

Controverses géologiques sur le Cambro-Ordovicien de la Montagne Noire (France) à l'aube du xx^e siècle : les contributions de Jean Miquel (1859-1940)

José Javier ÁLVARO

UMR 8014 CNRS, Cité Scientifique SN5,
Université de Lille I, F-59655 Villeneuve d'Ascq (France)
Jose-Javier.Alvaro@univ-lille1.fr

Daniel VIZCAÏNO

7 rue Jean-Baptiste Chardin, Maquens, F-11090 Carcassonne (France)
daniel.vizcaino@wanadoo.fr

Álvaro J. J. & Vizcaïno D. 2002. — Controverses géologiques sur le Cambro-Ordovicien de la Montagne Noire (France) à l'aube du xx^e siècle : les contributions de Jean Miquel (1859-1940). *Geodiversitas* 24 (4) : 725-752.

RÉSUMÉ

Jean Miquel fut un naturaliste amateur qui participa, à la charnière entre les XIX^e et XX^e siècles, à l'élaboration des premières chartes stratigraphiques du Cambro-Ordovicien du versant méridional de la Montagne Noire (Languedoc). Sa connaissance détaillée de la géologie régionale des environs de sa localité natale (Barroubio) lui a permis de subdiviser correctement les affleurements à partir de critères lithologiques et paléontologiques, plus précisément en ce qui concerne le Cambrien inférieur-moyen et l'Arenigien (Ordovicien inférieur). Il est l'inventeur de cinq espèces de trilobites et d'une espèce d'échinoderme cambriens. Le présent article retrace l'évolution des idées concernant la paléontologie et la stratigraphie du Paléozoïque inférieur en Languedoc au cours de la vie de Miquel, afin de mieux comprendre l'influence en Montagne Noire des découvertes paléontologiques réalisées, par ailleurs, au Pays de Galles, en Amérique du Nord, en Bohême et dans le massif Armoricaïn.

MOTS CLÉS

Cambrien,
Ordovicien,
Montagne Noire,
France,
paléontologie,
stratigraphie,
histoire des sciences.

ABSTRACT

Geological controversies about the Cambrian-Ordovician of the Montagne Noire (France) at the beginning of the 20th century: Jean Miquel's (1859-1940) contributions.

Jean Miquel is one of the most important amateur naturalists who contributed, across the transition of the 19th and 20th centuries, to the improvement of the first Cambro-Ordovician stratigraphical charts on the southern Montagne Noire (Languedoc). A detailed knowledge of the regional geology on the area surrounding the locality where he was born (Barroubio) permitted him to subdivide properly these outcrops according to lithological and paleontological features, mainly the Lower-Middle Cambrian and the Arenigian (Lower Ordovician). He defined five Cambrian trilobite species and one echinoderm species. This paper offers a panorama of the evolution of historic concepts developed in the paleontology and stratigraphy of the Languedocian Lower Paleozoic during Miquel's life. This allows a better understanding of the influence in Languedoc of the first paleontological findings that took place in other regions, such as Wales, North America, Bohemia and the Armorican Massif.

KEY WORDS

Cambrian,
Ordovician,
Montagne Noire,
France,
paleontology,
stratigraphy,
history of sciences.

INTRODUCTION

Le Languedoc possède une longue tradition de recherche menée par des naturalistes amateurs. Sa situation géographique (incluant partiellement la Montagne Noire, la vallée de l'Aude, les Pyrénées et les côtes méditerranéennes) en fait un lieu privilégié qui stimule une tendance naturelle pour la découverte. Un des cas les plus frappants a été l'essor spontané d'un réseau de naturalistes amateurs passionnés par la géologie et la paléontologie favorisant une activité remarquable au cours de deux périodes : à la transition entre les XIX^e et XX^e siècles (que l'on va traiter ici) et, plus tard, entre les années 1960 et 1990 avec Robert Courtessole. Depuis la découverte et la publication des premiers fossiles cambro-ordoviciens en Montagne Noire jusqu'à la publication de la thèse de Thorat (1935), l'activité de recherche scientifique concernant le Paléozoïque inférieur du versant sud de la Montagne Noire a été nourrie par les découvertes de ces amateurs. Ceux-ci ont apporté aux spécialistes un matériel clé pour la compréhension de l'histoire naturelle du Languedoc. Dans les travaux scientifiques de

l'époque se trouvent de nombreuses citations de paléontologues amateurs, tels que l'abbé Filachou (curé de Cassagnoles), les docteurs Granel (Saint-Pons) et Villebrun (Saint-Chinian), MM. Salles et Lignières (respectivement instituteurs à Ferrals-les-Montagnes et à Babeau), Escot (Cabrières), Rouayroux (maire de Cassagnoles), Azaïs, etc. Un de ces amateurs, Jean Miquel, a consacré sa vie à la recherche stratigraphique et paléontologique des affleurements qui entourent sa localité d'origine (Barroubio). Il a publié seul et conjointement une dizaine de notes scientifiques dans des revues régionales et nationales qui ont été considérées comme des contributions clés pour l'élaboration d'une échelle stratigraphique détaillée en Montagne Noire. Notre travail présente un aperçu historique de la recherche menée sur le Paléozoïque inférieur du versant méridional de la Montagne Noire jusqu'à la thèse de Thorat (1935), laquelle a déterminé une nouvelle orientation des recherches géologiques.

En 1927, les laboratoires de géologie de Montpellier et du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris ont acheté ce qui restait à cette

époque de son immense collection de fossiles. Ces collections ont été étudiées en détail par Thoral (1935) puis sont malheureusement tombées dans l'oubli. Une partie de la collection Miquel déposée au Laboratoire de Géologie du Muséum a récemment été remise à jour dans le cadre de ce travail. La redétermination de plus de 2300 trilobites sera bientôt disponible sur une base de données du Muséum. Cela devrait revaloriser une partie du patrimoine paléontologique du Languedoc et servir de catalyseur pour de nouvelles générations de chercheurs.

LA VIE ET L'ŒUVRE DE JEAN MIQUEL

Jean Miquel (Fig. 1) est un exemple remarquable de naturaliste pluridisciplinaire. Juriste (il a obtenu sa licence en droit à l'université de Toulouse) et propriétaire vigneron à Barroubio, sa référence professionnelle sur les listes de la Société géologique de France était « Propriétaire, Barroubio, par Aigues-Vives (Hérault) ». Sa curiosité naturelle l'a amené à cultiver plusieurs sciences naturelles et historiques, telles que la botanique, la géomorphologie, l'agriculture (Miquel 1898), la préhistoire (il a fouillé de nombreux dolmens) et l'archéologie. Plusieurs notes peuvent être trouvées dans les publications des sociétés savantes régionales de l'époque, comme les sociétés d'études scientifiques de l'Aude et de Béziers, et les bulletins géographique du Languedoc et de la Société archéologique de Béziers. Parfois, c'est Miquel lui-même qui a édité à ses frais quelques-unes de ses contributions. Les plus citées tiennent compte de la paléontologie et de la stratigraphie du Paléozoïque inférieur de la région qui environne son village natal (Barroubio), mais il a également travaillé dans tous les affleurements phanérozoïques du Pardailhan, du Minervoïs et des Corbières. Ses contributions concernant les dinosaures ont été le thème monographique d'une exposition réalisée récemment à Cazouls-Béziers.

Autodidacte, géologiquement parlant, il doit sa passion pour cette discipline à sa rencontre avec

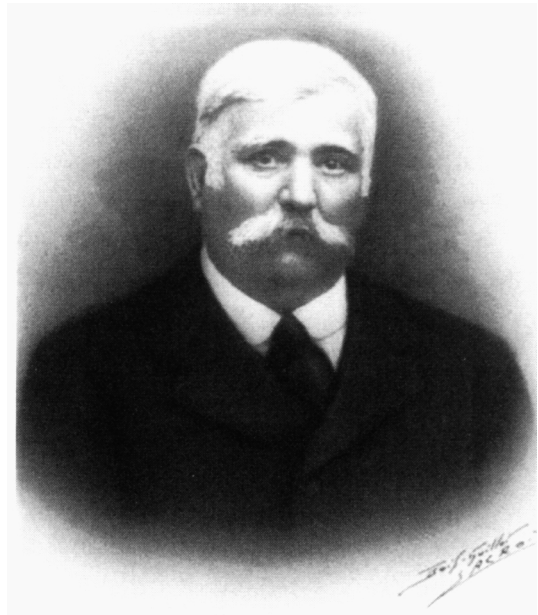


FIG. 1. — Portrait de Jean Miquel.

son premier maître, le professeur Cannat, alors président de la Société d'histoire naturelle de Béziers. En 1891, ce dernier lui a fait découvrir un modèle géologique de Cabrières, lui enseignant ainsi ses premières notions de géologie, et l'a mis en contact avec le professeur de Rouville de Montpellier. D'autres rencontres ont été aussi fertiles, telles que celles du Dr Coulouma, avec qui il a partagé ses connaissances et recherches archéologiques, géomorphologiques et agricoles, du Professeur Depéret, qui va l'initier aux recherches sur les terrains mésozoïques et cénozoïques, et encore du Professeur Feaut de Montpellier de qui il va acquérir ses connaissances en botanique. Miquel a maintenu des relations épistolaires avec les grands paléontologues européens de l'époque, tels que Grönwall, Barrande (qui a visité Barroubio), Stubblefield, Howell, etc. De plus, il a organisé et participé à de nombreuses expositions naturalistes et excursions ; il était donc ouvert à toute rencontre de caractère scientifique avec les « notables » du département. Après 1925 il ne sortait pratiquement plus sur le terrain mais rangeait et étiquetait

ses anciennes trouvailles ainsi que celles que lui amenaient ses ouvriers et collaborateurs. Il a échangé une partie de sa vaste collection de fossiles avec plusieurs musées et universités européens (Copenhague, Lille, Lund, Montpellier, Paris, Prague, etc.) où, encore aujourd'hui, il est possible de trouver les « collections Miquel ».

Le premier travail géologique de Miquel (1893) souligne le caractère autodidacte et spontané de ses recherches paléontologiques et stratigraphiques, attirant immédiatement l'attention d'autres chercheurs. L'activité scientifique dans le Paléozoïque inférieur de la Montagne Noire était divisée à cette époque en deux groupes d'opinion et d'influence souvent opposées : d'une part, Jules Bergeron, professeur à l'École centrale (Paris), archiviste (1885), vice-secrétaire (1888-1889) et secrétaire (1890-1891) de la Société géologique de France et, d'autre part, Paul Gervais de Rouville, doyen et professeur honoraire de la faculté des sciences de Montpellier, et le professeur Delage de la même université, qui ont développé un contact plus étroit avec les amateurs de la région languedocienne, tel que Miquel. C'est face à ces deux tendances que Miquel a développé son activité de recherche et subi la confrontation entre ces professeurs. La rivalité nourrie par ces savants n'a disparu qu'après leurs décès (Rouville en 1907 et Bergeron en 1919), ce qui a alors permis à Miquel de continuer ses recherches sans polémiques au cours des décennies suivantes, jusqu'à l'arrivée d'une nouvelle génération de chercheurs, tel que Joseph Blayac (décédé en 1937), directeur de thèse de Marcel Thorval.

« Si mes conclusions sont bonnes ce sera une pierre ajoutée à ce grand édifice que nos maîtres ont si bien échafaudé ; si elles sont fausses, que mon inexpérience et ma bonne volonté me valent un peu d'indulgence » (Miquel 1893).

« Le mémoire de Miquel serait susceptible de plusieurs critiques qui auraient surtout à des incorrections de langage dues à l'inexpérience de l'auteur qui en est à ses débuts de la géologie ; mais il dénote chez lui une excellente méthode

d'observation qui fait présager d'autres découvertes de sa part » (Bergeron 1893b).

« Dès ses premiers débuts (1892) un jeune observateur, aussi passionné qu'intelligent, éclos spontanément à l'art de l'observation. M. Jean Miquel, qui eut le grand mérite de savoir, en toute simplicité, sans préjugé ni objectif systématique, noter, dans l'ordre où elles s'offraient à lui, les différentes masses minérales qu'il rencontrait dans le trajet, mille fois fait par lui, de Barroubio, où il habite, jusqu'au hameau de Coulouma [...]. M. Miquel releva un à un, les divers termes de l'admirable série qui se déployait sous ses pas, et les énuméra dans sa modeste mais très importante notice.

Amicus egomet mihi, sed magis amica veritas » (Rouville 1893b).

Son style littéraire montre ses grandes connaissances géographiques et stratigraphiques de sa région, ainsi qu'un strict raisonnement logique : il a toujours différencié les contacts stratigraphiques des contacts tectoniques, au contraire de quelques-uns de ses contemporains. La compétition développée à l'aube de la recherche paléontologique parmi les amateurs de la région a favorisé la « répartition » des gisements : chacun possédait le « nom » de son découvreur et était rarement fouillé par d'autres naturalistes. Cette situation a amené Miquel à éviter la description topographique ou géographique détaillée des gisements fossilifères. Toutefois, ses descriptions géologiques et stratigraphiques sont remarquables par leurs précisions, toujours orientées vers une subdivision litho- et biostratigraphique des affleurements. C'est à l'aide de cette description stratigraphique que ses gisements ont pu être redécouverts. Son raisonnement stratigraphique permet de considérer ses travaux comme de véritables livrets-guides de géologie régionale.

D'autre part, l'absence de documentation bibliographique nécessaire à la description et à la détermination de nouvelles espèces fossiles l'a amené à envoyer son meilleur matériel fossile à des spécialistes professionnels. Ses travaux ne possèdent pas, par ailleurs, de commentaires concernant

l'origine et l'évolution des espèces et des théories évolutives tellement discutées à ce moment là : il semblait plus sensible à l'utilité des fossiles pour la subdivision des unités stratigraphiques.

Son corps repose dans le cimetière de la chapelle de Saint-Jean-de-Dieuvaille, au fond d'une gorge qui environne Barroubio. Entourée de dalles sombres, celle de Mme et M. Miquel a été taillée dans un calcaire à coraux du Dévonien de la Montagne Noire.

LE PALÉOZOÏQUE INFÉRIEUR DANS LE SUD-OUEST DE L'EUROPE À LA FIN DU XIX^e SIÈCLE

LE CAMBRIEN

Roderick I. Murchison et Adam Sedgwick ont introduit dans la littérature géologique les termes « Cambrien » et « Silurien » en 1835. Ces naturalistes ont présenté une communication conjointe à la British Association, intitulée « On the Silurian and Cambrian Systems, exhibiting the order in which the older Sedimentary Strata succeeded each other in England and Wales », dans laquelle la succession stratigraphique de la « Grauwacke Formation » était décrite et subdivisée. Sedgwick a différencié une succession de schistes et de grès, en-dessous des premières couches fossilifères, qu'il a nommée « Cambrian System » (d'après une variation latine de l'ancien nom celtique du Pays de Galles, Cumbria). Il a subdivisé les affleurements septentrionaux du Pays de Galles en Cambrien inférieur, moyen et supérieur sans définir d'unités lithostratigraphiques strictes. D'autre part, Murchison a défini le « Silurian System » (nom romain qui fait référence à une tribu celte de la région) dans le Shropshire et sur les marges du Pays de Galles, comprenant un ensemble de schistes et de calcaires fossilifères qu'il a subdivisés, du plus ancien au plus récent, en Llandeilo, Caradoc, Wenlock et Ludlow. Chaque unité était caractérisée par son contenu fossile, qu'il a illustré en 1839. Par contre, les travaux de Sedgwick ne possédaient pas d'illustrations de fossiles et leur publication

postérieure (Sedgwick 1855, 1873) a mis en évidence leur appartenance partielle (jusqu'au Caradoc) au Silurien de Murchison. Cette coïncidence a provoqué une longue dispute accompagnée d'une attitude irrécyclable entre eux (Secord 1986). Toutefois, la meilleure documentation et les influences de Sir Murchison et de ses collaborateurs ont entraîné l'inclusion de la totalité du Système Cambrien dans le Silurien (Basset 1991). Sedgwick (1852) a redéfini le Cambrien inférieur, d'un point de vue lithostratigraphique, comme étant composé des Groupes de Bangor (Llanberis slates et Harlech Grifts) et de Festiniog (*Lingula* flags, Tremadoc slates et Arenig slates), en utilisant les termes de Tremadoc et d'Arenig (d'après le Tremadoc Bay et l'Arenig Fawr) définis auparavant par Ramsay (1866), Salter (1866) et Belt (1867) (Fig. 2). Le Cambrien supérieur de Sedgwick (1852) comprenait les couches de Bala, qui appartiennent actuellement à l'Ordovicien supérieur, et les calcaires de Woolhope (Silurien actuel [Stubblefield 1956 ; Cowie *et al.* 1972]). Cette confrontation s'est terminée quand, après les décès de Murchison (1871) et de Sedgwick (1873), Lapworth (1879a, b) a dénommé « Ordovician System » (d'après le nom d'une tribu celte qui habitait le Pays de Galles) les successions interposées entre le Cambrien et le Silurien. L'Ordovicien contenait les couches supérieures du Cambrien de Sedgwick (Arenig et Bala) et le Silurien inférieur de Murchison (Llandeilo et Caradoc).

Pendant cette période, Joachim Barrande étudiait en Bohême des couches fossilifères qu'il a attribuées, par comparaison avec les travaux britanniques, au Système Silurien de Murchison. Dans sa monographie de 1852, il a décrit et illustré un vaste ensemble d'environ 4000 espèces nouvelles, dont le premier registre fossile est dénommé « faune primordiale » (étage C). Cet assemblage fossile est actuellement mis en relation avec le Cambrien moyen et correspond aux unités stratigraphiques contenant les trilobites de la famille des paradoxidés. Le terme « primordiale » exprimait une croyance montrant que ces fossiles représentaient l'apparition de l'activité organique sur la Terre. Sa « faune seconde »

		Phillips 1855			Murchison 1867			Lapworth 1879 a		
		Murchison 1854		Ramsay 1866		Belt 1867		Sedgwick 1873		Lapworth 1898
		Sedgwick 1852	Sedgwick 1855	Salter 1864	Salter 1866			Lyell 1871		Hicks 1894
CAMBRIEN	BANGOR GR.	Llanberis Slates	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN
	Lingula Flags	CAMBRIEN MOYEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN		
									Tremadoc Slates	CAMBRIEN SUPERIEUR
	Arenig Slates	CAMBRIEN MOYEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN		
									CAM. SUP. Bala Group	CAMBRIEN MOYEN
	CAMBRIEN SUPERIEUR	CAMBRIEN MOYEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN		
									CAMBRIEN SUPERIEUR	CAMBRIEN MOYEN
	CAMBRIEN SUPERIEUR	CAMBRIEN MOYEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN		
									CAMBRIEN SUPERIEUR	CAMBRIEN MOYEN
CAMBRIEN SUPERIEUR	CAMBRIEN MOYEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN	CAMBRIEN		

FIG. 2. — Schéma synthétique de l'évolution des termes stratigraphiques utilisés dans la corrélation du Cambrien et de l'Ordovicien inférieur en Grande-Bretagne au cours de la deuxième moitié du XIX^e siècle.

comprenait des trilobites de type *Asaphus*, *Trinucleus* et *Remopleurides* assignés au Silurien inférieur (étage D) et, enfin, sa « faune troisième » (étages E-H) comprenait le Silurien inférieur au Dévonien moyen (Kříž & Pojeta 1974 ; Chlupáč 1999).

La comparaison détaillée des terrains cambriens s'est développée à partir de la corrélation paléontologique des affleurements du Pays de Galles, de la Suède, des États-Unis et de la Bohême, dont le groupe fossile le mieux représenté était celui des trilobites. Wahlenberg (1821) est l'un des pionniers de l'étude de ce groupe, dont Brongniart (1822) a différencié les genres *Agnostus* et *Paradoxides* (les agnostidés et paradoxidés actuels). Par la suite, *Paradoxides* a été séparé d'*Olenellus* (les olenellidés) par Dalman (1827).

Brøgger (1876) a reconnu l'apparition stratigraphique antérieure des olenellidés par rapport aux paradoxidés en Suède et en Norvège (Angelin 1852-1854). Cela a été utilisé par Walcott (1888) qui a proposé que la faune à *Olenellus* caractérisât le Cambrien inférieur tandis que le genre *Paradoxides* caractériserait le Cambrien moyen européen. Le premier *Paradoxides* du Pays de Galles (*P. hicksii*) a été identifié par Salter (1864) dans les *Lingula* flags comme le premier représentant de la faune primordiale de Barrande. Le premier olenellidé britannique a été décrit par Lapworth (1888) dans le Shropshire, en dessous des niveaux à *Paradoxides*.

Aux États-Unis, Walcott (1886) a proposé l'assignation au Cambrien d'un ensemble de roches (déjà dénommées cambriennes dans le manuel de

géologie de Dana en 1881) en introduisant les termes d'Acadien et de Potsdamien pour la subdivision du Cambrien ancien et récent. Dana avait inclus les schistes de Géorgie (contenant la faune à *Olenellus*) dans le Potsdamien. Toutefois, Walcott (1886) a considéré les schistes de Géorgie comme plus anciens que ceux du Potsdamien et a même proposé la possibilité de distinguer le Cambrien moyen ou Horizon géorgien. En 1888, Walcott a présenté un résumé de ses travaux à Terre-Neuve où il montra que les faunes à *Olenellus* étaient plus anciennes que les faunes à *Paradoxides*. Il a appliqué cette découverte en 1889, sans toutefois utiliser le terme Géorgien. Cependant, le même auteur a montré dans un tableau (1891 : 360) la première subdivision du Cambrien en Géorgien (Cambrien inférieur), Acadien (moyen) et Potsdamien (supérieur), subdivision qui a été largement utilisée en Europe au cours de la première moitié du XX^e siècle, malgré certaines modifications du même auteur (Walcott 1903, 1912).

Les controverses développées autour des limites entre les systèmes Cambrien, Ordovicien et Silurien en Grande-Bretagne et la multiplicité des terminologies utilisées pour les unités stratigraphiques de Bohême et des États-Unis expliquent l'application tardive de cette nomenclature dans le SW de l'Europe. Dans la région Cantabrique (NW Espagne), Schulz (1834, 1835) a différencié un « Groupe de Transition » pour dénommer les affleurements situés entre les roches cristallines azoïques (plus anciennes) et les niveaux riches en charbon (actuel Carbonifère). Par comparaison avec la stratigraphie britannique, Ezquerro del Bayo (1850) l'a désigné comme « Grupo de la Grawaka » en associant le Cambrien et le Silurien. Mais Egozcúe & Mallada (1876) sont les premiers à différencier le Cambrien de la région Cantabrique, après la découverte par Casiano del Prado (*in* Prado *et al.* 1860) de la faune primordiale de cette région. Dans les Chaînes Ibériques (NE Espagne), Verneuil (1862) et Verneuil & Collomb (1853, 1864) reconnaissent pour la première fois la présence de la faune primordiale, qui a été cartographiée séparément (Capas de *Paradoxides*)

dans la *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal* (Verneuil & Collomb 1864). La faune primordiale ainsi que les premiers archéocyathes espagnols ont aussi été découverts en Sierra Morena (Sud de l'Espagne) par Macpherson (1878).

Enfin, ce n'est qu'en 1888 que la faune primordiale (Cambrien moyen) a été décrite en France (Ferrals-les-Montagnes, Hérault) par Bergeron (1888a, b). Les premiers archéocyathes et trilobites du Cambrien inférieur ont été reconnus en Montagne Noire par Bergeron (1894a) et Blayac & Thorat (1931a, b), tandis que les premiers trilobites et échinodermes du Cambrien supérieur n'ont été décrits que récemment (Feist & Courtessole 1984 ; Ubaghs 1998).

L'ORDOVICIEN INFÉRIEUR

En ce qui concerne la corrélation du Tremadoc-Arenig, Lapworth (1879a) avait proposé la base de l'Arenig comme début de l'Ordovicien tout en considérant le Tremadoc comme une partie du Cambrien supérieur, ce qui n'a jamais été utilisé hors des îles Britanniques (dernière révision dans Fortey *et al.* 2000). L'abondance des graptolites dans les roches du Tremadoc a encouragé l'introduction par la communauté internationale du Tremadoc dans l'Ordovicien. Cet accord n'a été possible qu'au cours des années 1980 par l'intermédiaire de l'International Cambrian-Ordovician Boundary Working Group.

Lapworth (1879b) avait aussi présenté des corrélations entre le Pays de Galles et la Suède ; plusieurs synthèses venaient d'être publiées sur le sujet (Linnarsson 1876, 1878) dans lesquelles la base du Tremadoc était définie à la base des schistes à *Dictyonema* (un graptolite). L'apparition « soudaine » de graptolites planctoniques au cours de cet intervalle géologique a constitué un outil de corrélation très important, utilisé classiquement pour définir la limite cambro-ordovicienne. Lapworth et ses deux disciples (Elles et Wood) ont proposé une subdivision du Tremadoc à partir des biozones à graptolites dans une « suite » (faciès) schisteuse. Par contre, ce groupe fossile est presque absent dans une autre « suite à shelly fossils » (coquilles) des faciès carbonatés et silicoclastiques grossiers, où la

biozonation a été proposée sur la base des brachiopodes, des bryozoaires et des coraux. Ces deux approches ont abouti à la définition de deux échelles chronostratigraphiques parallèles parfois difficiles à relier. Cette double échelle n'a été homogénéisée que récemment : bien que la limite cambro-ordovicienne fût souvent située à l'apparition du graptolite *Dictyonema* [*Rhabdinopora*] *flabelliformis*, la limite mondiale a été définitivement adoptée à Terre-Neuve à l'apparition du conodonte *Iapetognathus fluctivagus* selon les directives de la IUGS/ICS Cambrian-Ordovician Boundary Working Group (Cooper & Nowland 1999). De plus, le Tremadocien et l'Arenigien sont actuellement deux étages régionaux britanniques sans valeur internationale (Webby 1998). En Montagne Noire, malgré l'homogénéité lithologique mise en évidence au cours de la transition cambro-ordovicienne, le Tremadoc a été déterminé par l'assemblage des trilobites *Euloma* (actuel *Proteuloma*)-*Niobe* (*Niobella*), malgré l'assignation erronée de plusieurs faunes (attribuées actuellement à l'Arenig) associées à des gastéropodes (anciennement dénommés *Bellerophon*) et des céphalopodes (orthoceratidés). Compte-tenu de l'apparente absence de graptolites dans le Tremadoc languedocien, les chercheurs se sont fondés principalement sur le travail de Brögger (1896), qui a offert une vision d'ensemble du Tremadoc européen à partir d'une révision de l'assemblage de trilobites à *Euloma-Niobe*. Bulman & Stubblefield (1927) ont repris cette analyse dans la région anglaise du Shropshire, où ils ont proposé une corrélation des faunes trémadociennes de la région atlantique. Toutefois, suivant l'opinion de Thoral (1935), « la faune du Tremadoc anglais se révèle très différente de celle du Languedoc et, apparemment, est moins riche ».

La distinction entre les trilobites cambriens et trémadociens a toujours été évidente en Montagne Noire, mais ce n'est pas le cas des trilobites trémadociens et arenigiens ; même actuellement cette limite est difficile à reconnaître. Les faunes fossiles de l'Arenig languedocien ont été les premières découvertes et considérées comme un niveau de référence, aussi important que celui de

la faune primordiale du Cambrien moyen. L'Arenig a été d'abord étudié et défini au Pays de Galles septentrional, où deux zones à graptolites ont été rapidement reconnues. En Scandinavie l'Arenig était plus riche en trilobites, principalement le genre *Asaphus*. Dans le massif Armoricaire l'Arenig a toujours été mis en relation avec une succession terrigène grossière, qui dans un premier temps a donné son nom à l'étage Armoricaire (Rouault 1851), ensuite à une formation (la Quartzite Armoricaine ; Dalimier 1863) et, enfin, à un type de faciès diachrone typique de l'Ordovicien inférieur du Sud-Ouest de l'Europe. L'étude des brachiopodes et des ichnofossiles a joué un rôle clé dans la reconnaissance de l'Arenig en Montagne Noire. Ici, les premiers naturalistes ont retrouvé un registre fossile riche et diversifié, composé de trilobites (*Niobe*, *Calymene*, *Remopleurides*, *Ampyx*), de brachiopodes (*Orthis*, *Lingula* et surtout l'espèce armoricaine *Lingula lesueuri*), de graptolites et, enfin, des premières traces fossiles décrites en Europe (*Vexillum*, *Fucoides*, *Bilobites*, etc.). Dans la nappe de Pardailhan (terrain de prédilection de Miquel) le Dévonien repose directement sur l'Arenig. C'est la raison pour laquelle la plupart des contributions de l'amateur de Barroubio n'ont pas dépassé l'Ordovicien inférieur.

LE CAMBRIEN DE LA MONTAGNE NOIRE MÉRIDIIONALE

La première preuve paléontologique de l'existence de la faune cambrienne en Montagne Noire a été apportée par Bergeron (1888a, b). Par la suite, Bergeron (1889) a subdivisé le Cambrien en trois sous-étages (Fig. 3) : 1) l'Annélidien, comprenant des grès (dépassant plusieurs centaines de mètres) à traces d'annélides ; 2) le Paradoxidien, où il distingue (a) des schistes de couleur lie-de-vin (4 m) renfermant des trilobites proches des faunes bohémiennes et britanniques, tels que *Paradoxides*, *Arionellus* et *Conocoryphe* ; dans certains cas, ces schistes sont verts et contiennent alors *Paradoxides*, *Ptychoparia* et l'échinoderme *Trochocystites* ; (b) des schistes jaunes (5 m) renfermant *Paradoxides* et *Agnostus* ; (c) des schistes verts plus gréseux (3 m), riches en

1887 a,b 1888 a,b	Bergeron 1889	Rouville <i>et al.</i> 1893	Rouville 1893 b Rouville <i>et al.</i> 1894	Miquel 1894
(Arénig inf.) Schistes à Asaphes Grès à <i>L. lesueri</i> Grès Armoricaux	Schistes à <i>Asaphus</i> Grès Armoricaux Schistes à <i>Bellerophon</i>	(Arénig)	Arénig Alternance de schistes et de grès Schistes gréseux à <i>Cruziana</i> , <i>Bilobites</i> et <i>Vexillum</i>	Arénig sup.E { Schistes de Boutoury Schistes gréseux à <i>Vexillum</i> moy. { D Grès armoricaux C Schistes gréseux à <i>Vexillum</i> inf. { B Schistes à petits nodules A Grès micacés
Couches à <i>Olenus</i>	Olénidien	Post-paradoxidien	Cambrien Post-paradoxidien / Barroubien Grès quartziteux	Barroubien sup. Grès schisteux, quartzeux et micacés inf. Quartzites et phyllades
Faune primordiale	Paradoxidien	Paradoxidien	Paradoxidien { Calcschistes amygdalins Schistes argilleux, lie-de-vin	Cambrien sup. { Grès pourris Grès troués moy. { Olénidien (de Bergeron) Paradoxidien inf. { Calcaréo-dolomitique Grès de Marcorcy
Annélien	Annélien	Anté-paradoxidien	Anté-paradoxidien { Fm. calcaréo-dolomitique Fm. gréseuse de Marcorcy	

Miquel 1895		Bergeron 1899		Barrois 1904 a	
Arénig	sup. Schistes à <i>Calymene</i> et à <i>Didymograptus</i> (Boutoury) moy. Grès armoricaux à <i>Bilobites</i> inf. Schistes à nodules et grès à ostracodes	Arénig	sup. à <i>Vexillum</i> et <i>L. lesueri</i> inf.-moy. { schistes de Boutoury schistes à <i>Amphion</i>	Arénig	Schistes de Boutoury à <i>Didymograptus</i>
Barroubien		Trémadoc	schistes gréseux à <i>Asaphidae</i> et <i>Calymenidae</i>	Trémadoc	Schistes de Cassagnoles à <i>Euloma-Nicobe-Bellerophon</i>
Cambrien	sup. Grès troués à brachiopodes moy. Schistes à <i>Paradoxides</i> inf. { Calcaires cambriens Grès de Marcorcy	Cambrien	Potsdamien schistes gréseux sans fossiles Acadien ou à <i>Paradoxides</i> { schistes troués argiles lie-de-vin calcaire blanc Géorgien { lits schisteux calcaires à <i>Archaeocyathus</i> calcaires à encrines		

Miquel 1905		Miquel 1912, 1933		Thoral 1935	
Arénig		Grès armoricaux à <i>L. lesueri</i> Schistes à <i>Amphion</i>		Schistes à <i>Ph. angustifolius</i> Schistes à <i>D. deflexus</i> Grès à <i>L. lesueri</i> Schistes à <i>Didymograptus</i> Schistes à <i>M. miqueli</i>	ET Etages SE Sous-étages TE Termes ZO Zones * sic
Trémadoc		sup Schistes à <i>A. homphrayi</i> , <i>A. miqueli</i> moy. Schistes à <i>B. oehlerti</i> inf. Alternance de grès et de schistes gréseux		Schistes et grès à <i>A. barroisi</i> Grès et schistes à <i>S. miqueli</i> Grès à <i>Euloma</i> et <i>O. christianiae</i>	
Cambrien	Postdamien* Acadien { Horizon supérieur H. intermédiaire H. inférieur Géorgien { Grès de Marcorcy (assises à <i>Olenellus</i>)	Postdamien* Acadien { sup. Calcschistes à <i>Paradoxides</i> inf. Calcaires à <i>Archaeocyathus</i> Géorgien { Grès de Marcorcy		Grès et schistes Grès et schistes à <i>P. forchhammeri</i> Schistes à <i>P. mediterraneus</i> Schistes à <i>P. rouvillei</i> Calcaires à <i>Ferralsia</i> Calcaires à <i>Archaeocyathidae</i> Grès de Pardailhan Grès de Marcorcy	

FIG. 3. — Diagramme de corrélation des unités stratigraphiques du Cambrien et de l'Ordovicien inférieur (Tremadoc-Arenig) du versant sud de la Montagne Noire jusqu'en 1935.

Paradoxides géants, de nombreux *Conocoryphe* et des échinodermes tel que *Trochocystites* ; 3) l'Olénidien (terme utilisé par comparaison avec les séries de l'Amérique du Nord) formé d'un ensemble de grès et de schistes avec des débris de *Trochocystites* et des fragments de trilobites indéterminables.

Cette première subdivision stratigraphique de Ferrals-les-Montagnes a ensuite été complétée par de nouvelles découvertes dans la région de Pardailhan (Bergeron 1889, 1892). Cela a amené une importante recherche de fossiles cambriens dans d'autres contrées de la Montagne Noire, notamment par Rouville, Delage et Miquel, lesquels ont modifié la succession et la terminologie stratigraphique en distinguant dans le Cambrien de l'Hérault trois termes ou groupes qu'ils « dénomment provisoirement en l'absence de documents paléontologiques suffisants » (Delage *et al.* 1893) : 1) Antéparadoxidien (1200-1500 m d'épaisseur, comparé aux Lamberis slates), formé par le Grès de Marcory et surmonté de marbres saccharoïdes, de calcaires et de dolomies trouvés dans la région située entre Vélioux et Coulouma ; 2) Paradoxidien (25-30 m d'épaisseur, comparé aux Menevian et Harlech Groups), comprenant des schistes verts, jaunes, rouges et lie-de-vin, et contenant la faune décrite par Bergeron ; 3) Postparadoxidien (1200-1500 m d'épaisseur, comparé aux Tremadoc slates et *Lingula* flags), formé d'une alternance de schistes et de quartzites avec des intercalations calcaires, surmonté par l'Arenig déjà individualisé par Bergeron.

Ensuite, Rouville (1893a, b) et Rouville *et al.* (1893) ont remplacé ces termes par ceux plus simples de Cambrien inférieur, moyen et supérieur. La poursuite des recherches va permettre de trouver de nouveaux gisements, certains cités par Bousquet *et al.* (1893), Miquel (1893, 1894) et Rouville *et al.* (1893, 1894). Miquel (1894) a rattaché l'Olénidien de Bergeron au Cambrien moyen et a dénommé provisoirement Barroubien les couches de la transition Cambrien-Arenig, signalant quelques nouveaux fossiles. Bergeron (1893a, b) a critiqué la nomenclature utilisée par le trio Rouville-Delage-Miquel

et a introduit certaines modifications à la succession stratigraphique cambrienne, qui sera à nouveau critiquée par les naturalistes du Languedoc (Bergeron 1894b, 1895b). D'après Bergeron, le Cambrien inférieur est formé de dolomies, de calcaires noirs et de calcaires gris clair (il y découvre les premiers archéocyathes dans le secteur Marso-Cartouyre) qui passent aux schistes fossilifères du Cambrien moyen. Toutefois, il présente deux données ambiguës : l'existence d'encrines dans les calcaires gris-noir (assimilés par ses opposants au Dévonien) et la détermination des Grès de Marcory comme un faciès du Potsdamien (Cambrien supérieur). C'est Miquel (1895) qui a maintenu (correctement) les Grès de Marcory comme base des terrains cambriens, tandis que Bergeron (1895a) a considéré que seuls les calcaires à *Archaeocyathus* constituaient le Géorgien (Cambrien inférieur).

Au cours de la Réunion extraordinaire sur la Montagne Noire, organisée par la Société géologique de France (Bergeron 1899), et du Congrès international de 1900 (Bergeron 1900), Bergeron a établi une subdivision du Cambrien qu'il ne modifiera plus. Celui-ci est subdivisé en Géorgien (qui commence seulement à partir des calcaires renfermant parfois des encrines), Acadien (contenant les trilobites associés à *Paradoxides*) et Potsdamien (azoïque). Miquel (1905) a ensuite proposé une succession différente et plus complète de l'Acadien : 1) horizons inférieurs, comprenant les calcaires à *Archaeocyathus* et les premiers schistes à faune de trilobites composée de *Paradoxides*, *Ctenocephalus*, *Conocoryphe*, *Liocephalus*, *Holocephalina*, *Ptychoparia*, *Solenopleura*, *Liostracus*, *Agraulos*, *Agnostus*, *Strenuerella*?, *Microdiscus*, *Corynexochus* et le brachiopode *Acrothele* ; 2) horizons intermédiaires, ou faune primordiale de Bergeron, comprenant *Paradoxides*, *Ctenocephalus*, *Conocoryphe*, *Ptychoparia*, *Agnostus* et l'échinoderme *Trochocystites* ; 3) horizons supérieurs, comprenant une faune variée composée de *Paradoxides*, *Conocoryphe*, *Ctenocephalus*, *Ptychoparis*, *Agnostus*, *Dorypige*, *Senotheca*, *Hyolithes*, *Kutorgina*, *Linnarssonina*, *Acrothele*, *Trochocystites*, *Stromatocystites*, *Eocystites* et *Arenicolites*.

Miquel (1910) a étudié en détail l'Acadien supérieur en proposant une nouvelle subdivision stratigraphique. Dans des schistes à intercalations calcaires il a trouvé une faune qu'il a envoyée au paléontologue scandinave Grönwall pour détermination. Elle comprend des cystidés et des trilobites, notamment *Paradoxides cf. forchhammeri* (mal déterminée à partir d'une librigène isolée), ce qui a permis à Miquel de proposer une première corrélation biostratigraphique avec le Cambrien des pays scandinaves. Miquel a résumé toutes ses observations dans une monographie de 1912, travail considéré par Thoral (1935) comme « le plus important de tous ceux publiés sur la stratigraphie du Cambrien et du Silurien de la Montagne Noire ». Par la suite, Bergeron et Miquel ont conservé leurs subdivisions stratigraphiques respectives, publiées précédemment. Toutefois, les travaux de Blayac & Daguin (1922) et Termier (1925) ont adopté la subdivision stratigraphique proposée par Miquel.

À partir de 1928, plusieurs événements vont bousculer la conception du Cambrien en Montagne Noire : la révision des terrains primaires de la feuille de Bédarieux, la découverte de la faune acadienne dans les monts de Lacaune (versant nord de la Montagne Noire) par Blayac & Thoral (1931a, b), et la thèse de doctorat que Thoral a réalisée sous la direction de Blayac (Thoral 1935). Une nouvelle étape de recherches a commencé au cours des années 1930, influencée principalement par Thoral et par la révision de la plupart des cartes géologiques de la Montagne Noire.

L'ORDOVICIEN INFÉRIEUR DE LA MONTAGNE NOIRE MÉRIDIONALE

Fournet & Graff (1849, 1850) ont découvert les premiers fossiles ordoviciens, 40 ans avant ceux du Cambrien, aux environs de Neffiès (Hérault). Ils ont été d'abord assimilés au Silurien, Dévonien et Carbonifère par Verneuil (1849). En 1850, Fournet a signalé la présence de trilobites (tel qu'*Asaphus*), de graptolites et de brachiopodes (*Orthis*) dans ces schistes, qu'il a datés du Silurien inférieur.

La détermination en Montagne Noire de l'Ordovicien britannique a été réalisée à partir de

l'étude de quatre groupes fossiles : les brachiopodes, les trilobites, les graptolites et les traces fossiles. Concernant les trilobites, Bergeron (1888a, b, 1889) a utilisé les premiers trilobites ordoviciens comme éléments de corrélation avec les dépôts recouvrant ceux de la faune primordiale. L'existence de faunes du Tremadoc britannique a été reconnue par Bergeron (1888a, b) au sein de schistes gréseux qui ne possèdent pas de différences lithologiques avec les niveaux inférieurs cambriens, mais qui sont reconnaissables par l'apparition d'une faune absolument différente, composée de trilobites des familles Asaphidae et Calymenidae, ainsi que des gastéropodes de type *Bellerophon*. Bergeron (1888c) a d'abord hésité à rapporter ces faunes au Tremadoc, compte-tenu de l'ambiguïté de cette unité en Grande-Bretagne où on continuait à mélanger des unités du Cambrien et de l'Ordovicien. Pour bien préciser que cette faune nouvelle devait occuper la base de l'Ordovicien, Bergeron l'a rapprochée de celle de l'Arenig inférieur, dont l'âge et la stratigraphie étaient bien établis. Par la suite, Brögger (1896) et Pompeckj (1902) ont rapporté correctement cette faune du Languedoc au Tremadoc britannique.

D'autre part, la découverte du brachiopode *Lingula lesueuri* [*Ectenoglossa lesueuri* (Rouault, 1850)] (Tromelin & Gasset 1877 ; Tromelin 1879) au Sud de Roquebrun a permis rapidement de corréler les unités gréseuses ordoviciennes du Languedoc avec le Grès Armoricaïn où les chercheurs bretons et normands avaient déjà réalisé d'importantes découvertes.

Les premiers graptolites arénigiens ont été trouvés sur une colline au Nord-Ouest de Cabrières, nommée le bois de Boutoury, qui a donné son nom aux « Schistes de Boutoury ». Un autre affleurement important se trouve dans la vallée de Landeyran, près de Saint-Nazaire-de-Ladarez, d'où les noms de « Schistes de St-Nazaire à *Phyllograptus* » ou de « Schistes à Calymènes », d'après les trilobites associés. Après plusieurs références à l'existence de graptolites en Montagne Noire (Frech 1887 ; Bergeron 1889 ; Rouville 1889), c'est Barrois (1892, 1893) qui a

décrit neuf espèces de graptolites en ajoutant « que les schistes de Boutoury appartiennent à l'Arenig moyen du Sud du Pays de Galles ».

En ce qui concerne les traces fossiles, la plupart des ichnofossiles arénigiens du versant sud de la Montagne Noire ont été assimilés à ceux déjà décrits dans le massif Armoricaïn. Après la reconnaissance des premiers *Bilobites* en Bretagne, ce terme a été utilisé pour décrire toute sorte de trace bilobée et est devenu obsolète après la description de *Cruziana* par d'Orbigny (1842). La première référence en Montagne Noire est celle de Christol (1851) qui a présenté des *Bilobites* provenant des terrains « siluriens » de Clermont-l'Hérault, d'où provient d'ailleurs l'ichnoespèce *Bilobites monspeliensis* Saporta. La présence des *Bilobites* et des *Fucoïdes* en Montagne Noire et dans le massif Armoricaïn a été utilisée par Saporta (1882) dans sa polémique avec le naturaliste suédois Nathorst concernant la nature des traces fossiles. Saporta (1884) a défini aussi l'espèce (d'algue) *Vexillum rouvillei* d'après des échantillons recueillis aux environs de Cabrières (Hérault). Le professeur de Montpellier (Rouville 1893b ; Rouville *et al.* 1894) a défini une unité stratigraphique informelle, les schistes gréseux à *Cruziana*, *Bilobites* et *Vexillum*, comme l'a fait Miquel (1895) pour les Grès Armoricaïns à *Bilobites*. Dans ces deux cas il s'agit des grès arénigiens assimilés à la Quartzite Armoricaïne. Auparavant, Lapparent (1883) avait aussi proposé une charte chronostratigraphique provisoire pour le Paléozoïque inférieur en utilisant la présence de certaines traces fossiles dans ces deux régions. Son étage Armoricaïn (dont la partie inférieure comprenait les Grès à *Bilobites* typiques de l'Arenig) correspondait à la « faune seconde » de Barrande (1852) recouverte d'un étage Bohémien, riche en *Chondrites*, correspondant à la « faune troisième » de Barrande.

Lors de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Montpellier, Rouville (1869) a proposé la subdivision des terrains siluriens en « Schistes à Asaphes » à la base, et quartzites et « Grès de Glauzy » (actuellement Ordovicien supérieur) au sommet, succession qui a été maintenue par Graff (1874). La position strati-

graphique des couches de Glauzy, dont la faune fossile venait d'être étudiée par Koenen (1886), a été précisée par plusieurs notes (Rouville 1887a-f). La première contribution de Bergeron (1887a) sur l'Ordovicien permet de distinguer deux horizons en Montagne Noire (Fig. 3) : 1) les Grès Armoricaïns ou premier horizon fossilifère silurien ; et 2) les schistes à *Asaphus* et *Acidaspis* du Silurien moyen. Ensuite, Bergeron (1887b) a proposé une succession plus complète, comprenant : 1) des schistes argileux à nodules calcaires renfermant des *Asaphus*, *Agnostus*, *Calymene* et *Vexillum* (Silurien moyen) ; 2) des grès à *Vexillum* et *Bilobites* à la base et à *Lingula lesueuri* au sommet ; 3) des schistes à grands *Asaphes* ; 4) des schistes à *Orthis actoniae* et *O. calligramma* ; et 5) des calcaires à *O. actoniae* et cystidés. Les deux derniers groupes correspondaient aux couches de Caradoc et de Bala de Grande-Bretagne.

La succession stratigraphique ordovicienne des environs de Cabrières, publiée par Frech (1887) et Rouville (1887a-f), est similaire à celle qu'a établie Bergeron (1887a). Bergeron a présenté la découverte de la faune primordiale (Bergeron 1888a, b) et nommé les premiers trilobites provenant de l'Ordovicien inférieur de Cassagnolles : *Agnostus ferralsensis*, *Calymene filacovi*, *Megalaspis filacovi* et *Asaphelina barroisi*. La thèse de Bergeron (1889), complétée par la description des nouvelles espèces (Bergeron 1893c), est de grande importance pour la détermination stratigraphique de l'Ordovicien de la Montagne Noire. Ce « Silurien moyen » comprend : 1) les schistes à *Bellerophon* (70-80 m d'épaisseur), renfermant *Bellerophon oehlerti*, *Megalaspis filacovi*, *Agnostus ferralsensis*, *Asaphelina barroisi*, *Vexillum rouvillei* et *Bilobites monspeliensis* ; 2) les Grès Armoricaïns (50 m) à *Vexillum*, *Lingula lesueuri*, *L. crumena* et *Dinobolus brimonti* ; 3) les schistes à *Asaphus fourneti*, *A. graffi*, *A. aff. nobilis*, *Illaeenus lebescontei*, *Amphion aff. lindaueri*, *Orthis* sp. et des graptolites ; 4) les schistes de Glauzy, renfermant plusieurs brachiopodes du genre *Orthis* ; ces schistes passent à des calcaires à cystidés.

Par la suite, Barrois (1892) a étudié la répartition des graptolites en France et décrit les espèces

languedociennes, en distinguant : 1) les schistes à *Bellerophon oehlerti* ; et 2) les schistes à *Asaphus fourneti*. À la suite de ce travail, Bergeron (1892) a modifié la série de l'Arenig, à savoir, de bas en haut : 1) schistes à *Calymene filacovi* et *Asaphelina barroisi* ; 2) schistes argileux à *Agnostus*, *Ampyx*, *Dalmanites* et *Didymograptus* ; 3) schistes à *Amphion* ; et 4) Grès à *Vexillum* et *Bilobites*. Ces quatre niveaux appartiendraient à l'Arenig inférieur et seraient recouverts par les Grès à lingules de l'Arenig moyen.

Rouville & Delage (1892) ont subdivisé l'Ordovicien de Cabrières en : 1) Arenig (schistes de Boutoury et Grès Armoricaux, comprenant les schistes gréseux à *Bilobites* et les grès à *Lingula lesueuri*) ; 2) Llandeilo inférieur (schistes à *Asaphus*) ; et 3) Caradoc (Grès de Glauzy). Barrois (1893) a décrit *Rouvilleigraptus richardsoni* de Cabrières en confirmant l'âge arénigien des schistes de Boutoury. Bergeron (1893c) décrit un nouveau trilobite envoyé par Miquel, qu'il dénomme *Asaphelina miqueli*, en signalant que toutes les espèces d'*Asaphelina* sont cantonnées dans l'Arenig inférieur.

En 1893, Miquel publie sa première note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Il nomme Postcambrien ou Silurien inférieur les grès qui surmontent le Paradoxien de Coulouma. Il donne une longue liste de fossiles du Silurien moyen et, en 1894, propose une zonation (litho/bio)stratigraphique de l'Arenig, où les zones A et B représenteraient l'Arenig inférieur, les zones C et D l'Arenig moyen, et la zone E l'Arenig supérieur : zone A : schistes gréseux à *Orthis* et Asaphidés, dont les principaux fossiles sont des orthocères et cyrtocères (?), *Redonia* (?), *Orthis*, lingules, *Angelina* (?), *Agnostus*, *Calymene filacovi*, Asaphidés, *Asaphus*, *Ogygia*, *Asaphelina* et *Beyrichia* ; zone B : schistes à petits nodules à orthocères, *Bellerophon*, *Lingulella*, *Orthis*, cystidés, astéries et asaphidés ; zone C : schistes gréseux à *Vexillum*, dont les nodules livrent des orthocères, *Bellerophon*, *Orthis*, *Redonia*, *Nucula*, *Avicula*, *Orthonota*, *Asaphus*, *Niobe*, *Asaphelina miqueli*, graptolites, *Vexillum* et *Bilobites* ; zone D : Grès Armoricaux à *Vexillum halli*, *Bilobites*, *Lingula lesueuri*, *L. cru-*

mena, *Dinobolus brimonti* et *Asaphus tyrannus* ; zone E : schistes de Boutoury à *Didymograptus v. fractus*, *Agnostus*, *Ogygia*, *Dalmanites*, *Calymene*, *Asaphus*, *Acidaspis*, *Remopleurides* et *Ampyx*.

Rouville (1894) et Rouville *et al.* (1894) ont proposé de légères modifications stratigraphiques, mais Miquel (1895) a confirmé la composition de l'Arenig telle qu'il l'avait définie l'année précédente. Les notes de Miquel sont vivement critiquées par Bergeron (1895b) qui estime que la succession de l'Arenig est fondée sur des faunes insuffisamment étudiées, ce qui l'encourage à décrire plusieurs espèces nouvelles.

En 1896, Brögger a réalisé une révision des faunes à *Euloma* et *Niobe* (trilobites) dans le monde et réétudié la faune de l'Arenig inférieur décrite par Bergeron : la plupart des déterminations sont rectifiées. Certains schistes sont équivalents des calcaires à *Ceratopyge* de Scandinavie et, par conséquent, correspondent à l'étage 3a de Brögger ou Tremadoc de Grande-Bretagne : à partir de ce moment, le terme Tremadoc sera utilisé par les chercheurs français (Bergeron 1898a, b). En 1899, Bergeron a proposé une nouvelle succession stratigraphique pour l'Ordovicien de la Montagne Noire : 1) Tremadoc : schistes à nodules, qui livrent *Asaphelina barroisi*, *Asaphelina miqueli*, *Niobe lignieresi*, *Bellerophon oehlerti* et orthocères ; 2) Arenig inférieur et moyen : schistes de Boutoury, reposant sur les schistes à *Amphion* à Cabrières (les trilobites appartiennent à des espèces non décrites, tandis que les graptolites ont été décrits par Barrois en 1892) ; 3) Arenig supérieur à *Vexillum rouvillei*, *Cruziana monspeliensis*, *Vexillum halli* et *Lingula lesueuri* ; 4) Llandeilo : schistes à *Asaphus*, *Iliaenus* et *Didymograptus euodus* ; 5) Grès de May : grès à *Calymenella boisseli* ; 6) étage de Bala et de Caradoc : schistes à *Orthis* et bancs calcaires à cystidés.

Au cours des excursions effectuées lors de la Réunion extraordinaire sur le versant méridional de la Montagne Noire, Bergeron (1899) essaie de prouver l'existence de cette série, mais Miquel (*in* Bergeron 1899) souligne que la série silurienne de Boutoury est renversée. Enfin, dans le livret-guide de la Montagne Noire, Bergeron (1900) ne

laisse dans le Tremadoc que les schistes à *Euloma-Niobe* ; il range dans l'Arenig inférieur les schistes à Orthocères et les schistes à *Asaphelina miqueli*, conclusion maintenue par Thoral (1935). Pompeckj (1902) adopte les idées émises par Brögger (1896) et décrit *Shumardia miqueli*, *Agnostus* cf. *bavaricus*, *Orthis christianiae* et *Lingulella lepis* du Tremadoc inférieur.

Barrois (1904a, b) annonce la découverte de *Phyllograptus angustifolius* dans l'Hérault et range dans l'Ordovicien les termes suivants, de bas en haut : 1) schistes de Saint-Nazaire à Trilobites ; 2) les mêmes schistes à *Phyllograptus* ; 3) schistes de Boutoury à *Didymograptus* ; et 4) schistes de Cassagnolles à *Euloma-Niobe*, tout en réalisant une corrélation avec la Scandinavie. Par la suite, Bergeron (1912) maintient la série stratigraphique qu'il avait proposée en 1900, et Miquel (1912) propose la série la plus complète : 1) Tremadocien inférieur (à trois horizons) et supérieur (à trois faciès) ; 2) Ordovicien inférieur ou Arenigien : Grès Armoricaïn à *Lingula lesueuri* et schistes à *Amphion* et *Phyllograptus* ; 3) Ordovicien moyen ou Llandeilien : schistes à *Calymene* de Boutoury et schistes à *Barrandia* ; 4) Ordovicien supérieur ou Caradocien : à trois faciès, Grès à *Trinucleus*, calcaires à *O. actoniae* et calcaires à *Echinosphaerites*.

Selon Thoral (1935), « le savant géologue de Barroubio [Miquel] publie la liste complète des fossiles recueillis dans chacune de ces subdivisions. C'est cette succession qui a été admise jusqu'à ce jour par tous les géologues languedociens. On verra par la suite que j'ai été amené à la modifier en ce qui concerne l'Arenig et le Llandeilo inférieur [...]. À mon avis, si la série des horizons ordovi-ciens de la Montagne Noire est aussi confuse, cela tient à ce que les auteurs ont utilisé dans leurs publications, des termes [lithostratigraphiques] non définis du point de vue stratigraphique ».

PRINCIPALES CONTRIBUTIONS PALÉONTOLOGIQUES DE JEAN MIQUEL

La découverte de la faune primordiale à Ferrals-Montagnes a favorisé la recherche de nouveaux gisements fossilifères, ainsi que l'étude de

leurs successions stratigraphiques. Bergeron (1888a, b) a décrit la présence de sept espèces de trilobites identiques ou très similaires aux faunes primordiales de Bohême. Miquel a reconnu au cours de ses recherches l'existence d'une grande diversité fossile qu'il aurait pu décrire, mais qu'il se contenta simplement de citer comme « nova species » informelles. Ces dernières ont été décrites *a posteriori* (plus d'un demi-siècle après) par Thoral (1935), Sdzuy (1961) et Courtessole (1973). Indécision ? Peut-être est-ce la pression exercée par la rivalité entre de Rouville et Bergeron qui a obligé Miquel à maintenir une attitude prudente et à se consacrer à la stratigraphie cambro-ordovicienne de sa région de résidence : les combes de Barroubio. Cela expliquerait l'envoi de quelques exemplaires de « nova species » à d'autres spécialistes (tel que *Asaphelina miqueli* Bergeron 1893c), l'existence d'une unique monographie systématique réalisée par Miquel (1905) et l'envoi d'une association nouvelle de trilobites au paléontologue scandinave Grönwall. Sa contribution sur l'Ordovicien inférieur est seulement de type stratigraphique.

« M. Jean Miquel, de Barroubio, m'a fait parvenir au mois de novembre 1893 des pygidiums qu'il ne connaissait pas encore ; il les avait trouvés en très grande abondance dans le ruisseau de Saint-Cels, près de Saint-Chinian [...]. J'ai été très heureux de la dédier à notre nouveau confrère M. Miquel, qui est le premier à me l'avoir fait connaître avec ses principaux caractères » (Bergeron 1893c).

Nous devons à Miquel la définition de cinq espèces de trilobites et d'une espèce d'échinoderme cambriens, décrits dans sa monographie paléontologique de 1905. Il s'agit de *Stromatocystites cannati* [*Cambraster cannati* (Miquel, 1905)], *Paradoxides rouvillei* [*Eccaparadoxides rouvillei* (Miquel, 1905)], *Holocephalina holocephala* Miquel, 1905, *Liostracus couloumanus* [*Veliouxia couloumana* (Miquel, 1905)], *Corynexochus delagei* Miquel, 1905, *Conocoryphe heberti* var. *pseudooculata* [*Conocoryphe pseudooculata* Miquel, 1905] et *Solenopleura cannati* Miquel, 1910, espèce décrite sur les indications épistolaires de Grönwall.

D'autre part, Miquel (*in* Coulouma & Miquel 1933) a proposé la distinction de quelques espèces qui restaient à dénommer : 1) « *Ptychoparia nova specie*, qui possède des affinités avec *Sao hirsuta* de Bohême, *Ptychoparia Rybeyroi* [*Solenopleuropsis* (*Manublesia*) *ribeiro*] de la région Cantabrique et *P. Barthouxi* [*Badulesia tenera*] du Maroc » ; 2) il souligne que « *Solenopleura cf. tener* [*Badulesia tenera*] fut considéré par Matthew comme la meilleure pièce de liaison entre l'Acadien du Vieux [Gondwana] et du Nouveau Monde [Laurentia] » ; 3) « les agnostidés *Agnostus cf. rex*, *Microdiscus cf. punctuatus* et *M. cf. sculptus* ont autant et plus d'analogie avec les espèces du New Brunswick qu'avec celles du Pays de Galles [Avalonie] » ; 4) « *Agraulos* ressemble aux formes longues du Pays de Galles (*Agraulos longicephalus*) et aux formes courtes de Bohême (*Agraulos ceticephalus*) ». Enfin, il reconnaît, pour la première fois dans le Cambro-Ordovicien de la Montagne Noire une grande quantité d'espèces de trilobites définies ailleurs (voir Annexe, Figs 4-7).

PROBLÉMATIQUES GÉOLOGIQUES ET PALÉONTOLOGIQUES

L'APPLICATION DE L'UNIFORMITARISME

Depuis Lyell (1830-1833) la sédimentation était considérée comme un processus graduel sans tenir compte des arrêts de sédimentation, de l'érosion liée à des variations eustatiques ou isostatiques et des orogénèses. La nature des discordances stratigraphiques n'était pas correctement interprétée. Par conséquent, entre deux unités stratigraphiques caractérisées par leur contenu fossile, il fallait trouver les dépôts intermédiaires reconnus dans d'autres régions. La logique permettait de soupçonner ainsi l'existence d'une unité stratigraphique (avec son contenu fossile caractéristique) là où l'on ne trouvait qu'une succession azoïque ou son absence par contact tectonique.

« La nature n'a pas eu d'arrêts ou de soubresauts dans le dépôt des terrains stratifiés » (Miquel 1894).

LE CHOIX DE LA TERMINOLOGIE STRATIGRAPHIQUE

La découverte de fossiles similaires (et parfois identiques) dans différents pays a amené les naturalistes à corrélérer chronologiquement les roches qui les contenaient. L'insuffisance et l'ambiguïté des termes de corrélation stratigraphique ont créé un problème dans les comparaisons entre les couches stratigraphiques et leur contenu fossile. Au cours de la transition entre les XIX^e et XX^e siècles la plupart des corrélations était fondée sur les affinités paléontologiques (au niveau le plus souvent générique) et, accessoirement, lithologiques. Les concepts de faciès et d'unités litho- et biostratigraphiques n'étaient pas tout à fait développés, ce qui a engendré des discussions quant à la similitude de certains fossiles au sein de lithologies différentes et de domaines géographiques très éloignés ou, au contraire, la ressemblance lithologique entre des unités stratigraphiques d'âge très différent.

« [Concernant] les connexions avec le Cambrien de l'Espagne, décrit pour la première fois par Casiano del Prado [1860]. Barrois et Bergeron [...] ont signalé des analogies entre les schistes paradoxidiens des deux pays, d'un point de vue stratigraphique et paléontologique (*Paradoxides pradoanus*). Les bandes de calcaire rouge [griotte] séparées entre elles par des lits de schistes également rouges correspondent à nos calcschistes amygdalins rouges ou lie de vin. [...] Le grès qui est presque une quartzite où l'on n'a trouvé d'autres fossiles que des *Bilobites*, présente tous les caractères de notre Barroubien » (Miquel 1893).

« Les grès de Marcory [Cambrien inférieur] ne constituent pas un étage distinct [Rouville *et al.* 1894], antérieur aux calcaires cambriens, mais un faciès spécial de Potsdamien [Cambrien supérieur !]. Peut-être ont-ils été considérés comme plus anciens que les calcaires parce que sur le versant sud [de la Montagne Noire] on y trouve deux intercalations calcaires, comparables à celles que j'ai signalées plus haut du côté de Cazillac ; mais ce sont là de simples accidents dûs à des plis et l'on n'a pas affaire à l'étage calcaire lui-même » (Bergeron 1894b).

Dans les premiers travaux sur la Montagne Noire les auteurs mélangent souvent les concepts de « formation », « assise », « étage » et « terme ». Ceux-ci, ainsi que la subdivision d'étage (zone), sont définis à partir d'un assemblage fossile associé à une lithologie. Par conséquent, les comparaisons entre des unités stratigraphiques possédaient un caractère à la fois litho- et biostratigraphique. Pour les comparer ils ont utilisé les expressions « attacher », « rattacher » et « rapporter » des unités stratigraphiques contenant un registre fossile, sans distinguer parfois s'il s'agissait des corrélations litho- ou biostratigraphiques. En paléontologie et en géologie il faut essayer de maintenir la nomenclature la plus ancienne, ce qui permet d'éviter la prolifération de termes pour désigner un fossile ou une unité stratigraphique. Les naturalistes pionniers dans l'étude du Paléozoïque inférieur de la Montagne Noire ont réalisé de nombreuses comparaisons avec des unités stratigraphiques définies au Pays de Galles et aux États-Unis. Ces comparaisons ont permis de reconnaître le Cambrien (Géorgien, Acadien et Potsdamien) et l'Ordovicien inférieur (Tremadoc et Arenig) dans les régions languedociennes malgré l'absence d'espèces fossiles communes aux affleurements britanniques et américains. Le plus souvent, l'unité comparée se situait au-dessus ou en-dessous d'une unité corrélée correctement : le Paradoxidien (ou schistes à *Paradoxides*) et les grès à caractère armoricain (Arenig) étaient les références du Paléozoïque en Montagne Noire. Par conséquent, deux solutions étaient envisageables : 1) on utilisait un terme importé (britannique ou américain) malgré l'absence de fossiles communs ou le caractère azoïque de la succession, ou 2) on définissait une unité locale provisoire (tel que le Barroubien, entre les unités identifiées comme Cambrien et Arenig) modifiable en fonction des découvertes futures. Malgré la ressemblance taxinomique du contenu fossile avec celui de l'Espagne (trilobites de la région Cantabrique et des Chaînes Ibériques) et de la Bohême, les unités stratigraphiques ont hérité de la terminologie britannique (décrite au Pays de Galles par Sedgwick et Murchison) et américaine (proposée en Terre-Neuve par Walcott), comme le soulignent les paragraphes suivants.

Le Précambrien

« Quant aux assises inférieures aux calcaires [Cambrien inférieur], si elles renferment des grès, elles renferment aussi et surtout des phyllades et se lient trop intimement aux schistes à sérécite pour qu'on puisse les en séparer ; il semble donc plus naturel de les **rattacher** au Précambrien » (Bergeron 1893b).

« Il y a une erreur pétrographique [lithologique] ; elles doivent être **rattachées** au Cambrien car elles sont constituées essentiellement de grès siliceux. Ce ne sont pas des caractères précambriens [!] » (Rouville 1893a).

Le Cambrien s.l.

« La série cambrienne de l'Hérault y est divisée en trois groupes, l'Antéparadoxidien, le Paradoxidien et le Postparadoxidien, dont la terminologie et les assimilations avec les **termes** du Cambrien de l'Angleterre, ne paraissent pas à M. Bergeron justifiées. Si Bergeron avait lu notre note de 1893 un peu plus attentivement, il aurait vu que la terminologie qu'il critique n'a été créée et employée que provisoirement, et qu'elle est justifiée par le fait même qu'elle s'applique à des **formations** que personne n'est actuellement en mesure de synchroniser [corrélér] avec aucun **horizon** classique » (Rouville 1893a ; Rouville *et al.* 1894).

« Les seules assises cambriennes dont l'âge soit établie avec certitude appartiennent au Cambrien moyen ou Acadien [...], mais il n'est pas de même pour les niveaux qui leur sont supérieurs et inférieurs. C'est uniquement pour des raisons d'ordre stratigraphique qu'ils ont été classés dans le Cambrien, et, si leur attribution au Géorgien ou Cambrien inférieur et ou Potsdamien ou Cambrien supérieur est très vraisemblable, du moins elle n'est pas certaine par suite de l'absence de faunes caractéristiques » (Bergeron 1899).

Le Cambrien inférieur

« Si les **assises** inférieures du Cambrien de l'Hérault **représentent** réellement les Lamberis slates, leur nom était tout trouvé ; c'est le Géorgien, admis maintenant par la plupart des géologues, et il n'était

pas besoin de créer un nom qui ne peut préciser aucun âge » (Bergeron 1893b).

« Il y a dans ce passage, d'abord **une leçon d'érudition que nous n'acceptons pas** ; ensuite une critique à laquelle nous avons déjà répondu. Nous avons déclaré que nous n'avions encore rien trouvé dans notre Cambrien inférieur, laissant ainsi entendre, à **ceux qui ne sont pas systématiquement sourds**, que le temps nous a fait défaut pour y chercher avec le soin voulu [...]. Ne connaissant pas la faune du groupe sédimentaire inférieur au Paradoxidien, nous ne nous sommes pas crus fondés à le synchroniser avec un étage [...]. Le nom d'Antéparadoxidien ne nous ayant pas encore fourni des caractères paléontologiques permettant de la **rappporter** avec certitude à un horizon de la série classique, a reçu provisoirement le nom Antéparadoxidien » (Rouville 1893a ; Rouville *et al.* 1894).

« Bergeron a rapporté les schistes (avec quelques articles de cystidés) à l'Olénidien, bien qu'il ait toujours été impossible d'y trouver le moindre fragment d'*Olenellus* » (Miquel 1894).

Le Cambrien supérieur

« La même critique peut être faite au nom Postparadoxidien. D'ailleurs, il est bien vraisemblable qu'une partie correspond au Postdamien [*sic*] et l'autre à la base de l'Arenig inférieur » (Bergeron 1893b).

« Mais ce n'est pas certain, en tant que l'étage n'aura rien fourni, fidèles à notre principe de n'affirmer rien dont nous n'ayons la certitude, nous lui maintiendrons logiquement un nom qui ne précise pas son âge, et nous nous abstenons de le **synchroniser** avec quoi que ce soit » (Rouville 1893a ; Rouville *et al.* 1894).

Le Barroubien

« Je vais donner à notre échelle géologique un **étage** nouveau, inédit jusqu'ici [...] compris entre deux étages classiques, celui de la faune première [Cambrien] et celui de l'Arenig » (Miquel 1893).

En 1893, Miquel se « laissa impressionner par la puissance de leurs **assises** et par l'étendue de leurs affleurements ; je leur attribuai un rôle plus important sans doute qu'il convenait ; je vis en elles un sous-étage nouveau [...], j'en fis le Postcambrien. Quelques mois après, MM De Rouville et Delage reprenaient l'étude [...] de l'étage Barroubien, d'après l'hameau où habitait Miquel. Le mot Barroubien a été donné avant tout comme un terme provisoire ; il désigne une **formation** composée d'empiètements sur les étages voisins ; et il est destiné à disparaître le jour où il sera possible de fixer la part qui revient à chacun d'eux. Je viens d'en détacher à la base, avec le Cambrien supérieur des assises très importantes ; je vais lui enlever au sommet, avec l'Arenig inférieur, une bande aussi considérable [...]. Le nom de Barroubien ne laisse rien préjuger et de rappeler en même temps une des régions [...]. Ainsi donc, en créant ce nom Barroubien, nous n'avons eu nullement l'intention de créer un étage nouveau, nous avons voulu simplement désigner un groupe de sédiments que nous soupçonnons devoir disparaître, en tant que terme de notre série primaire, sous cette dénomination, mais que nous conservons tel quel, jusqu'à nouvel ordre, parce que nous ne sommes pas actuellement en mesure de le synchroniser d'une façon précise avec quoi que ce soit [...]. Notre étage Barroubien ne nous a encore fourni aucune trace de fossiles ; toutefois, [...], où semble finir le Barroubien et où semble commencer l'Arenig, quelques formes qui appartiennent incontestablement à la faune seconde [de Barrande] [...]. Nous voici en présence d'une **formation**, comprise entre un Paradoxidien bien caractérisé et un Arenig dont les caractères ne sont pas moins incontestables » (Rouville 1893a ; Rouville *et al.* 1894).

Le Tremadoc

« Le Tremadoc anglais est un **étage** sur lequel on discutera longtemps encore ; et je ne crois pas qu'il faille apporter ce mot dans notre géologie, mais il y a dans l'Hérault une **formation** analogue. Des couches puissantes de plus de mille mètres se soudent en bas avec les schistes à

Paradoxides et passent en haut par une transition insensible à l'horizon de l'Arenig » (Miquel 1893).

L'Arenig

« Bien que je ne partage pas sa manière de voir relativement aux divisions et aux termes à employer dans la classification du Cambrien [...]. Quant aux divisions qu'il introduit dans l'Arenig inférieur, elles sont fondées surtout sur des caractères lithologiques qui n'ont pas grande valeur ou sur des données paléontologiques qui, selon moi, ne sont pas encore établies avec assez certitude. La faune de cet Arenig n'est connue, en effet, que par des fossiles trouvés de différents côtés et non en superposition » (Bergeron 1895b).

LA MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

La plupart des fossiles provenaient de chantiers, d'affleurements ou de gisements étendus où l'on ne tenait pas compte (comme c'est le cas de nos jours) de la provenance stratigraphique précise des exemplaires. Cela favorisa la définition de « zones » ou « termes » caractérisés par un assemblage fossile, aux limites souvent ambiguës. La vaste étendue et la méconnaissance des affleurements forçaient les naturalistes à se consacrer à l'étude des gisements riches en fossiles :

« Pour donner la faune, ne fut-ce que d'un seul étage [...] il faut attendre souvent bien des années, jusqu'à ce qu'on ne rencontre plus de formes nouvelles. C'est le cas pour la faune du Paradoxidien, qui, depuis quelque temps, malgré les recherches les plus actives de M. Miquel, ne fournit plus de types nouveaux [...]. Mais il n'en est pas de même pour l'Arenig inférieur, où chaque année amène la découverte de formes nouvelles, grâce à l'ardeur infatigable de MM. Escot, Miquel et Villebrun » (Bergeron 1893c).

« Coulouma est inépuisable. Il m'a fourni, cette année, plusieurs milliers de bons échantillons qui m'ont permis de me procurer par échanges une très bonne collection de fossiles primaires, et, ce qui est plus précieux encore pour moi, le noyau

d'une bonne bibliothèque géologique [...]. J'ai en ce moment dans mes réserves [...] plus de six cents têtes de *Conocoryphe rouayrouxi* » (Miquel 1894).

La position stratigraphique permet actuellement de replacer les espèces dans le temps et de reconnaître leurs variations intra-spécifiques. Cette recherche avait déjà été envisagée par Miquel, qui propose plusieurs caractères intra-spécifiques graduels, actuellement considérés comme caractères diagnostiques d'espèces différentes de trilobites :

Ctenocephalus coronatus, « allongeant progressivement ses pointes génales jusqu'à l'embrassement complet de tout son corps » ; *Ptychoparia rouayrouxi*, « accentuant sa ponctuation depuis le plus léger chagriné jusqu'à la granulation du type de Munier-Chalmas & Bergeron » ; et *Conocephalites heberti* var. *pseudo-oculata* [sic], qui « met une liaison entre les espèces aveugles et les espèces ocellées » (Miquel in Coulouma & Miquel 1933).

LA PRIORITÉ DANS LA PUBLICATION DES RÉSULTATS

La rareté des périodiques scientifiques à la fin du XIX^e siècle a empêché la publication rapide des découvertes paléontologiques. La plupart des amateurs présentaient leurs résultats dans des réunions extraordinaires de la Société géologique de France et dans des sociétés scientifiques départementales (Montpellier, Béziers) ou locales. L'attente lors des publications de ces colloques a suscité des discussions concernant la paternité de certaines idées et conclusions, comme par exemple la première découverte de fossiles ou l'identification correcte de l'ordre des unités stratigraphiques :

« Je suis très disposé à admettre, m'en rapportant au témoignage de son professeur et doyen, M. de Rouville, que M. Delage a la priorité morale dans la découverte de la superposition du Paradoxidien aux calcaires cambriens » (Bergeron 1894b).

« Bergeron avait d'ailleurs reconnu son erreur et [...] il avait rectifié l'ordre de superposition comme il convenait [...]. Bergeron reconnaît

cependant que la priorité appartient bien à Miquel puisqu'il a publié sa note en ignorant cette rectification, qui n'a pas été imprimée » (Bergeron 1895b).

« Pour qui sait lire, M. Bergeron dit en substance à M. Miquel : Vous avez publié la découverte avant moi, mais je l'ai fait avant vous » (Rouville 1893a ; Rouville *et al.* 1894).

LES CONTROVERSES

Une importante polémique s'est développée entre Bergeron et les professeurs de Rouville et Delage. L'habitude des naturalistes de publier les lettres et les réflexions personnelles comme notes dans les revues scientifiques (telle que les *Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France*) nous permet actuellement de retracer la confrontation acharnée entre certains chercheurs. Le caractère respectueux des textes scientifiques n'a pas empêché d'introduire des remarques très amères : « Nous ne sommes pas d'**humeur batailleuse** et nous fuyons, d'instinct, les discussions inutiles. Mais étant donné les tendances et le caractère essentiellement critique de la note de Bergeron, nous ne pouvons pas nous empêcher d'y répondre, et nous allons le faire, en suivant pas à pas notre savant contradicteur dans son argumentation, de manière à ce qu'il ne subsiste plus, sur aucun fait contesté, le moindre doute dans l'esprit de personne [...].

C'est tout, et c'est vraiment assez, car nous ne savons rien de plus pénible que les discussions analogues à laquelle nous avons été entraînés. Mais on comprendra qu'elle était nécessaire et nos lecteurs nous pardonneront de la leur avoir fait subir » (Rouville 1893a).

« Je terminerai ma réponse, comme d'ailleurs cette discussion, en déclarant que le peu de justice que me rendent **mes contradicteurs**, ne m'empêche pas d'apprécier leurs travaux à leur juste valeur » (Bergeron 1894b).

« Je regrette vivement d'avoir eu à entretenir la Société [géologique de France] de questions aussi peu intéressantes que le sont celles soulevées par

cette polémique. J'ai répondu cette fois encore aux **attaques** dont j'ai été objet, de crainte que mon silence ne fût mal interprété ; mais je suis parfaitement résolu à ne pas continuer une discussion qui tend à prendre caractère de **polémique personnelle**, en tout point contraire aux traditions de la Société géologique » (Bergeron 1895b).

Cette discussion a atteint son maximum au moment de la publication par Rouville *et al.* (1894) d'une lettre personnelle de Bergeron adressée à Miquel, où il déclarait avoir vu dans l'opuscule sur Saint-Chinian-Coulouma (Miquel 1893) « quelques vérités noyées dans beaucoup d'erreurs ». Par la suite, Miquel a présenté ses excuses devant Bergeron, lettre par la suite publiée par ce dernier :

« J'ai été très heureux de recevoir [...] une lettre de M. Miquel, me disant sa surprise et sa peine de voir que dans cette polémique à laquelle il est tout à fait étranger, bien que son nom y soit attaché, il est fait allusion à ma lettre et à ma visite » (Bergeron 1894b).

Enfin, Rouville & Delage (1894) ont mis fin à cette polémique en arguant de la parole de Miquel comme justification de ses actes. Miquel n'a pas signé cette dernière note et n'a pas poursuivi les collaborations avec les professeurs de Montpellier :

« Mais [nous ne pouvons pas] laisser, sans réponse, l'accusation d'avoir publié indiscrètement un passage d'une lettre privée, écrite par M. Bergeron à M. Miquel. Ils [nous] pensent que le passage en question n'était plus un secret par suite de la persistance avec laquelle M. Miquel s'était plu à le répéter à tout venant. D'ailleurs, aussitôt après la publication de leur [notre] mémoire, et avant qu'aucun exemplaire fût envoyé, M. Miquel en prenait connaissance, et, tout en disant qu'il eut préféré que le passage cité de M. Bergeron ne fût pas publié, il déclarait signer des deux mains leur réponse » (Rouville & Delage 1894).

CONCLUSIONS

Jean Miquel est l'un des naturalistes pionniers qui a développé activement la recherche en paléontologie et en stratigraphie du Paléozoïque inférieur du versant méridional de la Montagne Noire. Sa connaissance détaillée des affleurements cambro-ordoviciens des environs de Barroubio a permis d'éviter de graves erreurs de corrélation stratigraphique proposées par ailleurs par d'autres chercheurs et professeurs universitaires. Il a décrit cinq espèces de trilobites et une espèce d'échinoderme cambriens dans sa monographie de 1905.

Les naturalistes du XIX^e siècle ont réalisé de nombreuses comparaisons et corrélations avec les unités stratigraphiques définies au Pays de Galles (empruntant les termes Cambrien, Ordovicien, Tremadoc et Arenig) et en Amérique du Nord (les subdivisions cambriennes en Géorgien, Acadien et Potsdamien), malgré l'absence d'espèces communes avec les affleurements britanniques et américains. Seul une unité stratigraphique a été proposée en Montagne Noire pour les sédiments considérés comme « azoïques » entre les séries bien datées du Paradoxien (Cambrien moyen) et de l'Arenig. Cette unité, le Barroubien (Miquel 1893), a été vivement critiquée et est tombée dans l'oubli à cause des découvertes des faunes trémadociennes.

Malheureusement l'activité de naturaliste amateur développée par Jean Miquel a souffert de la polémique scientifique entre les professeurs Bergeron (Paris) et de Rouville (Montpellier). L'utilisation et la publication par ces derniers des lettres privées de Miquel montrent comment à la fin du XIX^e siècle la rivalité des scientifiques « professionnels » pouvait affecter négativement l'activité désintéressée des amateurs qui leur fournissaient du matériel paléontologique. Il ne faut pas oublier que la plupart des collections paléozoïques qui datent du XIX^e, et parfois du XX^e siècle, ont été faites par des chercheurs amateurs. Une grande quantité des espèces définies par des chercheurs universitaires est fondée sur ce matériel, actuellement dispersé au sein de nombreux musées et laboratoires de recherche. Un

siècle après les recherches de Miquel le courrier électronique a remplacé les « lettres ouvertes » des revues scientifiques permettant ainsi aux rivalités entre chercheurs de s'exprimer : les moyens de communication ont changé, les polémiques personnelles... à peine.

Remerciements

Les auteurs remercient les membres du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (Laboratoire de Géologie) pour les facilités offertes, particulièrement E. Vennin et P. de Wever. Ce travail a été complété par la collaboration bibliographique de J. L. Amalric (organisateur de l'exposition Miquel à Cazouls-les-Béziers), A. R. Palmer et A. Perejón, et par les relectures de C. Babin, A. Blicck, J. Gaudant, N. Santarelli et d'un rapporteur anonyme. Nous sommes très reconnaissants à Mme Bourdel, petite-fille de Jean Miquel, pour ses informations complémentaires. Ce travail est une contribution aux projets ATI 15-52, PB98-1625 et PARSYST.

RÉFÉRENCES

- ANGELIN N. P. 1852-1854. — *Palaeontologia Scandinavica*. Part I. *Crustacea Formationis Transitionis*. Sampson & Wallin, Lipsiae (Lund), fasc. 2: 21-92.
- BARRANDE J. 1852. — *Système silurien du centre de la Bohême*, vol. 1. Chez l'auteur, Prague ; Paris.
- BARROIS CH. 1892. — Mémoire sur la distribution des Graptolites en France. *Annales de la Société géologique du Nord* 20: 75-191.
- BARROIS CH. 1893. — Sur le *Rouvilligraptus Richardsoni* de Cabrières. *Annales de la Société géologique du Nord* 21: 107-112.
- BARROIS CH. 1904a. — Sur la présence de la zone à *Phyllograptus* dans l'Hérault. *Annales de la Société géologique du Nord* 33: 75-81.
- BARROIS CH. 1904b. — Découverte de graptolites dans la Montagne Noire. *Bulletin de la Société géologique de France* (4^e série) 4: 173.
- BASSET D. A. 1991. — Roderick Murchison's the Silurian System: a sesquicentennial tribute. *Special Papers in Palaeontology* 44: 7-90.
- BELT T. 1867. — On the "Lingula Flags" or "Festiniog Group" of the Dolgelly District. *Geological Magazine* 4: 493-495, 536-543.
- BERGERON J. 1887a. — Sur la constitution géologique de la Montagne Noire. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 104: 530-532.

- BERGERON J. 1887b. — Étude paléontologique et stratigraphique des terrains anciens de la Montagne Noire. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 15: 373-382.
- BERGERON J. 1888a. — Sur la présence de la faune primordiale (*Paradoxidien*) dans les environs de Ferrals-les-Montagnes (Hérault). I. Étude stratigraphique. II. Étude paléontologique (en collaboration avec M. Munier-Chalmas). *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 106: 375-377.
- BERGERON J. 1888b. — Note sur la présence de la faune primordiale (*Paradoxidien*) dans les environs de Ferrals-les-Montagnes (Hérault). *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 16: 282-285.
- BERGERON J. 1888c. — Note sur les terrains primitifs, Archéen, Cambrien et Silurien du versant méridional de la Montagne Noire. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 16: 210-213.
- BERGERON J. 1889. — Étude géologique du massif ancien situé au sud du Plateau Central. *Annales de la Société géologique du Nord* 22: 1-362.
- BERGERON J. 1892. — Contributions à l'étude géologique du Rouergue et de la Montagne Noire. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 20: 248-261.
- BERGERON J. 1893a. — Sur les différents termes du Cambrien. *Comptes-Rendus sommaires de la Société géologique de France* (3^e série) 21/15: 18.
- BERGERON J. 1893b. — Réponse à la note de M. Miquel, membre de la Société, intitulée « Note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. St-Chinian à Coulouma ». *Comptes-Rendus sommaires de la Société géologique de France* 13: 108-110.
- BERGERON J. 1893c. — Notes paléontologiques. I : Crustacés. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 21: 333-346.
- BERGERON J. 1894a. — Note sur l'allure des couches paléozoïques dans le voisinage des plis tertiaires de Saint-Chinian. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 22: 576-592.
- BERGERON J. 1894b. — Réponse à MM. De Rouville, Delage & Miquel. *Comptes-Rendus sommaires de la Société géologique de France* (3^e série) 22/4: 34-36.
- BERGERON J. 1895a. — Sur les calcaires cambriennes de la Montagne Noire. *Comptes-Rendus sommaires de la Société géologique de France* (3^e série) 23: 97-99.
- BERGERON J. 1895b. — Remarques à deux notes de M. Miquel. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 23: 337-342.
- BERGERON J. 1898a. — Étude du versant méridional de la Montagne Noire. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 26: 472-487.
- BERGERON J. 1898b. — Remarque à propos de l'assimilation faite par MM. Brögger et Schmidt de la faune de la base de l'Ordovicien de la Montagne Noire avec celle de l'étagé Tremadoc. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 26: 487.
- BERGERON J. (ed.) 1899. — Comptes-rendus des excursions du 6 au 14 septembre en Montagne Noire. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 27: 680-770.
- BERGERON J. 1900. — Le massif de la Montagne Noire. *Congrès géologique international de Paris, 8^e Session en France, Livret-guide des Excursions en France*, in-8°, Paris, 38 p.
- BERGERON J. 1912. — *Notice sur les travaux scientifiques*. In-4°, Steinheil, Paris, 1 vol., 98 p.
- BLAYAC J. & DAGUIN F. 1922. — Révision de la Feuille de Bédarieux au 80.000^e. Notes de stratigraphie et de tectonique sur les terrains primaires de la Montagne Noire à l'Ouest de l'Orb. *Bulletin de la Carte géologique de France*, 26/146 ; et *Comptes-Rendus de la Collaboration Campagne* 1921: 55-65.
- BLAYAC J. & THORAL M. 1931a. — Découverte de Trilobites géorgiens dans la Montagne Noire. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 192: 1250-1251.
- BLAYAC J. & THORAL M. 1931b. — Contribution à l'étude du Géorgien dans la Montagne Noire. *Bulletin de la Société géologique de France* (5^e série) 1: 547-560.
- BOUSQUET A., DELAGE A. & ROUVILLE P. G. DE 1893. — Note sur la constitution du Cambrien à Velieux. *Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, Section Sciences* (2^e série) 1: 490.
- BRÖGGER W. C. 1876. — Om *Paradoxides* skifrene ved Krekling. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne Christiania* 24.
- BRÖGGER W. C. 1896. — Über die Verbreitung der *Euloma-Niobe*-Fauna (der Ceratopgygen Kalkfauna) in Europa. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne Christiania* 36 te Bind: 164-240.
- BRONGNIART A. 1822. — *Histoire naturelle des crustacés fossiles, sur les rapports zoologiques et géologiques. Savoir: les Trilobites*. Levraut, Paris, 154 p.
- BULMAN O. M. B. & STUBBLEFIELD C. J. 1927. — The Shinton Shales of the Wrekin district: with notes on their development in other parts of Shropshire and Herefordshire. *Quarterly Journal of the Geological Society* 83: 96-145.
- CHLUPÁČ I. 1999. — Barrande's stratigraphic concepts, palaeontological localities and tradition – comparison with the present state. *Journal of the Czech Geological Society* 44: 3-30.
- CHRISTOL DE 1851. — *Bilobites* du département de l'Hérault. *Bulletin de la Société géologique de France* (2^e série) 8: 566-567.
- COOPER R. A. & NOWLAND G. S. 1999. — Proposed global stratotype section and point for base of the Ordovician System, in KRAFT P. & FATKA O. (eds), 8th international symposium on the Ordovician System. *Acta Universitatis Carolinae Geologica* 43/1-2: 61-64.
- COULOUMA J. & MIQUEL J. 1933. — Le Primaire de la vallée de la Cesse, in 57^e Session de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Congrès de Chambéry: 248-253.

- COURTESSOLE R. 1973. — *Le Cambrien moyen de la Montagne Noire. Biostratigraphie*. Imprimerie d'Oc, Toulouse, 248 p.
- COWIE J. W., RUSHTON A. W. A. & STUBBLEFIELD C. J. 1972. — A correlation of Cambrian rocks in the British Isles. *Geological Society, Special Report 2*: 1-42.
- DALIMIER P. 1863. — Essai sur la géologie comparée du plateau méridional de la Bretagne. *Bulletin de la Société géologique de France* (2^e série) 20: 126-154.
- DALMAN J. W. 1827. — Om Palæaderna eller de så kallade Trilobiterna. *Kungliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar* 1: 226-294.
- DANA J. D. 1881. — *Manual of Geology*. Ivison, Blakeman, Taylor & Company, New York, 911 p.
- DELAGE A., MIQUEL J. & ROUVILLE P. G. DE 1893. — Cambrien de l'Hérault. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 117: 346-348.
- D'ORBIGNY A. 1842. — *Voyage dans l'Amérique méridionale*. Tome 3. 4^e partie: *Paléontologie*. Bertrand, Paris; Levraut, Strasbourg, 188 p.
- EGOZCÚE D. J. & MALLADA D. L. 1876. — Memoria geológico-minera de la Provincia de Cáceres. *Memorias y Comunicaciones del Mapa Geológico de España*, 368 p.
- EZQUERRA DEL BAYO J. 1850. — Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno en España. *Memorias de la Real Academia de Ciencias de Madrid, Ciencias Naturales* 1: 35-65.
- FEIST R. & COURTESSOLE R. 1984. — Découverte du Cambrien supérieur à Trilobites de type est-asiatique dans la Montagne Noire (France méridionale). *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 298: 177-182.
- FORTEY R. A., HARPER D. A. T., INGHAM J. K., OWEN A. W., PARKES M. A., RUSHTON A. W. A. & WOODCOCK N. H. 2000. — A revised correlation of Ordovician rocks in the British Isles. *Geological Society, Special Report 24*: 1-83.
- FOURNET J. 1850. — Lettre à M. de Visquenel sur les terrains anciens et secondaires du Languedoc. *Bulletin de la Société géologique de France* (2^e série) 8: 44-61.
- FOURNET J. & GRAFF M. 1849. — Note sur les terrains des environs de Neffiez et de Roujan (département de l'Hérault). *Bulletin de la Société géologique de France* (2^e série) 6: 625-629.
- FOURNET J. & GRAFF M. 1850. — Lettre sur les terrains anciens et secondaires du Languedoc. *Bulletin de la Société géologique de France* (2^e série) 8: 44-61.
- FRECH F. 1887. — Die paläozoischen Bildungen von Cabrières (Languedoc). *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 39: 360-488.
- GRAFF M. 1874. — *Notice sur les terrains paléozoïques du département de l'Hérault*. Société scientifique et industrielle, Lyon, 68 p.
- KOENEN A. VON 1886. — Ueber neue Cystideen aus den Caradoc-Schichten der Gegend von Montpellier. *Neues Jahrbuch für Mineralogie* 1886-2: 246-254.
- KŘÍŽ J. & POJETA Jr. 1974. — Barrande's colonies concept and a comparison of this stratigraphy with the modern stratigraphy of the middle Bohemian Lower Paleozoic rocks (Barrandian) of Czechoslovakia. *Journal of Paleontology* 48: 489-494.
- LAPPARENT M. DE 1883. — *Traité de Géologie*. Masson, Paris.
- LAPWORTH C. 1879a. — On the tripartite classification of the Lower Palaeozoic rocks. *Geological Magazine* 2: 1-15.
- LAPWORTH C. 1879b. — On the geological distribution of the Rhabdopora. Parts I-II. Historical and data (in part). *Annales of the Magazine of Natural History* 53: 245-257, 449-455; 54: 333-341, 423-431.
- LAPWORTH C. 1888. — On the discovery of the *Olenellus* fauna in the Lower Cambrian rocks of Britain. *Nature* 39: 212-213.
- LAPWORTH C. 1898. — A sketch of the geology of the Birmingham district. *Proceedings of the Geological Association* 15: 313-416.
- LINNARSSON G. 1876. — On the vertical range of the graptolite types in Sweden. *Geological Magazine* 23: 241-245.
- LINNARSSON G. 1878. — On the trilobites of the Shinton Shales. *Geological Magazine* 25: 188.
- LYELL C. 1830-1833. — *Principles of Geology, being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface by Reference to Causes in Operation*. First ed., John Murray, London; last ed. 1990-1991, University of Chicago Press, Chicago, 584 + 330 p.
- LYELL C. 1871. — *The students' Elements of Geology*. London.
- MACPHERSON J. 1878. — Sobre la existencia de la fauna primordial en la provincia de Sevilla. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural, Actas* 7: 281-284.
- MIQUEL J. 1893. — Note sur la Géologie des Terrains primaires du département de l'Hérault. Saint-Chinian à Coulouma. *Bulletin de la Société d'Études scientifiques naturelles de Béziers* 16: 100-113.
- MIQUEL J. 1894. — Note sur la Géologie des Terrains primaires du département de l'Hérault. Le Cambrien et l'Arenig. *Bulletin de la Société d'Études scientifiques naturelles de Béziers* 17: 1-36.
- MIQUEL J. 1895. — Note sur la Géologie des Terrains primaires du département de l'Hérault. Essai de stratigraphie générale. *Bulletin de la Société d'Études scientifiques naturelles de Béziers* 18: 1-28.
- MIQUEL J. 1898. — *La vallée du Jaur. Cantons de St-Pons et d'Olargues. L'agriculture générale et les arbres à fruit*. Imprimerie du Commerce, Béziers, 14 p.
- MIQUEL J. 1905. — Essai sur le Cambrien de la Montagne Noire. Coulouma - L'Acadien. *Bulletin de la Société géologique de France* (4^e série) 5: 465-483.
- MIQUEL J. 1910. — Essai sur les terrains cambriens de la Montagne Noire. L'Acadien supérieur. *Bulletin de la Société d'Études scientifiques naturelles de Béziers* 32: 1-9.

- MIQUEL J. 1912. — Nouvel essai sur la Géologie des Terrains primaires du département de l'Hérault. Classification des terrains siluriens. *Bulletin de la Société d'Études scientifiques naturelles de Béziers* 34: 1-48.
- MIQUEL J. 1933. — *Le Bassin de la Cesse*. Imprimerie de la Charité, Montpellier, in-8°, 84 p.
- MURCHISON R. I. 1835. — On the Silurian System of rocks. *London and Edinburgh Philosophical Magazine of Journal Sciences* (series 3) 7: 46-52.
- MURCHISON R. I. 1839. — *The Silurian System*. 1st ed. [s.n.], London, 2 vols.
- MURCHISON R. I. 1854. — *Siluria. The History of the Oldest known Rocks containing Organic Remains, with a Brief Sketch of the Distribution of Gold over Earth*. John Murray, London, 523 p.
- MURCHISON R. I. 1867. — *The Silurian System*. 4th ed. J. Murray, London, 154 p.
- PHILLIPS J. 1855. — *Manual of Geology*. R. Griffin and company, London ; Glasgow.
- POMPECKJ J. F. 1902. — Aus dem Tremadoc der Montagne Noire (Süd-Frankreich). *Neues Jahrbuch für Mineralogie* 1: 1-8.
- PRADO C. DEL, VERNEUIL E. & BARRANDE J. 1860. — Sur l'existence de la faune primordiale dans la chaîne Cantabrique suivie de la description des fossiles. *Bulletin de la Société géologique de France* (2^e série) 17: 516-542.
- RAMSAY A. C. 1866. — The geology of North Wales. *Memories of the Geological Survey of Great Britain* 3: 1-381 (2nd ed. 1881, 611 p.).
- ROUAULT M. 1851. — Note préliminaire sur une nouvelle formation (étage du Grès Armoricaïn) découverte dans le terrain silurien inférieur de la Bretagne. *Bulletin de la Société géologique de France* (2^e série) 7: 724-744.
- ROUVILLE P. G. DE (ed.) 1869. — *Session de la Société géologique de France à Montpellier (octobre 1868)*. Imprimerie de Boehm et fils, Montpellier, in-8°, 154 p.
- ROUVILLE P. G. DE 1887a. — L'horizon armoricaïn dans la région de Cabrières (Hérault). *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 15: 738-740.
- ROUVILLE P. G. DE 1887b. — L'horizon silurien de Montauban-Luchon à Cabrières (Hérault). *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 105: 243-247.
- ROUVILLE P. G. DE 1887c. — Prolongement du massif paléozoïque de Cabrières (Hérault) dans la région occidentale du département de l'Hérault. Silurien et Dévonien. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 105: 820-823.
- ROUVILLE P. G. DE 1887d. — Les formations paléozoïques de la région de Cabrières par le Dr. Frech de Berlin. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 16: 64-68.
- ROUVILLE P. G. DE 1887e. — Note (Observations relatives à une note de M. Bergeron). *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 16: 214-215.
- ROUVILLE P. G. DE 1887f. — *Monographie géologique de la commune de Cabrières (Hérault)*. Boehm et fils, Montpellier, 62 p.
- ROUVILLE P. G. DE 1889. — Note sur la présence de *Pleurodictyum problematicum* dans le Dévonien de Cabrières et sur un nouvel horizon de Graptolites dans le Silurien de Cabrières. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 21: 325-332.
- ROUVILLE P. G. DE 1893a. — Lettre adressée à M. Bergeron par M. de Rouville et communiquée par l'auteur au Secrétaire de la Société. *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 21 : 83 ; et *Comptes-Rendus sommaires de la Société géologique de France* 4: 27.
- ROUVILLE P. G. DE 1893b. — Note sur le Cambrien de l'Hérault (Cambrien Anglais). *Bulletin de la Société géologique de France* (3^e série) 21: 325-332 ; et *Comptes-Rendus sommaires de la Société géologique de France* 15: 111-113.
- ROUVILLE P. G. DE 1894. — *L'Hérault géologique*. 1^{re} partie. *Formation du territoire*. In-8°, 148 p. Montpellier. 2^e partie. *Atlas d'anatomie stratigraphique du territoire de l'Hérault*. In-4°, 39 p., Ricard frères, Montpellier
- ROUVILLE P. G. DE & DELAGE A. 1892. — *Géologie de la région de Cabrières (Hérault)*, in-4°, 89 p. *Carte géologique 1/40000*. Imprimerie Firmin & Montane, Montpellier.
- ROUVILLE P. G. DE & DELAGE A. 1894. — Note en réponse à un mémoire de MM. de Rouville, Delage et Miquel, par M. Bergeron. *Comptes-Rendus sommaires de la Société géologique de France* 22: 44.
- ROUVILLE P. G. DE, DELAGE A. & MIQUEL J. 1893. — Cambrien de l'Hérault. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 117: 346-348.
- ROUVILLE P. G. DE, DELAGE A. & MIQUEL J. 1894. — *Les terrains primaires de l'arrondissement de Saint-Pons (Hérault)*. Typographie et Lithographie Charles Boehm, Montpellier, 46 p.
- SALTER J. W. 1864. — On some new fossils from the *Lingula*-flags of Wales. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 19: 233-241.
- SALTER J. W. 1866. — Notes on the sections and fossils [of the *Lingula* Flags of South Wales]. *Reprint of the British Association for the Advancement of Sciences for 1865*: 284-286.
- SAPORTA G. DE 1882. — *À propos des algues fossiles*. Masson, Paris, 82 p.
- SAPORTA G. DE 1884. — *Les organismes problématiques des anciennes mers*. Masson, Paris, 102 p.
- SCHULZ G. 1834. — Sur la Galice. *Bulletin de la Société géologique de France* (1^{re} série) 4: 416.
- SCHULZ G. 1835. — Descripción geognóstica del Reino de Galicia. *Bulletin de la Société géologique de France* (1^{re} série) 6: 52.
- SECORD J. A. 1986. — *Controversy in Victorian Geology: the Cambrian-Silurian Dispute*. Princeton University Press, Princeton, 363 p.
- SDZUY K. 1961. — Das Kambrium Spaniens. Teil II: Trilobiten. 2. Abschnitt. *Abhandlungen, matema-*

- tisch-naturwissenschaftliche, Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz* 1961 (8): 595-690 (313-408).
- SEDGWICK A. 1852. — On the classification and nomenclature of the Lower Palaeozoic rocks of England and Wales. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 8: 136-168.
- SEDGWICK A. 1855 (in SEDGWICK A. & MCCOY F.). — *A Synopsis of the Classification of the British Palaeozoic Rocks with a Systematic Description of the British Palaeozoic Fossils in the Geological Museum of the University of Cambridge*. University Press, London; Cambridge, 832 p.
- SEDGWICK A. 1873 (in SALTER J. W.). — *A Catalogue of the Collection of Cambrian and Silurian Fossils Contained in the Geological Museum of the University of Cambridge*. University Press, Cambridge.
- STUBBLEFIELD C. J. 1956. — Cambrian Palaeogeography in Britain, in *El Sistema Cámbrico, su paleogeografía y el problema de su base. XX International Geological Congress, Mexico*: 1-43.
- TERMIER H. 1925. — Révision de la Feuille de Bédarieux au 80.000^e. *Bulletin de la Carte géologique de France*, 29/158. *Comptes-Rendus de la Collaboration Campagne* 1924: 10-14.
- THORAL M. 1935. — *Contribution à l'étude paléontologique de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire et révision sommaire de la faune cambrienne de la Montagne Noire*. Imprimerie de la Charité, Montpellier, 362 p.
- TROMELIN G. DE 1879. — Étude sommaire des faunes paléozoïques du Bas-Languedoc et des Pyrénées. *Association française pour l'Avancement des Sciences* (8^e session): 662-663.
- TROMELIN G. DE & GASSET C. DE 1877. — Étude sommaire de la faune paléozoïque du Languedoc et des Basses Pyrénées. *Association française pour l'Avancement des Sciences* (6^e session): 529.
- UBAGHS G. 1998. — Échinodermes nouveaux du Cambrien supérieur de la Montagne Noire (France méridionale). *Geobios* 31: 809-829.
- VERNEUIL E. DE 1849. — Note sur les fossiles rencontrés dans les terrains de transition des environs de Neffiez et de Roujan (Hérault). *Bulletin de la Société géologique de France* (2^e série) 6: 627-629.
- VERNEUIL E. DE 1862. — Descubrimiento de la fauna primordial en la provincia de Zaragoza. *Revista Minera* 13: 1-479.
- VERNEUIL E. DE & COLLOMB E. 1853. — Coup d'œil sur la constitution géologique de plusieurs provinces de l'Espagne. *Bulletin de la Société géologique de France* (2^e série) 10: 107.
- VERNEUIL E. DE & COLLOMB E. 1864. — *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal. E. 1:200000*, 1^{re} éd. (2^e ed. 1868). [s.n.], Paris.
- WAHLENBERG G. 1821. — *Petrificata Telluris Svecanae. Nota Acta Regiae Scientiarum Upsaliensis*, 116 p.
- WALCOTT C. D. 1886. — Studies on the Cambrian fauna of North America. *Bulletin of the U.S. Geological Survey* 30: 12-13.
- WALCOTT C. D. 1888. — The stratigraphical succession of the Cambrian faunas in North America. *Nature* 38: 551.
- WALCOTT C. D. 1891. — Correlation Papers - Cambrian. *Bulletin of the U.S. Geological Survey* 81: 1-477.
- WALCOTT C. D. 1903. — New term for the Upper Cambrian series (Saratogian). *Journal of Geology* 11: 318-319.
- WALCOTT C. D. 1912. — Group terms for the Lower and Upper Cambrian Series or Formations. *Smithsonian Miscellaneous Collection* 57/10: 305-307.
- WEBBY B. D. 1998. — Steps toward a global standard for Ordovician stratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy* 36: 1-33.

*Soumis le 29 janvier 2001 ;
accepté le 11 septembre 2001.*

ANNEXE

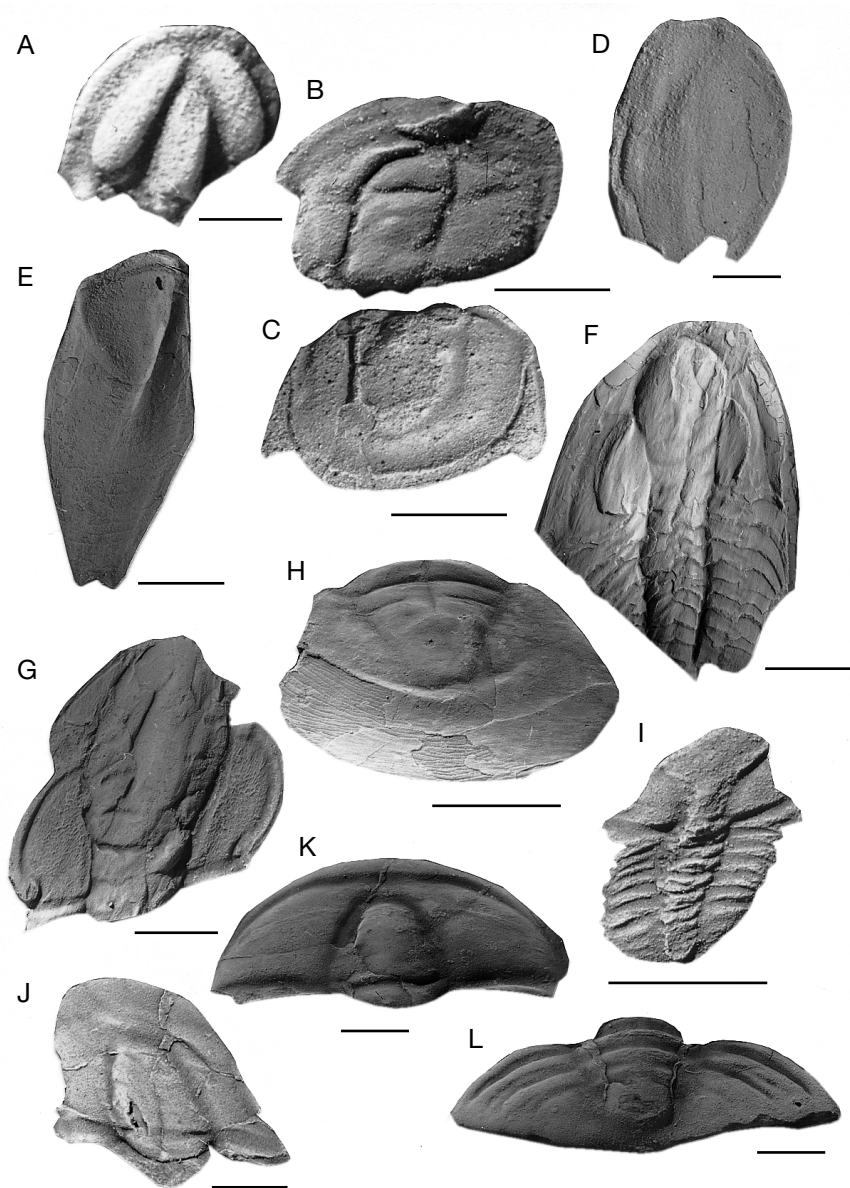


FIG. 4. — Trilobites déposés au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (acronyme Gs) ; **A**, cranium de *Calodiscus foveolatus* Howell, 1935 (Gs 2000/1) ; **B**, cranium de *Pseudoperonopsis sallesi* (Munier-Chalmas & Bergeron, 1889) (Gs 2000/2) ; **C**, pygidium de *Pseudoperonopsis sallesi* (Munier-Chalmas & Bergeron, 1889) (Gs 2000/3) ; **D**, cranium de *Leiagnostus thoralis* (Howell, 1935) (Gs 2000/4) ; **E**, pygidium de *Eccaparadoxides mediterraneus* Pompeckj, 1901 (Gs 2000/5) ; **F**, céphalon et une partie du thorax de *Eccaparadoxides brachyrhachis* Linnarsson, 1883 (Gs 2000/6) ; **G**, cranium de *Eccaparadoxides rouvillei* (Miquel, 1905) (Gs 2000/7) ; **H**, pygidium de *Eccaparadoxides rouvillei* (Miquel, 1905) (Gs 2000/8) ; **I**, exemplaire complet de *Corynexochus delagei* Miquel, 1905 (Gs 2000/9) ; **J**, cranium de *Agraulos longicephalus* (Hicks, 1872) (Gs 2000/10) ; **K**, cranium de *Bailiella levyi* Munier-Chalmas & Bergeron, 1889 (Gs 2000/11) ; **L**, pygidium de *Bailiella levyi* Munier-Chalmas & Bergeron, 1889 (Gs 2000/12). Échelles : A, G, I, L, 5 mm ; B-D, J, K, 2 mm ; E, 4 mm ; F, H, 1 cm.

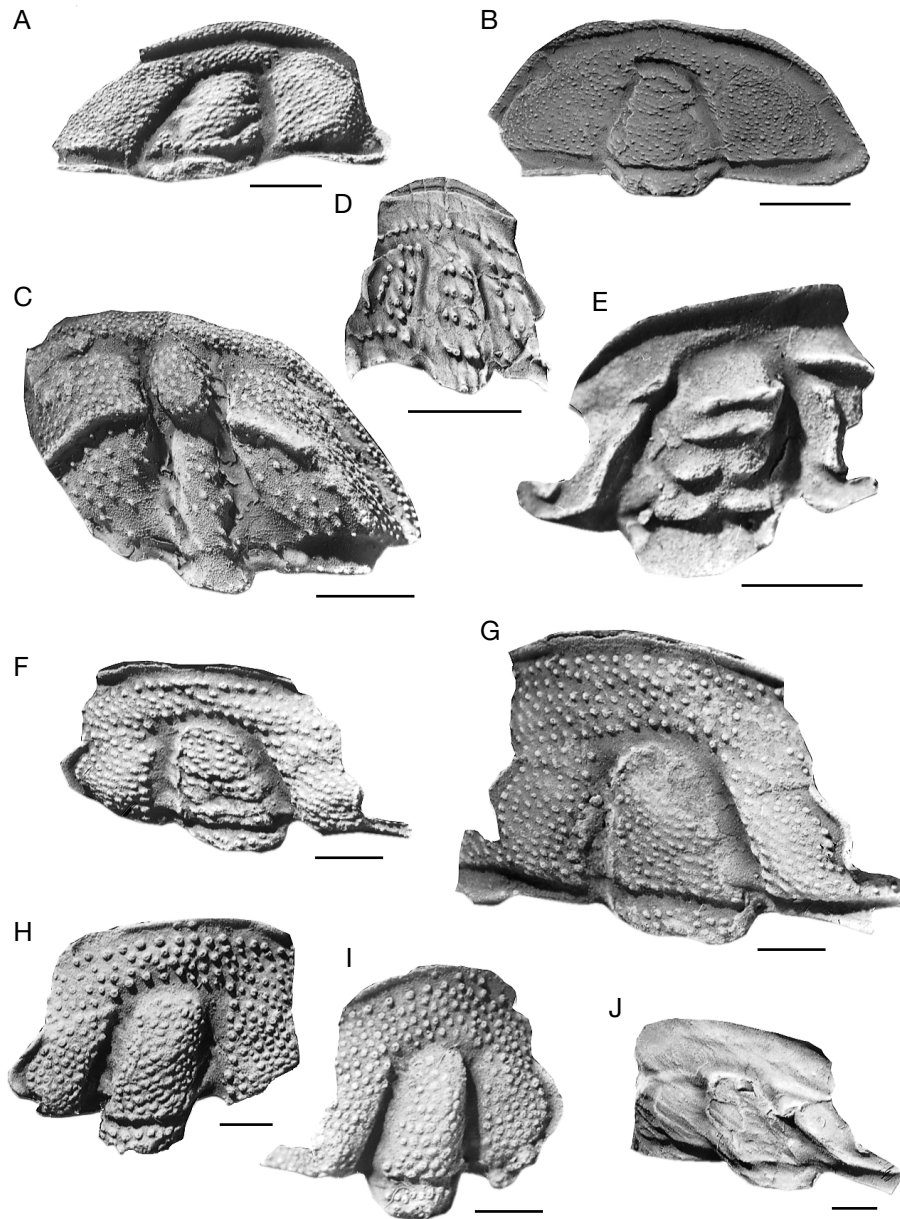


FIG. 5. — Trilobites déposés au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (acronyme Gs) ; **A**, cranium de *Parabailiella languedocensis* Thoral, 1946 (Gs 2000/13) ; **B**, cranium de *Conocoryphe heberti* Munier-Chalmas & Bergeron, 1889 (Gs 2000/14) ; **C**, cranium de *Ctenocephalus (Ctenocephalus) bergeroni* Thoral, 1946 (Gs 2000/15) ; **D**, cranium de *Pardailhanthia hispida* Thoral, 1945 (Gs 2000/16) ; **E**, cranium de *Badulesia granieri* (Thoral, 1935) (Gs 2000/17) ; **F**, cranium de *Solenopleuropsis (Manublesia) ribeiro* (Verneuil & Barrande, 1860) (Gs 2000/18) ; **G**, cranium de *Solenopleuropsis (Manublesia) levisilimbata* Thoral, 1948 (Gs 2000/19) ; **H**, cranium de *Solenopleuropsis (Solenopleuropsis) multigranifera* Thoral, 1948 (Gs 2000/20) ; **I**, cranium de *Solenopleuropsis (Solenopleuropsis) rouayrouxi* Munier-Chalmas & Bergeron, 1889 (Gs 2000/21) ; **J**, cranium de *Vellieuxia couloumana* (Miquel, 1905) (Gs 2000/22). Échelles : A, F, H-J, 2 mm ; B, E, 1 cm ; C, G, 5 mm ; D, 6 mm.

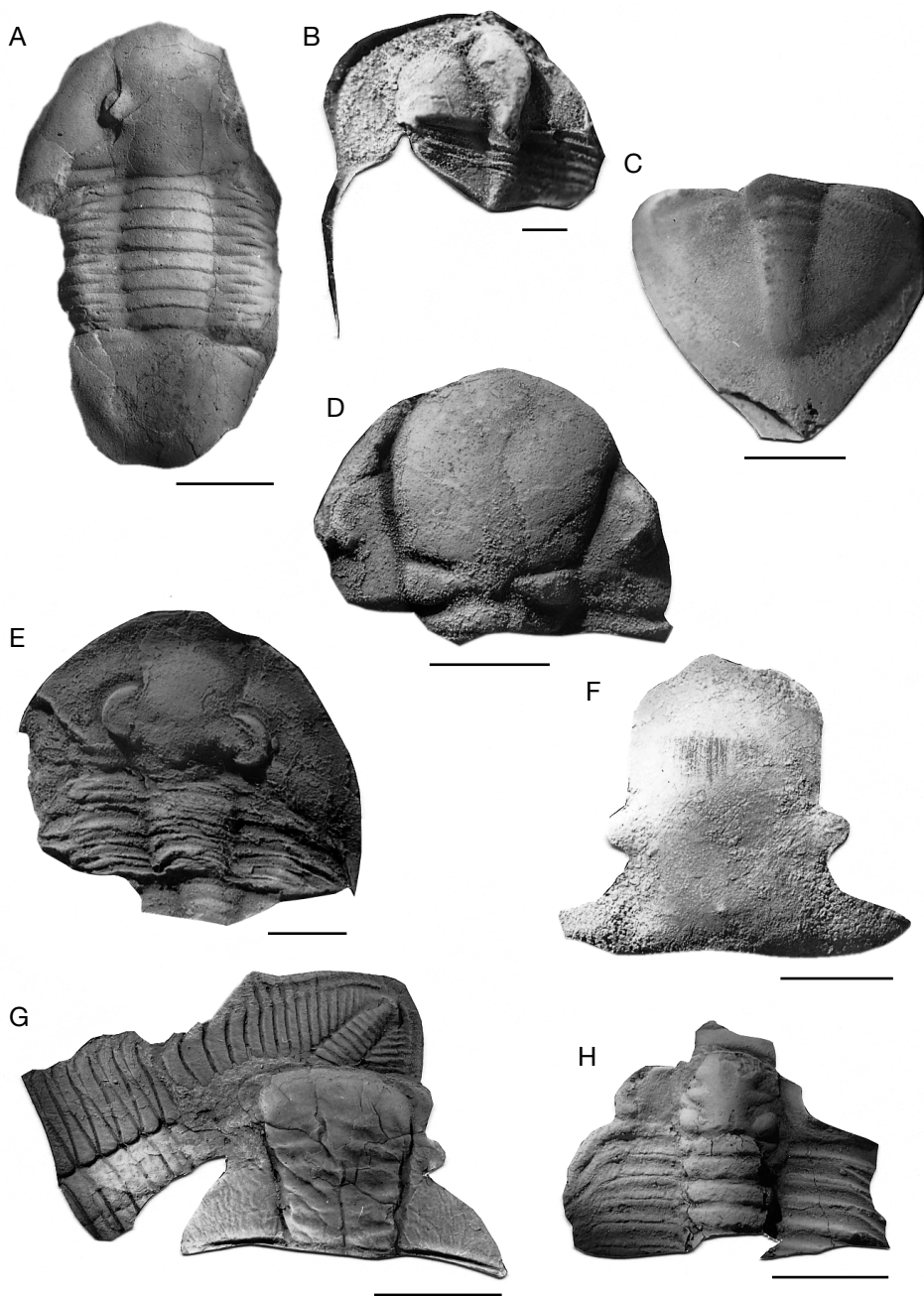


FIG. 6. — Trilobites déposés au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (acronyme Gs) ; **A**, exemplaire presque complet de *Paramegalaspis immarginata* Thoral, 1935 (Gs 2000/23) ; **B**, exemplaire enroulé de *Hanchungollthus primitivus* (Born, 1921) (Gs 2000/24) ; **C**, pygidium de *Megitaspis (Ekeraspis) filacovi bergeroni* (Thoral, 1935) (Gs 2000/25) ; **D**, cranidium de *Dreyfussina exoptalma* (Dreyfuss, 1948) (Gs 2000/26) ; **E**, céphalon et une partie du thorax de *Asaphellus frequens* (Thoral, 1935) (Gs 2000/27) ; **F**, cranidium de *Asaphellus frequens* (Thoral, 1935) (Gs 2000/28) ; **G**, cranidium, thorax et pygidium de *Taihungshania miqueli* (Bergeron, 1894) (Gs 2000/29) ; **H**, cranidium et partie du thorax de *Euloma (Euloma) filacovi* (Bergeron, 1889) (Gs 2000/3). Échelles : A, F-H, 1 cm ; B, C, 5 mm ; D, 4 mm ; E, 2 mm.

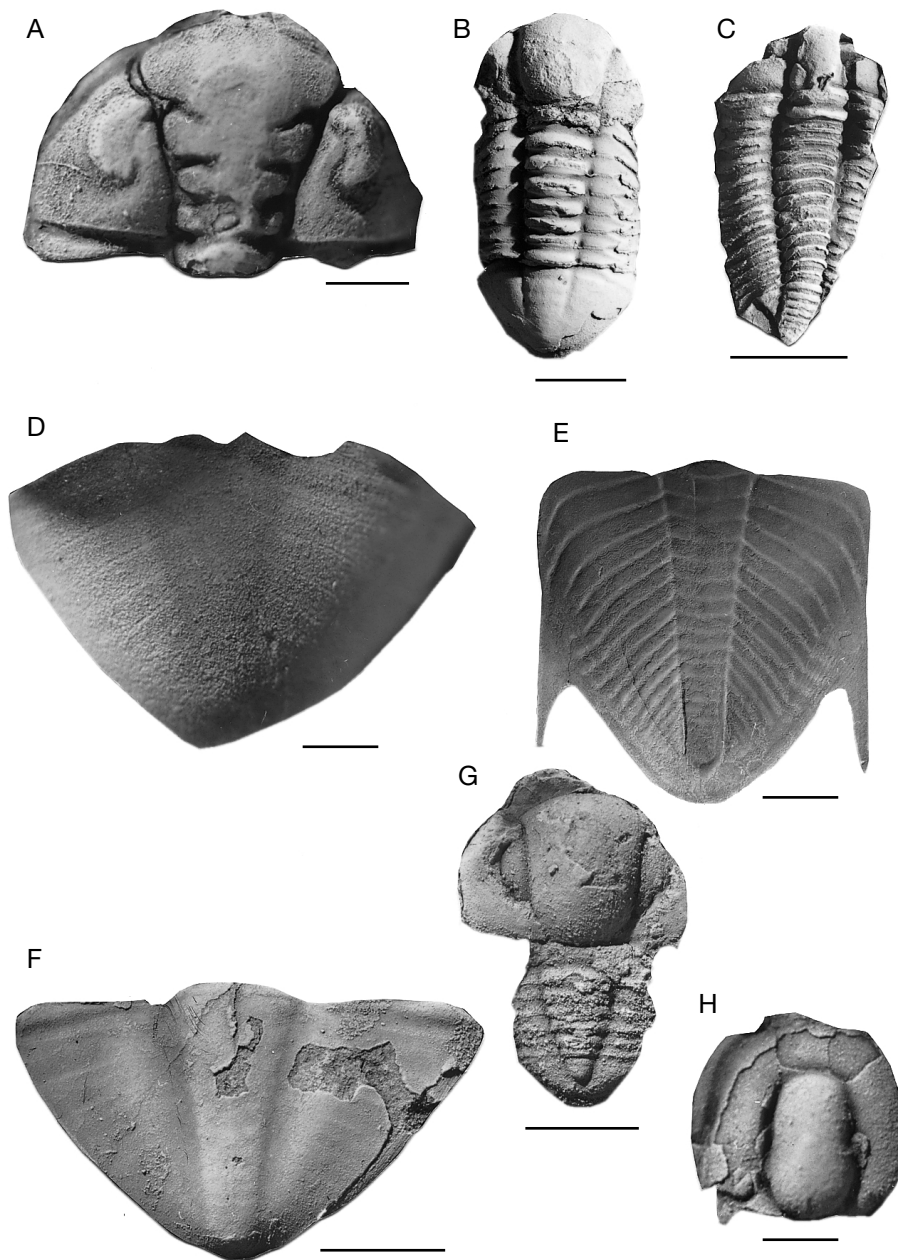


FIG. 7. — Trilobites déposés au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (acronyme Gs) ; **A**, céphalon de *Toletanaspis borni* (Dean, 1966) (Gs 2000/31) ; **B**, exemplaire complet de *Symphysurus angustatus angustatus* (Sars & Boeck, 1837) (Gs 2000/32) ; **C**, exemplaire presque complet de *Colpocoryphe thorali* Dean, 1966 (Gs 2000/33) ; **D**, pygidium de *Paramegalaspis immarginata* Thoral, 1935 (Gs 2000/34) ; **E**, moulage en latex d'un pygidium de *Taihungshania miqueli* (Bergeron, 1894) (Gs 2000/35) ; **F**, pygidium de *Paramegalaspis guiraudi* Thoral, 1935 (Gs 2000/36) ; **G**, *Symphysurus angustatus angustatus* (Sars & Boeck, 1837) et Cyclopygidae (Gs 2000/37) ; **H**, Agnostidae gen. et sp. indet. (Gs 2000/38). Échelles : A, B, D, H, 1 cm ; C, F, G, 5 mm ; E, 1,6 cm.