

Recherche sur les volcanoclastites des Séries Rouges Initiales en presqu'île de Crozon : premier âge radiométrique de l'Arénig *

Jean-Luc BONJOUR ⁽¹⁾, Gilles-S. ODIN ⁽²⁾

Mots-clés : Datation, U-Pb, Zircon, Volcano-sédimentaire, Couche rouge, Arénig.
Finistère, Crozon.

Résumé

Les Séries Rouges Initiales de la presqu'île de Crozon (Finistère) reposent en discordance sur le Briovérien du Massif armoricain. Ces sédiments azoïques renferment des niveaux volcanoclastiques dont une récente étude de terrain a montré qu'ils étaient assez communs. Ces niveaux permettent d'envisager des datations radiométriques ; une étude préliminaire par les méthodes U-Pb a permis de rapporter le dépôt des Séries Rouges Initiales à l'Arénig, c'est-à-dire au cours d'une période précédant immédiatement le dépôt des Grès Armoricaux. Ceci modifie les estimations antérieures, généralement plus anciennes, et repose la question de l'âge du Briovérien sous-jacent qui pourrait être en partie Cambrien. Les connaissances actuelles font apparaître la nécessité d'études complémentaires qui vont pouvoir être développées sur les niveaux récemment repérés.

Abstract

In the Crozon Peninsula the Initial Red Beds (IRB) lie disconformably on the Brioverian of the Armorican Massif. These azoic IRB have shown volcanoclastic horizons which, according to a recent field research, are not uncommon. These horizons allow us to apply radioisotopic dating methods ; a preliminary study provided us with U-Pb zircons data suggesting that the IRB were deposited immediately before the mid Arenig fossiliferous Grès Armoricaux. This Arenigian age for the IRB themselves, is younger than usually accepted and suggests that the underlying Brioverian series could be partly of Cambrian age which is younger than accepted. Our present knowledge is still insufficient, but the discover of common volcanoclastic horizons in the IRB and the first analytical results are very promising.

1. Présentation

Dans le domaine centre-armoricain, les dépôts paléozoïques reposent en discordance sur un substratum briovérien, à dominante sédimentaire, rapporté au Protérozoïque supérieur (Cogné, 1962). La sédimentation paléozoïque datée débute avec la mise en place d'un matériel détritique terrigène dont la couleur rouge est une caractéristique remarquable : les Séries Rouges Initiales, à *Cruziana*, longtemps rapportées au Cambro-Trémadoc. Elles sont surmontées, en concordance, par les dépôts à dominante arénacée de la Formation du Grès armoricain, qui, dans cette succession, constitue le premier niveau fossilifère ; Paris *et al.* (1982) lui attribuent un âge arénigien inférieur à moyen *pro parte*.

Les Séries Rouges Initiales conservent le témoignage d'une intense activité volcanique qui se traduit par des épanchements acides localisés au sud de Rennes ou par des roches volcanoclastiques interstratifiées connues dans l'ensemble des bassins (Quéty et Chauvel, 1974 ; Bonjour et Chauvel, 1988 ; Bonjour, 1988). Dans le cadre de la recherche du projet international du PICG n° 196, ces niveaux volcanoclastiques ont fait l'objet d'une étude particulière visant à déterminer leur potentiel au plan de la géochronologie stratigraphique.

En presqu'île de Crozon (Finistère) (fig. 1), ces niveaux sont remarquablement exposés quoique diffi-

(1) Laboratoire de Pétrologie Sédimentaire, Centre Armorican d'Étude Structurale des Socles, UPR 4661 du CNRS, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex.

(2) Département de Géologie Dynamique, URA 1315 du CNRS, Université Pierre-et-Marie-Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

* Manuscrit reçu le 16 juin 1988, accepté le 6 janvier 1989.

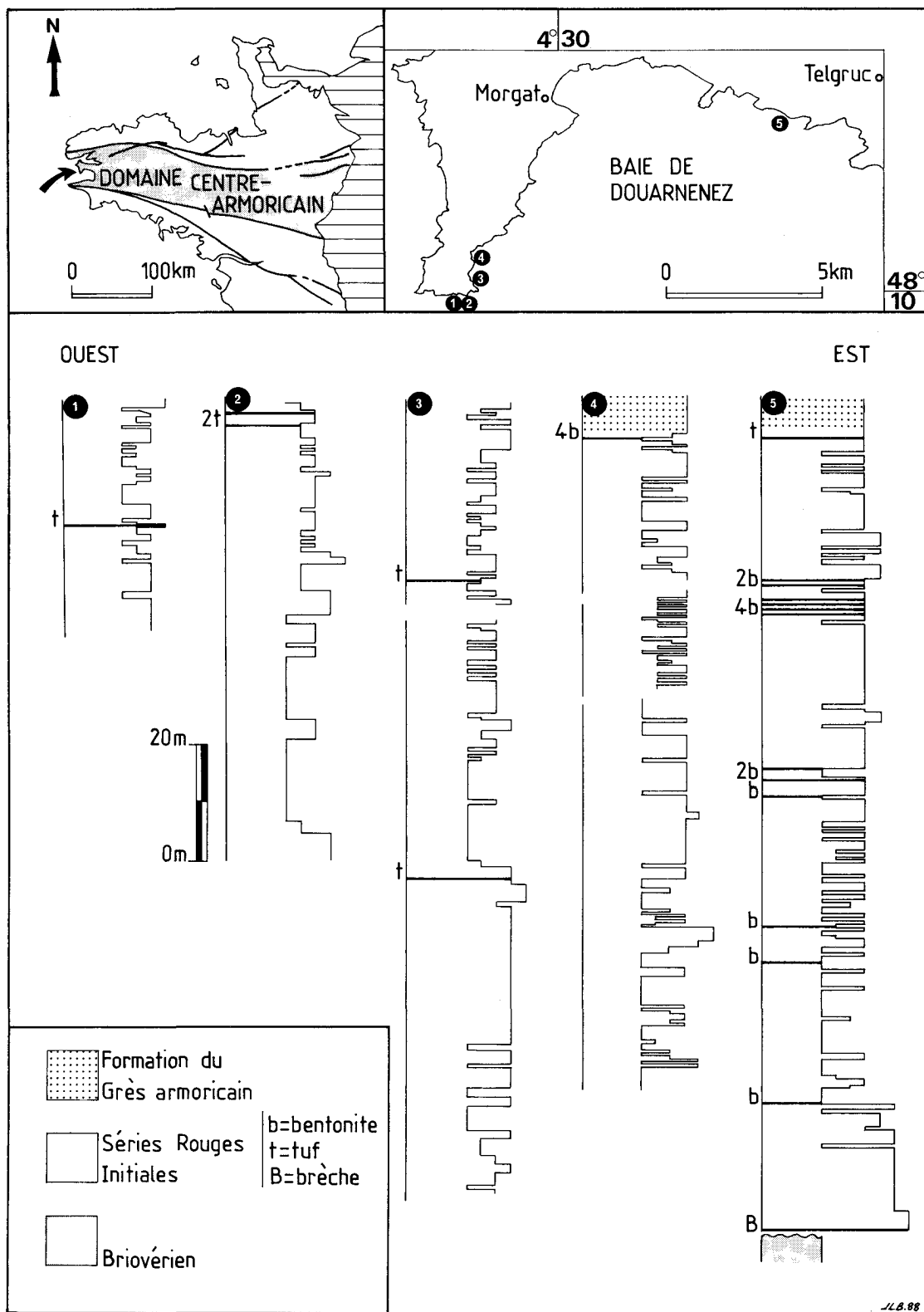


Fig. 1. - Localisation des affleurements et position des niveaux volcanoclastiques dans les coupes étudiées. Ces niveaux sont parfois très rapprochés, leur nombre est noté : chiffre précédant le symbole ; (b) bentonite de quelques centimètres d'épaisseur ; (t) tuf de quelques décimètres d'épaisseur jusqu'à 1 m ; (B) brèche volcanoclastique. Dans la représentation de ces coupes, la largeur de la colonne croît avec la granulométrie.

ciles d'accès. Dans la localité de Beg-Ar-Gwin près de Telgruc, un horizon volcanoclastique grossier repose directement en discordance sur le substratum briovérien (fig. 1, log n° 5). Un nouvel examen des coupes a permis de revoir les niveaux déjà inventoriés (Bonjour, 1988) et de découvrir une dizaine de nouveaux horizons potentiellement datables.

2. Étude des niveaux datables

Les deux principaux types de volcanoclastites ont été comparés aux gisements que nous connaissions par ailleurs :

Type I

Bancs généralement gris à violet pâle, peu fréquents, d'épaisseur pluridécimétrique et apparaissant en relief dans la topographie ; l'extension latérale est faible. En lame mince, la granulométrie se rapproche de celle des arénites. On rencontre des quartz à « golfes de corrosion », des feldspaths séricitisés et des fragments de lave qui présente fréquemment une texture fluidale. La phase de liaison est presque exclusivement constituée de séricite. Quelques échantillons de couleur verte, se caractérisent néanmoins par le développement d'un ciment chloriteux. L'existence de granoclasses et la présence sporadique d'horizons à fragments dispersés (anciens lits volcanoclastiques phosphatisés) suggèrent une mise en place par effet gravitaire : ces bancs peuvent être interprétés en termes de coulées boueuses pyroclastiques et sont usuellement décrits sous le nom de « tufs ».

Type II

Horizons de couleur claire, d'épaisseur pluricentimétrique, souvent associés en groupe sur plusieurs mètres. Le toucher de la roche est diagnostique et rappelle celui du talc. Ce second type n'est pas rare dans les Séries Rouges Initiales. Très sensibles à l'érosion, ces horizons apparaissent en creux dans la topographie. Entre deux bancs compétents (par exemple des quartzites), ils correspondent fréquemment à de profondes excavations et sont parfois conservés en placage à la base du banc supérieur. En falaise, ils peuvent constituer des corniches bien repérables notamment grâce au développement d'une végétation plus abondante. Leur grande extension latérale est parfois perturbée par des phénomènes sédimentaires érosifs ou par des phénomènes tectoniques (zones de décollement privilégiées). Ces horizons constituent des éléments de corrélation lithostratigraphiques intéressants. En lame mince, le type II apparaît presque exclusivement constitué de lutites : séricite dominante et chlorite en proportion variable. L'ensemble de ces caractéristiques s'accorde bien avec une interprétation en termes de « bentonites » (émissions volcaniques aériennes directement sédimentées en milieu aqueux, marin généralement).

Il convient, en outre, de noter qu'en presqu'île de Crozon, le premier niveau paléozoïque, discordant sur le substratum briovérien, n'est pas sédimentaire mais correspond à une brèche volcanoclastique constituée de galets de type II, dispersés dans une matrice exclusivement chloriteuse (Bonjour, 1988).

L'absence de marqueurs biostratigraphiques précis dans les Séries Rouges Initiales et le substratum briovérien a souvent été à l'origine de controverses dans l'établissement d'une stratigraphie synthétique régionale. Ce problème devrait pouvoir être partiellement résolu par l'étude des roches volcanoclastiques précédemment décrites. En effet, celles-ci renferment généralement des minéraux (zircon, apatite, biotite) utilisables pour des datations radiométriques. Le degré de structuration et de métamorphisme, ainsi que la présence de nombreux dykes doléritiques, restreignent le choix des méthodes radiochronologiques applicables dans les affleurements mentionnés ici : très altérés, les minéraux potassiques, datables par les méthodes K-Ar

et Rb-Sr, ont été trop modifiés pour espérer obtenir des âges dignes de confiance.

3. Résultats géochronologiques préliminaires

Une étude préliminaire utilisant la méthode U-Pb sur zircon a été entreprise sur un faciès de type I. Ce dernier a livré, en proportion importante, de beaux zircons automorphes ; certains d'entre eux ont révélé des figures indiquant la présence probable de cœurs hérités. Les analyses isotopiques effectuées au Laboratoire de Géochronologie de Rennes ont été publiées récemment (Bonjour *et al.*, 1988).

L'intercept bas (fig. 2) entre la droite discordia — définie par les points analytiques représentatifs de populations granulométriques distinctes de zircons — et la courbe concordia correspond à un âge à 465 ± 1 Ma (2σ précision analytique) ; cet âge a été calculé en sélectionnant quatre points analytiques bien alignés sur les cinq obtenus. On remarque que ces points sont assez éloignés de l'intercept bas entre la droite discordia et la courbe concordia.

L'intercept supérieur (fig. 2) correspond à un âge de 1960 Ma interprété généralement comme l'âge des cœurs hérités des zircons (*cf.* Bonjour *et al.*, 1988, fig. 6).

Dans le cas des horizons volcanoclastiques, on interprète généralement l'âge correspondant à l'intercept bas comme l'âge de cristallisation des zircons volcaniques et donc très proche de celui de la sédimentation ; il convient de rappeler que cette interprétation reste une hypothèse pour laquelle divers modèles d'évolution peuvent intervenir (Baadsgaard et Cavell, 1988 a et b). Pratiquement, l'éloignement des points par rapport à cet intercept bas nécessiterait la datation d'autres niveaux pour prouver l'absence de perte continue d'isotope radiogénique (plomb). Mais cet éloignement des points analytiques par rapport à la concordia est important pour une question de précision. L'âge de 465 ± 1 Ma résulte du calcul de régression utilisant le programme de York (1966) modifié par R. Charlot ; il considère quatre points très bien alignés ce qui explique la très faible incertitude calculée. L'addition du 5^e point dans le même type de calcul conduit à un âge de 470 ± 12 Ma (2σ). H. Baadsgaard (communication personnelle) nous a fait remarquer que la méthode de calcul développée par Ludwig (1980) tenait moins compte de l'alignement des points et plus des incertitudes admises sur les rapports isotopiques ; en outre, cette méthode entraîne des erreurs de calcul généralement plus pessimistes pour des points éloignés de l'intercept. La méthode de Ludwig, appliquée aux cinq points analytiques, donne un résultat comparable à la méthode de York : 470 ± 14 Ma au lieu de 470 ± 12 Ma ; mais la sélection des quatre points alignés donne un âge de 465 ± 27 Ma au lieu de 465 ± 1 Ma. Il ne faut donc pas accorder, pour l'instant, un poids trop important à la précision de l'âge obtenu ; nous voyons là la nécessité de poursuivre cette étude pour préciser et confirmer l'étude préliminaire de Bonjour *et al.* (1988).

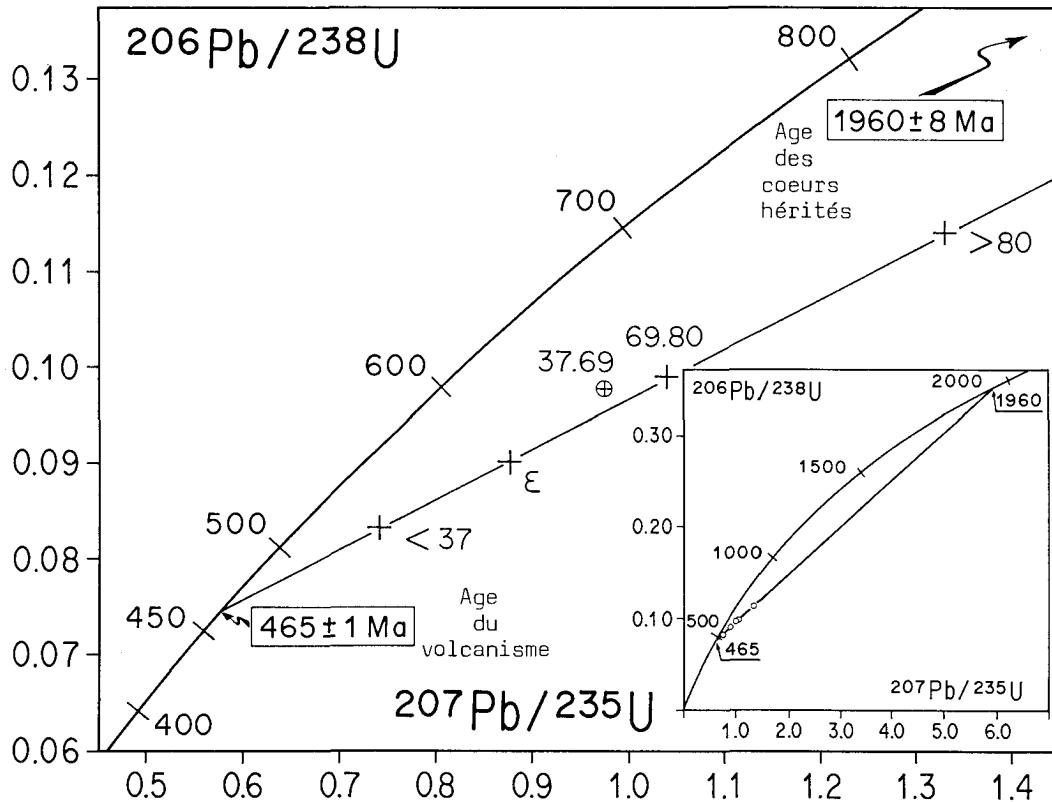


Fig. 2. - Diagramme concordia U-Pb : zircons d'un tuf rhyolitique (presqu'île de Crozon) des Séries Rouges Initiales (d'après Bonjour et al., 1988).

Les âges figurés sont calculés sur les quatre fractions alignées, représentées par des croix correspondant à la marge d'incertitude analytique sur chaque point (2%). La méthode de calcul utilisée est celle de York (1966) modifiée par R. Charlot (programme informatique non publié).

4. Conclusions

Quoi qu'il en soit, ce premier résultat est encourageant ; s'il devait être conforté par l'acquisition de données supplémentaires, il est de grande conséquence :

1. Pour la première fois, on détermine un âge isotopique pour les Séries Rouges Initiales rapportées jusqu'ici au Cambro-Trémadoc, voire au Trémadoc-Aréniq dans la presqu'île de Crozon ; un âge aréniq paraît désormais probable. Rappelons qu'en Bretagne Nord un âge radiométrique comparable (472 ± 5 Ma) a été obtenu par la méthode Rb-Sr appliquée à des laves interstratifiées dans les séries rouges de Plouézec-Plourivo (Auvray *et al.*, 1980), laissant supposer, à cette époque (vers 470 Ma), une phase d'activité volcanique répandue en Bretagne.

2. Le problème de l'appartenance du substratum briovérien au Protérozoïque prend un éclairage nouveau ; pour l'instant, son âge n'est plus nécessairement anté-cambrien mais simplement protérozoïque supérieur à anté-aréniq en Bretagne Occidentale. Chantaine *et al.* (1988) ont par ailleurs mentionné l'extension possible du Briovérien de Bretagne Centrale jusque dans le Paléozoïque inférieur.

3. Si l'on admet que cet âge est digne de confiance et représentatif de l'âge de la sédimentation, ce que nous

croions, l'Aréniq moyen fossilifère (Formation du Grès armoricain) est plus jeune qu'environ 465 Ma, ce qui constitue un nouveau point de repère utile à la calibration de l'échelle des temps paléozoïques. Jusqu'ici situé entre 485 et 470 Ma (Odin, 1985), voire entre 492 et 470 Ma (Mc Kerrow *et al.*, 1985), l'Aréniq du Massif armoricain semble suggérer un âge plus jeune. Il conviendra de rendre cet âge plus précis et plus assuré par de nouvelles analyses.

Les niveaux volcanoclastiques repérés et décrits ci-dessus, permettront de multiplier les résultats d'analyse radiométrique dans le Massif armoricain ; en particulier, on pourrait tenter d'analyser des zircons grain par grain dans l'espoir d'obtenir des âges sur des cristaux ne comportant pas de cœur à rapport isotopique « hérité ». Ce travail est actuellement en cours à Rennes (Bonjour). C'est une occasion unique pour préciser l'âge d'un étage du Paléozoïque, pour lequel, jusqu'ici, on ne dispose pratiquement d'aucune série de datation sans ambiguïté.

En outre, la conservation d'un témoignage d'activité volcanique n'est pas limité aux Séries Rouges Initiales. Dans le Briovérien de la baie de Douarnenez (Finistère), Darboux (1973) a décrit des niveaux volcanoclastiques. Nous avons vérifié la présence et sans doute la multiplicité de ces témoignages d'activité volcanique. La mise en œuvre sur ces niveaux d'une datation U-Pb permettrait peut-être de lever l'incertitude stratigraphique et d'apporter des éléments importants à la compréhension de l'histoire briovérienne dans le Massif armori-

caïn, réserve étant faite que ces séries apparaissent bien plus perturbées tectoniquement (gradient tectonométamorphique croissant vers le sud) et donc géochimiquement, que les Séries Rouges Initiales.

Il convient de noter que des manifestations volcaniques semblables sont également connues en Bretagne Centrale (Chantraine *et al.*, 1983).

Remerciements

Les commentaires de MM. H. Baadsgaard, J. Chantraine et J.-Y. Calvez ont été appréciés. La recherche de terrain qui faisait l'objet préliminaire de cette courte note a été rendue possible grâce au financement accordé par le comité français pour le PICG ; nous remercions ces personnes et cet organisme.

Références bibliographiques

- AUVRAY B., MACE J., VIDAL P., VAN DER VOO R. (1980). - Rb-Sr dating of the Plouezec volcanics, N. Brittany : implications for the age of red beds (séries rouges) in the Northern Armorican Massif. *J. Geol. Soc. London*, **137**, 2, pp. 207-210.
- BAADSGAARD H., CAVELL P.E. (1988 a). - U-Pb dating of Phanerozoic pyroclastic zircon. Inter. Sympos. Time Scale Calibration, IGCP Proj. 196, Odin G.S. et Hurford A.J. organ., Besançon, 9 sept. 1988, résumés.
- BAADSGAARD H., CAVELL P.E. (1988 b). - U-Pb dating of pyroclastic zircon. In « Bull. Liais. Inf. Projet PICG 196 », Odin G.S. (Ed.), offset Paris, 7, pp. 49-53.
- BONJOUR J.-L. (1988). - Sédimentation paléozoïque initiale dans le domaine centre-armoricain (Massif Armorican). Thèse Univ. Rennes I, 283 p., ann.
- BONJOUR J.-L., CHAUVEL J.-J. (1988). - Un exemple de sédimentation initiale dans un bassin paléozoïque : étude pétrographique et géochimique de l'Ordovicien inférieur de la presqu'île de Crozon (Finistère). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), **4**, 1, pp. 81-91.
- BONJOUR J.-L., PEUCAT J.-J., CHAUVEL J.-J., PARIS F., CORNICHE J. (1988). - U-Pb zircon dating of the Early Paleozoic (Arenigian) transgression in western Brittany (France) : a new constraint for the Lower Paleozoic timescale. *Chem. Geol. (Isoto. Geosci. Sect.)*, **72**, pp. 329-336.
- CHANTRAINE J., CHAUVEL J.-J., DUPRET L., GATINOT F., ICART J.-C., LE CORRE C., RABU D., SAUVAN P., VILLEY M. (1983). - Inventaire lithologique et structural du Briovérien (Protérozoïque supérieur) de la Bretagne centrale et du Bocage normand. *Document BRGM*, n° 67, 185 p.
- CHANTRAINE J., CHAUVEL J.-J., COGNE J. (1988). - Signification du Briovérien et de son soubassement en Bretagne centrale. Implications géodynamiques. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **307**, pp. 765-770.
- COGNE J. (1962). - Le Briovérien. Esquisse des caractères stratigraphiques, métamorphiques, structuraux et paléogéographiques de l'Antécambrien récent dans le Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), **4**, 3, pp. 413-430.
- DARBOUX J.R. (1973). - Le Briovérien de la baie de Douarnenez (Massif armoricain) : étude pétrographique et structurale. Thèse 3^e cycle, Brest, 170 p.
- LUDWIG K.R. (1980). - Calculation of uncertainties of U-Pb isotope data. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **46**, pp. 212-220.
- Mc KERROW S., LAMBERT R. St J., COOKS L.R.M. (1985). - The Ordovician, Silurian and Devonian periods. In « The Chronology of the Geological Record », Snelling N.J. (Ed.), *Geol. Soc. London Mem.*, **10**, pp. 73-80.
- ODIN G.S. (1985). - Remarks on the numerical scale of Ordovician to Devonian times. In « The Chronology of the Geological Record », Snelling N.J. (Ed.), *Geol. Soc. London Mem.*, **10**, pp. 93-98.
- PARIS F., ROBARDET M., DURAND J., NOBLET C. (1982). - The Lower Paleozoic transgression in Southwestern Europe. *Paleontol. Contrib. Univ. Oslo*, **280**, p. 41.
- QUETE Y. (1975). - L'évolution géodynamique du Domaine Centre-Armoricain au Paléozoïque inférieur : l'ellipse de Réminiac. Thèse 3^e cycle, Rennes, 107 p.
- YORK D. (1966). - Least-square fitting of a straight line. *Can. J. Phys.*, **44**, pp. 1079-1086.