassin de Ghadamès, Massa et Moreau-Benoit (1976,1988) citent dans leur biozone 8 datée Frasnien *Verrucosporites bulliferus*.

Dans le bassin de Ghadamès (Libye), Loboziak et Streel (1985,1988,1989,1992) citent *Verrucosporites bulliferus* et *Lophozonotriletes media*.

#### **c - Comparaison avec les bassins Ardenno-rhénans**

Loboziak et Streel (1988) ont défini une biozone BM datée Frasnien, qui correspond à notre biozone VI.

#### **d - Comparaison avec le Continent des Vieux Grès Rouges**

Richardson et Mc Gregor (1986) citent dans leur biozone à *ovalis-bulliferus* *Lophozonotriletes media* et *Verrucosporites bulliferus* qui existent dans notre biozone VI.

#### **Biozone VII à *Rugospora flexuosa* (biozone d'intervalle)**

##### **a) Comparaison avec le Sahara**

Attar *et al.*, (1980) ont défini une biozone I datée Famennien supérieur dans laquelle ils citent *Trachytriletes radiatus* synonyme de *Rugospora*

*flexuosa*. Cette biozone a été définie dans le bassin d'Ilizi.

Dans ce même bassin, Boumendjel (1987) prend comme marqueur *Fungochitina fenestrata* dans sa biozone 22 datée Famennien supérieur. Ce chitinozoaire est présent dans notre biozone VII.

Dans le bassin d'Ilizi toujours, une étude des spores de Boumendjel *et al.* (1988) montre l'existence de *Rugospora flexuosa* dans une association attribuée au Fa2c (Famennien supérieur).

##### **b) Comparaison avec la Libye**

Dans le bassin de Ghadamès, Massa et Moreau Benoit (1976) citent *Fungochitina fenestrata* dans la palynozone 11, datée Strunien.

En Cyrénaïque, Paris *et al.*, (1985) citent *Rugospora flexuosa* dans le Famennien supérieur.

Récemment Streel *et al.*, (1988) dans une étude du Dévonien moyen et supérieur de Libye du Nord-Est, mentionnent *Rugospora flexuosa* dans des niveaux attribués au Famennien supérieur et plus précisément dans la zone à *Conodontes praesulcata*.

##### **c) Comparaison avec les Vieux Grès Rouges d'Ecosse**

Richardson et Mc Gregor (1986) ont défini une biozone *flexuosacornuta* attribuée au Famennien supérieur.

##### **d) Comparaison avec les bassins Ardenno-rhénans**

Streel *et al.*, (1987) ont défini une biozone VCo où *Rugospora flexuosa* est un marqueur; cette biozone est datée Fa 2c par les *Conodontes* de la zone à *trachytera* à la zone à *expansa*.

### Biozone VIII à *Spelaeotriletes lepidophytus* (biozone d'intervalle)

#### a) Comparaison avec le Sahara

Lanzoni et Magloire (1969) ont défini une biozone L7 - L10 dans laquelle apparaissent les premières *lepidophytus* et *pusillites* au Sahara, ces biozones sont datées Strunien.

Attar *et al.*, (1980) dans l'étude du Dévonien supérieur - Carbonifère inférieur du bassin d'Illizi, attribuent la biozone II au Strunien. Ils citent *Spelaeotriletes lepidophytus*, ainsi que du microplancton, *Umbellasphaeridium saharicum*, *Maranhites brasiliensis* et *Tapajonites mosesii*; ces espèces sont présentes dans notre biozone VIII.

#### b) Comparaison avec la Libye

Massa et Moreau - Benoit (1976) et Moreau Benoit (1988) citent *Spelaeotriletes lepidophytus* dans la palynozone 11, datée strunien.

En Cyrénaïque, Paris *et al.*, (1985) mentionnent *Spelaeotriletes lepidophytus*, *Vallatisporites pusillites* dans le Strunien de Libye, ainsi que le genre *Gorgonisphaeridium*.

Streel *et al.*, (1988) dans une étude du Dévonien moyen et supérieur de Libye du Nord Est citent *Spelaeotriletes lepidophytus*, *Vallatisporites pusillites*, *Rugospora flexuosa* et *Knoxisporites literatus* dans le Famennien supérieur plus précisément dans la zone LL. Vanguestaine, dans la même étude, cite un microplancton du Strunien : *Crassianguлина tesselita*, *Horologinella horologia* et *Umbellasphaeridium deflandrei*.

#### c) Comparaison avec le Continent des Vieux Grès Rouges

Richardson et Mc Gregor (1986) ont défini une

biozone à *pusillites-lepidophytus*; la présence de ces deux marqueurs dans notre biozone VII, nous situe dans cette zone.

#### d) Comparaison avec les bassins Ardenno-rhénans

Dans la biozonation de l'Europe de l'Ouest de Clayton *et al.*, (1977) la biozone PL à *pusillites-lepidophytus* correspond à notre biozone VII, sans certitude; cette biozone étant définie dans des cuttings. Les marqueurs observés en grand nombre pouvaient provenir de retombées aussi. La biozone PL correspond au Fa2d-Tn 1b, au Famennien terminal et au Strunien. Si l'on adopte les dernières résolutions de la Commission Internationale de Stratigraphie (Madrid, 1983) le Strunien doit être placé dans le Dévonien.

Streel *et al.*, (1987) dans une zonation des bassins Ardenno-Rhénans citent dès la zone LV, *Spelaeotriletes lepidophytus*, ce qui correspond en terme chronostratigraphique au Fa2d, Tn 1a et à la base du Tn 1b.

### Biozone VIII b à *verrucosisporites nitidus* (biozone d'intervalle)

#### a) Comparaison avec le Sahara

Lanzoni et Magloire (1969) ont défini des biozones dans le Dévonien supérieur-Carbonifère inférieur. La biozone L7 - L10 à *lepidophytus* correspond à notre biozone VIII; les biozones L7-L10 sont datées Strunien. Attar *et al.*, (1980) citent *Spelaeotriletes lepidophytus* dans la biozone II datée Strunien; le microplancton cité *Umbellasphaeridium saharicum*, *Maranhites brasiliensis*, *Tapajonites mosesii*, présente des analogies avec celui de notre biozone VIII.

#### b) Comparaison avec la Libye

Dans le bassin de Ghadamès Coquel et Moreau

Benoit (1986) citent *Spelaeotriletes lepidophytus*, *Vallatisporites pusillites*, *Dictyotriletes fimbriatus*, *Leiotriletes struniensis*, *Knoxisporites hederatus*, *Knoxisporites literatus*, *Lophozonotriletes rarituberlatus*, *Lophozonotriletes cristifer* et *Verrucosisporites nitidus* dans la biozone XI attribuée au Strunien supérieur; toutes ces espèces existent dans notre biozone VIII.

Paris *et al.*, (1985) signalent *Spelaeotriletes lepidophytus*, *Vallatisporites pusillites* dans un assemblage, daté Strunien. Streel *et al.*, (1988) dans une étude du Dévonien moyen et supérieur, citent *Spelaeotriletes lepidophytus* et *Vallatisporites pusillites* dans la partie sommitale du Famennien (zone de conodonte *praesulcata*). Par la présence de spores de la limite Dévono-Carbonifère dans notre biozone VIII, *Verrucosisporites nitidus*, *Spelaeotriletes pretiosus* et *Pustulatisporites gibberosus*, il semblerait que l'on soit dans la zone LN (*lepidophytus-nitidus*); le microplancton cité dans Vanguetainc in Streel *et al.*, (1988) comprend *Horologinella horologia*, *Umbellasphaeridium deflandrei* dans une association du Strunien.

#### c) Comparaison avec le Continent des Vieux Grès Rouges

Richardson et Mc Gregor (1986) ont défini une biozone à *Verrucosisporites nitidus* et *Vallatisporites verrucosus* qui comprend une sous-zone à *lepidophytus - nitidus*, datée Strunien supérieur. Nous avons comme espèces communes ces deux marqueurs et également *Knoxisporites literatus*, *Lophozonotriletes rarituberculatus* et *Lophozonotriletes cristifer*.

#### d) Comparaison avec les bassins Ardenno-rhénans

Streel *et al.*, (1987) citent dans la biozone LN où ils citent *Spelaeotriletes lepidophytus* et *Verrucosisporites nitidus*. L'intervalle des biozones

LE et LN correspond à l'extension du Conodonte *praesulcata*, la limite Dévono-Carbonifère coïncidant avec l'apparition de *Siphonodella sulcata*.

### 9 - DATATION DES BIOZONES (fig.7 et 8)

Les biozones que nous avons reconnues sont datées par leurs associations de spores; quelques compléments d'informations sont fournis par les acritarches et chitinozoaires.

Nous avons fait référence aux marqueurs reconnus dans des séries marines, datés par la faune : Brachiopodes, Conodontes, dans la biozonation établie par Streel *et al.*, (1987).

Nous avons également comparé notre biozonation à celle établie par Richardson et Mc Gregor (1986) pour le continent des Vieux Grès Rouges, avec laquelle il y a des affinités.

La macrofaune est toujours très rare dans les échantillons de subsurface, cependant dans HFR1 un horizon situé à la base de la Formation Gazelle (carotte 11, à 3852m) a fourni des Chonetidae déterminés par le Dr Rachebeuf (Université de Lyon). Ils appartiennent au genre *LONGISPINA COOPER* et indiquent un âge givétien confirmant ainsi l'âge donné par la microflore.

Les limites de séries et d'étages utilisées tiennent compte des travaux de la Commission Internationale de Stratigraphie, qui a fixé les limites : Emsien - Eifélien et Givétien-Frasnien. Nous utilisons les critères suivants:

- Praguien - Emsien : base de la zone à Conodontes à *dehizens*,

- Eifélien-Givétien : dans la zone à Conodontes à *ensensis*,

- Frasnien-Famennien : base de la zone à Conodontes: *triangularis*.

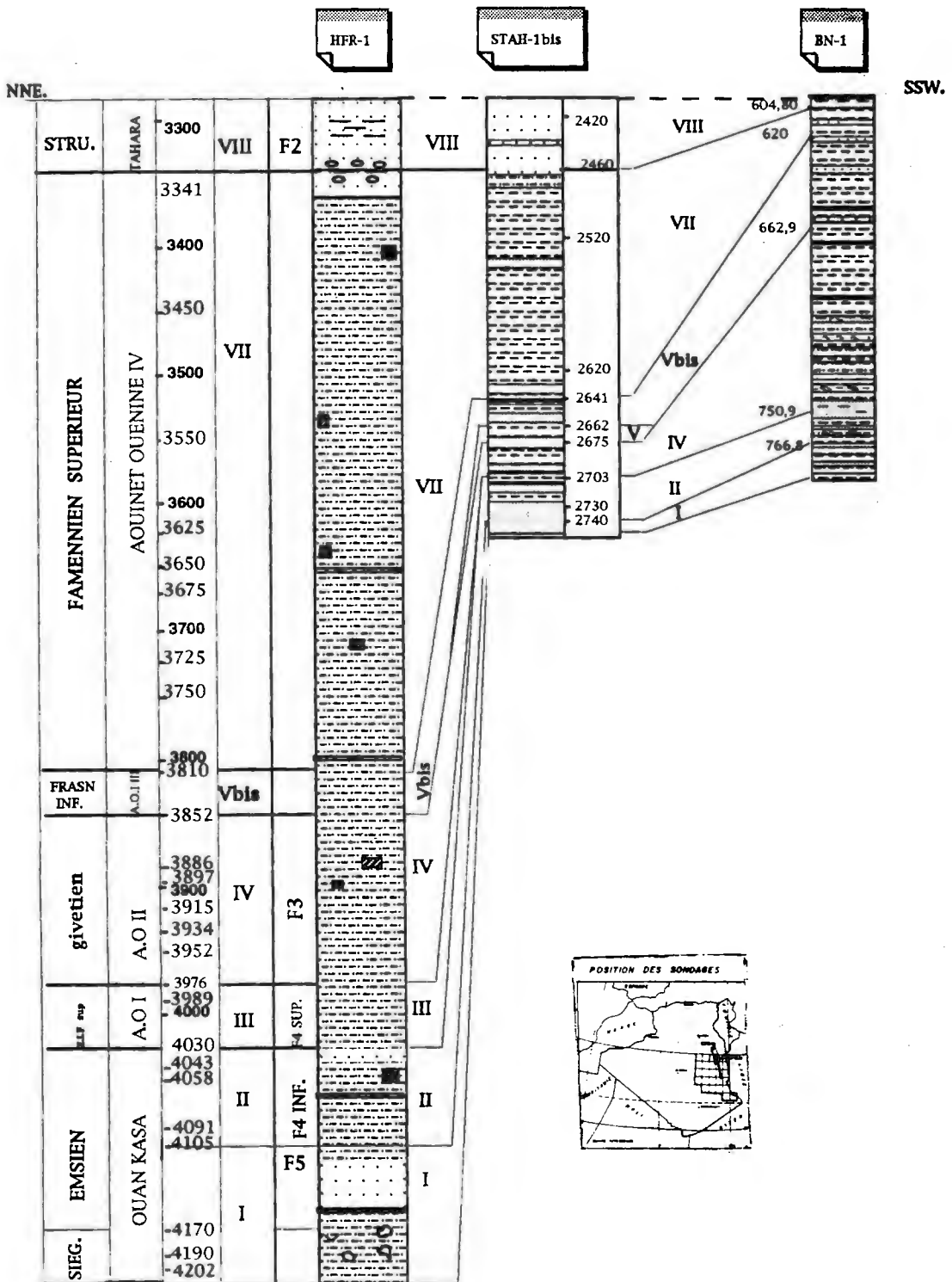


Fig. 8 - Corrélation biostratigraphique entre les sondages HFR 1- STA1 1 bis et BN 1  
*Biostratigraphical correlation between HFR, STA1 1 bis and BN 1 wells*

## Biozones de l'Emsien

### *Biozone I à Dictyotriletes emsiensis (biozone d'intervalle)*

La datation de cette biozone repose sur la présence de ces deux espèces guides; *Verrucosporites polygonalis* est une espèce connue dans le Siégénien et l'Emsien (RICHARDSON et Mc GREGOR, 1986) *Dictyotriletes emsiensis* apparaît dans la zone B.Z (Streel *et al.*, 1987). Richardson et Mc Gregor (1986) dans le tableau fig.3 situent son extinction dans l'Emsien supérieur. La présence d'*Emphanisporites schultzei*, décrite dans la Formation de Stopping River au Canada attribuée à l'Emsien inférieur (Mc Gregor et Camfield, 1976) et citée dans la biozone à *annulatussextantii* et *douglastownense euryptera* (RICHARDSON et Mc GREGOR, 1986) nous situe dans la zone à *annulatus - sextantii*, datée Emsien inférieur.

Le microplancton nous fournit des informations complémentaires avec *Onondagella assymetrica* et *Triangulina alargada*, espèces décrites dans l'Emsien du Nord de l'Espagne.

*Angochitina devonica* est citée dans le Dévonien inférieur du Sahara et depuis l'Emsien inférieur du bassin d'Illizi (Boumendjel, 1987).

Un âge Emsien inférieur est proposé pour les argiles à la base de la Formation d'Alrar.

### 2) Biozone II à *Emphanisporites annulatus* (biozone d'intervalle)

Cette biozone est caractérisée par l'apparition d'*Emphanisporites annulatus* qui a été recueillie dans l'Emsien; son point d'apparition se situe à la base de l'Emsien dans les séries datées par la faune dans les bassins Ardenno-Rhénans (Streel *et al.*, 1987). *Craspedispora craspeda*, est une espèce décrite dans l'Emsien et l'Eifélien du Spitzberg, dans des séries datées par des poissons fossiles. *Grandispora praetervisa* est citée dans la zone FD

dans les bassins Ardenno-rhénans, dans l'Emsien (Streel *et al.*, 1987). *Grandispora protea* est citée dans la zone AP supérieure, dans l'Emsien supérieur et l'Eifélien inférieur.

Nous observons *Grandispora protea* au niveau de la biozone II. Notre biozone II semble correspondre à l'intervalle FD et à la partie inférieure de AP, sans certitude *Grandispora protea* est observée en un exemplaire. Les acritarches observés *Onondagella assymetrica*, *Tyligmasoma alargada* et *Pterospermopsis hermosita* ainsi que les chitinozoaires *Angochitina devonica* et *Haegisphaera glabra* et *Desmochitina panzuda* suggèrent un âge Emsien supérieur. Compte tenu des spores, un âge Emsien supérieur à base Eifélien est proposé pour la biozone II.

## BIOZONES DE L'EIFELIEN - GIVETIEN FRASNIEN ET FAMENNIEN

### *Biozone III à Grandispora velata (biozone d'intervalle)*

Elle est marquée par l'abondance de ces deux marqueurs ainsi que par l'apparition de *Acinosporites acanthomamillatus* et *Densosporites devonicus*. L'absence de *Geminispora lemurata* dans ces niveaux nous situe dans la partie supérieure de la zone AD (Streel *et al.*, 1987), plus précisément dans l'intervalle pre-lem, daté Eifélien supérieur (Streel *et al.*, 1988, Loboziak et Streel, 1989). *Grandispora* sp 2 apparaît dans cette biozone dans nos échantillons, elle persiste jusque dans la zone V. *Urochitina santullanensis*, a été décrite dans des séries attribuées au Givétien inférieur en Espagne et citée dans la palynozone 5 en Libye datée Eifélien (Moreau- Benoit, 1988). Ce chitinozoaire est cité dans la biozone 17 attribuée à l'Eifélien - Givétien dans le bassin d'Illizi (Boumendjel, 1987). *Fungochitina pilosa* est citée dans l'Eifélien et le Givétien de Libye (Paris *et al.*, 1985). Les acritarches, *Umbellasphaeridium deflandrei* est citée depuis l'Eifélien au Sahara (Jardiné, 1974), *Gorgonisphaeridium discissum* a été décrite dans le

Givétien de l'Ontario. *Umbellasphaeridium saharicum* est cité dès la biozone L-3 attribuée au Givétien au Sahara. *Ammonidium rigidum* est citée dans le Dévonien moyen d'Amérique et le Dévonien moyen du Ghana (Anan-yorke, 1974). Des spores de l'Emsien ont été observées à ce niveau: *Synorisporites tripapillatus* et *Ancyrospora nettersheimensis*, cette dernière observée à la carotte 15 dans HFRI. Le remaniement explique la présence de ces spores, par suite d'érosion locale d'une partie de l'Eifélien ou de tout l'Eifélien.

Les spores observées à ce niveau suggèrent un âge Eifélien supérieur. Les acritarches et chitinozoaires indiquent un âge Givétien inférieur. La biozone III est attribuée à l'Eifélien supérieur, Givétien inférieur; l'ampleur de la lacune à ce niveau reste à confirmer avec d'autres sondages d'Illizi-Ghadames. Les données de la macrofaune sont peu précises, Jardiné *et al.*, (1974) signalent des Productellidae dans les grès massifs qui couronnent la Formation d'Alrar; Brachiopodes apparaissant à l'Eifélien. Les grès massifs semblent absents dans nos deux sondages. La partie supérieure de la Formation d'Alrar correspond à une période de régression (abondance de spores), une sédimentation marine franche s'effectue avec le dépôt de la Formation de Gazelle (microplancton abondant, accroissement des acritarches et chitinozoaires).

#### *Biozone IV à Geminospira lemurata (biozone d'intervalle)*

Elle est marquée par l'apparition de *Geminospira lemurata* qui est un marqueur du Givétien au Famennien inférieur (Richardson et Mc Gregor, 1986) et *Cymbosporites magnificus* qui a été recueilli dans le Givétien au Famennien inférieur, du Continent des Vieux Grès Rouges (Richardson et Mc Gregor, 1986).

*Densosporites devonicus* est citée dès la zone AD (Streel *et al.*, 1987) qui correspond à la partie supérieure de *velata langii*, à *devonicus-naumovii* et la partie inférieure de *lemuratamagnificus* de la zonation

(Richardson et Mc Gregor, 1986) pour le Continent des Vieux Grès Rouges.

*Verrucosisporites premmus*, *Verrucosisporites scurrus* sont citées dans le Givétien inférieur de Cyrénaïque en Libye par Paris *et al.*, (1985). Parmi les acritarches *Cymatiosphaera tetraster* est citée dans le Givétien du Sahara (Jardiné *et al.*, 1974). *Polyedryxium talus*, *Polyedryxium lelayii*, *Polyedryxium bathyaster* ont été décrites par Deunff dans le Dévonien d'Amérique, récemment attribué au Givétien (Wicander et Wood, 1981) *Ancyrochitina pilosa var. curta* a été décrite dans le Frasnien du Sahara, *Ancyrochitina tumida* est citée dans le Givétien (Legault, 1973), Anan-Yorke (1974) Massa et Moreau-Benoit (1976) respectivement au Canada, au Ghana et en Libye. *Fungochitina pilosa* est citée dans le Givétien inférieur de Libye (Paris *et al.*, 1985) et le Givétien du Sahara (Boumendjel, 1987). Compte tenu des spores, un âge Givétien inférieur est proposé pour cette biozone.

#### *Biozone V à Samarisporites triangulatus (biozone d'intervalle)*

Cette biozone est définie par l'apparition de *Samarisporites triangulatus* qui est un marqueur depuis le Givétien moyen, dans les séries marines datées par la faune (Loboziak *et al.*, 1990).

Les acritarches sont nombreux à ce niveau *Polyedryxium fragulosum*, *Polyedryxium pharaonis*, *Polyedryxium carnatum*, *Duvernaysphaera angelae*, *Duvernaysphaera tenuicingulata*, *Cymatiosphaera winderi*, *Tunisphaeridium tentaculaferum*; toutes ces espèces sont citées dans la Formation de Silica attribuée au Givétien (Wicander et Wood, 1981).

*Fungochitina pilosa* est une espèce citée dans le Givétien inférieur de Libye au Frasnien (Paris *et al.*, 1985) cette espèce aurait une grande extension géographique.

En raison de l'apparition de *Samarisporites*

*triangulatus* cette biozone est attribuée au Givétien moyen.

### Biozones du Frasnien-Famennien

#### *Biozone VI à Verrucosporites bulliferus* (biozone d'intervalle)

Cette biozone est définie par l'apparition de *Verrucosporites bulliferus* synchrone avec le Conodonte *assymmetricus* dans les séries marines des bassins ardenno-rhéniens (Streel *et al.*, 1987). *Lophozotriletes media* a été décrite dans la Formation de Ferques dans le Boulonnais datée Frasnien moyen. Cette espèce apparaît dans le membre du Bois de la Formation de Ferques dans la zone à Conodonte *assymmetricus* supérieure (Loboziak *et al.*, 1988). Parmi les acritarches, *Lophosphaeridium medium* est citée dans le Frasnien supérieur-Famennien inférieur de Belgique (Martin, 1985) et à la limite Frasnien-Famennien dans des séries bien datées par la faune dans le Boulonnais (Loboziak, Vanguetaine *et al.*, 1983). *Lophosphaeridium deminutum* et *Polyedryxium fragulosum* ont été décrites dans la Formation de Gneuda datée Frasnien en Australie. *Maranhites brasiliensis* apparaît à la base du Frasnien au Brésil.

La biozone VI est d'âge Frasnien inférieur.

#### *Biozone VII à Rugospora flexuosa* (biozone d'intervalle)

Elle est caractérisée par l'apparition de *Rugospora flexuosa*, espèce retrouvée du Fa2c au Tn1b de l'Europe de l'Ouest, (Clayton *et al.*, 1977), ce qui correspond à la Biozone VCo datée Famennien supérieur par les Conodontes, soit l'intervalle *trachyteraexpansa*. *Auroraspora macra* est une espèce décrite dans le Tournaisien d'Ecosse (Sullivan, 1968). Elle a été recueillie du Fa2a au Tn2a en Belgique, (Streel *et al.*, 1987). *Grandispora cornuta* a été décrite dans le

Famennien supérieur d'Irlande.

Nous avons observé aussi *Ancyrospora langii*, espèce décrite dans le Givétien et le Frasnien du Boulonnais et *Geminospora lemurata* décrite dans le Frasnien d'Australie. Ces deux espèces sont probablement remaniées dans le Famennien supérieur.

Parmi les acritarches *Gorgonisphaeridium* apparaît ici, il est décrit par Jardiné *et al.*, (1974) dans le Dévonien supérieur du bassin d'Ilizi, *Umbellasphaeridium saharium* est décrite dans le Famennien, Strunien du Sahara. *Maranhites brasiliensis* a été décrite dans le Dévonien moyen et supérieur du bassin de Maranhão au Brésil (Brito, 1967). Cette espèce est citée dans les biozones L5 et L7 attribuées au Famennien-Strunien du Sahara (Jardiné *et al.*, 1974). *Fungochitina fenestrata* est connue dans le Famennien supérieur d'Algérie et de Libye (Taugourdeau, 1960; Massa *et al.*, 1976 et Boumendjel, 1987). Cette espèce index apparaît dans la biozone VII; ce qui permet d'attribuer cette biozone au Famennien supérieur, résultat en accord avec ceux de Attar *et al.*, (1980).

#### *Biozone VIII a à Spelaeotriletes lepidophytus* (biozone d'intervalle)

Elle a été identifiée dans la partie supérieure des argiles de la Formation de Gazelle où les premières *lepidophytus* et *pusillites* ont été observées. A ces deux marqueurs s'ajoutent d'autres spores: *Spelaeotriletes cassicus* a été décrite dans le Famennien supérieur dans la biozone à *pusillites-lepidophytus* (Richardson *et al.*, 1986). *Spelaeotriletes granulatus*. *Rugospora flexuosa* est toujours présente ainsi que d'autres spores qui apparaissent *Leiozonotriletes insignitus*, *Dictyotriletes fimbriatus*, *Knoxisporites hederatus* et *Knoxisporites dedaleus*.

*Fungochitina fenestrata* disparaît à ce niveau, *Lagenochitina sp. 2* GRIGNANI *et al.* apparaît ici; il a été décrit dans le Dévonien supérieur du

Maroc. Parmi les acritarches, *Crassiangulina tessellata* et *Horologinella horologia* sont citées dans le Strunien du Sahara; Jardiné *et al.*, 1974 et le Strunien de Libye (Vanguetaine in Streele *et al.*, 1988). Cette biozone est datée Famennien terminal à Strunien inférieur.

### **Biozone VIII b à *Verrucosporites nitidus* (biozone d'intervalle)**

Elle a été identifiée dans les grès du F2 qui coiffent la Formation argileuse de Gazelle. *Spelaeotriletes lepidophytus* s'éteint au sommet de cette biozone. *Vallatisporites pusillites* fait toujours partie de l'association. *Verrucosporites nitidus* apparaît dans cette biozone. Cette biozone correspond à l'intervalle LN, Clayton *et al.*, (1977). D'autres spores de la limite Dévono-Carbonifère sont présentes: *Lophozonotriletes cristifer*, *Lophozonotriletes malevkensis*, *Lophozonotriletes rarituberculatus* ainsi que *spelaeotriletes pretiosus* et *Pustulatisporites gibberosus*.

Le microplancton est en net déclin et représenté par *Maranhites brasiliensis*, *Umbellasphaeridium saharicum* et *Umbellasphaeridium deflandrei*. Les chitinozoaires sont absents dans cette biozone à l'exception d'un individu de *lagenochitina* sp2 GRIGNANI et MANTOVANI rencontré à la base des grès du réservoir F2 dans le sondage STAHIbis (carotte 4).

Compte tenu des spores, cet assemblage est daté strunien supérieur.

## CONCLUSIONS

### IMPORTANCE DES HIATUS STRATIGRAPHIQUES ( fig. 9 et 10)

Les études géologiques réalisées depuis une trentaine d'années dans le bassin d'Ilizi, avaient montré le biseautage du Dévonien à proximité des môles d'Ahara et de la Tihemboka (fig.9), voire

même la disparition de certains niveaux. L'étude structurale et cartographique menée par le BEICIP et la SONATRACH (1976), fait état d'une discordance au sein du Dévonien supérieur; en revanche certaines lacunes n'étaient pas suspectées au sein du Dévonien moyen. L'analyse palynologique a permis de dater avec précision les deux discordances majeures du bassin d'Ilizi et les formations qui les encadrent. Nous avons mis en évidence deux lacunes au sein du Dévonien, dans les sondages STAHIbis et HFR-1.

**1 - Une lacune d'une partie de Emsien, probablement de tout l'Eifelien**, ceci reste à confirmer avec d'autres sondages du bassin d'Ilizi (Abdesselem-Roughy, travail en cours). Dans le sondage STAHIbis il manque 3 biozones (*douglastownense-eurypterota*, *velata-langii* et *devonicus-naumovii*) du sommet de l'Emsien et l'Eifelien et une biozone seulement à HFR-1 (*douglastownense-eurypterota*). Le forage HFR-1 est le plus complet; les épaisseurs des séries dévoniennes sont plus importantes dans le bassin de Ghadamès qu'à Ilizi.

**2 - Une lacune du Frasnien supérieur - Famennien inférieur.** Ces lacunes correspondent apparemment à une érosion de certains termes du Dévonien. En effet, nous avons observé une flore remaniée au sommet de la Formation d'Alrar; il s'agit de *Synorisporites tripapillatus*, *Ancyrospora nettersheimensis*, *Emphanisporites spinaeformis*, spores de l'Emsien-Eifelien remaniées dans le Givétien. Dans la partie supérieure de la Formation de Gazelle, *Ancyrospora langii*, *Geminospora lemurata*, spores du Givétien et du Frasnien inférieur sont remaniées dans le Famennien supérieur. En comparaison avec les biozones de Richardson et Mc Gregor (1986) il manque les biozones à *douglastownense-eurypterota*, *ovallisbulliferus* et *torquata-gracilis*. Par rapport à la biozonation de Streele *et al.*, (1987) il manque les biozones AP (partie supérieure) et AD pour le Dévonien moyen et les biozones BJ, BM, IV, V, GF et BJ. Ces lacunes semblent liées au rejeu de failles anciennes propres à la marge nord du craton africain et non à l'orogénèse calédonienne comme on le suggérait



## BIOSTRATIGRAPHIE DES SPORES DU DEVONIEN DE LA SYNECLISE ILLIZI - GHADAMES (ALGERIE)

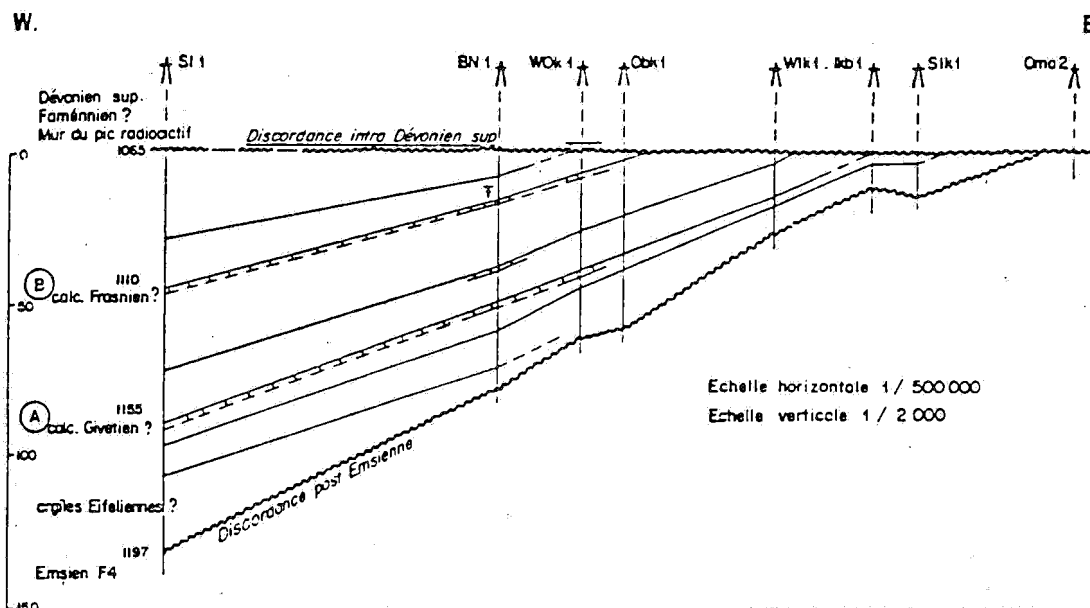


Fig. 9 - Discordance intra-dévonien supérieur sur le flanc occidental du môle de Tihemboka.

BEICIP et SONATRACH, 1976

*Upper- Devonian unconformity of western high of Tihemboka.*

*BEICIP and SONATRACH 1976*

(Beicip et Sonatrach, 1976). D'autres sondages du bassin d'Illizi seront publiés ultérieurement. L'adjonction d'autres disciplines, l'analyse séquentielle, les données de terrain permettront de mieux comprendre la répartition des dépôts en lentilles du Dévonien du bassin d'Illizi.

Nous constatons que les biozonations établies par Richardson et McGregor (1986), et également par Streele *et al.*, (1987) pour le Dévonien de la Laurasie et de sa marge sud, s'appliquent sans grandes difficultés sur la marge nord de la Gondwanie. Une certaine prudence dans les datations s'impose cependant. Au Sahara et plus particulièrement dans les bassins d'Illizi et de Ghadamès qui ont fait l'objet de plusieurs études nous ne disposons pas de contrôles précis des datations palynologiques, les Conodontes sont en général peu abondants et peu diversifiés, quant aux Ammonoïdés elles sont rarissimes. Dans le secteur libyen, en Cyrénaïque, le problème du contrôle des datations palynologiques existe également (Paris *et al.*, 1985), l'étude des macro-microfaunes y est pratiquement inexistant.

Pour dater le Dévonien de ces bassins, nous appliquons, et nous ne pouvons faire autrement, des biozonations établies dans une autre province. Avec ce type de raisonnement que nous qualifions de circulaire, il est très difficile de mettre en évidence des décalages dans l'apparition des espèces, sauf si ces derniers sont importants, comme c'est le cas dans le Viséen de la plate-forme saharienne pour les lycosporés (Attar *et al.*, 1980, Coquel et Massa, 1994).

Il serait scientifiquement souhaitable de reprendre les études des Brachiopodes recueillis par les pétroliers lors des grandes campagnes de terrain et également rechercher de manière plus systématique la microfaune des bancs calcaires. Les toutes premières analyses des Conodontes dans le Dévonien d'Illizi (Remack-Petitot, 1960) s'étaient révélées prometteuses, mais depuis aucune étude d'ensemble n'a été entreprise. Cette démarche qui permettrait de positionner avec plus de rigueur notre biozonation et également celles proposées par d'autres auteurs dans l'échelle stratigraphique constitue une voie de recherche primordiale pour l'avenir.

STRATIGRAPHIE MASSA, 1988	GHADAMES-Lybie MASSA, 1988	Spores MOREAU, BENOIT 1988	GHADAMES ALGERIE	CONODONTES MASSA, 1980	ILLIZI ATTAR, 1980	ABDESSELAM ROUGHI, 1986	AGE	BIOZONES MOREAU, BENOIT 1988	DATATION MOREAU 1988	RICHARDSON & MC GREGOR 1986
STRUNIEN	TAHARA	11	VIII		ILLERENE	VIII	Stru.	11	Stru.	nitidus - verrucosus
										pusillites - lepidophytus
FAMENNIEN	AOUINET - OUENINE IV	10	?	Bispathodus aculeatus Spathognathodus strigosus	TIN - MERAS	VII	Fam. sup.	10 9	?	flexuosa - cornuta
										torquate - gracilis
FRASNIEN s, 1	AOUINET - OUENINE III	8	VI	Bifungites fezzanensis	TIN - MERAS	VI	Frasn. inf.	8	Frasn.	ovallis - bulliferus
GIVETIEN s, 1										?
	7	IV	IV	Giv. inf.	7	Giv. moyen	lemurata - magnificus			
EIFELIEN	AOUINET - OUENINE II	6		Schellwienella umbracula	TIN - MERAS	IV	Eif. sup.	6	Giv.inf. Eif inf.	devonicus - naumovii
										5
	AOUINET - OUENINE I	4		Spirophyton Harlania	TIN - MERAS	IV		4	Eif. inf.	douglastownense-eurypterota
EMSIEN	OUAN - KASA	3	II	Arduspirifer arduennensis	FORMATION D'ORSINE	II	Ems.	3	Ems.	annulatus- sextantii
SIEGINIEN										2

Fig. 10 - Corrélation palynologique  
*Palynological corelation*

**Remerciements:** Nous remercions la Société Sonatrach qui nous a fourni le matériel et tenons à rendre hommage à titre posthume au Dr. J. Taugourdeau - Lantz pour nous avoir guidé. Enfin, nous remercions le Dr. R. Coquel de l'Université de Lille d'avoir bien voulu lire et corriger ce manuscrit ainsi que le Dr P. Rachebeuf de l'Université de Lyon pour les déterminations des Brachiopodes.

### BIBLIOGRAPHIE

- Abdesselam-Rouighi, F. 1986.** Premiers résultats biostratigraphiques (Miospores, Acritarches et Chitinozoaires concernant le Dévonien moyen et supérieur du môle d'Ahara (bassin d'Illizi, Algérie). *Rev. de Micropal.* vol. 29, n° 2, p. 87-89, 1 pl.
- Allen, K.C. 1965.** Lower and middle Dévonian spores of north and central Vespitzbergen. *Paleontology*, vol. 2., n° 8, p. 687-748, pl. 108.
- Allen, K.C. 1982.** Samarispores triangulatus. Allen, 1965. An important Devonian spores and its synonymous species. *Pollen et Spores*, vol. XXIV n° 2, p. 157-166.
- Attar, A., Fournier, J., Candillier, A., Coquel, M.R. 1980.** Etude palynologique du Dévonien terminal et du Carbonifère inférieur du bassin d'Illizi (Fort-Polignac Algérie). *Rev. IFP*, vol. 35, n° 4, p. 619, pl. 1-5.
- Anan-Yorke, 1974.** Devonian Chitinozoa and Acritarcha from Exploratory oil wells on the shelf and coastal region of Ghana Africa. *Geological Survey Canada, Bull.* 37, p. 1-216.
- Balme, B.E. 1960.** «Upper Devonian (Frasnian) spores from the Carnavon basin, Western Australia», *The Paleobotanist*, vol. 9, p. 1-10, pl. 2.
- Balme, B.E., Hassel, C.W. 1962.** «Upper Devonian spores from the Canning basin, Western Australia», *Micropaleontology*, vol. 8, N° 1, p. 1-28, pl. 1-5.
- Bar, P., Riegel, W. 1974.** «Les microflores des séries paléozoïques du Ghana (Afrique occidentale) et leurs relations paleofloristiques» *Sciences Géologiques*, Strasbourg, vol. 27, n° 1-2, p. 39-58.
- Boumendjel, K. 1987** «Les Chitinozoaires du Silurien supérieur et du Dévonien du Sahara algérien.» (Cadre géologique, systématique et biostratigraphique), *thèse de l'Université de Rennes I*, p. 187.
- Boumendjel, K., Loboziak, S., Paris, F., Steemans, P., Streel, M. 1988.** Biostratigraphie des miospores et des chitinozoaires du Silurien supérieur et du Dévonien dans le Bassin d'Illizi (Sud Est du Sahara algérien). *Géobios*, n° 21, fsc. 3, p. 329-357, pl. 1-5.
- BEICIP et SONATRACH, 1976.** Etude Structurale et cartographique du Bassin d'Illizi, *Rapport inédit*, 3 vol.
- Collinson, C., Scott, A.J. 1958.** «Chitinozoan Faunule of the Devonian, Cedar Valley Formation, Illinois State.» *Geol. Surv., Urbana, Bull.* 247, p. 1-34.
- Coquel, R., Moreau-Benoit, A. 1986.** Les spores des séries struniennes et tournaisiennes de Libye occidentale. *Rev. de Micropal.* Vol. 29, n°1, p. 17-43, pl. 1-3.
- Coquel, R., Moreau-Benoit, A. 1989.** «A propos de quelques spores trilètes «Chambrées» du Dévonien terminal-Carbonifère inférieur d'Afrique du Nord», *Rev. Micropal.*, vol. 32, n°2, p. 87-102, pl. 1-4.
- Deunff, J. 1966,** «Recherche sur les microplanctons du Dévonien (Acritarches et Dinophyceae)», *thèse de l'Université de Rennes I*, p. 1-168.
- Jardiné, S., Yapaudjian, L. 1968.** «Lithostratigraphie et Palynologie du Dévonien—Gothlandien argilo-gréseux du Bassin d'Illizi», *Rev. IFP*, vol. 13-14, p. 439-469, pl. 1-6.
- Jardiné et al. 1974.** Distribution stratigraphique des acritarches dans le Paléozoïque du Sahara algérien. *Rev. of Paleobot. Palynol.* 18, p. 99-129.
- Lanninger, E.P. 1968.** «Sporen - Gelischaften aus dem Ems du Sud West Eifel» *Paleontographica Abt. B.* 122, n° 4-6, p. 95-170, pl. 1-7.
- Legault, J.A 1973.** «Chitinozoan and Acritarch of the Hamilton (Middle Devonian) South western Ontario», *Bull. Geol. Survey of Canada*, n° 221, p. 1-103.
- Loboziak, S., Streel, M. 1988.** «Middle-Upper Devonian miospores from the Ghadames basin (Tunisia, Lybia) Systematics and stratigraphy», *Rev. of Paleobot. Palynol.*, vol. 58, p. 173-196.
- Loboziak, S., Streel, M. 1989.** Middle-Upper Devonian miospores from the Ghadames basin (Tunisia-Lybia); systematics and stratigraphy. *Review of Paleobot. and Palyno.*, n° 58, p. 173-196.
- Loboziak, S., Streel, M., Weddige, K. 1990.** Miospores, the lemurata and triangulatus levels and their faunal indices near the Eifelian-Givetian boundary in the Eifel (F.K.G.). *Annales de la société géologique de Belgique*, T. 313 (fascicule 2), 1990, p. 299-313.
- Loboziak, S., Steemans, P., Streel, M. et Vachard, D., 1992.** Biostratigraphie par miospores du Dévonien inférieur à supérieur du sondage MGI. (Bassin d'Hammadah, Tunisie): comparaison avec les données des faunes. *Rev. of paleobot. palynol.*, 74, p. 193-205.

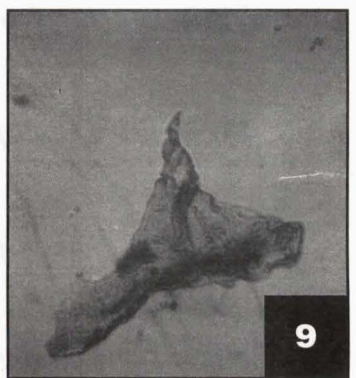
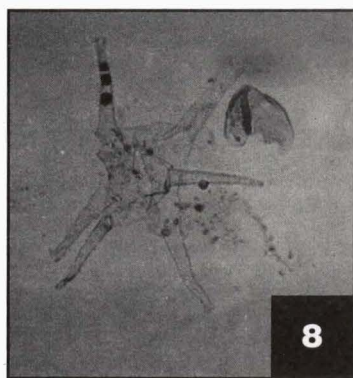
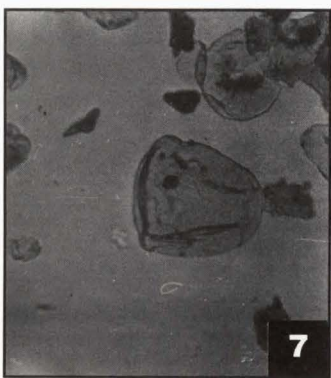
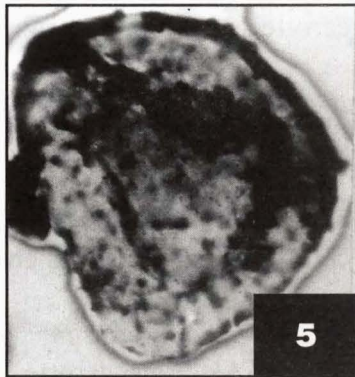
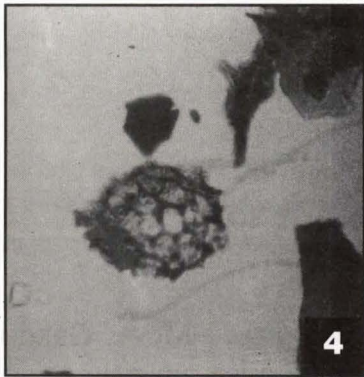
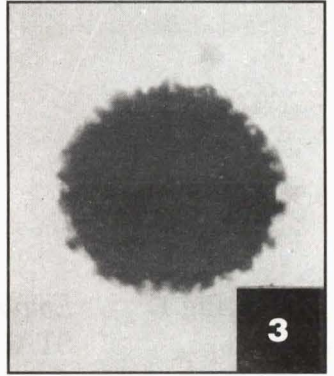
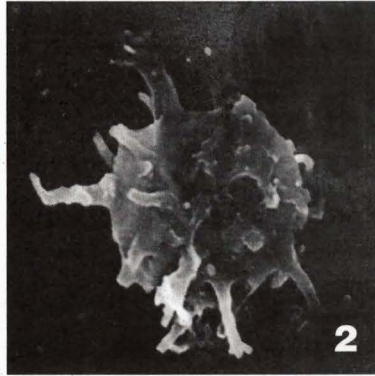
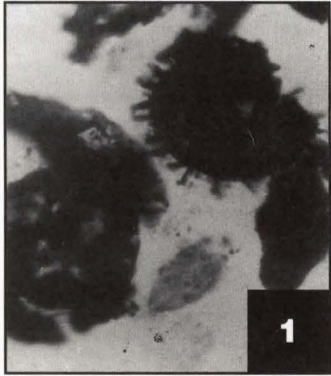
- Mc-Gregor, D.C.** 1973. «Lower and middle Devonian spores of Eastern Gaspé, Canada I, systematics», *Paleontographica, Abt. B*, 142, p. 1-105, pl. 1-8.
- Mc-Gregor, D.C., Camfield, D.** 1982. «Middle Devonian miospores from the cape de Bray, Weatherall and Hecla Formations of Northeastern Melville Island, Canadian, Arctic», *Geol. Survey of Canada, Bull.* 348, p. 1-105, pl. 1-18.
- Massa, D., Moreau-Benoit, A.** 1976. «Essai de synthèse stratigraphique et palynologique du système Dévonien en Libye occidentale», *Rev. IFP*, vol. 31, p. 287-334, pl. 1-8.
- Moreau-Benoit, A.** 1988. «Considérations nouvelles sur la biozonation du Dévonien moyen et supérieur du bassin de Ghadamès, Libye occidentale», *C.R. Acad. Sc. Paris* n°307 série 11, p. 863-869, 1 pl.
- Moreau-Benoit, A.** 1989. «Les spores du Dévonien moyen et supérieur de libye occidentale: compléments-systématique-répartition stratigraphique». *Cahier de Micropaléontologie*, vol.4, n°1, p.1-31, pl. 1-8.
- Moreau-Benoit, A., Coquel R. et Latreche S.** 1993. Etude palynologique du Dévonien du bassin d'Ilizi (Sahara Oriental Algérien). Approche biostratigraphique. *Geobios.*, 26, 1. p. 3-31.
- Paris, F., Richardson, J.B., Riegel, W., Streel, M., Streel, M., Vanguetaine, M.** 1985. «Devonian (Emsian-Famennian) Palynomorphs», *Journal of Micro-paleontology*, vol. n° 1, p. 49-82, pl. 1-16.
- Richardson, J.B., Mc-Gregor, D.C.** 1986. Silurian and Devonian spores zones of the Old Red Sandstone continent and adjacent regions» *Geol. Surv. Canada, Bull.* 364, p. 1-36, pl. 1-21.
- Streel, M., Higgs, K., Loboziak, S., Riegel, W., Steemans, P.** 1987. «Spores stratigraphy and correlation with faunas and floras in the marine Devonian of the Ardenne-Rhenish regions», *Rev. of Paleobot. palynol.* vol.50, p.211-229.
- Streel, M., Paris, F., Riegel, W. et Vanguetaine, M.** 1988. Acritarch, Chitinozoan and spore stratigraphy from the Middle and Late Devonian of northeast Libye Subsurface Palynostratigraphy of Northeast Libye, *El. Arnauti, A. et al.*, (Eds), n° 88, p. 111-121.
- Taugourdeau, P., Jekhowsky, B.** 1960. «Répartition et description des Chitinozoaires Siluro-Dévonien de quelques sondages de CREPS, CFPA et de la SN REPAL au Sahara» *Rev. IFP*, vol. 15, n° 9, p. 1189-1260, pl. 1-12.
- Taugourdeau-Lantz, J.** 1967. «Spores nouvelles du Frasnien du Boulonnais (France)», *Rev. micropal.* vol. 10, n° 1, p. 48-60.
- Taugourdeau-Lantz, J.** 1971. «Les spores du Frasnien d'une région privilégiée; le Boulonnais», *Mémoires de la Société Géologique de France*, n° 114, p. 1-88.
- Van Der Zwann, C.J.** 1980. «Aspects of late Devonian and Early Carboniferous deposits of western Ireland», *Rev. of Paleobot. Palynol.* vol. 30, p.165-286, pl. 1 30.
- Wicander, R.** 1983. «A catalog and biostratigraphic distribution of north American Devonian Acritarchs» *American Association of Stratigraphic aplynologists*, April 1983, n° 10, p. 1-133.

## Planches

**Planche I**

- Fig.1.** *Gorgonisphaeridium* n.sp.1 X 400  
HFR-1, carotte 17 - 4058m Emsien superieur.
- Fig.2.** *Gorgonisphaeridium* n.sp.1 X 2400  
HFR-1, carotte 13 - 3901m Givétien inférieur.
- Fig.3.** *Gorgonisphaeridium* n.sp.2 X 2400  
HFR-1, carotte 13 - 3900m Givétien inférieur.
- Fig.4.** *Dictyotriletes emsiensis* (ALLEN) MC GREGOR X 400  
STAH-1bis, carotte 13, 2730m Emsien inférieur.
- Fig.5.** *Verrucosporites polygonalis* LANNINGER X 1000  
STAH-1bis, carotte 13, 2730m Emsien inférieur.
- Fig.6.** *Synorisporites tripapillatus* RICHARDSON et LISTER X 1000  
STAH-1bis, carotte 13, 2730m Emsien inférieur.
- Fig.7.** *Apiculatisporites microcomus* (RICHARDSON) X 500  
STAH-1bis, carotte 13, 2730m Emsien inférieur.
- Fig.8.** *Diexallophasis remota* (DEUNFF) JARDINE X 500  
STAH-1bis, carotte 13, 2730m Emsien inférieur.
- Fig.9.** *Onondagella assymetrica* DEUNFF X 500  
STAH-1bis, carotte 13, 2730m Emsien inférieur.

BIOSTRATIGRAPHIE DES SPORES DU DEVONIEN DE LA SYNECLISE ILLIZI - GHADAMES (ALGERIE)

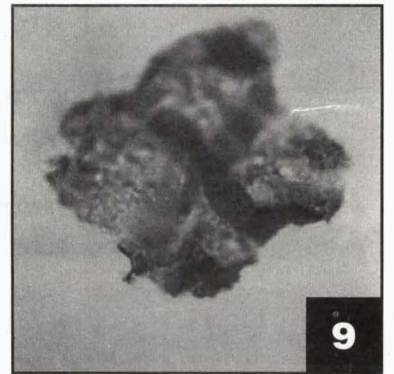
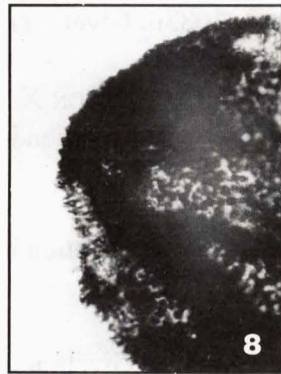
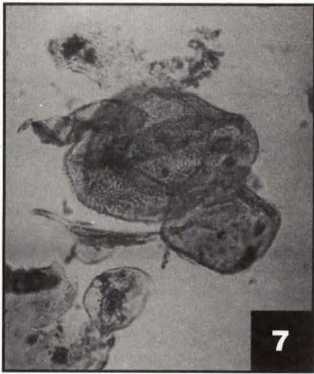
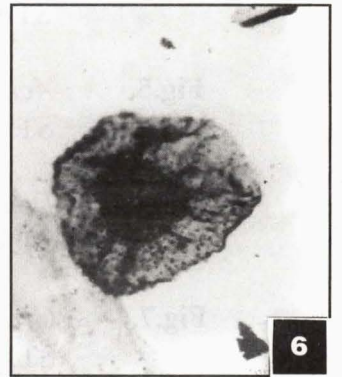
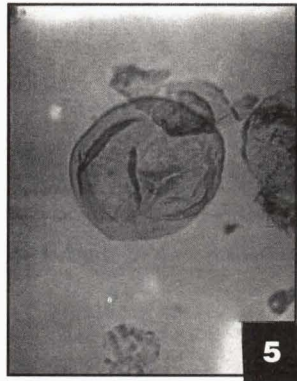
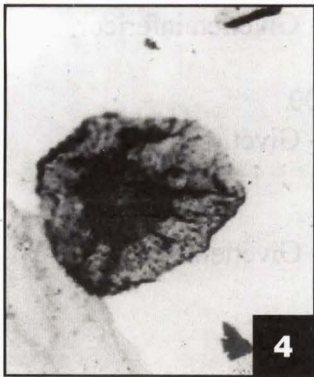
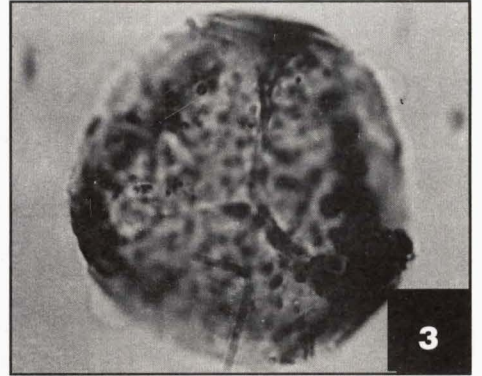
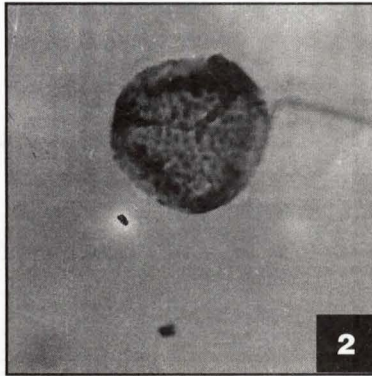
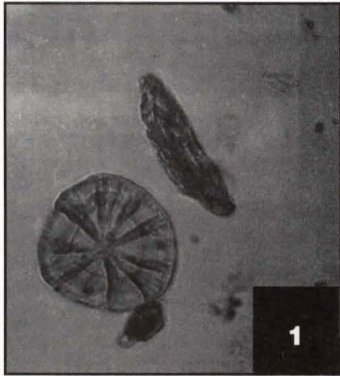


**Planche II**

- Fig.1.** *Emphanisporites annulatus* MC GREGOR X 500  
STAH- 1bis, carotte 12, 2720m, Emsien supérieur.
- Fig.2.** *Craspedispora craspeda* ALLEN X 400  
STAH- 1bis, carotte 12, 2720m, Emsien supérieur.
- Fig.3.** *Craspedispora craspeda* ALLEN X 400  
STAH- 1bis, carotte 12, 2720m, Emsien supérieur.
- Fig.4.** *Grandispora cf. protea* (Naumova) MOREAU- BENOIT X 400  
STAH- 1bis, carotte 11, 2703m, Emsien supérieur.
- Fig.5.** *Apiculatisporites microconus* (RICHARDSON) MC GREGOR  
et CAMFIELD X 500 STAH- 1bis, carotte 12, 2720m, Emsien supérieur.
- Fig.6.** *Emphanisporites spinaeformis* SCHULTZ X 1000  
STAH- 1bis, carotte 12, 2720m, Emsien supérieur.
- Fig.7.** *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) RICHARDSON X 500  
STAH- 1bis, carotte 11, 2703m, Emsien supérieur.
- Fig.8.** *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) RICHARDSON X 1000  
STAH- 1bis, carotte 11, 2703m, Emsien supérieur.
- Fig.9.** *Tetraletes variabilis* CRAMER X400  
STAH- 1bis, carotte 11, 2703m, Emsien supérieur.



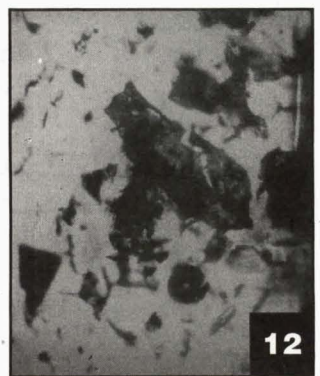
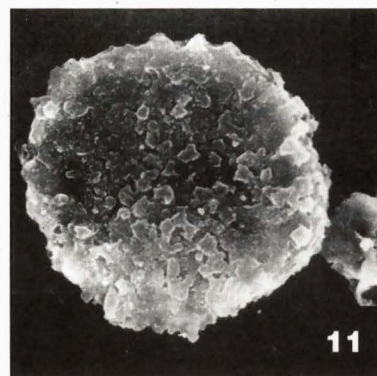
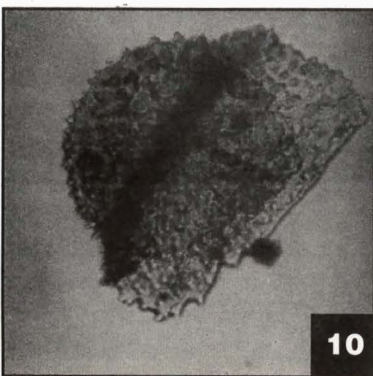
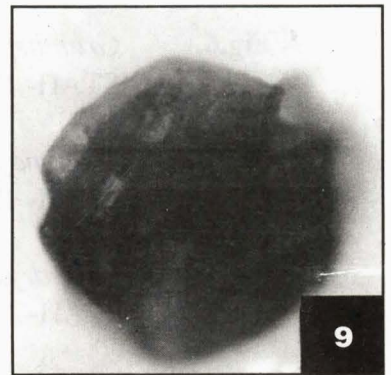
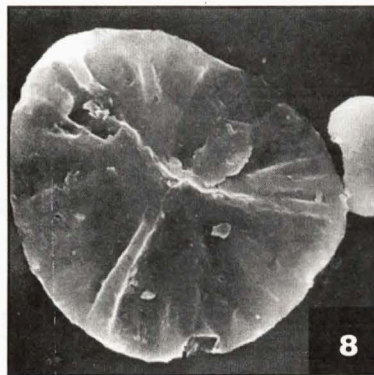
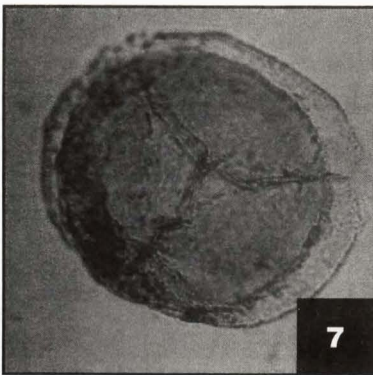
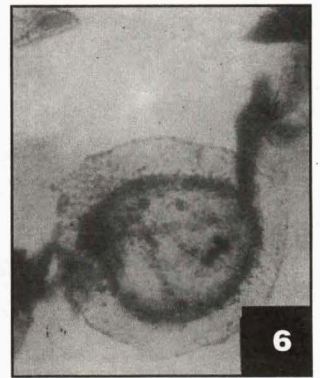
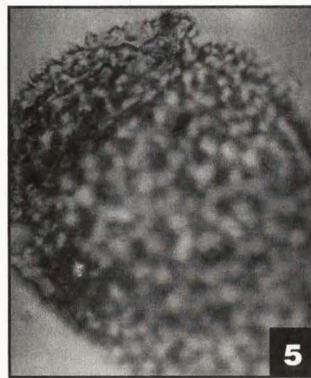
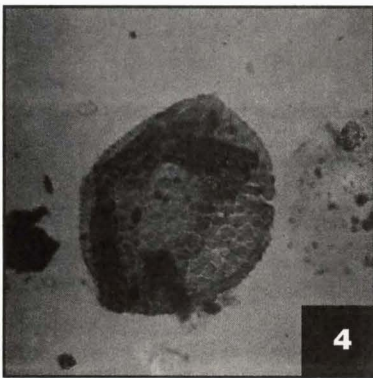
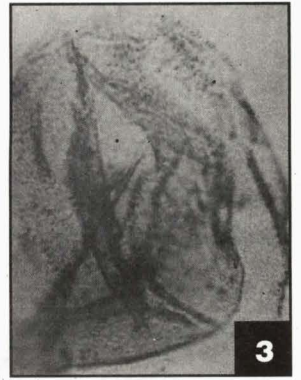
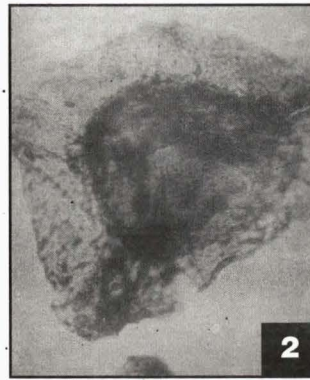
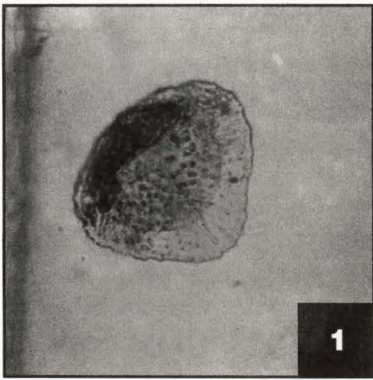
BIOSTRATIGRAPHIE DES SPORES DU DEVONIEN DE LA SYNECLISE ILLIZI - GHADAMES (ALGERIE)



### Planche III

- Fig.1.** *Grandispora velata* (Eisenack) MC GREGOR X 500  
STAH- 1bis, carotte 9, 2697,10m Eifélien supérieur-Givétien inférieur.
- Fig.2.** *Grandispora velata* (Eisenack) MC GREGOR X 1000  
STAH- 1bis, carotte 9, 2697,10m Eifélien supérieur-Givétien inférieur.
- Fig.3.** *Rhabdosporites langii* RICHARDSON X 1000  
STAH- 1bis, carotte 9, 2697,10m Eifélien supérieur- Givétien inférieur.
- Fig.4.** *Acinosporites acanthomamillatus* RICHARDSON X 500  
STAH- 1bis, carotte 9, 2697,10m Eifélien supérieur- Givétien inférieur.
- Fig.5.** *Acinosporites acanthomamillatus* RICHARDSON X 1000  
STAH- 1bis, carotte 9, 2697,10m Eifélien supérieur- Givétien inférieur.
- Fig.6.** *Densosporites devonicus* RICHARDSON X 500  
STAH- 1bis, carotte 9, 2697,10m Eifélien supérieur- Givétien inférieur.
- Fig.7.** *Grandispora inculta* ALLEN X 1000  
STAH- 1bis, carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.8.** *Emphanisporites rotatus* MC GREGOR - MEB.  
STAH- 1bis, carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.9.** *Rhabdosporites parvulus* RICHARDSON X 500  
STAH- 1bis, carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.10.** *Grandispora* n.sp.2 X 1000  
STAH- 1bis, carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.11.** *Grandispora* n.sp.1 X 1000  
STAH- 1bis, carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.12.** *Urochitina santullanensis* DIEZ et CRAMER X 500  
Carotte 9 2697,10m Eifélien supérieur- Givétien inférieur.

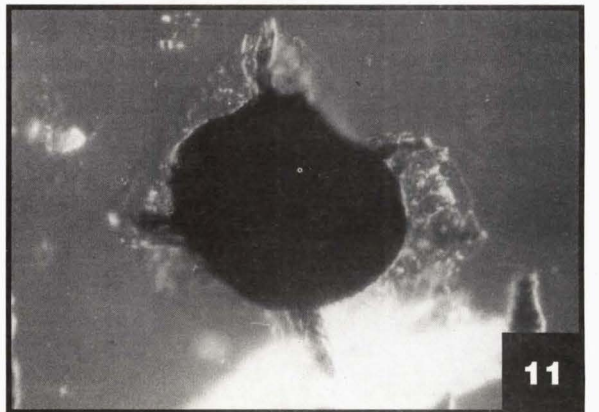
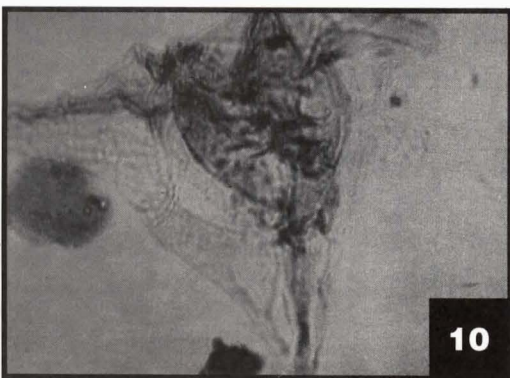
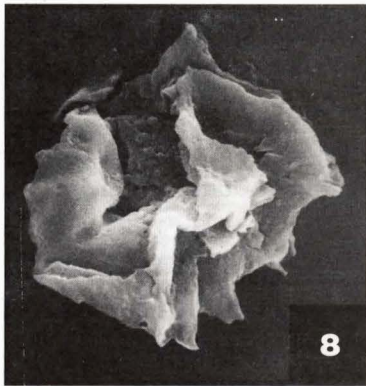
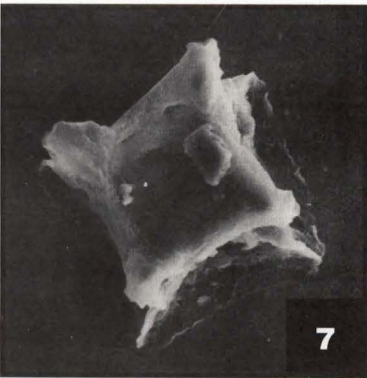
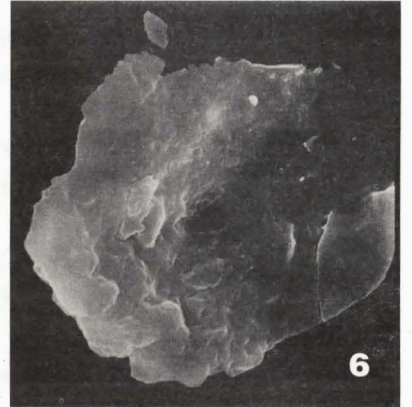
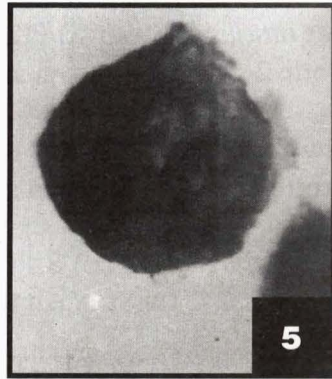
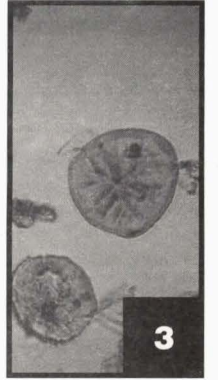
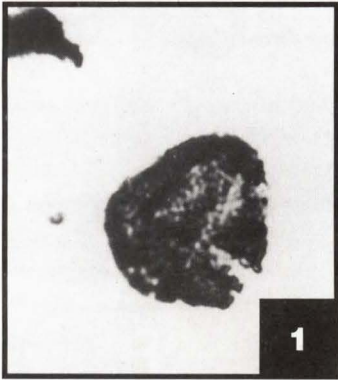
BIOSTRATIGRAPHIE DES SPORES DU DEVONIEN DE LA SYNECLISE ILLIZI - GHADAMES (ALGERIE)



**Planche IV**

- Fig.1.** *Cymbosporites magnificus* MC GREGOR X 500  
STAH- 1bis carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.2.** *Geminospora lemurata* BALME X 1000  
STAH- 1bis carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.3.** *Emphanisporites spinaeformis* SCHULTZ X 500  
STAH- 1bis carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.4.** *Diatomozonotriletes* sp. MOREAU- BENOIT 1976 X 500  
STAH- 1bis carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.5.** *Grandispora* n.sp.1 X 1000  
STAH- 1bis carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.6.** *Grandispora* n.sp.1 X 4000  
STAH- 1bis carotte 8, 2683m Givétien inférieur.
- Fig.7.** *Duvernaysphaera tessella* DEUNFF X 4000  
STAH- 1bis carotte 7, 2674m Givétien inférieur.
- Fig.8.** *Polyedryxium decorum* DEUNFF X 4000  
STAH- 1bis carotte 7, 2674m Givétien inférieur.
- Fig.9.** *Fungochitina pilosa* (COLLINSON et SCOTT) X 500  
STAH- 1bis carotte 7, 2674m Givétien inférieur.
- Fig.10.** *Polyedryxium fragulosum* PLAYFORD X 1000  
STAH- 1bis carotte 7, 2674m Givétien inférieur.
- Fig.11.** *Cymatiosphaera* sp.  
STAH- 1bis carotte 7, 2674m Givétien inférieur.

BIOSTRATIGRAPHIE DES SPORES DU DEVONIEN DE LA SYNECLISE ILLIZI - GHADAMES (ALGERIE)



**Planche V**

- Fig.1.** *Verrucosisporites nitidus* (NAUMOVA) PLAYFORD X 1000  
STAH-1bis, carotte 2, 2431m Strunien supérieur.
- Fig.2.** *Vallatisporites pusillites* (KEDO) DOLBY et NEVES X 1000  
STAH- 1bis, carotte 2, 2431m Strunien supérieur.
- Fig.3.** *Spelaeotriletes lepidophytus* (KEDO) STREEL X 1000  
STAH- 1bis, carotte 2, 2431m Strunien supérieur.
- Fig.4.** *Lophozonotriletes cristifer* (LUBER) KEDO X 1000  
STAH- 1bis, carotte 2, 2431m Strunien supérieur.
- Fig.5.** *Leiotriletes struniensis* MOREAU- BENOIT X 1000  
STAH- 1bis, carotte 2, 2431m Strunien supérieur.
- Fig.6.** *Spelaeotriletes granulatus* (NAUMOVA) MOREAU- BENOIT X 1000  
STAH- 1bis, cutting 2500m, Strunien
- Fig.7.** *Knoxisporites literatus* (WALTZ) PLAYFORD X 1000  
STAH- 1bis, carotte 2, 2431m Strunien supérieur.
- Fig.8.** *Rugospora flexuosa* (JUSHKO) STREEL X1000  
STAH- 1bis, carotte 5, 2641m Famennien supérieur.
- Fig.9.** *Auroraspora macra* SULLIVAN X 1000  
STAH- 1bis, carotte 5, 2641m Famennien supérieur.
- Fig.10.** *Fungochitina fenestrata* (TAUGOURDEAU ET JEKHOWSKY) X 500  
STAH- 1bis, carotte 5, 2641m Famennien supérieur.

BIOSTRATIGRAPHIE DES SPORES DU DEVONIEN DE LA SYNECLISE ILLIZI - GHADAMES (ALGERIE)

