

Chronologie mammalienne et grade-datations dans le Miocène inférieur et moyen français : une revue

Premier congrès français
de stratigraphie
Toulouse, 12-14 septembre 1994

Jean-Pierre AGUILAR ⁽¹⁾
Jacques MICHAUX ⁽²⁾

Mammalian chronology and grade dating in the French Lower and Middle Miocene: a review

Géologie de la France, n° 1, 1995, pp. 69-76, 5 fig.

Mots-clés : Datation (Grade-datation), Rongeurs, Miocène inférieur, Miocène moyen, Magnétostratigraphie, Synthèse bibliographique, France.

Key words: Absolute age, Grade-dating, Rodents, Lower Miocene, Middle Miocene, Magnetostratigraphy, Review, France.

Résumé

Des âges numériques, déduits de grade-datations de foraminifères, ont été attribués à des gisements de mammifères du Miocène inférieur et moyen. Deux gisements ont livré en association des rongeurs et des foraminifères, les cinq autres ont reçu un âge extrapolé à partir de grade-datations. Les âges grade-datés et l'usage qui en est fait soulèvent deux problèmes : 1) la chronologie mammalienne n'est pas toujours respectée ; 2) le contrôle par la magnétostratigraphie montre que des écarts de 1 à plus de 3 Ma sont relevés entre les grade-datations (ou les âges extrapolés) et les âges attribués aux niveaux à rongeurs.

English Abridged version

Numerical ages are important for geological studies as well as paleobiological ones. This explains the interest raised by the "grade-dating" method of Y. Gourinard (1983, 1984) based on calibrating the evolutionary change in lineages of foraminifera. First results

concerning Early and Middle Miocene times suggest rather important modifications to the boundaries of Aquitanian and Burdigalian stages and to correlations between the stratotype and the paratype of the Aquitanian stage (Gourinard et al., 1985). Among other results obtained, numerical ages are proposed for fossil mammal localities both in beds of marine origin and also, after extrapolation, for some localities in continental deposits. The method is thus of interest because direct correlations between marine and terrestrial deposits together with radiometric datings and magnetostratigraphic assessments are still rather uncommon. The proposed numerical ages for fossil mammal localities are discussed in the light of (a) the mammalian biochronology (Fig. 1), (b) previously proposed correlations between marine and continental biochronological scales, (c) information provided by new fossils or new paleontological interpretation, and (d) magnetostratigraphic data concerning sections with fossil mammal localities.

Two localities are involved for the numerical ages of fossil mammal localities of marine origin. Caunelles near Montpellier and Sos-Matilon near Agen. Well preserved rodent teeth at Caunelles have been found together with foraminifera and shark teeth (Fig. 2). Two samples of foraminifera were used for grade dating (Magné et al., 1987): the lower one was 30 to 50 cm above the rodent sample (grade-dating age of 18.7 ± 0.1 Ma), the second one was 1 m above the latter (18.0 ± 0.1 Ma). The fossiliferous layer does not show any unconformity. Nevertheless, an older numerical age (19.6 Ma) was assigned to the Caunelles rodent fauna. The necessary respect of the mammalian relative chronology and of other numerical ages of the Lower Miocene localities explain this difference (Fig. 3). At Sos-Matilon, large mammal remains are known to give an Helvetian age (Ginsburg, 1967), the locality being referred to zone MN 5 (Mein, 1975). J. Magné et al. (1985) give a grade-dating of 16.1 ± 0.28 Ma and, on the basis of a

* Manuscrit déposé le 14 septembre 1994, accepté définitivement le 23 janvier 1995.

(1) URA 327, Institut des Sciences de l'Évolution, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Case courrier 064, place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5.

(2) Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés de l'EPHE et URA 327, Institut des Sciences de l'Évolution, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Case courrier 064, place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5.

few newly discovered rodent molars, place Sos-Matilon in the immediately younger mammalian zone MN6, which includes the famous mammalian locality of Sansan. The recent revision of the Sos-Matilon material, as well as the discovery of another rodent tooth, suggest an even younger age (zone MN 7-8) for Sos-Matilon. The numerical age of the marine sands of Sos-Matilon (16.1 ± 0.28 Ma) failed to test the correlations based on mammals. Although conventional correlations between marine and continental scales (Aguilar et al., 1994), as well as a recent magnetostratigraphic analysis (Sen, in press) still place Sansan around 15 Ma. This contradiction with the new interpretation of rodent lineages (Aguilar and Michaux, 1987; Aguilar, 1994; Fig. 4), could be explained by a reworking of the large mammal remains.

Where numerical ages given by extrapolation from grade-datings are concerned, four reference localities in mammalian biochronology are involved in addition to the Sansan case: Estrepouy (between 19 and 18.7 Ma: Gourinard et al., 1987b), Balizac (19.8 or 20.1 Ma: Magné et al., 1987), Laugnac (21 to 21.2 Ma: Gourinard et al., 1987a) and Paulhiac (23.8 to 24.1 Ma: Gourinard et al., 1987a). For Paulhiac and Laugnac the extrapolation is based on a lithostratigraphic correlation. For Estrepouy, a high rate of sedimentation is hypothesized, whereas for Balizac the rate of sedimentation is considered as very slow: both hypotheses are difficult to justify. The recent magnetostratigraphic study of a fresh water molasse formation, which yielded several fossil mammal localities (Fig. 5) in Haute-Savoie (Burbank et al., 1992), offers a test case for extrapolated numerical ages. According to magnetostratigraphy and mammalian correlations, the Laugnac locality is ca. 19 Ma and that at Paulhiac is ca. 23 Ma. In the case of Balizac, a locality a slightly younger than La Chaux (ca. 23.8 and 24.1 Ma) in Haute-Savoie, the extrapolated age of between 19.8 and 20.1 Ma is much too young.

In conclusion, ages obtained by grade-dating are questionable as discrepancies of 1 to 3.5 Ma are found in com-

parison with ages based on classical correlations with the marine scale, or when magnetostratigraphic analysis of sections with fossil mammals is involved. Such a situation emphasizes two problems: first, the fact that the intrinsic quality of the grade dating method is questionable and second, the fact that the extrapolation of ages provided by grade-dating is based on too many hypotheses.

Introduction

L'importance accordée aux âges numériques dans les études géologiques et paléobiologiques explique l'intérêt soulevé par la méthode des grade-datations proposée par Y. Gourinard (1983, 1984). Les résultats obtenus par grade-dating suggèrent de profondes modifications notamment en ce qui concerne les limites des étages Aquitaniens et Burdigaliens qui furent l'objet de nombreux travaux au cours des vingt dernières années [Aquitaniens : V^e Congrès du Néogène méditerranéen (1972) ; J. Alviernie et al. (1977) ; Burdigalien : Y. Gourinard et al. (1985)], ainsi que les corrélations entre le stratotype et le parastratotype de l'Aquitaniens. Des âges numériques nombreux ont également été obtenus pour des niveaux rapportés au Burdigalien (Gourinard et al., 1985 ; Wallez et al., 1985-1986 ; Demarcq et al., 1989). Des corrélations ou des assignations stratigraphiques nouvelles ont aussi été avancées (Magné et al., 1985 ; Gourinard et al., 1987a et 1987b, Gourinard, 1992) ainsi que des correspondances entre zones micropaléontologiques et variations du niveau eustatique des océans (Gourinard et Magné, 1987 ; Magné et al., 1987 ; Gourinard et al., 1987a). Des âges numériques ont aussi été employés pour une étude de stratigraphie séquentielle dans le Miocène du Sud de la France (Rubino et al., 1990).

La méthode des grade-datations présente aussi l'intérêt de proposer des âges numériques pour des gisements à rongeurs localisés dans des sédiments marins. Il s'agit là d'un apport important puisque les corrélations directes entre, d'une part, foraminifères et nannofossiles, et, d'autre part, mammifères, sont

toujours peu nombreuses. Ces âges permettent aussi de mieux exploiter les quelques datations radiométriques ou données magnetostratigraphiques qui se rapportent à des séries continentales. Lorsque les relations des gisements à rongeurs sont connues avec les couches marines (Gourinard et al., 1987 a et b ; Magné et al., 1985, 1987), il est même possible d'extrapoler des âges obtenus par grade-dating à des gisements à rongeurs. Le présent travail a pour objet de discuter les âges numériques relatifs à plusieurs gisements à rongeurs. Deux, Caunelles et Sos-Matilon, sont situés dans des formations marines et cinq, Sansan, Estrepouy, Balizac, Laugnac et Paulhiac, ont reçu des âges extrapolés. Tous les âges avancés soulèvent des problèmes qui méritent d'être discutés, d'autant plus que des études magnetostratigraphiques récentes sur la colline de Sansan, dans le Gers (Sen, sous presse) et sur la série de la molasse d'eau douce inférieure de Haute-Savoie (Burbank et al., 1992) apportent des informations qui intéressent directement les datations en question.

La chronologie du Miocène inférieur et moyen français donnée par les mammifères (Thaler, 1972 ; Mein, 1975, 1984, 1990 ; Aguilar, 1982, Aguilar et Michaux, 1987 ; Hugueney et Ringeade, 1990 ; Hugueney et al., 1992), est résumée sur la figure 1. Parmi les mammifères, les rongeurs occupent une place prépondérante en raison de leur abondance dans les gisements et du nombre de leurs lignées. La stratigraphie du Néogène en milieu marin s'appuie principalement sur les foraminifères et les nannofossiles (Ryan et al., 1974 ; Berggren et al., 1985 ; Steininger et al., 1990) mais prend également en compte les données apportées par d'autres organismes parmi lesquels on peut citer les sélaciens (Cappetta, 1970, 1973, 1984).

Gisements marins à mammifères et grade-datés

Ils sont au nombre de deux, Caunelles près de Montpellier, et Sos-Matilon au sud-ouest d'Agen, dans le golfe de Lectoure.

Le gisement de Caunelles

Historique

On trouvera dans l'ouvrage de J. Magné (1978, fig.126, p. 230) les renseignements sur la coupe de Caunelles. La couche fossilifère, épaisse de 2,5 m environ (fig. 2), a fourni, dans les premiers 60 cm, des rongeurs et des séliaciens. Les prélèvements à foraminifères qui ont permis des grade-datations (Magné *et al.*, 1987) ont été effectués, dans cette couche, pour le premier (T64), 30 à 50 cm au-dessus du prélèvement à rongeurs et séliaciens (Magné, comm. pers.), pour le deuxième (T63), 1 m au-dessus du précédent. La première grade-dation donne - 18,7 ± 0,1 Ma, la seconde, - 18,0 ± 0,1 Ma. Il faut rappeler que les sables grossiers de la base de la couche ainsi que le calcaire sableux situé un peu au dessus apparaissent de façon lenticulaire. Aucune discontinuité sédimentaire n'est observée au sein de cette couche.

Les séliaciens ont fait l'objet d'une étude détaillée (Cappetta, 1969). Les premiers rongeurs ont été étudiés par M. Huguéney (1969) et les travaux se sont poursuivis avec J.P. Aguilar (1974). L'étude des rongeurs et séliaciens indique que le gisement de Caunelles est plus récent que celui de La Paillade, situé plus bas dans la série de Fontcaude-Caunelles, et plus ancien que celui de Lespignan, localité du Biterrois.

Compléments sur les rongeurs

Des révisions récentes (Alvarez Sierra, 1987 ; Huguéney et Ringeade, 1990 ; Huguéney *et al.*, 1992) et des observations personnelles ont amendé la liste établie par J.P. Aguilar (1974) sur deux points : *Eucricetodon aquitanicum* devient *Eucricetodon haslachensis* et *Rhodanomys manca* devient *Ritteneria molinae*. Ces attributions nouvelles ne modifient en rien la position chronologique de la localité fossilifère. Le gisement de Caunelles appartient à la zone A 3 (Aguilar, 1982) ou à la zone MN 2a (Huguéney *et al.*, 1992). Contemporain du gisement ibérique de Cetina de Aragon (Alvarez Sierra, 1987), il est un peu plus récent que le gisement de Lambert (Huguéney *et al.*, 1992), lui même plus

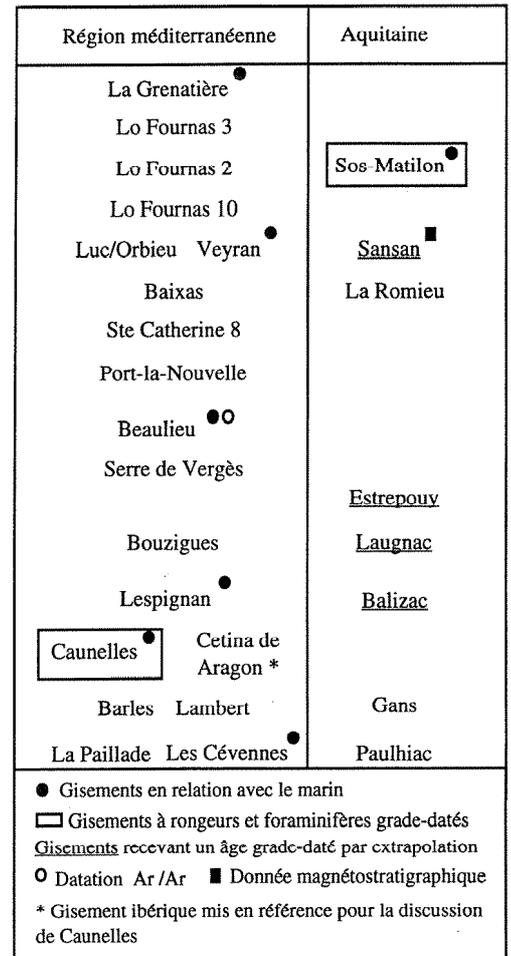
Fig. 1. - Biochronologie des gisements à rongeurs du Miocène inférieur et moyen (d'après Aguilar, 1982 ; 1994 ; Aguilar et Michaux, 1987 et Huguéney *et al.*, 1992).

Fig. 1. - Biochronology of Lower and Middle Miocene fossil rodent localities (after Aguilar, 1982 ; 1994 ; Aguilar and Michaux, 1987 and Huguéney *et al.*, 1992).

ancien que ceux de Lespignan (Aguilar, 1974, 1982) et de Balizac (Huguéney *et al.*, 1992) comme l'indique la présence de *Ritteneria manca* dans ces deux sites. Une seconde lignée, *Eucricetodon hesperius - E. aquitanicus*, conforte cette chronologie (Aguilar et Michaux, 1987 ; Huguéney et Ringeade, 1990 ; Huguéney *et al.*, 1992). Ces travaux démontrent l'antériorité du gisement de Caunelles vis-à-vis de ceux de Lespignan et de Balizac.

Commentaires

L'âge limite supérieur des vertébrés de Caunelles est donné par la première grade-dation, c'est à dire -18,7 Ma, puisque les rongeurs sont situés 50 cm sous le niveau à foraminifères, dans la même unité sédimentaire. L'âge de -19,6 Ma que J. Magné *et al.* (1987) attribuent aux rongeurs de Caunelles (également âge limite supérieur) en diffère ainsi sensiblement. Une double contrainte explique l'âge numérique proposé par ces auteurs (fig. 3). Tout



d'abord, la succession chronologique des gisements à rongeurs ne peut être modifiée : Caunelles est plus ancien que Lespignan, lui même plus ancien que Laugnac. Ensuite, Laugnac ayant reçu un âge numérique -19,3 Ma, à partir de la grade-dation de l'horizon à miogypsinnes d'Estrepouy (Gourinard *et al.*, 1987 b), Caunelles devait être nécessairement un peu plus ancien que -19,3 Ma. Le vieillissement de Caunelles n'est toutefois pas suffisant pour répondre complètement à l'impératif de la chronologie mammalienne, puisque Balizac, plus jeune que Caunelles d'après les rongeurs, a un âge numérique extrapolé compris entre -20,6 Ma et -20,9 Ma (Gourinard *et al.*, 1987a). L'âge numérique donné à Caunelles n'est donc pas assez vieux pour que la chronologie des mammifères soit respectée. Les auteurs cités n'abordent pas cet aspect du problème.

Les études sur les faunes de séliaciens du Miocène du Sud de la France permettent une discussion des âges numériques. Les séliaciens de Caunelles trouvés avec les rongeurs définissent une faune

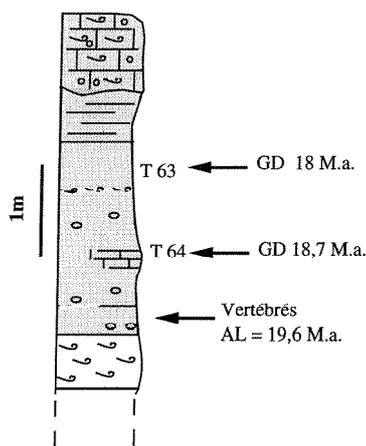


Fig. 2. - Coupe simplifiée de la localité de Caunelles (d'après Magné, 1978, modifiée) ; AL : âge limite (Caunelles ne peut pas être plus jeune que -19,6 Ma).

Fig. 2. - Simplified section of Caunelles locality (modified from Magné, 1978). AL: limiting age (Caunelles cannot be younger than 19.6 Ma).

immédiatement antérieure à celle de Lespignan (Cappetta, 1970, 1973). L'âge numérique des séliaciens et des rongeurs de Lespignan devrait en conséquence être plus jeune que la grade-datation de Caunelles. Mais alors, la position que recevrait Lespignan ne serait plus compatible avec l'ordre chronologique des gisements à mammifères ni avec les âges numériques extrapolés de Laugnac et Estrepouy. L'âge numérique accordé à Caunelles suscite plus d'interrogations qu'il ne précise la place de ce gisement dans le Miocène inférieur. La parfaite qualité de conservation des dents de séliaciens comme celle des petits mammifères ne permet pas a priori de retenir l'hypothèse d'un remaniement du matériel paléontologique.

Le gisement de Sos-Matilon

Historique

Les sables marins de Sos-Matilon ont livré des restes de grands mammifères qui ont été attribués à l'Helvétien inférieur (Ginsburg, 1967) puis à la zone MN 5 (Mein, 1975). Le niveau était considéré comme plus ancien que celui de Sansan. Récemment, quelques dents de rongeurs récoltées par Collier (*in* Magné *et al.*, 1985) ont conduit à rajeunir le gisement qui se placerait dans la zone MN 6 dont le gisement de référence est Sansan. La nouvelle corrélation mammalogique (Magné *et al.*, 1985) permettait d'accorder à Sansan l'âge

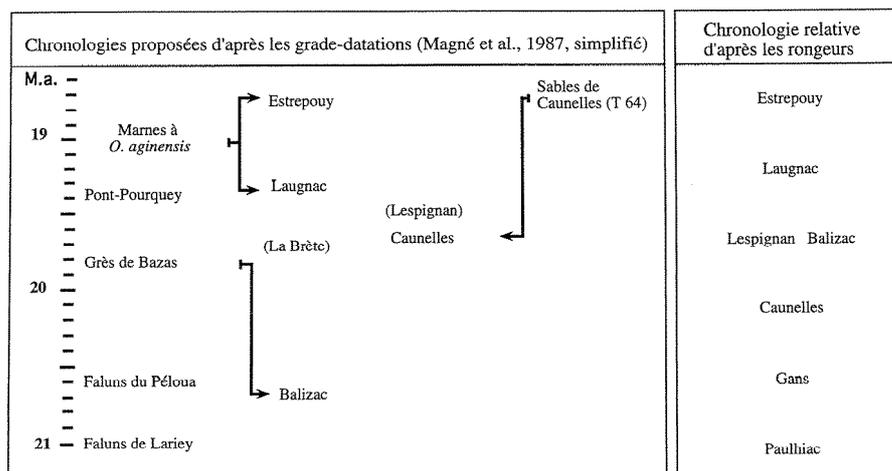


Fig. 3. - Chronologie des gisements du Miocène inférieur, d'après J. Magné *et al.* (1987), à gauche, et d'après les paléontologistes de mammifères, à droite.

Fig. 3. - Chronology of the Lower Miocene fossil mammal localities : left, after Magné *et al.* (1987), right, according to palaeomammalogists.

obtenu par grade-datation pour Sos-Matilon, soit $16,1 \pm 0,28$ Ma.

Les deux dents de rongeurs qui dataient le gisement étaient rapprochées de l'espèce *Megacricetodon germanicus* Aguilar, 1980. Tout d'abord considérée comme caractéristique des zones MN 7 et 8 (Mein, 1975) ou C4 et C5 (Aguilar, 1982), - la datation initiale du site du Collet Redon (Aguilar et Clauzon, 1979 ; Jullien *et al.*, 1979) fait état de cet usage - cette espèce a été placée ensuite dans la zone MN 6 (Mein, 1984) ce qui explique l'attribution chronologique donnée à Sos-Matilon (Magné *et al.*, 1985).

Données paléontologiques récentes

Les travaux nouveaux sur les cricétidés du Miocène moyen (Aguilar, 1994), la révision du rongeur de Sos-Matilon déposée au Musée d'histoire naturelle de Toulouse et la récolte d'une nouvelle molaire (une M/1) à la base du falun gris-bleu, dans la carrière du Cayron, près de Poudenas, à 800 m de celle de Sos-Matilon [les deux carrières montrant les mêmes coupes (J.-L. Welcomme, comm. pers.)], conduisent à une nouvelle interprétation du rongeur de Sos-Matilon. Il est rapporté à l'espèce *Megacricetodon fournasi* ⁽¹⁾. Cette espèce appartient à la lignée *M. collongensis* - *M. roussillonensis* qui couvre la fin du Miocène inférieur et une grande partie du Miocène moyen (Aguilar,

1994). La lignée permet de distinguer pour la période qui nous concerne ici, quatre niveaux chronologiques, du plus ancien au plus récent, Luc sur Orbieu (auquel se rapportent aussi les gisements de Sansan et de Veyran), Lo Fournas 10, Lo Fournas 2 (Aguilar et Michaux, 1987 ; Aguilar, 1994) et Lo Fournas 3 (fig. 4). *M. fournasi* indique que Sos-Matilon se place après Sansan, ce qui modifie les relations acceptées jusqu'ici entre les deux sites.

Relations chronologiques entre Sos-Matilon et Sansan

Une corrélation marin - continental déduite à partir du gisement de Veyran peut servir à discuter l'âge numérique de

(1) Les dents trouvées à Sos-Matilon ont été comparées à celles du *Megacricetodon germanicus* de Collet Redon ainsi qu'à celles de *M. lemartineli* Aguilar 1994, *M. fournasi* Aguilar, 1994 et *M. roussillonensis* Aguilar *et al.*, 1986, espèces plus récemment décrites. Ces trois dernières appartiennent à une lignée reconnue dans le Sud de la France : la lignée *M. collongensis* - *M. roussillonensis* (Aguilar et Michaux, 1987 ; Aguilar, 1994). La M/1, peu usée, présente un antéroconide rond, simple, comme chez la presque totalité des M/1 de *M. lemartineli*, *M. fournasi* et *M. roussillonensis* alors que chez *M. germanicus* les dents peu usées montrent un antéroconide plus ovoïde et dédoublé. La comparaison conduit à rapporter cette molaire ainsi que la M2/1 plutôt à celles de la lignée *M. lemartineli* - *M. roussillonensis* qu'à celles de la lignée *M. havaricus* - *M. germanicus*. Leurs dimensions (fig. 5) les rapprochent de celles des dents de la population de *M. fournasi* du gisement de Lo Fournas 2 (Aguilar et Michaux, 1987 ; Aguilar, 1994).

Sansan comme celui de Sos-Matilon. Veyran se situe dans un niveau lacustre contemporain ou légèrement plus ancien qu'un niveau marin ayant livré des nanofossiles de la zone NN 6 (détermination C. Müller *in* Aguilar, 1981). Compte tenu des échelles marines en vigueur (Berggren et al., 1985 ; Martini et Müller, 1986), la base de NN6 est respectivement placée à -14,5 et -14,7 Ma. On peut admettre pour les gisements équivalents à celui de Sansan un âge d'environ -15 Ma (Aguilar *et al.*, 1994). Plus récemment, une étude magnétostratigraphique de la coupe de Sansan indique que celle-ci serait comprise entre -16,1 et -14,8 Ma, les niveaux fossilifères étant placés autour de -15 Ma (Sen, sous presse), ce qui situe le gisement dans le Serravallien inférieur. Plus jeune que Sansan, Sos-Matilon doit appartenir à un niveau encore plus élevé du Serravallien ce qui souligne l'âge trop ancien apporté par la grade-datation (- 16 Ma). Tout récemment les faluns gris-bleu de Sos-Matilon ont livré une nanoflore du Serravallien élevé (Cahuzac comm. pers.) ce qui conforterait l'âge proposé par les rongeurs.

Commentaires

Les grands mammifères (Ginsburg, 1967 ; 1968) et les rongeurs de Sos-Matilon apportent des informations contradictoires. Elles trouveraient leur explication dans l'origine remaniée des grosses pièces qui proviendraient du Calcaire lacustre de l'Armagnac ou des molasses continentales sur lesquels est plaqué le falun selon la description donnée par L. Ginsburg (1967). Le remaniement par la mer des faluns pourrait expliquer la gangue gréseuse présente autour de certaines pièces.

Les sables marins de Sos-Matilon ont livré quelques rares spécimens de *Praeorbulina gr. glomerosa*, forme que l'on rencontre à la partie supérieure de la zone N8 de Blow avec laquelle débute, par convention, le stratotype du Langhien. Ces foraminifères conforteraient la grade-datation (Magné *et al.*, 1985). L'âge obtenu par grade-datation pourrait ainsi être en accord avec celui proposé initialement par les grands mammifères, mais J. Magné *et al.* (1985) considèrent que le gisement de Sos-Matilon est équi-

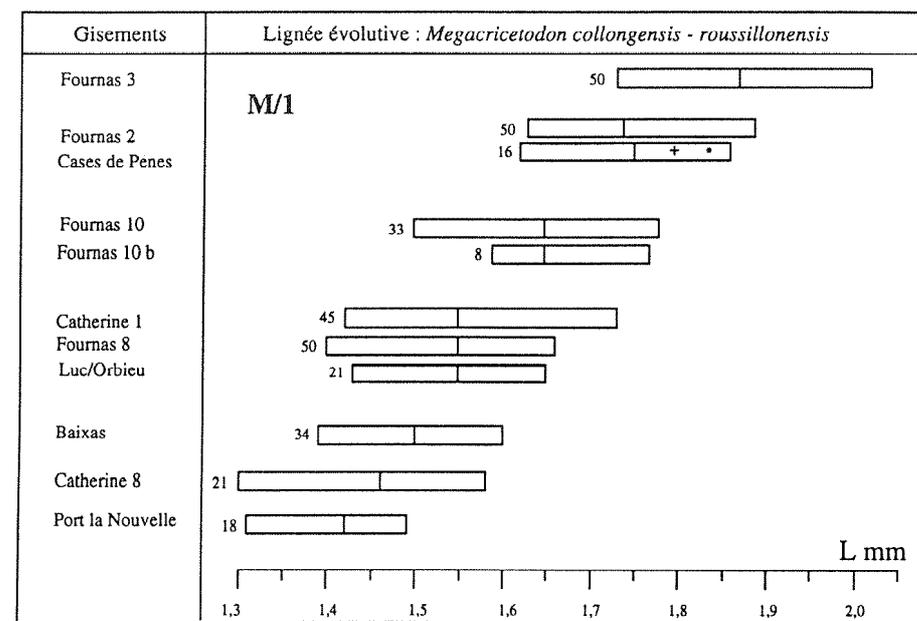


Fig. 4. - Longueur de la M1 inf. dans différentes espèces de la lignée *Megacricetodon collongensis - roussillonensis*. Les signes + et • se rapportent aux spécimens de Sos-Matilon.

Fig. 4. - Length of the lower M1 for different species of the lineage *Megacricetodon collongensis - roussillonensis*. The signs + and • indicate specimens from Sos-Matilon.

valent à celui de Sansan, contrairement à l'opinion de Ginsburg. La nouvelle attribution du *Megacricetodon* montre que Sos-Matilon est encore plus jeune que Sansan. Il y a donc contradiction entre les différentes propositions. Le remaniement des grands mammifères lèverait au moins la contradiction entre les âges apportés par les mammifères, grands et petits.

La divergence entre foraminifères et rongeurs de son côté peut recevoir trois interprétations.

1) La présence des préorbulines est effective et place Sos-Matilon dans la zone N8, par conséquent dans le Langhien. Comme Sansan reste plus ancien que Sos-Matilon d'après les rongeurs, les données magnétostratigraphiques acquises sur Sansan ne vont pas. De même, sont également à réviser les corrélations proposées de plusieurs niveaux marins avec le Serravallien, sur la base de corrélations établies à l'aide des rongeurs (Veyran, Luc sur Orbieu, etc. *in* Aguilar *et al.*, 1994).

2) Les rares préorbulines de Sos-Matilon sont remaniées et ne peuvent conforter l'âge grade-daté de Sos-Matilon.

3) Sos-Matilon est en fait nettement plus jeune que la zone N8. La couche à foraminifères n'aurait pas livré le stade

"*Orbulina*" en raison de son faciès néritique peu profond, mais serait contemporaine de niveaux à orbulines. G. Bizon et J.J. Bizon (1972, p. 209) évoquent l'origine éco-phénotypique de l'absence d'orbulines à propos de certaines associations de foraminifères qui devraient en renfermer : "... on peut recueillir alors des formes très voisines morphologiquement des espèces *Globigerinoides bisphaericus* ou *Praeorbulina glomerosa*. Les individus sont alors rares et appartiennent vraisemblablement à des orbulines incomplètement développées (*cf.* Espagne méridionale, bassin de Murcie)". Des effets éco-phénotypiques, connus chez les foraminifères : alvéolines de l'Ilerdien (Fontaine, 1984), *Globotruncana* du Crétacé [Bellier et De Wever, 1994)] peuvent expliquer des difficultés rencontrées dans leur utilisation en biochronologie.

Discussion

Les âges grade-datés donnés aux gisements de Caunelles et de Sos-Matilon ne respectent pas la chronologie relative des mammifères. Dans le cas de Sos-Matilon, l'âge ne s'accorde pas non plus avec celui de Sansan tel que l'établirait la magnétostratigraphie. Les grade-datations de ces sites soulèvent de sérieuses réserves.

Sites à rongeurs à âge numérique extrapolé

Quatre sites à rongeurs ont reçu des âges numériques par extrapolation d'une ou de plusieurs grade-datations : Estrepouy, Balizac, Laugnac et Paulhiac.

Estrepouy

Les premiers travaux menés sur ce gisement ont été réalisés par F. Roman et J. Viret (1930). De nombreux auteurs ont poursuivi l'étude de ce site qui occupe une position intermédiaire entre celle de Laugnac, plus ancien, et celle de Serre de Vergès, plus récent. Y. Gourinard *et al.* (1987b) ont découvert dans les faciès marins de la coupe d'Estrepouy une population de miogypsines (l'horizon à miogypsines se situe une quinzaine de mètres environ au-dessous du sommet des marnes grumeleuses continentales) dont la grade-datation donne environ -19 Ma. Les marnes continentales sont ravinées par des sables qui ont livré les vertébrés. Pour J. Magné *et al.* (1987), Estrepouy est plus jeune que -19 Ma, mais ne peut être plus jeune que -18,7 Ma.

Balizac

Le gisement de Balizac se situe 50 cm en dessous des Grès de Bazas qui ont fait l'objet d'une grade-datation (-19,8 et -20,1 Ma in Magné *et al.*, 1987) qui fixe ainsi l'âge limite supérieur. Pour Y. Gourinard *et al.* (1987a), l'âge de ce gisement est compris entre -20,6 et -20,9 Ma. Cette datation est obtenue par l'intermédiaire de la grade-datation des faluns de Lariey et s'appuie sur l'équivalence latérale des couches lacustres à rongeurs de Balizac avec le calcaire lacustre du sommet de l'Aquitainien stratotypique.

Laugnac

L'âge du gisement de Laugnac est établi en fonction de l'âge grade-daté de l'horizon à miogypsines d'Estrepouy (-19 Ma) et de la corrélation lithostratigraphique avec le Calcaire gris de l'Agenais (Gourinard *et al.*, 1987b). Le gisement de Laugnac est plus ancien que -19,0 Ma et ne peut être plus ancien que -19,3 Ma compte tenu de l'âge du gisement plus ancien de Balizac et de la présence d'un niveau à rongeurs intermédiaire : La Brète.

Paulhiac

L'âge limite supérieur de ce gisement (-23 Ma), est donné indirectement à partir de la grade-datation des marnes de La Brède [(-22,7 Ma), Gourinard *et al.* (1987a)] qui sont, par corrélation lithostratigraphique, sus-jacentes au Calcaire blanc de l'Agenais.

Commentaires

L'extrapolation des grade-datations est une démarche complexe dans laquelle des contraintes doivent être respectées

et des hypothèses formulées. Pour Paulhiac et Laugnac, l'extrapolation s'appuie essentiellement sur une corrélation lithostratigraphique tenue pour assurée (calcaires blancs et calcaires gris). Pour le niveau d'Estrepouy, situé plus d'une quinzaine de mètres au-dessus de l'horizon grade-daté, l'hypothèse d'un faible écart chronologique entre la grade-datation et l'âge numérique des rongeurs est faite, au maximum de 0,3 Ma. Pour Balizac, situé 50 cm en-dessous de l'horizon grade-daté, c'est l'hypothèse d'un écart plus important qui est avancée, de 0,5 à 0,7 Ma. Les hypothèses retenues (iso-

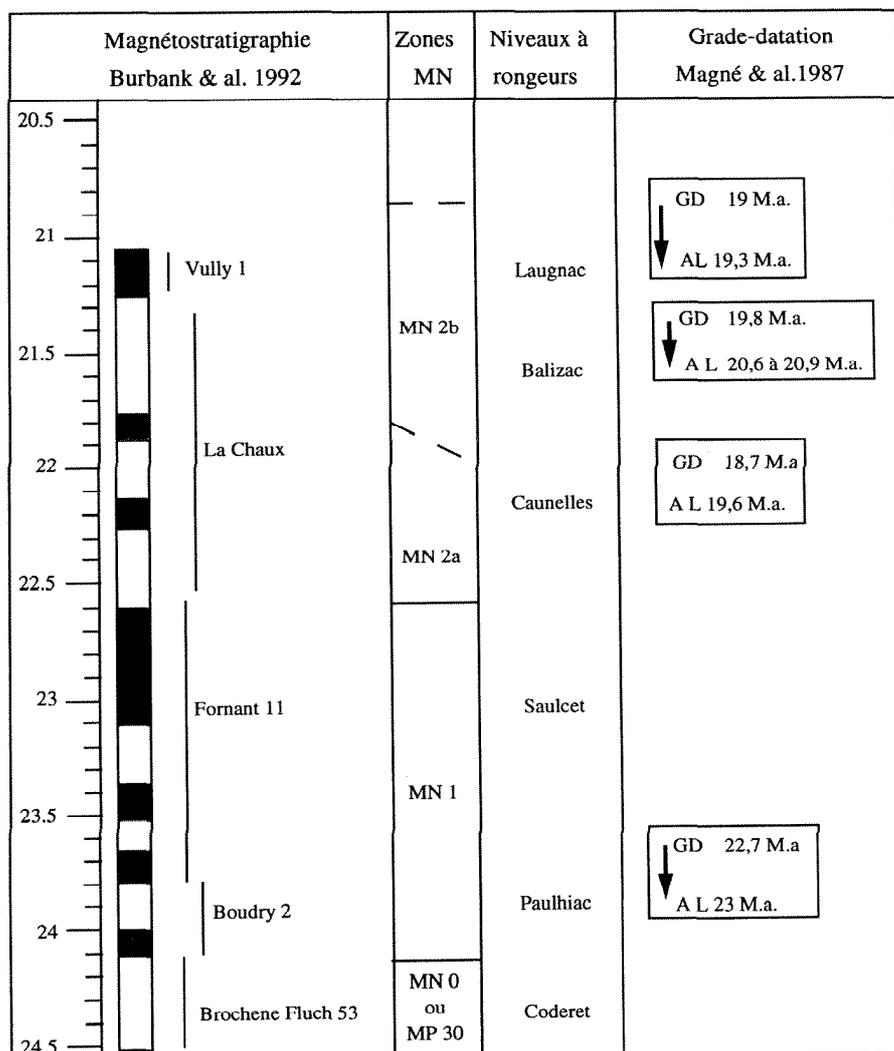


Fig. 5. - Comparaison entre les âges obtenus par magnétostratigraphie pour des gisements à mammifères du Miocène inférieur de Haute-Savoie (d'après Burbank *et al.*, 1992) et les âges numériques proposés par J. Magné *et al.* (1987) pour les gisements à rongeurs du Sud de la France impliqués dans l'étude. GD, grade-datation ; AL avec flèche, âge limite (les gisements ne peuvent pas être plus anciens que ...). Les gisements à mammifères sont disposés selon la zonation MN (Mein, 1990) et les âges donnés par la magnétostratigraphie.

Fig. 5. - Comparison between the ages provided by magnetostratigraphy for Lower Miocene fossil mammal localities in Haute-Savoie (after Burbank *et al.*, 1992) and the numerical ages proposed by J. Magné *et al.*, (1987) for the fossil rodent localities of Southern France involved in the present study. GD: grade-dating; AL with arrow, limiting age (the locality cannot be older than ...). The fossil mammal localities are arranged according to the MN zoning (Mein, 1990) and magnetostratigraphic evidence.

chronie, vitesse et continuité de la sédimentation, etc.) dans le cas de ces gisements sont chacune très difficile à justifier.

Magnétostratigraphie et gisements à rongeurs du Miocène inférieur

Une étude magnétostratigraphique (fig. 5) de la molasse d'eau douce inférieure de Haute-Savoie (Burbank *et al.*, 1992) prend en compte plusieurs niveaux à rongeurs d'âge miocène inférieur. Ces niveaux, une fois mis en corrélation avec les gisements dont nous venons de discuter les âges numériques déduits de grade-datations, peuvent servir de référence pour une discussion. Ainsi, le niveau de Laugnac qui correspond à celui de Vully dans la série de Haute-Savoie (Engesser, 1990) peut recevoir un âge voisin de -21 à -21,2 Ma alors que pour J. Magné *et al.* (1987) il ne pouvait être plus ancien que -19,3 Ma. Les gisements de Caunelles et Balizac qui sont respectivement plus vieux et plus jeune que le gisement de La Chaux (Huguéney et Ringeade, 1990 ; Hugué-

ney *et al.*, 1992) sont trop jeunes d'après les grade-datations, l'âge du site de La Chaux étant compris entre -21,3 et -22,5 Ma. Le gisement de Paulhiac, équivalent à celui de Boudry 2 (Engesser, 1990) reçoit d'après l'étude magnétostratigraphique, un âge compris entre -23,8 et -24,1 Ma, alors que par grade-dation, il ne pouvait être plus ancien que -23 Ma. L'étude magnétostratigraphique du Miocène inférieur de Haute-Savoie apporte ainsi pour des niveaux équivalents, des âges numériques fort différents de ceux donnés par les grade-datations.

Conclusions

Les données nouvelles ou révisées relatives aux rongeurs de Caunelles et de Sos-Matilon établissent que la succession relative des sites à rongeurs donnée par J. Magné *et al.* (1987) ne concorde toujours pas avec celle des mammalogistes. De même l'âge de Caunelles apparaît nettement trop jeune et celui de Sos-Matilon est nettement trop vieux. Des données magnétostratigraphiques qui s'appliquent à des gisements à rongeurs du Miocène inférieur et moyen, montrent également et indépendamment

que les âges extrapolés à partir de grade-datations sont discutables. On relève des écarts allant de 1 à 3,5 Ma entre, d'une part, les âges grade-datés ou déduits de grade-datations, et d'autre part, les âges numériques obtenus par la magnétostratigraphie. Ceci met en cause à la fois, et la qualité des grade-datations, et les hypothèses retenues (géométrie des dépôts, corrélations lithostratigraphiques) pour l'extrapolation de celles-ci. Les résultats apportés par la méthode des grade-datations appliquée à l'étalonnage des niveaux à rongeurs ne se révèlent pas à la hauteur des espoirs que cette méthode d'investigation avait soulevés.

Contribution n° 95005 de l'Institut des Sciences de l'Évolution

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier F. Duranthon du Musée de Toulouse, pour la mise à disposition du matériel de Sos-Matilon, J. L. Welcomme pour la découverte d'un spécimen important dans le même site, ainsi que S. Legendre, pour sa lecture critique du manuscrit. Ils sont également très reconnaissants des commentaires critiques des rapporteurs : Monsieur S. Sen et un anonyme.

Références

- AGUILAR J. P. (1974). – Les rongeurs du Miocène inférieur en Bas-Languedoc et les corrélations entre échelles stratigraphiques marine et continentale. *Géobios*, Lyon, 7, 4, pp. 345-398.
- AGUILAR J. P. (1981). – Evolution des rongeurs miocènes et paléogéographie de la Méditerranée occidentale. *Thèse Sci.*, Montpellier, 203 p.
- AGUILAR J. P. (1982). – Biozonation du Miocène d'Europe occidentale à l'aide des rongeurs et corrélations avec l'échelle stratigraphique marine. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, **294**, (2), pp. 49-54.
- AGUILAR J.-P. (1994). – Evolution de la lignée *Megacricetodon collongensis* - *Megacricetodon roussillonensis* (Cricetidae, Rodentia, Mammalia) au cours du Miocène inférieur et moyen dans le sud de la France. *Palaeovertebrata*, Montpellier, **23** (sous-presses).
- AGUILAR J. P., CALVET M., MICHAUX J. (1994). – Les rongeurs de Castelnou 6 (Pyrénées-orientales, France), gisement clé pour les corrélations entre la Péninsule ibérique et la France dans le Miocène moyen. *News Jb. Geol. Paläontol. Abh. Dtsch.*, Stuttgart, **192**, 1, pp. 109-131.
- AGUILAR J. P., CLAUZON G. (1979). – Un gisement à mammifères dans la formation lacustre d'âge Miocène moyen du Collet Redon près de St-Cannat (Bouches du Rhône). Implications stratigraphiques. *Palaeovertebrata*, Montpellier, 8, 5, pp. 327-341.
- AGUILAR J. P., MICHAUX J. (1987). – Essai d'estimation du pouvoir séparateur de la méthode biostratigraphique des lignées évolutives chez les rongeurs néogènes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), **3**, 6, pp. 1113-1124.
- ALVAREZ SIERRA Ma (1987). – Estudio sistematico y biostratigrafico de los Eomyidae (Rodentia) del Oligoceno superior y Mioceno inferior espanol. *Scripta Geol.*, Leiden, **86**, 207 p.
- ALVINERIE J., ANGLADA R., CARALP M., CATZIGRAS F. (1977). – Stratotype et parastratotype de l'Aquitainien. *Edit. C.N.R.S.*, 4, 105 p.
- BELLIER J.-P., DE WEVER P. (1994). – Variations morphologiques liées à l'environnement chez les *Globotruncana* du groupe *arca* (foraminifères planctoniques du Crétacé) : étude expérimentale par analyse d'image. *Géobios*, Lyon, 27, 3, pp. 285-291.
- BERGGREN W.A., KENT D.V., COUVERING J.A. van (1985). – Geochronology and Geological record. The Neogene : Part 2 Neogene geochronology and chronostratigraphy. *Geological Society of London*, pp. 211-260.
- BIZON G., BIZON J. J. (1972). – Atlas des principaux foraminifères planctoniques du bassin méditerranéen. Oligocène à Quaternaire. *Ed. Technip*, Paris, 316 p.
- BURBANK D.W., ENGESSER B., MATTER A., WEIDMANN M. (1992). – Magnetostratigraphic chronology, mammalian faunas and stratigraphic evolution of the Lower Freshwater Molasse, Haute Savoie, France. *Eclogae Geol. Helv.*, **85**, (2), pp. 399-431.
- CAPPETTA H. (1969). – Les gisements de vertébrés de la région montpelliéraine : 2 - Gisements miocènes. *Bull. BRGM Fr.*, I, n° 1, pp. 19-30.
- CAPPETTA H. (1970). – Les sélaciens du Miocène de la région de Montpellier. *Palaeovertebrata*, Montpellier, Mém. Extr., 139 p.
- CAPPETTA H. (1973). – Les sélaciens du Burdigalien de Lespignan. *Géobios*, Lyon, 6, 3, pp. 211-223.

- CAPPETTA H. (1984). – Néogène : échelles biostratigraphiques. In : " Synthèse géologique du Sud-Est de la France". *Mém. BRGM Fr.*, **125**, p. 477.
- DEMARCO G., GOURINARD Y., MAGNE J. (1989). – Grade-datation dans le Burdigalien du bassin de Crest (Drôme, moyenne vallée du Rhône) : comparaison avec le stratotype rhodanien. *Géobios*, Lyon, **22**, 3, pp. 383-386.
- ENGESSER B. (1990). – Die Eomyidae (Rodentia Mammalia) der Molasse der Schweiz und Savoyens. Systematik und Biostratigraphie. *Mém. suisses Paléontol.*, Basel, **112**, pp. 1-144.
- FONTAINE P. (1984). – Modalités de l'évolution et paléoenvironnements de quelques populations d'Alvéolines ilderdiennes dans le Minervois et le bassin de Tremp. *Thèse 3^e cycle*, Univ. P. Sabatier, Toulouse, 183 p.
- GINSBURG L. (1967). – La faune de Mammifères dans l'Helvétien marin de Sos (Lot et Garonne) et de Rimbez (Landes). *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (7), **9**, pp. 5-18.
- GINSBURG L. (1968). – Evolution du climat au cours du Miocène en France. *Bull. Assoc. Natur. Orléanais*, **41**, 11 p.
- GOURINARD Y. (1983). – Quelques vitesses d'évolution observées dans des lignées de Foraminifères néogènes. Utilisations chronologiques. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **297**, (2), pp. 269-272.
- GOURINARD Y. (1984). – Géochronologie et corrélation des séries sédimentaires. *Géochronologie*, Paris, n° 11, p. 7.
- GOURINARD Y. (1992). – Précision et exactitude des grade-datations par les lignées de *Globigerinoides trilobus* et de *Rosita fornicata* (foraminifères planctoniques). *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **128**, pp. 59-65.
- GOURINARD Y., MAGNE J. (1987). – Les anciens étages Aquitaniens (Mayer, 1857), Burdigalien (Depéret, 1892) et Helvétien (Mayer, 1857) correspondent aux cycles eustatiques de Vail, TB 1. 5., TB 2.1. et TB 2.2. Usage possible en nomenclature stratigraphique. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **305**, (2), pp. 1105-1108.
- GOURINARD Y., MAGNE J., RINGEADE M., WALLEZ M.J. (1985). – Chronologie numérique de l'étage Burdigalien. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **301**, (2), 10, pp. 715-720.
- GOURINARD Y., MAGNE J., RINGEADE M., WALLEZ M.J. (1987a). – Application de la méthode paléontologique de "grade-datation" à l'étage Aquitaniens (Miocène inférieur). *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **304**, (2), 13, pp. 729-732.
- GOURINARD Y., MAGNE J., WALLEZ M.J. (1987b). – Présence de la mer burdigalienne dans le centre de l'Aquitaine. *Bull. Soc. Hist. nat.*, Toulouse, **123**, 4 p.
- HUGUENEY M. (1969). – Les rongeurs (Mammalia) de l'Oligocène supérieur de Coderet - Bransat (Allier). *Thèse Sci.*, Lyon, n° 596, 227 p.
- HUGUENEY M., MEIN P., RINGEADE M. (1992). – Nouvelle datation des gisements de mammifères du bassin de Digne (Lambert et Barles; Sud-Est de la France); extension probable de la transgression aquitanienne dans cette région. *Paleontologia i Evolucio*, Sabadell, **24-25**, pp. 123-134.
- HUGUENEY M., RINGEADE M. (1990). – Synthesis on the "Aquitaniens" Lagomorph and Rodent faunas of the Aquitaine basin (France). In : European Neogene Mammal Chronology. Edits. Lindsay *et al.*, NATO ASI Ser. A, *Plenum Press*, New York, pp. 139-156.
- JULLIEN R., GUERIN C., HUGUENEY M., MEIN P. (1979). – Découverte d'un gisement de mammifères du Miocène moyen à Collet Redon, près Saint-Cannat (Bouches du Rhône, France) : liste faunique, implications stratigraphiques et paléogéographiques. *Géobios*, Lyon, **12**, 2, pp. 297-301.
- MAGNE J. (1978). – Etudes microstratigraphiques sur le Néogène de la Méditerranée nord-occidentale : Part. 2 - Le Néogène du Languedoc Méditerranéen. *Lab. géol. médit., Univ. P. Sabatier*, Toulouse, **435** p.
- MAGNE J., BAUDELLOT S., CROUZEL F., GOURINARD Y., WALLEZ M.J. (1985). – La mer du Langhien inférieur a envahi le centre du Bassin d'Aquitaine: arguments biostratigraphiques et géochronologiques. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **300**, (2), 19, pp. 961-964.
- MAGNE J., GOURINARD Y., WALLEZ M.J. (1987). – Comparaison des étages du Miocène inférieur définis par stratotypes ou par zones paléontologiques. *Strata*, Toulouse, **1**, 3, pp. 95-107.
- MARTINI E., MÜLLER C. (1986). – Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlations. *Newsletter in Stratigraphy*, Berlin, **16**, (2), pp. 99-112.
- MEIN P. (1975). – Biozonation du Néogène méditerranéen à partir des Mammifères. Report on Activity of the R. C. M. N. S. working groups, Bratislava, pp. 78 - 81.
- MEIN P. (1984). – Néogène : échelles biostratigraphiques. In : " Synthèse géologique du Sud-Est de la France". *Mém. BRGM Fr.*, Orléans, n° 125, p. 479.
- MEIN P. (1990). – Updating of MN zones. In : European Neogene Mammal Chronology. Edits. Lindsay *et al.* NATO ASI Ser. A, *Plenum Press*, New York, pp. 73 - 90.
- RINGEADE M. (1978). – Contribution à la biostratigraphie des faciès continentaux d'Aquitaine (Eocène supérieur - Miocène inférieur) par l'étude des micromammifères et des charophytes. *Thèse Sci.*, Univ. Bordeaux, 318 p.
- ROMAN F., VIRET J. (1930). – Le Miocène continental de l'Armagnac et le gisement Burdigalien de La Romieu (Gers). *Liv. Jub. Soc. géol. Fr.*, Paris, pp. 577 - 604.
- RUBINO J. L., LESUEUR J. L., GUY L. (1990). – Le Miocène inférieur et moyen du bassin rhodanien. Stratigraphie séquentielle - sédimentologie. *Livret guide Assoc. Sédim. Fr.*, polycopié, 73 p.
- RYAN W.B.F., CITA M.B., RAWSON M.D., BURCKLE L.H., SAITO T. (1974). – A paleomagnetic assignment of Neogene stage boundaries and the development of isochronous datum planes between the Mediterranean, the Pacific and Indian Oceans in order to investigate the response of the world ocean to the Mediterranean "Salinity Crisis". *Riv. Ital. Paleont.*, Milan, **80**, pp. 631-688.
- SEN S. (sous presse). – Present state of magnetostratigraphic study in the continental Neogene of European and Anatolia. In Later Neogene European Biotic Evolution and Stratigraphic Correlation. *Columbia University Press*, New York (sous-presse).
- STEININGER F.F., BERNOR R.L., FAHLBUSCH V. (1990). – European Neogene marine/continental. Chronologic correlations. In : European Neogene Mammal Chronology. Edits. Lindsay *et al.*, NATO ASI Ser. A, *Plenum Press*, pp. 15-46.
- THALER L. (1972). – Datation, Zonation et Mammifères. *Mém. BRGM Fr.*, Orléans, n° 77, pp. 411-424.
- V^e Congrès du Néogène méditerranéen. (1972). – Contribution à l'étude de l'Aquitaniens. La coupe de Carry-le-Rouet (Bouches-du-Rhône, France). *Géologie de la France*, BRGM, Orléans, Section I, n° 4, pp. 1-135.
- WALLEZ M.J., MAGNE J., GOURINARD Y., DEMARCO G. (1985-86). – Nouvelles grade-datations de sédiments burdigaliens des régions rhodaniennes. *Géologie méditerranéenne*, Marseille, XII - XIII, 1 - 2, pp. 59 - 63.