

Observations à la note de M. Bilotte*.
Mise au point et données nouvelles sur l'organisation
séquentielle, la biostratigraphie et la grade-datation dans
le Campanien - Maastrichtien sous-pyrénéen
(Ariège, Haute-Garonne)**

Sequence organization, biostratigraphy and grade-dating in the subpyrenean Campanian - Maastrichtian series (Ariège, Haute-Garonne): discussion and new data

Pierre SOUQUET⁽¹⁾ et Marie-José FONDECAVE-WALLEZ⁽¹⁾

Géologie de la France, n° 4, 1995, pp. 51-60, 3 fig.

Mots-clés : Campanien, Maastrichtien, Biostratigraphie, Grade-datation, Stratigraphie séquentielle, Foraminifères planctoniques, Pyrénées.

Key words: Campanian, Maastrichtian, Biostratigraphy, Grade-dating, Sequence stratigraphy, Planktonic foraminifera, Pyrenees.

Résumé

Dans le Campanien - Maastrichtien du bassin d'avant-pays nord des Pyrénées centrales, les datations numériques obtenues par la méthode de grade-datation appliquée à la lignée de *Rosita fornicata* s'accordent avec celles qui peuvent être déduites des ammonites sur les sites précis de leurs gisements. Ces grade-datations sont aussi corrélables aux classiques zones de foraminifères planctoniques. Dans le cadre biochronostratigraphique régional ainsi défini des critères faciologiques argumentent un découpage en séquences de dépôt qui paraissent synchrones avec les cycles de la stratigraphie séquentielle débutant à 75, 71, 68 et 67 Ma.

English abridged version

In a recent paper focused on the proposition of a new model to explain the tectonic-sedimentation relationships in foreland basins (Dérmond et al., 1993) we have been led to reinterpret the Campanian - Maastrichtian sedimentary successions from the subpyrenean foreland

basin (Fig. 1) in terms of sequence stratigraphy and to publish numerical ages given by grade-dating, i. e. a method (Gourinard, 1984) based on time-correlation of the evolution curve of the *Rosita fornicata* lineage (Fondecave-Wallez, 1988). Our sequence and grade-dating synthesis (Fig. 2) has been recently questioned (Bilotte, 1994), but we set out to prove that this refutation is not justified because it is based on stratigraphic data incorrectly interpreted as evidenced by the review of its major arguments and by the exposition of misunderstood or new data.

The ages deduced from the ammonites are not at variance with our sequence and chronostratigraphic schema (Fig. 2)

1. In the western half of the studied area the three groups of ammonite-bearing strata observed (Fig. 2: F1, F2, F3) are emplaced in the deepest part of three of our sequences. That is why we have proposed a rough time-correlation with the three maximum floodings of the equivalent cycles from the global chart (Haq

et al., 1987), being this reasoning in agreement with the grade-datings given by the encompassing beds (Fig. 2). For the same fossils other numerical ages have been recently proposed (Bilotte, 1994) by comparison with a chronometric-calibrated scale of ammonite zones (unpublished north-american chart by J. D. Obradovich). The two propositions (with indication of the guide fossils and localities) are as follows:

F₁ (*Baculites leopoliensis*; Crabé, Plagne anticline): near 73.5 Ma (us); older than 71.3 Ma (Bilotte, 1994). In the Crabé area the location of the ammonite found north of the Crabé farm, in the northern limb of the anticline, is in agreement with the grade-dating at 73.5 Ma (Fig. 2) given to the south, near La Tuilerie (Fig. 1), by older strata closer to the fold axis ;

F₂ (*Hoploscaphites pumilis*; Paillon, Saint-Marcet anticline): near 69.5 Ma (us); perhaps older than 71.3 (Bilotte, 1994). The difference here noted can be explained by the stratal arrangement: the age 69.5 Ma refers to the "Paillon siliceous sponge bed" in agreement with

* Note parue dans Géologie de la France, n° 3, 1994, pp. 71-80.

** Manuscrit reçu le 28 mars 1995.

(1) Laboratoire de Stratigraphie séquentielle et Micropaléontologie, URA CNRS n° 1405, Université Paul-Sabatier, 39, allée Jules-Guesdes, 31062 Toulouse Cedex.

two encompassing grade-datings (Fig. 2 and 3: 69.7 Ma below; 68.9 Ma above); 71.3 Ma refers to the ammonite which comes from underlying marlstones in the northern limb of the anticline (near the Larin farm, Fig. 1);

F_3 (Hoploscaphites constrictus; Saint-Loup, Gensac anticline); near 67.5 Ma (us); between 68 and 65.4 Ma (Bilotte, 1994). In the St-Loup quarry, the location of the ammonite (Lepicard, 1985, Fig. 74) is in agreement with the grade-datings measured near the fossiliferous beds (67.3 Ma) and below (67.7 Ma).

If we take into account their location all the ages deduced from the ammonites are consistent with our sequence and grade-dating schema (Fig. 2).

2. In the eastern half of the area two other taxa, older than the previous one, have been mentioned (Bilotte, 1994): *Didymoceras stevensoni* (age about 75.3 Ma, Richou anticline); *Hoplitoplacentoceras marroiti* (age about 77 - 78 Ma, eastern end of the Dreuilhe anticline). These interesting dates have been used to "raise doubts as to the validity of (our) ages (grade-datings)" and to emphasize "considerable differences" up to 6 Ma, but by means of two arguments which are unrealistic:

- The age of the fossil-bearing beds F_1 (Crabé, Plagne anticline, fig. 1), which agrees with the ammonites of the locality (between 75.3 and 71.3 Ma), is questioned thanks to a worthless comparison (Bilotte, 1994, Fig. 3A) with the ages of the two above mentioned taxa which come from localities situated in other structural units far to the East, at 9 km (*Didymoceras stevensoni*, near 75.3 Ma) and at 75 km (*Hoplitoplacentoceras marroiti*, near 77 - 78 Ma).

- The maximum gap invoked (6 Ma) is a difference artificially calculated between the age (77 - 78 Ma; Bilotte, 1994, Fig. 3A) attributed to the ammonite coming from the eastern end of the Dreuilhe anticline (Fig. 1) - i. e. from series not studied and not reconstructed below our major unconformity at 68 Ma (Fig. 2) - and a grade-dating (72.8 Ma) chosen (Bilotte, 1994, Fig. 3B) in another structural unit located 14 km far to

the west-south-west (Pérelle beds unconformably overlying the North-pyrenean frontal thrust in the Pech de Foix anticline, Fig. 1 and 2; Déramond et al., 1993, Fig. 14).

If the false arguments are ruled out the ages indicated by the ammonites in their localities do not allow to refute our sequence and grade-dating schema (Fig. 2). They can logically take place in our sequence diagram.

The grade-datings agree with the planktonic foraminifera biozonation

All the micropaleontological analysis (25 samples) have given numerical ages (grade-datings) based on the Haq's scale (1987) and biozones referenced to the current scale (Robaszynski et al., 1984; Haq et al., 1987). A good correlation has been systematically noted (Déramond, 1993, Fig. 13) as illustrated in the Figure 3 (15 samples precisely localized in order to permit verifications). These combined investigations resulted in numerous constraints allowing biochronostratigraphic correlations in the system of prograding rock units. We point out the following notable and misunderstood data:

1. At the eastern end of the Plagne anticline the Plagne Marls (Plagne 1 wedge, Fig. 2) underlying the Labarre Sandstone gave grade-datings at 73.5 Ma (Crabé), 73.7 and 72.5 Ma (Plagne) in agreement with a microfauna from the Maastrichtian *Falsostuarti* zone (Fig. 3, samples 4, 5, 6). The same correlation has been noticed (fig. 2) further to the South (Bédeille: 73.7, 73.2, 71.3 Ma) and to the East in the Mas d'Azil anticline (Terre Rouge: 73.3, 72.5, 71.2 Ma; Fig. 3, samples 1, 2, 3 - Labouiche: 71.9, 71.4 Ma), and in the Roquefort (l'Herm: 71.3 Ma) and the Pech de Foix (Pérelle: 72.8, 72.5 Ma) anticlines.

2. At the western end of the Plagne anticline, the marls are younger (Plagne 2 wedge, Fig. 2) as indicated by grade-datings at 69.3 Ma (Ausseing road), 69.9 and 68.9 Ma (Roquefort quarry) and a microfauna from the Maastrichtian *Gansseri* zone (Fig. 3, samples 7, 8, 9). Then the overlying Nankin Limestones (Nankin 1 from Bilotte, 1994, Fig. 3A)

cannot be considered as older than 71.3 Ma and attributed to the Campanian times (according to the ammonite zonation). These limestones are maastrichtian in age as the Nankin Limestones which, further to the West in the Saint-Marcet anticline (Nankin 2 from Bilotte, 1994, Fig. 3A), equally overlie maastrichtian marls (St-Martory Marls) yielding microfossils from the *Gansseri* zone and consistent grade-datings at 69.7, 68.9 and 68.6 Ma (Fig. 3, Le Paillon, samples 10, 11, 12). Then the distinction between the so-called Campanian Nankin 1 and Maastrichtian Nankin 2 Limestones is a mistake; and the so-called Ausseing and St-Marcet sequences based on this distinction are unrealistic.

3. In the more western Gensac anticline, the marls (St-Loup Fm.) and marlstones (Gensac Fm.) are even younger as confirmed by grade-datings at 67.4 Ma (Gensac), 67.7 and 67.3 Ma (St-Loup quarry) in agreement with microfossils from the upper part of the *Gansseri* zone or the Late Maastrichtian *Mayaroensis* zone (Fig. 3, samples 13, 14, 15).

The micropaleontological biostratigraphy agrees with the grade-dating and the two combined methods allowed regional biochronostratigraphic correlations which led us to refute the sequence organization schema defended by M. Bilotte (1994, Fig. 3A).

Facies changes are the basic criteria used for defining the sequences

To claim that the definition of our sequences (Fig. 2) "was deduced from correlations with the table of eustatic cycles compiled by B. U. Haq et al. (1987) using data provided by grade-dating" (Bilotte, 1994, p. 73) denotes a lack of understanding of our investigations which intended not to illustrate the current eustatic model but to appreciate the disturbances introduced by thrust-tectonics in order to complete our tectono-sedimentary model by the characterization of tectonic systems tracts (Déramond et al., 1993, table 1).

In the marly series (the only facies which can be grade-dated as the Plagne or St-Martory Fm.) the lowstand systems tracts are composed of offshore muds

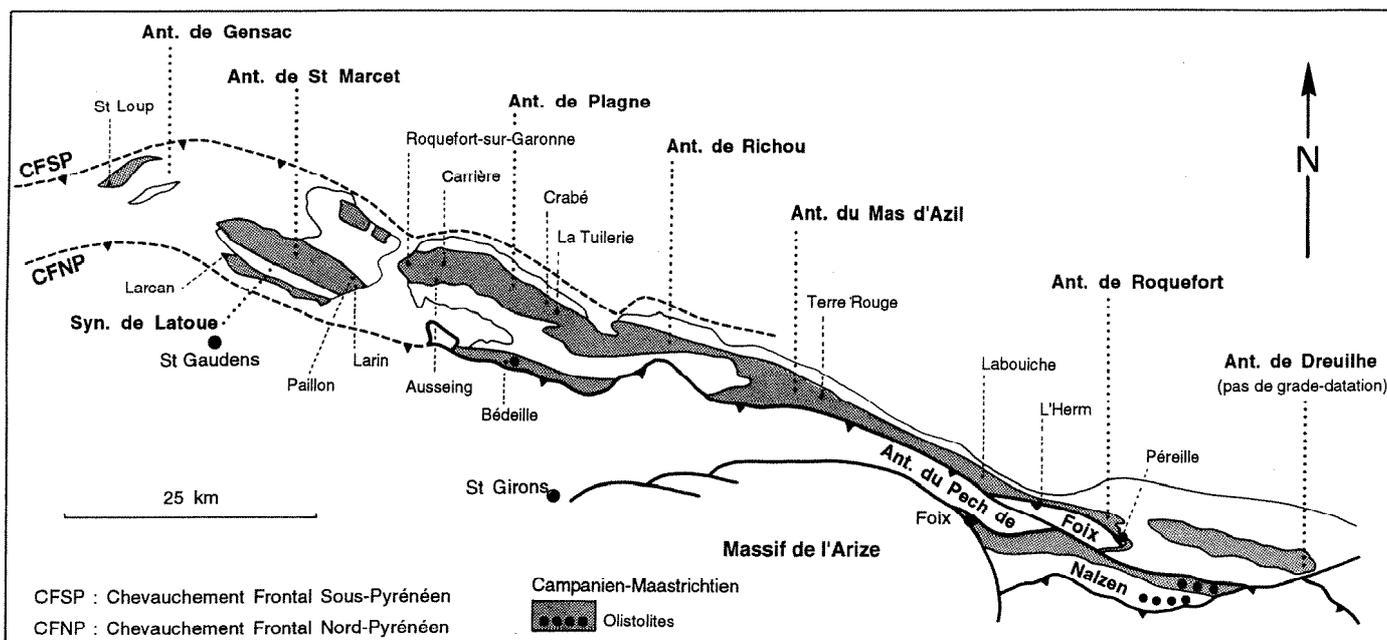


Fig. 1. – Localisation des terrains campaniens - maastrichtiens étudiés dans la zone sous-pyrénéenne centrale.

Fig. 1. – Location of the studied Campanian - Maastrichtian series in the central sub-pyrenean zone.

and storm or turbidite grainstones, with a mixture of clastics deriving from the continent (quartz, micas) and the shoreline (bioclasts). In the first sequence (base at 75 Ma, Fig. 2) they include lime olistoliths north and close to the North-pyrenean frontal thrust (Bédaille, Péréille, Fig. 2). Such deposits linked to the thrust propagation are the latest one in the series we have identified (Morenci megaturbidite and 6 block slumps episodes, Naizen area, Fig. 1; Déramond et al., 1993, Fig. 11 and 13) in lime bodies previously interpreted as reefs in situ (Bilotte, 1985).

The transgressive and the early highstand systems tracts are made up of interbedded shales and mudstones, locally with ammonites. In the Gansseri zone of the Roquefort quarry they are represented by glauconitic mudstones occurring between two grade-datings (Fig. 3, samples 8, 9) at 69.9 Ma (below) and 68.9 Ma (above) and then related to the maximum flooding dated at 69.5 Ma in the cycle beginning at 71 Ma in the global chart (Haq et al., 1987).

Conclusion

In the Campanian - Maastrichtian from the northcentral pyrenean foreland basin, the numerical ages obtained by

grade-dating method agrees with those derived from the ammonites if the comparison is made in the precise sites of the datum-points. The grade-datings are also correlatable with the current planktonic foraminifera zones. These biochronostratigraphic correlations and facies criteria support and complete the interpretation previously explained (Déramond et al., 1993; Pyrenean Synthesis, B.R.G.M., in press) concerning a set of four depositional sequences related to the cycles of the global chart (Haq et al., 1987) beginning at 75, 71, 68 and 67 Ma.

Introduction

Dans un travail récent consacré à la proposition d'un modèle explicatif des relations tectonique-sédimentation dans les bassins d'avant-chaine (Déramond et al., 1993), nous avons été amenés à réinterpréter les successions sédimentaires du Campanien - Maastrichtien du bassin d'avant-pays sous-pyrénéen (fig. 1) en termes de stratigraphie séquentielle. Nous avons ainsi caractérisé un groupe de quatre séquences de dépôt (sensu Vail) qui ont été étalonnées sur de nombreuses datations numériques obtenues (M.-J. F.-W.) par la méthode de grade-dating (Gourinard, 1984) appliquée à

la lignée de *Rosita fornicata* (Globotruncanidés) (Fondécave-Wallez, 1988). Ce découpage séquentiel et ces grade-datings (fig. 2) viennent de faire l'objet d'une contestation (Bilotte, 1994) dont nous nous proposons de montrer qu'elle est inconsistante grâce à un examen critique de son argumentation et à l'aide d'un énoncé de faits nouveaux ou sous-estimés dans les trois rubriques développées ci-après.

Les datations par ammonites ne contredisent pas le schéma séquentiel et chronostratigraphique proposé (fig. 2)

La note considérée (Bilotte, 1994) s'appuie sur des datations par ammonites (Kennedy et al., 1986) qui constituent des données fondamentales et indiscutables sur les sites précis de leurs gisements. Mais l'exploitation qui en est faite à l'échelle régionale s'avère arbitraire et abusive.

1. Les gisements cités dans notre travail sont tous situés dans la moitié occidentale du territoire étudié (fig. 1 et 2) et ainsi répartis d'Est en Ouest (avec indication du marqueur le plus significatif) :

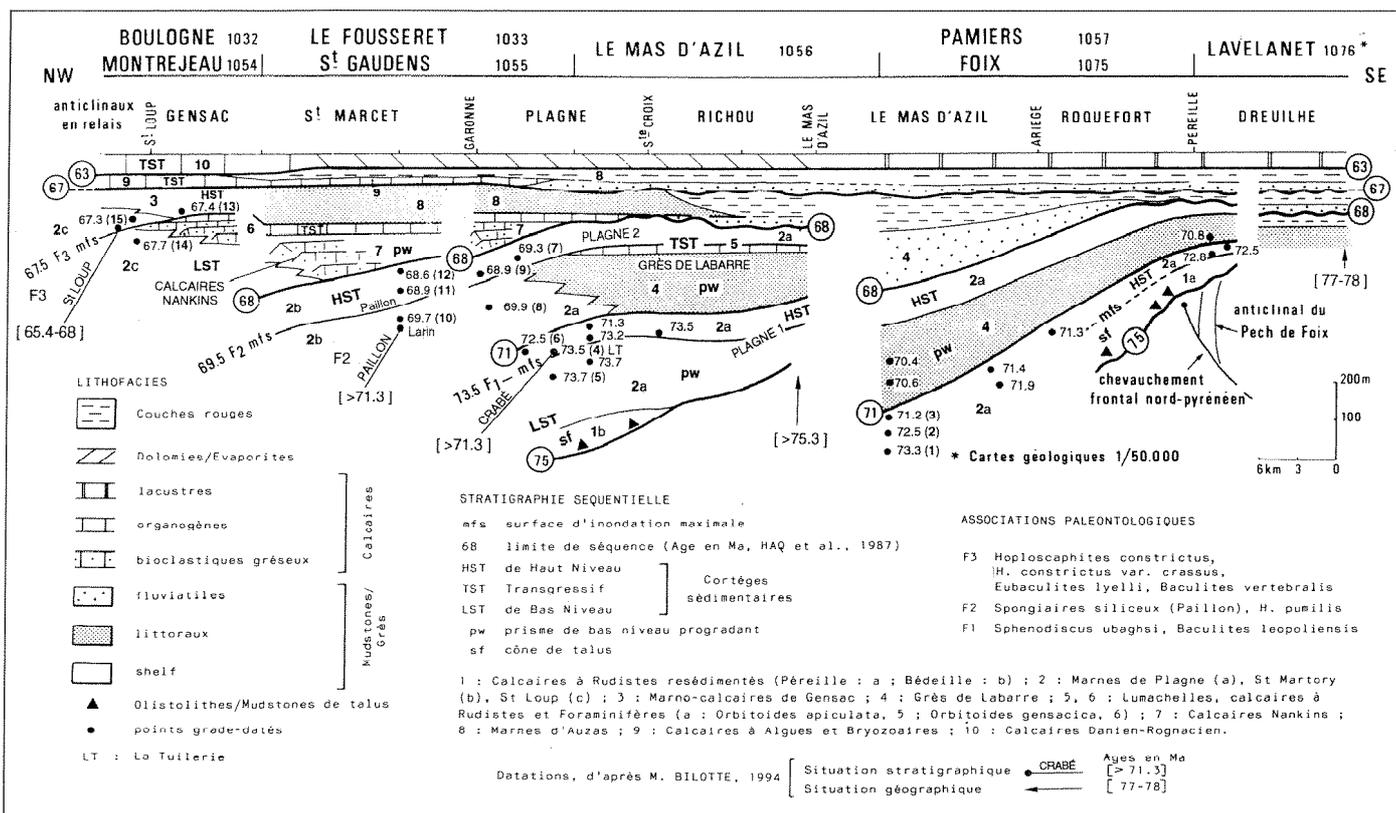


Fig. 2. – Séquences de dépôt, grade-datations et biozones de foraminifères planctoniques dans le Maastrichtien du bassin d'avant-pays nord des Pyrénées centrales (modifié d'après Déramond et al., 1993).

Les corrélations entre grade-datations et biozones de foraminifères (Falsostuarti = 1 à 6 ; Gansseri : 7 à 12 ; partie supérieure de Gansseri ou Mayaroensis = 13 à 15) sont argumentées figure 3 (les numéros entre parenthèses renvoient aux échantillons, fig. 3). La localisation et les âges numériques des ammonites (d'après Bilotte, 1994) sont indiqués et logiquement intégrés dans le schéma. Différents systèmes progradants, à disposition en échelon, sont distingués et séparés.

Fig. 2. – Depositional sequences, grade-datings and planktonic foraminifera biozones in the Maastrichtian of the central north-pyrenean foreland basin (modified from Déramond et al., 1993).

The correlations between grade-datings and planktonic foraminifera zones (Falsostuarti: 1 to 6; Gansseri: 7 to 12; Upper Gansseri to Mayaorensis: 13 to 15) are evidenced in the Figure 3 (the numbers between brackets refer to the samples Fig. 3). The location and the numerical ages of the ammonites (according to Bilotte, 1994) are shown and logically inserted in the schema. Different en-echelon prograding systems are distinguished and separated.

F₁, Crabé, dans l'anticlinal de Plagne, Feuille du Mas d'Azil à 1/50.000 (*Baculites leopoliensis*) ; **F₂**, Paillon, dans l'anticlinal de Saint-Marcet, Feuille de Saint-Gaudens à 1/50.000 (*Hoploscaphites pumilis*) ; **F₃**, Saint-Loup, anticlinal de Gensac, Feuille de Boulogne-sur-Gesse à 1/50.000 (*Hoploscaphites constrictus*). Les couches fossilifères nous ont paru occuper une position privilégiée au maximum d'ouverture marine et de bathymétrie de trois de nos séquences (position habituelle des intervalles condensés) si bien que nous avons proposé de rapprocher leur âge des valeurs numériques indiquées pour les surfaces d'inondation maximale dans l'échelle de B.U. Haq et al. (1987), constatant ainsi leur intégration logique dans la suite des valeurs fournies indépendamment, au-dessus et au-dessous

des niveaux à ammonites, par la grade-datation (fig. 2). Pour les mêmes taxons, M. Bilotte propose à son tour (1994) des valeurs numériques par comparaison avec l'âge assigné aux zones d'ammonites dans une autre échelle nord-américaine encore inédite (J.D. Obradovich, in Bilotte, 1994). On ne peut s'attendre à une exacte coïncidence des chiffres ainsi proposés, compte tenu des approximations inhérentes aux deux raisonnements et en raison de leur référence à deux échelles distinctes ; mais on doit constater qu'il n'y a pas de différences notables ou non explicables par les relations géométriques entre les couches :

F₁ (Crabé, anticlinal de Plagne) = âge proche de 73.5 Ma (nous) ; supérieur à 71.3 Ma (Bilotte, 1994). Sur la coupe de Crabé, la position du marqueur *B. leopoliensis* (de la zone à Hyatti ;

Bilotte, 1994) qui a été récolté au Nord de la ferme de Crabé (fig. 1), dans le flanc nord de l'anticlinal, s'accorde avec la grade-datation à 73.5 Ma obtenue plus au Sud, près de La Tuilerie (fig. 2, éch. 4), dans des couches sous-jacentes plus proches de l'axe du pli ;

F₂ (Paillon, anticlinal de St-Marcet) = âge proche de 69.5 Ma (nous) ; peut-être supérieur à 71.3 Ma (Bilotte, 1994). La différence qui se remarque ici peut s'expliquer par la différence entre l'âge du niveau à spongiaires silicifiés dit "de Paillon", fiable à l'inondation maximale de la séquence (69.5 Ma, en accord avec les grade-datations encadrantes à 69.7 et 68.9 Ma ; fig. 1 et fig. 2, éch. 10, 11), et celui de l'ammonite (*H. pumilis*, supérieur à 71.3 Ma) qui provient de marnes sous-jacentes dans le flanc nord

de l'anticlinal et donc plus anciennes encore (ferme Larin, récolte B. Peyber-nès) ;

F_3 (St-Loup, anticlinal de Gensac) = âge proche de 67.5 Ma (nous) ; entre 68 et 65.4 Ma (Bilotte, 1994). Dans la manière de St-Loup la position du marqueur *H. constrictus* (de la zone à Junior ; Bilotte, 1994) s'accorde avec les grade-datations qui ont été obtenues à 67.3 Ma à hauteur du niveau fossilifère (couche 4 in Lepicard, 1985, fig. 74) et à 67.7 Ma au-dessous. Une observation analogue a été faite dans la région de Larcen où les marnes sous-jacentes au niveau à *H. constrictus* (Lepicard, 1985, fig. 92) ont fourni une grade-datation à 67.5 Ma.

Si l'on s'en tient à leur valeur sur le site même des différents gisements, les datations par ammonites s'accordent avec nos datations numériques par grade-datation et n'obligent nullement à modifier notre découpage en séquences (fig. 2).

2. Dans la moitié orientale du territoire étudié (fig. 1 et 2) M. Bilotte (1994) cite deux ammonites plus anciennes et donne des âges numériques correspondants (*Didymoceras stevensoni*, âge proche de 75.3 Ma, anticlinal de Richou, Feuille du Mas d'Azil à 1/50.000^e ; plus à l'Est, *Hoplitoplacenticeras* (H.) *marroti*, âge voisin de 77 - 78 Ma, extrémité orientale de l'anticlinal de Dreuilhe, Feuille de Lavelanet à 1/50.000^e). Les datations nouvelles précitées sont censées révéler nos plus graves erreurs, mais à partir d'extrapolations chronostratigraphiques qui suivent cartographiquement les formations et sur la foi de comparaisons d'âges dont il est aisé de montrer l'illogisme, précisément sur les deux points clé de l'argumentation :

– La contestation de l'âge proposé pour notre association paléontologique F_1 (approximation à 73.5 Ma, précédemment étendue à la fourchette 73.5 - 71.3 Ma sur le site de Crabé dans l'anticlinal de Plagne) repose sur le transfert dans cette association (Bilotte, 1994 ; fig. 3A et p. 77) de la signification stratigraphique des deux fossiles ci-dessus mentionnés, lesquels n'ont en fait rien à voir avec elle puisqu'ils proviennent tous deux de gisements situés loin à l'Est et dans des unités structurales différentes

(fig. 1), l'un à 9 km (*D. stevensoni*, 75.3 Ma), l'autre à 75 km (*H. marroti*, 77 - 78 Ma) ;

– L'écart maximum reproché, estimé à 6 Ma (Bilotte, 1994), n'est pas autre chose que la différence entre l'âge (77 - 78 Ma) assigné (Bilotte, 1994 ; fig. 3A) à l'ammonite provenant de l'extrémité orientale de l'anticlinal de Dreuilhe (c'est-à-dire de terrains non étudiés, non datés et non reconstruits dans notre travail sous la discordance majeure à 68 Ma, fig. 1 et 2 ; Déramond *et al.*, 1993) et une grade-datation (72.8 Ma) que M. Bilotte (1994, fig. 3B) va chercher 14 km à l'Ouest - Sud-Ouest dans une autre unité tectonique (couches de Péreille discordantes sur le Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen, à la terminaison de l'anticlinal du Pech de Foix, fig. 1 et 2).

La critique est donc ici nulle et non avenue puisque appliquée à des erreurs fabriquées. Il semble au contraire que les deux gisements d'ammonites cités puissent trouver une place logique dans notre schéma séquentiel (fig. 2), tel qu'il a été construit (Déramond *et al.*, 1993) sur la base de trois axes principaux de progradation, en échelon à partir de zones soulevées à l'Est et dans un bassin soumis à une déformation synsédimentaire continue pendant la période étudiée.

Les datations par ammonites ne contredisent pas notre schéma d'organisation séquentielle et nos grade-datations si on ne les extrapole pas arbitrairement en suivant l'extension régionale des formations. Elles peuvent même s'y intégrer logiquement si on les limite à leur domaine de validité, c'est-à-dire aux couches fossilifères à leur place dans l'agencement des formations progradantes.

Les grade-datations s'accordent avec les biozones classiques de foraminifères planctoniques

(fig. 3)

Les grade-datations, au nombre de 25, ont donné des âges numériques qui sont calés sur l'échelle de B.U. Haq *et al.* (1987) en raison du référentiel de calibrage de la courbe d'évolution de la lignée *Rosita fornicata* (Fondecave-Wal-

lez, 1988). Elles ont toutes été doublées par une étude micropaléontologique (M.-. F.-W.) conduisant à l'identification des classiques biozones de foraminifères planctoniques (échelle de Robaszynski *et al.*, 1984, reprise dans B.U. Haq *et al.*, 1987). Cette biostratigraphie micropaléontologique (Déramond *et al.*, 1993 ; fig. 13) n'a pas été prise en compte (Bilotte, 1994). Or une exacte correspondance entre grade-datations et biozones s'est vérifiée sur tous les échantillons à riche microfaune, à l'image de ceux dont nous consignons (fig. 3) la biophase et la localisation (coordonnées géographiques pour permettre un éventuel contrôle). Dans ces conditions, il est aisé d'apprécier la valeur des contestations (Bilotte, 1994) qui reposent uniquement sur l'extrapolation des datations par ammonites à distance des gisements.

De l'avis même de M. Bilotte (1994, p. 77) "les distorsions les plus flagrantes (concerneraient) les âges dévolus au sommet des Marnes de Plagne (qui se développent à l'est de la Garonne dans l'anticlinal de Plagne ; fig. 2, Fm. 2a) et à la partie inférieure des Marnes de Saint-Martory (qui se développent à l'ouest dans l'anticlinal de Saint-Marcet ; fig. 2, Fm. 2b)". A ce sujet, c'est une contre-vérité que d'affirmer (Bilotte, 1994, p. 78) que, sur tout ce territoire, nous plaçons le sommet de ces marnes "uniformément sous la barre des 71 Ma". L'examen de notre schéma (fig. 2) montre au contraire que nous distinguons deux prismes marneux d'âge différent : à l'est, des Marnes de Plagne (Plagne 1) sous-jacentes à des grès dits "Grès de Labarre", sous une limite de séquence effectivement à 71 Ma, et, à l'ouest, des Marnes de Plagne et des Marnes de Saint-Martory (Plagne 2) sous-jacentes à des calcaires dits "Calcaires nankins", cette fois immédiatement sous une limite de séquence à 68 Ma. Ce point de divergence est crucial dans la discussion.

1. Ainsi, à la terminaison orientale de l'anticlinal de Plagne, les marnes (Plagne 1) sous-jacentes aux Grès de Labarre ont donné des grade-datations à 73.5 Ma (Crabé), à 73.7 et 72.5 Ma (Plagne), en accord avec une microfaune de la zone à *Falsostuarti* (fig. 3, échan-

LOCALISATION	ANTICLINAL DE GENSAC			ANTICLINAL DE St MARCET			ANTICLINAL DE PLAGNE						ANTICLINAL DU MAS D'AZIL		
	St Loup		Gensac	Le Paillon			Roquefort		Ausseing	Plagne		Crabé La Tuilerie	Terre - Rouge		
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Coordonnées Lambert III x : y :	457.4 105.25	457.4 105.25	458.7 107.0	485.3 95.6	485.5 95.4	483.8 96.0	491.10 98.25	491.05 98.2	493.5 96.5	495.8 97.25	496.15 97.4	500.00 94.65	526.45 84.10	526.45 84.05	526.45 84.00
Microfaune Age en Ma	67.3	67.7	67.4	68.6	68.9	69.7	68.9	69.9	69.3	72.5	73.7	73.5	71.2	72.5	73.3
<i>Globotruncanella pettersi</i>	•														
<i>Planoglobulina acervulinoides</i>	•	•													
<i>Rugoglobigerina scotti</i>	•		•												
<i>Racemiguembelina fructifera</i>	•	•	•												
<i>Globotruncana esnehensis</i>	•			•	•										
<i>Globotruncanella stuarti</i>	•	•			•										
<i>Pseudotextularia intermedia</i>	•	•	•		•		•								
<i>Globotruncana dupeublei</i>	•	•	•	•	•	•	•	•							
<i>Globotruncana aegyptiaca</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•						
<i>Rosita contusa*</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
<i>Globotruncanella petaloidea</i>	•	•	•												
<i>Gansserina gansseri</i>	•	•	•												
<i>Rugoglobigerina rotundata</i>	•	•	•	•											
<i>Globotruncana falsostuarti</i>	•	•	•		•	•	•	•	•						
<i>Globotruncanella havanensis</i>	•	•	•							•					
<i>Pseudotextularia elegans</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Pseudoguembelina palpebra</i>			•	•	•										
<i>Rugoglobigerina hexacamerata</i>			•	•	•					•					
<i>Rosita walfischensis</i>			•							•					
<i>Rugoglobigerina pennyi</i>				•	•	•									
<i>Rugoglobigerina milamensis</i>				•	•	•									
<i>Globotruncana orientalis</i>				•	•	•									
<i>Rosita plummerae</i>				•	•	•									
<i>Gansserina wiedenmayeri</i>				•	•	•									
<i>Rosita patelliformis*</i>				•	•	•									
<i>Rosita fornicata*</i>				•	•	•									
<i>Globotruncana linneiana</i>				•	•	•									
<i>Globotruncana mariei</i>				•	•	•									
<i>Archaeoglobigerina cretacea</i>				•	•	•									
<i>Globotruncana ventricosa</i>				•	•	•									
<i>Globotruncana bulloides</i>				•	•	•									
BIOZONES	Partie supérieure de la Zone à Gansseri & Zone à Mayaroensis			Zone à Gansseri						Zone à Falsostuarti					

Fig. 3. – Exemples de corrélations entre grade-datations et biozones de foraminifères planctoniques dans le Maastrichtien du versant nord des Pyrénées centrales (Voir localisation figure 1). Les astérisques désignent les espèces de la lignée de *Rosita fornicata* utilisée pour la grade-dating.

Fig. 3. – Examples of correlations between grade-datings and planktonic foraminifera biozones in the Maastrichtian from the northern central Pyrenees (see location figure 1). The asterisks refer to the species of the *Rosita fornicata* lineage used for the grade-dating.

tillons 4, 5 et 6). Cette zone micropaléontologique et des grade-datations concordantes (fig. 2) ont été également reconnues dans des unités structurales situées (fig. 1) plus au Sud (écaïlle de Bèdeille : 73.7, 73.2, 71.3 Ma) et plus à l'est (anticlinal du Mas d'Azil : Terre rouge 73.3; 72.5, 71.2 Ma, fig. 3, éch. 1, 2, 3 ; Labouiche 71.9, 71.4 Ma - anticlinal de Roquefort : l'Herm 71.3 Ma - anticlinal du Pech de Foix : Péreille 72.8, 72.5 Ma).

2. Contrairement à l'interprétation de M. Bilotte (1994), les Marnes de Plagne (Plagne 2) qui précèdent les Calcaires nankins, à la terminaison occidentale de l'anticlinal de Plagne, sont plus récentes. Elles ont fourni des grade-datations à 69.3 Ma (flanc sud, route d'Ausseing), 69.9 et 68.9 Ma (flanc nord, carrière

abandonnée de Roquefort) en accord avec une microfaune de la zone à Gansseri (fig. 3 ; échantillons 7, 8 et 9).

Dans ces conditions, les Calcaires nankins sus-jacents au prisme marneux "Plagne 2" de la zone maastrichtienne à Gansseri (Calcaires nankins 1 de Bilotte, 1994, fig. 3A) ne peuvent être considérés (Bilotte, 1994 ; fig. 2 et 3) comme plus anciens que 71.3 Ma et rapportés au Campanien supérieur d'après l'échelle d'ammonites (ou au Campanien - Maastrichtien basal d'après l'échelle de foraminifères plaçant la limite Campanien - Maastrichtien à la base de la zone à Falsostuarti ; Bilotte, 1991, fig. 8). Ces calcaires (dits "Calcaires nankins 1") relèvent d'un Maastrichtien déjà élevé et ont le même âge que les Calcaires nankins qui, à l'ouest de la Garonne (Calcaires nankins 2 de Bilotte, 1994 ; fig. 3A), sur-

montent des marnes maastrichtiennes (Marnes de Saint-Martory) appartenant au même prisme "Plagne 2" et également datées (au Paillon) de la zone à Gansseri avec des grade-datations à 69.7 Ma (sous le niveau à spongiaires siliceux) et à 68.9 et 68.6 Ma (au-dessus de ce niveau) (fig. 3 ; échantillons 10, 11 et 12).

La distinction proposée par M. Bilotte (1994) entre Calcaires nankins 1 campaniens et Calcaires nankins 2 maastrichtiens n'a donc aucun fondement. Les séquences dites d'Ausseing et de Saint-Marcet (Bilotte, 1994 ; fig. 3A) dont la définition repose sur cette distinction sont donc des vues de l'esprit.

Les marnes et marno-calcaires qui affleurent plus à l'ouest (synclinal de Latoue, anticlinal de Gensac ou dômes annexes) et qui sont encore plus récents

(Fm. Saint-Loup, Fm. Gensac, fig. 2) ont fourni des grade-datations à 67.5 Ma (Larcen), 67.4 Ma (Gensac) et à 67.7 et 67.3 Ma (marnière de Saint-Loup) qui, elles aussi, s'accordent avec la microfauune, ici de la partie supérieure de la zone à Gansseri ou de la zone à Mayaroensis (Maastrichtien terminal ; fig. 3, éch. 13, 14, 15).

La biostratigraphie micropaléontologique classique s'accorde avec la grade-dation sur tout le territoire étudié (fig. 3). Compte tenu de la densité de l'échantillonnage, les deux méthodes permettent des corrélations chronologiques à distance. Celles-ci conduisent à réfuter l'interprétation séquentielle de Bilotte (1994, fig. 3A) qui ne décrit qu'une séquence d'âge Campanien supérieur (entre 75,3 et 71,3 Ma) à l'est de la Garonne dans des couches qui s'élèvent en fait dans le Maastrichtien (zone à Gansseri) et où nous avons reconnu trois séquences (bases à 75, 71 et 68 Ma).

Les faciès concourent à la définition des cortèges sédimentaires

Le grief ainsi exprimé (Bilotte, 1994 ; p. 71) "la démarche qui consiste à donner à une unité sédimentaire un âge grade-daté, puis, en fonction de la valeur numérique obtenue, à la situer dans le cortège sédimentaire de la séquence de dépôt correspondante de l'actuel tableau des cycles eustatiques de B.U. Haq *et al.* (1987), n'est pas recevable" traduit une méprise totale sur notre méthode de travail. Son auteur a manifestement envisagé une telle démarche, mais pas nous dont l'objectif est précisément de recenser les perturbations que la tectonique introduit dans le modèle eustatique dans le but de compléter notre modèle tectono-sédimentaire par la caractérisation de cortèges sédimentaires d'origine essentiellement tectonique (Déramond *et al.*, 1993, tableau 1).

Bien que sans objet, ce propos ne peut être négligé car il exprime la nécessité de mieux expliciter les arguments sédimentologiques que nous avons utilisés dans les marnes à microfauune planctonique (seuls faciès susceptibles de faire l'objet de la démarche supposée). Dans les dépôts de ce type (Fm. Plagne et Fm. St.-Martory) les cortèges de bas niveau sont essentiellement constitués de marnes offshore et de grainstones de tempêtes ou turbiditiques, où l'on note l'association d'une phase silicoclastique d'origine continentale (quartz et micas) et de matériaux carbonatés issus d'une érosion sur la marge du bassin (bioclastes et lithoclastes calcaires). Dans notre première séquence (base à 75 Ma, fig. 2), ils renferment des brèches turbiditiques et des olistolites calcaires reconnus en deux points (Pérelle, Bédaille, fig. 1 et 2) immédiatement au nord du chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen. Ces faciès syntectoniques, liés à la propagation du chevauchement (Déramond *et al.*, 1993, fig. 11 et 13) correspondent aux derniers termes d'une suite de dépôts gravitaires carbonatés (mégaturbidite de Morenci, visible sur 15 km, et 6 alignements d'olistolites et slumps) que nous avons identifiés au lieu et place de corps antérieurement tenus pour des récifs en place (Bilotte, 1985).

Les cortèges transgressifs et la base des cortèges de haut niveau sont représentés par des marnes et des marno-calcaires alternants, localement à ammonites. Dans la zone à Gansseri du Maastrichtien de l'anticlinal de Plagne (carrière abandonnée de Roquefort), ils sont formés de mudstones glauconieux, encadrés par des grade-datations à 69.9 et 68.9 Ma (fig. 3, échantillons 8 et 9) et, pour ces raisons, rapprochés de l'inondation maximale datée à 69.5 Ma, dans l'échelle de stratigraphie séquentielle (Haq *et al.*, 1987).

Conclusion

Les datations par ammonites, si on ne les transporte pas de manière arbitraire et abusive hors des couches qui les portent, ne contredisent pas notre schéma d'organisation séquentielle et de grade-datations (fig. 2) ; mieux encore, elles s'y incorporent de manière logique dans la moitié occidentale (3 niveaux) et, au vu des informations publiées, il semble qu'il en soit de même pour la moitié orientale (2 niveaux).

Les biozones de foraminifères planctoniques (Falsostuarti, Gansseri et Mayaroensis) s'accordent avec les grade-datations (25 échantillons analysés entre 73.7 et 67.3 Ma comme illustré sur la figure 3). Grâce à un échantillonnage dense ces analyses micropaléontologiques combinées ont permis des corrélations chronologiques qui conduisent à réfuter l'interprétation des successions sédimentaires proposée par M. Bilotte (1991 ; 1994, fig. 3A). Notre schéma (fig. 2) est plus proche de la réalité puisqu'il s'accorde avec la biostratigraphie micropaléontologique et permet une incorporation logique des points datés par ammonites. C'est pourquoi, après l'avoir présenté brièvement à titre d'illustration dans une étude thématique sur les relations tectonique - sédimentation (Déramond *et al.*, 1993) et après l'avoir inclus sans discussion parmi les contributions à la Synthèse des Pyrénées en cours d'élaboration, il nous a paru utile de présenter ici une mise au point sur son argumentation.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. B. Peybernès et M.J. Déramond pour la lecture critique du manuscrit, Mme P. Eichène pour son illustration et Mme Filhastre pour sa réalisation technique.

Références

- BILLOTTE M. (1985). – Le Crétacé supérieur des plates-formes est-pyrénéennes. *Strata*, 2, n° 5, pp. 1-438.
- BILLOTTE M. (1991). – Séquences de dépôt et limites de blocs dans le Crétacé terminal et le Paléocène basal du bassin d'avant-pays sous-pyrénéen (Petites Pyrénées - Dômes annexes, France). *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 15, n° 2, pp. 411-437.
- BILLOTTE M. (1994). – Faunes d'ammonites et interprétation des successions sédimentaires du Campanien-Maastrichtien sous-pyrénéen (Ariège, Haute-Garonne). Réfutation d'un modèle fondé sur des âges numériques hypothétiques. *Géologie de la France*, n° 3, pp. 71-80.

DÉRAMOND J., SOUQUET P., FONDECAGE-WALLEZ M.-J., SPECHT M. (1993). – Relationships between thrust tectonics and sequence stratigraphy surfaces in foredeeps : model and examples from the Pyrenees (Cretaceous-Eocene, France, Spain). *In: Tectonics and Seismic Sequence Stratigraphy*, Williams G. D. and Dobb A. (eds), *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 71, pp. 193-219.

FONDECAGE-WALLEZ M.-J. (1988). – L'évolution graduelle du profil du test dans la lignée de Rosita fornicata. Une nouvelle possibilité de grade-datation au Crétacé supérieur. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 306, n° 2, pp. 1379-1384.

GOURINARD Y. (1984). – Géochronologie et corrélations des séries sédimentaires. *Géochronique*, 11, p. 7.

HAQ B. U., HARDENBOI J., VAIL P. R. (1987). – The chronology of fluctuating sea level since the Triassic. *Science*, 235, pp. 1156-1167.

KENNEDY W.J., BILOTTE M., LEPICARD B., SÉGURA F. (1986). – Upper Campanian and Maastrichtian ammonites from the Petites Pyrénées, southern France. *Eclogae Geol. Helv.*, 49, pp. 1001-1037.

LEPICARD B. (1985). – Le Crétacé terminal et le Paléocène basal dans les Petites Pyrénées et les dômes annexes. *Biostratigraphie - Sédimentologie. Strata*, 2, n° 4, pp. 1-127.

ROBASZYNSKI F., CARON M., GONZALEZ DONOSA M.J., WONDERS A. et le groupe de travail européen sur les Foraminifères planctoniques (1984). – Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Rev. Micropal.*, 26, n° 3-4, pp. 145-305.

Réponses aux observations de P. Souquet et M.J. Fondécage-Wallez*

par Michel BILOTTE⁽¹⁾

Mes critiques (Bilotte, 1994) à l'article de J. Déramond *et al.* (1993) avaient pour but de dénoncer deux affirmations erronées flagrantes : (a) les faunes d'ammonites pyrénéennes proviennent de niveaux de condensations ; (b) : ces niveaux, **F1** à **F3**, auxquels sont affectés respectivement les âges 73,5, 69, 5 et 67,5 Ma (Haq *et al.*, 1987) soutiennent les valeurs fournies par la grade-datation, à leur voisinage. Enfin, et par voie de conséquence, la crédibilité du modèle d'évolution du bassin sous-pyrénéen et son découpage en séquences de dépôt étaient contestés.

Le présent article (Souquet et Fondécage-Wallez, ci-avant) se montre discret sur la première de ces critiques ; même si les niveaux de condensation et leur contenu perdurent sur la fig. 2, dans le texte, ils deviennent des "gisements" désignés par le "marqueur le plus significatif" ce qui permet d'oublier quelques transferts de faune surprenants (*cf. in* Bilotte, 1994). Cette mise en conformité avec mes données paléontologiques

constitue l'une "des données nouvelles" introduite pour masquer les "anomalies" de l'article original.

Cette brève réponse reprendra les principaux arguments de l'article de P. Souquet et M.J. Fondécage-Wallez (ci-avant) ; les autres feront l'objet d'un traitement spécifique et adapté ultérieur.

Les datations par ammonites ne contredisent pas le schéma séquentiel et chronostratigraphique proposé.

S'il n'y a pas de contradiction apparente c'est pour l'unique raison que nos collègues ont injecté les données chronostratigraphiques des ammonites dans leur modèle (fig. 2 = fig. 14 *in* Déramond *et al.*, 1993), non dans leur situation géographique et position lithologique réelle, mais dans leurs créneaux chronologiques, ce qui est une nouvelle erreur.

Bien que l'information ait été considérée comme "nulle et non avenue" (Souquet et Fondécage-Wallez, ci-avant),

il n'est pas inutile de rappeler que, dans l'anticlinal de Richou qui est indiscutablement dans la reconstitution de la fig. 2, *Didymoceras stevensoni* (âge > 75,3 Ma) provient d'horizons directement sous-jacents aux Grès de Labarre (fig. 3A *in* Bilotte, 1994), c'est-à-dire dans le HST de la séquence à 75 Ma de la figure 2 de Souquet et Fondécage-Wallez. Cet âge de 75,3 Ma est en contradiction totale avec celui formulé pour ce cortège sédimentaire qui est 71 < HST < 73,5 Ma (remarquer que l'erreur est bien comprise entre 1,8 et 4,3 Ma !). Il n'est donc pas sous la séquence à 75 Ma comme P. Souquet et M.J. Fondécage Wallez le prétendent.

De même *Hoploscaphites pumilis* de Paillon (âge > 71,3 Ma) doit éprouver quelques difficultés à soutenir l'âge du prisme de bas niveau de la séquence à 71Ma (69,5 < pw < 71, fig. 2).

Que P. Souquet et ses collaborateurs se rassurent, mes faunes sont parfaitement positionnées !

* Manuscrit reçu le 14 septembre 1995.

(1) Laboratoire de Géologie sédimentaire et Paléontologie, URA 1405 du CNRS, Université Paul-Sabatier, 39, allée Jules-Guesde, 31062 Toulouse Cedex.

Les grade-datations s'accordent avec les biozones classiques de foraminifères planctoniques

Peut-on considérer comme "biostratigraphie micropaléontologique" la reconnaissance de 3 zones, pointées par un astérisque (fig. 13 *in* Deramond *et al.* 1993) dans la colonne des biozones de foraminifères planctoniques selon B.U. Haq *et al.* (1987) ? Ces 3 biozones sont : *aegyptiaca* (72 à 70,8 Ma), *intermedia* (69 à 68 Ma) et *fructicosa* (68 à 67,5 Ma). Curieusement elles n'existent pas dans le tableau de B.U. Haq *et al.* (1987) pris en référence, qui s'appuie, lui, pour cette durée de temps, sur des biozones à *Tricarinata*, *Gansseri*, *Contusa* et *Mayaroensis* ! Cette biostratigraphie micropaléontologique constitue donc une deuxième "donnée nouvelle". Les trois zones reconnues sur la figure 3 (ci-avant), *Falsostuarti*, *Gansseri*, *Mayaroensis* ne sont déjà plus les mêmes que dans l'article de 1993 et toujours pas celles de la sacro-sainte référence (Haq *et al.*, 1987, cf. ci-avant) !

L'affirmation selon laquelle mes critiques se fondent "uniquement sur l'extrapolation des datations par ammonites à distance des gisements" (ci-avant), est un excellent exemple de désinformation ! Que mes détracteurs relisent les travaux et articles de B. Lepicard (1985), W.J. Kennedy *et al.* (1986), Martinet (1989), I. Martinet *et al.* (1990), M. Bilotte (1990, 1991), ... (voir bibliographie *in* Bilotte, 1994), ils se rendront compte que leur zonation (fig. 3) a été publiée il y a déjà cinq ans, bien plus complète puisque, au travers de plusieurs centaines de prélèvements – c'est plus que les 25 exhibés –, ils associent, photos à l'appui, ammonites, microfaunes planctoniques et nannoplancton calcaire, dont les marqueurs des zonation standards.

Ces résultats, tous convergents, confirment et précisent le diachronisme des séries sédimentaires dans l'avant pays sous-pyrénéen, diachronisme démontré pour la première fois par Ricauteau et Villemin (1973) à partir des données palynologiques obtenues à l'interface entre les terrigènes de bassin (Marnes de Plagne, de St.-Martory et de St.-Loup) et les terrigènes et /ou carbonates de plate-forme (Grès de Labarre et cal-

caires de faciès nankin). Je maintiens que ce diachronisme n'existe pas sur la figure 2 de P. Souquet et M.J. Fondécave-Wallez (ci-avant), où le toit des marnes de Plagne sous les Grès de Labarre, est, entre Plagne et Péréille, uniformément placé sous la barre des 71 Ma. Ce cylindrisme des Grès de Labarre est habilement estompé dans cette figure 2 par un artéfact de dessin qui interrompt les lignes chronologiques au niveau du Mas d'Azil.

La critique d'une seule séquence entre 75,3 et 71 Ma, résulte, elle, d'une interprétation fallacieuse de ma figure 3A, alors que le texte (p. 78) dit clairement que les "Grès de Labarre intègrent plusieurs séquences de 3^e ordre" et que celles-ci sont bien sûr différentes de celles qui incluent les calcaires à faciès nankin.

En conclusion de ce paragraphe, on peut se poser la question de savoir quelle caution ces biozones, dont les durées dépassent largement le Ma (2,5 Ma pour la zone à *Gansseri*, 1 Ma pour la zone à *Mayaroensis* d'après B.U. Haq *et al.* 1987), apportent à la grade-datation, alors que "*This technique can differentiate ages to a resolution of 0,2 Ma*" (Deramond *et al.*, 1993) ?

" Les faciès concourent à la définition des cortèges sédimentaires "

Il est curieux de constater que ce paragraphe ignore le champ de mes critiques et se concentre sur des éléments dont je n'ai même pas parlé dans mon article de 94: les olistolites de Benaix. Bien que hors propos, ce sujet peut déjà recevoir une réponse qui n'oublie pas, elle, de prendre en compte (a) le fait que tous ces "olistolites" sont génétiquement liés à la structure Péréille-Benaix, haut-fond campanien dont résulteront les anticlinaux pyrénéens de même nom (Bilotte, 1990, Kennedy *et al.* 1991); (b) qu'à l'est de Belestia ces mêmes "olistolites" s'indentent dans des grès deltaïques ligniteux (Ramière de Fortanier, 1933) où ils sont associés à des faunes saumâtres (Villatte, 1953) ; ces deux situations sont pour le moins surprenantes pour des dépôts gravitaires turbiditiques de bas niveau marin !

Deux autres exemples vont confirmer le "poids" de l'analyse sédimentologique dans la définition des cortèges sédimentaires des SD selon P. Souquet et M.J. Fondécave-Wallez.

Le premier concerne les niveaux d'ammonites des séries marneuses: d'abord niveaux de condensation ils occupent ensuite "une position privilégiée au maximum d'ouverture marine et de bathymétrie" (P. Souquet et M.J. Fondécave-Wallez, ci-avant), donc l'intervalle transgressif (organisation rétrogradante), avant de se retrouver, quelques lignes plus loin, "à leur place dans l'agencement des formations progredientes" (conclusion du paragraphe I) ?

Le second (Fondécave-Wallez et Souquet, 1991), illustre clairement la façon dont la grade-datation intervient dans la reconnaissance des cortèges sédimentaires ; je cite : "les marnes bleues qui se développent au sommet de la série (Saint-Louis ; gd. 84,2 ; 84) sont plus anciennes que l'inondation maximale du cycle (83,75 Ma référence à Haq *et al.*) et appartiennent vraisemblablement au LST" !

Avant de conclure, je voudrais souligner dans le chapitre des "nouveauautés", la présence de Marnes de Plagne (2a, fig. 2, Souquet et Fondécave-Wallez, ci-avant), au-dessus des Grès de Labarre dans l'anticlinal de Richou, et au sein des Grès de Labarre entre le Mas d'Azil et Dreuilhe ; il s'agit d'une "première", puisqu'aucun document cartographique n'a jamais mentionné cette existence. Il est regrettable que ces Marnes de Plagne "à riche microfaune" ne supportent pas de grade-datation ? Mais s'agit-il vraiment des Marnes de Plagne ? La fig. 2 n'est pas à une anomalie près comme nombre de celles de l'article de Deramond *et al.* (1993) ; n'y voit-on pas (fig. 13), entre-autres détails, les Marnes d'Auzas se développer amplement dans le Paléocène !

Conclusion

Les modèles d'évolution du Crétacé supérieur de P. Souquet et collaborateurs, reposent sur deux concepts élevés au rang de dogme : l'infailibilité de la

grade-datation ; l'exactitude et la pérennité de la charte des cycles eustatiques de B.U. Haq. *et al.* (1987).

Aucune des données nouvelles développées par P. Souquet et M.J. Fondccave-Wallez (ci-avant) à l'appui de la grade-datation, après remise en conformité des faits, ne lève les inexactitudes chronologiques liées à cette méthode ou ... à son utilisation !

A la suite du colloque de Dijon (1992) sur la stratigraphie séquentielle des bassins européens, un nouveau tableau des cycles eustatiques est en

cours d'élaboration. Il est déjà acquis que la nouvelle version sera profondément différente du "modèle 87", tant dans son cadre radiochronologique que biochronostratigraphique (cf. Gradstein *et al.*, 1994, fondé sur les données de Obradovich (1993) pour le Crétacé supérieur). Mon article de 1994 se fondait déjà sur ces données ; celui de P. Souquet et M.J. Fondcave-Wallez (ci-avant) s'accroche aux données de 1987. Dans ce domaine biochronostratigraphiques, ces collègues devraient s'informer avant d'émettre des contre-vérités. Dans le nouveau cadre chronologique, qu'en

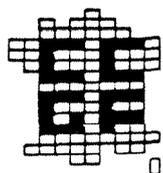
sera-t-il des séquences de dépôts, de leur nombre, de leur âge et de celui de leurs cortèges sédimentaires ? La publication prochaine de ce nouveau document pourrait réduire sérieusement le domaine de validité du "modèle 87" et de tous les travaux qui s'y réfèrent et qui sont malheureusement inclus dans le Chapitre Crétacé supérieur de la Synthèse Pyrénées.

Remerciements

Je remercie C. Cavelier, Rédacteur en Chef de la revue *Géologie de la France*, de m'avoir accordé ce droit de réponse.

Références

- BILOTTE M. (1994). – Faunes d'ammonites et interprétation des successions sédimentaires du Campanien-Maastrichtien sous-pyrénéen (Ariège, Haute-Garonne). Réfutation d'un modèle fondé sur des âges numériques hypothétiques. *Géologie de la France*, n° 3, pp. 71-80.
- GRADSTEIN F.M., AGTERBERG F.P., OGG J.G., HARDENBOL J., VAN VEEN P., THIERRY J., HUANG Z. (1994). – A Mesozoic time scale. *J. Geophys. Research*, **99**, (B12), pp. 24,051-24,074.
- OBRADOVICH J.D. (1993). – A Cretaceous time scale, in Caldwell W.G.E. (ed) Evolution of the Western Interior Basin. *Geol. Ass. Canada, spec. paper*, **39**, pp. 379-396.
- RAMIERE DE FORTANIER E. (1933). – Les terrains crétacés entre Foix et Bélesta. Etude stratigraphique et tectonique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **64**, pp. 369-468.
- VILLATTE J. (1953). – Etude de la faune campanienne saumâtre de Belesta (Ariège). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **87**, p. 315-339.



COMITÉ DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE



PROGRAMME NATIONAL : CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

En 1994 et 1995, 44 coupures ont été imprimées, portant le nombre total de coupures de première édition, mises à la disposition du public à 948, sur les 1128 que compte la France métropolitaine. Le taux de couverture disponible est donc de 84 %. A ces chiffres, il faut ajouter 45 coupures de première édition dont les maquettes sont achevées et qui sont en cours d'examen, soit en attente de compléments, ou en cours de fabrication. Le taux de couverture ainsi réalisé est de 88 %.

CARTES ACCEPTÉES AU CCGF EN 1994

N°	Libellé	Auteurs cartes	Auteurs notices	Date acceptation
262	Arcis-sur-Aube	B. Pomerol	B. Pomerol avec la collaboration de C. Monciardini, R.N. Mortimore, M. Bournerias	17.03.1994
382	Concarneau	F. Béchenec, P. Guennoc, Y. Delanoë, P. Lebret, B. Hallégouët, Y. Le Meur	F. Béchenec, P. Guennoc, P. Lebret, B. Hallégouët, J. Le Meur, A. Carn, D. Thiéblemont, J.L. Monnier, H. Morzadec, P.R. Giot	8.12.1994
687	Rochechouart	P. Chèvremont, J.P. Floc'h	P. Chèvremont, J.P. Floc'h, F. Ménillet, J.M. Stussi, R. Delbos, B. Sauret, J.L. Blès, C. Courbe, D. Vuailat, C. Gravelat avec la collaboration de B. Lemièrre, P. Dominique, A.M. Hottin	28.06.1994
829	Duras	J.P. Platel, G. Karnay	J.P. Platel avec la collaboration de F. Charnet, M. Lenoir	28.06.1994
901	Nérac	G. Karnay	G.Karnay, A.Turq	17.03.1994
934	Réquista	J. Guérange-Lozes, J.P. Burg, C. Vinchon, B. Defaut, B. Alabouvette	J. Guérange-Lozes, J.P. Burg, C. Vinchon, B. Alabouvette, D. Defaut, J.G. Astruc, J. Galharague, A. Leyreloup, A.G. Michard, C. Perrin, C. Servelle	17.03.1994
959	Réalmont	M. Mouline, B. Delsamut, J. Guérange-Lozes avec la collaboration de G. Senges, B. Guérange, C. Grignac	J. Guérange-Lozes, B. Guérange, M. Mouline, G. Senges, B. Delsamut avec la collaboration de C. Alsac, B. Cabanis, J. Corpel, N. Debeglia-Marchand, N. Lenôtre, J.C. Soulet, J. Galharague, A. David, C. Servelle	17.03.1994
987	Lacaune	M. Demange, B. Guérange, J. Guérange-Lozes	M. Demange, J. Guérange-Lozes, B. Guérange avec la collab. de J.G. Astruc, J.L. Teissier, M. Maldinier, J. Galharague, A.G. Michard, C. Servelle	17.03.1994
1071	Campan	Y. Ternet, S. Dallas, F. Debon, E.J. Debroas, J.M. François, P. Pouget	Y. Ternet, P. Barrère, E.J. Debroas	17.03.1994
877	Tonneins	J.P. Capdeville	J.P. Capdeville, A. Turq, A. Dautant, A. Reginato	08.12.1994

**CARTES ACCEPTEES AU
COMITE DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE LA FRANCE EN 1995**

N°	Libellé	Auteurs cartes	Auteurs notices	Date acceptation
117	Carentan	S. Baize, J. Aubry, J.P. Coutard, B. Laignel, J.P. Lautridou, J.C. Ouzouf, C. Pareyn, F. Zwingelberg	S. Baize, J.P. Camuzard, B. Laignel, C. Pareyn	19.09.1995
494	La Charité-sur-Loire	J.C. Menot, L. Clozier, S. Debrand-Passard, G. Lablanche, Y.M. Le Nindre, J.F. Ingargiola, B. Roy	J.C. Menot, S. Debrand-Passard, L. Clozier, Y. Gros, J. Cornet, Y. Pautrat	26.06.1995
246	Dol-de-Bretagne	S. Bogdanoff, C. Jourdan, R.L. Lafond	S. Bogdanoff, M. Julien, coll. R.L. Lafond, M. Vaginay	16.10.1995
1086	Aulus-les-Bains	M. Colchen, Y. Ternet, E.J. Debroas, A. Dommanget, G. Gleizes, B. Guérangé, L. Roux	Y. Ternet, M. Colchen, E.J. Debroas, B. Azambre, F. Debon, J.L. Bouchez, G. Gleizes, D. Leblanc, M. Bakalovicz, J. Jauzion, A. Mangin, J.C. Soulé,	10.10.1995
782	Mussidan	J.P. Platel, J. Dubreuilh	J.P. Platel, coll. J. Dubreuilh, F. Charnet, M. Marsac, A. Turq, C. Girardy-Caillat	06.10.1995
312	Rostrenen	P. Bos, J.P. Clément, C. Castaing, D. Cassard, P. Martin, coll. J.A. Barrat	P. Bos, C. Castaing, J.P. Clément, J. Chantraine, F. Lemeille, coll. M. Billa, A. Carn, J.L. Bonjour, H. Morzadec	11.12.1995
354	La Guerche-de-Bretagne	F. Trautmann, J.P. Clément	F. Trautmann, A. Carn	11.12.1995
496	Corbigny	J. Delfour, B. Alabouvette	J. Delfour, B. Alabouvette, J. Cornet	11.12.1995
573	Charenton-du-Cher	D. Obert, J.P. Gely, A. Toury	D. Obert, J.P. Gely, V. Mathis, M. Normand, A. Trouiller, P. Freytet	11.12.1995
978	Hagetmau	J.P. Capdeville	J.P. Capdeville, coll. A. Turq	11.12.1995
1078	Tuchan	G. Berger, G. Bessière, M. Bilotte, P. Viillard et collaborateurs	G. Berger, B. Alabouvette, G. Bessière, M. Bilotte, B. Crochet, M. Dubar, J.P. Marchal, Y. Tambareau, J. Villatte, C. Vautrelle, P. Viillard	11.12.1995
1004	Arthez-de-Béarn	J. Dubreuilh, G. Karnay	G. Karnay	11.12.1995
143	Saint-Lô	L. Dupret, E. Dissler, J. Poncet, coll. J.P. Coutard, J.P. Lautridou, G. Clouet	L. Dupret, E. Dissler, J. Poncet, J.P. Coutard, coll. M. Freslon, J.P. Camuzard, B. Hérard	11.12.1995
460	Romorantin	R. Fleury	R. Fleury	11.12.1995
637	Civray	P. Hantzpergue, J. Ducloux, J.M. Joubert	P. Hantzpergue, P. Branger, J. Ducloux, Y. Lemordant, J.M. Joubert, J.F. Tournepiche	11.12.1995

CARTES MISES EN VENTE EN 1994-1995

1994	1995
639 Bellac	1111 Cervione
1037 Carcassonne	236 Plouarzel - Ile d'Ouessant
175 Condé-sur-Noireau	872 Aiguille de Chambeyron
679 Cluses	492 Saint-Martin d'Auxigny
833 Gramat	776-800 Lanslebourg - Mont d'Ambin
415 Ile de Groix (1/25 000)	1110 Corte
353 Janzé	863 Le Bleymard
1017 Le Grau-du-Roi	1107 Vescovato
Marie-Galante (Guadeloupe)	177 Vimoutiers
1124 Porto-Vecchio	1024-1025 Fréjus - Cannes
1090 Rivesaltes	216 Dreux
489 Saint-Aignan	805 Sainte-Foy-la-Grande
1013 Saint-Pons	837 Nasbinals
1083 Vielle-Aure	1103 Saint-Florent
491 Vierzon	572 Saint-Amand-Montrond
	767 Craponne-sur-Arzon
	133 Mourmelon-le-Grand
	793 Saint-Agrève

BON DE COMMANDE — 1996 — ORDER FORM

VEUILLEZ ENREGISTRER MON ABONNEMENT A :

PLEASE ENTER MY SUBSCRIPTION TO :

GEOLOGIE DE LA FRANCE

FRANCE : 650 FF — ETRANGER : 700 FF

FRANCE : 650 FF — REST OF THE WORLD : 700 FF

NOM / NAME
 ADRESSE / ADDRESS
 PAYS / COUNTRY

VEUILLEZ M'ENVOYER UNE FACTURE PRO FORMA

PLEASE SEND ME A PRO FORMA INVOICE

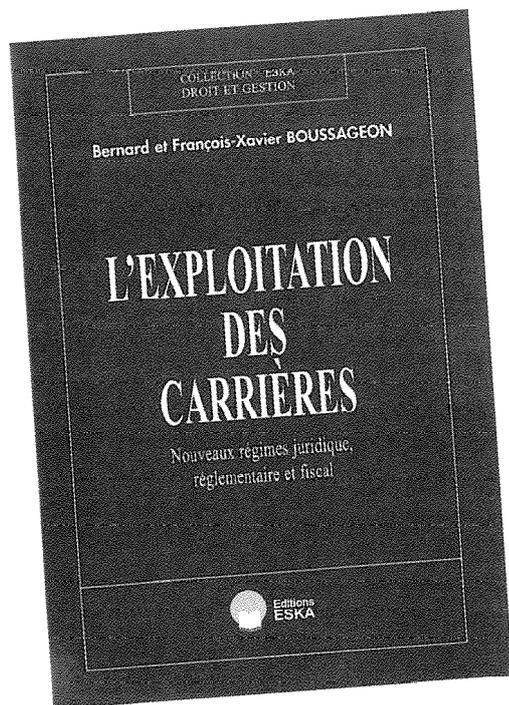
PAIEMENT PAR CHÈQUE BANCAIRE JOINT A L'ORDRE DU BRGM

CHEQUE ENCLOSED (PAYABLE TO BRGM)

A RETOURNER A / RETURN THIS FORM TO :

EDITIONS BRGM - 3, avenue Claude Guillemin, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2

VIENT DE PARAÎTRE AUX ÉDITIONS ESKA



**L'EXPLOITATION
DES
CARRIÈRES**

**Nouveaux régimes juridique,
réglementaire et fiscal**

B. et F.-X. BOUSSAGEON

*Nouvelle édition
Mise à jour 1995*

ISBN 2-86911-344-7 – Format : 16 x 24 cm
192 pages – Prix : 390 F.

La loi n° 93.3 du 4 janvier 1993 relative aux carrières a profondément modifié le régime légal et réglementaire de leur exploitation jusqu'alors régie par le Code Minier en les assujettissant à la législation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement et, par voie de conséquence, en les soumettant désormais à la tutelle du ministère de l'Environnement.

Cette importante réforme, entrée en vigueur le 12 juin 1994 par la publication des principaux décrets d'application de la loi de 1993, a rendu indispensable la rédaction de cet ouvrage. Le lecteur y trouvera l'analyse des nouvelles dispositions et plus particulièrement de celles relatives aux procédures et aux conditions d'obtention des autorisations d'exploiter ainsi qu'aux règles désormais applicables en cours et en fin d'exploitation.

Le livre consacre également d'amples développements aux différentes formes juridiques de l'exploitation des carrières, aux problèmes touchant aux diverses responsabilités qu'elle met en jeu et à leur expropriation. Ressortissant du droit privé, ces matières n'ont pas été affectées par la loi de 1993 mais les auteurs étudient les textes applicables à la lumière des plus récentes interprétations de la jurisprudence. Il en est de même pour les règles fiscales à ce domaine d'activité.



BON DE COMMANDE

à retourner aux ÉDITIONS ESKA – 27, rue Dunois – 75013 Paris – Tél. : (1) 44.06.80.40 – Fax : (1) 44.24.06.94

Je désire recevoir exemplaires de l'ouvrage « **L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES** »
de Bernard et François-Xavier BOUSSAGEON, au prix de 390 FF (+ 23 FF de port), soit 413 FF x = FF.

NOM Prénom.....

Adresse

Code Postal Ville

Je joins mon règlement par :

Chèque bancaire à l'ordre des Editions Eska

Virement postal aux Editions Eska – CCP Paris 1667-494-Z

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.

Derrin J.P., Girault F., Rouzeau O., Scaevic 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

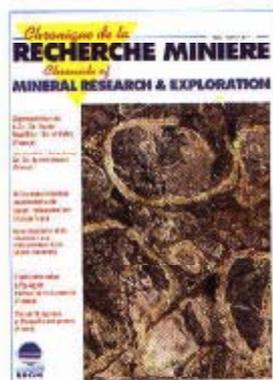
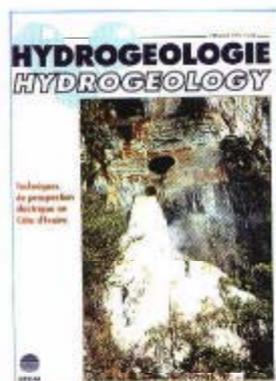
These contributions should not exceed 5 printed pages in length, including the text, references and illustrations. The recommendations are identical to those for scientific papers, except that the abstracts in French and in English should be of the same length and should not exceed 1,500 characters and 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. Dédiée 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, cas 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 lié à 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 sub-surface 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 1996 :

Abonnement par revue :

Abonnement aux 3 revues, 12 numéros

France : 650 F

Étranger : 700 F

France : 1 800 F

Étranger : 1 900 F

Chèque à établir à l'ordre de : Éditions BRGM, 3 avenue Claude Guillemin, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2

ISSN 0246-0874 © Éditions DRCM - BP 6009
45060 Orléans Cedex 2 - France
Directeur de la publication : Gérard Sustrac
Commission paritaire : N° 624 ADEP
Dépôt légal : 4^e trimestre 1995
Imprimerie P. Oudin, Poitiers, France.



9 780246 087409