

3. Le gisement villafranchien de Senèze à Domeyrat (Haute-Loire)

Martine FAURE*, Claude GUERIN** et Eric DELSON***

* Université Lumière-Lyon 2, 7 rue Raulin, 69007 Lyon, et UMR 5125 "Paléoenvironnements et Paléobiosphère", 27-43 Boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France.

** Université Claude Bernard-Lyon I, UFR des Sciences de la Terre et UMR 5125 "Paléoenvironnements et Paléobiosphère", 27-43 Boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France.

***Lehman College, City University of New York, and Department of Vertebrate Paleontology, American Museum of Natural History, New York, NY 10024, USA.

3.1. Généralités et historique

Le hameau de Senèze, sur la commune de Domeyrat (Haute-Loire), est situé entre le chef-lieu et La Chomette. Il se trouve dans une dépression où naît un affluent de la Sènoire, elle-même affluent de l'Allier. La dépression correspond à un maar (cratère d'explosion) pliocène rempli secondairement par un lac qui s'est comblé progressivement pendant le Villafranchien. L'appareil volcanique est constitué de deux cônes de scories probablement contemporains, l'un haut de 754 m et situé à 600 m au NW du hameau (Pié de Charenty), l'autre qui atteint 728 m se trouvant à 300 m au Sud du premier. Le secteur est actuellement consacré aux cultures et à l'élevage.

Le remplissage du paléolac a livré de nombreux fossiles, essentiellement de Vertébrés. La présence de mammifères fossiles à Senèze a été signalée pour la première fois par M. Boule en 1892. Par la suite de nombreux fossiles y seront recueillis, provenant pour une grande part de parcelles appartenant à P. Philis, agriculteur, qui en faisait commerce. Ses principaux clients furent le laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon et le Musée d'Histoire naturelle de Bâle. L'essentiel des récoltes date d'un peu avant la première guerre mondiale (Depéret & Mayet, 1911) et des années 20 (Schaub, 1922, 1923). H.G. Stehlin (1923) puis S. Schaub (1941, 1943-44) ont publié les premières études paléontologiques d'après les collections du Musée de Bâle. R. Masson (1943) a réalisé une étude synthétique à partir des collections lyonnaises, dont certains spécimens ont fait l'objet de publications particulières (Depéret, Mayet & Roman, 1923; Depéret, 1929; Roman & Darest de la Chavanne, 1931; Azzaroli, 1952). Dans les années 1950, J. Roger et des chercheurs du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris réalisèrent quelques travaux de terrain (Brébion *et alii*, 1953; Roger, 1954). Au début des années 1960 C. Guth (1975) pratiqua une petite fouille dont les résultats ne furent jamais publiés en dehors de la description d'un crâne juvénile de *Dicerorhinus etruscus* (Guth, 1975, fig. 3) déposé à l'Université de Poitiers et étudié par C. Guérin (1980). En 1962 P. Grangeon a réalisé un sondage dans les dépôts du maar (Grangeon, 1962; Elhaï & Grangeon, 1963); un autre sondage fait en 1965 a donné lieu à des études sur les diatomées (Ehrlich, 1968), sur la sédimentologie (Pelletier, 1968), sur la palynologie (Elhaï, 1969) et à la description d'un poisson (Gaudant, 1975). Les dernières fouilles eurent lieu en 1991 sous la responsabilité de J. Couthures (Couthures, 1989; Couthures *et alii*, 1991); l'étude paléontologique confiée à D. Hadjouis n'a pas été publiée.

P. Bout (1960 à 1975) a discuté de la géologie et de la stratigraphie de nombreux gisements villafranchiens du Velay et du Bassin de l'Allier. Il a décrit en 1970 la constitution géologique du maar de Senèze et la succession des événements qui l'ont engendré. Tel qu'il l'a cartographié, le site est constitué d'un grand cône de scories à 500 m environ au NW d'un maar profondément rempli. Le cône a été formé en premier, et c'est la source d'une coulée de lave qui a recouvert le secteur. Puis le maar s'est formé dans le cratère d'explosion et a traversé la coulée, en laissant des brèches d'explosion sur le bord Ouest du cône de scories. Inversement J. Couthures (1989) n'a pas trouvé de preuves de superposition des lits pyroclastiques déposés dans les niveaux inférieurs du maar et dans la coulée présumée sous-jacente. Lorsque l'activité phréatomagmatique cessa, le maar commença à se remplir lentement de dépôts lacustres, sur une épaisseur d'au moins 123 m, l'épaisseur de la tranche d'eau restant inférieure à 40 m. En même temps (ou plus tard?) des dépôts de pente se sont installés sur sa bordure interne, notamment à l'Ouest. P. Bout puis J. Couthures ont noté que les Vertébrés fossiles provenaient aussi bien des niveaux supérieurs du remplissage du maar que des dépôts de pente.

E. Heintz, C. Guérin, P. Martin & F. Prat (1974) ont publié une liste complète et révisée des grands Mammifères, qu'ils considéraient comme constituant une seule association. A. Azzaroli, C. De Giuli, G. Ficarelli & D. Torre (1988) ont suggéré au contraire, sans faire référence à l'étude précédente, qu'il y aurait à Senèze deux niveaux fossilifères distincts, l'un, plus important, du Villafranchien moyen, qui proviendrait des dépôts supérieurs du maar, l'autre (avec *Libralces gallicus*, *Megalovis latifrons* et *Equus bressanus*, et peut-être aussi *Canis arnensis* et *Equus stehlini*) du Villafranchien terminal. J. Couthures (1989) pensait quant à lui à un mélange de faunes de même âge mais provenant de biotopes différents, résultant d'une asphyxie catastrophique due aux gaz d'origine volcanique.

Suite au congrès de Vatera (Lesbos) consacré aux faunes villafranchiennes d'Europe (Guérin & Faure, 2002), nous avons décidé de reprendre des travaux de prospection et de fouille qui ont débuté en 2001. Dans ce projet A. Monguillon et A. Valli sont co-responsables des travaux de terrain et sont par ailleurs chargés de l'étude des Carnivores (A.M.) et des Artiodactyles (A.V.); E. Debard et J.-F. Pastre sont chargés de la géologie. L'équipe comprend aussi J. Argant (Palynologie), V. Balter (Paléobiochimie), B. Blackwell (Datations ESR, Potassium/Argon), E. Crégut-Bonnoure (Bovidés), V. Eisenmann (Equidés), J. Gaudant (Poissons), C. Lécuyer (Paléobiochimie), E. Martin-Suarez (Micromammifères), C. Mourer-Chauviré (Oiseaux), F. Parenti (Topographie, cartographie, dessin), S. Sen (Magnétostratigraphie), C. Swisher (Datations Potassium / Argon et Ar 39 / Ar 40).

3.2. Paléontologie animale

Les articles de synthèse de H.G. Stehlin (1923), S. Schaub (1943-44), R. Masson (1943), G. Devis (1970), E. Heintz *et alii* (1974), ont signalé au total une trentaine d'espèces de mammifères et une dizaine d'espèces d'oiseaux. Divers travaux plus ponctuels, publiés au cours des quarante dernières années (Ballesio, 1963; Prat, 1964, 1968, 1980; Heintz, 1964, 1966, 1968, 1970, 1972, 1974; Guérin, 1965, 1980; Martin, 1973; Delson, 1973, 1974; Delson & Plopsor, 1975; Chaline & Michaux, 1974; Gaudant, 1975; Faure & Guérin, 1979, 1984; Eisenmann, 1979, 1980, 1981, 1984; Turner, 1987; Duvernois & Guérin, 1989; Duvernois, 1990; Mourer-Chauviré, 1990; Torres Pérez Hidalgo, 1992; Guerrero-Alba & Palmqvist, 1997; Anton & Werdelin, 1998) ont sensiblement accru et précisé la liste faunique, qui est actuellement la suivante:

Mammifères:

Primates Cercopithecidae

Paradolichopithecus arvernensis (Depéret, 1929)

Macaca sylvana cf. *florentina* (Cocchi, 1872)

Proboscidea Elephantidae

Mammuthus meridionalis (Nesti, 1825)

Perissodactyla Equidae

Equus stenonis senezensis Prat, 1964

Equus bressanus Viret, 1954

? *Equus stehlini* Azzaroli, 1965

Perissodactyla Rhinocerotidae

Dicerorhinus (*Brandtorhinus*) *etruscus etruscus* (Falconer, 1859)

Artiodactyla Suidae

Sus strozzi Meneghini, F. Major, 1881

Artiodactyla Cervidae

Croizetoceros ramosus minor Heintz, 1970

"*Cervus*" *philisi philisi* Schaub, 1941

Eucladoceros ctenoides senezensis (Nesti, 1841)

Libralces (= *Alces*?) *gallicus* Azzaroli, 1952

Artiodactyla Bovidae

Gazellospira torticornis (Aymard, 1854)
Procampoceras brivatense Schaub, 1923
Megalovis latifrons Schaub, 1923
Gallogoral meneghini (Rütimeyer, 1878)
Leptobos (Leptobos) furtivus Duvernois, 1989
Leptobos (Smertiobos) etruscus (Falconer, 1859)
Pliotragus ardeus (Depéret, 1884)
Ovis sp.

Carnivora Canidae

Nyctereutes megamastoides (Pomel, 1842)
 ?*Vulpes alopecoides* F.Major, 1877
Canis senezensis Martin, 1973

Carnivora Ursidae

Ursus etruscus Cuvier, 1823

Carnivora Hyaenidae

Pachycrocuta perrieri (Croizet & Jobert, 1828)
Euryboas lunensis (Del Campana, 1914)

Carnivora Felidae

Acinonyx pardinensis (Croizet & Jobert, 1828)
Homotherium crenatidens (Fabrini, 1890)
Megantereon cultridens (Cuvier, 1824)

Lagomorpha Leporidae

Oryctolagus cf. *lacosti*

Rodentia Arvicolidae

Mimomys pusillus
Mimomys pliocaenicus
Mimomys newtoni

Rodentia Sciuridae

aff. *Eutamias* sp.

Oiseaux:

A l'exception du paon, étudié par C. Mourer-Chauviré (1990), tous les restes d'oiseaux cités à Senèze nécessitent selon cet auteur une sérieuse révision.

Ciconiiformes

Ciconia sp.

Anseriformes

Anatidae indét. (*Mergus?*, *Fuligula?*, *Tadorna?*)

Galliformes

Pavo bravardi
Alectoris barbara.
Lyrurus tetrix

Gruiformes

Anthropoides virgo

Coraciiformes

Corvus hungaricus

Strygiformes*Bubo* sp.**Passériformes****Reptiles:**

Chéloniens indét.

Amphibiens:

Urodèles indét.

Poissons:*Tinca* sp.**Mollusques:***Limnea* sp.

Bivalves indét.

Crustacés:

Ostracodes indét.

3.2.1. Les taxons mammaliens définis à Senèze:

Quinze nouveaux taxons (genres, espèces et sous-espèces) de grands Mammifères ont été définis dans le gisement de Senèze, dont 13 (4 genres, 7 espèces et 2 sous-espèces) sont toujours valides:

Paradolichopithecus arvernensis (Depéret, 1929), nouvelle espèce originellement rapportée au genre *Dolichopithecus* puis attribuée au nouveau genre *Paradolichopithecus* Necrasov, Samson & Radulesco, 1961;

Canis senezensis Martin, 1973, nouvelle espèce;

Equus stenonis senezensis Prat, 1964, nouvelle sous-espèce;

Cervus philisi Schaub, 1941, nouvelle espèce;

Croizetoceros ramosus minor Heintz, 1970, nouvelle sous-espèce;

Eucladoceros senezensis Depéret, 1910, nouvelle espèce mais synonyme récent de *Eucladoceros ctenoides*;

Libralces gallicus Azzaroli, 1952, nouveau genre et nouvelle espèce;

Procampoceras brivatense Schaub, 1923, nouveau genre et nouvelle espèce;

Megalovis latifrons Schaub, 1923, nouveau genre et nouvelle espèce;

Nemorhaedus philisi Schaub, 1923, nouvelle espèce rapportée plus tard à l'espèce déjà connue *N. meneghinii* mais au nouveau genre *Gallogoral* Guérin, 1965;

Leptobos furtivus Duvernoy, 1989, nouvelle espèce.

3.2.2. Interprétation paléoécologique de la communauté mammalienne

Nous avons réalisé l'étude synécologique provisoire de la communauté des Mammifères de Senèze à l'aide des diagrammes de Fleming-Andrews modifiés selon C. Guérin & M. Faure (1987) et C. Guérin (1998). Rappelons qu'on peut ainsi caractériser la paléoécologie d'un gisement à partir de quatre histogrammes dont les classes, représentées chacune en pourcentage, se définissent de la façon suivante:

- a: histogramme taxonomique: Fondé sur une classification naturelle, cet histogramme des Ordres met en évidence la diversité biologique, et les caractéristiques biogéographiques de la communauté. R = Rongeurs; I = Insectivores; Pri = Primates; Art = Artiodactyles; Ca = Carnivores; Per = Perissodactyles; Pro = Proboscidiens; A = Autres ordres.

- b: histogramme des masses: Fondé sur les masses, cet histogramme traduit en fait la taille des espèces concernées. L'évaluation des masses se fait par analogie avec celles des espèces actuelles de dimensions semblables, ce qui autorise une précision suffisante. AB = moins de 1 kg; C = 1 à 10 kg; D = 10 à 50 kg; E = 50 à 100 kg; F = 100 à 200 kg; G = 200 à 1000 kg; H = plus de 1000 kg.

- c: histogramme des adaptations alimentaires des espèces: Ici encore c'est l'analogie avec les formes actuelles les plus proches qui détermine la catégorisation de chaque espèce. En = entomophages; FG = frugivores et granivores; HB = herbivores brachyodontes; HH = herbivores hypsodontes; Z = carnassiers (zoophages); O = omnivores.

- d: histogramme des adaptations locomotrices des espèces: Cet histogramme, comme le précédent, caractérise bien le milieu de vie car tous deux sont étroitement liés au paysage végétal, à l'orographie et à l'humidité ambiante. GT = grands mammifères terrestres (répartis en f = forestiers, u = ubiquistes et c = coureurs); PT = petits mammifères terrestres; Gr-Ar = grimpeurs et arboricoles; Aq = aquatiques; Ae = aériens; Fo = fouisseurs. Les sous-catégories distinguées dans la catégorie GT permettent de mieux caractériser les communautés fossiles.

Ces quatre histogrammes mettent en évidence le paléomilieu et permettent des comparaisons immédiates. Ils se recoupent, ce qui limite les erreurs d'interprétation. On peut ainsi situer l'association fossile parmi les grandes catégories de communautés écologiques connues actuellement sur terre (forêt de montagne, forêt de plaine, forêt riveraine, prairie-parc, prairie riveraine, savane arborée, savane, steppe aride, désert..., avec tous les intermédiaires). Ils permettent aussi de reconnaître des particularités d'origine biogéographique, et de distinguer immédiatement une anomalie: déséquilibre dû au mode de peuplement (c'est le cas des faunes insulaires), à la technique de fouille, à des facteurs taphonomiques.

Globalement, ces histogrammes qui doivent idéalement porter sur un minimum d'une trentaine d'espèces montrent une large dominance des herbivores hypsodontes et des grands terrestres coureurs, et un nombre élevé d'espèces de grande taille, qui indique un paysage ouvert. L'abondance des zoophages, le nombre non négligeable d'herbivores brachyodontes, l'importance relative des grimpeurs-arboricoles et des frugivores-granivores montrent qu'il existait aussi des secteurs boisés. La quantité assez importante de fouisseurs témoigne d'un environnement pas particulièrement froid.

On remarque une nette sous-représentation des micromammifères, des petits terrestres et des aériens, due aux anciennes méthodes de collecte des fossiles.

3.2.3. Interprétation biochronologique de la communauté mammalienne:

Les mammifères permettent également une analyse biochronologique, qui se fonde sur trois caractéristiques:

L'âge du gisement a été évalué d'après la faune à environ 1,5 Ma par E. Heintz (1968) puis par C. Guérin (1980).

P. Bout (1970) estime à 1,9 Ma l'âge de la coulée sous-jacente, à 1,6 Ma celui des niveaux supérieurs du maar et à 1,5 Ma celui de la faune.

M. Prévot & G.B. Dalrymple (1970) donnent une date potassium/argon (sur roche totale) de $2,3 \pm 0,15$ Ma pour la coulée du Pié de Charenty, présumée antérieure aux dépôts du maar, et J. Couthures (1989) fournit un résultat assez semblable avec $2,48 \pm 0,06$ Ma. M. Fouris *et alii* (1991) font état d'une communication personnelle de Baubron indiquant un âge plus jeune: $2,14 \pm 0,1$ Ma.

Aussi bien M. Prévot & G.B. Dalrymple que J. Couthures indiquent une polarité inverse pour la coulée, à rapporter selon eux au Matuyama inférieur. M. Prévot & G.B. Dalrymple décrivent également une séquence paléomagnétique pour les derniers 132,5 m de la carotte étudiée par H. Elhaï & P. Grangeon (1963): toute cette série est à polarité inverse sauf une tranche à polarité normale de 5 à 10 m d'épaisseur qui se trouve entre 23,5 et 28 m en dessous du sommet; pour ces auteurs la partie à polarité normale pourrait être corrélée à l'Olduvai inférieur qu'ils estiment dater de 2,1 Ma.

E. Delson (1973) puis E. Delson & D. Plopsor (1975) ont réinterprété ces données géochronologiques en considérant que, si l'ensemble de la carotte correspond à 0,25 Ma, la magnétozone normale est trop courte pour correspondre au subchron d'Olduvai, dont on sait maintenant qu'il dure près de 0,2 Ma. E. Delson suggère plutôt une correspondance avec le subchron Réunion, ce qui donnerait un basalte datant de 2,5 à 2,45 Ma et une faune comprise entre 2,1 et 2 Ma; l'association botanique de la base pourrait alors être un témoin de la sortie de la phase froide globale de 2,6-2,4 Ma (Vrba, 1995).

Récemment de nombreux auteurs ont discuté de l'âge relatif de la (ou des) faune(s) de Senèze, ou lui ont attribué une place dans la succession des faunes villafranchiennes. C'est ainsi que M.F. Bonifay (1992) situe la faune de Senèze, considérée comme homogène, à 1,6 Ma, après Saint-Vallier (1,9 Ma), exactement entre les âges présumés des sites italiens d'Olivola et du Tasso. A. Azzaroli *et alii* (1997, p. 152) considèrent qu'une "date between 2.0 and 1.8 Ma is the only plausible age for the

fauna of the Senèze maar deposits," mais continuent à penser qu'il existe une deuxième faune, significativement plus récente, mélangée à la première. En revanche J. Chaline (1997) range Senèze dans sa zone à *Mimomys pliocaenicus/Allophaiomys deucalion*, dont il estime l'âge entre 1,8 et 1,4 Ma. Enfin L. Maul *et alii* (1998) situent d'après les Rongeurs Arvicolidés le gisement de Saint-Vallier à 2,2 Ma et celui de Senèze à 2,0 Ma, et les placent tous deux dans le Villafranchien moyen.

Dernièrement S. Roger (2000) et S. Roger *et alii* (2000) ont daté de 2,09 Ma un niveau de téphras sous-jacent à la faune, qui est donc plus récente que cette date.

3.3. Perspectives

Comme nous venons de le voir, le gisement de Senèze est extrêmement riche mais son interprétation reste très discutée; il y a plus de 60 ans qu'aucune fouille d'envergure n'y a été entreprise, aucune étude exhaustive n'a été réalisée, et depuis 1960 les recherches sur la stratigraphie et sur l'âge du site ont donné des résultats contradictoires ou contestés. Nous ne connaissons pas encore la situation précise de tous les points fossilifères, dont on ne sait même pas s'ils constituent plus d'un seul horizon.

Notre équipe envisage donc de s'investir dans trois approches complémentaires:

- mettre au jour de nouveaux fossiles parfaitement repérés du point de vue stratigraphique; en effet, si beaucoup d'espèces sont suffisamment abondantes pour autoriser des études statistiques de leurs populations, d'autres sont très rares et nécessitent de nouvelles découvertes pour préciser leur définition et établir leur degré d'évolution dans le gisement. D'anciennes questions sur la coexistence effective de certaines espèces pourront être ainsi résolues, et de nouveaux spécimens de taxons importants pourront être découverts.

- Etudier la stratigraphie détaillée de ce gisement complexe où les fossiles sont connus à la fois dans le dépôt lacustre et dans des dépôts de pente; arriver à confirmer s'il y a unicité de la faune, c'est à dire si nous avons affaire, comme le prétendent certains auteurs, à deux ensembles différents correspondant à deux âges différents, ou à un seul.

- utiliser une combinaison de trois méthodes géochronologiques (Ar 39/Ar 40 pour le basalte sous-jacent; RPE pour l'émail fossile; corrélations par magnétostratigraphie) pour clarifier les problèmes de l'âge de la faune; rappelons que selon les auteurs, il est estimé entre 2,2 et 1,4 millions d'années, soit une marge d'erreur de 800 000 ans.

Références bibliographiques

- Anton M. & Werdelin L. (1998) - Too well restored? The case of the *Megantereon* skull from Senèze. *Lethaia Seminar*, Oslo, vol. 31, p. 158-160, fig.
- Azzaroli A. (1952) - L'Alce di Senèze. *Palaeontographia italica*, Pisa, vol. XLVII (n. ser. vol. XVII), Anni 1950-51, p. 133-141, 2 fig., pl. XV - XVI.
- Azzaroli A., De Giuli C., Ficarelli G. & Torre D. (1988) - Late Pliocene to early Mid-Pleistocene mammals in Eurasia: faunal succession and dispersal events. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 68, p. 77-100.
- Azzaroli A., Colalongo M. L., Nakagawa H., Pasini G., Rio D., Ruggieri G., Sartoni S., & Sprovieri R. (1997) - The Plio-Pleistocene boundary in Italy, p. 141-155. In Van Couvering J. A. (ed.), *The Pleistocene boundary and the beginning of the Quaternary*, Cambridge University Press éd.
- Ballesio R. (1963) - Monographie d'un machairodus du gisement villafranchien de Senèze: *Homotherium crenatidens* Fabrini. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, NS, n° 9, 129 p., 57 fig., 4 pl.
- Bonifay M-F. (1992) - Apport des grandes faunes villafranchiennes du Massif Central français dans le cadre général du Plio-Pléistocène. *Proc. 117e Congr. nat. soc. sav.*, p. 55-64.
- Bout P. (1960) - Le Villafranchien du Velay et du bassin hydrographique moyen et supérieur de l'Allier. *Thèse Doctorat Etat Univ. Paris, Imprimerie Jeanne d'Arc éd.*, Le Puy, 344 p., 24 pl.
- Bout P. (1969) - Datations absolues de quelques formations volcaniques d'Auvergne et du Velay, et chronologie du Quaternaire européen. *Revue d'Auvergne*, t. 83, n° 4, p. 267-280, 3 fig., II tabl.
- Bout P. (1970 a) - Absolute ages of some volcanic formations in the Auvergne and Velay areas and chronology of the European Pleistocene. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, Amsterdam, p. 95-106, 3 fig., 2 tabl.
- Bout P. (1970 b) - Maars et cônes de scories d'Auvergne et du Velay. *Revue d'Auvergne*, t. 84, n° 1, p. 29-42.
- Bout P. (1970 c) - Problèmes du volcanisme XV: le maar de Senèze (Haute-Loire). *Revue d'Auvergne*, t. 84, n° 1, p. 54-68.
- Bout P. (1972) - Problèmes du volcanisme VII. *Revue d'Auvergne*, t. 86, n° 1, p. 53-76.
- Bout P. (1975) - The contribution of the volcanic Massif Central of France to European Quaternary chronology, p. 73-98. In Butzer K. W. & Isaac G. L. (eds.) *After the Australopithecines*. Mouton, The Hague.
- Brébion P., Calas P., Drot J., Pimienta-Freneix S. & Nazemi (1953) - Le gisement villafranchien de Senèze (Haute-Loire). *Manuscrit inédit*, 5 p. dactyl., 5 fig.
- Chaline J. & Michaux J. (1974) - Les Rongeurs du Pléistocène inférieur de France. *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, n° 78, t. 1, p. 89-97, 1 fig., 1 tabl.
- Chaline J. (1997) - Biostratigraphy and calibrated climatic chronology of the Upper Pliocene and Lower Pleistocene of France, p. 178-182. In Van Couvering J. A. (ed.), *The Pleistocene boundary and the beginning of the Quaternary*, Cambridge University Press.
- Couthures J. (1989) - The Senèze maar (French Massif Central): hypothesis regarding a catastrophe occurring about 1.5 million years ago. *J. Volcanol. Geothermal Research*, 39, p. 207-210, 2 fig.
- Couthures J., Ablin D. & Hadjouis D. (1991) - Senèze (Haute-Loire). *Rapport de fouilles 1991, DRAC Auvergne*, 55 p. (inédit).
- Delson E. (1973) - Fossil colobine monkeys of the Circum-Mediterranean region and the evolutionary history of the Cercopithecidae (Primates, Mammalia). *Ph. D. dissertation, Columbia Univ.*
- Delson E. (1974) - Preliminary review of cercopithecoid distribution in the circum-Mediterranean region. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, Paris, 78, p. 131-135.
- Delson E. & Plopsor D. (1975) - *Paradolichopithecus*, a large terrestrial monkey (Cercopithecidae, Primates) from the Plio-Pleistocene of southern Europe and its importance for mammalian biochronology. *Proc. VIIth sess., Regional Comm. Medit. Neogene Stratigr.*, Bratislava, Slovak Acad. Sci., p. 91-96.
- Depéret C. & Mayet L. (1911) - Le gisement de Mammifères pliocènes de Senèze (Haute-Loire) et sa faune paléomammalogique. *C.R. Assoc. fr. Avancement Sci.*, Cong. Dijon, t. 1, p. 261-263.
- Depéret C., Mayet L. & Roman F. (1923) - Les éléphants pliocènes. *Ann. Univ. Lyon*, NS, I, fasc. 42, 224 p., 33 fig., XI pl.
- Depéret C. (1929) - *Dolichopithecus arvernensis* Depéret: nouveau singe du pliocène supérieur de Senèze (Haute-Loire). *Travaux Lab. Geol. Lyon*, 15, p. 5-12.
- Devis G. (1970) - Le volcanisme et le gisement fossilifère de Senèze. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, vol. 36, p. 25-87, 7 fig., 6 photos.
- Duvernois M.-P. & Guérin C. (1989) - Les Bovidae (Mammalia, Artiodactyla) du Villafranchien supérieur d'Europe occidentale. *Geobios*, Lyon, n° 22, fasc. 3, p. 339-379, 4 fig., 10 tabl., 4 pl.
- Duvernois M.P. (1990) - Les *Leptobos* (Mammalia, Artiodactyla) du Villafranchien d'Europe occidentale. *Systématique - Evolution - Biostratigraphie - Paléoécologie. Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 113, 213 p., 65 fig., 34 tabl., 15 pl.

- Ehrlich A. (1968) - Les diatomées fossiles des sédiments Villafranchiens de Senèze (Haute-Loire, Massif central français). *Bull. Ass. franç. Étude Quatern.*, Paris, 5, p. 257-280, 2 fig., 1 pl.
- Eisenmann V. (1979) - Les métapodes d'*Equus* sensu lato (Mammalia, Perissodactyla). *Geobios*, Lyon, 12, 6, p. 863-886.
- Eisenmann V. (1980) - Les chevaux (*Equus* sensu lato) fossiles et actuels: crânes et dents jugales supérieures. *Cahiers de Paléontologie, CNRS édit.*, Paris, 186 p., 67 fig., 72 tabl., 22 pl.
- Eisenmann V. (1981) - Etude des dents jugales inférieures des *Equus* (Mammalia, Perissodactyla) actuels et fossiles. *Palaeovertebrata*, Montpellier, vol. 10, fasc. 3-4, p. 127-226, 19 fig., pl. 1-4.
- Eisenmann V. (1984) - Sur quelques caractères adaptatifs du squelette d'*Equus* (Mammalia, Perissodactyla) et leurs implications paléoécologiques. *Bull. Mus. natn. Hist. nat.*, Paris, 4ème sér., 8, sect. C, n° 2, p. 185-195, 3 fig., 1 tabl.
- Elhaï H. & Grangeon P. (1963) - Nouvelles recherches sur le gisement villafranchien de Senèze (Haute-Loire, France). *Bull. soc. géol. France*, Paris, sér 7, 5, p. 483-488.
- Elhaï H. (1969) - La flore sporo-pollinique du gisement villafranchien de Senèze (Massif Central, France). *Pollens et Spores*, Montpellier, vol. XI, n 1, p. 127-139, 1 fig., 1 diagramme.
- Fouris M., Cantagrel J.-M., Poidevin J.-L. & Mergoil J. (1991) - Le Plio-Pléistocène du Velay: Volcanologie et chronologie K/Ar des gisements fossilifères, données actuelles, problèmes et hypothèses. *Cahiers du Quaternaire*, Bordeaux, 16, p. 401-416.
- Gaudant J. (1975) - Présence du genre *Tinca* Cuv. (Poisson Téléostéen, Cypriniforme) dans le Villafranchien de Senèze (Haute-Loire). *Geobios*, Lyon, n° 8, fasc. 5, p. 353-354, 1 fig.
- Grangeon P. (1962) - Note préliminaire à l'étude géologique du volcan et du gisement fossilifère de Senèze (Haute-Loire). *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, Paris, fasc. 5, p. 149-150.
- Guérin C. (1965) - *Gallogoral* (nov. gen.) *meneghinii* (Rütimeyer, 1878), un Rupicapriné du Villafranchien d'Europe occidentale. *Doc. Labo. Géol. Fac. Sci. Lyon*, n° 11, 353 p., LXX pl.
- Guérin C. (1980) - Les rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale. Comparaison avec les espèces actuelles. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 79, fasc. 1-3, 1185 p., 115 fig., 161 tabl., 21 pl.
- Guérin C. (1998) - Mammifères, datations et paléoenvironnements en Préhistoire. *Quaternaire*, Paris, vol. 9, n° 4, p. 249-260, 3 tabl., 3 fig.
- Guérin C. & Faure M. (2002) - The Mid-Villafranchian mammals of Saint-Vallier (Drôme, France). *Annales géologiques des Pays helléniques*, Athènes, vol. 39, fasc. A (Proc. 1st International workshop on Late Plio/Pleistocene extinction and evolution in the Palearctic. The Vatera fauna. Polichnitos, Lesbos, Grèce, 29 sept.- 2 oct. 1999), p. 197-220, 1 fig., 1 tabl.
- Guerrero-Alba S. & Palmqvist P. (1997) - Estudio morfológico del caballo de Venta Micena (Orce, Granada) y su comparacion con los équidos modernos y del Plio-Pleistoceno en el viejo y nuevo mundo. *Paleontologia i Evolucio*, Barcelona, n° 30 - 31, p. 93 - 148, 30 fig., 18 tabl., 4 pl.
- Guth C. (1975) - Lagerstätten des Villafranchiums in der Umgebung von Brioude in Mittelfrankreich. *Quartärpaläontologie*, Berlin, 1, p. 177-182, 8 fig.
- Heintz E. (1964) - Un nouveau Rupicaprinae fossile du gisement villafranchien de Saint-Vallier (Drôme). *C.R. som. Soc. Géol. Fr.*, p. 373-374, 1 fig.
- Heintz E. (1966) - La présence de *Gazellospira torticornis* Aymard (Ruminant) dans le gisement villafranchien de Saint-Vallier (Drôme). Essai de répartition géographique et stratigraphique. *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (7), VIII, p. 25-30, 2 fig., 1 pl.
- Heintz E. (1968) - Principaux résultats systématiques et biostratigraphiques de l'étude des Cervidés villafranchiens de France et d'Espagne. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 266, p. 2184-2186.
- Heintz E. (1970) - Les Cervidés villafranchiens de France et d'Espagne. *Mém. Mus. nat. Hist. nat.*, Paris, NS, sér. C, t. XXII, 2 vol., 303 p., XL pl., 319 fig., 131 tabl.
- Heintz E. (1972) - Apports de la biométrie à la biostratigraphie des mammifères fossiles. *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, n° 77, p. 395-399, 5 tabl.
- Heintz E. (1974) - Les populations de *Croizetoceros ramosus* (Cervidae, Mammalia) dans le temps et dans l'espace. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (7), XVI, n° 4, p. 411-417, 8 tabl.
- Heintz E., Guérin C., Martin R. & Prat F. (1974) - Principaux gisements villafranchiens de France: listes fauniques et biostratigraphie. *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, n° 78, t. 1, p. 169-182, 1 tabl.
- Martin R. (1973) - Trois nouvelles espèces de Caninae (Canidae, Carnivora) des gisements plio-villafranchiens d'Europe. *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, n° 57, p. 87-96, 6 fig.
- Masson R. (1943) - Le gisement de Mammifères de Senèze. *DES Fac. Sci. Lyon*, 28 p. dactyl., 17 fig. (inédit).
- Maul L., Masini F., Abbazzi L. & Turner A. (1998) - The use of different morphometric data for absolute age calibration of some South and Middle European arvicolid populations. *Palaeontographica Italica*, 85: 111-151.
- Mourer-Chauviré C. (1990) - Les Paons du Pliocène et du Pléistocène inférieur d'Europe. Biostratigraphie et Paléoécologie. *Journée Louis David, Docum. Lab. Géol. Lyon*, H.S.9, p. 77-91, 2 tabl., 1 pl.
- Pelletier H. (1968) - Contribution à l'étude sédimentologique de l'ancien lac de Senèze (Haute-Loire, Massif Central français). *Rev. Sci. nat. Auvergne*, vol. 34, 1-2-3-4, p. 39-50, 5 fig.

- Prat F. (1964) - Contribution à la classification des Equidés villafranchiens. *P.V. Soc. linn. Bordeaux*, vol. 100, p. 14-32, 3 tabl., 2 pl.
- Prat F. (1968) - Recherches sur les Equidés pléistocènes en France. *Thèse Doctorat Etat Fac. Sci. Bordeaux*, 692 p. dactyl., 126 tabl., 149 fig.
- Prat F. (1980) - Les Equidés villafranchiens en France. Genre *Equus*. *Cahiers du Quaternaire*, Bordeaux, n° 2, 291 p., 55 fig., 46 tabl.
- Prévot M. & Dalrymple G. B. (1970) - Un bref épisode de polarité géomagnétique normale au cours de l'époque inverse Matuyama. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 271, sér. D, p. 2221-2224, 2 tabl.
- Roger J. (1954) - Le gisement villafranchien de Senèze (Haute-Loire). *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, Paris, 2ème sér., t. XXVI, n° 2, p. 292-295, 1 fig.
- Roger S. (2000) - Datations $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ des niveaux volcaniques intercalés dans des séquences sédimentaires lacustres et marines, pléistocènes à messiniennes: implications paléoenvironnementales. *Thèse Doctorat Univ. Aix-Marseille III*, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, juin 2000, 246 p., nbses fig.
- Roger S., Coulon C., Thouveny N., Féraud G., Van Velzen A., Fauquette S., Cochemé J.J., Prévot M. & Verosub K.L. (2000) - $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of a tephra layer in the Pliocene Senèze maar lacustrine sequence (French Massif Central): constraint on the age of the Reunion-Matuyama transition and implications on paleoenvironmental archives. *Earth and Planetary Science Letter*, 183, p. 431-440., 4 fig., 1 tabl.
- Roman F. & Daresté de la Chavanne J. (1931) - Note sur la présence d'un élan (*Alces latifrons* Johnson) dans le Pliocène de Senèze (Haute-Loire). *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 192, p. 1256-1257.
- Schaub S. (1922) - *Nemorhoedus philisi* nov. spec., ein fossiler Goral aus dem Oberpliozän der Auvergne. *Eclogae Geol. Helvet.*, Bâle, vol. XVI, n° 5, p. 558-563, 2 fig.
- Schaub S. (1923) - Neue und wenig bekannte Cavicornier von Senèze. *Eclogae Geol. Helvet.*, Bâle, Bd XVIII, n° 2, p. 281-295, 5 fig.
- Schaub S. (1941) - Die kleine Hirschart aus dem Oberpliozän von Senèze (Haute-Loire). *Schweiz. paläont. Gesellsch. et Eclogae Geol. Helvet.*, Bâle, vol. 34, p. 264-271, 1 fig.
- Schaub S. (1943-1944) - Die oberpliocäne Säugetierfauna von Senèze (Haute-Loire) und ihre verbreitungsgeschichtliche Stellung. *Schweiz. paläont. Gesellsch. et Eclogae Geol. Helvet.*, Bâle, vol. 36, n° 2, p. 270-289, 8 fig.
- Stehlin H.G. (1923) - Die oberpliocäne Fauna von Senèze (Haute Loire). *Eclogae Geol. Helvet.*, Bâle, vol. XVIII, n° 2, p. 268-281.
- Torres Pérez Hidalgo T. (1992) - Los restos de oso del yacimiento de Venta Micena (Orce, Granada) y el material de *Ursus etruscus* G. Cuvier del Villafranchiense europeo, p. 87-106, 33 tabl., 16 fig. In J. Gibert (ed.), Proyecto Orce-Cueva Victoria (1988-1992). Presencia humana en el Pleistoceno inferior de Granada y Murcia, *Museo de Prehistoria José Gibert edit.*, Orce.
- Turner A. (1987) - *Megantereon cultridens* (Cuvier) (Mammalia, Felidae, Machairodontinae) from Plio-Pleistocene deposits in Africa and Eurasia, with comments on dispersal and the possibility of a New World origin. *Journal of Paleontology*, Tulsa, n° 6, p. 1256-1268, 4 fig., 3 tabl.
- Vrba E.S. (1995) - On the connections between paleoclimate and evolution, p. 24-45. In Vrba E.S., Denton G.H., Partridge T.C. & Burckle L. H. (eds), *Paleoclimate and evolution, with emphasis on Human origins*, Yale University Press edit., New Haven.

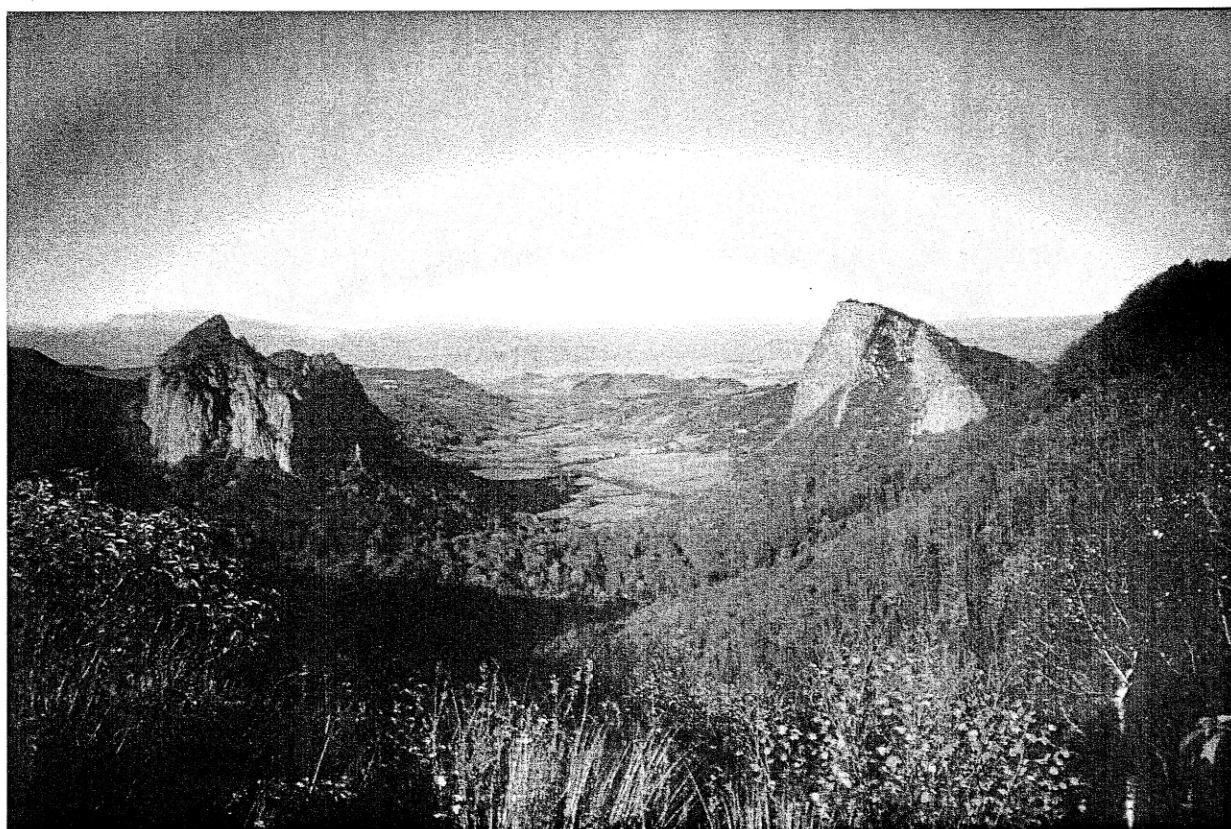
Livret-Guide

Excursion de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire
(20-22 mai 2004)



Quaternaire et volcanisme en Auvergne et Velay

*Téphras, interactions volcanisme-sédimentation,
longue durée, longues séquences*



Coordination : J.-F. Pastre

avec la participation de :

A. Argant, J. Argant, E. Bonifay, J.-M. Cantagrel, E. Debard, E. Defive, M. Faure,
A. Fourmont, A. Gauthier, I. Gay-Ovejero, C. Guérin, J.-J. Macaire, M. Reille

Publié avec le concours du C.N.R.S.