

- SCHMIDT, H. (1925) : Die carbonischen Goniatiten Deutschlands. *Jahrb. Preuss. geol. Landesanstalt, XLV* : 489-609, Tafn 19-26.
- SEDGWICK, A. & MURCHISON, R. (1842) : On the classification of the older rocks of Devon and Cornwall. *Proc. Geol. Soc. London, 3* : 121-123.
- STREEL, M. (1966) : Critères palynologiques pour une stratigraphie détaillée du Tn1a dans les bassins ardenno-rhénans. *Ann. Soc. géol. Belg., 89, 3* : 65-96, pls. 1-2.
- STREEL, M. (1968) : Associations de spores des stratotypes du Famennien, du Strunien et du Tournaisien dans les bassins ardenno-rhénans (Note préliminaire). *Rev. Palaeobot. Palynol., 5* : 63-74.
- STREEL, M. (1969) : Corrélations palynologiques entre les sédiments de transition Dévonien/Dinantien dans les bassins ardenno-rhénans. *C.R. 6<sup>e</sup> Congrès Carbonifère, Sheffield 1967, 1* : 3-18.
- SULLIVAN, H. J. (1964) : Miospores from the Lower Limestone Shales (Tournaisian) of the Forest of Dean, Gloucestershire. *C.R. 5<sup>e</sup> Congrès Carbonifère, Paris 1963, III* : 1249-1259, pls. 1-2.
- WRAY, J. L. (1964) : Paleozoic Palynomorphs from Libya. In : A. T. Cross (Editor) *Palynology in Oil Exploration — Soc. Econ. Paleontologists Mineralogists, Spec. Publ., 11* : 90-96, pl. 1.

## Corrélations biostratigraphiques près de la limite Dévonien/Carbonifère entre les faciès littoraux ardennais et les faciès bathyaux rhénans

E. PAPROTH<sup>1</sup> & M. STREEL<sup>2</sup>

Avec 2 figures dans le texte et planches 24-26.

### RESUME.

Une étude comparée des assemblages de spores isolés dans les synclinoriums de Dinant et de Namur, dans l'Anticlinal de Velbert et dans la région de l'Hönnetal permet la définition de plusieurs florizones successives dont la zonation est parallèle à la zonation basée sur la biométrie d'*Hymenozonotriletes lepidophytus*.

L'abondance des spores, très localisée dans la région de l'Hönnetal, la distribution des florizones et des zones biométriques, celle des mégafossiles et de la lithologie permettent de conclure que les schistes de Hangenberg ont été constitués par un apport exceptionnel de type turbidite.

Les schistes de Hangenberg à Oberrödinghausen contiennent un mélange des associations de spores qui sont connues dans les couches de Comblain-au-Pont (Tn1a) et de celles qui représentent, dans le temps, la partie inférieure du Calcaire d'Hastière (Tn1b), mais qui n'ont pas encore été trouvées dans le Synclinorium de Dinant. Par comparaison avec les faunes de Céphalopodes et de Conodontes trouvées de part et d'autre du Rhin, il est vraisemblable d'admettre que deux lacunes stratigraphiques encadrent les schistes de Hangenberg à Oberrödinghausen.

### ABSTRACT.

The spore successions of Upper Famennian and Lower Tournaisian (Fa2c-Tn1b) and the lower Hangenberg-Schichten (upper to VI) have been grouped into Streele's florizones GM, VU, PL and TE which allow further subdivision. Parallel to this zonation Streele previously recognized zones C to F, based on the

<sup>1</sup> Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, De-Greiff-Strasse 195, Krefeld, B. R. Deutschland.

<sup>2</sup> Laboratoire de Paléontologie végétale, Université de Liège, Place du Vingt-Août 7, Liège, Belgique.

biometric distinction between forms of the species *Hymenozonotriletes lepidophytus*. Streef postulated that these biometrically recognizable changes in *H. lepidophytus* might well have stratigraphic value within the limits of a basin, and this hypothesis has now been proved correct for the area of the Ardennes and the Rhenish Schiefergebirge.

Practically all the samples obtained from the shelf area west of the Rhine and in the Carboniferous Limestone (Kohlenkalk) of Velbert contained spores, and it was also found that spores were most common and best preserved in the vicinity of the contemporary coastline. Within the basin, i.e. in most of the area east of the Rhine, spores proved to be rare or absent. Only the samples taken from the Lower Hangenberg-Schichten in the railway cutting at Oberrödinghausen and near Oese, Apricke and Stockum have yielded well preserved spores in large numbers. Also the Dill Syncline has yielded spores from the Hangenberg-Schichten but this occurrence has not yet been studied.

The abundance of spores in the northern Rhenish Schiefergebirge, the distribution of florizonas and of the biometric zones, and the megafossils as well as the lithology have allowed the conclusion that the material of these beds has been brought in with unusual turbidites which also transported the ca. 150 m of Lower Hangenberg-Schichten of the Seiler near Iserlohn, i.e. the Seiler Conglomerate (compare Koch, Leuteritz & Ziegler). These currents brought usually coarse-grained and immature material from the shelf into the basin. It seems likely that this material was derived from deposits formed originally near the coast and that it was transported without further alteration (in contrast to the reworked material of the older turbidites of Upper Devonian age).

The Lower Hangenberg-Schichten in the railway cutting of Oberrödinghausen (Hangenberg-Schiefer) contain a mixture of spore associations which occur in proper sequence in the Comblain-au-Pont beds (Etroeungt, Tn1a), and of those which probably represent in time the lower part of the Hastière Limestone (Tn1b) but which have not yet been found in the Synclinorium of Dinant. These spore associations are partly older than the horizon represented by *Cymaclymenia euryomphala* which occurs in the basal part of the Hangenberg-Schichten of Oberrödinghausen. Consequently, the coarsely clastic and mud-bearing currents which provided the material deposited at the Seiler, eroded and transported shelf sediments formed immediately beforehand. The concentration of coarse material at the Seiler and its considerable thickness may be explained by a possible damming of this material of northerly derivation against the north-eastern flank of the large Balve Swell.

The section at Spitzer Kahlenberg near Stockum, in that part which also yielded *Imitoceratids* (Weyer 1965) and a *Protognathodus* fauna (Ziegler 1969), contains spores which are younger than those obtained from the highest part of the Hangenberg-Schichten at Oberrödinghausen.

In the railway cutting at Oberrödinghausen there may thus be two stratigraphic gaps:

1 — Between the upper *Wocklumeria* Limestone and the lowermost Hangenberg-Schiefer a part of Tn1a may be missing.

*Spathogn. costatus* zone disappears at the lower boundary of the Hangenberg-Schiefer. It also disappears in the basal part of the Comblain-au-Pont beds in the Ourthe valley (lower part of Tn1a and older). In the Hangenberg-Schiefer there are spores which are younger than the ones found to be widespread in the uppermost Tn1a of the Synclinorium of Dinant. A stratigraphic gap is also indicated by the distribution of *Cymaclymenia euryomphala* which occurs in the earliest Hangenberg-Schiefer of Oberrödinghausen and in the uppermost Tn1a of Ratingen and of the Avesnois where, however, it is extremely rare.

2 — In the highest part of the Hangenberg-Schiefer, near or at the boundary with the *Gattendorfia* Limestone, the uppermost Tn1a and/or basal Tn1b may be missing.

The youngest spores of the Hangenberg-Schiefer of Oberrödinghausen are older than the spore associations from those parts of the Hangenberg Schichten of Stockum which — a) contain an *Imitoceras* fauna which is a little older than the oldest fauna from the *Gattendorfia* Limestone at Oberrödinghausen and — b) contain a conodont fauna which is also a little older than the *Siphonodella sulcata* — *Protognathodus kockeli* Zone of the lowest *Gattendorfia* Limestone of Oberrödinghausen.

The stated characteristics of the sequence of beds from the highest *Wocklumeria* Limestone below the Hangenberg-Schiefer to the lowermost *Gattendorfia* Limestone of Oberrödinghausen make it very unlikely that continuous sedimentation took place. The material of the Hangenberg-Schiefer of this locality may represent the lightly suspended fraction which was the only part of the Seiler turbidites capable of being deposited on the Balve Swell and which interrupted a pause in the sedimentation extending in time from Tn1a to early Tn1b. Strongly condensed sediments and considerably larger stratigraphic gaps are known from a number of other deep swells of the Variscan Basin during Famennian and Lower Carboniferous times.

#### ZUSAMMENFASSUNG.

Die Sporen-Folgen des Ober-Famenniums und Unter-Tournaisiums (Fa2c-Tn1b) und der Unteren Hangenberg-Schichten (oberes toVI) sind nach den vorkommenden Gesellschaften in Florenzonen, Streels « florizonas » GM, VU, PL und TE gegliedert worden, die noch unterteilt werden. Die parallel zu dieser Gliederung ebenfalls früher von Streef aufgestellte Unterteilung in die « Zonen » C-F beruht auf der biometrischen Unterscheidung von Formen der Art *Hymenozonotriletes lepidophytus*. Die von Streef ursprünglich als hypothetisch bezeichnete Möglichkeit, dass die biometrisch festgestellten Veränderungen von *H. lepidophytus* innerhalb eines begrenzten Ablagerungsraumes stratigraphischen Wert haben könnten, hat sich in den Ardennen und im Rhenischen Schiefergebirge bestätigt und kann in diesem Raum als gesichert gelten.

Fast alle Proben, die im Schelf-Gebiet (linksrheinische Vorkommen und Kohlenkalk von Velbert) genommen wurden, führen Sporen und zwar sind die Sporen um so häufiger und besser erhalten, je näher an der Küste sie

abgelagert worden sind. Im Becken (größter Teil des rechts-rheinischen Schiefergebirges) sind Sporen gewöhnlich extrem selten oder fehlen. Nur die Proben aus den Unteren Hangenberg-Schichten im Eisenbahneinschnitt Oberrödinghausen, bei Oese, bei Apricke und bei Stockum enthalten Sporen und zwar in sehr grossen Mengen und in guter Erhaltung. Auch in der Dill-Mulde sind Sporen, die noch näher untersucht werden müssen, in Hangenberg-Schichten nachgewiesen.

Der Sporen-Reichtum der Vorkommen im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge, die Verteilung der Florenzonen und der biometrischen Zonen, die Megafossilien und die Lithologie legen den Schluss nahe, dass das Material dieser Schichten mit ungewöhnlichen Turbiditen gekommen ist, die auch die etwa 150 m mächtigen Unteren Hangenberg-Schichten von der Seiler bei Iserlohn, das Seiler Konglomerat, transportiert haben (vgl. Koch, Leuteritz & Ziegler). Diese Ströme haben ungewöhnlich grobkörniges und frisches Material vom Schelf in das Becken gebracht. Es liegt nahe zu vermuten, dass dies Material von einem nahe an der Küste gelegenen, ursprünglichen Ablagerungsort aufgebrochen und ohne weitere Aufarbeitung (im Gegensatz zum aufgearbeiteten Material der älteren Oberdevon-Turbidite!) in das Becken geflossen ist.

Die Unteren Hangenberg-Schichten im Eisenbahneinschnitt Oberrödinghausen (Hangenberg-Schiefer) enthalten ein Gemisch der Sporen-Gesellschaften, die, auf einander folgend, in den Schichten von Comblain-au-Pont und von Etroeungt (Tn1a) vorkommen und der Sporen-Gesellschaften, die wahrscheinlich ebenso alt sind wie der untere Teil des Kalkes von Hastière (Tn1b), die aber im Synklinorium von Dinant bisher noch nicht bekannt sind. Diese Sporen-Gesellschaften sind z.T. älter als *Cymaclymenia euryomphala*, die im untersten Teil der Hangenberg-Schiefer in Oberrödinghausen liegt. Von den Schutt- und Schlamm-Strömen, die das Material an der Seiler geliefert haben, sind also ältere, gerade auf dem Schelf abgelagerte Sedimente mitgerissen worden. Die Konzentration des groben Materials an der Seiler und seine grosse Mächtigkeit könnten durch den Stau dieser aus nördlichen Richtungen kommenden Ströme an der Nord-Seite der grossen Balver Schwelle erklärt werden.

Das Profil am Spitzen Kahlenberg bei Stockum enthält in dem Teil, aus dem auch die *Imitoceras* (Weyer 1965) und die *Protognathodus*-Fauna (Ziegler 1969) stammen, jüngere Sporen als die jüngsten Teile des Hangenberg-Schiefers von Oberrödinghausen.

Im Eisenbahneinschnitt Oberrödinghausen dürften also zwei Schichtlücken auftreten:

1 — Zwischen dem obersten *Wocklumeria*-Kalk und den untersten Hangenberg-Schiefern dürfte ein Teil des Tn1a fehlen.

*Spathogn. costatus zone* verschwindet an der Untergrenze der Hangenberg-Schiefer. Er verschwindet im untersten Teil der Schichten von Comblain-au-Pont im Ourthe-Tal (=unterer Teil des Tn1a und älteres). In den Hangenberg-Schiefern treten Sporen auf, die jünger sind als diejenigen, die im obersten Teil des Tn1a im Synklinorium von Dinant verbreitet sind.

Für diese Lücke spricht auch das Auftreten von *Cymaclymenia euryomphala*: sie liegt im ältesten Hangenberg-Schiefer von Oberrödinghausen und im obersten Tn1a von Ratingen und dem Avesnois, wo sie allerdings ausserordentlich selten ist.

2 — Im obersten Teil der Hangenberg-Schiefer, nahe oder an der Grenze zum *Gattendorfia*-Kalk dürfte der oberste Teil des Tn1a und/oder ein tieferer Teil des Tn1b fehlen.

Die jüngsten Sporen der Hangenberg-Schiefer von Oberrödinghausen sind älter als die Sporen-Gesellschaften aus denjenigen Serien der Hangenberg-Schichten von Stockum, die a) eine *Imitoceras*-Fauna enthalten, die etwas älter als die älteste Fauna aus dem *Gattendorfia*-Kalk von Oberrödinghausen ist und b) eine Conodonten-Fauna enthalten, die ebenfalls ein wenig älter als die Conodonten der *Siphonodella sulcata-Protognathodus kockeli*-Zone des untersten *Gattendorfia*-Kalkes von Oberrödinghausen ist.

Die aufgezählten Merkmale der Schichtenfolge vom obersten *Wocklumeria*-Kalk über die Hangenberg-Schiefer zum untersten *Gattendorfia*-Kalk von Oberrödinghausen machen eine mehr oder minder kontinuierliche Sedimentation ausserordentlich unwahrscheinlich. Das Material der Hangenberg-Schiefer dieser Lokalität dürfte als leichte Trübe der Seiler Schlamm-Ströme, die allein diesen höher auf der grossen Balver Schwelle gelegenen Ablagerungsort erreichen konnte, eine Sedimentationspause unterbrochen haben, die vom Tn1a bis in das tiefere Tn1b reichte. Starke Sediment-Kondensation und sehr viel grössere Schicht-Lücken sind von zahlreichen anderen Tief-Schwellen des variszischen Beckens aus dem Famenne und dem tieferen Teil des Unterkarbons bekannt.

## I. INTRODUCTION

Les corrélations biostratigraphiques près de la limite Dévonien/Carbonifère qui sont envisagées dans ce travail, sont établies à partir de l'étude des Céphalopodes, des Conodontes et des Spores. En effet, ce sont là les seuls groupes fossiles actuellement étudiés à la fois dans les faciès littoraux qui prédominent en Belgique ainsi que dans le nord de la France et dans les faciès bathyaux de la région située à l'est du Rhin, en Allemagne. L'importance respective des Foraminifères, des Ostracodes ou d'autres groupes fossiles, notamment pour les corrélations stratigraphiques avec d'autres régions comme la plate-forme russe, est évidemment considérable et nous indiquerons la position de ces fossiles dans les diverses coupes de terrain que nous serons amenés à considérer. Cependant, les coupes ont été choisies ici, avant tout, en fonction de leur intérêt pour la biostratigraphie des trois groupes fossiles cités en premier lieu.

Dans cette publication, E. Paproth explique la stratigraphie à l'aide de la mégafaune dans la région à l'est du Rhin ; M. Streele a étudié les spores et a proposé la biostratigraphie qui les concerne.

## II. LES PROFILS ET LEURS FOSSILES

### 1) Avesnelles

L'affleurement « Avesnelles » se situe dans la tranchée du chemin de fer de Fourmies à Avesnes (France) immédiatement de part et d'autre du pont d'Avesnelles et entre ce pont et le passage à niveau de l'Épinette.

Conil & Lys (*in* Conil 1964) ont décrit la lithologie de cette coupe avec le plus de précisions (1). L'étude récente de la faune à Foraminifères par Conil & Lys (1970) est la seule où les faunes soient figurées. Nous utiliserons leur système de référence constitué par les lettres f à v.

De haut en bas affleurent :

(v) Le calcaire noir d'Avesnelles

(q-u) Le calcaire d'Étroeungt *Sensu Lato* (Conil 1964)

(f-p) Les schistes de Sains (pars) comprenant, dans leur partie supérieure (i-p) les schistes de l'Épinette (Conil & Lys 1967).

L'affleurement « Avesnelles » a été désigné par Conil, Pirlet & Lys (1967) et par Mamet (1968) comme parastratotype et standard de référence lithostratigraphique et biostratigraphique des couches de passage Dévonien/Carbonifère pour la région-type franco-belge. Ces propositions ont été faites par ces auteurs, respectivement aux congrès du Carbonifère à Sheffield et du Dévonien à Calgary, tous les deux en 1967.

Nous attirons l'attention sur le désaccord intervenu entre ces auteurs et Conil & Lys (1970) quant au niveau d'apparition précis des Foraminifères-guides *Quasiendothyra kobeitusana* et *Quasiendothyra communis communis*.

Le contact entre le sommet du calcaire d'Étroeungt et la base du calcaire noir d'Avesnelles est abrupt dans toute la région de l'Avesnois.

(1) Aucun point de repère topographique n'étant fourni par Bourdon, Fediaevsky & Maurin 1968, figure 1, il n'est pas possible de comparer leur coupe AC1 avec la coupe-type de Gosselet (1888).

A Sémeries (Delépine 1929), le sommet du calcaire d'Étroeungt contient *Cymaclymenia euryomphala* dans l'équivalent lithostratigraphique du terme u. A St-Hilaire (Austin & Rhodes 1970), la base du calcaire noir d'Avesnelles contient *Protognathodus kockeli* dans l'équivalent lithostratigraphique du terme v. Il est clair par conséquent que la limite Dévonien/Carbonifère *sensu* Heerlen 1935, telle qu'elle est définie à Oberrödinghausen (voir cette coupe) se place approximativement à la base du calcaire noir d'Avesnelles et non à son sommet comme l'indique B. Mamet (1968, fig. 2).

L'affleurement « Avesnelles » contient les assemblages de spores suivants, de haut en bas :

#### Avesnelles u (florizone Pls1).

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Verrucosiporites nitidus*, *Grandispora echinata*, *Hymenozonotriletes microsetus*, *Spinozonotriletes cf. uncatus*, *Spinozonotriletes cf. tenuispinus*, *Raistrickia ampullacea*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Cristatisporites echinatus*, *Knoxisporites hederatus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites cf. minutus*, *Auroraspora macra*, *Perotrilitites cf. perinatus*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

#### Avesnelles p (florizone Plm)

même assemblage que Avesnelles i-l, plus :

*Pustulatisporites gibberosus*

*Raistrickia ampullacea*

*Knoxisporites cf. hederatus*.

#### Avesnelles i-l (florizone Pli)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Hymenozonotriletes microsetus*, *Spinozonotriletes cf. uncatus*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Knoxisporites cf. pristinus*, *Lophozonotriletes rarituberculatus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites gr. minutus*, *Auroraspora macra*, *Auroraspora solisortus*, cf. *Diaphanospora perplexa*, *Perotrilitites cf. perinatus*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

#### Avesnelles e-h (florizone VUs)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Pulvinispora depressa*, *Retusotriletes planus*, *Archaeozonotriletes famenensis*, *Hymenozonotriletes microsetus*, *Spinozonotriletes cf. uncatus*, *Spinozonotriletes cf. tenuispinus*, *Hystricosporites cf. obscurus*, *Raistrickia variabilis*, *Lophozonotriletes lebedianensis*, *Endosporites gr. minutus*, *Auroraspora macra*, *Auroraspora solisortus*, cf. *Diaphanospora perplexa*, *Perotrilitites cf. perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

*Hymenozonotriletes lepidophytus* est abondant dans le seul terme u : à ce niveau, les tailles de la population de cette espèce (Streele 1966) correspondent à la zone E.

## 2) Etrœungt

Coupe de référence classique (Gosselet 1888) du Calcaire d'Etrœungt dans la carrière du Parcq, à 1 km à l'Est du village d'Etrœungt (France). La description lithologique la plus précise de cette coupe est donnée par Sartenaer & Mamet 1964, fig. 3.

Deux assemblages de spores sont décrits ci-dessous, de haut en bas :

Etrœungt 3-4 (florizone Pls1) provenant des schistes épais qui surmontent le banc à auge (quatrième terme partie supérieure; Gosselet 1888) :

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Retusotriletes planus*, *Grandispora echinata*, *Spinozonotriletes* cf. *uncatus*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Cristatisporites echinatus*, *Lophozonotriletes rarituberculatus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Perotriletes* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

Etrœungt 5-1 (florizone Plm) provenant des laies de schistes prélevés à la base du profil figuré par Sartenaer & Mamet 1964, fig. 3 (base du terme a de Conil 1964, pl. I) et à la base du gros banc de dessus (base du 4<sup>e</sup> terme; Gosselet 1888) :

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Retusotriletes verrucosus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Hymenozonotriletes microsetus*, *Spinozonotriletes* cf. *uncatus*, *Spinozonotriletes* cf. *tenuispinus*, *Pustulatisporites gibberosus*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Knoxisporites pristinus*, *Knoxisporites* gr. *hederatus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, cf. *Diaphanospora perplexa*, *Perotriletes* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

Seuls les assemblages 5-1 contiennent *H. lepidophytus* en nombre suffisant pour déterminer que la zone biométrique à laquelle ils appartiennent est la zone E. Cependant, ces assemblages sont triés, contenant seulement de petits spécimens des autres espèces. La valeur stratigraphique de cette détermination nous paraît, par conséquent, douteuse.

## 3) Yvoir-Tunnel

Coupe, décrite et figurée par Conil (1964, 1968), située dans un tunnel creusé à l'extrémité Ouest d'une ancienne carrière près du château Dapsens, à Yvoir (Belgique). Cette coupe présente un faciès surtout schisteux des schistes et calcaires d'Hastièrre dont le strato-type est, par ailleurs, relativement proche (10 km au Sud d'Yvoir).

L'équivalent chronostratigraphique du Tn1b (tel qu'il est défini à Hastièrre et à Anseremme, Conil 1964) est repéré dans la coupe d'Yvoir-tunnel par Conil (1968) sur la base de brusques modifications sédimentologiques et de corrélations rythmiques. Les recherches per-

mettant de définir avec toute la précision souhaitée les limites Tn1a/Tn1b/Tn2a dans la région-type d'Hastièrre-Anseremme sont toujours en cours.

C'est pourquoi, nous utiliserons avec réserve ci-dessous cette terminologie et les subdivisions  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  du Tn1b pour situer nos échantillons sur la coupe figurée par Conil (1968).

La coupe contient les assemblages de spores suivants, de haut en bas :

Yvoir-tunnel, base du « Tn2a » (cénzone TE)

*Punctatisporites irrasus*, *Retusotriletes incohatus*, *Baculatisporites fusticulus*, *Retusotriletes planus*, *Verrucosisporites nitidus*, *Archaeozonotriletes gracilis*, *Hymenozonotriletes microsetus*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

Yvoir-tunnel 52-58, schistes de part et d'autre du banc calcaire « Tn1b $\beta$  » (florizone TE)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Verrucosisporites nitidus*, *Spinozonotriletes* cf. *uncatus*, *Spinozonotriletes* cf. *tenuispinus*, *Raistrickia macrurus*, *Dictyotriletes trivialis*, *Lophozonotriletes rarituberculatus*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, *Perotriletes* cf. *perinatus*.

Yvoir-tunnel 48-50, schistes du « Tn1b $\alpha$  » (florizone ?Pls)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Verrucosisporites nitidus*, *Archaeozonotriletes gracilis*, ??*Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Lophozonotriletes rarituberculatus*, *Endosporites* gr. *minutus*.

Yvoir-tunnel 41, schistes à la base du « Tn1b $\alpha$  » (florizone Pls1)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Retusotriletes verrucosus*, *Verrucosisporites nitidus*, *Grandispora echinata*, *Hymenozonotriletes microsetus*, *Spinozonotriletes* cf. *uncatus*, *Spinozonotriletes* cf. *tenuispinus*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Knoxisporites* cf. *hederatus*, *Lophozonotriletes rarituberculatus*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, cf. *Diaphanospora perplexa*, *Perotriletes* cf. *perinatus*.

Yvoir-tunnel 4, schistes du « Tn1a » (florizone Plm)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Grandispora echinata*, *Archaeozonotriletes gracilis*, *Spinozonotriletes* cf. *uncatus*, *Spinozonotriletes* cf. *tenuispinus*, *Hystricosporites* sp. aff. *H. multifurcatus*, *Raistrickia ampullacea*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, *Auroraspora solisortus*, cf. *Diaphanospora perplexa*, *Perotriletes* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

*Hymenozonotriletes lepidophytus* est abondant dans les échantillons 41 et 4 où les tailles de la population de cette espèce correspondent respectivement aux zones F et D.

#### 4 et 5) Ourthe : Chanxhe et Rivage-gare

Deux coupes classiques complémentaires dans la vallée de l'Ourthe (Belgique), redécrites et figurées par Conil (1964, Pl. V à IX), dont nous utilisons ci-dessous la numérotation des bancs. La terminologie Fm2b/Tn1a/Tn1b et la position respective de ces limites sur ces planches V à IX de Conil (1964) ont été modifiées ultérieurement (Conil 1968 ; Bouckaert, Streel & Thorez 1968, 1970). Les remarques faites au sujet des limites Tn1a/Tn1b $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ /Tn2a à Yvoir sont applicables aussi aux coupes de l'Ourthe.

4) L'affleurement de *Rivage-gare* comprend la coupe de référence de l'assise de Comblain-au-Pont (Mourlon 1875) que Conil (1964, p. 47-49) situe approximativement entre les bancs 108 et 150. Cette coupe est aussi le support lithologique du Fa2d défini par Bouckaert, Streel & Thorez (1968) et qui correspond aux bancs 96 (apparition de *H. lepidophytus*) à 114 (sous l'apparition de *Quasiendothyra kobeitusana*). La coupe contient les assemblages de spores suivants, de haut en bas :

##### Rivage-gare 159-161 (florizone PLs1)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Retusotriletes verrucosus*, *Baculatisporites fusticulus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Acanthotriletes hacquebardii*, *Grandispora echinata*, *Spinozonotriletes* cf. *tenuispinus*, *Pustulatisporites gibberosus*, *Hystricosporites* sp. aff. *H. multifurcatus*, *Raistrickia ampullacea*, *Raistrickia macrurus*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Cristatisporites echinatus*, *Lophozonotriletes rarituberculatus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, *Perotrilitis* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

##### Rivage-gare 131 (florizone PLm)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Retusotriletes verrucosus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Hystricosporites* sp. aff. *H. multifurcatus*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Lophozonotriletes lebedianensis*, *Vallatisporites pusillites*, *Hymenozonotriletes acanthyrugosus*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, *Perotrilitis* cf. *perinatus*.

##### Rivage-gare 96 (florizone PLi)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora solisortus*, *Perotrilitis* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

Dans la coupe de *Chanxhe*, le niveau 111 (équivalent au niveau 108 de Rivage-gare) contient *Spathognathodus costatus ultimus*, caractéristique de la zone à conodontes *costatus* moyenne et supérieure (toVI - *Wocklumeria Kalk* - dans la coupe d'Oberrödinghausen). D'autre part, c'est dans la coupe de Chanxhe que les populations d'*Hymenozonotri-*

*letes lepidophytus* ont été étudiées particulièrement sous l'angle de leur biométrie : les histogrammes de fréquence de taille de cette espèce aux niveaux 112 et 129 servent de référence à la définition des limites C/D/E (voir Streel 1966, hors-texte 1 et 1968, fig. 1 : niv. 12 et 8).

##### Chanxhe 116-129 (florizone PLm)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Spinozonotriletes* cf. *uncatus*, *Spinozonotriletes* cf. *tenuispinus*, *Hystricosporites* sp. aff. *H. multifurcatus*, *Raistrickia ampullacea*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, *Perotrilitis* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

##### Chanxhe 101-114 (florizone PLi)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Pulvinispora depressa*, *Retusotriletes planus*, *Acanthotriletes hacquebardii*, *Hymenozonotriletes microsetus*, *Spinozonotriletes* cf. *uncatus*, *Spinozonotriletes* cf. *tenuispinus*, *Dibolisporites echinaceus*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, *Auroraspora solisortus* cf. *Diaphanospora perplexa*, *Perotrilitis* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

##### Chanxhe 70 (florizone VUs)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Pulvinispora depressa*, *Retusotriletes planus*, *Archaeozonotriletes famenensis*, *Spinozonotriletes* cf. *tenuispinus*, *Hystricosporites* cf. *obscurus*, *Raistrickia variabilis*, *Hymenozonotriletes* aff. *H. archaeolepidophytus*, *Knoxiosporites pristinus*, *Lophozonotriletes lebedianensis*, *Tumulispora ordinaria*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, *Auroraspora solisortus*, cf. *Diaphanospora perplexa*, *Perotrilitis* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

#### 6) Ratingen

Cet affleurement classique (Paul 1937, 1939 ; Böger 1962) dans l'anticlinal de Velbert, environ 10 km à l'est du Rhin se trouve dans le parc « Blauer See » (feuille Kettwig, en 1 : 25.000, r. 60.000 h. 86160). Les couches affleurent le long du chemin de l'entrée au théâtre de plein air. Une coupe détaillée sous la dénomination « Cromford » est publiée par Conil & Paproth (1968) reprenant la numérotation des bancs de Paul (1939) et décrivant la position des faunes à Céphalopodes et Foraminifères. Nous utilisons aussi cette numérotation.

Böger (1962, p. 139) a trouvé dans les 5-6 m. supérieurs des couches 24 + 25 (le « calcaire à Ostracodes », banc 6 de Böger), des Conodontes peu abondants, *Siphonodella lobata* et *Polygnathus inornata*, qui indi-

quent, d'après Böger, à peu près le toit des couches à *Gattendorfia*. La position exacte de *Cymaclymenia euryomphala* dans le profil n'est pas connue, parce que les affleurements y sont incomplets.

On peut trouver ce fossile à présent dans un grès brunâtre, altéré, qui à l'origine a eu certainement un certain contenu en calcaire. Cette succession gréseuse se trouve à la place des couches 22 + 23 (« j » de Conil 1964, p. 62), en-dessous du calcaire à Ostracodes dont le toit appartient à la partie supérieure des couches à *Gattendorfia*, et au dessus de la succession calcaireuse 21. Paul (1939 p. 656) qui a donné des détails très précis, indique *Cymaclymenia euryomphala* aussi un peu plus bas, dans les 7,20 m de base de la succession 21 (« i » de Conil 1964, p. 61). Les deux couches à *C. euryomphala* appartiennent à la partie la plus ancienne du Tn1b (à *Quasiendothyra communis*, *Quasiendothyra kobetusana* et *Cryptophyllus*) ; en étudiant les coraux de la couche 21 récoltés par Paul et Schindewolf, M. Weyer a trouvé des formes dites typiques du Tn1a.

Une faune à *Kosmoclymenia* sp. correspondant à la biozone to VI a été trouvée par Paul (1939, pp. 663, 698) dans une coupe voisine qui est complètement détruite (vieille carrière à l'ouest de Klein-Steinkothen). Le banc à *Kosmoclymenia* doit être l'équivalent latéral du banc 15 de Ratingen.

La coupe contient les assemblages de spores suivants, de haut en bas :

#### Ratingen 17-19 (florizone PLs1)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Grandispora echinata*, *Spinozonotriletes* cf. *uncatus*, *Spinozonotriletes* cf. *uncatus*, *Spinozonotriletes* cf. *tenuispinus*, *Pustulatisporites gibberosus*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Knoxisporites* cf. *hederatus*, *Lophozonotriletes rarituberculatus*, *Tumulispora ordinaria*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, *Perotriletes* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

#### Ratingen 3 (florizone PLi ?)

*Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Retusotriletes planus*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Vallatisporites pusillites*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora solisortus*, *Perotriletes* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

Chacun de ces assemblages contient *H. lepidophytus* en grand nombre. Les échantillons 17-19 correspondent aux zones E et F, les échantillons 3 à la zone D. L'ensemble des spores sont représentées cependant par des spécimens très petits et par suite, la signification stratigraphique de ces zones basées sur la biométrie nous paraît sujette à caution.

TABLEAU 1.

CEPHALOPODES		CONODONTES	
? cuIIa	Zone à <i>Gattendorfia crassa</i>	Subzone à <i>Imitoceras patens</i> (45 cm puissance)	Zone à <i>Siphonodella crenulata</i>
		Subzone à <i>Pseudarietites westfalicus</i> (35 cm puissance)	Zone à <i>Siphonodella triangula triangula</i>
<i>Gattendorfia</i> Stufe cuI	Zone à <i>Gattendorfia subinvoluta</i>	Subzone à <i>Pseudarietites dorsoplanus</i> (30 cm puissance)	Zone à <i>Siphonodella duplicata-triangula-inaequalis</i>
		Subzone à <i>Imitoceras acutum</i> (40 cm puissance)	Zone à <i>Siphonodella sulcata-Protognath. kockeli</i>
<i>Wocklumeria Kalloclymenia</i> Stufe	Zone à <i>Parawocklumeria paradoxa</i>	Zone à <i>Wocklumeria sphaeroides</i> (680 cm puissance)	« Faune » à <i>Protognathodus</i>
		Zone à <i>Kamptoclymenia endogona</i> (110 cm puissance)	Zone à <i>Sp. cost. ultimus</i>
( <i>Wocklumeria</i> Stufe) to VI	Zone à <i>Kalloclymenia subarmata</i> et <i>Kalloclymenia brevispina</i> (200 cm puissance)		<i>Spathognathodus costatus costatus</i>
<i>Clymenia</i> -Stufe to V			

## 7) Oberrödinghausen

L'affleurement « Oberrödinghausen » se trouve dans la tranchée du chemin de fer de Menden à Balve, environ 450 m au Sud de la station Oberrödinghausen, sur le versant occidental de la vallée de la Hönne (feuille Balve, en 1 : 25000, r. 19400, h. 96100). De haut en bas, y affleurent :

- Liegende Alaunschiefer,
- Obere Hangenberg-Schichten (Hangenberg-Kalk ou *Gattendorfia* Kalk),
- Untere Hangenberg-Schichten (Hangenberg-Schiefer),
- *Wocklumeria*-Kalk,
- Dasberg-Kalk et la succession plus ancienne du Dévonien supérieur.

La localité a été rendue classique par les études minutieuses des Céphalopodes du *Wocklumeria*-Kalk (Schindewolf 1937) et du *Gattendorfia*-Kalk (Vöhringer 1960). Les Conodontes des deux calcaires noduleux ont été étudiés par Voges (1960) et dans les affleurements proches par Ziegler (1962, p. 140-151). De plus, cette localité a été proposée comme profil de référence par Paeckelmann & Schindewolf (1937, p. 710) au cours de leur motion concernant la définition de la limite entre Devonien et Carbonifère qui a été acceptée par le 2<sup>e</sup> Congrès de Stratigraphie du Carbonifère à Heerlen (1935) (C.R., vol. 1, pp. 7-8) : la première apparition de l'espèce *Gattendorfia subinvoluta* marquant la base du Carbonifère. A Oberrödinghausen, *Ga. subinvoluta* apparaît à la base du Hangenberg-Kalk. La qualité du profil Oberrödinghausen comme profil de référence officiel lui a assuré, dès 1935, un intérêt tout particulier de la part des stratigraphes. Cet intérêt s'était renforcé par la richesse en fossiles guides des deux séquences de calcaire noduleux, du Hangenberg-Kalk et du *Wocklumeria*-Kalk. Dans les Hangenberg-Schiefer, au contraire, on connaissait seulement *Guerichia venustiformis* qui n'est pas un fossile guide et, dans les 50 cm les plus bas, des *Cymaclymenia euryomphala*. L'absence des fossiles guides dans la succession en dessous du Hangenberg-Kalk et le changement net des sédiments — de calcaire noduleux aux schistes gréseux — ont beaucoup troublé les stratigraphes.

La subdivision biostratigraphique des couches près de la limite dévono-carbonifère de cet affleurement est reprise au tableau 1. Les Hangenberg-Schiefer se situent dans la subzone à *Wocklumeria sphaeroides* de Schindewolf (1937, p. 38). Celle-ci est représentée ici par :

les Hangenberg-Schiefer :

- schistes à *Imitoceras* sp., puissance 550 cm,
- schistes à *Cymaclymenia euryomphala*, puissance 50 cm,

la partie supérieure (80 cm de puissance) du

*Wocklumeria*-Kalk (couches n° 1 à 4 de Schindewolf).

Les nombreux Céphalopodes trouvés récemment dans les Hangenberg-Schiefer sont *Cymaclymenia euryomphala* et *Prionoceras (Imitoceras)* sp. (« *Imitoceras* sp. » dans le texte) (2). Tous les exemplaires de *Cymaclymenia euryomphala* sont aplatis. La suture est visible sur quelques exemplaires. Les *Imitoceras* sont tous incomplets et plus ou moins écrasés, sauf quelques petits exemplaires qui ne sont pas déterminés. La plupart des *Imitoceras* sont des empreintes et des moulages sculptés. Un seul exemplaire trouvé par M. J. Gandl de l'Université de Würzburg, montre la suture sur le flanc (pl. 24, fig. 2). Tous les spécimens plus grands qu'1 cm montrent un ombilic très étroit ; deux spécimens plus petits, dont la région ombilicale est mal conservée, pourraient avoir un ombilic un peu moins étroit que les autres. Les spécimens sont ornementés par des stries fines d'accroissement formant sur les flancs une double courbure légère et passant par la face ventrale droite ou très faiblement convexe vers l'avant. Plusieurs exemplaires, qui sûrement ne sont pas influencés par une déformation significative due à l'écrasement, montrent des sillons nets sur les flancs et sur la face ventrale. Par ces caractères, on peut déterminer les exemplaires comme *Prionoceras (Imitoceras)* sp. La détermination au niveau spécifique n'est pas possible étant donné l'état de conservation des spécimens.

### Assemblages de spores des Hangenberg-Schiefer dans l'Hönnetal.

Onze échantillons se succédant à 50 cm d'intervalle l'un de l'autre à partir de la base des Hangenberg-Schiefer à Oberrödinghausen contiennent des spores dont la liste des espèces est donnée ci-dessous :

#### Florizone PLs2

*Punctatisporites irrasus*, *Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Baculatisporites fusticulus*, *Retusotriletes planus*, *Schopfites* cf. *claviger*, *Verrucosporites nitidus*, *Grandispora echinata*, *Raistrickia corynoges*, *Corbulispora* cf. *subalveolaris*, ? *Dictyotriletes* sp. *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Cristatisporites echinatus*, *Knoxisporites* cf. *pristinus*, *Knoxisporites literatus*, *Lophozonotriletes lebedianensis*, *Lophozonotriletes rarituberculatus*, *Tumulispora ordinaria*, *Vallatisporites pusillites*, *Hymenozonotriletes* cf. *acanthyrugosus*, *Endosporites* gr. *minutus*, *Auroraspora macra*, cf. *Diaphanospora perplexa*, *Perotrilites* cf. *perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*.

Un accroissement significatif des pourcentages relatifs d'*H. lepidophytus* commence à 1,50 m au-dessus de la base des Hangenberg-Schiefer pour atteindre 25 % de l'assemblage à 3 m au-dessus de la

(2) Les spécimens se trouvent dans la collection du Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, sous les numéros de Kar 220-318.



base. Entre 3,50 et 4 m, les assemblages passent de la zone biométrique D à la zone biométrique E. C'est aussi dans cet intervalle que *Vallatisporites pusillites* montre un accroissement sensible de son pourcentage relatif qui passe de valeurs de l'ordre de 5 % à des valeurs supérieures à 20 %. Les échantillons prélevés à 4,5 m et à 5 m contiennent des spores mal conservées (voir fig. 9, pl. 3) ; la taille d'*H. lepidophytus* correspondrait à la zone D. Deux échantillons, prélevés à Oese en face de la station du chemin de fer, respectivement à la base des Hangenberg-Schiefer et 2 m au-dessus de cette base, ainsi que 3 échantillons prélevés à 1 mètre d'intervalle environ dans les Hangenberg-Schiefer exposés dans le thalweg d'un ruisseau à Apricke contiennent des assemblages aux caractéristiques comparables à ceux d'Oberrödinghausen.

#### 8) Stockum

L'affleurement de « Stockum » se trouve près du village Stockum, à côté d'un chemin récemment asphalté, au pied sud-ouest du Spitzer Kahlen-Berg (feuille Plettenberg, en 1:25000, r. 30200, h. 84600). Y affleurent plus de 8 m de Hangenberg-Schichten. Ce sont des psammites calcareux alternant avec des schistes gréseux. *Guerichia venustiformis* (Sadykov) se trouve fréquemment dans tout le profil, sauf dans la partie supérieure de la couche 15 où elle manque. Dans la partie supérieure de la couche 3 se trouvent en outre des restes d'autres Lamellibranches et un reste de Céphalopode. Celui-ci ne montre ni suture ni sillon ; son ombilic étroit et sa sculpture le rapprochent des *Imitoceras* de Oberrödinghausen. Nous le nommons « *Prionoceras (Imitoceras) sp.* » (De 319) (3).

A cette localité, à hauteur de la couche 4 environ, comme M. Hermann Schmidt l'a montré à l'occasion d'une visite de la coupe, W. Henke avait trouvé une lentille calcareuse riche en céphalopodes étudiés par H. Schmidt. D'après la révision récente par D. Weyer (1965, p. 293), cette faune contient :

- Prionoceras (Imitoceras) substriatum* (Münster)
- Prionoceras (Imitoceras) intermedium* (Schindewolf)
- Prionoceras (Imitoceras) carinatum* (H. Schmidt)
- Prionoceras (Imitoceras) prorsum prorsum* (H. Schmidt)

D. Weyer (1965, p. 293 f.) a découvert que ce calcaire contient également des conodontes : *Polygnathus communis communis* Branson & Mehl et *Gnathodus n. sp.* A Collinson, Scott & Rexroad (1962). Weyer en déduit un âge un peu plus ancien que la partie la plus inférieure du *Gattendorfia*-Kalk à Oberrödinghausen.

Cette détermination a été confirmée par une étude plus récente. Ziegler (1969, p. 349) en décrit les Conodontes suivants :

<i>Protognathodus kockeli</i>	<i>Prioniodina</i>
<i>P. meischneri</i>	<i>Hindeodella</i>
<i>P. collinsoni</i>	<i>Neoprioniodus</i>
<i>Ligonodina</i>	<i>Spathognathus</i>
<i>Lonchodina</i>	<i>Ozarkodina</i>
<i>Hibbardella</i>	<i>Polygnathus communis</i>
<i>Angulodus</i>	

Pour cette faune à *Protognathodus*, Ziegler n'a pas créé une zone puisqu'on ne connaît pas, ni vers le haut ni vers le bas, une succession de Conodontes continue dans cette coupe. Il signale cependant (Nachtrag, p. 357) l'existence dans la Seiler, près d'Iserlohn, sous un calcaire à *Gattendorfia*, de deux faunes à *Protognathodus*, l'une, l'inférieure, comparable à celle citée ci-dessus, l'autre, la supérieure, où *Gnathodus n. sp. B sensu* Collinson, Scott & Rexroad (1962) domine.

La limite inférieure des Liegende Alaunschiefer (à *Siphonodella crenulata*) n'affleure pas au Spitzer Kahlen-Berg. D'après la lithologie, on pourrait supposer qu'elle se trouve 18 m au-dessus de la couche 15. La puissance considérable des Hangenberg-Schichten peut être expliquée par la richesse en sable de ce profil. La puissance des Hangenberg-Schichten s'accroît en fonction du contenu en sable.

Les assemblages de spores proviennent de trois niveaux situés respectivement à 1 m, 2 m et 5 m au-dessus de la faune à Céphalopodes et à Conodontes.

#### Stockum 1-4 (florizone PLs 3)

*Punctatisporites irrasus*, *Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Baculatisporites fusticulus*, *Verrucosisporites nitidus*, *Grandispora echinata*, *Dictyotriletes trivialis*, ? *Dictyotriletes sp.*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Knoxisporites cf. pristinus*, *Lophozonotriletes rarituberculatus*, *Vallatisporites pusillites*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Auroraspora macra*, *Perotriletes cf. perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*.

#### 9 et 10) Tournaisis

Les sondages de Tournai (9) et de Leuze (10) sont implantés à 15 km de distance l'un de l'autre, à l'ouest du Synclinorium de Namur (Belgique), soit plus près du paléorivage que l'ensemble des coupes citées jusqu'ici. Legrand, Mamet & Mortelmans (1966) ont publié une analyse lithologique, rythmique et micropaléontologique de ces sondages. Dans l'intervalle sédimentaire qui nous concerne ici, il faut

(3) Numéro de la collection du Geologisches Landesamt, Krefeld.

admettre que si des formations telles que Assise d'Evieux ?, Calcaire d'Etrœungt, Calcaire d'Hastière, schistes à *Peracuta* ont été identifiées (voir aussi Mortelmans, 1969, p. 21), par contre, la biostratigraphie de ces couches est encore très imprécise. D'autant plus est-il prématuré de tenter une datation de ces formations par les sigles chronostratigraphiques Tn1a, Tn1b.

Les assemblages de spores décrits ci-dessous sont situés par les cotes de profondeur des sondages.

Sondage de Leuze : 599-575 m, faciès des schistes à *peracuta* - Florizone TE

*Punctatisporites irrasus*, *Punctatisporites obliquus*, *Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Baculatisporites fusticulus*, *Retusotriletes planus*, *Retusotriletes rotundus*, *Verrucosporites nitidus*, *Grandispora echinata*, *Archaeozonotriletes gracilis*, *Hymenozonotriletes microsetus*, *Spinozonotriletes cf. uncatas*, *Spinozonotriletes cf. tenuispinus*, *Raistrickia variabilis*, *Raistrickia corynoges*, *Hymenozonotriletes cf. acanthyrugosus*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Dictyotriletes trivialis*, *Endosporites gr. minutus*, *Auroraspora macra*, cf. *Auroraspora solisortus*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

Sondage de Tournai : 215-212 m, faciès des schistes à *peracuta* - Florizone TE

*Punctatisporites irrasus*, *Punctatisporites obliquus*, *Retusotriletes incohatus*, *Baculatisporites fusticulus*, *Retusotriletes planus*, *Verrucosporites nitidus*, *Grandispora echinata*, *Archaeozonotriletes gracilis*, *Spinozonotriletes cf. uncatas*, *Raistrickia variabilis*, ? *Stenozonotriletes sp.*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Endosporites gr. minutus*, *Auroraspora macra*, *Hymenozonotriletes versabilis*, *Dictyotriletes trivialis*.

Sondage de Tournai : 325-315 m, faciès de l'assise d'Evieux ? - Florizone PLs.

*Punctatisporites irrasus*, *Retusotriletes incohatus*, *Retusotriletes punctatus*, *Retusotriletes verrucosus*, *Baculatisporites fusticulus*, *Apiculiretusispora plicata*, *Retusotriletes planus*, *Verrucosporites nitidus*, *Grandispora echinata*, *Hymenozonotriletes microsetus*, *Spinozonotriletes cf. uncatas*, *Spinozonotriletes cf. tenuispinus*, *Pustulatisporites gibberosus*, *Hytricosporites cf. obscurus*, *Hytricosporites spp.*, *Hytricosporites sp. aff. H. multifurcatus*, *Raistrickia macrurus*, *Raistrickia variabilis*, *Raistrickia corynoges*, *Hymenozonotriletes lepidophytus*, *Hymenozonotriletes aff. H. archaelepidophytus*, *Cristatisporites echinatus*, *Archaeozonotriletes dedaleus*, *Knoxisporites cf. pristinus*, *Lophozonotriletes cf. grandis*, *Tumulispora ordinaria*, *Vallatisporites pusillites*, *Dictyotriletes trivialis*, *Hymenozonotriletes cf. acanthyrugosus*, *Endosporites gr. minutus*, *Auroraspora macra*, *Auroraspora solisortus*, cf. *Diaphanospora perplexa*, *Endosporites ? sp. Perotriletes cf. perinatus*, *Hymenozonotriletes famenensis*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

Une partie de cet assemblage est décrit et figuré par Caro-Monieze (1962). *H. lepidophytus* est rare et de très petite taille : 21 (31-36) 51 µ.

## 11) Feluy

Coupe dans la vallée de la Samme (Belgique) à une cinquantaine de kilomètres à l'Est de Tournai. Profil 932 décrit et figuré par Conil 1959, pl. VI. Austin & Rhodes (1970) ont identifié *Polygnathus communis communis*, *Spathognathodus costatus costatus*, *S. costatus sulciferus* et *Patrognathus variabilis* dans le banc 21, situé 8 m en-dessous de l'assemblage de spores ci-dessous. Tchigova (1970, p. 552) a trouvé une faune d'ostracodes « *Malevka-Upa* » dans les 2 mètres de sédiments situés sous la faune à conodontes.

L'assemblage de spores ci-dessous provient des schistes du sommet de la coupe 932 figurée par Conil (1959).

### Feluy 2-1 (florizone TE)

*Leiotriletes ornatus*, *Punctatisporites irrasus*, *Retusotriletes incohatus*, *Baculatisporites fusticulus*, *Retusotriletes planus*, *Verrucosporites nitidus*, *Archaeozonotriletes gracilis*, *Spinozonotriletes cf. tenuispinus*, *Raistrickia variabilis*, *Raistrickia corynoges*, *Endosporites gr. minutus*, *Dictyotriletes trivialis*, *Auroraspora macra*, *Hymenozonotriletes versabilis*.

12 à 19) 205 échantillons récoltés à l'est du Rhin ont été macérés sans succès ou contenaient seulement de très rares spores. La liste des points de prélèvement est donné ci-dessous : à Oberrödinghausen-ouest (rail), 10 échantillons dans le *Gattendorfia-Kalk* ; à Oberrödinghausen-est (route : voir Ziegler 1962), 9 échantillons dans la partie gréseuse des Hangenberg-Schiefer (Hangenberg-Sandstein) et 32 échantillons, de la zone à conodontes *velifera* à la zone *costatus*. A Oese, en face de la station de chemin de fer, 2 échantillons dans le Wocklumer Kalk, 3 échantillons de part et d'autre du *Gattendorfia-Kalk*.

## 12) Velberter Sattel

Deux échantillons à Dresberg, 1 échantillon à Kopfstation Neviges, dans les équivalents schisteux non datés des Hangenberg-Schiefer (voir Conil & Paproth, 1968).

## 13) Wocklum, Borke-Wehr et la pente SW du Trachtenberg près de Langenholthausen

L'affleurement près du Borke-Wehr est la localité type des Wocklumer Schichten (feuille Balve, en 1:25000, r. 22070, h. 88640). Ici et au Trachtenberg (feuille Balve, en 1:25000, r. 21880, h. 86310), l'épaisseur des Hangenberg-Schiefer est réduit à environ 1 m (voir Voges 1960, p. 205 ; H. Schmidt & Plessmann 1961, p. 56 ; Schindewolf 1937, p. 41-42). 8 échantillons ont été prélevés dans les calcschistes des Wocklumer Kalk et *Gattendorfia-Kalk* et dans les Hangenberg-Schiefer.

#### 14) Grimminghausen

Elsper Mulde (voir Rabien 1960, p. 87) 10 échantillons prélevés de part et d'autre des schistes contenant des trilobites contemporains de la zone à *Gattendorfia*.

#### 15) Drewer, « östlicher Provinzialsteinbruch »

La carrière près de Brilon (feuille Rüthen, en 1:25000, r. 55400, h. 06900) est la localité où Schindewolf (1937, p. 14) a trouvé *Cymaclymenia euryomphala* et plusieurs espèces de Clymeniides dont *Wocklumeria sphaeroides* dans les Hangenberg-Schiefer (voir H. Schmidt 1927a, p. 7 ; 1927b) : 5 échantillons dans le Wocklumer Kalk, les 25 cm de Hangenberg-Schiefer noirs et le *Gattendorfia*-Kalk.

#### 16) Meschede

51 échantillons datés par Ostracodes et Conodontes (voir Rabien & Rabitz 1958) et s'étageant des couches d'Adorf ou Liegende Alaunschiefer.

#### 17) Kellerwald

28 échantillons, la plupart datés par Conodontes et Ostracodes, recueillis par le Professeur D. Meischner et s'étageant des couches d'Adorf au Liegende Alaunschiefer.

#### 18) Dill-Mulde

30 échantillons bien datés par Conodontes et Ostracodes recueillis par le Dr. A. Rabien et s'étageant des couches d'Adorf au Liegende Alaunschiefer.

4 échantillons proches ou appartenant au Hangenberg-Schiefer contiennent un assemblage semblable à celui de Oberrödinghausen-rail et sont à l'étude.

#### 19) Ost-Thüringen

4 échantillons provenant de la carrière de Geipel dans la ville de Schleiz (Thüringen), dans des schistes à *Wocklumeria*, et d'une carrière proche de l'ancienne Buschteich près de Rödersdorf, au nord de Schleiz (voir Gründel 1961, p. 66). Ces échantillons ont été récoltés par le Dr. D. Weyer.

#### 20) Oberfranken

6 échantillons provenant de la localité-type du genre *Gattendorfia* Schindewolf, au NW de Kirchgattendorf, dans les schistes à nodules calcareux de la zone à *Gattendorfia subinvoluta* (voir Vöhringer 1960, p. 189) ; de la vallée de la Wilde Rodach, près de Fels dans 15 m de schistes gris de l'étage à *Gattendorfia*, à *Guerichia venustiformis* (voir Wurm 1925, p. 174, Abb. 47).

### III. DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE DES FOSSILES EN RELATION AVEC LA SEDIMENTATION

La figure 3 reprend une liste d'espèces identifiées dans les bassins ardenno-rhénaux. Cette liste n'est pas complète puisqu'elle ne comprend pas les espèces nouvelles qui seront décrites ailleurs, en même temps que seront proposées aussi de nouvelles combinaisons taxonomiques.

Les points d'apparition, d'abondance et d'extinction de ces espèces déterminent une succession de florizones identifiées par les symboles GM (*gracilis-minutus*), VU (*versabilis-uncatus*), PL (*pusillites-lepidophytus*) et TE (*trivialis-explanatus*) et leurs subdivisions éventuelles, i (inférieur,) m (moyen) et s (supérieur).

Dans l'ensemble du Synclinorium de Dinant et de la Vesdre ainsi qu'à Ratingen, des sédiments carbonatés, dépourvus de spores, s'intercalent entre la florizone PLs1 et la florizone TE (voir fig. 1). La florizone PLs1 correspond très régulièrement aux zones E et F basées sur la biométrie de *H. lepidophytus* (Streel 1966). Dans l'Avesnois et à Ratingen cette florizone est de même âge ou plus ancienne que la zone à *Cymaclymenia euryomphala*.

Dans la région de l'Hönnetal, seules ont été identifiées les florizones PLs2 (à Oberrödinghausen, à Oese et à Apricke) et PLs3 (à Stockum). L'apparition, dans les florizones PLs de cette région, des espèces connues seulement à partir de la florizone TE dans le Synclinorium de Dinant suggèrent une position stratigraphique intermédiaire entre les florizones PLs1 et TE. Ceci est en accord avec la distribution des faunes à Céphalopodes et à Conodontes puisque les florizones PLs2 et 3 surmontent respectivement la zone à *Cymaclymenia euryomphala* et sont contemporaines de la faune à *Imitoceras* sp. L'étude biométrique de *H. lepidophytus* conduit cependant à placer la florizone PLs2 de l'Hönnetal aux niveaux D et E, ce qui est en désaccord avec les observations précédentes puisque ces zones biométriques (D et E) sont plus anciennes à l'ouest du Rhin où elles appartiennent aux florizones PLm-

PLs1. Cette contradiction apparente nous avait conduit à admettre (Streel 1969) une alternative de deux hypothèses de corrélation entre les faciès de part et d'autre du Rhin : la première (hyp. A) se basait sur la succession des assemblages dénommés ici PLs1/PLs2-3/TE ; la seconde (hyp. B) se basait sur l'étude biométrique d'*H. lepidophytus*.

Sur le bord nord du bassin de Namur, dans le Tournaisis, la florizone PLs est présente dans le sondage de Tournai (315-325 m) en dessous de l'équivalent lithostratigraphique (Mortelmans 1969) du Calcaire d'Étroeungt. La faune à Foraminifères n'exclut pas cependant un âge plus récent. La liste spécifique des spores place, en effet, cette partie du sondage dans les florizones PLs2 ou 3, c'est-à-dire dans l'équivalent biostratigraphique des Hangenberg-Schiefer.

Les corrélations par florizones entre les faciès bathyaux de l'Hönnetal et les faciès littoraux franco-belges dépendent par conséquent de la position stratigraphique relative des florizones PLs1 d'une part et PLs2 et 3 d'autre part. Comme on ne pouvait préjuger de la position réelle du niveau d'apparition de *Cymaclymenia euryomphala* à l'ouest du Rhin (puisque les faunes à Céphalopodes plus anciennes n'y ont pas été identifiées), la contemporanéité des florizones PLs1 et PLs2-3, suggérée par l'analyse biométrique d'*H. lepidophytus* était vraisemblable. C'est l'hypothèse de corrélation B que nous avons provisoirement adoptée (Streel 1969). Depuis la formulation de cette hypothèse cependant, on a publié de nouveaux exemples de superposition de florizones riches en *Hym. pusillites sensu lato* (comme PLs2-3) sur des florizones qui contiennent peu ou pas de *H. pusillites* (comme PLs1). De telle sorte que la zonation floristique telle qu'elle est suggérée par la figure 3 (et qui correspond à l'hypothèse A ; Streel 1969) nous paraît maintenant plus vraisemblable. Nous expliquons plus loin la présence de grandes formes de *H. lepidophytus* dans l'Hönnetal à un niveau stratigraphique qui dans l'hypothèse A se situe au-dessus des plus petites formes d'*H. lepidophytus* trouvées à l'ouest du Rhin.

D'autre part, il faut remarquer que l'adoption de cette hypothèse A pose le problème de la continuité ou de la non-continuité sédimentaire des profils de l'Hönnetal au niveau des schistes de Hangenberg, déjà mise en question par O. Schindewolf (1937, p. 41 et 42). En effet, d'une part l'extinction des faunes à *Conodontes costatus* se produit près de la base de l'« assise » de Comblain-au-Pont dans l'Ourthe et le Hoyoux et immédiatement sous les Hangenberg-Schiefer à Oberrödinghausen ; d'autre part, la florizone présente dans ces Hangenberg-Schiefer correspondrait à un niveau stratigraphique équivalent à la partie inférieure du Tn1b dans le Synclinorium de Dinant. L'équivalent sédimentaire de la plus grande partie de l'« assise » de Comblain-au-Pont et d'Étroeungt pourrait dès lors être en lacune dans l'Hönnetal.

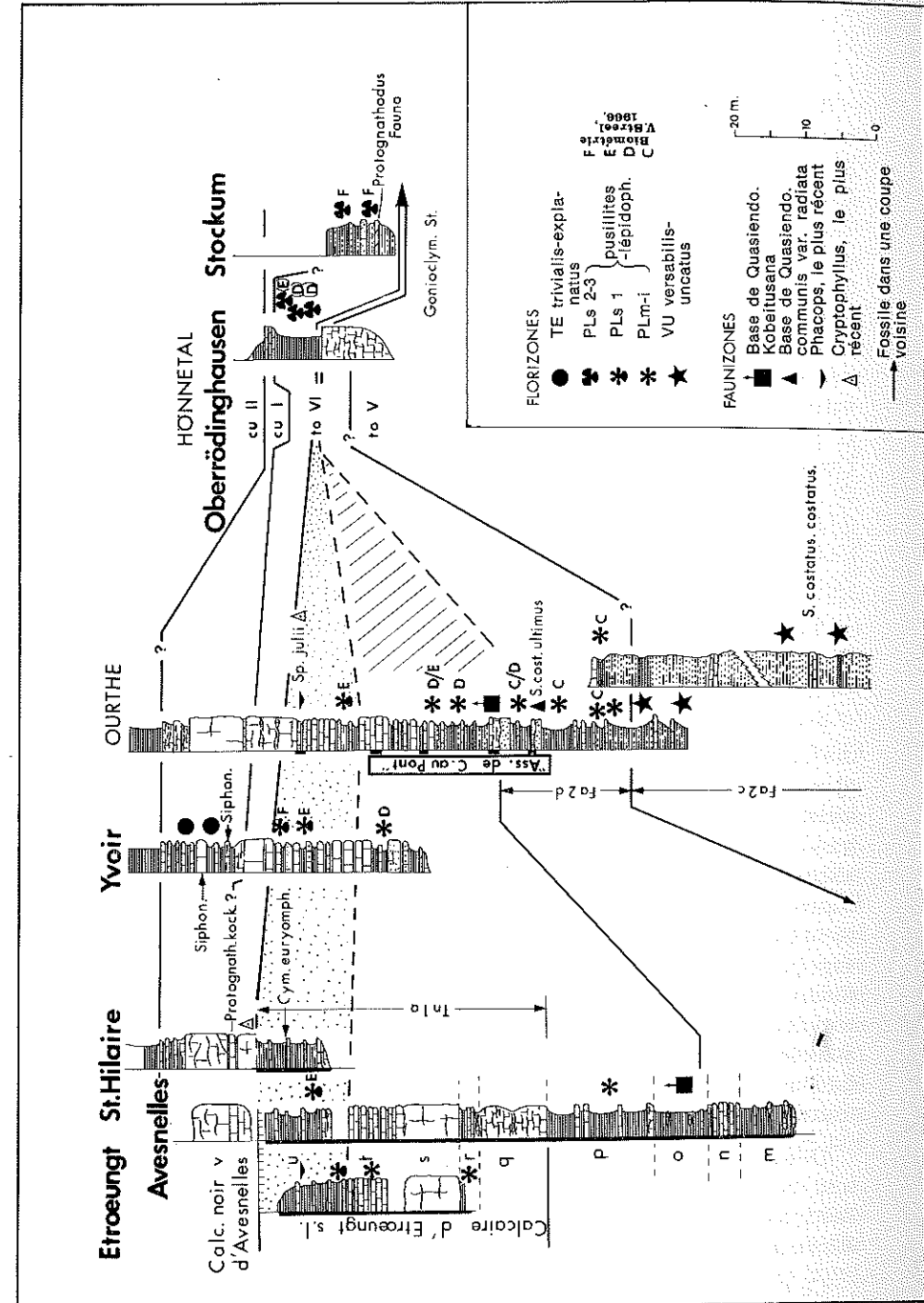


Fig. 1. — Zonation biostratigraphique d'Étroeungt à Stockum. — en pointillé : la zone à *Cymaclymenia euryomphala* et la zone PLs1 dans les faciès littoraux ardennais — en hachuré : l'intervalle sédimentaire en lacune possible dans l'Hönnetal.

L'existence éventuelle de lacunes partielles au niveau des Hangenberg-Schiefer est d'ailleurs un phénomène fréquent dans tout le bassin hercynien, plus précisément sur les rides, par exemple à Drewer, à Erdbach (Krebs 1966), dans le Harz et aussi en Franconie (Gandl 1968, Abb. 13), durant le Dévonien supérieur et le Dinantien plus ou moins inférieur. Il est très important de remarquer ici que la base des Hangenberg-Schiefer dans l'Hönnetal même et dans ses environs (Oese) est formée par des schistes noirs, très fins, se distinguant nettement par ce caractère des parties plus hautes des mêmes Hangenberg-Schiefer qui sont calcareuses, gréseuses et de couleur grisâtre-verdâtre. A Drewer, la partie schisteuse des Hangenberg-Schiefer consiste exclusivement en schistes noirs. La faune plus riche de Drewer, à caractères paléontologiques un peu plus anciens que ceux de l'Hönnetal, a déterminé Schindewolf (1937, p. 36) à mettre en doute la stricte contemporanéité des deux Hangenberg-Schiefer ; il s'est même demandé si le faciès des Hangenberg-Schiefer ne commençait pas, dans différents endroits, à des niveaux un peu différents.

Avant de continuer cette idée, il nous semble préférable d'expliquer les changements lithologiques et biologiques au niveau des Hangenberg-Schiefer de l'Hönnetal.

Les couches de l'étage à *Gattendorfia* (Hangenberg-Kalk ou *Gattendorfia*-Kalk) et les couches de la partie inférieure de l'étage à *Wocklumeria* (*Wocklumeria*-Kalk ou Wocklumer-Kalk) sont des formations identiques au point de vue pétrographique, ce sont des calcaires noduleux, des « Knollenkalke » ou « Cephalopodenkalke » de la littérature allemande, des calcaires à bancs minces, plus ou moins irréguliers, contenant des Céphalopodes ; quelques fois les nodules calcareux se trouvent dans une matrice plus marneuse. Les couches de la partie supérieure de la zone à *Wocklumeria*, les Hangenberg-Schiefer, sont des formations verdâtre-grisâtre à bancs minces, à grain fin, à contenu variable de grès et de calcaire. Les 50 cm les plus bas des Hangenberg-Schiefer consistent dans l'Hönnetal et ses environs en schistes noirs fins. La limite inférieure des couches noires est très nette ; vers le haut, la transition aux schistes verdâtres est brève.

Donc, une unité argilo-gréso-calcaireuse dont les couches de base sont noires et fines, les Hangenberg-Schiefer, s'intercalent entre deux successions de calcaire noduleux, le *Wocklumeria*-Kalk et le *Gattendorfia*-Kalk.

Ce double changement net de la composition pétrographique traduit-il un changement du biofaciès à la suite duquel on observe ces limites tranchées dans la biostratigraphie ? Dans la mégafaune, le fossile le plus abondant, au moins dans les deux unités inférieures (Wocklum-

Kalk et Hangenberg-Schiefer) est *Guerichia venustiformis* (Sadykow) ; elle se trouve aussi dans le *Gattendorfia*-Kalk.

A la suite de ces *Guerichia*, les fossiles les plus nombreux sont, dans les trois unités, les Céphalopodes, et parmi eux les *Imitoceras* dans le Hangenberg-Schiefer et le *Gattendorfia*-Kalk. Les Lamellibranches (excepté les *Guerichia*) et les Gastropodes sont rares dans les trois unités ; de même en est-il des Brachiopodes (Chonetoidea et Atremata). Les Trilobites sont nombreux dans les calcaires noduleux mais très rares dans les Hangenberg-Schiefer. On peut déduire de cette analyse que le biofaciès change relativement peu, malgré les variations nettes de la composition pétrographique.

Les couches du Dévonien supérieur et du Dinantien inférieur de Oberrödinghausen se sont déposées sur une « ride-basse » (Tief-Schwelle) dont les sédiments caractéristiques sont des calcaires noduleux. Les rides-basses (Rabien 1956, p. 65) étaient situées dans la région bathyale. Les calcaires à Céphalopodes permettent de reconnaître par leur texture et par la situation des organismes fossiles dans le sédiment une influence des courants marins de profondeur un peu plus accentuée que dans les bassins environnants ; elles se trouvent néanmoins encore en-dessous du domaine d'action des vagues et courants de surface, riche en oxygène, avec son monde d'organismes benthoniques (Rabien 1956, p. 65). Sur les rides-basses la sédimentation égalise approximativement la subsidence.

Le noyau des rides-basses est formé par un ou plusieurs récifs morts édifiés pendant le Givétien et le Frasnien. Pendant le Famennien et le Dinantien inférieur ces récifs morts ont été inclus dans une aire où se formaient les sédiments « bathyaux » : pour rétablir l'équilibre sédimentaire, la sédimentation y était plus lente sur les rides que dans les régions en dépression environnantes. On peut décrire les sédiments des rides comme « condensés ». Il y existe même des lacunes de sédimentation. Ces lacunes peuvent renfermer plus ou moins tout le Famennien et le Tournaisien (comme à Erdbach) ; plus souvent, la sédimentation était interrompue pour peu de temps (comme à Oberrödinghausen). Quelquefois, il est difficile ou impossible de décider s'il y a une ou plusieurs lacunes de sédimentation ou une condensation forte des sédiments (comme à Drewer).

Dans les bassins environnants régnait le faciès d'eau calme (Stillwasserfazies), interrompu épisodiquement par des courants de turbidité bourrés de sédiments. Ces courants venaient des directions nord-ouest, ils évitaient les rides ou bien ils étaient piégés par celles-ci.

Les sédiments liés aux courants vaseux dans la partie supérieure de la zone à *Wocklumeria* s'appellent « Hangenberg-Sandstein » et on les

connaît dans les environs de Oberrödinghausen. Les courants ont été arrêtés au bord nord de la ride-basse, (150 m de puissance dans le « Seiler Konglomerat » au nord de Iserlohn selon Koch, Leuteritz & Ziegler) et ils ont coulé autour de la ride (10-15 m de puissance dans le bassin).

De toute évidence, les schistes fins, noirs, à *Cymaclymenia euryomphala* qui forment les 50 cm de base des Hangenberg-Schiefer ne sont pas d'origine « turbulente ». Ils témoignent vraisemblablement d'une sédimentation lente, ils sont un sédiment condensé. A notre avis, la succession (de haut en bas) :

- calcaire noduleux à *Gattendorfia*
- env. 6 m de schistes calcaireux-gréseux à *Imitoceras*
- env. 50 cm de schistes fins et noirs à *Cymaclymenia euryomphala*
- calcaire noduleux à *Wocklumeria*

s'explique comme suit :

- sédimentation autochtone « normale » (*Gattendorfia*-Kalk).
  - // interruption de la sédimentation pendant le Tn1a le plus haut et//ou une partie inférieure du Tn1b.
  - irruption, aux environs, des turbidites type « Hangenberg-Sandstein » liées au « Seiler Konglomerat » ; dépôt de l'ombre des grands courants vaseux sur la partie plus élevée de la ride, où se trouve le profil actuel Oberrödinghausen.
- Inclusion dans le sédiment allochtone des fossiles plus ou moins autochtones (*Imitoceras*, *Guerichia*). Vers le haut normalisation des conditions sur la ride dont témoigne une diminution du contenu en grès, une raréfaction des spores et un accroissement du contenu en calcaire et en fossiles autochtones.
- sédimentation « verticale » lente, formation des schistes noirs fins à *Cymaclymenia euryomphala*.
  - // interruption de la sédimentation pendant la plus grande partie du Tn1a.
  - sédimentation autochtone « normale » (*Wocklumeria*-Kalk).

Les matériaux du Hangenberg-Sandstein sont moins répandus que les autres turbidites gréseuses du Dévonien supérieur. Ils sont exceptionnellement grossiers à Iserlohn (Seiler Konglomerat) et y présentent un aspect beaucoup plus frais que toutes les autres turbidites du Dévonien supérieur connus. De là provient, à notre avis, l'existence dans les Hangenberg-Schiefer des Spores, leur grand nombre et la taille relativement grande des débris de trachéides et de cuticules.

#### IV. DISTRIBUTION LATÉRALE DES SPORES, DES FACIES LITTORAUX AUX FACIES BATHYAUX

La rareté des échantillons schisteux contenant des spores dans les faciès bathyaux, à l'est du Rhin (18 échantillons seulement sur 223 échantillons traités) et, plus encore leur localisation stratigraphique restreinte aux Hangenberg-Schiefer, posent les problèmes de la distribution latérale et de la fossilisation des spores dans ces faciès.

Sur la figure 2 sont localisés, sur une carte paléogéographique (reprise de Paproth 1969) et sur un profil (fait d'après Rabien 1956), les coupes de terrains étudiées dans les différents faciès tant à l'ouest qu'à l'est du Rhin.

Les données acquises dans les synclinaliums de Namur et de Dinant, montrent que la quantité totale (exprimée en nombre de spores par gramme de sédiment) des spores distribuées sur le « shelf » décroît rapidement lorsque l'on s'éloigne du littoral. Les colonnes reprises sur la figure 2 expriment les seules valeurs maximales obtenues dans chaque localité. On doit ajouter cependant que le rapport du nombre d'échantillons contenant des spores au nombre d'échantillons macérés décroît lui aussi d'une manière significative. Ainsi, dans l'Avesnois, un tiers seulement des schistes étudiés contenait des spores en quantité appréciable, contre deux tiers dans la vallée de l'Ourthe. Il est clair que, dans l'aire sédimentaire et l'intervalle de temps considérés, la quantité de spores distribuées par les courants de surface (courants marins essentiellement mais aussi le vent) était relativement faible au niveau du talus continental. Or les échantillons qui contiennent des spores dans l'Hönnetal et à Stockum, en contiennent paradoxalement de grandes quantités (43.000 sp/gr. sédiment au maximum à Apricke ; 65.000 sp/gr. sédiment au maximum à Stockum). Il est difficile de concevoir la captation de telles quantités de spores à partir de courants de surface dans une aire sédimentaire aussi éloignée du rivage où les dépôts s'effectuent typiquement en-dessous du domaine d'action de ces courants. Seuls des courants de turbidité exceptionnels sont vraisemblablement ici en cause.

De ce point de vue, il apparaît que la rareté générale des spores dans les sédiments accumulés là où les courants de turbidité « normaux » viennent ralentir, cadre bien avec les conditions générales du bassin étudiées par les auteurs. Einsele (1963) par exemple, considère que les matériaux de silt et argile gris déposés durant le Famennien dans la région à l'est du Rhin, ont subi une sédimentation intermédiaire, provisoire, dans une région de mer peu profonde où ils auraient perdu leur coloration rouge initiale. Repris ultérieurement par les courants de turbidité il se serait déposé ensuite, en milieu

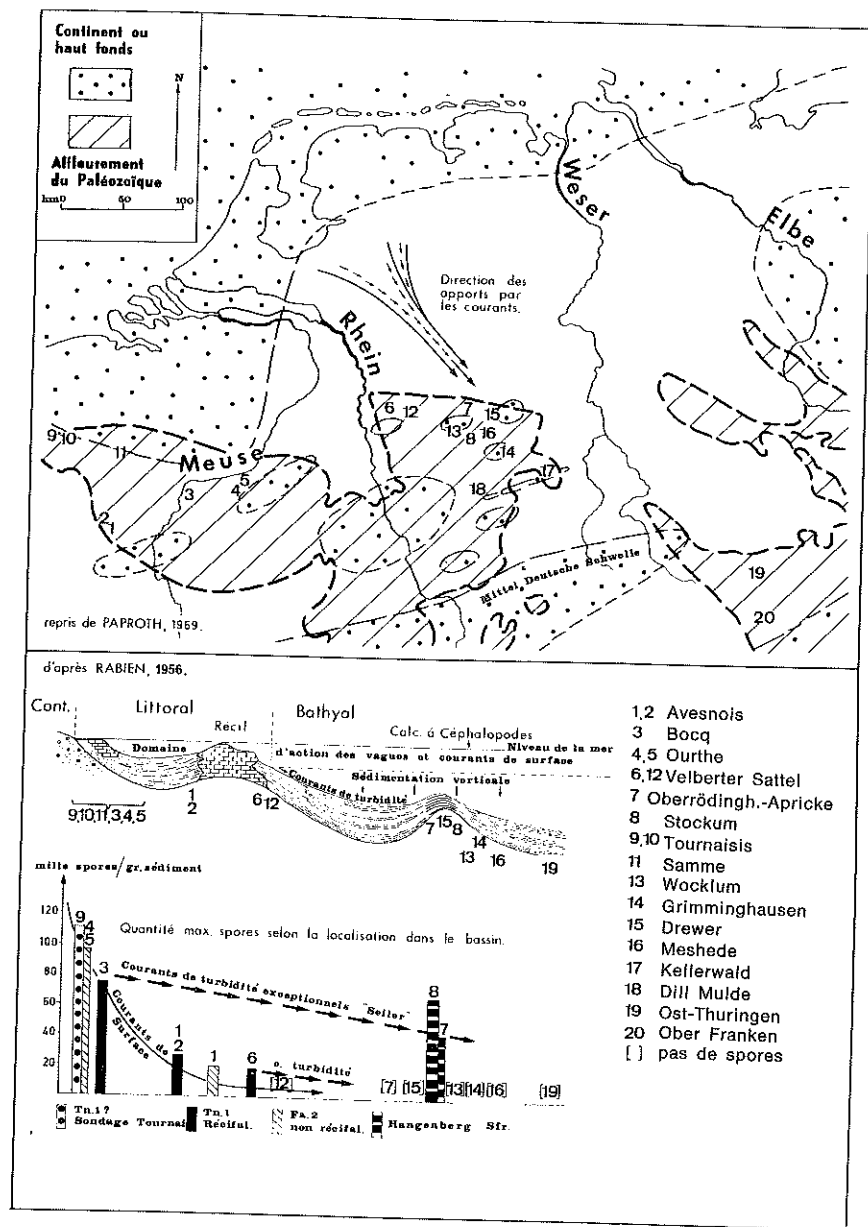


Fig. 1. — Distribution latérale des spores dans les bassins ardenno-rhénans.  
PAPROTH & STREEL 1971, Fig. 2

oxydant, à plus grande profondeur. L'absence générale des spores dans les sédiments définitivement déposés pourrait s'expliquer autant par la faible quantité de matière organique contenue dans les sédiments repris par les courants de turbidité que par les conditions oxydantes du milieu de dépôt définitif. Les photographies 6 et 7 (Pl. 26) illustrent les palynofaciès propres à ces dépôts de plus grande profondeur : minéraux insolubles dans l'acide fluorhydrique, plus ou moins abondants avec de très petits débris opaques et fragments d'algues (?); cuticules, trachéides et spores, extrêmement rares.

En revanche, il est concevable qu'au sommet du Dévonien (Hangenberg-Schiefer) des courants de turbidité exceptionnels aient amené localement des sédiments beaucoup plus riches en matière organique, repris à une aire de sédimentation, à l'origine beaucoup plus proche du littoral. Dans cette hypothèse, la quantité même de matière organique présente dans le sédiment, a pu équilibrer l'action destructrice d'un milieu de dépôt éventuellement oxydant. La photographie 8 (Pl. 26) représentant le palynofaciès typique des Hangenberg-Schiefer de l'Hönnetal, montre de nombreuses spores et des débris de trachéides et de cuticules de grande taille. Ce palynofaciès est comparable à ceux que l'on isole des sédiments proches du littoral (par exemple, les figures 11 et 12, Pl. 26).

Dans le chapitre précédent, nous avons déjà mentionné des sédiments de telles turbidites exceptionnelles, le « Seiler-Konglomerat » affleurant à quelques kilomètres de l'Hönnetal, au nord d'Iserlohn (redécrit par Koch, Leuteritz & Ziegler). Ce « Konglomerat » a amené évidemment les matériaux riches en matière organique de l'Hönnetal et de Apricke. La localité Stockum se trouve un peu plus éloignée, au sud-est. Il n'est à présent pas possible de prouver le rapport probable direct avec les turbidites exceptionnelles de la Seiler/Hönnetal. Une telle relation directe n'est même pas nécessaire. Il est concevable qu'au sommet du Dévonien (Hangenberg-Schiefer) plusieurs courants de turbidité exceptionnels soient survenus.

## V. SIGNIFICATION BIOSTRATIGRAPHIQUE DES ASSEMBLAGES DE SPORES CONTENUS DANS LES HANGENBERG-SCHIEFFER DE L'HÖNNETAL

Les courants de turbidité exceptionnels nous paraissant la seule explication raisonnable au transport des assemblages de microfossiles végétaux de l'Hönnetal, le problème de la signification stratigraphique de ces assemblages est aussitôt posé. En effet, si l'on conçoit bien qu'un laps de temps relativement court, à l'échelle géologique, devait,

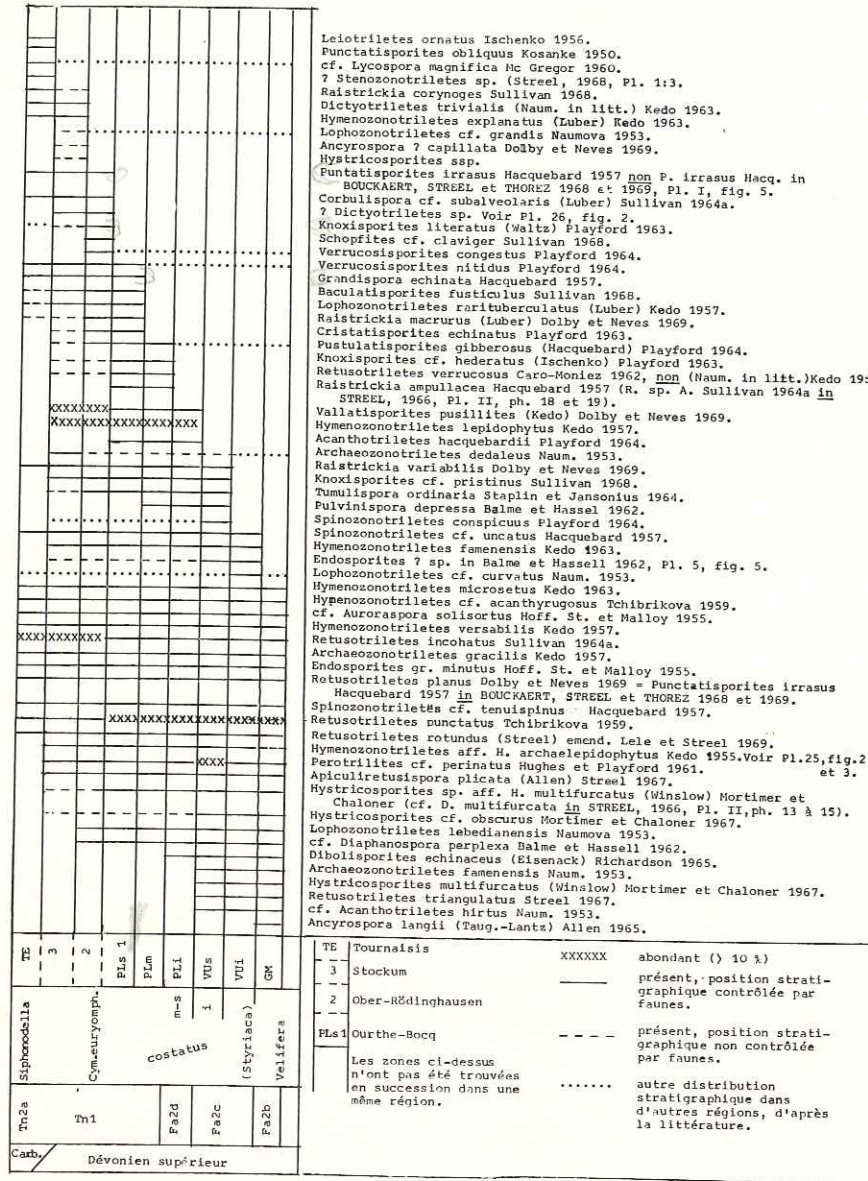


Fig. 3. — Distribution stratigraphique des spores dans les bassins ardennes-rhénois.

dans la plupart des cas, séparer le dépôt des sédiments sur le « shelf » de leur remise en suspension par des courants de turbidité, en revanche, on ne peut ignorer que ces courants de boue qui s'écoulent, par saccades, ont pu occasionnellement remettre en mouvement des épaisseurs variables de sédiments sous-jacents.

Il est possible de se faire une idée de l'épaisseur maximale des sédiments éventuellement remaniés en consultant les figures 1 et 3. Si l'on examine la figure 3, on constate qu'il n'y a guère d'espèces de florizonnes PLi et PLm qui ne soient aussi présentes dans les florizonnes PLs. Mais une redistribution des assemblages de spores PLi ou PLm en mélange avec un assemblage PLs aurait comme résultat le plus apparent de modifier la population d'*H. lepidophytus* dans le sens d'un élargissement de l'intervalle de taille des spores observées. Nous croyons que c'est là, l'explication de la présence dans l'Hönnetal des « zones biométriques » D et E.

## CONCLUSIONS

Les 5 mètres inférieurs des Hangenberg-Schiefer à Oberrödinghausen-gare et en général les schistes contenant des spores en abondance dans l'Hönnetal, peuvent être interprétés comme des sédiments à caractères de turbidites, formés par le mélange d'équivalents argilo-silteux de la plus grande partie des couches de Comblain-au-Pont, d'Etrœungt et de la partie inférieure du Calcaire d'Hastière, provenant de la plate-forme continentale située au nord-ouest et de sédiments carbonatés très fins provenant de la sédimentation verticale locale. La partie étudiée des schistes de Hangenberg déposés à Stockum (zone biométrique F) au-dessus de la faune à « *Imitoceras* » représenterait seulement l'équivalent de la partie inférieure du Calcaire d'Hastière.

Cette interprétation a le mérite de concilier les zonations de spores basées d'une part sur les successions d'assemblages et d'autre part sur la biométrie d'*H. lepidophytus*. Elle rend sans objet l'alternative des hypothèses A et B (Streel 1969) rappelée plus haut : l'hypothèse A nous paraît d'autant plus vraisemblable. Elle attire l'attention sur les interprétations différentes et complémentaires que l'on peut tirer de l'étude d'un profil selon que l'on considère la paléocécologie des faunes marines ou la « paléodistribution » des microfossiles végétaux, d'origine continentale.



## BIBLIOGRAPHIE

- AUSTIN, R. C. & RHODES, F. H. & collab. (1970) : New Conodont faunas from Belgium. In « Colloque sur la Stratigraphie du Carbonifère ». *Congrès et colloques Univ. Liège*, 55.
- BÖGER, H. (1962) : Zur Stratigraphie des Unterkarbons im Velberter Sattel. *Decheniana*, 114, 2 : 133-170.
- BOUCKAERT, J., STREEL, M. & THOREZ, J. (1968) : Schéma biostratigraphique et coupes de référence du Famennien belge. Note préliminaire. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 91, III : 317-336.
- BOUCKAERT, J., STREEL, M. & THOREZ, J. (1970) : Le Famennien et les couches de transition dévono-carbonifère dans la vallée de l'Ourthe (Sud de Liège, synclinorium de Dinant, Belgique). In « Colloque sur la Stratigraphie du Carbonifère ». *Congrès et colloques Univ. Liège*, 55.
- BOURDON, G., FEDIAEVSKY, A. G. & MAURIN, A. (1968) : Contribution à la connaissance du Famennien (du Nord de la France). *Proc. Intern. Symposium Devonian System, Calgary 1967*, II : 465-472.
- CARO-MONIEZ, M. (1962) : Sur un niveau à spores du Dévonien supérieur du sondage de Tournai (Belgique). *Ann. Soc. géol. Nord*, 82 : 111-115.
- CONIL, R. (1959) : Recherches stratigraphiques sur les terrains dinantiens dans le bord Nord du bassin de Namur. *Mém. Acad. R. Belg., Cl. Sci.*, 2, XIV, 5 : 1-176, pls 1-18.
- CONIL, R. avec la collaboration de LYS, M. & PAPROTH, E. (1964) : Localités et coupes types pour l'étude du Tournaisien inférieur. *Mém. Acad. Roy. Belg., Cl. Sci.*, 15, 4 : 1-87, pls 1-14.
- CONIL, R. (1968) : Le calcaire carbonifère depuis le Tn1a jusqu'au V2a. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 90 : 687-726.
- CONIL, R. & LYS, M. (1967) : Aperçu sur les associations de foraminifères endothyroïdes du Dinantien de la Belgique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 90 : 395-412, pls. 1-4.
- CONIL, R. & LYS, M. (1970) : Données nouvelles sur les Foraminifères des couches de passage du Famennien au Tournaisien dans l'Avesnois. In « Colloque sur la Stratigraphie du Carbonifère ». *Congrès et colloques Univ. Liège*, 55.
- CONIL, R. & PAPROTH, E. (1968) : Mit Foraminiferen gegliederte Profile aus dem nordwest-deutschen Kohlenkalk und Kulm. *Decheniana*, 119, 1-2 : 51-94.
- CONIL, R., PIRLET, H., LYS, M., BOUCKAERT, J., LEGRAND, R., STREEL, M. & THOREZ, J. (1967) : Echelle biostratigraphique du Dinantien de la Belgique. *Service géol. Belg., Prof. Paper*, 13 : 1-56.
- DELEPINE, G. (1929) : Sur la présence de *Cymaclymenia camerata* Schind. dans la zone d'Etrœungt à Sémeries (Nord de la France). *Ann. Soc. géol. Nord*, LIV : 99-103.
- EINSELE, G. (1963) : Über Art und Richtung der Sedimentation im klastischen rheinischen Oberdevon (Famenne). *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 43 : 1-60, Tafn 1-5.
- GANDL, J. (1968) : Die Schichtenfolge im Unterkarbon des Frankenwaldes; Fundorte und Fundschichten der Trilobiten. *Senckenbergiana lethaea*, 49 : 489-546, Abb. 1-15.
- GOSSELET, J. (1888) : L'Ardenne. Paris : 1-881, pls. 1-10.
- GRÜNDEL, J. (1961) : Zur Biostratigraphie und Fazies der Gattendorfia-Stufe in Mitteldeutschland unter besonderer Berücksichtigung der Ostracoden. *Freiberger Forschungshefte*, C, 111 : 53-173, 14 Taf., 17 Abb.
- KOCH, M., LEUTERITZ, K. & ZIEGLER, W. (sous presse) : Alter, Fazies und Paläogeographie der Oberdevon/Unterkarbon-Schichtfolge an der Seiler bei Iserlohn. *Fortsch. Geol. Rheinld. Westfalen*, 17.
- KREBS, W. (1966) : Der Bau des oberdevonischen Langenaubach-Breitscheider Riffes und seine weitere Entwicklung im Unterkarbon (Rheinisches Schiefergebirge). *Abh. senckenb. naturf. Ges.*, 511 : 1-105, Tafn 1-13.
- LEGRAND, R., MAMET, B. & MORTELMANS, G. (1966) : Sur la stratigraphie du Tournaisien de Tournai et de Leuze. Problèmes de l'étage tournaisien dans sa localité-type. *Bull. Soc. belg. Géol. Paléont. Hydrol.*, 74, 2-3 : 140-188.
- MAMET, B. (1968) : The Devonian-Carboniferous boundary in Eurasia. *Int. Symposium on the Devonian System*, Calgary, 1967 : 995-1005.
- MORTELMANS, G. (1969) : L'étage tournaisien dans sa localité-type. *C. R. 6<sup>e</sup> Congrès Carbonifère, Sheffield 1967*, I : 19-43.
- MOURLON, M. (1875) : Monographie du Famennien. *Bull. Acad. Roy. Belg.*, 39, 5, 2<sup>e</sup> série : 602-659.
- PAECKELMANN, W. & SCHINDEWOLF, O.H. (1937) : Die Devon-Karbon-Grenze. *C.R. 2<sup>e</sup> Congrès Carbonifère, Heerlen 1935*, II, 2 : 703-714.
- PAUL, H. (1937) : Die Transgression der Viséstufe am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. *Abh. preuss. geol. Landesanst.*, (N.F.), 179 : 1-117, Tafn 1-3.
- PAUL, H. (1939) : Die Etrœungt-Schichten des Bergischen Landes. *Jb. preuss. geol. Landesanst.* (für 1938) 59 : 647-726.
- PFEIFFER, H. (1959) : Neue Beobachtungen und Funde aus dem Saalfelder Oberdevon. *Geologie*, 8, 3 : 262-279, Tafn 1-4.
- RABIEN, A. (1956) : Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. *Abh. hess. Landesamt Bodenforsch.* 16 : 1-83, Tafn 1-3.
- RABIEN, A. (1960) : Zur Ostracoden-Stratigraphie an der Devon/Karbon-Grenze im Rheinischen Schiefergebirge. *Fortsch. Geol. Rheinld. Westfalen*, 3, 1 : 61-106.
- RABIEN, A. & RABITZ, A. (1958) : Das Ober-Devon von Meschede. *Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch.*, 86 : 159-184.
- SARTENAER, P. & MAMET, B. (1964) : Le calcaire d'Etrœungt à Etrœungt. *C.R. 5<sup>e</sup> Congrès Carbonifère, Patis 1963*, II : 755-761.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1937) : Zur Stratigraphie und Paläontologie der Wocklumer Schichten (Ober-Devon). *Abh. preuss. geol. Landesanst.*, (N.F.), 178 : 1-132, Abb. 1-27, Tafn 1-4.
- SCHMIDT, H. (1927 a) : Das Paläozoicum bei Warstein und Belecke. *S.-Ber. naturhistor. Ver. preuss. Rheinld. Westfalen (1926)* : C5-8.
- SCHMIDT, H. (1927 b) : Die Wocklumeria-Zone bei Warstein und Belecke. *S.-Ber. naturhistor. Ver. preuss. Rheinld. Westfalen (1926)* : C9-11.
- SCHMIDT, H. & PLESSMANN, W. (1961) : Sauerland. *Slg. geol. Führer*, 39 : 1-151, Gebr. Borntraeger, Berlin.

- STREEL, M. (1966) : Critères palynologiques pour une stratigraphie détaillée du Tn1a dans les bassins ardenno-rhénans. *Ann. Soc. géol. Belgique*, 89 : 65-95, pls 1-2.
- STREEL, M. (1969) : Corrélations palynologiques entre les sédiments de transition Dévonien/Dinantien dans les bassins ardenno-rhénans. *C.R. 6<sup>e</sup> Congrès Carbonifère, Sheffield 1967*, I : 3-18.
- TCHIGOVA, V.A. (1970) : Correlation of Devonian and Carboniferous boundary beds in Eastern and Western Europe according to data resulting from the study of ostracoda. *C.R. 6<sup>e</sup> Congrès Carbonifère, Sheffield 1967*, II : 547-556.
- VOGES, A. (1960) : Die Bedeutung der Conodonten für die Stratigraphie des Unterkarbons I und II (*Gattendorfia*- und *Pericyclus*-Stufe) im Sauerland. *Fortschr. Geol. Rheinld. Westfalen*, 3 : 197-228.
- VÖHRINGER, E. (1960) : Die Goniatiten der unterkarbonischen *Gattendorfia*-Stufe im Hönnetal (Sauerland). *Fortschr. Geol. Rheinld. Westfalen*, 3 : 107-196, Abb. 1-53, Taf. 1.
- WEYER, D. (1965) : Etrœungt im Morvan (Zentralfrankreich). *Mitteilungen ZGI*, 1 : 289-302, Taf. 14A.
- WEYER, D. (sous presse) : Das Alter der Zedelsdorfer Ammoniten-Fauna (Unterkarbon Thüringen).
- WIEGEL, E. (1956) : Sedimentation und Tektonik im Westteil der Galgenberg-Mulde. *Abh. hess. Landesamt Bodenforsch.*, Wiesbaden, 15 : 1-156.
- WURM, A. (1925) : Geologie von Bayern, 1 Teil, Berlin. (Edition : Gebrüder Borntraeger).
- ZIEGLER, W. (1962) : Taxionomie und Phylogenie ober-devonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. *Abh. hess. Landesamt Bodenforsch.*, Wiesbaden, 38 : 1-166.
- ZIEGLER, W. (1969) : Eine neue Conodontenfauna aus dem höchsten Oberdevon. *Fortschr. Geol. Rheinld. Westfalen*, 17 : 343-360, Tafn 1-2.

## Uebersicht der Entwicklung der marinen Horizonte im Flözführenden Ruhrkarbon und Ausblick auf die Verhältnisse im Aachener Revier

A. RABITZ<sup>1</sup>

Mit 1 Abbildung.

### ABSTRACT.

The coal-measures of the Ruhr District, approximately 3000 m thick, contain 10 marine bands with goniatites and some 15 bands with Lingulids. Cyclic faunal sequences are typically developed, and the composition of a complete cycle is given in the German text. Some of the marine bands are known in widespread areal development and where sufficient faunal data are available facies maps have been drawn by recording the height of marine transgression for any particular point and linking these acmes for a representation of facies belts. Four different facies faunas are distinguished, whereby it is noted that goniatite and productoid facies can be substituted for each other.

The coal-measures start with Namurian C, the base of which is taken at the Grenzsandstein, a mappable horizon. In the lowest marine band *Reticuloceras* dominates, whereas the first *Gastrioceras* is found sporadically in the Cremer Horizon. The goniatites of the Hauptflöz Horizon are *Gastrioceras cancellatum* Bisat and *Agastrioceras carinatum* (Frech), together with other species of the same genera. Because of the lack of continuous sections in the Aachen District, a detailed comparison with Namurian C rocks in the Ruhr District cannot be made, although individual horizons (e.g. the Hinnebecke Marine Band) can be recognised.

The Westphalian A has its conventional base at the first occurrence of *Gastrioceras subcrenatum* (Frech), which occurs in the Sarnsbank Marine Band. A goniatite facies is widespread in this band, and only the south-eastern part of the Ruhr District shows its replacement by a productoid facies. In this part of the area the Sarnsbank M.B. is separated from the underlying coal seam by a larger interval. Similar facies differences are revealed by the maps for the Finefrau Nebenbank M.B. in the Ruhr District. Both the Sarnsbank and the Finefrau Nebenbank horizons are also known from the Aachen District.

The base of the upper Westphalian A is drawn in the Ruhr District at the Plasshofsbank Horizon, which contains goniatites locally. For a correlation

<sup>1</sup> Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Westwall 124, 415 Krefeld, Bundesrepublik Deutschland.

PLANCHE 24

Localisation de tous les exemplaires figurés : tranchée du chemin de fer près de la station Oberrödinghausen (feuille Balve) ; partie supérieure des couches à *Wocklumeria*.

Fig. 1. — *Imitoceras* (*Prionoceras* ?) sp. Les constrictions sur le flanc semblent s'aplatir vers le bord externe. Fig. 1a. — moule positif ; Fig. 1b. — moule négatif (De 237)<sup>(1)</sup> × 5.

Position stratigraphique : 25 cm sous la base du calcaire à *Gattendorfia*.

Fig. 2. — *Imitoceras* (*Prionoceras* ?) sp. Fig. 2a. — moule interne incomplet avec restes de la suture sur le flanc ; lobus latéral piriforme (De 236). Fig. 2b. — esquisse pour l'élucidation de la figure 2a. × 3.

Position stratigraphique : 25 cm. sous la base du calcaire à *Gattendorfia*.

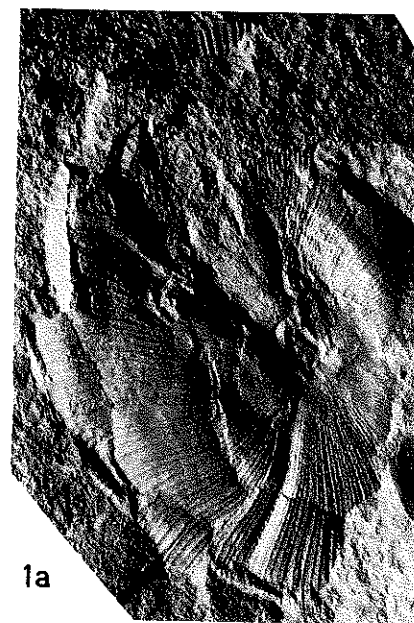
Fig. 3. — *Imitoceras* (*Prionoceras* ?) sp. Côté externe avec deux constrictions, moule négatif (De 258). × 3.

Position stratigraphique : 1,5 — 3,2 m sous la base du calcaire à *Gattendorfia*.

Fig. 4. — *Cymaclymenia euryomphala* Schindewolf avec suture sur le flanc (haut sur la figure) (De 316). × 1.

Position stratigraphique : 0 — 50 cm au-dessus de la base des Hangenberg-Schiefer.

<sup>(1)</sup> Numéro de la collection du Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.



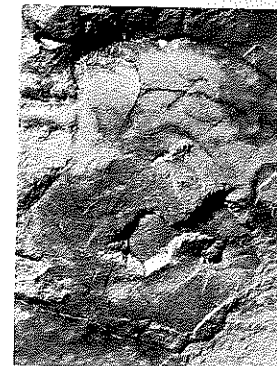
1a



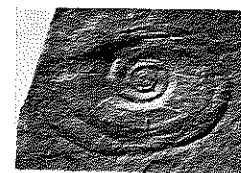
1b



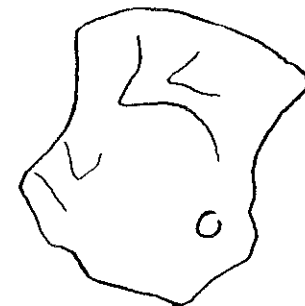
3



2a



4



2b

PLANCHE 25

Sauf indication contraire (\*= $\times 500$ ), les photographies sont agrandies  $\times 1000$  à partir de clichés non retouchés. Les lames sont conservées dans les collections du Laboratoire de Paléontologie végétale de l'Université de Liège.

Fig. 1. — *Vallatisporites pusillites* (Kedo) Dolby & Neves 1970. Oëse 2 : 0-10 cm au-dessus de la base des Hangenberg-Schiefer. — Lame 2960/067.

Figs 2 et 3. — *Hymenozonotriletes* aff. *H. archaelepidophytus* Kedo 1955. L'exoexine distale et proximo-équatoriale porte un réseau assez régulier formé de muri ( $1\mu$  de haut et de large) portant une très fine et dense ornementation de coni ( $< \frac{1}{2} \mu$ ). L'exoexine proximale ne porte pas de réseau de muri. La limite entre l'exoexine proximale et l'exoexine proximo-équatoriale est typiquement concentrique au contour de la spore déterminant une « pseudozone » moins opaque que le reste de la spore. Une structure en limbus n'a pu cependant être mise en évidence.

2. *Chera B*, coupe de la vallée de l'Amblève dans la région proche de Comblain-au-Pont. Fa2c. Lame 3532/381. Ce spécimen montre un corps central dont le rayon est approximativement égal à la moitié du rayon de la spore.

3. *Béverire 55/4*, coupe de la vallée de l'Ourthe — Fa2c — Lame 2460/416.

Fig. 4. — *Lophozonotriletes rarituberculatus* (Luber) Kedo 1957. Tranchée du chemin de fer près de la station Oberrödinghausen : environ 1 m au-dessus de la base des Hangenberg-Schiefer — Lame 2312/417.

Fig. 5. — *Hymenozonotriletes lepidophytus* Kedo 1957. Chanxhe 112 — Fa2d — Lame 1615/341. L'ornementation est typiquement irrégulière, formée de muri bas ( $1\mu$  de haut et de large, ou moins), parfois interrompus, ou de lacunes dans l'épaisseur de l'exoexine distale. Les muri portent des coni ( $1\mu$ ) espacés. Seuls les spécimens les plus grands, comme sur la figure 5, montrent une partie de l'exoexine proximo-équatoriale portant un réseau, bordant une exoexine proximale lisse excentrique.

Fig. 6. — *Leiotriletes ornatus* Ischenko 1956. Ecaussinnes 3 — coupe proche de Feluy — Tn1 — Lame 3727/413.

Fig. 7. — *Verrucosiporites nitidus* Playford 1964. — Ecaussinnes 3 — coupe proche de Feluy — Tn1 — Lame 3727/096.

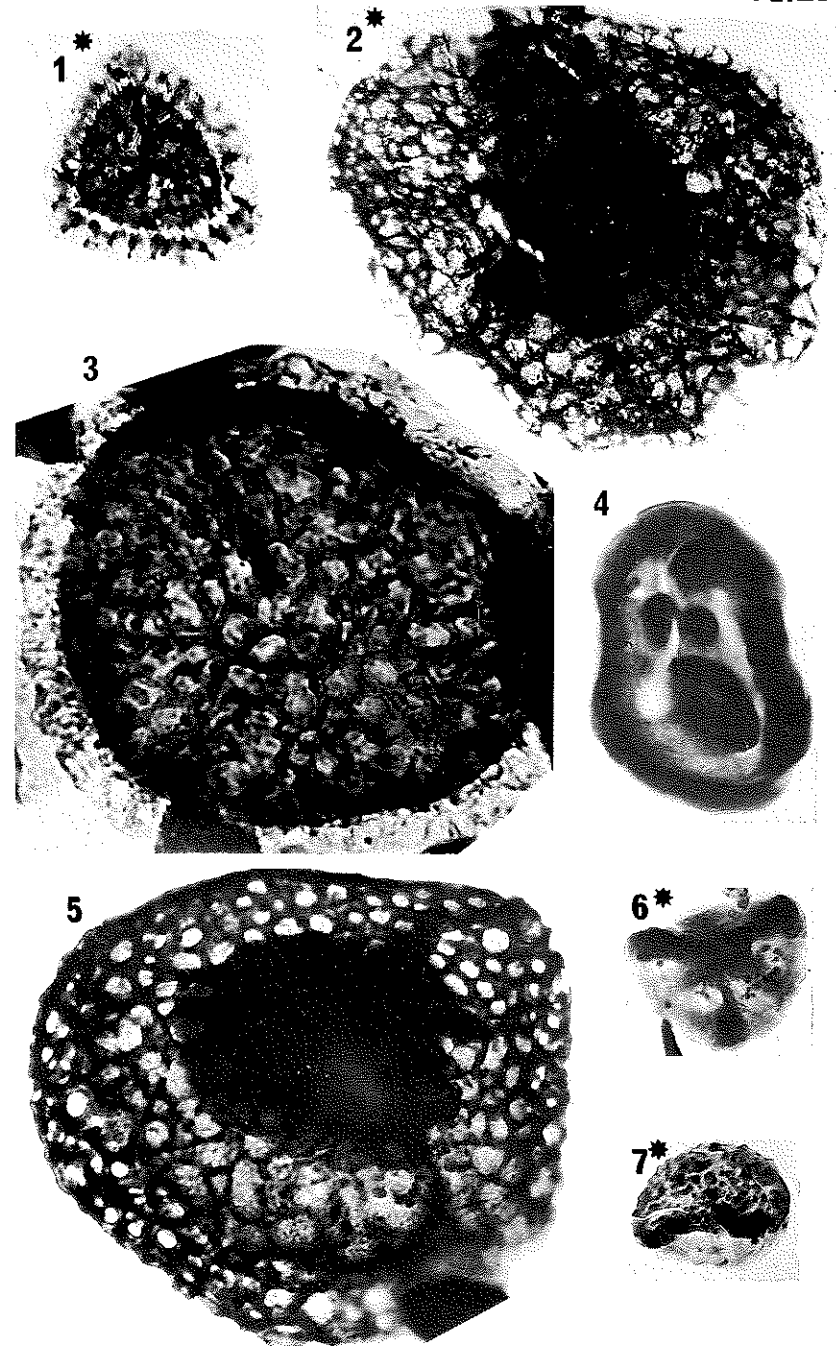


PLANCHE 26

Sauf indication contraire (\* =  $\times 500$ ), les photographies des spécimens sont agrandies  $\times 1000$  à partir de clichés non retouchés. L'échelle de grossissement des photographies de palynofaciès est représentée sur la figure 13. Les lames sont conservées dans les collections du Laboratoire de Paléontologie végétale de l'Université de Liège.

Fig. 1. — *Dictyotriletes trivialis* (Naum. in litt.) Kedo 1963 Ecaussinnes 3 — coupe proche de Feluy — Tn1 — Lamé 2056/226.

Fig. 2. — ? *Dictyotriletes* sp. Oëse 1, en face de la station du chemin de fer : 3 mètres au-dessus de la base des Hangenberg-Schiefer — Lamé 2960/374.

Fig. 3. — *Pustulatisporites gibberosus* (Hacquebard) Playford 1964. Sondage de Tournai : 316 m — Tn1 — Lamé 2015/1.

Fig. 4. — *Ancyrospora* ? *capillata* Dolby & Neves 1970. Sondage de Tournai : 316 m — Tn1 — Lamé 1207/389. L'existence d'une intexine délimitant une aire centrale tout à fait opaque est mise en évidence par un tirage spécial d'une partie du cliché.

Fig. 5. — *Retusotriletes incohatus* Sullivan 1964a. Feluy 1 — Tn2a — Lamé 2033/587.

Figs 6 à 13. — Divers palynofaciès à la même échelle de grossissement.

6. Grimminghausen 19 : 1 mètre sous le niveau à *Gattendorfia* intercalé dans les Hangenberg-Schiefer. Lamé 7047. Pas de spores. Minéraux (h) et débris opaques (i) abondants.

7. Grimminghausen 11 : 7 mètres environ au-dessus du niveau à *Gattendorfia* dans les Hangenberg-Schiefer. Lamé 7237. *Retusotriletes incohatus* et *R. punctatus*, rares et de petites tailles. Minéraux, débris opaques et débris algues ? (f).

8. Oëse 2 : 0-10 cm au-dessus de la base des Hangenberg-Schiefer. Lamé 2961. Spores abondantes ; quelques débris de cuticules et de trachéides (e) ; gros débris opaques (i).

9. Obeödinghausen 10 (rail) : 4,50 mètres au-dessus de la base des Hangenberg-Schiefer. Lamé 2319. Spores mal conservées ; débris opaques.

10. Ampsin 1 près de Huy ; coupe dans le Synclinorium de Namur — Tn2a — Lamé 2353. Spores nombreuses mais très mal conservées (g) ; fins débris opaques, débris algues ? (f).

11. Huy 2/71, vallée du Hoyoux, près de Huy, coupe dans le Synclinorium de Dinant : 5 mètres sous la faune à *Siphonodella* — Tn1 — Lamé 7275. Spores très abondantes, gros débris de cuticules et trachéides.

12. Sondage de Tournai : 318 m — Tn1 — Lamé 1312. Spores très abondantes, gros débris de cuticules et trachéides.

13. Sondage de Leuze : 599 m — Tn1 — Lamé 1312. Spores très abondantes, gros débris de cuticules et trachéides.

a : *H. lepidophytus* ; b : *V. pusillites* ; c : *R. verrucosus* ; d : *E. gr. minutus* ; e : cuticules et trachéides diverses ; f : débris d'algues (?) ; g : petites spores à exine corrodée ; h : minéraux insolubles dans l'HF ; i : débris opaques (fusain).

