

LA VALEUR STRATIGRAPHIQUE  
DES  
FOSSILES MARINS  
DU CARBONIFÈRE

PAR

G. DELÉPINE

Membre Correspondant de l'Institut de France.



LA VALEUR STRATIGRAPHIQUE  
DES  
FOSSILES MARINS  
DU CARBONIFÈRE

---

Une étude détaillée de stratigraphie a des limites imposées par les conditions géographiques. Seulement dans les pays sous climat désertique, où la couverture végétale est inexistante, ou bien disséminée et ouverte au point de ne jamais masquer la roche nue, au Sahara et sur les plateaux de l'Arizona, on peut observer les caractères des terrains sur de vastes étendues, suivre leurs changements de composition, et, même si la régularité des couches est affectée par des accidents tectoniques, faibles ou plissements à grand rayon, il reste possible d'établir leur succession en se servant uniquement des caractères pétrographiques.

Ceci est vrai également pour des régions où le passage des glaciers a enlevé toute couverture meuble, voire même poli les surfaces : les moindres détails de composition des roches se laissent lire et permettent des raccordements entre lambeaux de terrains distants les uns des autres, et des conclusions sur la structure de tout un pays —, témoin les synthèses auxquelles sont arrivés les géologues en Scandinavie et en Écosse.

Il n'en est pas du tout de même dans les régions de moyenne latitude et les pays équatoriaux, partout couverts de végétation, où la roche n'apparaît que de manière sporadique, à la faveur d'un mouvement de terrain, d'un accotement de vallée, où les affleurements sont des témoins, parfois très rares, des formations sous-jacentes. C'est là qu'intervient l'étude des fossiles, pour opérer la liaison entre les affleurements, fixer l'âge des terrains que ceux-ci représentent et leur place dans la série géologique. Étude non pas limitée à une description systématique des coquilles, mais essentiellement basée sur le fait de l'évolution des différents groupes d'animaux au cours des temps géologiques. Plus étendue et plus approfondie devient la connaissance des formes et de leur succession, plus est fixé avec précision l'âge des couches où on les rencontre. Les fossiles deviennent ainsi le guide le plus précieux pour classer les terrains, et dans les exploitations minières pour suivre ou retrouver les veines productives,

s'il s'agit de houille notamment, celle-ci étant mentionnée parce que le présent exposé porte sur les résultats obtenus dans l'étude des faunes marines du *Carbonifère*.

Au point de vue systématique, cette étude était avancée déjà dès la fin du siècle dernier, témoin, en Belgique, les importantes publications des travaux de L. G. DE KONINCK au Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, et en Angleterre celles de PHILLIPS et de DAVIDSON. Mais la connaissance de la succession des formes et son application à la stratigraphie étaient seulement ébauchées.

Je voudrais retracer ici les progrès réalisés dans ce domaine pour chaque groupe de fossiles, montrer par quelques exemples les résultats obtenus par l'utilisation de ces données biologiques en stratigraphie, en particulier insister sur la place importante que tiennent aujourd'hui deux groupes, celui des Brachiopodes et celui des Goniatites, dans la détermination de l'âge des terrains carbonifères.

\*  
\*\*

Dans les terrains du Paléozoïque récent, Radiolaires et Foraminifères ont été, en général, plus utiles pour définir les facies que pour aider à fixer les niveaux. Mais la recherche des gîtes pétrolifères a incité à mettre au point des techniques permettant de dégager entièrement de la roche les coques de Foraminifères, de sorte qu'on puisse étudier les caractères externes et les structures internes dans leurs moindres détails, et pas seulement sur une lame taillée parallèlement à une surface mal définie. La systématique ainsi établie permet déjà de définir dans les territoires de recherches des niveaux caractérisés par des espèces bien connues et bien déterminées.

Toutefois, on n'avait pas dû attendre cela pour utiliser les *Fusulines*, dont les squelettes forment par endroits des bancs épais, du Moscovien à l'Ouralien et au Permien. Dans les terrains appartenant à ces étages, on a pu depuis longtemps établir et suivre des horizons définis avec beaucoup de précision par les associations de formes, genres et espèces qu'ils contiennent. Ces horizons sont repérés et suivis des Alpes orientales à l'Oural et jusqu'en Chine et en Insulinde. Dans les Asturies (Nord-Ouest de l'Espagne), la partie élevée de la formation appelée par BARROIS *Calcaire des cañons*, avec *Fusulinella Bocki*, est d'âge moscovien inférieur et l'assise houillère de Lena avec *Stafella sphæroidea*, et plus haut *Fusulina cylindrica*, correspond au sous-étage de Myatchkovo (moitié supérieure du Moscovien). Ce sont là résultats acquis en utilisant ces Foraminifères répartis sur des aires très vastes et s'y retrouvant en cordons qui occupent partout la même place dans la succession des terrains du Paléozoïque supérieur.

Cœlentérés. — L'emploi des Polypiers pour caractériser les zones fossilifères successives a été envisagé d'abord dans l'étude du Carbonifère du

Sud-Ouest de l'Angleterre par A. VAUGHAN. Tenant pour admis qu'une espèce donnée est continuellement en voie de transformation, il a cherché à suivre les mutations de chaque espèce et à déterminer la forme propre à chacun des horizons superposés du Tournaisien inférieur au Viséen le plus élevé. La classification des terrains dinantiens de la coupe de l'Avon à Bristol, qui lui servit de type, est basée sur la succession des espèces ou mutations appartenant aux genres *Zaphrentis*, *Caninia*, *Carcinophyllum*, *Dibunophyllum*, *Lonsdaleia*.

Il est incontestable que la méthode de VAUGHAN fut l'un des premiers essais de biostratigraphie appliquée à l'étude du Carbonifère. De 1903 à 1904 elle servit de guide aux recherches faites sur le Carbonifère inférieur dans toutes les Iles britanniques, en Belgique et dans le Nord de la France. Dans cette même ligne, l'étude systématique des Polypiers à l'aide de coupes multiples du calice à la pointe de chaque spécimen par A. SALÉE à Louvain, par St. SMITH à Bristol, fournit une base plus solide aux raisonnements et aux généralisations issues de l'emploi des Coraux. Ces recherches révélèrent toutefois que des genres, voire des espèces, que l'on croyait cantonnés à des niveaux limités, possèdent en fait une extension verticale bien plus grande. Ainsi *Caninia cylindrica* se retrouve (avec quelques variations que l'on a parfois soulignées d'un nom) depuis la base du Tournaisien (calcaire d'Hastière) jusqu'au Viséen inférieur inclus. *Caninia patula*, qui apparaît au Tournaisien supérieur et y est déjà commune, a été retrouvée jusque dans les calcaires du Viséen moyen de Namèche.

En fait, ces organismes très sensibles aux variations du milieu ne peuvent être maniés qu'avec réserve quand il s'agit d'établir des synchronisations à grande distance, par exemple entre le Nord-Ouest de l'Europe et le Sahara. Ils peuvent être utilisés en pareil cas seulement comme complément d'un ensemble faunique qui comprend des témoins appartenant à d'autres groupes.

Mais il demeure acquis que dans une étude régionale la présence de certaines espèces, ou même genres, de polypiers apporte un élément de certitude pour fixer l'âge d'une formation. Ainsi les *Cyathophyllides* et *Clisiophyllides* permettent dans le Nord de l'Europe de dater comme viséenne une formation du Dinantien. Car, présents au Dévonien supérieur et jusque dans la zone d'Étroeungt, ces groupes disparaissent; on ne les retrouve ensuite qu'au Viséen inférieur, tout au plus, pour les *Cyathoclisia*, à la limite la plus élevée du Tournaisien. De même la présence d'un Polypier du genre *Dibunophyllum* permet, en ces mêmes pays, de conclure à l'âge viséen des couches qui le renferment. De même quand *Lonsdaleia floriformis* se présente en colonies importantes, il y a présomption en faveur de l'âge viséen supérieur de la formation, le genre *Lonsdaleia* lui-même, comme d'ailleurs le genre *Lithostrotion* pouvant indiquer un âge plus récent encore, moscovien ou même ouralien.

**Brachiopodes.** — Le Paléozoïque récent est la période géologique où les Brachiopodes atteignent leur maximum de développement, de variation, de place tenue dans l'ensemble de chacune des faunes, du Dévonien et du Carbonifère jusqu'au Permien; certains de leurs types, bien définis par leurs caractères et en même temps cantonnés étroitement, sont au point de vue stratigraphique des repères précieux partout à la surface du globe, tels les genres *Stringocephalus* et *Amphigenia* au Dévonien moyen, telles les *Daviesiella* du groupe *comoides* au Carbonifère et d'autres qui seront cités plus loin.

Parmi les familles, genres et espèces multiples du Carbonifère les Strophomenides représentent un cas où, en dehors des caractères internes qui peuvent être rarement dégagés, l'uniformité de plan de la coquille et celle des ornements en surface rendent très souvent imprécise la détermination; ce sont donc de « mauvais fossiles », guère utilisables pour fixer avec certitude un niveau. Productides et Spiriférides peuvent être par contre d'excellents témoins. Parmi les *Productus*, les Semiréticulés constituent l'un des groupes les plus importants, universellement répandus et, comme tels, permettant de déceler et de dater sûrement une roche comme étant carbonifère. Ce groupe ne compte toutefois qu'un nombre infime d'espèces dont l'extension verticale soit très limitée : ainsi *Productus costatus* et *Productus pugilis*, qui sont assez spécialisés par leurs ornements, constituent de bons repères du Viséen supérieur.

Chez les *Gigantella*, *Productus giganteus*, s. str. et ses variétés caractérisent mieux que toutes autres espèces la partie supérieure du Viséen. *Productus giganteus*, dont la coquille atteint le maximum de taille chez les Productides, paraît avoir fait toute son évolution pendant un temps très court, car il est limité dans le temps à la fin du Dinantien, ni en deçà, ni au-delà; jusqu'à présent il n'est pas connu dans le Carbonifère de l'Amérique du Nord, à la différence des Semiréticulés que l'on trouve partout à la surface du globe dans les formations du Carbonifère.

Les Pustulés comptent quelques espèces qui sont par leur extension limitée de précieux indices de niveaux : ainsi *Productus piscariæ* et *Productus rimberti* dans le Westphalien moyen et supérieur.

Les *Linoproducti* par contre comptent quelques-unes des formes qui ont persisté le plus longtemps au Carbonifère : ainsi *Productus cora* déjà présent au Dinantien, avec un cortège de variétés (tel *Productus corrugatus* commun dans les facies waulsortiens), et qui est encore commun au Moscovien et à l'Ouralien; c'est dans ce dernier étage d'ailleurs qu'il fut d'abord décrit et nommé par d'Orbigny. *Productus cora* est donc un bon fossile du Carbonifère *in genere*, mais sa présence ou son abondance ne peuvent suffire pour déterminer un niveau précis; la désignation de « calcaire à *Productus cora* » pour indiquer un horizon stratigraphique n'a de valeur que dans une monographie de caractère régional.

Le groupe des *Chonetinæ*, qui apparaît très tôt au Paléozoïque, réalise au Carbonifère les formes qui atteignent le maximum de taille avec les *Daviesiella* du groupe de *Dav. comoides*. Les plus grandes de ces coquilles (jusqu'à 22 cm chez *Dav. destinezi*) se trouvent dès la moitié inférieure du Viséen et fournissent dans tout le Nord-Ouest de l'Europe un bon repère stratigraphique, qui s'est révélé utilisable dans les relevés en Afrique du Nord.

Les dernières de ces formes géantes disparaissent avec la fin du Viséen. Mais subsistent un grand nombre de petites *Chonetes* : celles-ci groupées autour d'une espèce, *Chonetes hardrensis*, avec marge de variation assez grande, qu'on retrouve à tous les niveaux du Dinantien, voire plus bas et plus haut. D'autres espèces du Carbonifère sont au contraire bien caractérisées et propres à certaines formations du Pennsylvanien, telles *Chonetes latesinuata* SCHELLWIEN, *granulifera* OWEN; certaines ont été retrouvées et servent d'indices utiles dans toute la Mésogée, des Alpes orientales aux Asturies et en Afrique du Nord.

Avec les Productides et les Chonetinés, les Spiriférides apportent à la stratigraphie des éléments d'information qui ont d'autant plus de valeur que dans ce groupe les espèces ont une distribution géographique très étendue : certaines, telles que *Brachythyris strangwaisi*, *Choristites mosquensis*, *Neospirifer fasciger*, se retrouvent de l'Ouest de l'Europe jusqu'au Nord de la Chine, d'autres, telles que *Spirifer tornacensis*, de la Belgique jusqu'au Tindouf et en Tripolitaine. L'explication d'une extension si vaste n'est pas connue. Peut-être peut-elle être cherchée dans le fait que les formes larvaires vivant à l'état libre, chez les Brachiopodes, celles des Spiriférides auraient eu une phase de vie libre de plus longue durée, favorisant l'expansion, entraînées qu'elles étaient alors par les courants ?

Seulement l'étude des *Spirifer* d'un gisement demande aussi bien au Carbonifère qu'au Dévonien une connaissance critique des caractères pour obtenir des déterminations exactes. La forme de la coquille, par exemple, est variable chez *Spirifer tornacensis*, et c'est ce qui autrefois avait amené des confusions entre certaines variétés de *tornacensis*, à forme allongée du crochet au front, avec *Spirifer mosquensis* <sup>(1)</sup>. Le caractère dominateur doit être cherché plutôt dans la costulation, celle-ci toujours simple chez *tornacensis*, tandis que chez *Sp. konincki* les côtes ont tendance à se subdiviser et à s'aplatir, et chez *Sp. striatus* à se diviser sur les flancs en faisceaux de 2 à 3 côtes. Cette dernière espèce apparaît dès le Viséen inférieur, est partout un bon index du Viséen, puis au Moscovien donne la lignée représentée par *Neospirifer cameratus*, puis

---

(1) Ce nom fut appliqué à de telles formes par L. G. DE KONINCK lui-même dans la première édition (1842) de sa *Description des fossiles du Carbonifère de la Belgique*.

*N. fasciger* et finalement *N. condor* à l'Ouralien et au Permien <sup>(2)</sup>. Dans ces mêmes formations, une lignée correspondant à celle de *Sp. tornacensis* et *Sp. konincki* est représentée à côté de *Sp. mosquensis* par *Sp. Ivanovi* et *Sp. densicostatus*.

Au point de vue stratigraphique il reste comme conclusion de l'ensemble des faits que *Spirifer tornacensis* est le représentant typique du Tournaisien, *Sp. striatus* celui du Viséen et *Sp. mosquensis* du Moscovien.

Des Brachiopodes de la classe des Inarticulés sont, au Carbonifère, utiles seulement comme fossiles de facies. La présence des Lingules entre les passées houillères fournit des indications d'incursions marines soigneusement repérées par les ingénieurs des Mines.

\*  
\*\*

Passant aux Mollusques, je ne retiendrai ici des Lamellibranches que peu d'espèces qui donnent des indications très sûres au point de vue stratigraphique, du moins parmi les fossiles marins, car dans les formations continentales les genres *Carbonicola*, *Naiadites*, *Anthracomya*, pour ne citer que ceux-ci, sont très heureusement utilisés comme repères de niveaux dans les séries de couches du Houiller qui se succèdent au Westphalien et au Stéphanien <sup>(3)</sup>.

Parmi les Pectinides, quelques espèces sont de bons témoins, sinon pour des horizons limités, du moins pour une formation : ainsi *Pterinopecten papyraceus* pour le Namurien supérieur et le Westphalien inférieur ; en Angleterre JACKSON a tenté d'y distinguer des variétés propres chacune à un horizon.

Dans un groupe voisin, *Syncyclonema carboniferum* est une forme cantonnée dans les niveaux marins à la limite entre le Westphalien moyen et supérieur (Petit-Buisson).

Enfin, dans le groupe des Posidonomes, une espèce, *Posidonomya becheri*, est remarquable par son extension limitée au Viséen supérieur : cette coquille, qui peut atteindre une taille considérable, devient commune dans les facies vaseux (schistes) correspondant latéralement aux facies calcaires à *Productus giganteus*. Ces deux espèces, Brachiopode et Lamellibranche, ont atteint aux mêmes temps géologiques leur maximum de taille et de fréquence, la seule différence étant celle des milieux où on les trouve ; elles semblent avoir disparu à peu près en même temps avec la fin des dépôts du Viséen supérieur. C'est une des incidences remarquables que peut relever la biostratigraphie.

---

<sup>(2)</sup> Les toutes premières formes à côtes fasciculées, dérivées de *Spirifer striatus*, ont été découvertes par MENCHIKOFF dans le Viséen du Tindouf et désignées par lui sous le nom de *Sp. striatus* var. *fascicostatus* (MENCHIKOFF, *Recherches géologiques dans le Nord du Sahara occidental*, in Rev. de Géogr. phys., vol. III, Paris, 1930).

<sup>(3)</sup> Voir en particulier l'ouvrage fondamental de P. PRUVOST qui a servi de base pour les travaux de ce genre effectués en Belgique et en Angleterre : *La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France*. (Imp. Nat., Paris, 1919.)

Avec les progrès de notre connaissance des *Goniatites* nous arrivons à l'emploi du groupe qui possède les caractères d'un fossile de zone idéal.

Des organismes en voie d'évolution constante et rapide; les formes changent d'un horizon à l'autre, de sorte que l'on peut avoir pour chaque niveau une espèce, ou mieux une association de formes ayant rang d'espèces ou de mutations; leur ensemble prend la valeur d'un index stratigraphique.

Autre trait non moins important : s'agissant d'animaux nageurs, leur extension géographique est considérable; toute nouvelle espèce ou mutation a des chances d'avoir un vaste rayonnement et de se retrouver approximativement aux mêmes horizons d'une extrémité à l'autre de la Mésogée, par exemple, et des mers branchées sur elle, même si cette espèce doit avoir une durée d'existence relativement courte.

Comme l'emploi d'autres groupes, celui des *Goniatites* n'a pu rendre qu'à la suite d'études et de revisions de leur systématique, conduites parallèlement à un relevé exact des niveaux où ces fossiles étaient récoltés. Aussi, malgré l'existence de Monographies des *Goniatites* du Carbonifère aussi soignées que celles de L. G. DE KONINCK en Belgique, de FOORD et CRICK en Angleterre, c'est seulement à partir de 1924 et 1925, à la suite des publications de BISAT et de H. SCHMIDT qui, en Angleterre et en Allemagne, établirent leurs classifications des terrains du Dinantien, du Namurien et du Westphalien en zones à *Goniatites*, que furent poursuivies partout les recherches basées sur les *Goniatites*, dans le Nord de la France, en Belgique, en Hollande, puis dans le Nord de l'Afrique. En Oural et en Asie centrale, aux États-Unis et jusqu'aux confins du Mexique, l'étude des étages moyen et supérieur du Carbonifère, et du Permien, a été conduite d'après les mêmes principes. Les corrélations entre le Carbonifère de ces diverses régions, fussent-elles les plus éloignées les unes des autres, sont devenues de ce fait non seulement possibles, mais ont été réalisées, comme l'avaient été celles des terrains secondaires en s'appuyant sur les zones à *Ammonites*.

Ainsi les tableaux des zones à *Goniatites* du Carbonifère sont-ils devenus un instrument, peut-être le plus précieux, mis à la disposition des Géologues et Ingénieurs qui s'appliquent soit à dresser les contours de cartes à grande échelle, soit à tracer l'allure des couches dans les exploitations minières, houille ou minerais métalliques. Il a paru inutile de reproduire ici ces tableaux des zones à *Goniatites* du Carbonifère d'Europe, ni ceux du Pennsylvanien d'Amérique (4).

---

(4) Voici la référence des ouvrages où on les trouvera : BISAT, 1924, *Carbon. Goniatites of the N. of England and their zones*. (Proc. York. geol. Soc., vol. XX, p. 40.) — SCHMIDT, 1925, *Die Karbon Goniatiten Deutschlands*. (Jahrb. pr. geol. Landes., Bd XLV, S. 489.) — PLUMMER et SCOTT, 1937, *Upper paleoz. Ammonoids of Texas*. (Univ. of Texas, Bull. n° 3701.)

J'ai reproduit en partie ces tableaux dans le Mémoire n° 91 (Mus. roy. Hist. nat. Belg., 1940, pp. 26-27) et dans le Mémoire n° 56 (Service Mines Maroc. 1941, pp. 39-41).

Quelques observations peuvent être faites à propos de l'utilisation de ces zones stratigraphiques.

1. Pas plus pour les Goniatites que pour d'autres groupes de fossiles, il ne peut être question de fixer définitivement un horizon à l'aide d'une seule espèce, ou d'une seule mutation. Même quand les auteurs dans leurs tableaux n'en citent qu'une, il suffit de lire leur texte pour s'assurer qu'ils n'ont jamais perdu de vue qu'une espèce, comme *Homoceras striolatum* par exemple, puisse se trouver présente à plusieurs niveaux, associée à l'une ou l'autre espèce d'un genre différent, et qu'elle puisse notamment se retrouver dans le Namurien supérieur avec des *Reticuloceras*. Les tableaux de zones à Goniatites sont à utiliser en tenant compte des ensembles.

2. Lors de la formation du terrain houiller, les mouvements de *subsidence* ont ramené à maintes reprises la mer, et, par conséquent, se sont déposées des strates à faune marine alternant avec les formations continentales. Ces incursions momentanées ont créé des conditions peu favorables à certains éléments de la faune marine. Celle-ci est donc relativement pauvre. Ainsi le niveau dit de Petit-Buisson ne compte comme Goniatite que le seul *Anthracoceras ægiranum*, tandis qu'à Djerada B. OWODENKO a récolté cette espèce avec d'autres sur une épaisseur de 200 à 300 m de formations, correspondant par leur flore à toute l'assise d'Anzin des Houillères du Nord de la France (5). La conclusion à tirer de ceci est que *Anthracoceras ægiranum* est cantonné entre l'assise d'Anzin et l'assise de Bruay, mais seulement dans les régions houillères du Nord-Ouest, et qu'ailleurs, il faut faire appel aux Goniatites associées à cette espèce pour fixer exactement un niveau.

\*  
\*\*

Pour clore cet exposé, une observation sur la nécessité, quelle que soit la valeur d'espèces fossiles comme repères, de se référer aux conditions générales de la sédimentation dans une région donnée.

Le caractère des dépôts dépend du milieu : profondeur, salinité, température, régime des courants, apports de sédiments argileux ou sableux, etc.; de là, les différences de facies et le fait que certaines formations, tels les calcaires oolithiques, les récifs coralligènes, sont dépourvues ou à peu près de Goniatites.

La sédimentation dépend aussi de l'état des fonds marins, de la stabilité de ceux-ci, ou d'une phase de mobilité intervenant, qui rompt les équilibres établis, provoque l'exhaussement temporaire, créant des hauts-fonds, ou même

---

(5) B. OWODENKO in C. R. Congrès de Heerlen, 1951, p. 488 et pl. I.

DELEAU et TERMIER assurent que cette espèce se trouverait encore plus bas, jusqu'à la limite supérieure du Namurien, au Sud de Kenadsa; jusqu'à présent aucune preuve de ceci n'a été établie sur le terrain.

des îlots entre lesquels subsistent seulement des chenaux; il y aura donc de-ci de-là des lacunes de sédiments pour une période donnée : le fait s'est produit au Tournaisien dans maintes régions du Nord-Ouest de l'Europe, de l'Afrique du Nord et du Sahara. C'est cette géographie sous-marine que doit ne pas perdre de vue le géologue qui étudie une région, pas plus que le caractère de loi générale d'évolution de la vie que traduit la biostratigraphie. L'explication des anomalies observées, celle de lacunes notamment, ou d'une faible épaisseur locale ou régionale de sédiments, n'est pas à rechercher dans une remontée ou une descente locale des zones fossilifères, surtout des zones à Goniatites, qui seraient ici plus bas, ailleurs plus haut à une époque donnée <sup>(6)</sup>. L'explication est à chercher dans une étude comparative des conditions de dépôt, et des mouvements qui se produisent au cours d'une phase de sédimentation.

L'instabilité des fonds marins entre deux phases majeures de plissement est aujourd'hui un fait acquis : les traits de la géographie sous-marine ne sont point stables. Mais pendant que des mouvements se produisent, qui les modifient, les faunes continuent d'évoluer, au rythme propre à chaque groupe; les espèces se déplacent, l'une ou l'autre peut manquer en une région ou sur un point, les successions demeurent les mêmes, et ce sont elles que rapportent les tableaux des zones fossiles, espèces ou mutations, de l'âge carbonifère. Ces zones marquent avec sûreté les étapes du temps.

---

(6) FOLLOT, auteur d'une communication publiée dans les Comptes Rendus du Congrès géologique international d'Alger, 1952 (fasc. 2, pp. 13-28), a adopté ce genre d'explication en ce qui concerne la position anormale (?) des zones à Goniatites qu'il a cru observer dans le Dinantien de l'Ahenet.

---

