

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*

Michel BILOTTE ⁽¹⁾

*Ammonite faunas and interpretation of the Sub-Pyrenean Campanian-Maastrichtian sedimentary successions (Ariège, Haute-Garonne).
Refutation of a Model based on hypothetical numerical ages*

Géologie de la France, n° 3, 1994, pp. 71-80, 3 fig.

Mots-clés : Faune ammonite, Biostratigraphie, Campanien, Maastrichtien, Chronostratigraphie, (datation graduelle), Ariège, Haute-Garonne (Zone sous-pyrénéenne).

Key words: Ammonoids, Biostratigraphy, Campanian, Maastrichtian, Chronostratigraphy (Grade datation), Ariège, Haute-Garonne (Sub-pyrenean zone).

Résumé

Dans les séries sédimentaires du Campanien - Maastrichtien sous-pyrénéen, les faunes d'ammonites sont toujours rares et elles se situent à différents niveaux de la colonne lithologique sans jamais constituer de "niveau de condensation".

La comparaison entre les attributions chronostratigraphiques de ces faunes et les âges numériques dérivés de l'hypothèse de datation biograduelle ("grade-datation") sur la lignée de *Rosita fornicata*, fait apparaître des différences considérables allant de 1 à 6 Ma.

Une telle constatation montre que 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 cor-

respondante de l'actuel tableau des cycles eustatiques de B.U. Haq et al. (1987), n'est pas recevable.

S'appuyant sur les résultats de cette démarche, un "modèle" de stratigraphie séquentielle du bassin d'avant-pays sous-pyrénéen récemment présenté (Deramond et al., 1993), est inconciliable avec les données paléontologiques et les observations régionales déjà publiées et précisées ci-après.

English abridged version

Introduction

From the Dreuilhe anticline in the east to the Dômes area of the "Petites Pyrénées" in the west, the Late Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) successions have yielded faunas and floras at different levels in the sedimentary pile, and more particularly in the transi-

tion series between the fine-grained basin sediments (Plagne Marls, Saint-Martory Marls and Saint-Loup Marls, from east to west) and the, in places detrital, shelf carbonates (Labarre Sandstone, Nankin 1 and Nankin 2 limestones, Gensac Marly-Limestone, Larcen-Nizan Limestone, from east to west). These faunas and floras have been used (1) to demonstrate the diachronism of the Sub-Pyrenean foreland basin infill (Ricateau and Villemin, 1973; Ségura, 1979; Lepicard, 1985; Bilotte, 1985; Kennedy et al., 1986; Martinet et al., 1990), and (2) as a chronostratigraphic framework for reconstructing the depositional sequences (Bilotte and Ségura, 1991; Bilotte, 1990, 1991).

Recently, these data have been generally refuted and another model proposed (Deramond et al., 1993) that is based essentially on a method of dating

* Manuscrit reçu le 3 février 1994, accepté définitivement le 30 juin 1994.

(1) URA 1405, Stratigraphie séquentielle et Micropaléontologie, Université Paul-Sabatier, 39 allées Jules-Guesde, 31062 Toulouse cedex.

through extrapolating the evolution rate of *Rosita fornicata* (Fondécave-Wallez, 1988). Comparison of the datings derived from the biostratigraphic method and those derived from the "grade-dating" method show sometimes considerable differences which appear responsible for "the identification of slope fan gravity deposits, sandy-bioclastic lowstand prograding wedges, carbonate transgressive systems tracts and ammonoid bearing condensed sections" (Deramond et al., 1993).

After recalling a few fundamental facts, the present article emphasizes certain observations that contradict these assertions.

The Sub-Pyrenean Campanian-Maastrichtian ammonite faunas do not come from condensation zones.

Ammonites are, on the whole, rare in the Campanian-Maastrichtian successions. East of the Garonne they have been found in a suite of regressive sequences, 20-30 m thick, which mark a more or less rapid transition between the Plagne Marls and the Labarre Sandstone or Nankin 1 Limestone (fig. 3A). From the sides of the Garonne valley west to the Dômes area of the "Petites Pyrénées", they are rare and sparse in the Saint-Martory-Marls and more common, but nevertheless dispersed, in the Saint-Loup Marls. A list of finds, including historical data, is as follows (fig. 1):

– Dreuilhe anticline: two imprints of *Hoplitoplacenticeras* (H.) *marroti* (Coquand, 1859).

– Richou-Montfa anticline: ten moulds, in different lithologies, from which five species have been identified (fig. 1) (Kennedy and Bilotte, 1994), including the first European record of *Didymoceras stevensoni* (Whitfield, 1877), an index fossil of the Upper Campanian Zone in the Western Interior (USA).

– Plagne anticline: five different localities (fig. 1) have each yielded 1-2 examples of *Baculites leopoliensis* Nowak, 1908 (8 in all); one of these sites, Crabé, has also yielded a mould of *Sphenodiscus ubaghsi* de Grossouvre,

1894, but about 15 m below the level from which the *Baculites leopoliensis* was collected.

– *Hinge of the Plagne and Saint-Marcet anticlines*: on side of the Garonne valley (fig. 1) the Saint-Martory Marls, in their lateral equivalent of the Nankin 1 Limestone, have yielded three ammonites - *Pseudokossmaticeras tercense* (Seunes, 1891) and *Hoploscaphites pumilis* Stephenson, 1941, near Roquefort-sur-Garonne; a second *H. pumilis*, below Le Paillon.

– *Larcan and Dômes area*: different levels of the Saint-Loup Marls and Gensac Marly Limestone (fig. 1) have yielded *Hoploscaphites constrictus* (Sowerby, 1817); locally, in the Saint-Loup quarry, this species is associated with *Eubaculites carinatus* (Morton, 1834) and, 30 m above, with *H. constrictus crassus* Lopuski, 1914, and *Baculites vertebralis* Lamark, 1801 (Kennedy et al., 1986).

Chronostratigraphic constraints

The ammonite faunas are particularly interesting due to (1) the mixture of European and North American species, which include zone index species, and (2) the absolute datings, on bentonites, attributed to certain North American marker horizons (Obradovich, 1988 and in press; MacArthur et al., 1994, Table 3). On the basis of the North American data combined with the chronostratigraphic values accorded to certain European Ammonite zones, the Sub-Pyrenean faunas that have been collected fall within the following chronostratigraphic context (fig. 2):

– *Hoplitoplacenticeras* (H.) *marroti*: collected from the top of the Plagne Marls in the Dreuilhe anticline, this species indexes the lower part of the late Campanian in Europe and is generally placed around 77-78 Ma.

Didymoceras stevensoni: collected from the top of the Plagne Marls in the Montfa anticline, this species indexes a zone falling between the Jenneyi Zone (74.8 ± 0.5 Ma) and the Nebrascence Zone (75.9 ± 0.7 Ma) of the Western Interior (USA). It has been attributed an

age of about 75.3 Ma (MacArthur et al., 1994, Table 3).

– *Baculites leopoliensis*: originating from the top of the Plagne Marls in the Plagne anticline, this taxon is commonly associated in Aquitaine (Hancock and Kennedy, 1993) with *Pseudokossmaticeras tercense* and *Nostoceras* (N.) *hyatti*, its upper range limit would be equivalent to that of *Hoploscaphites pumilis*.

– *Hoploscaphites pumilis*: collected from the Saint-Martory Marls at Roquefort and Le Paillon (fig. 1), this species belongs to the Jensen Zone of the Western Interior (USA) (= zone with *Nostoceras hyatti* in Northern Europe; Kennedy and Cobban, 1993) the top of which is bracketed by radiometric determinations that enable its age to be estimated at around 71.3 Ma (Kennedy et al., 1992a).

– *Hoploscaphites constrictus*: this strictly Maastrichtian species is relatively common in the Saint-Loup Marls and Gensac Marly-Limestone. Within the belemnite zoning of the Late Cretaceous in Central Europe, it ranges from the Lanceolata Zone to the Casimirovensis Zone (71.3 to 65.4 Ma); its association with *Eubaculites carinatus* indicates at least the upper part of the Junior Zone (Klinger and Kennedy, 1933); its association with *H. crassus* and *Baculites vertebralis* indicates the Casimirovensis Zone (Kennedy et al., 1986; Kennedy, 1993), i.e. ranging within the Late Maastrichtian between 68 and 65.4 Ma.

Comparison of the biostratigraphic and "Grade-dating" data

Between the Dreuilhe anticline in the east and the Plagne anticline in the west, four ammonite faunas have been collected either from the transition between the Plagne Marls and the Labarre Sandstone, then the Nankin 1 Limestone, or from the lateral equivalent of the Nankin 1 Limestone (fig. 1, 3). The faunas - *H. (H.) marroti*, *D. stevensoni*, *B. leopoliensis/H. pumilis* - show that, in the Sub-Pyrenean basin, progradation of the littoral terrigenous systems began in the east, around 77-78 Ma, with the Labarre Sandstone and ended in the south of the Garonne valley, around 71 Ma, with the Nankin 1 Limestone

(fig. 3A). The more carbonate series - Nankin 2 Limestone, Larcan-Nizan Limestone - complete the system, west of the Garonne valley, between 71.3 and 65.4 Ma.

These dates do not agree with those provided by "grade-datings (fig. 3B), particularly those attributed to the Labarre Sandstone and Plagne Marls boundary which is uniformly situated around 71 Ma.

"Grade-datings" and the depositional sequences

In the tectono-sedimentary evolution model of the Sub-Pyrenean basin proposed by J. Deramond et al. (1993), the sedimentary progression is not defined in relation to the geometry of the deposits nor to their sedimentological features, but was deduced from correlations with the table of eustatic cycles compiled by B.U. Haq et al. (1987) using data provided by "grade-dating". The arguments that have been developed above raise doubts as to the validity of these ages and reveal the artificial character of the resultant third-order depositional sequences.

Conclusion

Sub-Pyrenean Campanian-Maastrichtian ammonite faunas are rare, but in none of their localities do they form a condensation zone (F1, F2, F3 in Deramond et al., 1993).

The faunas are contained within a radiochronological bracket which is accompanied by constraints that are difficult to circumvent.

The differences of 1 to 6 Ma that one notes between the estimated ages and those that are derived more or less directly from palaeontological data raise doubts on the reliability of the "grade-dating" method.

Based on numerical values alone, through correlation with the table of eustatic cycles drawn up by Haq et al. (1987), the third order depositional sequences in the model proposed by J. Deramond et al. (1993) are open to immense criticism.

Introduction

De l'anticlinal de Dreuilhe, à l'est, aux Dômes annexes des Petites Pyrénées, à l'ouest, les séries du Crétacé terminal (Campanien-Maastrichtien) ont livré à différents niveaux de la pile sédimentaire, des faunes d'ammonites et des microfaunes qui ont été utilisées : (1) pour évaluer la durée du diachronisme du comblement dans le bassin d'avant-pays sous-pyrénéen (Ségura, 1979, Bilotte, 1985, Lepicard, 1985, Kennedy et al., 1986, Martinet et al., 1990) ; (2) comme cadre chronostratigraphique à la reconstitution de séquences de dépôts (Bilotte et Ségura, 1991, Bilotte, 1990, 1991).

Récemment, il a été proposé pour la même région, un autre schéma séquentiel (Deramond et al., 1993), à partir d'un cadre chronologique fondé sur une méthode de datation par extrapolation du taux d'évolution ("grade-dating") appliquée à la lignée *Rosita fornicata* (Fondecave-Wallez, 1988). Selon ces auteurs "This sequential organization differs from the previously published interpretation (Bilotte et Ségura, 1991) because of the identification of slope fan gravity deposits, sandy-bioclastic lowstand prograding wedges, carbonate transgressive systems tracts and ammonoid bearing condensed sections".

Après un rappel de quelques faits fondamentaux, le présent travail insiste sur des observations qui contredisent ces affirmations.

Les faunes d'ammonites sous-pyrénéennes ne proviennent pas de niveaux de condensations

M. Bilotte (1985, 1990) et W.I. Kennedy et al. (1986), ont décrit, de l'anticlinal de Dreuilhe, à l'est, aux Dômes annexes des Petites Pyrénées, à l'ouest, des faunes d'ammonites dont les gisements ont été présentés, à tort peut-être, comme des biohorizons (Bilotte, 1990, 1991). Même s'il n'est pas fait référence à ces travaux, il apparaît clairement que ce sont ces mêmes "biohorizons", avec le même contenu faunistique, qui sont devenus les "ammonoid-bearing condensed

sections" de J. Deramond et al. (1993). Sachant l'importance que revêtent les niveaux de condensation dans la reconstitution des séquences de dépôt (Loutit et al., 1988), une mise au point, sur la localisation précise (géographique et stratigraphique) et l'importance quantitative des récoltes, s'imposent donc afin de démontrer que ces biohorizons ne correspondent pas à des niveaux de condensation.

Anticlinal de Dreuilhe (fig. 1)

A la terminaison orientale de l'anticlinal de Dreuilhe et sur son flanc nord, le sondage Dreuilhe 5 (Dr. 5) situe la base des Marnes de Plagne à -1 742 m. Dans l'axe du pli, au nord de Ressec et le long de la D. 520, le sommet de cette série marine apparaît en boutonnière sous le Grès de Labarre sus-jacent (cet affleurement de dimensions réduites n'est pas mentionné par la feuille de Lavelanet (1984)).

Sur 20 m environ s'observent des dépôts marno-silteux et grés-carbonatés, bioturbés, riches en débris ligniteux et nodules ferrugineux. Leur caractère marin est confirmé par la fréquence des restes organiques - gastéropodes, lamelibranches, coelentérés, ostracodes, microfaunes - *Gavelinella*, *Vaginula*, ... qui peuvent être recueillis à différents niveaux de la série. C'est de ce gisement (collection du Dr. Hollande) que proviennent deux empreintes de *Hoplitoplacenticeras (H.) marroti* (Coquand, 1859) = *H. vari* (Schluter 1872), ammonite de zone du Campanien supérieur européen (Bilotte, 1984, pl. 37, fig. 2-3 ; 1985, fig. 69, p. 257 ; 1990, fig. 23, p. 64-65 ; Bilotte et al., 1988, p. 21).

Anticlinal du Mas d'Azil - Roquefort (fig.1)

Dans cette structure qui s'allonge d'est en ouest sur près de 35 km, des conditions d'affleurements défavorables ne permettent que rarement d'observer le contact entre les Marnes de Plagne et le Grès de Labarre sus-jacent. A ce jour, aucune faune d'ammonite n'y a été citée.

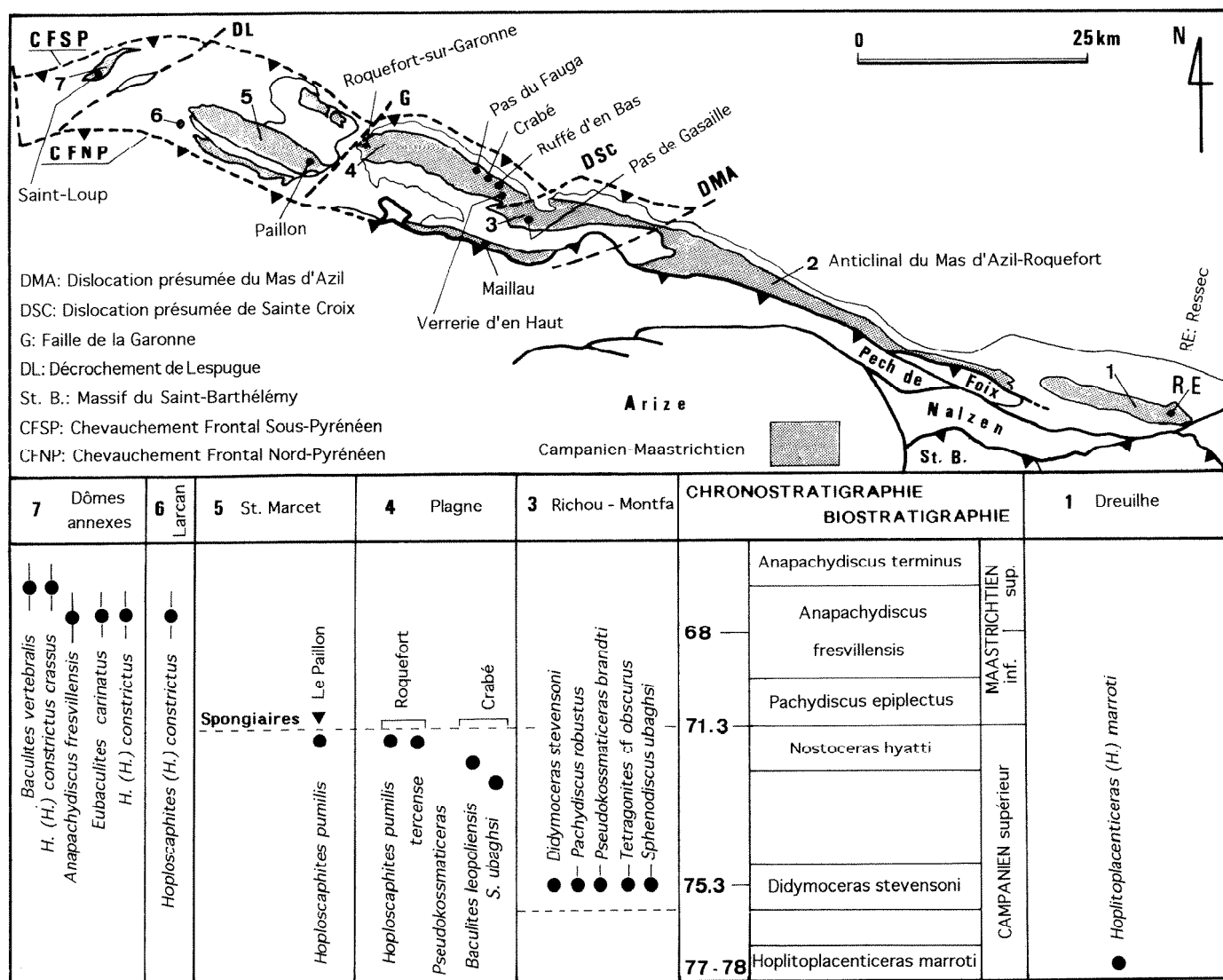


Fig. 1. - Localisation géographique, biostratigraphique et chronostratigraphique des faunes d'ammonites de la zone sous-pyrénéenne centrale.

Fig. 1. - Geographical, biostratigraphical and chronostratigraphical location of the Ammonite faunas in the sub-pyrenean central zone.

Anticlinal de Richou-Montfa (fig. 1)

Dans l'anticlinal de Richou-Montfa, la transition entre les Marnes de Plagne et le Grès de Labarre sus-jacent se réalise sur 30 m environ par l'intermédiaire d'une succession de séquences régressives - marnes silteuses et micacées / marno-calcaires silteux / calcaires finement gréseux. Les dix ammonites récoltées à ce jour près de la localité de Pas de Gasaille (collections de Grossouvre, 1 exemplaire ; Pouech, 6 ex. ; Univ. Paul-Sabatier, 2 ex. ; Ségura, 1 ex. ; Bilotte, 1 ex.) sont de conservations et de supports lithologiques différents : grès micacés bleus, grès limoniteux ocre, calcaires silteux bruns. Cette faune provient donc de **différents niveaux** de la série sédimentaire.

Sa révision paléontologique (Kennedy et Bilotte, 1994) a, en particulier, permis de mettre en évidence la première découverte européenne de *Didymoceras stevensoni* (Whitfield, 1877), espèce indice de zone du Campanien supérieur des Western Interior (USA) (Kennedy et Cobban, 1993) (fig. 2).

Anticlinal de Plagne (fig. 1)

Dans l'anticlinal de Plagne s'observe le passage vertical et progressif des Marnes de Plagne à une série mixte, terri-gène et carbonatée, désignée comme Calcaire nankin 1 (Bilotte, 1991). Ce passage se réalise sur 20 à 30 m d'épaisseur, dans une suite de séquences régressives grano- et stratocroissantes qui anticipent l'évolution du Calcaire nankin

1 sus-jacent (séquence d'Ausseing, Bilotte, 1991). Cet intervalle, interprété comme une série de transition entre la plate-forme et le système littoral (Ségura, 1979), s'est révélé fossilifère - ammonites, inocérames, ... A ce jour, cinq localités, distantes de 500 m à 8 km (fig. 1), ont livré les faunes suivantes :

- Flanc nord de l'anticlinal de Plagne

* Le Pas du Fauga : 2 ex. de *Baculites leopoliensis* Nowak 1908.

* Crabé : 1 ex. de *Baculites leopoliensis* et, environ **15 m en dessous**, 1 ex. de *Sphenodiscus ubaghshi* de Grossouvre 1894.

* Ruffé d'en Bas : 2 ex. de *Baculites leopoliensis*.

Eubaculites carinatus (Morton, 1834) *non lyelli* (d'Orbigny, 1847) (Klinger et Kennedy, 1992) ; la supérieure - 30 m au dessus - se complète de *Hoploscaphites constrictus crassus* Lopuski, 1911 et de *Baculites vertebralis* Lamarck, 1801. *Anapachydiscus fresvil-lensis* (Seunes, 1890) est aussi présente dans ce gisement, mais la position exacte de sa récolte n'est pas connue.

Dans d'autres affleurements, des éléments de ces faunes existent à différents niveaux des Marnes de Saint-Loup, ainsi que dans leur équivalent partiel et plus proximal que sont les Marno-calcaires jaunes de Gensac. Par exemple, *Hoploscaphites constrictus* a été récolté dans les séquences de comblement de cette dernière unité lithologique, aussi bien à Tuc-Millas (Gramont, 1958), qu'à Larcac (Lepicard, 1985, fig. 92, p. 190).

Les unités lithologiques Marnes de Saint-Loup - Marno-calcaires de Gensac livrent, à différents niveaux des 100 m affleurants de la série, des faunes d'ammonites dont *Hoploscaphites constrictus* est la composante la plus fréquente, mais aucun niveau de condensation F3 ne peut y être identifié (fig. 14 in Deramond *et al.*, 1993) (fig. 2).

Conclusion

Il ressort clairement de cette analyse que les faunes d'ammonites sous-pyrénéennes sont, rares dans les séries orientales littorales du Campanien supérieur, un peu plus abondantes dans les séries occidentales, plus ouvertes, du Maastrichtien, mais que, dans aucun cas, elles ne constituent des niveaux de condensations.

Contraintes chronostratigraphiques

De l'anticlinal de Dreuilhe, à l'est, aux Dômes annexes, à l'ouest, les faunes d'ammonites sous-pyrénéennes s'étagent du Campanien supérieur au Maastrichtien supérieur. Elles se singularisent par un mélange d'espèces européennes et nord-américaines, ces dernières particulièrement intéressantes en raison des datations absolues, obtenues sur bentonites, attribuées à certaines zones (Obradovich, 1988 et sous-*presse*, MacArthur *et al.*, 1994).

A partir de cette base et de la valeur chronostratigraphique habituellement accordée à certaines zones d'ammonites européennes, les faunes sous-pyrénéennes citées s'intègrent dans le cadre chronostratigraphique suivant (fig. 2).

Hoplitoplacenticerus marroti

En Europe, cette espèce est l'indice de zone de la partie inférieure du Campanien supérieur (de Grossouvre, 1901). D'après les principales échelles chronologiques (Odin et Kennedy, 1982, Kent et Gradstein, 1985, Odin et Odin, 1990,...) la limite Campanien inférieur/supérieur se situerait aux alentours de 77,5-78 Ma. J.M. Hancock (1991) situe l'extension de l'espèce *marroti* (= *vari*) en partie sur les zones à *Baculites reduncus* et *Baculites scotti* de la zonation des Western Interior (fig. 2). Par extrapolation des âges radiométriques attribués aux faunes les plus proches (Obradovich, sous-*presse*), on obtient, là encore, un âge voisin de 77 Ma.

Didymoceras stevensoni

Cette espèce est un indice de zone du Campanien supérieur nord-américain (Kennedy *et al.*, 1992). Elle est comprise entre la zone à *Jenneyi* datée à $74,8 \pm 0,5$ Ma, et la zone à *Nebrascence*, datée à $75,9 \pm 0,7$ Ma. (Odin et Obradovich, 1982, Obradovich, sous-*presse*) (fig. 2) Une estimation à 0,5-0,6 Ma de la durée moyenne d'une zone dans cette partie de la zonation des Western Interior, permet d'attribuer à *D. stevensoni* un âge voisin de 75,3 Ma (MacArthur *et al.*, 1994, tab. 3).

Hoploscaphites pumilis

Cette espèce est associée dans ses gisements nord-américains à *Nostoceras (N.) hyatti* Stephenson, 1941, au sein d'une zone à *Baculites jenseni* (Kennedy et Cobban, 1993), dont le sommet est encadré par des âges radiométriques permettant une estimation probable proche de 71,3 Ma, âge récemment avancé pour la limite Campanien - Maastrichtien (Kennedy *et al.*, 1992a) (fig. 2).

Baculites leopoliensis

Selon Hancock et Kennedy (1993), ce taxon est communément associé, en

Aquitaine par exemple (Tercis), à *Pseudokosmaticeras tercense* et *Nostoceras (N.) hyatti*. Il n'est pas connu dans les associations sus-jacentes à *Hoploscaphites constrictus*. Sa limite d'extension supérieure serait donc comparable à celle de *Hoploscaphites pumilis* (fig. 2).

Hoploscaphites constrictus

C'est une espèce strictement maastrichtienne. Dans la zonation par belemnites du Crétacé supérieur de l'Europe centrale, elle s'étend de la zone à *Lanceolata* (base du Maastrichtien) à la zone à *Casimirovensis* (sommet du Maastrichtien) (Kennedy, 1986, Birkelund, 1993).

Son association avec *Eubaculites carinatus* pourrait indiquer, au moins, la partie supérieure de la zone à Junior (partie inférieure du Maastrichtien supérieur) (Kennedy *et al.*, 1986 ; Klinger et Kennedy, 1993) (fig. 2).

Son association avec sa variété *crassus* et *Baculites vertebralis* indique sans ambiguïté l'appartenance à la zone à *Casimirovensis* (partie supérieure du Maastrichtien supérieur) (Kennedy *et al.*, 1986 ; Kennedy, 1993 ; Birkelund, 1993) (fig. 2).

Dans les principales échelles chronologiques, cette partie supérieure du Maastrichtien est habituellement comprise entre 68,0 et 65,4 Ma.

Conclusion

Les associations d'ammonites du Sénonien supérieur sous-pyrénéen sont, pour la première fois, positionnées par rapport à un cadre radiochronologique (fig. 2), qui, bien qu'encore imparfait, s'accompagne de contraintes difficilement contournables.

Comparaison des données chronostratigraphiques de la biostratigraphie et de la "grade-datation"

Le cadre chronologique qui vient d'être établi (fig. 2) permet de confronter les âges numériques proposés à partir des faunes d'ammonites, à ceux attribués par la démarche de la "grade-datation"

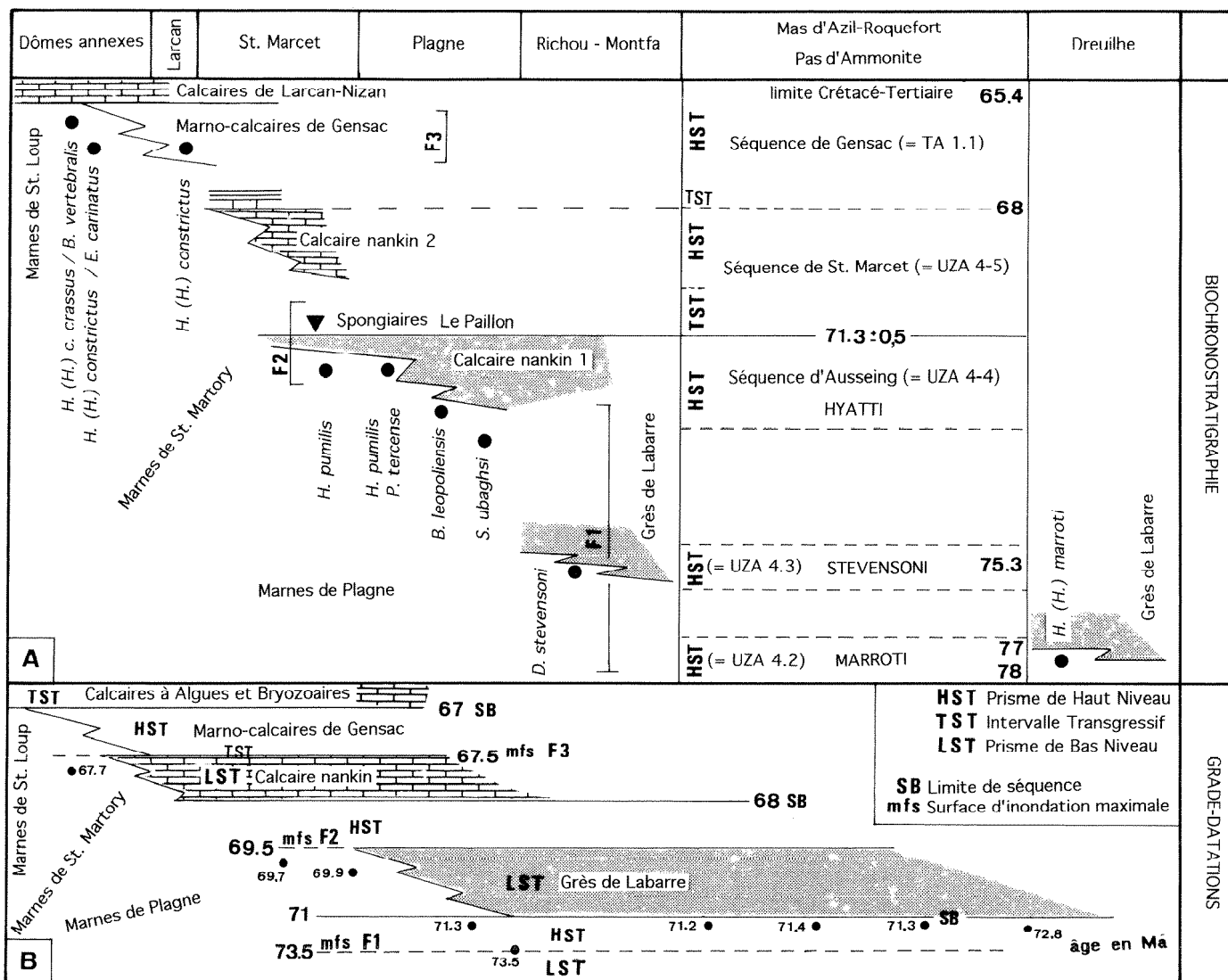


Fig. 3. – Organisation des séquences de dépôt et des cortèges sédimentaires du Campanien-Maastrichtien dans le bassin d'avant-pays sous-pyrénéen; A : d'après les données de la biostratigraphie (Bilotte, 1991, Bilotte et Ségura, 1991, complété vers l'Est). F1, F2 et F3, visualisent, dans ce modèle, l'extension des prétendus niveaux de condensation de J. Deramond *et al.* (1993) ; B : d'après les données de la "grade-dating" (J. Deramond *et al.*, 1993, simplifié).
 Fig. 3. – Depositional sequence and systems tract organization in the sub-pyrenean Campanian to Maastrichtian foredeep; A: Following the biostratigraphic data (Bilotte, 1991, Bilotte et Ségura, 1991, with complements to the W). F1, F2 and F3, shows in this model the spreading of so-called "ammonoids-bearing condensed sections" from J. Deramond *et al.* (1993); B: following the "grade-dating" (Deramond *et al.*, 1993, simplified).

aux associations biologiques et aux unités lithologiques sous-pyrénéennes (fig. 14 in J. Deramond *et al.*, 1993) (fig. 3B).

Les associations biologiques

Nous avons vu, que les faunes d'ammonites ne provenaient pas de niveaux de condensation, mais qu'elles étaient réparties à différents niveaux des séries sédimentaires sous-pyrénéennes (fig. 3). De plus, ces faunes d'ammonites ne soutiennent pas les âges de 73,5 (F1), 69,5 (F2) et 67,5 (F3) qui leur sont affectés par J. Deramond *et al.* (1993) et

qui ne sont que les âges supposés des surfaces d'inondation maximales des séquences UZA 4-4, 4-5 et TA 1-1 de l'actuel tableau des cycles eustatiques de B.U. Haq *et al.* (1987).

Les unités lithologiques

Les "grade-datations" ont été effectuées essentiellement dans les séries marneuses de Plagne, de Saint-Martory, de Saint-Loup qui sont soit sous-jacentes, soit latérales aux séries terrigènes des Grès de Labarre ou carbonatées des Calcaires nankin 1 et 2.

Les distorsions les plus flagrantes concernent principalement les âges dévolus au sommet des Marnes de Plagne et à la partie inférieure des Marnes de Saint-Martory, entre les anticlinaux de Dreuilhe, à l'est, et de Saint-Marcet, à l'ouest (fig. 3).

Marnes de Plagne

Nous venons de voir que :

– dans l'anticlinal de Dreuilhe, le sommet des Marnes de Plagne, qui a livré *Hoplitoplacenticeras marroti* quelques mètres à peine sous le Grès de Labarre, pouvait être raisonnablement daté autour de 77-78 Ma (fig. 3A) ;

– dans l'anticlinal de Richou-Montfa, le sommet des Marnes de Plagne se situait aux alentours de 75,3 Ma, en raison de la présence de *Didymoceras stevensoni* quelques mètres à peine sous le Grès de Labarre (fig. 3A) ;

– dans l'anticlinal de Plagne, la série de transition entre Marnes de Plagne et Calcaire nankin 1 (= partie occidentale des Grès de Labarre in J. Deramond *et al.*, 1993) était, grâce à *Baculites leopoliensis*, placée sous la limite des 71,3 Ma, sommet de la zone à Hyatti avec laquelle cette espèce est contemporaine *p.p.* (fig. 3A).

Ces déductions confirment, le diachronisme du sommet des Marnes de Plagne mis en évidence pour la première fois par Ricateau et Villemin (1973) et maintes fois illustré depuis (Bilotte, 1985, 1991 ; Martinet *et al.*, 1990). Elles sont en complet désaccord avec les âges fournis par "datation graduelle" qui placent uniformément, de l'anticlinal de Dreuilhe à celui de Plagne, le sommet des Marnes de Plagne "sous la barre" des 71 Ma (fig. 3B).

Marnes de Saint-Martory

Nous venons de voir qu'aux abords de la vallée de la Garonne, à l'articulation des anticlinaux de Plagne et de Saint-Marcet, le Calcaire nankin 1 (= grès de Labarre in J. Deramond *et al.*, 1993) passe latéralement à une partie inférieure des Marnes de Saint-Martory, rattachée par l'association *P. tercense - H. pumilis*, à la zone à Hyatti dont le sommet est fixé à 71,3 Ma. Cet âge minimal ne s'accorde pas avec les estimations "bio-graduelles" de 69,9 et 69,7, qui sont attribuées à cette portion des Marnes de Saint-Martory (Deramond *et al.* 1993) (fig. 3B).

Conclusion

Des différences allant de 1 à 6 Ma existent donc entre les âges estimés graduellement et ceux qui découlent plus ou moins directement des données paléontologiques. Des distorsions entre les résultats des deux méthodes sont également connues dans des domaines adjacents : dans les Corbières, des niveaux à ammonites renfermant les indices de zone du Santonien supérieur (Bilotte,

1985), ont été attribués au Campanien (Fondécave-Wallez et Souquet, 1991) ; dans le bassin de Nalzen, les Marnes de Saint-Cirac, qui ont livré une faune d'ammonites de la zone à Marroti, dont l'indice (Kennedy *et al.*, 1992b), et qui relèvent donc de la partie inférieure du Campanien supérieur, sont "datés" du Campanien inférieur (80-83 Ma, fig. 13 in J. Deramond *et al.*, 1993). Le problème est donc posé de la fiabilité de cette méthode.

"Grade-datations" et séquences de dépôt

Les séquences de dépôt sont des unités stratigraphiques composées de cortèges sédimentaires – prismes de bas niveau marin, de bordure de plate-forme, de haut niveau marin, intervalle transgressif – dont les caractéristiques sédimentologiques ont été amplement détaillées dans la littérature (voir Van Wagoner *et al.*, 1988).

Dans le modèle d'évolution tectono-sédimentaire du bassin sous-pyrénéen fondé sur les datations graduelles, les cortèges sédimentaires ne sont pas définis en fonction de l'organisation géométrique des dépôts ni de leurs caractéristiques sédimentologiques, mais sont déduits de corrélations "chronologiques" avec l'actuel tableau des cycles eustatiques de B.U. Haq *et al.* (1987) à partir des données fournies par la "grade-datation".

Les arguments mettant en doute l'exactitude de ces âges, tendent à révéler le caractère artificiel des séquences de dépôt de 3^e ordre qui en découlent. Par exemple, entre les anticlinaux de Dreuilhe et de Richou-Montfa, les Grès de Labarre ne peuvent appartenir au seul cortège sédimentaire de bas niveau d'une unique séquence de dépôt (fig. 3B). Les données bio- et chronostratigraphiques montrent, au contraire, que ces mêmes Grès de Labarre intègrent plusieurs séquences de dépôt de 3^e ordre (fig. 3A), et qu'ils se répartissent au sein de ces séquences dans des cortèges sédimentaires différents qu'il convient maintenant d'établir avec précision sur des données géométriques et sédimentologiques.

De même, dans les anticlinaux de Plagne et de Saint Marcet, où les résul-

tats biostratigraphiques, sédimentologiques et les relations géométriques confirment l'attribution des Calcaires nankin 1 et 2, aux cortèges de haut niveau de deux séquences différentes corrélables aux cycles de 3^e ordre des séquences UZA 4-4 et 4-5 de B.U. Haq *et al.*, (1987) (fig. 3) (Bilotte, 1991 ; Bilotte et Ségura, 1991) et non aux cortèges de bas niveau de séquences à 71 Ma (= UZA 4-5) et 68 Ma (= TA 1-1) (Deramond *et al.*, 1993).

Conclusions générales

Les données chronostratigraphiques fournies par les faunes d'ammonites contredisent les valeurs numériques des datations graduelles, dans le Campanien-Maastrichtien sous-pyrénéen. Comme dans le modèle s'appuyant sur ces valeurs, la reconnaissance des cortèges sédimentaires et des séquences de dépôt est essentiellement fondé sur des corrélations chronologiques avec les cycles eustatiques de B.U. Haq *et al.* (1987), ce modèle est largement critiquable et ne peut constituer une alternative sérieuse aux reconstitutions proposées pour cette même région par Bilotte (1991) et Bilotte et Ségura (1991), qui intègrent, elles, des observations biostratigraphiques, chronostratigraphique, sédimentologiques et géométriques concordantes.

Ces arguments à l'encontre des résultats numériques établis par la "grade-datation" doivent être pris en compte dans la synthèse, en cours d'élaboration, sur les Pyrénées, car ils remettent en cause la crédibilité de nombreux modèles proposés s'appuyant sur des âges dont la signification est remise en question.

Remerciements

W.J. Kennedy a, par ses déterminations des ammonites sous-pyrénéennes, grandement fourni la matière première de cet article. Il m'a, en outre, communiqué les plus récentes datations encore inédites, mais conformes aux résultats antérieurement acquis, de J.D. Obradovich, que je me suis permis d'utiliser. Je l'en remercie vivement, ainsi que G.S. Odin et Ph. Razin qui m'ont communiqué leurs critiques et suggestions. Cet article est une contribution au projet 343 du PICG : Corrélations stratigraphiques des bassins épicrotoniques péritéthysiens.

Références bibliographiques

- BILOTTE M. (1984). – Le Crétacé supérieur des plates-formes est-pyrénéennes, Atlas. *Strata*, Toulouse, 2, **1**, pp. 1-45.
- BILOTTE M. (1985). – Le Crétacé supérieur des plates-formes est-pyrénéennes, Texte. *Strata*, Toulouse, 2, **5**, pp. 1-438.
- BILOTTE M. (1990). – Le Sénonien supérieur du bassin d'avant-pays sous-pyrénéen de l'Ariège et de la Haute-Garonne. *Strata*, Toulouse, 2, **13**, pp. 1-96.
- BILOTTE 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 de Recherche et d'Exploration Production Elf-Aquitaine*, **15**, 2, pp. 411-437.
- BILOTTE M., COSSON J., CROCHET B., PEYBERNES B., ROCHE J., TAILLEFER F., TAMBAREAU Y., TERNET Y., VILLATTE J. (1988). – Notice de la carte géologique de France à 1/50 000, feuille de Lavelanet, BRGM, Orléans.
- BILOTTE M., SÉGURA F. (1991). – Stratigraphie séquentielle des séries du Sénonien supérieur dans la zone sous-pyrénéenne (Petites Pyrénées et Dômes annexes, SW France). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, **312**, 2, pp. 393-398.
- BIRKELUND T. (1993). – Ammonites from the Maastrichtian White Chalk of Denmark. *Bull. Geol. Soci. Denmark*, **40**, pp. 33-81.
- CHRISTENSEN W. K. (1988). – Upper Cretaceous belemnites of Europe: State of the art. In: Streef M., Bless M.J.M. (eds), The Chalk District of the Euregio Meuse-Rhine, Natuurhistorisch Museum and Laboratoires de Paléontologie de l'Université d'Etat, Maastricht and Liège, pp. 5-16.
- DERAMOND J., SOUQUET P., FONDECAVE-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: Williams G.D., Dobbs A. (eds), Tectonics and Seismic Sequence Stratigraphy, *Geol. Soc. Spec. Publ.*, **71**, pp. 193-219.
- FONDECAVE-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**, 2, pp. 1379-1384.
- FONDECAVE-WALLEZ M.-J., SOUQUET P. (1991). – Signatures stratigraphiques de l'eustatisme et de la tectonique de chevauchement dans le Crétacé supérieur du versant nord des Pyrénées. Exemple de la Zone sous-pyrénéenne orientale (Corbières, France). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, **312**, 2, pp. 631-637.
- GRAMONT M. (1958). – Etude des terrains crétacés situés à l'ouest des Petites Pyrénées. Diplôme Etudes Supérieures, Toulouse, pp. 1-154, inédit.
- GROSSOUVRE A. de (1901). – Recherches sur la craie supérieure 1 : stratigraphie générale. *Mém. expl. carte géol. Fr.*, **7**, pp. 1-1013.
- HANCOCK J. M. (1991). – Ammonites scales for the Cretaceous system. *Cretaceous Research*, **12**, pp. 259-291.
- HANCOCK J. M., KENNEDY W.J. (1993). – The high Cretaceous ammonite fauna from Tercis, Landes, France. *Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, **63**, pp. 149-209.
- HAQ B. U., HARDENBOL J., VAIL P. R. (1987). – The chronology of fluctuating sea level since the Triassic. *Science*, **235**, pp. 1156-1167.
- KENNEDY W. J. (1986). – The ammonite fauna of the type Maastrichtian with a revision of *Ammonites colligatus* Binkhorst, 1861. *Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, **56**, pp. 151-267.
- KENNEDY W. J. (1993). – Ammonite faunas of the European Maastrichtian; diversity and extinction. In: House M. R. (ed.). The Ammonoidea: Environment, Ecology and Evolutionary Change, Systematics Association Special Volume, **47**, pp. 285-326.
- KENNEDY W. J., BILOTTE M. (1994). – A new ammonite fauna from the sub-pyrenean Campanian (Upper Cretaceous). *Géobios*, Lyon, à paraître.
- KENNEDY W. J., BILOTTE M., LEPICARD B., SEGURA F. (1986). – Upper Campanian and Maastrichtian ammonites from the Petites Pyrénées, southern France. *Eclogae Geol. Helv.*, **49**, pp. 1001-1037.
- KENNEDY W. J., COBBAN W. A. (1993). – Ammonites from the Saratoga chalk (Upper Cretaceous), Arkansas. *J. Paleontol.*, **67**, (3), pp. 404-434.
- KENNEDY W. J., COBBAN W. A., SCOTT G. R. (1992a). – Ammonite correlation of the uppermost Campanian of Western Europe, the U.S. Gulf Coast, Atlantic Seaboard and Western Interior, and the numerical age of the base of the Maastrichtian. *Geol. Magazine*, **129**, (4), pp. 497-500.
- KENNEDY W. J., HANSOTTE M., BILOTTE M., BURNETT J. (1992b). – Ammonites and Nannofossils from the Campanian of Nalzen (Ariège, France). *Géobios*, Lyon, **25**, 2, pp. 263-278.
- KENT D. V., GRADSTEIN F. M. (1985). – A Cretaceous and Jurassic geochronology. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **96**, pp. 1419-1423.
- KLINGER H. C., KENNEDY W.J. (1993). – Cretaceous faunas from Zululand and Natal, South Africa. The heteromorph ammonite genus *Eubaculites* Spath, 1926. *Ann. South African Museum*, **102**, (6), pp. 185-264.
- LEPICARD B. (1985). – Le Crétacé terminal et le Paléocène basal dans les Petites Pyrénées et les Dômes annexes. Biostratigraphie - Sédimentologie. *Strata*, Toulouse, 2, **4**, pp. 1-127.
- LEYMERIE A. (1881). – Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne. Privat E. (éd.), pp.1-1010.
- LOUTIT T. S., HARDENBOL J., VAIL P.R., BAUM G. R. (1988). – Condensed sections: the key to age determination and correlation of continental margin sequences. In Wilgus C., Hastings B., Ross C., Posamentier H., Van Wagoner J., Kendall C. G. St. C. (eds). Sea-level Changes: an integrated approach. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Spec. Publ., **42**, pp. 183-213.
- MACARTHUR J.M., KENNEDY W.J., CHEN M., THIRLWALL M.F., GALE A.S. (1994). – Strontium isotope for Late Cretaceous time: Direct numerical calibration of the Sr isotope curve based on the US Western Interior. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **108**, pp. 95-119.

- MARTINET I., BELLIER J.P., BILOTTE M., LAMBERT B. (1990). – Le comblement diachrone du sillon sous pyrénéen au Crétacé sommital: un cadre stratigraphique tiré de l'étude micropaléontologique (Plantaurel, Petites Pyrénées, France). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, **310**, 2, pp. 1315-1320.
- ODIN G.S., KENNEDY W. J. (1982). – Mise à jour de l'échelle des temps mésozoïques. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, **294**, 2, pp. 383-386.
- ODIN G.S., OBRADOVICH J.D. (1982), in ODIN G.S. (edit.) – Numerical Dating in Stratigraphy. Résumés NDS 105, 106, pp. 769-771, Part 2, J. Wiley and Sons, Chichester.
- ODIN G.S., ODIN C. (1990). – Echelle numérique des temps géologiques. *Géochronique*, **35**, pp. 12-21.
- OBRADOVICH J. D. (1988). – A different perspective on glauconite as a chronometer for geologic time scale studies. *Paleoceanography*, **3**, pp. 757-770.
- OBRADOVICH J. D. (sous presse). – A Time Scale for the Cretaceous. Caldwell W. G. E., Kauffman E.G. (eds). Cretaceous Evolution of the Western Interior Basin. *Geol. Ass. Canada, spec. paper*.
- PÉRON M. (1885). – Nouveaux documents pour l'histoire de la Craie à Hippurites. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3, **13**, pp. 239-257.
- RICATEAU R., VILLEMEN J. (1973). – Evolution au Crétacé supérieur de la pente séparant le domaine de la plate-forme du sillon sous-pyrénéen en Aquitaine méridionale. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, **15**, pp. 30-39.
- SÉGURA F. (1979). – Etude géologique de la partie orientale des Petites Pyrénées - Zones sous-pyrénéennes - (Ariège, Haute-Garonne). Thèse de Doctorat 3^e cycle, Toulouse, pp. 1-143.
- SOUQUET P., PEYBERNÈS B., BILOTTE M. *et al.* (1984). – Carte géologique de la France à 1/50 000, Lavelanet. BRGM éd.
- VAN WAGONER J. C., POSAMENTIER H. W., MITCHUM R.M., VAIL P. R., SARG J. F., LOUTIT T. S., HARDENBOL J., (1988). – An overview of the Fundamentals of Sequence Stratigraphy and key definitions. In Wilgus C., Hastings B., Ross C., Posamentier H., Van Wagoner J., Kendall C.G. St. C. (eds) Sea-Level changes: an integrated approach, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Spec. Publ., **42**, pp. 39-45.

Collection : **Manuels et Méthodes - N° 26**

SITES POLLUÉS ET DÉCHETS

750 définitions pour un langage commun

Jacques RICOUR et Andrée LALLEMAND-BARRÈS

En 1972, la première conférence des Nations-Unies à Stockholm faisait prendre conscience de la fragilité de notre environnement. En 1992, vingt ans plus tard, l'écologie a acquis ses lettres de noblesse passant du romantisme au pragmatisme lors de la conférence de Rio de Janeiro.

Parmi les nombreuses agressions que subit la « Planète bleue », les problèmes liés aux sites pollués et à l'élimination des déchets sont parmi les plus importants et dépassent le plus souvent les frontières d'un pays ou d'un état.

Rechercher des solutions à ces nouveaux défis pose une question préliminaire : quelles définitions adopter pour les nombreux concepts qui apparaissent chaque jour dans ces domaines nouveaux.

Cet ouvrage propose 750 définitions ayant trait aux déchets et sites pollués. Des équivalents anglais et allemands sont proposés en annexe quand les contextes réglementaires permettent des traductions adaptées.

Cet ensemble constitue un ouvrage de base pour les bureaux d'études et techniciens de l'environnement qui interviennent sur les déchets et les sites pollués.

In 1972 the first United Nations Conference in Stockholm made us take note of the frailty of our environment. In 1992, 20 years later, ecology won its spurs, passing from the romantic to the pragmatic at the Rio de Janeiro Conference. Among the numerous assaults on the « Blue Planet », those related to site pollution and waste disposal are among the most serious and they generally transcend national boundaries.

Trying to find solutions to these new challenges poses a preliminary problem: which definitions to adopt for the many concepts that appear daily in these new fields.

This book presents 750 definitions relating to waste and site pollution. English and German equivalents are given in the Appendix where the prescribed texts enable suitable translation.

The collection provides a basic reference for environmental research departments and technicians involved with waste and polluted sites.

Éditions BRGM
Avenue de Concyr - BP 6009
45060 ORLÉANS CEDEX 2
FRANCE - Tél. : (33) 38 64 30 28

Format 16 x 24, 128 p., 26 fig., 16 tabl.

ISBN 2-7159-0795-8

Prix : 150 F

En vente chez votre libraire habituel ou, à défaut, aux Éditions BRGM. Veuillez dans ce cas nous envoyer un chèque du montant de votre commande augmenté de 40 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'étranger.

LES SECRETS DE LA TERRE

Pendant longtemps, le savant a hésité entre la communication et le secret. Partager le savoir et savoir le partager sont devenus d'incontournables missions pour les scientifiques.

La naissance de la collection Les Secrets de la Terre fait date dans le domaine des ouvrages de vulgarisation. L'ensemble de ces titres constitue une véritable encyclopédie des Sciences de la Terre destinée aux jeunes et aux adultes sensibilisés par le passé, le présent et le devenir de notre planète.

Des albums pour découvrir le Terre et ses secrets, ses mythes, ses légendes, les grands scientifiques et leurs découvertes, les Sciences de la Terre dans notre vie quotidienne.

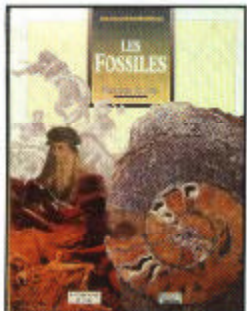
Chaque album comporte quatre parties :

- connaissances actuelles
- mythes et légendes
- l'évolution du savoir
- la science et ses applications.



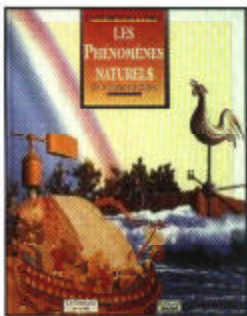
Il y a quinze milliards d'années, le commencement de notre univers a été marqué par une colossale explosion, le big bang. Il est le coup d'envoi simultané de l'énergie, du temps de l'espace et de la matière. c'est-à-dire de tout ce qu'il faut pour faire un monde. Dix milliards d'années plus tard, dans un système stellaire en formation, une petite planète, qui deviendra bleue, connaît une évolution géologique et biologique étonnante. L'Homme d'aujourd'hui, qui en est un des extraordinaires aboutissements, a su reconstituer cette histoire inouïe.

64 pages en couleurs, format 28 x 21 cm, relié.
Référence 000201 - Prix : 96 FF.



Des mythiques dinosaures, aux plus petites coquilles marines, c'est un voyage dans le monde de la paléontologie qui nous invite à la découverte de l'histoire de notre planète à travers sa fantastique évolution biologique. Les fossiles, rouage d'une fabuleuse machine à remonter le temps, nous entraînent si près des frontières de l'étrange, que vous ne pouvez l'imaginer.

64 pages en couleurs, format 28 x 21 cm, relié.
Référence 000203 - Prix : 96 FF.



Les phénomènes présentés sont naturels, certes, mais ils étonnent soit par leur soudaineté, soit par leurs conséquences catastrophiques, soit par leur beauté... Des cyclones aux marées de l'orage à l'arc-en-ciel, des geysers aux aurores boréales, une promenade à travers la météorologie, la géologie, l'océanographie et aussi l'histoire des Sciences.

64 pages en couleurs, format 38 x 21 cm, relié.
Référence 000202 - Prix : 96 FF.

A paraître :

Les volcans, *risques et utilité*
Cristaux et minéraux, *l'alchimie de la nature*
L'eau, *source de vie*
Les richesses de la Terre, *mode d'emploi*
Environnement, *la vie de notre planète*

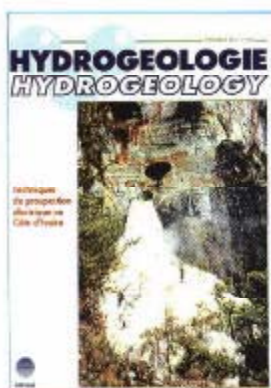
Tremblements de Terre, *la colère des profondeurs*
Dinosaures, *la nuit des origines*
Les climats, *de la pluie et du beau temps*
Espèces disparues, *les oubliés de l'histoire*

BON DE COMMANDE à retourner aux Editions du BRGM - BP 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 FRANCE
 Veuillez me faire parvenir dans la collection "LES SECRETS DE LA TERRE"

		PRIX UNITAIRE	TOTAL
<input type="checkbox"/>	LA TERRE ET L'UNIVERS	96 FF	FF
<input type="checkbox"/>	LES FOSSILES	96 FF	FF
<input type="checkbox"/>	LES PHÉNOMÈNES NATURELS	96 FF	FF
A EXPÉDIER :		FRAIS DE PORT	FRANCE : 40 FF ETRANGER : 60 FF
Nom		TOTAL GÉNÉRAL	FF
Prénom			
Adresse			

Date

Signature



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, case histories de découvertes) et à leur prospection (méthodes et outils d'exploration) ; elles peuvent également concerner les méthodes de traitement et l'économie minière.

À 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 prospecting (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 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 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.



9 780246 087409