



HAL
open science

Age et principales étapes du dépôt des Sables et Argiles du Bourbonnais.

Alain Le Griel

► **To cite this version:**

Alain Le Griel. Age et principales étapes du dépôt des Sables et Argiles du Bourbonnais.. Revue de géologie dynamique et de géographie physique, 1980, volume 24 (fasc. 6), pp. 425-433. halshs-00779933

HAL Id: halshs-00779933

<https://shs.hal.science/halshs-00779933>

Submitted on 22 Jan 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Age et principales étapes du dépôt des Sables et Argiles du Bourbonnais

par Alain LE GRIEL *

RÉSUMÉ. — On a longtemps hésité sur la place à donner dans l'échelle stratigraphique aux Sables et Argiles du Bourbonnais. Le contenu palynologique du niveau argileux situé à proximité de la base de l'accumulation et les minéraux lourds volcaniques contenus par celle-ci — après comparaison avec la minéralogie des alluvions quaternaires de l'Allier et des principales phases volcaniques des Monts-Dore — servent de repères chronologiques pour situer l'essentiel du comblement de la cuvette bourbonnaise entre 2,7 et 2,4 m.a.

Mots-clés : Pliovillafranchien, Corrélations stratigraphiques, Palynologie, Minéraux lourds, Massif Central.

ABSTRACT. — *Age and major stages of deposition for Bourbonnais sandstones and claystones :* During a long time « sandstones and claystones of Bourbonnais » have not been exactly placed in stratigraphic scale. The palynologic contents of clayed bench situated near the bottom of the accumulation and the volcanic heavy minerals contained by that one — after comparison with the mineralogy of quaternary alluvions of Allier and volcanic main phases of Monts-Dore — are utilised as chronological reference to situate the Bourbonnais filling during the Reuverien (2.7 — 2.4 m.y.).

Key-words : Pliovillafranchien, Stratigraphic Correlations, Palynology, Heavy Minerals, French Central Massif.

Introduction.

De nombreux chercheurs, tant géologues que géographes, se sont intéressés à la formation dite des « Sables et Argiles du Bourbonnais » qui occupe une vaste région comprise entre Loire et Allier, immédiatement au Sud de leur confluence (fig. 1). Certains auteurs (L. De Launay, 1923; J. Viret, 1934; J. Gras, 1963) ont clairement établi les liens existant entre le dépôt de cette formation et d'importants mouvements tectoniques; tous ont signalé le

rôle fondamental joué par les Sables et Argiles du Bourbonnais dans la reconstitution paléogéographique des marges Massif Central - Bassin Parisien. Malheureusement pendant longtemps toute vision précise des événements a été rendue impossible par l'ignorance de l'âge exact du dépôt.

Travaillant sur l'évolution géomorphologique tertiaire et quaternaire du Massif Central, j'ai été amené à reprendre les problèmes de l'âge et des modalités de dépôt des Sables et Argiles du Bourbonnais; je me propose dans cette note de faire le point sur mes principales conclusions.

A. Situation des Sables et Argiles du Bourbonnais dans l'échelle stratigraphique.

Sans vouloir entrer dans le détail des datations successivement proposées par les auteurs, il est utile de rappeler quelques faits.

— Dans la notice de la feuille de Moulins au 80 000^e (1^{er} édition, 1887) L. De Launay se rallia à un âge pliocène, conforme à celui proposé sur les cartes situées plus à l'Est (Charolles et Roanne), « en fonction d'un rattachement aux graviers de Chagny, assimilés eux-mêmes à ceux de Perrier ». Pour L. De Launay ces liaisons étaient cependant douteuses; d'ailleurs, il faisait remarquer que l'âge de ce qu'il jugeait être la même nappe, changeait en allant vers le Nord-Ouest où elle était datée du Miocène (feuille de Bourges).

Ces réserves auguraient de la position qu'il adopta après la découverte, en 1907, de la faune de Givreuil (Sud-Ouest de Moulins) rattachée par H.C. Stelhin (1908) au Burdigalien supérieur. Pour L. De Launay les Sables et Argiles du Bourbonnais seront désormais « helvétien », très légèrement postérieurs à la poche karstique fossilifère de Givreuil établie dans les calcaires aquitaniens.

* Laboratoire Rhodanien de géomorphologie — Université de Lyon II. L'auteur tient à remercier de leur collaboration : G. Latreille (Lyon I) pour l'analyse des minéraux lourds et H. Meon (Lyon I) pour les recherches palynologiques.

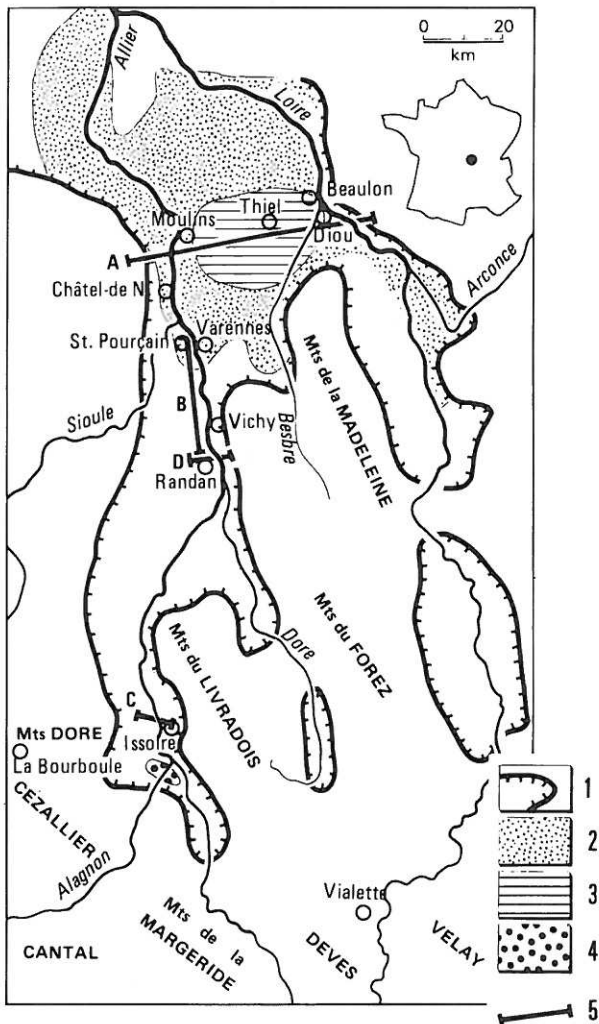


FIG. 1. — Carte de localisation.

1 : bassins d'effondrements tertiaires. — 2 : extension des Sables et Argiles du Bourbonnais (stricto sensu). — 3 : extension approximative du niveau argileux à pollen. — 4 : sables à quartz et à chailles de Petite Limagne. — 5 : situation des coupes et du profil de la fig. 3.

FIG. 1. — Map of localisation.

1 : tertiary subsidence basins. — 2 : Sands and Clays of Bourbonnais (stricto sensu). — 3 : approximate extension of clayey bench with pollens. — 4 : sands with quartz and Jurassic silex of Little Limagne. — 5 : localisation of sections and profile of fig. 3.

— Les hésitations de De Launay reflètent parfaitement le choix des autres chercheurs : E. Chaput (1917) a opté pour le Pliocène, J. Viret (1931), J. Jung (1946) et J. Gras (1963) pour le Miocène, A. Vatan (1947) pour un diachronisme mio-pliocène. En définitive un âge miocène a été le plus souvent adopté; le rapprochement effectué par la plupart des auteurs entre les formations de Sologne et du Bourbonnais explique cette option.

— La question n'avait pas progressé en 1971. Le mérite revient à J. Tourenq (R. Clochiatti et J. Tourenq, 1971) d'avoir relancé le problème en remarquant dans la partie supérieure du dépôt la présence de minéraux caractéristiques des émissions volcaniques du Mont Dore. Cette observation l'a conduit à proposer « un âge pliocène moyen ou supérieur pour une partie au moins de la nappe ».

— Les pédologues de Montpellier et N. Planchais (J. Favrot *et al.*, 1973) ont ensuite confirmé la datation pliocène en attirant l'attention sur la présence d'un banc d'argiles lignifères, riches en pollen, affleurant en plusieurs points du Bourbonnais.

— C'est en reprenant l'analyse pollinique de ce niveau que l'équipe du B.R.G.M. a pu avancer un âge plio-villafranchien. Celui-ci figure dans la notice des nouvelles cartes au 50 000^e en cours de parution (Saint-Pourçain-sur-Sioule, 1976; Moulins, 1976; Vichy, 1979).

— H. Méon et moi-même avons enfin proposé récemment, toujours à partir de la palynologie, un rapprochement entre la base de cette formation bourbonnaise et certains niveaux du fossé de la Saône et du Massif Central.

Je pense qu'il est actuellement possible de situer plus précisément l'âge du dépôt. Dans ce but, je m'appuierai sur deux séries d'observations : les unes ont trait à la base de l'accumulation bourbonnaise et au niveau argileux à pollen. Les autres concernent les rapports entre l'essentiel de l'accumulation qui surmonte le niveau argileux à pollen (= le corps principal) et le système alluvial de l'Allier (fig. 3 A).

B. La signification du niveau argileux à pollen.

La connaissance lithostratigraphique des Sables et Argiles du Bourbonnais a progressé ces dernières années grâce aux levés de nouvelles cartes géologiques au 50 000^e. Toutefois l'absence de campagne de sondages profonds rend hasardeuse toute tentative de reconstitution précise de la structure d'un dépôt marqué par de multiples variations latérales de faciès.

Le seul repère stratigraphique dont on dispose en Bourbonnais est formé par un niveau argileux (kaolinite 70 %, illite 15 %, smectites 15 %) épais de plusieurs mètres. Ce niveau, en apparence continu, affleure à plusieurs reprises : à Yzeure dans la banlieue de Moulins, à Thiel-sur-Acolin, à Diou et à Beaulon (fig. 1), et le long des principaux talwegs découpant le Bourbonnais (fig. 3 A). En trois de ces points — Thiel, Diou et Beaulon — le contenu palynologique d'un horizon noir, surmontant la couche argileuse, a révélé des spectres sporopolliniques très proches. Les plantes suivantes dominent : *Pinus* (type

diploxylon) (43 à 47 %), *Alnus* (13 à 18 %), *Taxodiaceae* (1 à 10 %), *Graminaceae* (7 à 14 %), *Sphagnum* (3 à 5 %), Ptéridophytes (1 à 8 %).

Quels renseignements peut-on en retirer pour situer l'âge des Sables et Argiles du Bourbonnais ?

1. Réflexions sur l'âge du niveau argileux.

Le niveau argileux, seul à contenir des pollens en raison de la granulométrie plus grossière des autres horizons sédimentaires, représente un épisode assez bref. On ne dispose donc pas d'une série palynologique montrant l'évolution du couvert végétal. Cependant la répartition des différents taxons, en particulier les pourcentages obtenus pour les pollens d'arbres, indique avec netteté un phénomène aujourd'hui bien connu : l'appauvrissement de la forêt tertiaire au Pliocène supérieur.

Les travaux de W.H. Zagwijn (1960 et 1974) sur les paléoflores de Hollande ont montré que le couvert forestier, dominé au Pliocène inférieur par des espèces hygrophiles (*Taxodium*) et thermophiles, s'était modifié à l'occasion de plusieurs crises : deux au Reuvérien — Reuvérien A et C — qui ont entraîné une forte réduction du nombre d'espèces tertiaires, une autre au Prétiglien qui a éliminé temporairement les thermophiles et chassé définitivement les hygrophiles.

Grâce aux récents travaux de J.P. Suc (J. Cravatte et J.P. Suc, 1981; J.P. Suc, 1982) on sait désormais que cette évolution est valable pour toute l'Europe occidentale, puisqu'on a retrouvé dans des séries marines continues de Méditerranée des phénomènes très proches de ceux observés en Hollande, et situés par le paléomagnétisme au même moment.

La forêt bourbonnaise contemporaine du niveau argileux offre des caractères remarquables (fig. 2 A); elle regroupe des conifères de type européen largement dominants, des feuillus européens surtout représentés par l'aulne et quelques représentants d'espèces à affinité chaude et humide (*Taxodiaceae*). Une telle répartition peut être corrélée sans risque d'erreur avec la phase P.II a, mise en évidence par J.P. Suc (J. Cravatte et J.P. Suc, 1981) dans le forage Autant I (fig. 2 b). Les différents groupements forestiers s'y répartissent de la même façon. Si l'on suit les résultats obtenus par paléomagnétisme sur les forages de Méditerranée, l'âge du niveau argileux à pollen du Bourbonnais, synchrone de la phase P. II a, devrait se situer entre 3,2 et 2,4 m.a., et il correspond au Reuvérien de l'Europe du Nord (J.P. Suc, 1982). Des précisions peuvent être obtenues en utilisant une série de renseignements fournis par des régions voisines du Bourbonnais; celles-ci ont l'avantage d'être plus riches en moyens de datation.

Une comparaison avec les résultats palynologiques acquis par A. Brun (1971) aux Monts-Dore (fig. 1) permet

de découvrir une relation entre la microflore du Bourbonnais et celle provenant des formations de La Bourboule (« Pliocène B » d'A. Brun) et de Vendeix (« Prétiglien A. »).

La représentation des grands groupes d'arbres y est semblable si l'on excepte quelques nuances (plus fort pourcentage des espèces tertiaires dites de transition, surtout *Pinus Haploxylon* et *Tsuga*, et moindre importance d'*Alnus* (fig. 2c) qui sont à mettre sur le compte soit de conditions locales particulières (topographie, altitude plus forte ?) soit d'un léger décalage dans le temps.

Il convient de remarquer que la plupart des échantillons ayant donné les spectres du « Pliocène B » et du « Prétiglien A » des Monts-Dore proviennent de dépôts, très riches en ponces rhyolitiques, qui affleurent immédiatement au-dessus de La Bourboule, en rive droite du ruisseau de Vendeix (A. Brun, 1971). Ils sont tous issus d'une même formation volcanique de ponces rhyolitiques baptisée « Grande Nappe » par les géologues de Clermont-Ferrand (P.M. Vincent 1979). La « Grande Nappe » joue un rôle stratigraphique essentiel à l'échelle de tout le massif; elle résulte d'une éruption unique ayant dispersé plusieurs kilomètres cubes de pyroclastites caractérisées principalement par des ponces fibreuses, et la présence de quartz bipyramidés et de sphène. L'émission de la « Grande Nappe » a pu être calée à l'aide de plusieurs datations radiochronologiques, entre 2,6 et 2,5 m.a. (P. Mossand *et al.*, 1982).

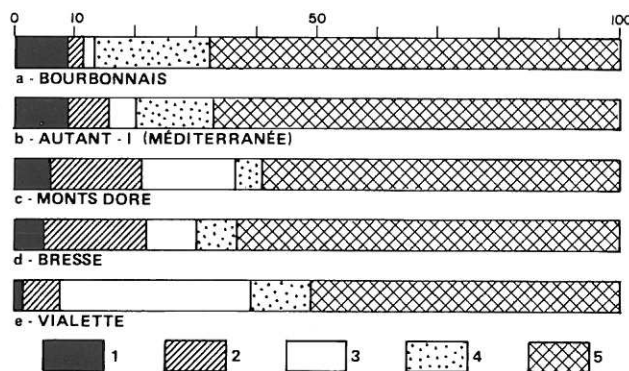


FIG. 2. — Diagrammes des groupes parasociologiques d'arbres.

1 : types tertiaires (*Taxodiaceae*). — 2 : types de transition (*Pinus* type *haploxylon*, *Tsuga*, *Carya*, *Juglans*...). — 3 : feuillus européens (*Quercus*, *Ulmus*, *Fagus*...). — 4 : place occupée par *Alnus* dans les feuillus européens. — 5 : conifères européens (*Pinus* type *diploxylon*, *Picea*, *Abies*).

FIG. 2. — Diagram of parasociological groups of trees.

1 : tertiary types (*Taxodiaceae*). — 2 : types of transition (*Pinus* type *haploxylon*, *Tsuga*, *Carya*, *Juglans*...). — 3 : european leafy trees (*Quercus*, *Ulmus*, *Fagus*...). — 4 : space taken up by *Alnus* between the european leafy trees. — 5 : european coniferous (*Pinus* type *diploxylon*, *Picea*, *Abies*).

On dispose ainsi d'une première précision; celle-ci peut-être confirmée par un autre raisonnement. H. Méon (A. Le Griel et H. Méon, 1981) a effectué un rapprochement entre la microflore retrouvée en Bourbonnais et celles rencontrées dans divers sédiments : sommet de l'accumulation bressane — coupes et sondage de Commenailles (R. Jan du Chêne, 1974), coupe de Desnes (M. Campy *et al.*, 1973) — et horizons accompagnant le célèbre gîte fossilifère de Vialette dans le bassin du Puy (H. Méon, 1972).

On retrouve en Bresse et à Vialette les traits dominants déjà signalés (fig. 2d et 2e) : majorité de conifères surtout représentés par *Pinus sylvestris*, *Alnus* comme feuillu européen le plus abondant, existence plus ou moins discrète de *Taxodiaceae*; le très faible pourcentage de Vialette s'explique pour H. Méon par l'existence d'un biotope moins humide (1972, p. 82). Mais ces rapprochements ne sont pas uniquement basés sur la palynologie : on a découvert à Desnes une faune de mammifères; celle-ci contient des restes de rhinocéros qui ont été mis en parallèle par C. Guérin avec ceux de Vialette (M. Campy *et al.*, 1973) et rapportés à la zone MN16. Si l'on ajoute que l'on a retrouvé à Commenailles *Mimmomys stehlini* (J. Chaline, 1975) appartenant à la même zone MN16, on tient une série de corrélations à distance par les faunes entre différents gisements offrant une microflore très proche. Ils appartiennent tous à la même zone mammalogique MN16.

Un lien existe entre les remarques précédentes sur les Monts-Dore et celles sur la Bresse et le Bassin du Puy : la faune des Etouaires, découverte à la base des grandes coulées de lahars descendues des Monts-Dore (fig. 3C) constitue, au même titre que Vialette, un gisement repère de la biozone 16; or les alluvions fossilifères des Etouaires remanient des ponces fibreuses rhyolitiques de la « Grande Nappe ». Elles sont par conséquent légèrement postérieures aux dépôts de la Bourboule. Leur âge, longtemps estimé à 3 m.a. (P. Bout, 1978), vient d'être précisé; il avoisine 2,5 m.a. (M. H. Ly, 1982).

Le niveau argileux à pollens du Bourbonnais, synchrone des dépôts de Desnes ou de Commenailles, pourrait se situer à la base de la zone MN16 (tableau I) c'est-à-dire vers 2,7 - 2,6 m.a.

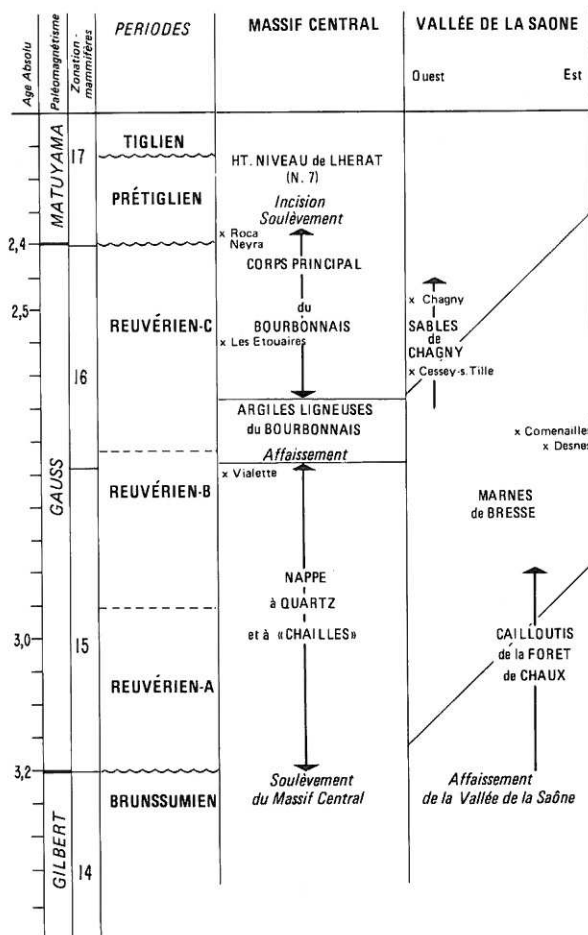
Il convient maintenant de s'interroger sur sa position stratigraphique dans l'accumulation des Sables et Argiles du Bourbonnais.

2. Remarques sur la position stratigraphique du niveau argileux à pollen et sur les événements qui ont précédé son dépôt.

Le niveau argileux à pollen est indiscutablement placé sous le corps principal à proximité du plancher de l'accumulation (fig. 3A), mais il ne se repose pas toujours

TABLEAU I. — Corrélatiions stratigraphiques.
La croix indique la présence d'une faune de mammifères.

TABLE I. — Stratigraphic correlations.
The cross indicates mammalian fauna.



comme à Thiel-sur-Acolin au contact même des couches carbonatées oligo-miocènes. A Beaulon notamment, un sondage a traversé sous les argiles plusieurs mètres de sables. On doit en conclure que des sédiments détritiques grossiers ont précédé le dépôt argileux.

La grande régularité de la situation altimétrique du banc d'argile, que l'on rencontre entre 240 et 250 m, contraste d'ailleurs avec le contact ravinant sur l'Oligo-Miocène des Sables du Bourbonnais.

On peut étudier ce contact dans la région de Saint Pourçain-sur-Sioule/Châtel-de-Neuvre où la base des Sables et Argiles remonte par flexure jusqu'à 300 m d'altitude (fig. 3A, à l'Ouest de l'Allier). Le matériel qui est alors observable présente un certain nombre de caractères sédimentologiques permettant de le distinguer du reste de la nappe : la fraction caillouteuse parfois

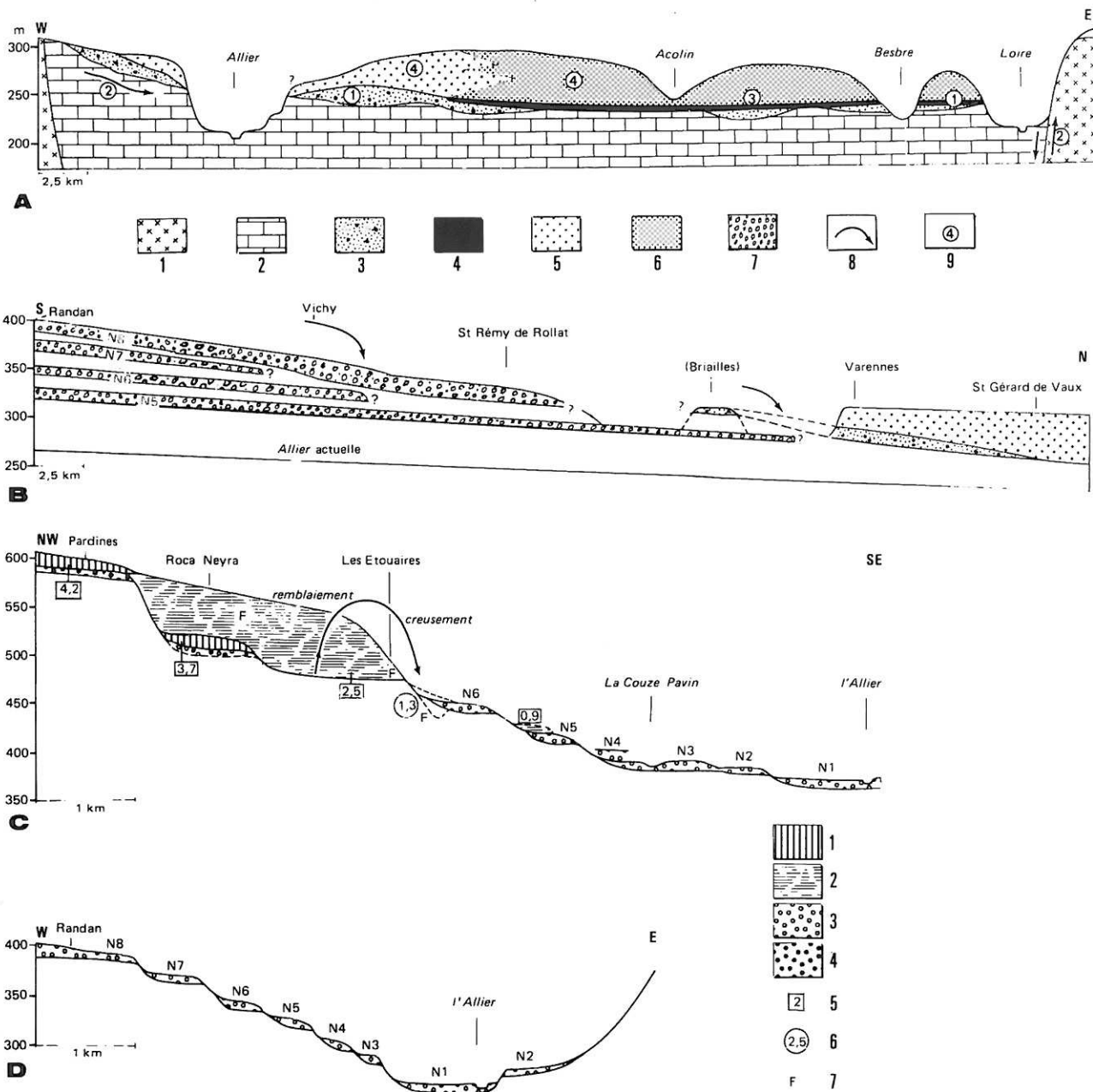


FIG. 3. — A : coupe de la cuvette bourbonnaise. — B : profil en long du contact terrasse quaternaire/corps principal des alluvions bourbonnaises. 1 : terrains primaires. — 2 : marnes oligo-miocènes. — 3 : alluvions ravinant les marnes et antérieures à l'affaissement de la cuvette (sans minéraux lourds volcaniques). — 4 : niveau argileux à pollen. — 5 : corps principal des alluvions bourbonnaises à staurotide, zircon et sphène. — 6 : corps principal des alluvions bourbonnaises à zircon et sphène rare. — 7 : alluvions quaternaires à augite (fig. 3B). — 8 : déformations tectoniques. — 9 : les chiffres correspondent aux principales étapes du dépôt.

C et D : coupes transversales du système de terrasses de l'Allier (C : à Issoire; D : à Randan). — 1 : basalte. — 2 : conglomérats et alluvions ponçuses. — 3 : alluvions diverses. — 4 : alluvions à quartz et à chailles. — 5 : datation des laves au potassium/argon. — 6 : âge estimé des faunes. — 7 : faune.

FIG. 3. — A : section of Bourbonnais hollow. — B : profile along quaternary terraces/main body of Bourbonnais alluvions contact. — 1 : primary formations. — 2 : oligo-miocene marl. — 3 : alluvions furrowing marl, previous to subsidence of the hollow (without volcanic heavy minerals). — 4 : clayey bench with pollen. — 5 : main body of Bourbonnais alluvions with staurotides, zircons and sphenes. — 6 : main body of Bourbonnais alluvions with zircons and sparse sphenes. — 7 : quaternary alluvions with augites (fig. 3B). — 8 : tectonic deformations. — 9 : the numbers correspond to main stages of sedimentation (fig. 3A).

C and D : transversal sections of alluvial sheets of Allier (C : near Issoire; D : near Randan). — 1 : basalt. — 2 : pumice deposits. — 3 : alluvions. — 4 : alluvions with quartz and jurassical silex. — 5 : potassium/Argon datation. — 6 : estimated datation of mammalian fauna. — 7 : fauna.

abondante ne renferme pas de galets volcaniques, très peu de galets cristallins (elle est formée à plus de 95% par des quartz et des chailles) et les minéraux lourds volcaniques sont absents de la fraction sableuse.

On pourrait voir dans ce matériel des apports latéraux provenant du bassin de la Sioule au moment du dépôt du corps principal; il me semble préférable de l'interpréter comme le témoin en place d'épandages alluviaux antérieurs au niveau argileux. Vu leur pétrographie, ces dépôts correspondent à de vieilles formations pédologiques ou alluviales d'âge mio-pliocène (voire paléogène) qui jalonnaient les topographies faiblement évolutives du Massif Central. Ils ont été mobilisés par la réorganisation du réseau hydrographique à la suite d'importants mouvements tectoniques (A. Le Griel, 1981). Les premières manifestations du soulèvement généralisé qui a déplacé ces altérites peuvent être d'abord repérées par leur effet le plus évident : l'incision des cours d'eau et la création du relief en creux. Le début du phénomène n'est pas rigoureusement synchrone d'une région à l'autre, mais sa date peut difficilement être reculée au-delà de 4 à 4,5 m.a., comme l'indique l'âge radiochronologique des coulées volcaniques recouvrant des alluvions de plateaux antérieures au creusement (Margeride, Auvergne, Velay). C'est par conséquent à partir de cette date qu'a débuté la phase principale de transit des alluvions à quartz et à chailles. Quelques bassins d'amont ont fonctionné alors en piège à sédiment; ils conservent des dépôts contemporains de la nappe bourbonnaise sans minéraux ou roches volcaniques. La Limagne d'Issoire possède les traces les plus nettes de cet épisode (fig. 1). Des sables pauvres en minéraux lourds volcaniques (ils n'en sont pas dépourvus car des apports du Cantal, plus âgé que les Monts-Dore, leur sont parvenus par l'Alagnon), riches en galets de quartz et en chailles, sont visibles sur l'interfluve Alagnon-Allier et sous la vaste table basaltique de Bergonne, au Sud-Ouest d'Issoire. Ce dernier gisement est d'une grande importance comme l'a bien vu R. Etienne (1979). En effet, la coulée de Bergonne, rattachée par G. Kieffer (1967) à celle de Roca Neyra (fig. 3D) permet de situer avant 3,6 m.a. (âge de Roca Neyra - M. H. Ly, 1982) le passage des alluvions à quartz et à chailles dans l'axe de l'Allier.

On doit finalement estimer que le grand « nettoyage » des horsts du Massif Central, et les premiers remaniements des formations diachroniques résiduelles jalonnant leur paléotopographie, a débuté entre 4 et 3,5 m.a.. Des alluvions très évoluées (faible représentation des galets cristallins, forte proportion de quartz dans les sables comme dans les cailloux, absence de roches volcaniques) ont alors été entraînées vers les régions basses; elles ont été pour une part exportées, pour l'autre déposées dans les plaines, à proximité et sur le futur emplacement de la cuvette bourbonnaise. Il est difficile de décrire avec précision la situation de ces alluvions dans l'espace, puisqu'il n'existe plus de lambeaux importants en place, en

dehors des jalons recouverts par le corps principal de la formation bourbonnaise. Leur extension devait correspondre à un secteur plus vaste que celui occupé actuellement par les Sables et Argiles, car on en retrouve de minces placages sur le socle, à l'Ouest comme à l'Est du Bourbonnais. Une chose paraît acquise : leur épaisseur était très inférieure à celle reconnue en Bourbonnais (jusqu'à une soixantaine de mètres); le piège à sédiments de la cuvette n'a fonctionné qu'à partir du dépôt du niveau argileux.

Le corps principal, postérieur aux argiles, a été en grande partie « nourri » par des remaniements à courte distance affectant ces alluvions.

C. Rapports entre le corps principal des Sables et Argiles du Bourbonnais et les alluvions quaternaires de l'Allier.

Les dépôts du niveau argileux à pollen puis du corps principal, épais de plusieurs dizaines de mètres, ont été provoqués par une série de déformations tectoniques locales (fig. 3A). Ces déformations ont créé sur l'emplacement du Bourbonnais le jeu d'un véritable piège à sédiments. Si l'amorce des mouvements est contemporaine de la formation du niveau argileux (vers 2,7 m.a.), il faut maintenant aborder le problème de la durée de ces mouvements et du processus de sédimentation. Des indications peuvent être déduites à ce sujet des rapports existant entre le corps principal et les alluvions quaternaires de l'Allier, car celles-ci représentent les seuls repères stratigraphiques dont on dispose.

1. Les terrasses quaternaires.

Il n'est pas question de décrire dans cette note l'ensemble du système alluvial de la Loire et de l'Allier. Je dois pourtant en esquisser les grandes lignes en amont du Bourbonnais. Comme les plus anciennes terrasses se trouvent seules concernées, j'évoquerai uniquement le cas de l'Allier; elle possède, en effet, un ensemble de très hauts niveaux qui n'existent pas le long de la Loire.

Les figures 3C et 3D présentent en coupe l'étagement des nappes alluviales dans deux secteurs-clés : là où il est le plus complet, à hauteur de Randan (3D) juste en amont du Bourbonnais, et là où il est le plus riche en repères chronologiques, à hauteur d'Issoire (fig. 3C, et fig. 1).

On constatera en comparant les croquis que la même distribution se retrouve de la plus basse nappe qui tapisse le lit majeur actuel (N1) jusqu'à la cinquième terrasse (N6). Il est d'ailleurs possible de suivre les niveaux d'une région à l'autre, malgré quelques interruptions. Ces nappes se sont déposées à l'occasion des crises climatiques du

Pléistocène moyen et supérieur. On dispose de sérieux arguments pour situer N5 dans le Pléistocène moyen, vers 1 m.a. : ce niveau est recouvert, une dizaine de kilomètres au Nord d'Issoire par les lahars montdoriens dont l'âge a été fixé à 0, 9 m.a. (M. H. Ly, 1982). N6 s'est déposé vers 1,5 à 1,4 m.a. à la limite Pléistocène moyen/Pléistocène inférieur; il est antérieur à la faune de Malbattu, qui est contenue par des atterrissements recouvrant N6, et de Peyrolles, qui a été trouvée dans un vallon entaillant N6 (M.F. Bonifay, 1973) (fig. 3C).

En remontant dans le temps et le long du talweg, il n'est plus possible de suivre les très hautes terrasses. Si elles forment un ensemble assez continu de Vichy à Lezoux, elles se scindent à partir de là en lambeaux de plus en plus espacés. Elles disparaissent vers Issoire. Il est vrai que l'évolution géomorphologique a été considérablement compliquée dans ce secteur par l'activité volcanique du Mont-Dore. A Perrier, d'énormes remblaiements lahariques (fig. 3C) se sont accumulés dans un laps de temps peut-être court, compris entre 2,4 et 2 m.a. (M. H. Ly, 1982). Ces lahars remanient de nombreux blocs de trachy-andésites; ils traduisent une nouvelle phase de l'activité volcanique des Monts-Dore après l'épisode rhyolitique de la « Grande Nappe ». La question qui se pose est de savoir si ces conglomérats ponceux ont été émis avant, pendant, ou après le façonnement des très hautes terrasses de l'aval (N8 et N7). Plusieurs indices suggèrent que N8 et N7 sont contemporaines soit du dépôt des lahars, soit de la phase de creusement qui lui a succédé : — la granulométrie grossière des alluvions, surtout marquée à partir de N7, amène à supposer une origine périglaciaire à la fourniture de la charge. Or l'on sait que les épisodes réellement froids - Prétiglien de Hollande (W.H. Zagwijn, 1974), phase P III des forages Méditerranée (J.P. Suc, 1982) ont débuté vers 2,4 m.a..

— la présence de blocs de conglomérats ponceux semblables à ceux de Perrier dans les alluvions des hautes terrasses et cela jusqu'à Randan (P. Bout et L. Dangeard, 1933) confirme l'existence de tels matériaux dans le bassin versant de l'Allier à l'époque du dépôt de ces nappes.

— enfin, et à mon sens il s'agit d'un argument décisif qui sera à nouveau évoqué plus loin, la nature des minéraux lourds volcaniques contenus dans les nappes alluviales. Celles-ci présentent un pourcentage d'augite le plus souvent égal ou supérieur à celui du sphène; cela signifie que les très hautes terrasses, comme les lahars de Perrier, ont été contemporaines, d'un volcanisme des Monts-Dore qui n'était plus exclusivement rhyolitique.

2. Le contact terrasses quaternaires - Sables et Argiles du Bourbonnais.

Le système des terrasses quaternaires de l'Allier, largement développé en Limagne, s'étrangle brusquement au niveau de la cuvette bourbonnaise. Le phénomène

s'explique à la fois par une tendance au soulèvement en Limagne et à l'affaissement en Bourbonnais (le cours actuel de l'Allier est 120 m au-dessous de N8 à Randan et 30 m au-dessous de la base des Sables et Argiles du Bourbonnais à Moulins) et par une différence de comportement de l'érosion fluviale dans les terrains encaissants (les marnes de Limagne ont été plus facilement érodées que les alluvions bourbonnaises) (A. Le Griel, 1978).

Le contact entre les terrasses et le corps principal des Sables et Argiles du Bourbonnais s'opère dans la région de Varennes-sur-Allier. Les profils en long de la figure 3B permettent de l'étudier. Sur cette figure les terrasses les plus récentes N2 à N4 n'ont pas été représentées : avec des hauteurs relatives inférieures ou égales à 30 m, elles entaillent à Varennes-sur-Allier la base de l'accumulation bourbonnaise; elles lui sont donc postérieures. A partir de la quatrième terrasse (N5) les relations entre les alluvions et les Sables et Argiles du Bourbonnais sont beaucoup moins claires. Il existe deux raisons à cela : d'abord la forte dissection créée par la confluence Sioule-Allier qui interrompt la continuité des niveaux à partir de Saint-Rémy-de-Rollat, ensuite les déformations tectoniques qui ont soulevé la Limagne et qui se traduisent par une pente longitudinale très forte pour les hautes terrasses (la pente de N8 à hauteur de Vichy est cinq fois plus importante que celle de l'Allier actuelle).

Au vu des profils en long, on a l'impression que les nappes 5 à 8 viennent se perdre dans le corps principal des Sables et Argiles du Bourbonnais. Il s'agit là l'une apparence due à l'exhaussement de la Limagne; la preuve en est apportée par l'analyse des minéraux lourds contenus dans les sédiments.

Le corps principal des Sables et Argiles du Bourbonnais, postérieur au dépôt du niveau argileux, est complexe. Dans une précédente publication (A. Le Griel, 1978), j'avais cru pouvoir le caractériser par le seul critère de l'absence ou de la présence de minéraux lourds volcaniques. C'est ce qu'indiquaient les échantillons récoltés à l'époque principalement dans la région de Saint-Pourcain-sur-Sioule - Châtel-de-Neuvres (fig. 1), c'est-à-dire dans des dépôts antérieurs au niveau argileux à pollen (fig. 3A en rive gauche de l'Allier). L'étude d'autres échantillons par G. Latreille et l'article de J. Tourenq (J. Tourenq *et al.*, 1978), dans lequel elle évoque le contenu minéralogique de sondages profonds, m'ont amené à réviser ma position sur ce plan. En simplifiant, il apparaît que le corps principal (fig. 3A, entre Allier et Loire) est formé par l'imbrication de plusieurs nappes alluviales d'origine différente. On reconnaît :

— à l'Ouest, une nappe à strautotide, à zircon et à minéraux volcaniques dominés par le sphène, mise en place dans l'axe de l'Allier.

— à l'Est, une nappe tributaire de la Besbre et de la Loire, dans laquelle le zircon est largement majoritaire et les

minéraux lourds volcaniques, du sphène là encore, sont rares.

Grâce aux minéraux lourds volcaniques, il n'est pas possible de confondre le corps principal des alluvions bourbonnaises, marqué par le sphène, et les terrasses alluviales de l'Allier quaternaire, caractérisées comme nous l'avons vu par une grande quantité d'augite. En effet, si l'augite est parfois présente en Bourbonnais, elle n'occupe jamais la place qui est la sienne dans les terrasses pléistocènes.

Cette distribution des minéraux lourds volcaniques est à mettre au compte de l'évolution magmatique des Monts-Dore. Ce que l'on sait des grandes phases d'activité du volcan et des minéraux lourds les ayant accompagnées (S. Duplax *et al.*, 1971) permet de le comprendre. Les Monts-Dore ont émis dans une première phase explosive un matériel rhyolitique riche en sphène et en zircon : la « Grande Nappe » et quelques épisodes plus anciens mis en évidence à Perrier (M. H. Ly, 1982) en sont les témoins. Le corps principal des alluvions bourbonnaises a été contemporain de cette phase ou en a remanié les produits volcaniques. Au contraire les alluvions grossières des terrasses de l'Allier ont été largement alimentées par les projections ultérieures des Monts-Dore beaucoup plus riches en pyroxène.

Pour situer la fin de la sédimentation bourbonnaise, il importerait de connaître avec précision le moment où un volcanisme moins acide s'est imposé dans les Monts-Dore. On sait aujourd'hui que les premiers trachy-andésites ont suivi de très peu, vers 2,5 m.a., l'émission de la « Grande Nappe » (P. Mossand *et al.*, 1982). Il est difficile cependant d'affirmer que, dès lors, les augites dominaient le cortège des minéraux lourds issus des Monts-Dore; l'épisode du dôme de la Gacherie-Lusclade, vers 2,3 m.a., a notamment été accompagné de projections toujours riches en sphène (S. Duplax *et al.*, 1971; P. Mossand *et al.*, 1982). Cette transformation du volcanisme montdorien s'était, par contre, sûrement effectuée vers 2 m.a. quand les laves sous-saturées (trachy-andésites, téphrites, phonolites) surplombant au nord la caldera de la Haute Dordogne se sont épanchées (P. Mossand *et al.*, 1982). Il paraît prudent de conserver une « fourchette » large, comprise entre 2,5 et 2 m.a. pour situer le changement dans la nature des minéraux lourds émis par le volcan.

En définitive, j'utiliserai un autre argument pour préciser la fin de la sédimentation dans la cuvette bourbonnaise : dans la mesure où le sommet de l'accumulation est marqué par une granulométrie assez fine (des argiles sableuses), je la crois antérieure aux premiers refroidissements importants que l'on s'accorde à placer vers 2,4 - 2,3 m.a. (Prétigien) et qui sont vraisemblablement à l'origine d'une augmentation de la taille des alluvions charriées par le cours d'eau.

Le corps principal des alluvions bourbonnaises s'était déposé avant l'arrivée des alluvions riches en augite et en galets produits par la cryoclastie, sans doute avant 2,4 m.a.

Conclusion.

La formation des Sables et Argiles du Bourbonnais s'est mise en place en plusieurs étapes (fig. 3A) :

— la première (-1- sur la fig.) correspond à la mobilisation de vieilles altérites sous l'effet d'un soulèvement d'ensemble du Massif Central et à leur déplacement vers les bordures septentrionales du Massif. Cette étape est à placer au cours du Pliocène, principalement entre 4 et 3 m.a. ;
— la seconde est mieux circonscrite dans le temps (vers 2,7 - 2,6 m.a.) à la suite de déformations locales : flexure, rejeu de faille (-2-), elle s'est traduite par le dépôt d'un horizon argileux (-3);

— dans une dernière phase le comblement de la cuvette bourbonnaise s'est réalisé rapidement entre 2,6 et 2,4 m.a. à la fois par remaniement local des vieilles altérites et par arrivée de matériaux venus de l'amont (minéraux volcaniques). Le piège à sédiments avait cessé de fonctionner avant que les premiers froids (Prétigien ?) ne commencent à élaborer le long de l'Allier le système des terrasses climatiques pléistocènes.

Les Sables et Argiles du Bourbonnais appartiennent donc à l'importante série des dépôts plio-villafranchiens. On remarquera qu'en dehors du rôle joué dans leur genèse par les crises climatiques et les modifications du couvert végétal (Reuvérien), cette formation est étroitement liée aux mouvements tectoniques qui ont affecté le Massif Central au Pliocène.

RÉFÉRENCES

- BONIFAY M. F. (1973). — Principaux gisements paléontologiques français du Pléistocène moyen : essai de classification. *In* le Quaternaire, 9^e congrès international de l'INQUA, Christchurch, p. 41-50.
- BOUT P. (1978). — Problèmes du volcanisme en Auvergne et en Velay. Impr. Watel (Brioude), 326 p.
- BOUT P. et DANGEARD L. (1933). — Observations sur la vallée pliocène de l'Allier entre Issoire et Randan. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5^e série, t. III, p. 429.
- BRUN A. (1971). — Les applications de la palynologie à l'étude géodynamique du massif volcanique du Mont-Dore. Thèse Sc. (Paris), 244 p., 31 fig., I tabl., 6 cartes, XXV diag.
- CAMPY M., GERIN C., MEON-VILAIN H. et TRUC G. (1973). — Présence d'une association de grand mammifères, de mollusques continentaux et d'une microflore d'âge villafranchien inférieur dans la région de Desnes, Vincent, Bletterans (bordure orientale de la Bresse). *Ann. scientif. Univer. Besançon, Géologie*, 3^e série, fasc. 18, p. 73-85.

- CHALINE J. (1975). — Commenailles (Jura), sa place dans la biostratigraphie de l'Europe (Pliocène supérieur-Villafranchien). *Bull. Sci. Bourgogne*, n° 29, p. 105-108.
- CHAPUT E. (1917). — Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire et de ses principaux affluents. Thèse Sc. (Lyon), 305 p.
- CLOCHIATTI R. et TOURENQ J. (1971). — Présence de quartz dans des ponces du Mont-Dore, d'âge Pliocène, dans les argiles sableuses du Bourbonnais - *C.R. Acad. Sci.*, t. 273, série D, p. 2453-2455.
- CRAVATTE J. et SUC J.P. (1981). — Climatic evolution of North Western mediterranean area during Pliocene and Early Pleistocene by pollen-analysis and forams of Drill Autan I. Chronostratigraphic correlations *Rev. Pollen et Spores*, vol. XXVIII, N° 2, p. 247-257.
- DUPLAIX S., BRUN A. et BOBIER C. (1971). — Etude des minéraux lourds des roches et des projections volcaniques de la région du Mont-dore (Puy-de-Dôme). - *Rev. Géog. Phys. Géol. dyn.* (2), vol. XIII, fasc. 3, p. 279-292.
- ETIENNE R. (1979). — Recherches géomorphologiques sur la bordure du Massif Central : morphogénèse et tectogénèse du bassin tertiaire bourbonnais et de ses marges cristallines. Thèse Sc. (Lyon), vol. 2, 171 p.
- FAVROT J., LEGROS J., PLANCHAIS N. (1973). — Sur la présence de bois et de pollens fossiles dans les Sables et Argiles du Bourbonnais. *98^e cong. des Soc. Savantes*, Saint-Etienne, t. I, p. 193-200.
- GRAS J. (1963). — Le bassin de Paris méridional. Thèse Lettres (Rennes), 494 p., 118 fig.
- JAN DU CHENE R. (1974). — Etude palynologique du Néocène et du Pléistocène inférieur de Bresse (France). Thèse Sc. Université de Genève, 241 p., 43 fig., XIV planches.
- JUNG J. (1946). — Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins. *Mém. carte géol. Fr.*, 372 p., 136 fig.
- KIEFFER G. (1967). — Nouvelles observations géologiques et morphologiques sur la région de Perrier et le nord-est du Cézaillier. *Rev. d'Auvergne*, t. 81, fasc. 2, p. 137-151.
- LAUNAY De L. (1923). — Notes sur le terrain tertiaire de la Limagne bourbonnaise. *Bull. Soc. carte géol. Fr.* n° 147, t. XXVI, p. 1 à 146.
- Le GRIEL A. (1978). — Alluvions anciennes de l'Allier et Sables du Bourbonnais au nord de la Grande Limagne — *Revue Géogr. de Lyon*, fasc. 3, p. 265-279.
- Le GRIEL A. (1981). — Remarques sur le rôle joué par des mouvements tectoniques différentiels récents dans la géomorphologie du Massif Central français. *Hommes et Terres du Nord*, n° 3, p. 31-40.
- Le GRIEL A. et MEON H. (1981). — Remarques sur la détermination par l'analyse sporopollinique de l'âge des Sables et Argiles du Bourbonnais — *Bull. Labo. Rhodanien Géomorph.*, fasc. 9, p. 63-66.
- LY M. H. (1982). — Le plateau de Perrier et la Limagne du Sud : études volcanologiques et chronologiques des produits montdoriens (Massif Central français). Thèse de 3^e cycle, Université de Clermont-Ferrand, ronéot.
- MEON-VILAIN H. (1972). — Analyse palynologique de la flore du gisement villafranchien de Violette (Haute-Loire). *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, n° 49, p. 151-156.
- MOSSAND P., CANTAGREL J.M. et VINCENT P.M. (1982). — La Caldera de Haute-Dordogne : âge et limites (Massif des Monts-dore, France). *Bull. Soc. géol. Fr.* (7), t. XXIV, n° 4, p. 727-738.
- STEHLIN H.G. (1908). — Notices paléomammalogiques sur quelques dépôts miocènes des bassins de la Loire et de l'Allier. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4^e série, t. 7, p. 525-550.
- SUC J.P. (1982). — Palynostratigraphie et paléoclimatologie du Pliocène et du Pléistocène inférieur en Méditerranée nord-occidentale. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, t. 294, série II, p. 1003-1008.
- TOURENQ J., AMBROISE D. et ROHRlich V. (1978). — Sables et Argiles du Bourbonnais : mise en évidence des relations entre les minéraux lourds à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. XX, fasc. 5, p. 733-737.
- VATAN A. (1947). — La sédimentation continentale tertiaire dans le bassin de Paris méridional. Thèse Sc., Toulouse, 215 p., 30 fig., 7 pl.
- VINCENT P.M. (1979). — Le massif des Monts-Dore. In : « Le volcanisme tertiaire et quaternaire du Massif Central ». *Rev. Sc. Nat. Auv.*, vol. 45, fasc. 1-4, p. 100-107.
- VIRET J. (1934). — Observations et réflexions sur les phénomènes karstiques en Limagne bourbonnaise. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. V, fasc. 4, p. 449-456.
- ZAGWIJN W.H. (1960). — Aspects of the Pliocene boundary and early Pleistocene vegetation. In : the Netherlands-Mededeelingen Geol. sticht. (Maastricht). Ser. C., III-I, n° 5, 78 p., 8 fig., 16 pl.
- ZAGWIJN W.H. (1974). — The Pliocene - Pleistocene boundary in Western and Southern Europe. *Boreas* ed., Oslo, 3, p. 75-97.

Manuscrit déposé le 8 janvier 1982,
accepté le 9 février 1983.