

Découverte de fossiles dévoniens dans la série attribuée au Paléozoïque inférieur des Pyrénées orientales (massif des Aspres)*

Discovery of devonian fossils in the Lower Paleozoic attributed serie of the French Eastern Pyrenees (Aspres massif)

François LLAC ⁽¹⁾, Francis LETHIERS ⁽²⁾, Hubert LARDEUX ⁽³⁾

Géologie de la France, n° 1, 1994, pp. 57-60, 3 fig.

Mots-clés : Faune ostracode, Biostratigraphie, Praguien, Emsien, Unités tectoniques, Pyrénées Orientales (Aspres).

Key words: Ostracods, Biostratigraphy, Pragian, Emsian, Tectonic units, Pyrenees Orientales (Aspres massif).

Résumé

Interstratifiées dans les formations schisto-gréseuses du massif des Aspres (1/50 000 Céret, n° 1096), attribuées classiquement au Cambro-Ordovicien, et plus récemment au Cambrien, de minces formations calcaires ont livré des ostracodes qui donnent, pour une partie au moins des séries "azoïques" du Paléozoïque des Pyrénées orientales, un âge dévoniens inférieur (Praguien-Emsien). La conséquence de cette datation est la distinction de deux unités tectoniques superposées, comportant chacune un Dévonien d'origine paléogéographique très différente.

Abstract

In axial zone of the eastern Pyrenees (Aspres massif, 1:50,000 scale geologic map, Céret, sheet 1096), in slates and sandstones series attributed to the Cambro-Ordovician, and recently to the Cambrian, Ostracods have been found in thin limestones intercalations: a part

of this series must be of Early Devonian age (Pragian-Emsian). This means that there are two superposed tectonic units composed of Devonian rocks of different paleogeographic origins.

Introduction

Depuis les travaux de P. Cavet (1957), on admettait que la série stratigraphique du Paléozoïque des Pyrénées orientales comportait deux ensembles :

1 – un ensemble a, paléozoïque supérieur, fossilifère :

– schistes et conglomérats du Carbonifère inférieur,

– calcaires dévoniens bien caractérisés lithologiquement et paléontologiquement par des macrofaunes, puis par des conodontes (Cygant et Raymond, 1979),

– calcaires et schistes siluriens fossilifères (Centène et Sentou, 1975),

– schistes et calcschistes ashgilliens associés à des séries détritiques et volcaniques attribuées au Caradocien.

2 – un ensemble b, paléozoïque inférieur, azoïque : important ensemble schisto-gréseux classiquement situé "en dessous du Caradoc" que les difficultés de la cartographie faisaient regrouper en un complexe "cambro-ordovicien", sans preuves paléontologiques (voir les cartes géologiques à 1/80 000 Prades, 2^e éd. : Autran *et al.*, 1968, puis à 1/50 000 Fontargente et Saillagouse : Besson *et al.*, 1991, Llac *et al.*, 1989).

Cet ensemble b avait été initialement subdivisé en séries de Nuria et Planolas (Fontboté, 1949) ou de Jujols et de Canaveilles (Cavet, 1957), puis a été révisé par B. Laumonier (1987, 1988), qui a proposé de l'attribuer au Cambrien, sur des arguments lithostratigraphiques.

A l'intérieur de cet ensemble sont interstratifiés des calcaires d'aspect variable : massifs, en lentilles minces ou en amandes, bleutés ou roux, calcshisteux ou très cristallins et présents dans les massifs des Pyrénées orientales : Albères, Aspres (bandes de Coubris et de Riuros), Villefranche (calcaires d'Evol), Puigmal (calcaires de Valcebol-

* Manuscrit reçu le 13 avril 1994, accepté définitivement le 3 juin 1994.

(1) Université Pierre et Marie Curie, Formation d'Ingénieurs en Sciences et Technologie (Géophysique - Géotechniques), Tour 22-32, 5^e étage, Case 135, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 5.

(2) Université Pierre et Marie Curie, Département de Géologie Sédimentaire, Laboratoire de Micropaléontologie, Tour 15, 4^e étage, Case 104, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, URA 1761.

(3) Université de Rennes, Laboratoire de Paléontologie et de Stratigraphie, Avenue du Général Leclerc, 35031 Rennes cedex 05, URA 1364.

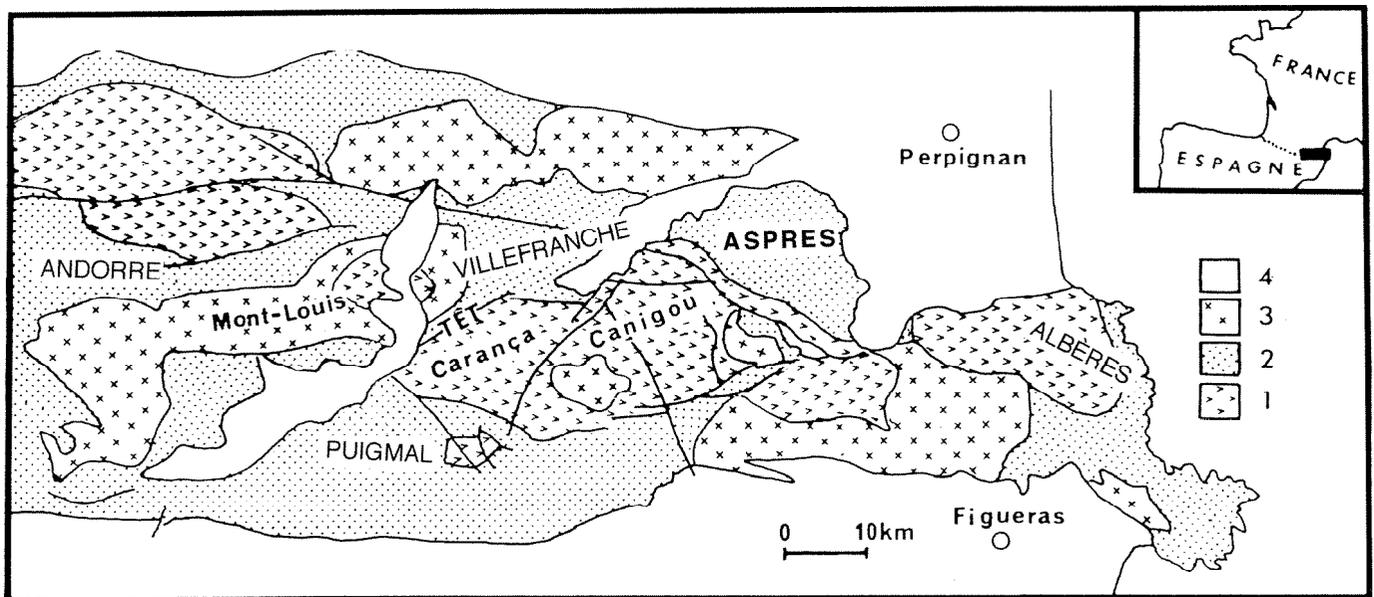


Fig. 1. – Situation des Aspres, dans la partie orientale de la Zone Axiale des Pyrénées. 1 : Gneiss ; 2 : Paléozoïque ; 3 : Granites ; 4 : Posthercynien.

Fig. 1. – Location of Aspres, in the eastern part of the axial zone of the Pyrenees. 1: Gneisses; 2: Paleozoic; 3: Granites; 4: Posthercynian.

de Riuros), Villefranche (calcaires d'Evol), Puigmal (calcaires de Valcebollère), etc... (fig 1).

Études en cours

Le massif des Aspres, enveloppe épimétamorphique orientale du massif gneissique du Canigou, présente les deux ensembles "a" (mais sans Carbonifère) et "b".

La majeure partie du massif est constituée de schistes de l'ensemble b (fig. 2), tandis que l'ensemble a est représenté dans divers groupes d'affleurements dont la surface est de l'ordre de quelques kilomètres carrés et dont la position altimétrique est toujours élevée par rapport à celle de b.

A l'occasion de nouveaux levés (1991-1993), pour la carte géologique à 1/50 000 Céret, nous avons tenté une datation micropaléontologique des calcaires (fig. 2) se présentant en lentilles ou en une longue bande, et interstratifiés dans l'ensemble schisteux b, réputé azoïque, bien que des débris fossilifères (encrines) y aient été signalés (gisement 1, fig. 2, fig. 3 et Llac, 1968, p. 13), comme dans les calcaires de Valcebollère (massif du Puigmal, Llac, 1983, p. 57).

Nous avons pratiqué plusieurs acétylolyse à chaud successives sur une ving-

taine d'échantillons carbonatés, afin de rechercher les microfossiles éventuels : seuls trois échantillonnages se sont révélés positifs. Deux groupes sont présents : un ensemble de coquilles coniques et des ostracodes. Ils sont relativement peu abondants mais apportent des données biostratigraphiques nouvelles.

Les quatre sites (fig. 2) sont localisés dans des zones peu métamorphiques ; les calcaires échantillonnés plus à l'ouest et au sud-ouest, beaucoup plus cristallins, n'ont pas, à ce jour, livré de microfaune.

Le gisement 1 (fig. 3, d'après le fond topographique à 1/25 000 de l'IGN) correspond à un banc gréseux traversant la Canterrane et affleurant entre deux canaux ruinés ; l'accès est possible depuis l'aval par le lit généralement à sec puis par le canal de la rive droite.

Le gisement 2 (fig. 3) est situé sur la crête calcaire à l'ouest du Mas de Coubris (depuis peu, "Château de Quéru-bi") ; il a donné un ostracode indéterminable.

Le gisement 3 (fig. 3), le plus riche en ostracodes, a en outre donné un débris de bryozoaire ; il se trouve sur la pente ouest de la colline 353, au-dessus du vieux captage du Correc dels Molls (accès par la piste passant en-dessous) ; une bande calcaire, beaucoup plus mince se prolonge vers l'est ; toutes sont interstratifiées dans la série schisto-gréseuse.

Le gisement 4 (fig. 3) est constitué par l'intersection de l'une des bandes calcaires de la zone avec la piste de Can Père Galdéric.

Une dizaine de petites coquilles coniques pourvues d'anneaux transversaux ont été récoltées (respectivement six et un spécimens pour les gisements 3 et 4, fig. 2 et 3), malheureusement dépourvues de leur région apicale ; elles évoquent fortement certains tentaculites, plus particulièrement les homotectenides, groupe connu au Dévonien (Emsien à Frasnien). Cependant plusieurs caractères empêchent de les attribuer en toute certitude aux tentaculites : l'obliquité apparemment naturelle de certains anneaux par rapport à l'axe de la coquille ainsi que l'augmentation très rapide de l'angle de croissance chez certains spécimens. En revanche, on retrouve tous ces caractères chez les *Coleolidae*, Fischer 1962, organismes d'affinités incertaines connus du Cambrien au Carbonifère.

Parmi les ostracodes, six espèces peuvent être distinguées ; elles proviennent toutes du gisement 3 (fig. 2 et 3).

– *Condracypris* cf. sp. Groos-Uffendorde et Jahnke, 1973 : ce genre est connu dans le Dévonien inférieur et moyen alors que l'espèce a été décrite dans l'Emsien inférieur.

– *Praepilatina praepilata sibirica* Polenova, 1970 : cette sous-espèce, à

vaste extension eurasienne, se répartit depuis le Lochkovien supérieur jusqu'à l'Emsien supérieur.

- *Saumella* sp. : ce genre est connu du Silurien supérieur au Dinantien.

- *Baschkirina* cf. *retusa* Polenova, 1970 : l'espèce *retusa* est connue en Russie depuis le Lochkovien supérieur jusqu'à l'Emsien supérieur.

- *Acanthoscapha acris* Blumenstengel, 1965 : cette espèce européenne est limitée au Praguien et à l'Emsien inférieur.

- *Bairdiacypris* ? sp.

Cette microfaune, et spécialement les ostracodes, indiquent avec certitude l'époque du Dévonien inférieur et, avec de fortes présomptions, un âge situé dans l'intervalle Praguien-Emsien.

Bien que limitée en nombre d'espèces, l'association d'ostracodes, composée uniquement de *Podocopida*, est caractéristique du milieu benthique euhalin à des profondeurs qui sont celles d'une plate-forme externe.

Conclusion tectonique

La datation des calcaires interstratifiés dans les séries schisto-gréseuses (ensemble b), implique une nouvelle interprétation tectonique du massif des Aspres ; on a maintenant la superposition de deux séries, comportant chacune au moins du Dévonien inférieur, et lithologiquement très différentes : une série supérieure (a), sur un complexe schis-

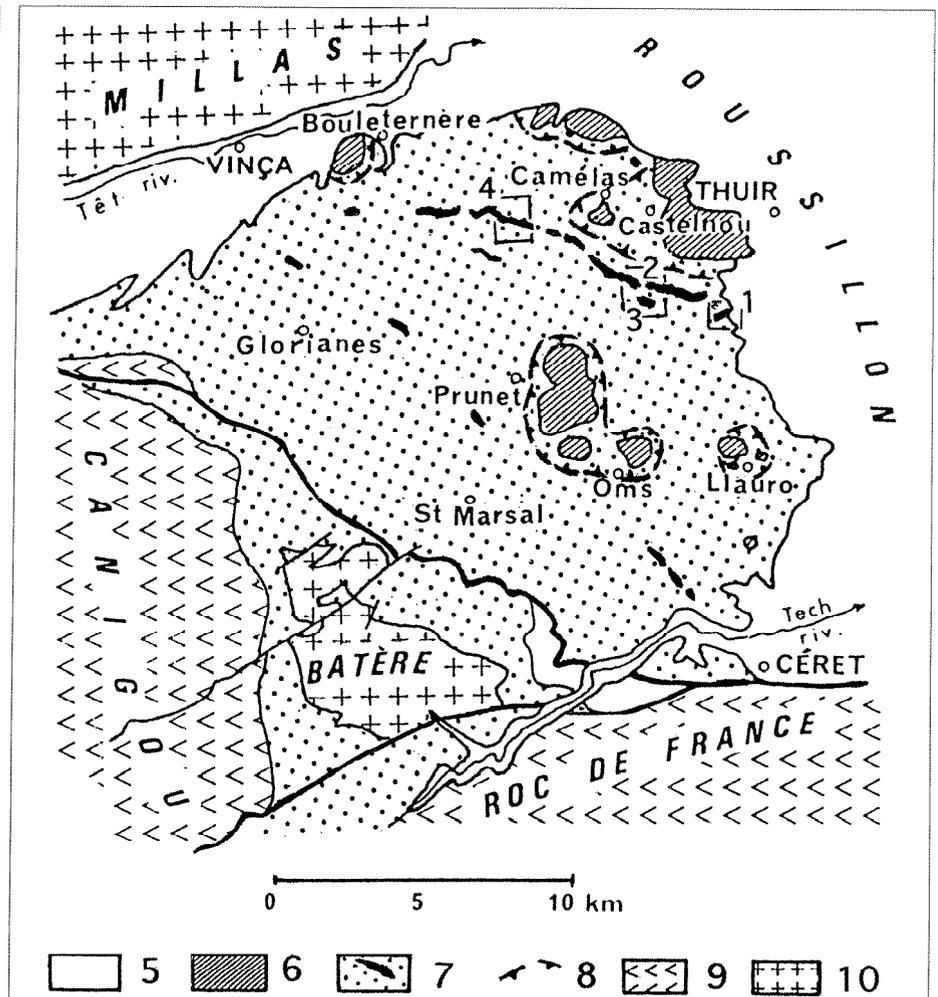


Fig. 2. - Carte du massif des Aspres et des intercalations calcaires étudiées. 1 : Site reconnu en 1968 (Canterrane). Ostracodes et tentaculites ou coléolides, présentés dans ce travail (sites 2, 3 et 4). 2 : W du Mas de Coubris, 3 : W du Mas d'en Ravirou, 4 : piste de Can Père Galdéric. 5 : Posthercynien ; 6 : Dévonien de l'ensemble a ; 7 : schistes paléozoïques et intercalations calcaires ; 8 : tracé hypothétique du contact anormal entre les ensembles a et b ; 9 : Gneiss ; 10 : Granites.

Fig. 2. - Map of the Aspres massif and the limestone intercalations studied. 1 : Observed location in 1968 (Canterrane). Ostracods and tentaculites or coleolids of this work (location 2, 3, 4). 2 : W of Mas de Coubris, 3 : W of Mas d'en Ravirou, 4 : track of Can Père Galdéric. 5 : Posthercynian ; 6 : Devonian a ; 7 : Paleozoic slates and calcareous intercalations ; 8 : Hypothetic limit alb ; 9 : Gneisses ; 10 : Granites.

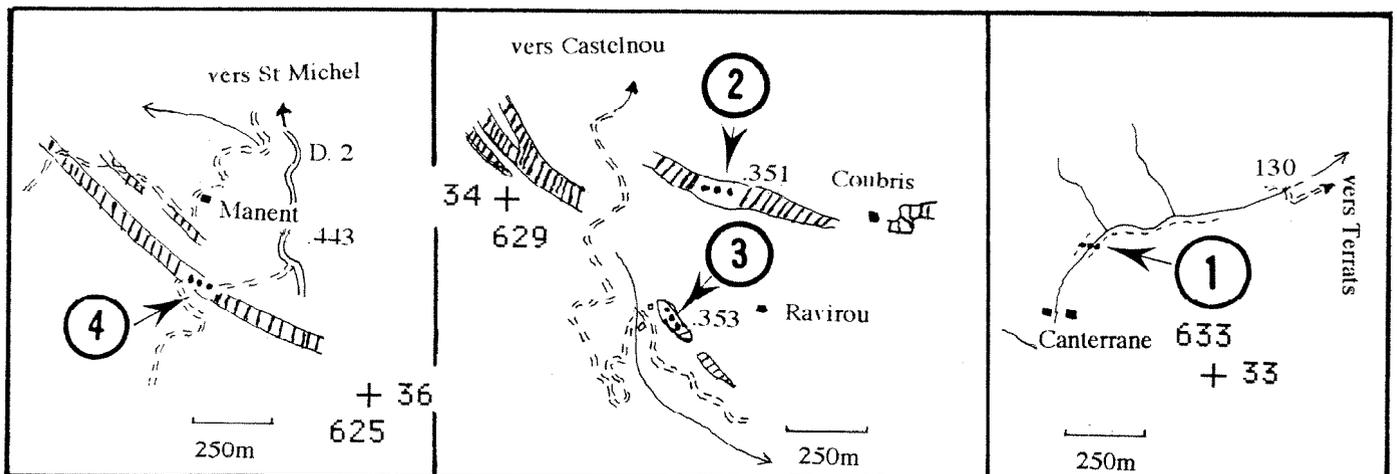


Fig. 3. - Localisation des sites à restes micropaléontologiques (voir aussi fig. 2).

Fig. 3. - Location of sites containing micropaleontological remains.

teux (b) dont une partie au moins est d'âge dévonien inférieur (Praguien-Emsien). Ceci conduit à préciser l'interprétation, proposée par D. Raymond (1986, p. 483), de l'allochtonie du Dévonien : il faut aussi envisager un engagement dans la série allochtone non seulement du Silurien (un décollement est classiquement admis à son niveau), mais aussi de l'Ordovicien supérieur, sous lequel se trouve donc un contact majeur.

Par ailleurs, l'existence maintenant prouvée d'une série paléozoïque supérieure de faciès flyschoidé (l'ensemble b) indique clairement l'existence, à cette époque, dans les Pyrénées orientales, de

domaines paléogéographiques distincts, mais ne permet pas de confirmer les différents modèles structuraux déjà proposés (Laumonier, 1987 ; Polizzi, 1991) pour cet ensemble.

Il est intéressant de rappeler qu'au début du siècle, une première interprétation avait été faite de ce massif et de l'ensemble du Paléozoïque des Pyrénées orientales par O. Mengel qui, dans ses travaux, en particulier la première édition de la feuille Prades de la carte géologique à 1/80 000 (Mengel et Bertrand, 1925) distinguait deux types de Dévonien : les calcaires "en Nappe" (fossilifère, allochtone = notre ensemble a) et les calcaires "en Dalles" (les niveaux étu-

diés ici), qu'il considérait cependant comme des structures synclinales fortement pincées dans les schistes ordoviciens.

Après ces premiers résultats obtenus dans les calcaires souvent présents dans les formations schisto-gréseuses des massifs hercyniens pyrénéens, une recherche systématique des restes micro-paléontologiques (ostracodes) est en cours dans les Pyrénées orientales.

Remerciements

Nous remercions Messieurs A. Autran (BRGM), J. Dercourt et M. Meurisse (Univ. P. et M. Curie) pour leurs observations et critiques du texte.

Références bibliographiques

- AUTRAN A., CAVET P., GUITARD G. (1968). – Carte géologique à 1/80 000 Prades (2^e éd., n° 257) et notice explicative par AUTRAN A. et GUITARD G., avec la collaboration de KLIMEK E., CASTERAS M. et CAVET P. (1968). *Serv. Carte géol., Fr.*, Paris.
- BESSON M., RAGUIN E., ZWART H.J., HARTEVELT J. J.A., AUTRAN A., VYAIN R., KUMER J. (1990). – Carte géol. France (1/50 000) feuille Fontargente (1093). – Orléans : BRGM Notice explicative par Besson M., avec la collaboration de Soulé J.C. (1991), 35 p.
- CAVET P. (1957). – Le Paléozoïque de la Zone Axiale des Pyrénées orientales françaises. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 254, 55, 216 p.
- CENTÈNE A., SENTOU G. (1975). – Graptolites et Conodontes du Silurien des massifs du Midi méditerranéen. *Thèse USTELA*, Montpellier, 176 p.
- CYGAN C., RAYMOND D. (1979). – Nouvelles données stratigraphiques sur le Dévonien des Aspres (Pyrénées Orientales). *C. R. Acad. Sci. Fr.*, 288, (D), pp. 358-361.
- FONTBOTÉ J.M. (1949). – Nuevos datos geológicos sobre la cuenca alta der Ter. *Ann. Inst. Est. Gerund.*, 4, pp. 129-185.
- LAUMONIER B. (1987). – Révision de la lithostratigraphie du Paléozoïque inférieur des Aspres, à l'Est du massif du Canigou : conséquences stratigraphiques et structurales. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, (2), pp. 611-614.
- LAUMONIER B. (1988). – Les groupes de Canaveilles et de Jujols ("Paléozoïque inférieur") des Pyrénées orientales. Arguments en faveur de l'âge essentiellement cambrien de ces séries. *Hercynica*, 4, 1, pp. 25-38.
- LLAC F. (1968). – Contribution à l'étude tectonique et microtectonique du Paléozoïque des Aspres, couverture est du massif du Canigou (P.O.). *Thèse 3^e cycle Fac. Sciences Paris*, 90 p.
- LLAC F. (1983). – Itinéraires géologiques en Cerdagne (1/50 000 Saillagouse) et quelques propositions de recherches à entreprendre. *Trav. Lab. Tectonophysique, Univ. P. et M. Curie*, Paris, C.R. exp. n° 1, pp. 1-82.
- LLAC F., AUTRAN A., GUITARD G., ROBERT J.F., GOURINARD Y., SANTANACH P. (1988). – Carte Géol. France (1/50 000), feuille Saillagouse (1098). Orléans : BRGM. Notice explicative par F. Llac (1989), 75 p.
- MENGEL O., BERTRAND L. (1925). – Carte géologique à 1/80 000 Prades (1^{re} éd., n° 257) et notice explicative. *Serv. Carte géol. Fr.*, Paris.
- POLIZZI S. (1990). – Les minéralisations sulfo-arséniées aurifères du massif des Aspres (Pyrénées orientales, France). Étude géologique et métallogénique. *Thèse Univ. P. Sabatier*, Toulouse, 345 p.
- RAYMOND D. (1986). – Tectonique tangentielle varisque dans le Paléozoïque supérieur de l'Est des Pyrénées françaises : l'exemple du Pays de Sault (Nord du granite de Quérigut, Aude et Ariège) et des régions voisines. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), 2, n° 3, pp. 479-485.

N° 1 - 1993

Cartographie géologique en Velay : aspects méthodologiques de l'étude par télédétection et présentation des résultats, par **J.-P. Deroin, F. Girault, O. Rouzeau et J.-Y. Scanvic** 3

Les granites tardimigmatitiques du Velay (Massif central) : principales caractéristiques pétrographiques et géochimiques, par **J.-M. Montel et R. Abdelghaffar** 15

Incidence du paléodrainage mio-pliocène et de la tectonique sur le réseau hydrographique actuel dans le sud-ouest du Massif central, par **R. Simon-Coinçon** 29

La palichnofaune de vertébrés tétrapodes du bassin permien de Saint-Affrique (Aveyron) : comparaisons et conséquences stratigraphiques, par **G. Gand** 41

Nouvelles données stratigraphiques et paléogéographiques sur le Lias inférieur du bassin de Paris : présence d'un paléogolfe hettangien en Anjou, par **P.-A. Baloge et R. Brosse** 57

L'âge et la paléogéographie des sédiments cénozoïques du Massif central français déterminés grâce à la typologie des zircons, par **J. Tourenq et J.-P. Pupin** 61

Note brève :
Confirmation paléontologique du passage latéral des calcaires de Ronzon aux Sables de la Laussonne dans le Stampien inférieur (Sannoisien) du bassin du Puy-en-Velay (Massif central), par **M. Turland, P. Larqué, J. Sudre, M. Vianey-Liaud et F. Weber** 71

N° 2 - 1993

Le Permien du Sud-Est de la France

Enregistrement sédimentaire de l'évolution post-hercynienne en bordure des Maures et du Tanneron, du Carbonifère supérieur à l'Actuel, par **N. Toutin-Morin, D. Bonijoly, C. Brocard, G. Dardeau, M. Dubar** 3

Déformation tardi-hercynienne du batholite de Villefort (Mont Lozère et Massif de la Borne). Ses rapports avec les sédiments permien du Pont-de-Montvert (Cévennes, Sud-Est du Massif central), par **J.-P. Deroin, A.E. Prost** 23

Le Rocher de Roquebrune (Var). Un cône alluvial exemplaire permien supérieur de bordure de bassin intramontagneux, par **J. Delfaud, N. Toutin-Morin** 31

Un exemple de sédimentation continentale permienne dominée par l'activité de chenaux méandriformes : la Formation de Saint-Mandrier (Bassin de Toulon, Var), par **M. Durand** 43

Le volcanisme permien du bassin de Toulon : un jalon septentrional du volcanisme permien de l'Ouest méditerranéen, par **S. Leroy, B. Cabanis** 57

Note brève :
ROCMIN : un logiciel de calcul et de report graphique des données géochimiques des roches et minéraux sur compatible PC, par **J. Delfour, E. Delfour** 67

N° 3 - 1993

Le Velay. Son volcanisme et les formations associées. Notice de la carte à 1/100 000, par **J. Mergoil, P. Boivin avec la collaboration de J.-L. Blès, J.-M. Cantagrel et M. Turland** 3

N° 4 - 1993

Les bassins anthracifères de la région de Roanne (Loire, Massif central), marqueurs d'une tectonique active durant le Viséen supérieur, par **J. Bertaux, J.-F. Becq-Giraudon, H. Jacquemin** 3

Biostratigraphie et paléoenvironnement des couches de passage Kimméridgien/Tithonien du Boulonnais (Pas-de-Calais) : nouvelles données paléontologiques (ammonites), organisation séquentielle et contenu en matière organique, par **J. R. Geysant, J.-P. Vidier, J.-P. Herbin, J.-N. Proust, J.-F. Deconinck** 11

Nouvelles recherches sur l'ichthyofaune oligo-miocène du Puy du Mur (Puy-de-Dôme). *New investigations on the Oligo-Miocene fish-fauna from the Puy de Mur (Puy-de-Dôme, France)*, par **J. Gaudant** 25

Cartographie des formations superficielles. Réactualisation des principes de représentation à 1/50 000, par **P. Lebreton, M. Campy, J.P. Coutard, J. Fourniguet, M. Isambert, J.-F. Lautridou, P. Laville, J.-J. Macaire, F. Ménéillet, R. Meyer** 39

Note brève :
Dépôts volcaniques interstratifiés au sein des formations pliocènes du littoral languedocien. Datation ⁴⁰Ar-³⁹Ar d'une intrusion du volcan d'Agde. Conséquences, par **P. Ambert, H. Maluski** 55

ÉTUDES STRATIGRAPHIQUES DU CAMPANIEN ET DU MAASTRICHTIEN DE L'EUROPE OCCIDENTALE

CÔTE BASQUE, CHARENTES (FRANCE), LIMBOURG (PAYS-BAS)

par
Sébastien CLAUSER

Document du BRGM n° 235

L'étude conjointe magnétostratigraphique, isotopique et micropaléontologique des séries campano-maastrichtiennes du domaine aturien (coupe de Bidart, Pyrénées-Atlantiques, France) et des stratotypes du Campanien (Charentes, France) et du Maastrichtien (Limbourg belge et hollandais) permet de préciser la position de la limite Campanien / Maastrichtien dans les différents domaines.

Ces résultats remettent en valeur la distinction Campanien / Dordonnien qui correspond à la limite Campanien / Maastrichtien définie dans le Limbourg.

L'obtention à Aubeterre d'un âge radiométrique ($72,1 \pm 0,6$ Ma) sur une glauconie située 3,4 m sous la limite, renforce cette thèse.

Un pôle géomagnétique virtuel (radiochronologiquement daté) est proposé (latitude 78°N , longitude 155°E) ce qui correspond à une paléolatitudes du site d'Aubeterre de $34,6^\circ\text{N}$ au Crétacé supérieur.

Enfin les données isotopiques (oxygène) permettent de reconstituer la paléoclimatologie de la façade ouest-européenne, mettant en évidence des refroidissements au Campanien supérieur et au Maastrichtien supérieur. Ils sont accompagnés de modifications du gradient thermique latitudinal. Le Maastrichtien supérieur apparaît ainsi comme une période de températures basses aux hautes latitudes.

Ce fait est à intégrer dans les "scenarii" de la crise Crétacé-Tertiaire.

Combining magnetostratigraphic, isotopic and micropaleontologic data from the Campanian / Maastrichtian series of the aturian zone (section of Bidart, Pyrénées-Atlantiques, France), from campanian stratotypes (Charentes, France) and from the Maastrichtian proper (belgian and dutch Limburg), it is possible to locate precisely the Campanian / Maastrichtian boundary within these domains.

The results validate the distinction between Campanian and Dordonnien, which parallels the Campanian / Maastrichtian boundary, as specified in Limburg.

The observation of a radiometric age ($72,1 \pm 0,6$ Ma) on a glauconite located 3,4 m below the boundary at Aubeterre, adds further support to this hypothesis.

A radiochronologically dated position of the virtual geomagnetic pole (latitude 78°N , longitude 155°E) is thus suggested, which in turn assigns to the Aubeterre site a paleolatitude of $34,6^\circ\text{N}$ at the upper Cretaceous period.

In addition, isotopic data (oxygen) indicate that the paleoclimatology of the western european region may be reconstituted, including cooling periods at the upper Campanian and upper Maastrichtian. The latter are paralleled by modifications of the latitudinal temperature gradient. Hence the upper Maastrichtian appears to be a period of low temperatures at high latitudes.

These results ought to be integrated within the "plots" of the Cretaceous - Tertiary crisis.

Prix de vente : 400 F + 35 F de frais de port et d'emballage

En vente chez votre libraire habituel

ou à défaut aux :

Éditions BRGM - BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France

Tél. : 38 64 30 28

accompagné de votre titre de paiement

Du bon vin, De l'eau minérale pure, De beaux monuments : Trois fleurons de nos terroirs.

Les éditions du BRGM qui savent, plus que toutes autres, où elles «mettent les pieds» (géologiquement parlant!) publient, à l'intention du grand public, trois LIVRES incontournables, particulièrement DOCUMENTÉS, qui EXPLIQUENT, ANALYSENT et COMMENTENT la relation entre les TERROIRS et quelques unes des RICHESSES qui, grâce au GÉNIE de l'HOMME, en découlent.

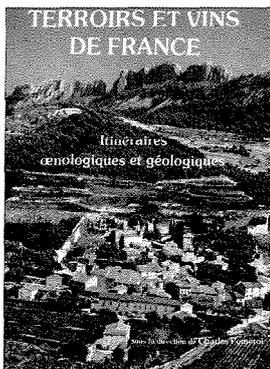
Il s'agit de :

- TERROIRS ET VINS DE FRANCE
- TERROIRS ET THERMALISME DE FRANCE
- TERROIRS ET MONUMENTS DE FRANCE

Cette collection est dirigée avec compétence et talent par le Professeur Charles POMEROL, qui allie l'EXPÉRIENCE sur le TERRAIN en tant qu'ENSEIGNANT à l'université Pierre et Marie CURIE à Paris et l'EXPÉRIENCE d'ÉCRIVAIN en tant qu'AUTEUR de nombreux ouvrages concernant les SCIENCES de la TERRE.

Si la FRANCE peut s'enorgueillir de «RECORDS» unanimement RECONNUS dans le MONDE entier, il faut admettre qu'elle doit les PLUS PRESTIGIEUX d'entre eux à ses TERROIRS, donc à la GÉOLOGIE, aux CLIMATS et aux HOMMES qui ont su mettre en valeur les RESSOURCES NATURELLES que la planète Terre a mis à leur disposition.

Perpétuant des traditions durant des générations, à travers les siècles, ces hommes ont permis l'acquisition, dans certains domaines sur les TERROIRS de France, d'une expérience sans pareil...

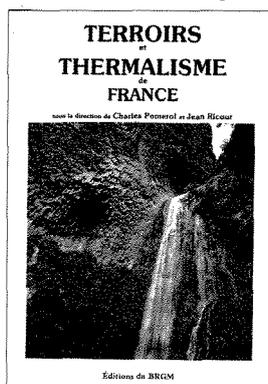


C'est le cas pour les métiers de la vigne et on retrouve toutes les clés de ce savoir-faire dans l'ouvrage-guide TERROIRS ET VINS DE FRANCE. 25 auteurs géologues et œnologues nous entraînent sur

une cinquantaine de parcours passionnants dans les grandes régions viticoles de France. Jamais un ouvrage sur les vins n'avait mis avec une telle évidence la relation essentielle qui lie les vignobles à leur sol et leur sous-sol.

Jamais la notion de TERROIR n'avait été autant justifiée. Jamais l'intérêt de la GÉOLOGIE, par rapport à la personnalité et la saveur des vins, n'avait été démontrée de la sorte.

C'est aussi, sur notre territoire, le cas des Hommes qui, dès le Paléolithique, ont utilisé, tout d'abord sans comprendre le pourquoi, les



VERTUS des EAUX THERMALES pour leurs soins curatifs. Des objets laissés sur les sites thermaux par leurs descendants successifs permettent ensuite de suivre le cheminement du thermalisme dans

les différents TERROIRS DE FRANCE...

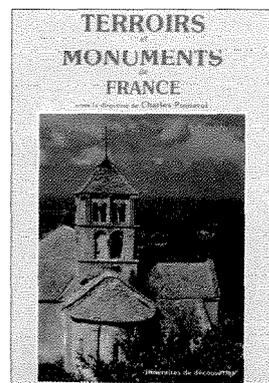
La nature des terrains aquifères et la circulation des eaux dans le sous-sol sont aujourd'hui bien connues. Elles permettent grâce aux résultats de recherches et d'analyses de suivre avec précision l'extraordinaire genèse de l'eau jusqu'à son émergence dans chacune des stations thermales de France métropolitaine et d'outre-mer. La teneur et les propriétés des différentes eaux livrent enfin tous leurs secrets que nous confient les auteurs de TERROIRS ET THERMALISME DE FRANCE. Charles POMEROL et Jean RICOUR, deux éminents géologues sont les «chefs d'orchestre» de cet ouvrage indispensable pour les adeptes du thermalisme, les sportifs, les buveurs d'eau intransigeants (!) et les curieux qui peuvent désormais «plonger» dans les «veines» de la Terre pour y voir couler son eau minérale!

Enfin c'est le cas des bâtisseurs : architectes, maîtres d'œuvres ou artisans qui ont donné à la France les prestigieux monuments qu'on connaît, qu'on croit connaître et souvent qu'on ignore. Ils sont l'empreinte concrète de notre histoire et de notre civilisation, un patrimoine qu'il faut protéger et restaurer à tout prix...

Mieux que quiconque des géologues vous racontent le destin des pierres de France depuis leur extraction jusqu'à leur mise en œuvre. Ils savent aussi, et nous le disent, combien elles sont vulnérables à l'épreuve du temps et à la pollution.

Le livre-guide TERROIRS ET MONUMENTS DE FRANCE nous propose 46 itinéraires, à faire dans son fauteuil ou en voiture, pour porter UN REGARD NOUVEAU SUR LES «VIEILLES PIERRES».

Désormais il vous sera possible de refaire, des siècles plus tard, le chemin à l'envers pour découvrir le lieu, parfois la carrière, où ont



été extraites les pierres qui ont permis à nos ancêtres de bâtir les forteresses, les châteaux, les églises, les cathédrales, les ponts... qui témoignent aujourd'hui de l'histoire de nos terroirs.

TERROIRS ET MONUMENTS DE FRANCE est un ouvrage qui nous rappelle aussi que la pierre est le plus noble des matériaux et, quoi qu'on en dise, qu'elle est bien souvent la plus économique pour construire des édifices en parfaite harmonie avec leur environnement!

Ces trois ouvrages complémentaires nous permettent trois approches distinctes des terroirs du beau pays de France. L'ennui, peut être, pour n'en choisir qu'un, c'est que les deux autres sont tout autant passionnants!

Prix de l'ouvrage : 180 F + 35 F de frais de port et d'emballage

Éditions BRGM
Avenue de Concy
45060 ORLÉANS

Destiné aux chercheurs, enseignants, praticiens et à tout public français ou étranger, Géologie de la France a pour vocation de diffuser les résultats de travaux relevant de toutes les disciplines des Sciences de la Terre et concernant le territoire français et les régions voisines.

Ces travaux peuvent relever de la connaissance géologique de base, correspondre à des actions de recherche ou être liés à des opérations de géologie appliquée.

L'objectif est d'appréhender tous les aspects de la géologie du substrat comme ceux de la surface. La prise en compte des régions voisines traduit le souci de ne pas être des limites administratives mais de favoriser la compréhension d'ensembles géologiques cohérents.

Géologie de la France est ouvert à tous, auteurs français et étrangers. La revue accueille tout à la fois des articles importants et des notes brèves.

MANUSCRITS

Les manuscrits doivent être envoyés au rédacteur en chef en double exemplaire (texte et copie des illustrations). Ils seront soumis à deux relecteurs. Après acceptation, les auteurs sont invités à adresser avec le manuscrit définitif un enregistrement sur disquette de 3,5" en format PC ou Macintosh, réalisé avec un logiciel Microsoft Word ou sous forme révisable (RFT par exemple).

LANGUES

Pour les auteurs français, sauf exception (numéros thématiques avec des contributions d'auteurs de différentes nationalités), la langue française doit être privilégiée. Les auteurs des autres pays peuvent utiliser à leur choix le français ou l'anglais.

ARTICLES

Longueur des manuscrits

Les articles ne devront pas dépasser 15 pages imprimées, illustrations et bibliographie comprises (80 lignes dactylographiées, comprenant chacune 80 signes ou espaces, correspondent approximativement à une page imprimée).

Cependant, les articles de synthèse ou de réflexion pourront avoir une longueur plus importante.

Présentation du texte soumis

- On disposera dans l'ordre :
 - le titre en français et en anglais,
 - le titre courant, de 60 signes ou espaces au maximum, lorsque le titre complet excède cette longueur,
 - le nom des auteurs, précédé de leur prénom en toutes lettres,
 - le plan de l'article,
 - l'adresse complète de chacun des auteurs,
 - le résumé dans la langue du texte (2 000 signes et intervalles au maximum)
 - un résumé étendu dans l'autre langue : le volume de ce dernier devra se situer entre une et deux pages imprimées selon la longueur de l'article (6 000 à 12 000 signes et intervalles environ). Les auteurs devront envoyer la version en langue d'origine du résumé étendu et, s'ils le peuvent, la version traduite dans l'autre langue. Selon le cas, la rédaction assurera la traduction ou la vérification de la traduction fournie dans l'autre langue.
 - le texte de l'article,
 - les remerciements,
 - les références bibliographiques des auteurs cités dans le texte.

- la liste des illustrations (figures, tableaux et planches photos), avec leurs titres et leurs légendes en français et anglais,

- les illustrations

Recommandations générales techniques

Les manuscrits doivent être dactylographiés en double interligne sur feuilles de format A4 (21 x 29,7 cm) en recto seul et en laissant une marge suffisante. Les caractères particuliers (lettres grecques, chiffres, symboles), les formules chimiques ou mathématiques devront être très clairement écrits. Afin de faire ressortir l'accentuation et les signes orthographiques divers tels que cédilles et trémas, les auteurs sont priés de dactylographier l'intégralité de leur texte (y compris le titre et les noms et prénoms des auteurs) en caractères minuscules et de réserver les lettres capitales aux usages courants (première lettre des noms propres par exemple). On utilisera les abréviations habituelles (cm, m, Ma, t, °C, NW-SE, Pb...); les unités de mesure devront être écrites conformément aux normes internationales.

Citations dans le texte

Les renvois à la bibliographie seront indiqués par le nom de l'auteur suivi de l'année de publication de l'article ; si l'article cité comporte plus de deux auteurs, on utilisera la formule "et al." à la suite du nom du premier auteur. Ces mentions devront figurer entre parenthèses si la citation ne fait pas partie intégrante d'une phrase. Dans le cas contraire, le nom de l'auteur devra être précédé de l'initiale de son prénom.

Ex. : "(Bastos Neto *et al.*, 1991)" ; "selon A. Bastos Neto *et al.* (1991)..."

Liste des références

Elle comportera toutes les références citées dans le texte et rien qu'elles. Elle devra suivre l'ordre alphabétique des noms d'auteurs, puis chronologique si plusieurs références d'un même auteur sont données. Lorsqu'il existe plusieurs références d'un même auteur pour la même année, on les distinguera en rajoutant à l'année les lettres a, b, c, ... (ex. : 1990a). S'il existe des références de plus de deux auteurs, commençant par le même auteur (les suivants pouvant être différents) et ayant des années identiques, on les distinguera également en ajoutant à l'année les lettres a, b, c, ...

On indiquera successivement : le nom de l'auteur (ou des auteurs), suivi de l'initiale du ou des prénoms, l'année de publication (entre parenthèses), le titre complet de l'article, le nom de la revue en entier, les indications de volume et de numéro, ainsi que des pages de début et de fin d'article. Pour les ouvrages ou les articles contenus dans un ouvrage, on indiquera le titre de l'ouvrage, le nom de l'éditeur (ou des éditeurs), et, suivant les cas, le nombre de pages de l'ouvrage ou les pages de début et de fin de l'article contenu dans l'ouvrage.

Les références seront dactylographiées en minuscules, de façon à faire apparaître les signes d'accentuation et les caractères typographiques propres à chaque langue, avec les règles de ponctuation suivant les exemples ci-dessous :

Bastos Neto A., Charvet J., Touray J.-C., Dardenne M. (1991). - Evolution tectonique du district à fluorine de Santa Catarina (Brésil) en relation avec l'ouverture de l'Atlantique. Bulletin de la Société géologique de France, 162, n° 3, pp. 503-513.

Deroin J.P., Girault F., Rouzeau O., Scanvic J.Y. (1993). - Cartographie géologique en Velay : aspects méthodologiques de l'étude par télédétection et présentation des résultats. Géologie de la France, n° 1, pp. 3-13.

Illustrations (figures, tableaux et planches photos)

Les originaux des illustrations ne seront envoyés qu'avec le manuscrit définitif. Elles devront être présentées sur feuilles séparées et numérotées dans l'ordre d'apparition de la première citation dans le texte.

Les auteurs devront veiller à ce que tous les noms de lieux cités dans le texte soient indiqués sur les figures correspondantes, ou situés par rapport à un autre lieu marqué sur l'une des figures (ex. : à 10 km au nord-ouest de Paris).

Les figures seront fournies sur un support autorisant une reproduction de qualité (calque ou bromure), avec un trait, des figurés et un lettrage permettant une réduction éventuelle sur une ou plusieurs colonnes ; à cet effet, l'échelle graphique est la seule acceptée.

Les tableaux devront être dactylographiés et, si possible, sous une forme permettant une reproduction directe sur une ou plusieurs colonnes.

Les planches photos, en noir et blanc, devront être de bonne qualité et pouvoir tenir dans le format utile de la revue (18 x 25 cm) ; elles seront fournies sur bromure ou éventuellement sur film.

Figures et planches photos peuvent être éditées en couleurs à la demande des auteurs et à titre onéreux.

Copyright

Il incombe aux auteurs d'obtenir l'autorisation de reproduction de documents déjà publiés.

NOTES BRÈVES

La longueur de ces contributions ne devra pas dépasser 5 pages imprimées, texte, références bibliographiques et illustrations comprises. Les règles concernant leur présentation sont les mêmes que celles des articles scientifiques, à l'exception des résumés en français et anglais, dont les longueurs seront identiques et ne devront pas dépasser 1 500 signes et intervalles. Le texte ne sera soumis qu'à un seul relecteur.

CORRECTION DES EPREUVES

Une seule épreuve sera envoyée pour relecture à l'auteur. Au cas où l'article comporterait plusieurs auteurs, elle sera adressée à celui d'entre eux qui aura envoyé le texte de l'article. Cette épreuve devra être retournée à la rédaction sous deux semaines. La rédaction se réserve le droit de procéder elle-même aux corrections, sans que cela engage sa responsabilité, au cas où une réponse trop tardive de l'auteur risquerait de compromettre la sortie de la revue dans les délais. Les corrections doivent être limitées aux seules fautes typographiques.

TIRÉS A PART

Des tirés à part pourront être fournis à titre onéreux. Le bon de commande et les tarifs seront envoyés avec les épreuves.

RECOMMENDATIONS TO AUTHORS

Géologie de la France is a journal aiming at researchers, teachers, those to whom the knowledge of geology is essential to their work and the general interested public in France and elsewhere. It is devoted to the publication of results of projects related to all disciplines of the Earth Sciences, both in France and in the surrounding regions.

Papers may cover fundamental geological knowledge, or be related to specific research or applied geology programmes.

The aim is to cover all aspects of both subsurface and surface geology. By taking into account surrounding regions, studies need not be restricted by national boundaries, but can take into account entire geological entities.

The journal welcomes publications from both French and other authors, both full-length papers and short notes.

MANUSCRIPTS

Two copies of typescripts and illustrations must be addressed to the Editor-in-Chief. They will be reviewed by two referees. On acceptance, authors will be invited to send in a 3.5" diskette of the final manuscript, for either PC or Mackintosh systems, written using Microsoft Word or in revisable format (for example RFT).

LANGUAGES

French authors should preferably use the French language, unless the paper is intended for a special thematic issue (which features papers by authors of different nationalities). Authors from other countries may use either French or English.

PAPERS

Length

Papers should not exceed 15 printed pages, including illustrations and references (80 typed lines of 80 characters or spaces correspond approximately to one printed page).

However, review papers and in-depth analyses may be longer.

Arrangement of texts

Text should be arranged as follows:

Title in French and English.

Running header: using a maximum of 60 characters, including spaces, when the full title exceeds this length.

Authors' name(s), preceded by first name(s).
Plan of paper.

Complete address(es) of the author(s).

Abstract in the language of the text (maximum 2,000 characters and spaces).

Extended Abstract in the other language: this should be approximately one to two printed pages long (6,000 to 12,000 characters and spaces in all), depending upon the length of the paper. The author(s) must submit the extended summary in its original language and, if possible, provide its translation into the other language. According to circumstances, the editor will either have a translation made or have the submitted translation verified.

The main body of the paper.

Acknowledgements.

References of all authors cited.

List of figures, tables and photographic plates with their captions in French and English.

The illustrations.

General technical requirements

Typescripts should be submitted double-spaced, using one side only of size A4 paper (21 × 29.7 cm), with sufficient margins left on either side. Special characters (Greek letters, numerals and symbols), chemical formulas or mathematical equations should be written distinctly. So that accents, small characters and punctuation, such as cedillas and dashes stand out clearly, authors are requested to typescript their entire text in lower-case letters (including titles and authors' names) and to use capitals only when strictly necessary (the first letter of proper names, for instance). The usually accepted abbreviations should be used (cm, m, Ma, t, °C, NW-SE, Pb, etc.), and units of measurement should comply with international standards.

Citations in the text

References must be indicated by giving the name of the author, followed by the date of publication of the paper; if the paper in question has more than two authors, the expression "*et al.*" should be used after the initial author. This information should be included in parentheses if the citation is not an integral part of the sentence; if it is, on the other hand, the name of the author should be preceded by his first initial, e.g. "(Bastos Neto *et al.*, 1991)"; "according to A. Bastos Neto *et al.* (1991)..."

List of References

This should include all the sources cited in the text and only those sources. It should list authors alphabetically and then chronologically when several references by the same author are given. If there are several references by the same author for a given year, they should be distinguished by appending a, b, c, etc., to the year (e.g. 1990a). References with more than two authors beginning with the same author (the rest may be different) in the course of a single year, should also be distinguished by adding a, b, c, and so on, to that year.

Citations should be listed as follows: the name of the author(s), followed by their initial(s), the date of publication (in parentheses), the full title of the paper, the full name of the publication, the volume and number, and the numbers of the first and last pages of the paper. For books, the name of the book should be given, followed by the publisher and the number of pages in the book. For papers in volumes of collected papers, the name(s) of the editor(s) should be given, followed by the title of the volume, its publisher and the numbers of the first and last pages of the paper in question.

References should be typescripted in lower case to ensure that the accents and typographical characters of each language are clearly distinguishable, and should follow the punctuation given in the examples below:

Bastos Neto A., Charvet J., Touray J.-C., Dardenne M. (1991). – Evolution tectonique du district à fluorine de Santa Catarina (Brésil) en relation avec l'ouverture de l'Atlantique. Bulletin

de la Société géologique de France, 162, n° 3, pp. 503-513.

Deroin J.P., Girault F., Rouzeau O., Scanvic J.Y. (1993). – Cartographie géologique en Velay : aspects méthodologiques de l'étude par télé-détection et présentation des résultats. Géologie de la France, n° 1, pp. 3-13.

Illustrations (figures, tables, photographic plates)

The original illustrations must only be submitted with the final typescript. They should be on separate sheets and numbered according to the order in which they are cited in the text.

Authors must ensure that all the place names mentioned in the text are shown on the corresponding figures, or that they can be situated in relation to another location shown on one of the figures (e.g. "10 km northeast of Paris").

All figures must be submitted on mediums which allow quality reproduction (tracings or black and white prints), and use line drawings, diagrams and lettering which can be scaled down to fit in either one or both columns; for this reason, only metric scales are accepted.

Tables should be typescripted and, if possible, designed so that they can be reproduced directly.

The photographic plates, in black and white, should be distinct, and must fit the journal's effective page size (18 × 25 cm); they should be provided as prints or on film.

Colour reproductions of figures and photographic plates are possible at the request and expense of authors.

Copyright

It is the author's responsibility to obtain permission to use previously published material.

SHORT NOTES

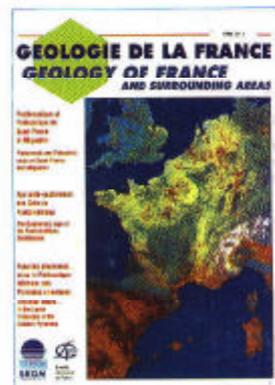
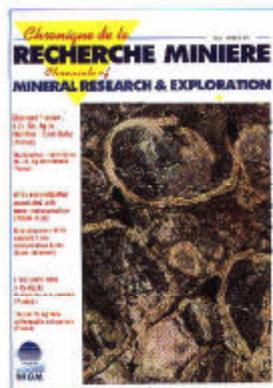
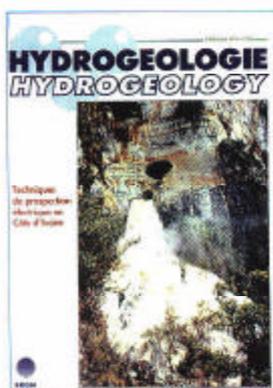
These contributions should not exceed 5 printed pages in length, including the text, references and illustrations. The recommendations are identical to those for scientific papers, except that the abstracts in French and in English should be of the same length and should not exceed 1,500 characters and spaces. The text will be reviewed by one referee only.

CORRECTION OF PROOFS

Only one set of proofs will be sent to authors for proofreading. If a paper has several authors, the proofs will be sent to the one having submitted the paper. The proofs should be returned to the editor within two weeks. The editor reserves the right to undertake any necessary corrections, without incurring liability, should the author fail to return proofs in a timely fashion and thereby threaten to jeopardise the publication deadline. Corrections must be limited to typographical errors only.

OFFPRINTS

Offprints are available at extra charge. An offprint order form and price list will be sent with the proofs.



Revue scientifique et technique, Hydrogéologie est destinée aux spécialistes de l'eau souterraine : chercheurs conduisant des travaux sur les processus hydrodynamiques et géochimistes, modélisateurs, ingénieurs et praticiens de la prospection, de l'exploitation et de la gestion des nappes. Déditée à un seul objet, l'eau souterraine et ses interfaces, Hydrogéologie publie des travaux concernant aussi bien les milieux de climat tempéré que les zones tropicales et arides.

Les articles peuvent porter sur des avancées dans la connaissance fondamentale et son application, des présentations de nouveaux outils, des études de cas ou encore des synthèses thématiques ou régionales. Régulièrement, la revue publie des numéros thématiques. Elle procède également à des analyses d'ouvrages et à des présentations de séminaires et colloques.

Hydrogéologie is a scientific and technical journal aiming at ground-water specialists, including researchers studying hydrodynamic processes, and geochemists, modellers, engineers and technicians prospecting for, exploiting or managing ground-water. Entirely devoted to ground water and related subjects, Hydrogéologie publishes papers on topics in temperate as well as in tropical and arid zones.

Papers may cover advances made in fundamental knowledge and their applications, introduce new tools, discuss case histories or review particular themes or regions. The journal publishes entire issues devoted to specific themes on a regular basis. It also presents book reviews and covers seminars and conferences.

Prix de vente au numéro :

Année en cours et année précédente : 190 F
Année antérieure (réduction de 50 %) : 95 F

Règlement par chèque bancaire libellé au nom des Éditions BRGM - BP 6009 45060 Orléans cedex 2

La Chronique de la recherche minière s'adresse aussi bien aux scientifiques qui font progresser les connaissances fondamentales sur la géologie des gîtes minéraux qu'aux géologues d'exploration.

Les contributions proposées à la revue doivent être inédites et traiter de sujets relatifs aux gisements de métaux et de minéraux industriels (descriptions de gisements, synthèses régionales ou thématiques, case historiques de découvertes) et à leur prospection (méthodes et outils d'exploration) ; elles peuvent également concerner les méthodes de traitement et l'économie minière.

A côté des articles scientifiques, les communications scientifiques et techniques sont destinées à favoriser la publication rapide de résultats nouveaux sur des sujets qui n'ont pas encore fait l'objet d'études scientifiques détaillées (par exemple une découverte de gisement), ou pour présenter de courtes contributions sur des sujets techniques d'intérêt général.

Chronique de la Recherche Minière is a journal aiming at both researchers studying the fundamental geology of mineral deposits and exploration geologists.

Contributions to the journal must not have been previously published and should cover topics relating to metalliferous and industrial mineral deposits (descriptions of deposits, regional and thematic reviews, case histories of discoveries) and their prospection (methods and tools used); contributions will also be welcome on methods of processing and on mining economics.

Apart from scientific papers, the scientific and technical communications are aimed at enabling rapid publication of new results relating to work which has not yet been the subject of detailed scientific study (for example, the discovery of a deposit), or at providing short contributions on technical subjects of general interest.

Destiné aux chercheurs, enseignants, praticiens, tout public français ou étranger, Géologie de la France a pour vocation de diffuser les résultats de travaux relevant de toutes les disciplines des Sciences de la Terre et concernant le territoire français et les régions voisines.

Ces travaux peuvent relever de la connaissance géologique de base, correspondre à des actions de recherche ou être liés à des opérations de géologie appliquée.

L'objectif est d'appréhender tous les aspects de la géologie du substrat comme ceux de la surface. La prise en compte des régions voisines traduit le souci de ne pas être des limites administratives mais de favoriser la compréhension d'ensembles géologiques cohérents.

Géologie de la France est ouvert à tous, auteurs français et étrangers. La revue accueille tout à la fois des articles importants et des notes brèves.

Géologie de la France is a journal aiming at researchers, teachers, those to whom the knowledge of geology is essential to their work and the general interested public in France and elsewhere. It is devoted to the publication of results of projects related to all disciplines of the Earth Sciences, both in France and in the surrounding regions.

Papers may cover fundamental geological knowledge, or be related to specific research or applied geology programmes.

The aim is to cover all aspects of both subsurface and surface geology. By taking into account surrounding regions, studies need not be restricted by national boundaries, but can take into account entire geological entities.

The journal welcomes publications from both French and other authors, both full-length papers and short notes.

Abonnement 1994 :

Abonnement par revue : France : 650 F Étranger : 700 F
Abonnement aux 3 revues, 12 numéros France : 1 800 F Étranger : 1 900 F
Chèque à établir à l'ordre de : CDR, 11 rue Gossin, 92543 Montrouge cedex, France

Les règlements par cartes bancaires (VISA, EUROCARD, MASTERCARD) sont acceptés. Préciser le numéro de la carte ainsi que la date de validité

ISSN 0246-0874 © Éditions BRGM - BP 6009
45060 Orléans cedex 2 - France
Directeur de la publication : Gérard Sustrac
Commission paritaire : N° 624 ADEP
Dépôt légal : 3^e trimestre 1994
Imprimerie P. Oudin, Poitiers, France.

