

Nouveau découpage stratigraphique des séries cambriennes des nappes de Pardailhan et du Minervoises (versant sud de la Montagne noire)

Coordinateurs :

José Javier ÁLVARO (1), Daniel VIZCAÏÑO (2)

Auteurs :

J. J. ÁLVARO (1), P. COURJAULT-RADÉ (3)

J. J. CHAUVEL (4), M. P. DABARD (4)

F. DEBRENNE (5), R. FEIST (6)

G. L. PILLOLA (7), E. VENNIN (8)

D. VIZCAÏÑO (2)

New Cambrian stratigraphic framework of the Pardailhan and Minervoises nappes (southern Montagne Noire)

Géologie de la France, n°2, 1998, pp. 3-12, 3 fig., 1 tabl.

Mots-clés : Cambrien, Lithostratigraphie, Biostratigraphie, Montagne noire.

Key words: Cambrian, Lithostratigraphy, Biostratigraphy, Montagne Noire, France.

Résumé

La succession cambrienne du versant sud de la Montagne noire (France) dépasse 2 000 m d'épaisseur. Elle est composée de quatre grands lithosomes : le premier et le troisième à caractère silicoclastique, le deuxième et le quatrième à caractère mixte carbonaté-silicoclastique.

Le premier lithosome (épais de plus de 1 000 m) correspond à la Formation de Marcory, ensemble grésopélitique dans lequel s'intercalent des niveaux micro-conglomératiques et plus rarement conglomératiques.

Le deuxième lithosome (épais de 400 m) comprend, de bas en haut, les Formations de Pardailhan, de Lastours, du Pont de Poussarou, de la Tanque et de Coulouma. Il est composé de calcaires et dolomies interstratifiés dans des grès (à la base) et de pélites vertes et violacées. La base est datée du Botomen par les

archéocyathes et de l'Ovetien supérieur par les trilobites (Cambrien inférieur). La Formation de Coulouma, riche en trilobites, échinodermes et brachiopodes inarticulés, a permis de définir sept niveaux paléontologiques (A1-F) qui appartiennent à l'intervalle Caesaraugustien inférieur-Languedocien moyen (Cambrien moyen).

Le troisième lithosome (épais de 400 à 650 m) est composé d'une alternance de grès et de pélites. Il est constitué des Formations de Ferrals et de La Gardie. Pauvre en fossiles, la partie sommitale a permis de définir, cependant, trois niveaux paléontologiques (G-H2) qui appartiennent au Languedocien supérieur (Cambrien moyen terminal).

Enfin, le quatrième lithosome correspond à la Formation du Val d'Homs. Cette unité est composée de couches carbonatées fossilifères interstratifiées dans des pélites. Les trilobites ont permis de lui attribuer un âge Cambrien supérieur.

Abridged English version

The Cambrian succession of the southern Montagne Noire (France) is more than 2000 m thick and comprises four lithosomes. The first and third lithosomes are siliciclastic, whereas the second and fourth lithosomes have a mixed (carbonate-siliciclastic) character. The purpose of this paper is to propose an updated review of the fossil record and of the Cambrian litho- and biostratigraphic units in the southern Montagne Noire. Three biostratigraphic scales are used in this work: (1) the Siberian scale based on archaeocyaths for the Lower Cambrian (Rožanov and Sokolov, 1984), (2) the French paleontological levels based on trilobite, brachiopod and echinoderm assemblages for the Middle Cambrian (Courtessole, 1973; Courtessole et al., 1988), and (3) the Middle Cambrian stratigraphic chart, based on trilobite stratigraphic ranges, recently proposed for south-western Europe (Álvarez and Vizcaíno, 1998).

* Manuscrit déposé le 10 mars 1997 et accepté le 9 mars 1998.

(1) Dpto. Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza (Espagne).

(2) 7, rue Jean-Baptiste Chardin, Maquens, 11090 Carcassonne.

(3) Lab. de Pétrophysique, UMR 5 563 du CNRS, 38, rue des ponts, 31400 Toulouse

(4) Géosciences - Rennes (UPR N° 4661 du CNRS), Campus de Beaulieu, 35042 Rennes.

(5) URA 12 du CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, 8, rue Buffon, 75005 Paris.

(6) Université de Montpellier-II. Institut des Sciences de l'Évolution, Place Eugène-Bataillon, 34095 Montpellier.

(7) Dipartimento di Scienze della Terra, Via Trentino 51. 09127 Cagliari (Italie).

(8) Laboratoire de Géologie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 43, rue Buffon, 75005 Paris.

The first lithosome (Marcory Formation) consists of alternating sandstone and shale beds (more than 1000 m thick) with isolated conglomeratic layers. Some centimetre-thick layers of limestone located at the upper part of its lectostratotype (in the Orbiel valley) have yielded hyoliths and Chancelloriid sclerites.

The second lithosome (around 400 m thick) is divided into the Pardailhan, Lastours, Pont de Poussarou, La Tanque and Coulouma formations. The Pardailhan Formation is composed of limestone and dolostone, with intercalations of sandstone and green shale; this formation has been dated on the basis of archaeocyaths and trilobites as respectively Botoman and late Ovetian (Early Cambrian). The Lastours Formation, in which three members are recognized in this work, consists of massive and stratified limestones and dolostones with rare shaly intercalations; based on a trilobite assemblage, a latest Marianian to early Bilbilian age (Early Cambrian) is proposed for the upper member of the formation. The Pont de Poussarou Formation is characterized by a massive white limestone unit, rich in bioclastic debris; locally it grades into the overlying La Tanque Formation, which is composed of alternating bioclastic limestone and shale and is characterized by reddish and purple colours. Finally, the Coulouma Formation is a monotonous succession composed of green (and rarer purple) shale with carbonate nodules paralleling the stratification; the abundance of trilobites, echinoderms and inarticulate brachiopods in this last formation has enabled seven paleontological levels (A1-F) to be recognized from latest early Caesaraugustian to middle Languedocian, i.e. Middle Cambrian.

The third lithosome (400 to 650 m thick), comprising the Ferrals and La Gardie formations, is composed of alternating sandstone and shale. In spite of the scarcity of the fossil record, the upper part of this lithosome has been divided into three paleontological levels (G-H2) belonging to the late Languedocian (latest Middle Cambrian).

Finally, the fourth lithosome (Val d'Homs Formation) shows a re-appearance of limestone interstratified among shale beds, and is dated by trilobites as Late Cambrian.

Introduction

Les dépôts cambriens du versant méridional de la Montagne noire (fig. 1) ont livré une faune abondante et diversifiée, composée de trilobites, d'échinodermes, de brachiopodes, d'archéocyathes, d'hyolithes, de spicules d'éponges, de sclérites de Chancelloriidae et de calcimicrobes (fig. 2 et 3). L'âge de ces dépôts a été déterminé pour la première fois par Bergeron (1889), et précisé ultérieurement par de nombreux travaux, dont Miquel (1893, 1894, 1905, 1912), Thorl (1933, 1935, 1946, 1947, 1948), Gèze (1949), Boyer (1962), Boyer et Courtessole (1964), Boyer et Guiraud (1964), Debrenne (1964) et Courtessole (1967, 1973).

Le Cambrien du versant sud de la Montagne noire est représenté par une succession stratigraphique épaisse (de plus de 2 000 m) constituée de dépôts carbonatés et silicoclastiques. L'abondance des travaux portant sur les sédiments du Paléozoïque inférieur de la Montagne noire a eu pour conséquence de multiplier la terminologie lithostratigraphique (tabl. 1). L'objectif de ce travail est de proposer une nouvelle nomenclature stratigraphique cambrienne pouvant être utilisée pour l'ensemble du versant sud de la Montagne noire. Cette révision est basée sur des travaux récents concernant de nouvelles déterminations taxonomiques du contenu fossile, de la révision de l'échelle biostratigraphique du Cambrien moyen pour le sud-ouest de l'Europe, et la nécessité d'une nomenclature lithostratigraphique homogène avec des limites précises.

Les unités lithostratigraphiques présentées dans ce travail sont définies dans deux régions types : les massifs hercyniens du Minervois et de Pardailhan (Arthaud, 1970). Cette nomenclature pourra être extrapolée à d'autres secteurs de la Montagne noire.

Trois échelles biostratigraphiques sont utilisées dans ce travail : l'échelle sibérienne du Cambrien inférieur pour les corrélations avec les archéocyathes (Rozanov et Sokolov, 1984), les niveaux paléontologiques de Courtessole (1973) et Courtessole *et al.* (1988) pour les dépôts du Cambrien moyen, ainsi que l'échelle du sud-ouest de l'Europe (Liñán *et al.*, 1993 ; Álvaro et Vizcaíno, 1998)

pour les corrélations avec des trilobites du Cambrien inférieur et moyen.

Unités lithostratigraphiques

Formation de Marcory

Nom : le Signal de Marcory (800 m), colline située au nord-ouest de la localité de Pardailhan (Hérault).

Lectostratotype : rive droite de la vallée de l'Orbiel, en bordure de la route D101. Coordonnées Lambert : base x = 603,70 ; y = 1 813,90 ; sommet x = 604,07 ; y = 1 813,32 (carte IGN 2 345-est, Carcassonne).

Hypostratotypes : (1) Gorges de la Clamoux, le long de la route D112 ; (2) Rieussec, en bordure de la route D 907, de Narbonne à Saint-Pons.

Lithologie et épaisseur : succession gréséo-pélitique, puissante de plus de 1 000 m, constituée d'une alternance de pélites gréseuses vertes et de grès gris, violacés et blancs, qui contiennent de rares intercalations conglomératiques.

Limites : la base de la formation et son substratum sont inconnus. La limite supérieure est marquée par le premier banc ou lentille carbonatée pluri-décimétrique qui, localement, peut contenir des archéocyathes.

Remarques : des lentilles calcaires apparaissent sporadiquement le long de l'accident E-W qui limite les unités tectoniques du sud-Minervois et celles du nord-Minervois. Ce sont des calcaires blancs à bleuâtres, épais de 2 à 15 m, interstratifiés dans un ensemble monotone de pélites vertes et de grès très fins appartenant à la partie basale de la Formation de Marcory. Ces lentilles ont été attribuées soit à la Formation de Marcory (Thorl, 1935 ; Berger *et al.*, 1993), soit à la Formation de Pardailhan (Klein, 1983), soit à des klipptes tectoniques de matériel rapporté avec doute au Dévonien (Lépine, 1989).

La partie supérieure du lectostratotype est caractérisée par l'apparition de lentilles et bancs discontinus centimétriques de calcaires bioclastiques. Geyer (1984, 1986) a identifié dans ces niveaux des hyolithes (*Biconulites sensu Berger et al.*, 1993) et des sclérites de Chancelloriidae,

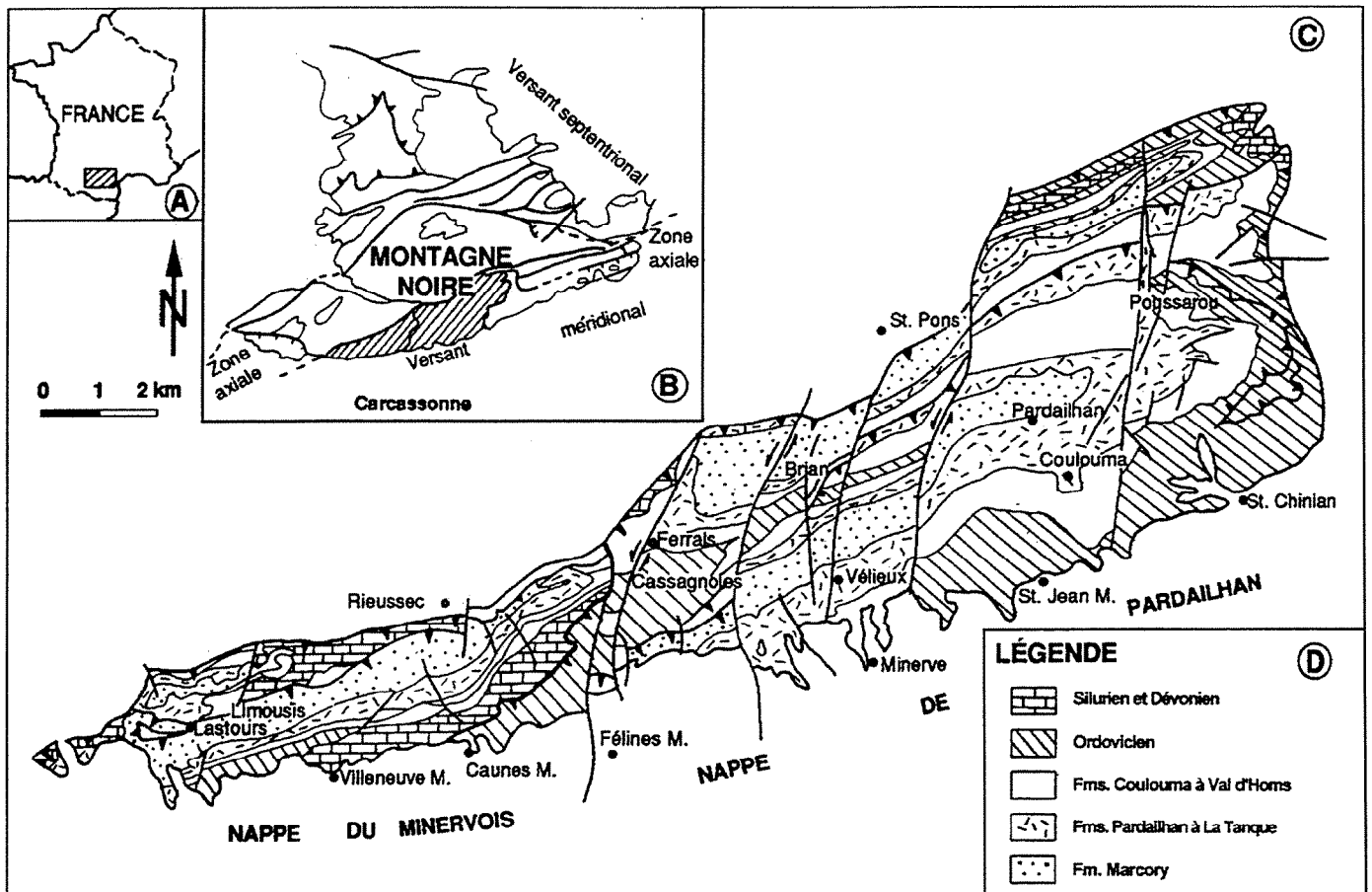


Fig. 1.- Carte géologique des nappes hercyniennes du Minervois et de Pardailhan (versant sud de la Montagne noire) ; modifié d'après Guérangé-Lozes et Burg (1990).

Fig. 1.- Pre-Hercynian outcrops of the Minervois and Pardailhan nappes in the southern Montagne Noire (after Guérangé-Lozes and Burg, 1990).

de type *Allonia tripodophora* Doré et Reid 1965 et *Chancelloria* sp.

Âge : la présence de *Chancelloriidae* Walcott 1920 permet d'attribuer un âge Cambrien inférieur *s.l.*, au moins à la partie supérieure de la formation.

Formation de Pardailhan

Nom : d'après la localité héraultaise du même nom.

Holostratotype : rive droite de la vallée de l'Orbiel, en bordure de la route D101. Coordonnées Lambert : base x = 604,07 ; y = 1 813,32 ; sommet x = 604,40 ; y = 1 813,12 (carte IGN 2345-est, Carcassonne).

Hypostratotypes : (1) route de Rieussec à la Caunette (D907), au SSE de Rieussec ; (2) à l'ouest de Bouis (route de Minerve à Boisset, D147) ; et (3) sur la route de Favayroles à Minerve (D147E), à l'est du col de Fallières.

Lithologie et épaisseur : succession de 25 à 200 m d'épaisseur, composée d'une alternance de grès gris et blancs et de pélites gréseuses vertes, et d'intercalations de carbonates blancs, rosés et gris, dont les bancs augmentent d'épaisseur vers le sommet, avec présence de nodules siliceux intercalés.

Limites : sa limite basale est située à l'apparition du premier banc ou lentille carbonatée pluri-décimétrique. Sa limite supérieure est marquée par l'apparition d'une unité carbonatée massive (le plus souvent dolomitique), après la disparition des intercalations schisto-gréseuses.

Fossiles : Archéocyathes : *Retecoscinus boyeri* Debrenne 1964, *Inessocyathus* sp., *Rotundocyathidae*, *Ajacyathina*, *Protopharetra stipata* Debrenne 1964, *Protopharetra circula* Debrenne 1964, *Protopharetra polymorpha* Bornemann 1886, *Anthomorpha* sp., *Protopharetra* sp., *Eris-macoscinus* sp. (forme juvénile), *Porocyathidae*, *Afiacyathus/Sibirecyathus*, *Antho-*

morpha margarita (Bornemann 1886), *Dictyocyathus verticillus* (Bornemann 1886), *Eris-macoscinus elongatus* (Bornemann 1886), *Eris-macoscinus calathus* (Bornemann 1886) et *Anthomorpha immanis* Debrenne 1964 (d'après Debrenne, 1964 ; Debrenne *et al.*, 1976, 1990 ; Debrenne et Zhuravlev, 1992 ; Debrenne, inédit).

Trilobites : *Eoredlichia noiri* (Jago 1980), cf. *Termierella* sp.1, cf. *Termierella* sp.2, *Granolenus midi* Jago 1980 et *Limouolenus trinquo* Jago 1980 (d'après Courtessolle et Jago, 1980).

Remarque : Cobbold (1935) signale la présence de *Thoralaspis thorali* (Cobbold 1932) et *Blayacina miqueli* Cobbold 1932 (mises en synonymie par Geyer, 1992), à l'ouest de la localité de Pardailhan, dans un grès limoniteux situé 5-6 m au-dessous des calcaires à archéocyathes. Ce gisement se situerait au-dessous des premiers horizons à archéocyathes et trilobites cités plus haut.

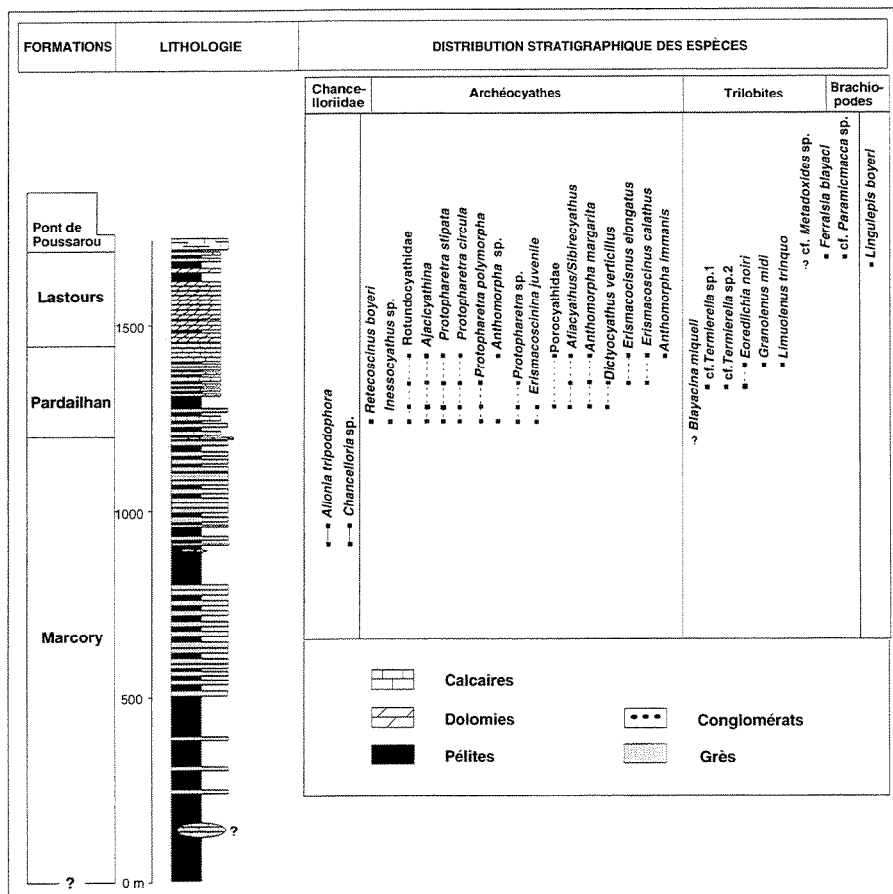


Fig. 2.- Distribution stratigraphique des espèces d'archéocyathes, trilobites, brachiopodes et sclérites de Chancelloriidae dans le Cambrien inférieur du versant méridional de la Montagne noire.

Fig. 2.- Stratigraphic ranges of the archaeocyathan, trilobite and brachiopod species and Chancelloriid sclerites through the Lower Cambrian in the southern Montagne Noire.

Âge : la présence d'archéocyathes du genre *Anthomorpha* permet d'attribuer aux niveaux carbonatés un âge Botomen (Cambrien inférieur; Debrenne, inédit), par corrélation avec les coupes types du secteur de l'Altai Saïan.

Le trilobite *Granolenus midi* a été récolté dans la Formation de Navalucillos (Monts de Tolède, Espagne) par Liñán et Gámez-Vintaned (1993). Sa distribution stratigraphique reste encore peu connue, l'association de fossiles rencontrée dans les gisements où cette espèce est présente indique un âge Ovetien supérieur, Cambrien inférieur (Liñán *et al.*, 1993).

Formation de Lastours

Nom : d'après la localité du même nom, située dans la vallée de l'Orbiel.

Holostratotype : rive droite de la vallée de l'Orbiel, en bordure de la route D101. Coordonnées Lambert : base $x = 604,40$; $y = 1\ 813,12$; sommet $x =$

$604,25$; $y = 1\ 812,75$ (carte IGN 2 345-est, Carcassonne).

Hypostratotypes : (1) route de Villeneuve-Minervoise au Pujol du Bosc, et (2) Pont de Poussarou, dans la vallée de l'Ilouvre.

Lithologie et épaisseur : succession de 50 à 300 m d'épaisseur, composée de carbonates massifs et stratifiés (calcaires blancs, dolomies jaunes et noires) et de pélites vertes et violacées.

Limites : sa limite basale est marquée par l'apparition d'une unité carbonatée massive, après la disparition des intercalations silicoclastiques. Sa limite supérieure est située au premier banc de calcaire blanc, d'aspect massif à pluri-décimétrique, après la disparition des intercalations silicoclastiques.

Subdivisions : trois membres peuvent être différenciés selon leurs caractères propres et leur distribution géologique.

Membre inférieur : unité dolomitique massive ou en bancs décimétriques, de 0 à 50 m d'épaisseur, présent à la base de la Formation de Lastours ; il est représenté par une unité calcaire massive dans le secteur sud-est de la nappe de Pardailhan.

Membre moyen : succession de 20 à 60 m d'épaisseur, composée de calcaires gris clair, dolomies jaunes et noires, et de rares pélites vertes et violacées.

Membre supérieur : succession de 40 à 150 m d'épaisseur, composée d'une alternance de carbonates en plaquettes (calcaires blancs et bleuâtres et dolomies jaunes), et de pélites vertes à violacées. Des nodules siliceux s'intercalent ici et là dans ces alternances. La composante carbonatée augmente vers le sommet.

Fossiles : Trilobites du membre supérieur : *Ferralsia blayaci* Cobbold 1935, cf. *Paramimacca* sp. et cf. *Metadoxides* sp. Brachiopodes : *Lingulepis boyeri* Termier et Termier 1974. Calcimicrobes indéterminés et hyolithes (cf. *Biconulites courtessolei* Termier et Termier 1971). D'après Cobbold (1935), Courtessole *et al.* (1971), Termier et Termier (1974) et Pillola (1991).

Âge : selon Álvaro *et al.* (sous presse), *Ferralsia blayaci* est datée du Marianien terminal à Bilbilien basal (Liñán *et al.*, 1993) ; Cambrien inférieur.

Formation du Pont du Poussarou

Nom : d'après le pont qui traverse la rivière de l'Ilouvre, au nord-ouest de Saint-Chinian.

Holostratotype : route N112 au Pont de Poussarou. Coordonnées Lambert : point intermédiaire $x = 645,18$; $y = 1\ 828,50$ (carte IGN 2 544-ouest, Saint-Chinian).

Hypostratotypes : (1) route d'Authèze, aux environs de Ferrals-les-Montagnes, et (2) Combes de Barroubio, ravin entre Saint-Jean de Minervoise et Coulouma.

Lithologie et épaisseur : elle est constituée d'une unité de calcaires blancs comprenant des intercalations dolomitiques. Son épaisseur est très variable, entre 20 et 80 m, et sa limite supérieure est souvent progressive.

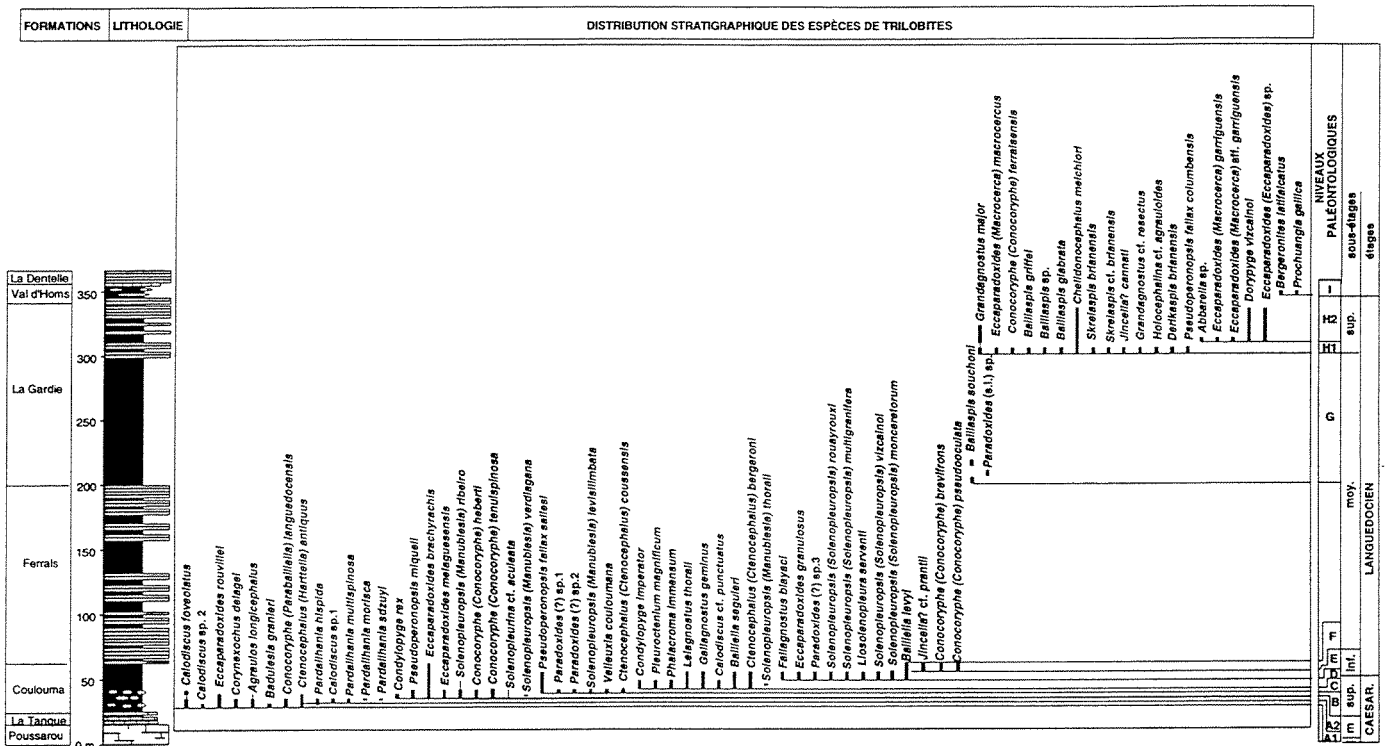


Fig. 3 (A).- Distribution stratigraphique des espèces de trilobites dans le Cambrien moyen et supérieur du versant méridional de la Montagne noire.

Fig. 3 (B).- Distribution stratigraphique des espèces de brachiopodes et échinodermes dans le Cambrien moyen et supérieur du versant méridional de la Montagne noire.

Fig. 3 (A).- Stratigraphic ranges of the trilobite species through the Middle and Upper Cambrian in the southern Montagne Noire.

Fig. 3 (B).- Stratigraphic ranges of the brachiopod and echinoderm species through the Middle and Upper Cambrian in the southern Montagne Noire.

Limites : la limite inférieure correspond au premier banc de calcaire blanc plurimétrique. Sa limite supérieure est placée au niveau des premiers calcaires et pélites rougeâtres et violacées, qui surmontent le dernier banc de calcaire blanc.

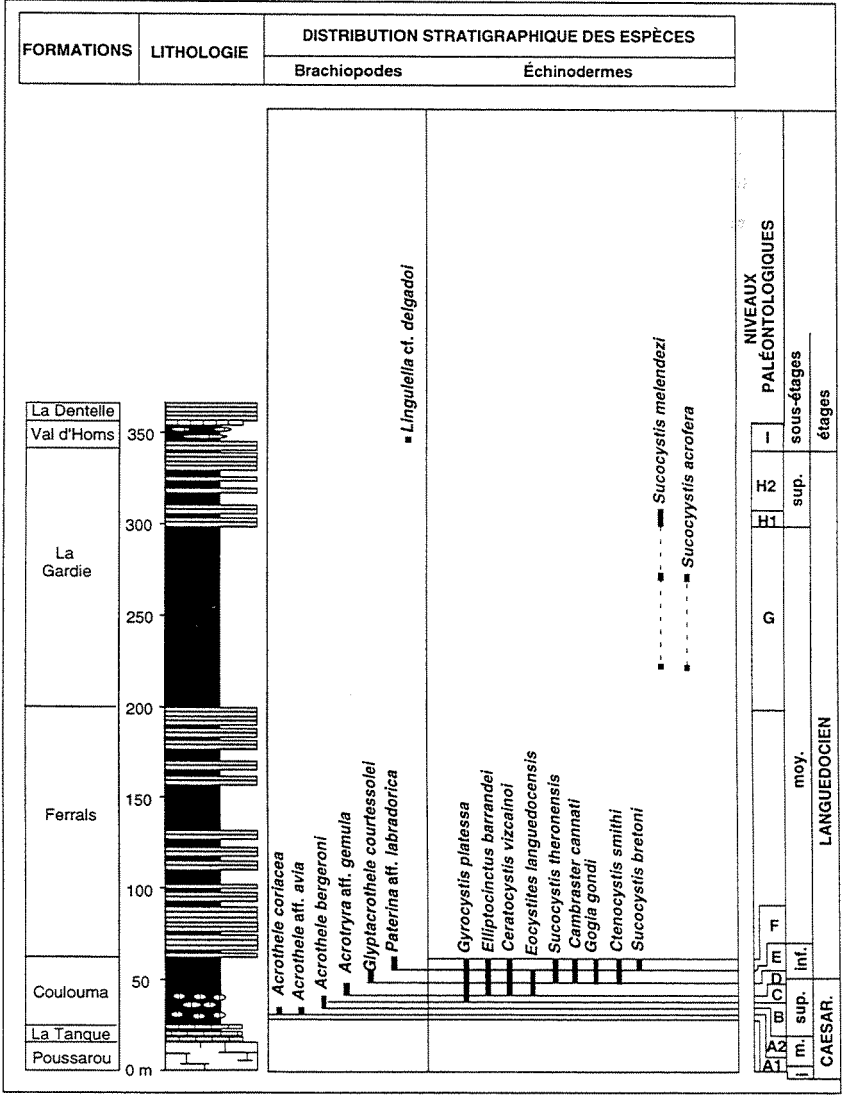
Fossiles : cette formation contient d'abondants bioclastes (trilobites, brachiopodes, etc.).

Âge attribué : Cambrien inférieur terminal (Bilbilien; Liñán *et al.*, 1993, sans écarter l'éventualité d'un âge Cambrien moyen basal.

Formation de la Tanque

Nom : d'après le ravin qui s'ouvre sur la rive gauche de la rivière de la

3A



3B

Cesse, à Ferrals-les-Montagnes (Hérault).

Holostratotype : route de Ferrals-les-Montagnes vers Authèze. Coordonnées Lambert : point intermédiaire $x = 624,12$; $y = 1\,822,25$ (carte IGN 2 444-ouest, Labastide-Rouairoux).

Hypostratotypes : (1) route aux environs du Pont du Poussarou, et (2) route D112, traversant les gorges de la Clamoux.

Lithologie et épaisseur : la formation (jusqu'à 60 m d'épaisseur) est composée d'une alternance de carbonates (calcaires et dolomies) et pélites, caractérisée par une couleur violacée et rougeâtre.

Limites : sa limite inférieure correspond à la première couche carbonatée de couleur rougeâtre ou violacée, et à la disparition du dernier banc carbonaté blanc. Sa limite supérieure est placée au niveau d'apparition des pélites vertes à nodules dolomitiques et de disparition des bancs carbonatés rougeâtres et violacés.

Fossiles : cette formation contient d'abondants débris bioclastiques (trilobites, brachiopodes, spicules d'éponges, éocrinoides, etc.).

Âge attribué : Cambrien moyen basal (Léonien; Liñán *et al.*, 1993) sans écarter dans sa partie basale l'éventualité d'un âge Cambrien inférieur terminal.

Formation de Coulouma

Nom : d'après la localité de Coulouma (Hérault).

Holostratotype : route D176, entre Saint-Jean de Minervoies et Coulouma. Coordonnées Lambert : base $x = 640,90$; $y = 1\,824,35$; sommet $x = 640,60$; $y = 1\,824,18$ (carte IGN 2 444-est, Saint-Pons).

Hypostratotypes : (1) route d'Authèze, aux environs de Ferrals-les-Montagnes, et (2) Ravin de Brian, au nord de Minerve.

Lithologie et épaisseur : cette formation (épaisse de 30 à 80 m) est composée de pélites vertes, localement violacées, contenant des intercalations de nodules carbonatés (calcaires blancs et dolomies jaunâtres).

Limites : sa limite inférieure correspond aux premiers bancs de pélites vertes à nodules dolomitiques. Sa limite supérieure est placée à la première apparition d'une couche gréseuse pluricentimétrique, surmontant les dernières pélites vertes.

Fossiles : d'après Thoral (1935, 1946, 1947, 1948), Howell (1935), Cabibel *et al.* (1958), Boyer et Courtessole (1964), Courtessole (1967, 1973), Termier et Termier (1973, 1974), Smith (1985), Ubaghs (1987), Courtessole *et al.* (1988), Friedrich (1993), Álvaro et Vizcaino (1997).

Trilobites : *Eccaparadoxides rouvillei* (Miquel 1905), *Eccaparadoxides brachyrachis* (Linnarsson 1883), *Eccaparadoxides melaguesensis* (Thoral 1935), *Agraulos longicephalus* (Hicks 1872), *Badulesia granieri* (Thoral 1935), *Pardailhanian hispidus* Thoral 1946, *Pardailhanian multispinosus* Thoral 1948, *Pardailhanian morisca* Álvaro 1996, *Pardailhanian sdzuyi* Liñán et Gozalo 1986, *Solenopleuropsis (Manublesia) ribeiro* (Verneuil et Barrande 1860), *Solenopleuropsis (Manublesia) verdiagana* Sdzuy 1958, *Solenopleuropsis (Manublesia) levisilimbata* Thoral 1948, *Solenopleuropsis (Manublesia) thoralis* Sdzuy 1958, *Velieuxia couloumana* (Miquel 1905), *Solenopleurina cf. aculeata* (Angelin 1851), *Conocoryphe (Parabailiella) languedocensis* Thoral 1946, *Conocoryphe (Conocoryphe) heberti* Munier-Chalmas et Bergeron 1889, *Conocoryphe (Conocoryphe) tenuispinosa* Courtessole 1973, *Ctenocephalus (Hartella) antiquus* Thoral 1946, *Ctenocephalus (Ctenocephalus) cousseensis* Thoral 1946, *Calodiscus foveolatus* Howell 1935, *Calodiscus sp.1*, *Calodiscus sp.2*, *Corynexochus delagei* Miquel 1905, *Condylopyge rex* (Barrande 1846), *Pseudoperonopsis miqueli* (Howell 1935), *Pseudoperonopsis sallesi* (Munier-Chalmas et Bergeron 1889), *Phalagnostus blayaci* Howell 1935, *Phalagnostus geminus* Howell 1935, *Condylopyge imperator* Howell 1935, *Phalacroma immensum* (Howell 1935), *Calodiscus cf. punctuatus* (Salter 1864), *Leiagnostus thoralis* (Howell 1935), *Pleuroctenium magnificum* Howell 1935, *Eccaparadoxides mediterraneus* (Pompeckj 1901), *Eccaparadoxides granulatus* (Courtessole 1973), *Solenopleuropsis (Solenopleuropsis) rouayrouxi* Munier-

Chalmas et Bergeron 1889, *Solenopleuropsis (Solenopleuropsis) multigranifera* Thoral 1948, *Solenopleuropsis (Solenopleuropsis) monceretorum* Álvaro et Vizcaino 1997, *Solenopleuropsis (Solenopleuropsis) vizcainoi* Álvaro 1996, *Ctenocephalus (Ctenocephalus) bergeroni* Thoral 1946, *Conocoryphe (Conocoryphe) brevifrons* (Thoral 1946), *Conocoryphe (Conocoryphe) pseudooculata* Miquel 1905, *Bailiella levyi* Munier-Chalmas et Bergeron 1889, *Bailiella seguieri* Courtessole 1973, *Liosolenopleura serventi* Thoral 1948 et *Jincella ? cf. prantli* (Ruzicka 1944).

Brachiopodes : *Acrothele bergeroni* Walcott 1908, *Acrothele coriacea* Linnarsson 1887, *Acrothele aff. avia* Matthew 1889, *Acrothele sp.*, *Acrothele cf. primaeva* Verneuil et Barrande, *Acrotyra aff. gemmula* Walcott et *Paterina aff. labradorica* (Billings 1861).

Échinodermes : stromatocystitoïdes : *Cambraster cannati* (Miquel 1894) ; cincta : *Elliptocinctus barrandei* (Munier-Chalmas et Bergeron 1889), *Sucocystis theronensis* Cabibel, Termier et Termier 1958, *Sucocystis aff. theronensis* Cabibel, Termier et Termier 1958, *Sucocystus bretoni* Friedrich 1993, *Gyrocystis platessa* Jaekel 1918 et *Gyrocystis aff. platessa* Jaekel 1918 ; éocrinoides : *Gogia gondi* Ubaghs 1987 ; stylophora : *Ceratocystis vizcainoi* Ubaghs 1987 ; ctenocystoïdes : *Ctenocystis smithi* Ubaghs 1987 ; et classe indéterminée : *Eocystites languedocensis* Ubaghs 1987.

Âge : niveaux paléontologiques A1-F de Courtessole (1973) et Caesaraugustin inférieur à Languedocien moyen (Álvaro et Vizcaino, 1998) ; Cambrien moyen.

Groupe de Barroubio

Nom : d'après le hameau de Barroubio, à l'est de Saint-Jean de Minervoies (Hérault).

Lithologie et épaisseur : il est composé d'une alternance (épaisse de 550 à 700 m) de grès et de pélites vertes, contenant des intercalations carbonatées dans sa partie supérieure.

Subdivisions : quatre formations, les Formations de Ferrals, de La Gardie, du Val d'Homs et de La Dentelle. Cette

dernière formation, d'âge Ordovicien, ne sera pas considérée dans ce travail.

Formation de Ferrals

Nom : d'après la localité de Ferrals-les-Montagnes (Hérault).

Lectostratotype : le long de la route D112 qui traverse les Gorges de la Clamoux. Coordonnées Lambert : point intermédiaire $x = 609,75$; $y = 1\ 814,60$ (carte IGN 2 345-est, Carcassonne).

Hypostratotypes : (1) au sud de Ferrals-les-Montagnes le long de la vallée de la Cesse ; (2) les Combes de Barroubio, au sud de Coulouma ; (3) route N112 à l'est du Pont de Poussarou ; et (4) aux environs de Brian, dans la route de Ferrals-les-Montagnes vers Authèze.

Lithologie et épaisseur : alternance de grès blancs et gris et de pélites gréseuses vertes, de 130 à 200 m d'épaisseur.

Limites : sa limite inférieure est située au premier banc gréseux pluricentimétrique, surmontant les pélites vertes de la Formation de Coulouma. Sa limite supérieure correspond à l'apparition des pélites gréseuses monotones.

Âge attribué : Cambrien moyen *s.l.*

Formation de La Gardie

Nom : d'après La Gardie (Lagarde, selon Courtessole, 1973), colline située au sud-est de Ferrals-les-Montagnes (Hérault).

Holostratotype : le long de la colline de La Gardie, sur la rive gauche de la rivière la Cesse, au sud de Ferrals-les-Montagnes (Hérault). Coordonnées Lambert : base $x = 624,12$; $y = 1\ 821,92$; sommet $x = 624,12$; $y = 1\ 821,60$ (carte IGN 2 444-ouest, Labastide-Rouairoux).

Hypostratotypes : (1) au sud de Sallèles-Cabardès (au NW immédiat du carrefour des routes D111 et D611 ; Courtessole *et al.*, 1988) ; (2) bois de Vidal (Boyer et Courtessole, 1964 ; Courtessole, 1973), au sud-est de Cousses ; (3) chemin de Sainte-Colombe à Cartouyre, le long du ruisseau de Camp de Sant (Courtessole *et al.*, 1988) ; et (4)

ravin du ruisseau des Refescals, au sud-ouest de Coulouma (Courtessole *et al.*, 1988).

Lithologie et épaisseur : succession de 200 à 500 m d'épaisseur, composée de pélites gréseuses vertes à intercalations gréseuses vers le sommet.

Limites : sa limite inférieure correspond au premier niveau de pélites gréseuses vertes, et au dernier banc gréseux pluricentimétrique. Sa limite supérieure est marquée par l'apparition de bancs et lentilles carbonatés pluri-centimétriques.

Subdivisions : trois unités ont été mises en évidence par Courtessole (1973), et sont considérées dans ce travail comme des membres.

Le membre inférieur (ou Schistes gréseux à *Trochocinctus pardailhanicus*) est constitué de pélites gréseuses, de couleur vert sombre, épaisses de 80 m.

Le membre moyen (ou Schistes et grès à *Eccaparadoxides macrocercus*), d'une puissance de 15 m, est constitué d'une alternance centimétrique à pluricentimétrique de pélites vertes et de grès gris contenant de très minces lentilles de calcaires.

Le membre supérieur ou de Sallèles (d'après Sallèles-Cabardès, village situé dans les mont du Cabardès), épais de 0,5 à 5 m, est constitué de bancs de grès gris avec de fines intercalations de pélites gréseuses vertes.

Fossiles : d'après Courtessole (1973), Courtessole *et al.* (1988) et Friedrich (1993).

Membre inférieur :

Trilobites : *Bailiaspis souchoni* (Courtessole 1973) et *Paradoxides (s.l.)*.
Cincta : *Sucocystis melendezi* (Schröder 1973), *Sucocystis acrofera* Friedrich 1993 et *Sucocystis aff. quadricornuta* Friedrich 1993.

Membre moyen :

Trilobites : *Eccaparadoxides (Macrocerca) macrocercus* (Courtessole 1967), *Eccaparadoxides (Macrocerca) garriguensis* Pillet 1988, *Eccaparadoxides (Macrocerca) aff. garriguensis* Pillet 1988, *Jincella ? cannati* (Thoral 1948), *Conocoryphe (Conocoryphe) ferralsensis* Courtessole 1967, *Bailiaspis griffei* (Courtessole

1967), *Skreiaspis brianensis* Courtessole 1967, *Skreiaspis cf. brianensis* Courtessole 1967, *Derikaspis brianensis* (Courtessole 1973), *Bailiaspis sp.* (cf. *Bailiaspis inflata* Pillet 1988 ; in Courtessole *et al.*, 1988), *Bailiaspis cf. glabrata* (Angelin 1854), *Pseudoperonopsis fallax columbensis* (Pillet 1988), *Grandagnostus cf. resectus* (Grönwal 1902), *Grandagnostus major* Pillet 1988, *Holocephalina cf. agrauloides* Sdzuy 1966 et *Chelidonocephalus melchiori* Pillet 1988.

Cincta : *Sucocystis melendezi* (Schröder 1973).

Membre supérieur :

Trilobites : *Chelidonocephalus melchiori* Pillet 1988, *Dorypyge vizcainoi* Pillet 1988, *Grandagnostus major* Pillet 1988, *Eccaparadoxides sp.* et *Abbarella sp.* Brachiopodes articulés et inarticulés, et hyolithes.

Âge : le membre inférieur correspond au niveau paléontologique G (Courtessole *et al.*, 1988) et au Languedocien moyen (Álvaro et Vizcaino, sous presse) ; Cambrien moyen. Le membre moyen correspond aux niveaux paléontologiques H (Courtessole, 1973) et H1 (Courtessole *et al.*, 1988), et au Languedocien supérieur (Álvaro et Vizcaino, 1998) ; Cambrien moyen. Le membre supérieur ou Sallèles correspond au niveau paléontologique H2 (Courtessole *et al.*, 1988), et au Languedocien supérieur (Álvaro et Vizcaino, 1998) ; Cambrien moyen.

Formation du Val d'Homs

Nom : d'après une petite vallée située au nord de Villeneuve-Minervois (Aude).

Lectostratotype : au sud de Sallèles-Cabardès, près du carrefour des routes D111 et D611. Coordonnées Lambert : base $x = 606,75$; $y = 1\ 813,08$; sommet $x = 606,75$; $y = 1\ 812,84$ (carte IGN 2 345-est, Carcassonne).

Hypostratotypes : (1) ravin du ruisseau des Refescals, au sud-ouest de Coulouma, et (2) rive gauche de la Cesse, au sud de Ferrals-les-Montagnes.

Lithologie et épaisseur : succession de 15 à 60 m d'épaisseur, composée de pélites à grosses lentilles et minces bancs carbonatés.

Limites : sa limite inférieure correspond au premier banc ou lentille carbonatée et à la disparition des bancs gréseux pluridé-cimétriques. Sa limite supérieure est marquée par les premiers niveaux de calcaires violacés de la Formation de la Dentelle.

Fossiles : *Prochuangia gallica* Feist 1984, *Bergeronites latifalcatus* Feist 1984, *Proceratopyge* sp., *Paracidaspis* sp.,

“*Stigmatoa*”, “*Pesaia*” et “*Szeaspis*” ; d’après Feist et Courtessole (1984) et Shergold *et al.* (1997). Brachiopodes : *Lingulella* cf. *delgadoi* Walcott et *Glyptacrothele courtessolei* Termier et Termier 1973 ; d’après Termier et Termier (1974).

Âge : niveau paléontologique I de Courtessole *et al.* (1988) ; Cambrien supérieur (pressenti par Thoral et confirmé par

Feist et Courtessole, 1984).

Remerciements

Les auteurs remercient les révisions réalisées par deux rapporteurs anonymes qui ont aidé à l’amélioration d’un manuscrit préliminaire. Ce travail est une contribution au projet de la PICG 366 “Ecological aspects of the Cambrian radiation”.

Références

- Alabouvette B., Arthaud F., Bambier A., Freytet P., Paloc H. (1982) - Notice explicative de la feuille de Saint-Chinian (n° 1014) de la carte géologique de la France, 1/50 000, 44 p. Editions BRGM.
- Alabouvette B., Demange M. (1993) - Notice explicative de la feuille de Saint-Pons (n° 1 013) de la carte géologique de la France, 1/50 000, 123 p. Editions BRGM.
- Álvaro J., Liñán E., Vizcaíno D. - Biostratigraphical significance of the Genus *Ferralsia* (Lower Cambrian Trilobita). *Geobios*. (sous presse).
- Álvaro J., Vizcaíno D. (1997) - Révision des trilobites *Solenopleuropsinae* du Cambrien moyen de la Montagne noire (France). *Geobios*, **30**, 541-561.
- Álvaro J., Vizcaíno D. (1998) - Révision biostratigraphique du versant méridional de la Montagne noire. *Bull. Soc. géol. Fr.* 169/2.
- Arthaud F. (1970) - Étude tectonique et microtectonique comparée de deux domaines hercyniens : les nappes de la Montagne noire (France) et l’Anticlinorium de l’Iglesiente (Sardaigne). *Publ. Univ. Sci. Tech. Languedoc (Ustela), Sér. Géol. Str.*, **4**, 175 p.
- Berger G.M., Boyer F., Debat P., Demange M., Freytet P., Marchal J.P., Mazcas H., Vautrelle C. (1993) - Notice explicative de la feuille de Carcassonne (n° 1037) de la Carte géologique de la France, 78 p. Editions BRGM.
- Berger G.M., Boyer F., Rey J. (1990) - Notice explicative de la feuille de Lézignan-Corbières (n° 1 038) de la Carte géologique de la France, 70 p. Editions BRGM.
- Bergeron J. (1889) - Étude géologique du massif ancien situé au sud du Plateau Central. *Ann. Soc. géol. Nord*, **22**, 362 p.
- Boyer F. (1962) - Successions caractéristiques et niveaux repères dans le Paléozoïque de la région de Carcassonne à Saint-Pons. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), **4**, 572-575.
- Boyer F., Courtessole R. (1964) - Nouveaux gisements de trilobites cambriens dans la Montagne noire. *C. R. Somm. Soc. géol. Fr.*, **5**, 189-199.
- Boyer F., Guiraud R. (1964) - Observations nouvelles sur le passage du Cambrien à l’Ordovicien dans la Montagne noire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), **6**, 515-522.
- Cabibel J., Termier G., Termier H. (1958) - Les Echinodermes mésocambriens de la Montagne noire. *Ann. Paléont. Paris*, **44**, 281-294.
- Cobbold E.S. (1932) - Le genre *Olenopsis* en France. In: Blayac J., Thoral M., Cobbold E.S., Contribution à l’étude du Géorgien de la Montagne noire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), **1**, 547-571.
- Cobbold E.S. (1935) - Lower Cambrian Faunas from Hérault, France. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, London, (10), **16**, 25-48.
- Courjault-Radé P. (1985) - Comparaison de l’évolution sédimentaire des séquences du Cambrien inférieur et moyen (p.p.) dans les versants sud et nord (unité de Brusque) de la Montagne noire (Massif Central). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, (2), **301**, 43-48.
- Courjault-Radé P. (1988a) - Analyse sédimentologique de la formation de l’Orbiel («alternances grése-calcaires” auct., Cambrien inférieur). Evolution tectono-sédimentaire et climatique (versant sud de la Montagne noire, Massif Central, France). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), **4**, 1003-1013.
- Courjault-Radé P. (1988b) - Proposition d’un profil paléogéographique au Cambrien du versant sud (nappes de Pardailhan et du Minervoises) de la Montagne noire (France). *C.R. Acad. Sci. Paris*, (2), **307**, 1917-1923.
- Courjault-Radé P. (1990) - La transition Cambrien inférieur/Cambrien moyen dans le versant sud de la Montagne noire (Nappes de Pardailhan et du Minervoises). Évolution tectono-sédimentaire et contexte géodynamique. *C.R. Acad. Sci. Paris*, (2), **310**, 1101-1107.
- Courtessole R. (1967) - Contribution à la connaissance de la Paléontologie et de la Stratigraphie du Cambrien Moyen de la Montagne noire (versant méridional). *Bull. Soc. Nat. Toulouse*, **103**, 491-526.
- Courtessole R. (1973) - Le Cambrien moyen de la Montagne noire. Biostratigraphie. Imprim d’Oc, 241 p. Toulouse.
- Courtessole R., Jago J.B. (1980) - Biostratigraphie du Cambrien inférieur du Cabardès (versant sud de la Montagne noire, France Méridionale). *Mém. Soc. Et. Sci. Aude*, 22 p.
- Courtessole R., Pillet J., Vizcaíno D. (1988) - Stratigraphie et paléontologie du Cambrien moyen gréseux de la Montagne noire (versant méridional). *Mémoire Soc. Et. Sci. Aude*, 55 p.
- Courtessole R., Termier G., Termier H. (1971) - Le Cambrien inférieur terminal de Ferrals-les-Montagnes (Hérault). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **107**, 339-356.
- Courtessole R., Vizcaíno D. (1985) - Synopsis du Cambrien de la Montagne noire. Formations lithologiques et biostratigraphiques. Inédit.

- Debrenne F. (1964) - Archaeocyatha. Contribution à l'étude des faunes cambriennes du Maroc, de Sardaigne et de France. *Notes et mém. Serv. Géol. Maroc*, 179, 265 p.
- Debrenne F., Orgeval J.J., Venacs G. (1976) - Présence d'Archaeocyathes dans le substratum carbonaté de la mine de Malines (Gard, France). *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, 6, 259-261.
- Debrenne F., Rozanov A.Yu., Zhuravlev A.Yu. (1990) - Regular Archaeocyaths. Morphology. Systematics. Biostratigraphy. Palaeoecology. Biological affinities. *Cah. paléontol.*, 218 p.
- Debrenne F., Zhuravlev A.Yu. (1992) - Irregular archaeocyaths. Morphology. Ontogeny. Systematics. Biostratigraphy. Palaeoecology. *Cah. paléontol.*, 212 p.
- Feist R., Courtessole R. (1984) - Découverte du Cambrien supérieur à Trilobites de type Est asiatique dans la Montagne noire. *C.R. Acad. Sci. Paris*, (2), 298, 177-182.
- Friedrich W.P. (1993) - Systematik und Funktionsmorphologie mittelkambrischer Cincta (Carpoidea, Echinodermata). *Beringeria*, 7, 3-190.
- Geyer G. (1992) - A re-evaluation of Blayacina Cobbold 1932 and Thoralaspis Hupé 1953 (Trilobita : Redlichiida). *Paläont. Z.*, 66, 99-113.
- Geyer M. (1984) - Beiträge zur Geologie des westlichen Minervois und Cabardès am Südwestrand der Montagne Noire (Dept. Aude, Südwestfrankreich). Travail Diplôme Würzburg, 125 p. Inédit.
- Geyer M. (1986) - Découverte de microfaune dans le Cambrien inférieur du versant méridional de la Montagne noire (Cabardès et Minervois, Aude-France). *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*, 122, 11-17.
- Gèze B. (1949) - Étude géologique de la Montagne noire et des Cévennes Méridionales. *Mém. Soc. géol. Fr.*, nouvelle série, 29, 215 p.
- Gèze B. (coord.) (1971) - Notice explicative de la feuille de Bédarieux (n° 232) de la Carte géologique de la France, 1/80 000, 23 p. Editions BRGM.
- Guérangé-Lozes J., Burg J.P. (1990) - Les nappes varisques du sud-ouest du Massif central. BRGM, *Géologie de la France*, n° 3-4, 71-106.
- Howell B. (1935) - Cambrian and Ordovician Trilobites from Hérault, Southern France. *Paleont.*, 9, 22-238.
- Klein C. (1983) - Les nappes du Minervois (sud du Massif Central, France). *Physio-Géo.*, 6, 71-99.
- Lépine J. (1989) - Le gisement sulfo-arsénié aurifère du Cambrien inférieur de la mine traditionnelle de Salsigne (Montagne noire, France). Contexte structural, métallogénique et sédimentologique. Thèse Université de Toulouse III, 243 p.
- Liñán E., Gámez-Vintaned J.A. (1993) - Lower Cambrian palaeogeography of the Iberian Peninsula and its relation with some neighbouring European areas. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 164, 831-842.
- Liñán E., Perejón A., Sdzuy K. (1993) - The Lower-Middle Cambrian stages and stratotypes from the Iberian Peninsula. *Geol. Mag.*, 130, 817-833.
- Miquel J. (1893) - Note sur la Géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Saint-Chinian à Coulouma. *Bull. Soc. Ét. Sci. Nat. Béziers*, 16, 100-113.
- Miquel J. (1894) - Note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Le Cambrien et l'Arenig. *Bull. Soc. Ét. Sci. Nat. Béziers*, 17, 36 p.
- Miquel J. (1905) - Essai sur le Cambrien de la Montagne noire. Coulouma. L'Acadien. *Bull. Soc. géol. Fr.* (4), 5, 465-483.
- Miquel J. (1912) - Nouvel essai sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Classification des terrains siluriens. *Bull. Soc. Ét. Sci. Nat. Béziers*, 34, 48 p.
- Pillola G.L. (1991) - Trilobites du Cambrien inférieur du SW de la Sardaigne, Italie. *Palaeontographia Italica*, 78, 174 p.
- Rozanov A. Yu., Sokolov B.S. (eds.) (1984) - Yarusnoc raschlenenie nizhnego kembriya. Stratigrafiya (Lower Cambrian stage subdivision. Stratigraphy), 184 p. Moscow (Nauka, en Russe).
- Shergold J., Feist R., Vizcaíno D. (1997) - Middle-Late Cambrian transition trilobites of Asian aspects in Southern France. 2nd International Trilobite Conference. St. Catherines, Canada. Abstracts.
- Smith A.B. (1985) - Cambrian Eleutherozoan echinoderms and the early diversification of Edrioasteroids. *Paleontology*, 28, 715-756.
- Termier G., Termier H. (1973) - Les Echinodermes Cincta du Cambrien de la Montagne noire (France). *Geobios*, 6, 243-266.
- Termier G., Termier H. (1974) - Les Brachiopodes cambriens de la Montagne noire (Sud de la France). *Géol. méditerranéenne*, 1, 35-52.
- Thoral M. (1933) - Découverte de nouveaux gisements fossilifères dans le Postdamien et l'Arenig inférieur de la Montagne noire. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 96, 795-796.
- 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, 362 p. Montpellier.
- Thoral M. (1935) - Contribution à l'étude géologique des Monts de Lacaune et des terrains cambriens et ordoviciens de la Montagne noire. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 38, 318 p.
- Thoral M. (1946) - Conocoryphidae languedociens. *Ann. Univ. Lyon*, 92 p.
- Thoral M. (1947) - Trois nouveaux genres de trilobites acadiens du Languedoc et de l'Espagne. *C.R. Séances Acad. Sci.*, 244, 59-60.
- Thoral M. (1948) - Solenopleuridae et Liostracidae languedociens. *Ann. Univ. Lyon, Sci. Natur.*, 5, 1-89.
- Ubagh G. (1987) - Echinodermes nouveaux du Cambrien moyen de la Montagne noire (France). *Ann. Paléont. Paris*, 73, 1-27.