



VICHY

La carte géologique à 1/50 000
VICHY est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :

- au nord-ouest : MOULINS (N° 146)
- au nord-est : CHAROLLES (N° 147)
- au sud-ouest : GANNAT (N° 157)
- au sud-est : ROANNE (N° 158)

MONTMARIAULT	S ^o -POURÇAIN- SUR-SIÈGUE	LE DONJON
GANNAT	VICHY	LAPALISSE
AIGUEPERSE	MARINGUES	LE MAYET- DE-MONTAGNE

**CARTE
GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE
A 1/50 000**

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

VICHY

XXVI-29

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cédex - France



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	3
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	3
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	4
DESCRIPTION DES TERRAINS	5
<i>FORMATIONS PALÉOZOÏQUES ET PRODUITS D'ALTÉRATION DÉRIVÉS</i>	5
<i>VOLCANISME RÉCENT</i>	12
<i>FORMATIONS SÉDIMENTAIRES TERTIAIRES ET MATÉRIAUX D'ALTÉRATION DÉRIVÉS</i>	13
<i>FORMATIONS DES SABLES ET ARGILES DU BOURBONNAIS .</i>	24
<i>COLLUVIONS ET COMPLEXES DE FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	30
<i>FORMATIONS ALLUVIALES</i>	31
<i>FORMATIONS ANTHROPIQUES</i>	37
GÉOLOGIE STRUCTURALE - TECTONIQUE	37
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	39
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	39
<i>RESSOURCES MINÉRALES, MINES ET CARRIÈRES</i>	42
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	43
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	43
<i>COUPES RÉSUMÉES DES PRINCIPAUX FORAGES</i>	44
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	46
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	51
AUTEURS	51

INTRODUCTION

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Les explorations et les tracés géologiques ont été effectués en 1974, coordonnés par D. Giot (B. R. G. M.).

Le levé des terrains paléozoïques a été assuré par P. Dadet (B. R. G. M.), celui des formations tertiaires et de la formation du Bourbonnais (rive droite de l'Allier) par L. Clozier (B. R. G. M.) avec la participation de D. Giot pour les formations tertiaires, celui des formations alluviales et de la formation du Bourbonnais (rive gauche de l'Allier) par R. Fleury (B. R. G. M.).

La classification des types de granites et les hypothèses tectoniques régionales proposées par les géologues du C. E. A. et K. Kurtbas (1972) ont été suivies ici. Dans les formations sédimentaires et volcano-sédimentaires viséennes, les subdivisions adoptées sont basées sur des critères pétrographiques et stratigraphiques, recalées sur les données chronologiques connues.

Dans les formations tertiaires, les principes cartographiques, subdivisions lithologiques et stratigraphiques, mis au point et utilisés pour les cartes avoisinantes déjà levées ont été appliqués. Il faut noter la découverte d'horizons géologiques nouveaux tels les sables de Vendat (**m-p**) et les argiles du bassin de la Chapelle (**III**). Dans les formations détritiques principalement, de fréquents sondages de reconnaissance ont été effectués.

PRÉSENTATION DE LA CARTE

Le territoire couvert par la feuille Vichy est compris entièrement dans le département de l'Allier. Il se situe aux confins de plusieurs provinces correspondant à des régions naturelles d'extension inégale.

Au Sud-Est, les massifs schisto-granitiques de la Montagne bourbonnaise, prolongement des monts du Forez, dominant le bassin d'effondrement oligocène de la Limagne et de la Sologne bourbonnaise.

Le plateau granitique et métamorphique s'étagé entre 530 m au Sud et 400 m au Nord. Il offre un paysage au relief accidenté à vocation forestière et pastorale surtout, à faible densité de population. Ses bordures, parfois en pentes adoucies par l'érosion, n'ont de limites bien marquées que dans le cas d'accidents tectoniques comme le talus de faille de Saint-Christophe.

A l'Ouest de la vallée de l'Allier se développe une plaine marno-calcaire oligocène, dominée par le plateau alluvial plio-quadernaire lié au Sables et argiles du Bourbonnais dont l'altitude s'abaisse progressivement de 375 m dans la forêt de Montpensier à 300 m au Nord dans la forêt de Marcenat.

Entre ce plateau alluvial et la basse plaine alluviale de l'Allier, se développe une série de hautes et moyennes terrasses dont les paliers s'étagent entre 350 m à Serbannes et 270 m à la Tour.

Les sols pauvres qui dérivent des formations détritiques plio-quadernaires favorisent en alternance prairies et cultures de céréales ainsi que de vastes forêts, tandis que les terrains fertiles de la plaine marneuse permettent une polyculture intensive.

En rive droite, l'Allier est bordé par une zone de collines et d'entablements calcaires oligocènes compris entre 430 m au Vernet et 350 m à Billy, s'abaissant à 320 m à Saint-Gérand-le-Puy. Cette côte bordière se rattache au Pays des Buttes,

largement plus développé au Nord dans le cadre de la feuille Saint-Pourçain. Les constructions « récifales » algaires, abondantes dans ces horizons, dégagées partiellement par l'érosion, confèrent à cette région un relief particulier assez spectaculaire. L'altération de ces roches calcaires a donné naissance à des sols très fertiles intensément cultivés.

Rappelant par ses traits la Sologne bourbonnaise l'espace compris entre le Pays des Buttes et le socle constitue une vaste dépression faisant apparaître les séries inférieures détritiques et calcaro-détritiques du Tertiaire transgressées par les dépôts détritiques meubles plio-quadernaires (FL). Dans la partie orientale, prairies et bosquets alternent avec de maigres cultures.

Enfin, la vaste plaine alluviale de l'Allier, au cours sud—nord, large de 1 à 2 km, tapissée d'alluvions sablo-limoneuses et sablo-caillouteuses permet la culture de plantes sarclées et céréalières. De 260 m en amont, l'altitude de ces alluvions récentes s'abaisse à 240 m en aval. Elle reçoit ses principaux affluents en rive droite : le Sichon grossi du Jolan près de Vichy et le Mourgon à Saint-Germain-des-Fossés ; le Sarmon, le Briaudet, le Béron, le Servagnon et l'Agasse, aux cours SW—NE constituent les affluents de la rive gauche.

Au Nord-Ouest, la Sioule et l'Andelot, autres affluents de la rive gauche, étalent leurs alluvions, drainant la plaine marneuse.

L'habitat, généralement dispersé, offre une densité de population plus forte de part et d'autre de la vallée de l'Allier et notamment en rive droite. Importante voie d'accès, cette vallée constitue le principal secteur économique avec la station hydrothermale de Vichy.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Sur la feuille Vichy les formations observables ne permettent d'enregistrer les phénomènes géologiques qu'à partir d'une époque relativement récente.

Au Viséen inférieur, des dépôts marins terrigènes silto-gréseux recouvrent une ancienne aire continentale.

Au Viséen moyen, un début de surrection (phase sudète I de l'orogénèse hercynienne) provoque le retrait de la mer et des dépôts littoraux gréseux et conglomératiques, produits du démantèlement de la zone émergée. Au Viséen supérieur, la surrection s'intensifie, des fracturations se produisent, sièges d'un volcanisme en majorité de type explosif. Ces émissions tout d'abord sous-marines deviennent littorales puis terrestres au fur et à mesure du retrait de la mer.

Pendant la phase sudète II, des plissements s'accompagnent de la mise en place de massifs de granite porphyroïde, suivie de celle plus récente de granites équi-granulaires et microgranites porphyriques. Des injections de microgranites aphanitiques se produisent lors d'ultimes fracturations hercyniennes.

Aucun élément ne nous permet de reconstituer l'histoire géologique depuis cette dernière période jusqu'à l'Éocène. C'est alors que sous l'influence des mouvements orogéniques alpins, s'individualisent des fossés et sillons subsidents dans lesquels vont s'accumuler d'épaisses séries détritiques et carbonatées.

Des sondages, réalisés dans ces bassins, exécutés jusqu'au socle, ont traversé des sédiments attribués à l'Éocène probablement terminal, à l'Oligocène et à la base du Miocène vers le Nord. A l'exception des dépôts stampiens qui ont enregistré des incursions marines, l'ensemble des terrains sédimentaires indique un environnement continental de type lacustre, fluvial et terrestre.

Les mouvements de subsidence se ralentissant considérablement à partir du Miocène, l'érosion entaille les dépôts précédents, sans toutefois laisser, sous forme de dépôts, beaucoup de trace de son action. La région de Vichy est privilégiée sur ce plan, une formation fluviale d'extension notable (Sables de Vendat) a été

conservée. Au Plio-Quaternaire, l'érosion fluviale s'accroît sous les effets de climats plus humides et d'une reprise des phénomènes tectoniques, à laquelle s'associent au Quaternaire d'autres processus de dégradation périglaciaire. Les dépôts correspondants sont largement développés et confèrent au bassin son modèle actuel.

DESCRIPTION DES TERRAINS

FORMATIONS PALÉOZOÏQUES ET PRODUITS D'ALTÉRATION DÉRIVÉS

Formations sédimentaires et volcano-sédimentaires viséennes

h2S. Siltites et grès. Ces roches affleurent selon une bande de 2 km de largeur en bordure sud de la feuille, depuis les terrains tertiaires à l'Ouest, jusqu'à la faille du Sichon à l'Est. Ce sont les terrains les plus anciens de la feuille, d'âge viséen inférieur probable. Les couches pendent généralement vers le Nord, présentent des zones plissées surtout à l'Est, également à l'approche de la formation sus-jacente et au voisinage d'accidents. Ce sont des sédiments détritiques terrigènes à alternances de siltites et grès (faciès culm), déposés dans un sillon marin avec rides.

La roche moyenne est grise ou beige à lits de teinte claire (grès) ou foncée (siltite) alternés. Le terme gréseux est une roche homogène à grain fin ; le terme silteux est une roche homogène à grain non visible à la loupe, à cassure conchoïdale.

Au microscope, le granoclassement est peu net ou inexistant dans un lit et le passage brutal entre lits (ou lentilles) homogènes de grains différents. Les deux termes ne diffèrent que par le grain ; la composition minéralogique est toujours : débris anguleux de quartz, plagioclase, feldspath potassique rare, roches siliceuses dans une matrice phylliteuse (ou silteuse pour les grès), localement silicifiée, avec traînées charbonneuses peu abondantes. Cette matrice peut devenir calcareuse et plus charbonneuse dans le haut de la formation. On peut parler de grès feldspathiques (lithiques) fins à matrice silteuse associés à des siltites micacées plus ou moins quartzieuses.

Les siltites et grès sont limités au Sud par le granite intrusif de Busset, qui s'étend sur le territoire de la feuille Maringues, et surmontés au Nord par le poudingue **h2C**. Leur puissance est d'au moins 1500 mètres. Au Sud, les couches épousent le contour du massif de granite et pendent faiblement vers le Nord. A l'approche du conglomérat, dans une bande d'environ 700 m de largeur, on observe des plis serrés définis par des axes à faible pente nord-ouest et plan axial à fort pendage nord-est à nord, sauf à l'Est où conglomérat et granite sont rapprochés et le plissement plus complexe sur plus d'un kilomètre de largeur, et au Sud-Ouest où un accident NW-SE provoque un redressement local des couches.

Les faciès les plus grossiers à alternance de bancs gréseux décimétriques et lits silteux centimétriques semblent plus continus au Sud (à la base), tandis que vers le haut de la série prédominent les faciès rubanés à séquence centimétrique, voire millimétrique, ou les siltites presque sans grès, avec des variations lenticulaires ou latérales à faciès gréseux.

Dans les zones plissées, sous la masse du conglomérat, une schistosité de flux, avec orientation des paillettes de séricite et chlorite néoformées, donnant un clivage ardoisier, est observable dans les faciès silteux.

Le plan de schistosité est orienté en moyenne E.SE—W.NW avec pendage nord fort. Cette particularité a permis autrefois une petite exploitation de la roche comme ardoise, à l'Ardoisière.

La roche non schisteuse est quelque peu utilisée pour l'empierrement de chemins.

Au Sud, les siltites et grès sont affectés sur environ 500 m par un métamorphisme de contact (**I'**) dû au granite de Busset, qui y développe des cristaux en

paillettes de néo-biotite et donne des Schistes tachetés localement noduleux (à cordiérite ou andalousite).

Cette formation azoïque, antérieure à **h2C**, datée par ses fossiles du sommet du Viséen moyen, a été, selon les auteurs, attribuée au Viséen inférieur à moyen, au Tournaisien ou même au Famennien. En considérant la lacune du Tournaisien dans le Nord-Est du Massif Central, la continuité vers le haut avec **h2C** et par analogie avec une formation fossilifère du Morvan (Saint-Seine), les siltites et grès paraissent pouvoir être attribués au Viséen inférieur, marqué dans la région par une transgression marine et le dépôt des sédiments de faciès culm.

h2C. Poudingues, siltites, grès et lentilles calcaires. Cette formation affleure selon une bande en forme de S étiré autour d'un axe est—ouest, qui borde au Nord la formation **h2S**. Elle débute par l'apparition de gros bancs de poudingue dans les siltites et grès. Dans l'ensemble, les couches NW—SE à pendage nord-est moyen à l'Ouest, passent à des directions est—ouest à fort pendage nord pour finalement, à l'Est, s'infléchir vers une direction subméridienne avec pendages verticaux. Les poudingues polygéniques sont à matrice de siltite à la base, tandis que vers le haut se développe un ciment siliceux, ainsi que dans les grès associés. Un ciment calcaire apparaît dans les siltites jusqu'à former de rares lentilles calcaires. Cette formation correspond à une sédimentation détritique grossière puis à des dépôts littoraux en bordure d'une zone émergée. Elle présente un intérêt particulier à cause du gisement fossilifère situé près de l'Ardoisière, qui date ces dépôts du Viséen moyen.

Le poudingue est constitué d'une matrice grise, brune ou rougeâtre, contenant des galets bien roulés, pouvant atteindre 30 cm selon leur grand axe, le plus souvent de la grosseur du poing, de roches dures (quartz, roches siliceuses fines, laves). Vers le haut on y trouve quelques galets et bancs boudinés de calcaire noir. Grès fins feldspathiques et siltites schistosées sont semblables à ceux de **h2S** vers la base, puis les grès s'indurent et se chargent en débris feldspathiques et lithiques, tandis que les siltites sont fréquemment ampélitiques et passent localement à des shales calcaireux le plus souvent ocre, décalcifiés à l'affleurement. De rares lentilles de calcaire noir à Encrines sont signalées dans le haut de la formation.

Le microscope montre que la matrice du conglomérat des bancs inférieurs est une siltite sableuse à quartz et feldspaths anguleux hétérogranulaires et chlorite, emballant des éléments plus gros et roulés de roche siliceuse noire fine à petites taches de calcédoine et chlorite (lydienne), de quartz filonien, quartzite clair et lave dacitique. Plus haut, dans la même série, un ciment calcaire ou localement siliceux (zones tectonisées surtout à l'Est) tend à supplanter la matrice originelle. Les grès et siltites du sommet ont fréquemment un ciment siliceux, contiennent pyrite et matière charbonneuse en abondance, de grands plagioclases détritiques dans les grès et de petites paillettes de biotite plus ou moins orientées sont en relation avec la schistosité des siltites.

Les gisements fossilifères de l'Ardoisière sont sur le chemin des Fours à chaux, 600 m au N.NW du restaurant. Le gisement inférieur se trouve dans les shales calcaireux de **h2C** («grauwackes»). Découvert par Murchison (1850), il contient surtout des empreintes externes ou internes de tests de Brachiopodes. Parmi ceux-ci, les formes élargies de *Productus cora* et *Productus hemisphaericus*, qui ont eu une courte durée d'existence, permettent de dater les «grauwackes» du sommet du Viséen moyen (zone D1 des auteurs anglais).

La formation est représentée le plus complètement à l'Ouest de l'Ardoisière où sa puissance doit avoisiner 800 m, avec une orientation NW—SE à pendage nord-est moyen. Le poudingue se présente en grosses lentilles où il n'est pas classé, dont la puissance maximum peut dépasser 100 m et la longueur atteindre 1 km, interstratifié dans des grès et siltites, puis vers le haut les faciès, plus fins, alternent plus rapidement dans la zone à sédiments carbonatés avec rares lentilles calcaires. Les faciès silteux sont toujours schistosés, les plans de schistosité étant sensiblement est—ouest, subverticaux à nord fort. A la hauteur de l'Ardoisière, charnière du S aplati que dessine la bande d'affleurement de **h2C**, des failles de directions diverses

fragmentent et décrochent la formation. Plus à l'Est, la largeur de la série diminue (400 m à Mansan, 200 m à la Bauche), ce qui correspond d'une part à l'augmentation des pendages jusqu'à la verticale et d'autre part à un étirement le long de la courbure, accompagné du laminage des niveaux schisto-gréseux et calcareux, laissant finalement le poudingue compacté affleurer presque seul, avec de minces lits plus fins, sur toute la puissance de la série.

Le poudingue est un élément très résistant dans l'ossature de la région et sa bande d'affleurement constitue un alignement de hauteurs allongées et boisées, comme celle, caractéristique, du bois de Debost.

Conglomérats, siltites et grès sont exploités dans de rares petites carrières pour l'empierrement de chemins ou courts. Près du gisement fossilifère, une lentille de calcaire, intercalée dans les siltites schisteuses et shales calcareux, a jadis été exploitée pour la chaux, d'où le nom du chemin qui y mène.

L'âge de la formation **h2C** peut être estimé viséen moyen d'après les fossiles. Sa mise en place correspond au début de la régression de la mer viséenne, surrection des rides avec sédimentation détritique grossière et dépôts littoraux.

h2tf, ρ , h2ffs. Tufs rhyolitiques, rhyolites, sédiments associés. Ces roches affleurent sur la majeure partie de la zone limitée au Sud par **h2C**, à l'Est par la faille du Sichon, au Nord-Ouest par le Tertiaire. Les laves et sédiments associés ont été distingués lorsqu'ils étaient suffisamment individualisés et représentables à l'échelle de la carte. Ces formations volcano-sédimentaires apparaissent sans interruption de la sédimentation au sommet des grès et siltites de **h2C**, les sédiments associés représentant des récurrences de ces derniers faciès plus haut dans la formation, des épisodes aquatiques. L'orientation moyenne des niveaux stratifiés est W.NW—E.SE avec pendage nord faible à moyen; l'ensemble paraît concordant avec les formations antérieures, mais est largement envahi par des intrusions granitiques et microgranitiques. Ce sont des tufs divers associés à des laves acides subordonnées, avec conglomérats intraformationnels, grès et siltites associés, indiquant un épisode volcanique surtout explosif, mi-sous-marin, mi-aérien, probablement en bordure de zone en voie d'émergence. Les fossiles du sommet du gisement de l'Ardoisière et un âge isotopique mesuré datent cette formation du Viséen supérieur.

Les tufs du faciès le plus commun sont des roches sombres, compactes, à grain fin, structure équante, riches en biotite, en général homogènes à l'échelle de l'échantillon, rarement à celle de l'affleurement. Les variations portent sur la nature et la dimension des éléments détritiques et l'abondance relative du ciment. Les types extrêmes se rapprochent soit de roches sédimentaires (grès feldspathiques), soit de laves acides. Ces laves sont sombres, à pâte vitreuse et petits cristaux visibles de feldspath, avec ou sans quartz. Les sédiments associés sont des conglomérats, grès feldspathiques, siltites, sombres car chargés de matière carbonneuse. Les formations tuffacées de régions voisines contiennent d'ailleurs des couches d'anthracite, d'où le nom de *tufs anthracifères* donné autrefois régionalement aux tufs dinantiens.

L'étude microscopique des tufs montre une mésostase généralement cryptocristalline, avec parfois des sphérolites de silice, ou en très fine mosaïque quartzofeldspathique. Cette mésostase peut être fluidale; son importance par rapport aux éléments détritiques est variable et peut passer rapidement d'un état interstitiel à des bouffées où elle prédomine et contient parfois des microlites. Les éléments détritiques déposés sans aucun ordre sont des minéraux anguleux, plus ou moins cassés, tordus et corrodés par la pâte ou des débris de roches qui peuvent être arrondis en galets à contours corrodés dans les conglomérats à ciment tuffacé. Ces conglomérats et les tufs uniquement formés de débris de cristaux soudés par la pâte sont les deux extrêmes d'une série de roches pouvant présenter toutes les compositions intermédiaires. Les éléments lithiques sont des tufs, des laves acides, des roches sédimentaires associées. Les cristaux sont de quartz, de plagioclase (oligoclase, andésine), de feldspaths potassiques; d'après les combinaisons des minéraux présents, on peut distinguer des tufs à composition minéralogique indiquant une tendance rhyolitique,

dacitique, voire trachytique ou andésitique, ceci sans tenir compte de la pâte toujours très siliceuse. L'analyse chimique d'un tuf des carrières des Malavaux, cité par Tourlonias (1965), donne comme paramètre de Lacroix I (II)-(4)5-2-2', ce qui indique sans doute un tuf rhyolitique tendant vers un trachyte par ses feldspaths détritiques très abondants. La biotite est toujours assez abondante, en grandes lamelles plus ou moins tordues, et généralement chloritisée; de la hornblende a été observée.

A ces tufs variés sont associées des laves acides, rhyolites et dacites. Ainsi, en lame mince, la roche de la chapelle Sainte-Madeleine apparaît dotée d'une structure hyaline fluidale, avec mésostase cryptocristalline à sérinite (et chlorite), phénocristaux dispersés de quartz, plagioclase et surtout feldspaths potassiques, ainsi que petites enclaves de lave à pâte cryptocristalline équante et biotite chloritisée. Ces laves sont peu différentes, au microscope, des tufs à pâte dominante; les phénocristaux sont moins déformés et cassés dans la lave que dans le tuf.

Les sédiments associés sont très comparables à ceux des formations inférieures, mais les éléments détritiques peuvent provenir du volcanisme explosif, la roche tuffacée ne différant alors d'un tuf que par des caractères sédimentaires. La plupart sont de grain plus fin que les tufs et à éléments détritiques très anguleux. Le microscope montre, dans certaines siltites sombres, des taches à silice secondaire, témoins probables d'anciens organismes (Radiolaires).

La partie supérieure du gisement fossilifère de l'Ardoisière se trouve à la base de **h2tf**, où des niveaux tuffacés s'intercalent dans les sédiments de **h2C**. Chichery y découvrit en 1936 des empreintes de tests de Brachiopodes, en particulier *Productus martini* caractéristique de la base du Viséen supérieur (D2 des auteurs anglais), âge confirmé par une empreinte de plante, *Lepidodendron acuminatum* (qui, en Moravie, appartient à l'horizon à *Glyphioceras crenistria*, base de la zone D2).

Par ailleurs, Vialette (1973) donne un ensemble de résultats géochronologiques sur les tufs des Malavaux : isochrone roche totale 325 MA, mesure sur biotite 325 ± 5 MA par la méthode au Sr, 321 par la méthode à l'argon. Ces résultats confirment l'âge viséen supérieur des tufs **h2tf**.

L'épaisseur de la formation, dont on ne connaît par le sommet et qui ne présente pas de stratification d'ensemble, n'est pas mesurable. Les premiers niveaux tuffacés interstratifiés dans **h2C**, observables dans le Sud-Ouest de la zone d'affleurement, sont en gros est—ouest avec un pendage nord moyen. Plus au Nord, toujours dans la partie occidentale, des niveaux sédimentaires, englobés dans les tufs, présentent des directions de couches variables et des pendages faibles avec ondulation d'axe sensiblement est—ouest, pendage faible est et plan axial subvertical. A l'Est et au Nord, l'intrusion des granites et microgranites et la faille du Sichon perturbent l'ensemble et ne permettent pas d'observation sur les niveaux sédimentaires.

Ni les différents faciès de tufs, les laves et sédiments associés, ni leur composition chimico-minéralogique, ne semblent obéir à des règles bien nettes de distribution dans le temps et l'espace. On peut cependant supposer, d'après le contexte, un arrangement en bandes à peu près W.NW—E.SE, qui présenteraient chacune une certaine constance dans l'hétérogénéité des faciès; c'est ce qui semble ressortir de l'observation des carrières des Malavaux, par exemple, mais on manque de bonne coupe continue de direction subméridienne.

La zone d'affleurement de ces formations est plutôt déprimée entre les hauteurs à ossature de granite à grain fin au Nord-Est et de poudingue **h2C** au Sud.

Cependant, leurs qualités mécaniques font que les tufs ont été exploités pour l'empierrement dans de nombreuses carrières, en particulier dans la vallée du Sichon. Actuellement, les carrières des Malavaux fournissent un produit utilisé dans les couches de base et de roulement des routes, ainsi que le ballast des chemins de fer.

Au contact du granite à grain fin, on observe au microscope, dans les tufs, une recristallisation de la biotite en agrégats de petits cristaux, chloritisés. Dans la zone fracturée de l'Est, ils sont injectés par un lacis de filonnets de quartz et épidote. Les fractures NW—SE et W.NW—E.SE présentent des silicifications avec géodes de quartz, fluorine, barytine, pyrite.

L'âge de cette formation, bien établi par les fossiles et les mesures, est donc viséen supérieur.

La surrection amorcée au Viséen moyen se poursuit et s'intensifie ; des fissures servent d'exutoire à un volcanisme acide, surtout explosif, d'abord sous-marin, puis le plus souvent aérien.

Roches éruptives hercyniennes

γ_{ba}^3 **Granite porphyroïde calco-alkalin à biotite et amphibole.** Le granite porphyroïde affleure dans deux zones distinctes : dans le compartiment oriental dont il constitue la presque totalité (granite du Mayet-de-Montagne qui s'étend vers l'Est et le Sud-Est) et au Sud des formations viséennes **h2S**, en deux petits affleurements à rattacher au massif de granite de Busset, qui s'étend vers le Sud (près du Roc dans la vallée du Sichon et à l'extrême Sud-Ouest au débouché du Coupe-Gorge).

Le granite de Busset est intrusif dans les siltites et grès qu'il métamorphose. On ne connaît pas dans le cadre de la feuille les rapports du granite du Mayet avec le Viséen dont il est séparé par la faille de décrochement du Sichon. Les deux granites sont porphyroïdes, calco-alkalins à biotite ; celui du Mayet contient plus régulièrement de l'amphibole. Ces granites sont considérés (Kurtbas, 1972) comme mis en place lors d'une phase tectonique importante est-ouest post-viséenne.

Le granite type Mayet-de-Montagne est sombre, homogène, porphyroïde à structure équante ; de grands porphyroblastes (jusqu'à près de 10 cm) de feldspath potassique rouge tranchent sur un fond gris à grain moyen ou fin, riche en quartz et biotite. Le granite type Busset est très semblable, généralement plus clair, les porphyroblastes étant souvent blancs.

Le microscope montre que les deux granites ont une texture grenue porphyroïde, à quartz automorphe, feldspath potassique (orthose, plus rarement microcline), plagioclase (en moyenne oligoclase basique) automorphe zoné, myrmékite rare autour des plagioclases, avec gros porphyroblastes d'orthose souvent zonée, perthitique et maclée Carlsbad. La biotite est en gros cristaux, plus chloritisée dans le type Busset. La hornblende verte est en général présente, surtout dans le type Mayet, où l'augite, rare, est le plus souvent pseudomorphosée par l'amphibole. Sphère, allanite, apatite sont abondants.

La composition chimique de ces roches les classe parmi les granites calco-alkalins à tendance monzonitique.

L'absence de variation dans les teneurs en Rb et Sr constatée dans le granite du Mayet ne permet pas de tracer d'isochrone ; la biotite a donné un âge westphalien de 310-315 M.A. (Viallette, 1973).

Dans la grande zone d'affleurement orientale, le granite porphyroïde type Mayet présente un faciès assez constant, avec des enclaves plus finement grenues, plus claires ou plus mélanocrates que lui. Il est cataclasé le long du grand accident qui le limite à l'Ouest et plus localement le long des failles subméridiennes au Nord-Est.

Près du Roc, le granite type Busset affleure sur environ un hectare ; il est bordé localement par un microgranite et développe dans les siltites et grès (**h2S**) un métamorphisme de contact sur environ 500 mètres. Plus à l'Ouest (la Combe), cette auréole a une extension anormalement grande sans granite visible, mais la présence de filonnets d'aplite, dont un chevelu annonce généralement l'approche du granite de Busset dans les Schistes tachetés, semble indiquer la proximité de ce granite sous-jacent. L'affleurement du Coupe-Gorge est un îlot de granite dans le lit du ruisseau, entouré de sédiments tertiaires.

La région orientale formée par le granite du Mayet a un relief peu accusé, avec des vallées à fond large et flancs souvent abrupts.

Le granite porphyroïde a été utilisé comme pierre à bâtir et ornementale ; il n'est plus exploité ici, sauf sous la forme altérée dans quelques petites carrières de *gore*.

Dans le cadre de la feuille Vichy, le seul argument concernant l'âge de mise en place des granites porphyroïdes est que le granite type Busset est postérieur aux sédiments **h2S** du Viséen inférieur. A l'échelle régionale, Kurtbas (1972), considérant

l'ensemble de leurs caractères et l'effet de ces granites sur les tufs du Viséen supérieur et sur le granite des Bois-Noirs daté Viséen moyen, estime qu'ils se sont mis en place pendant une phase tectonique est—ouest post-viséenne, la phase sudète II de l'orogénèse hercynienne (Namurien).

γ_2^{2-3} . **Granites à grain moyen ou fin, calco-alkalins à biotite.** Ils affleurent dans deux zones : dans le compartiment oriental, autour de la Chapelle, et dans le Nord-Est du compartiment occidental, où ils forment aussi un massif isolé à Viermeux.

Le contact de ces faciès avec le granite porphyroïde n'a pas pu être observé.

Ce sont des granites équigranulaires, à grain moyen ou fin, rougeâtres, riches en quartz, à biotite peu abondante et structure équante. Près de la Chapelle, un faciès à petits porphyroblastes de quartz et feldspaths rappelle le fond du granite porphyroïde et le faciès « porphyre granitique » de Kurtbas.

L'étude microscopique montre une texture grenue équigranulaire, avec parfois développement porphyroblastique de feldspaths potassiques, quartz abondant automorphe ou non, orthose perthitique maclée Carlsbad subautomorphe, parfois aussi microcline perthitique xénomorphe, plagioclase (en moyenne oligoclase acide) xénomorphe, biotite chloritisée peu abondante. On observe fréquemment une silicification des plagioclases et de la biotite. Le faciès de la Chapelle est caractérisé par des associations quartz—feldspath potassique micropegmatiques ou finement graphiques et des plagioclases subautomorphes zonés (oligoclase basique) à tendance porphyroblastique.

La composition chimique de ces granites diffère de celle du granite porphyroïde par un enrichissement en silice et un appauvrissement en ferromagnésiens et chaux, indiquant donc un granite plus alcalin.

Ces roches, relativement dures, forment des reliefs dominant généralement les terrains de granite porphyroïde ou même de tufs (bois de Gagnol, les Acarins, Viermeux).

La zone d'altération de ces granites est exploitée dans de nombreuses carrières pour le *gore* servant à consolider les chemins. La roche saine, en particulier le faciès de la Chapelle, a été jadis utilisée pour empierrement et construction.

Sur le territoire de la feuille Lapalisse (Droiturier) un granite porphyroïde a été observé passant progressivement aux faciès équigranulaires à grain moyen, qui eux-mêmes passent aux faciès fins, ces derniers pouvant par ailleurs recouper nettement le granite porphyroïde. Didier (1964) considérait donc qu'il s'agissait de faciès tardifs, génétiquement liés au granite porphyroïde. Mais un faciès très voisin a été daté (Rb/Sr) : 272 ± 8 MA, soit Autunien inférieur sur la feuille le Mayet-de-Montagne (Viallette, 1973). Des mesures géochronologiques dans le cadre des feuilles Vichy et Lapalisse devraient permettre de trancher.

μ_3 . **Microgranites porphyriques en laccolites.** Les laccolites de microgranite porphyrique se trouvent uniquement dans la zone d'affleurement des tufs et surtout dans la moitié nord-ouest de cette zone. Ils sont intrusifs dans les tufs et terrains associés. Le microgranite est à pâte abondante avec phénocristaux surtout feldspathiques et grandes biotites, des variations aphanitiques ou peu porphyriques sont connues. Les corps laccolitiques ont en général leur grand axe orienté sensiblement est—ouest. Leur mise en place a suivi de peu celle des granites, à la faveur des fractures et ondulations est—ouest créées dans les formations viséennes ; ils sont donc probablement carbonifère supérieur.

Ce sont des roches à pâte grise ou beige d'où ressortent des phénocristaux blancs ou roses de feldspaths ; le quartz est peu visible, la biotite en grosses lamelles. Les phénocristaux sont plus ou moins grands et peuvent même manquer en même temps que la pâte devient plus fine.

La texture de la pâte quartzo-feldspathique est microgrenue avec plus ou moins de micropegmatites. Les phénocristaux de quartz sont moins grands et moins fréquents que ceux de plagioclase (oligoclase basique) zoné ou d'orthose perthitique et maclée Carlsbad. La biotite est généralement chloritisée, avec parfois recristallisa-

tion en groupements de petits cristaux de chlorite. On y trouve accessoirement du zircon et plus rarement amphiboles, apatite, leucoxène, séricite. Les faciès aphanitiques ont une pâte très fine, avec sphérolites de silice et feutrage de paillettes de séricite et chlorobiotite; les phénocristaux sont petits et rares, ainsi que la biotite chroritisée.

Chimiquement, ces microgranites sont comparables aux granites à grain moyen, mais plus potassiques, ce qui les rapproche de la composition moyenne des tufs.

Aucune mesure d'âge isotopique n'est connue sur ces roches.

Les corps microgranitiques sont de forme complexe, que l'on peut assimiler à des laccolites généralement allongés est—ouest, dont la puissance peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Au Nord de la RN 106b, les tufs n'apparaissent plus que comme des septa dans un vaste corps microgranitique de géométrie inconnue.

Au sein d'un même corps laccolitique, le microgranite présente les variations de dimensions des phénocristaux déjà évoquées, et les parties apicales, près du contact des tufs, sont aphanitiques. Les microgranites sont très écrasés et silicifiés dans la vallée du Rebusset (Nord-Est de Cusset). A l'extrémité nord du socle paléozoïque affleurant, la faille du Sichon et les accidents NW—SE et NE—SW provoquent la mylonitisation des microgranites, en particulier dans la fenêtre de la vallée du Mourgon le Vif.

Les microgranites ne donnent pas, au sein des tufs, de morphologie particulière.

Ils ont été localement exploités pour l'empierrement dans des carrières communes avec les tufs (vallée du Sichon).

Ces microgranites porphyriques en laccolites rappellent les « porphyres granitoïdes en nappes » décrits régionalement par Kurtbas. Ils sont nettement intrusifs dans les tufs viséen supérieur; leurs rapports avec les granites ne sont pas clairement définis sur la feuille Vichy, mais les nappes de porphyres granitoïdes recouvrent les granites post-viséens sur les feuilles voisines. Par ailleurs, leur chimisme les rapproche plus des tufs que des granites; on peut penser qu'ils constituent une manifestation tardive et plus profonde du magma qui a donné naissance au volcanisme viséen supérieur, d'où aussi leur localisation. Leur mise en place peut être immédiatement postérieure à celle des granites post-viséens et pénécemporaine de celle des faciès tardifs équigranulaires.

Formations superficielles dérivées des roches du Paléozoïque

Les zones où ces roches affleurent ou subaffleurent, non altérées, correspondent à certaines vallées, sommets ou éperons et représentent une faible partie de la surface totale du socle paléozoïque étudié. Le reste des formations in-situ se présente sous des formes diversement altérées. Les formations d'altération cartographiées en teintes dégradées comprennent généralement des pointements rocheux isolés dans des roches à divers degrés d'altération, des sables et blocailles presque en place.

Les siltites et grès s'altèrent peu, la roche saine passant rapidement, par fragmentation, à des blocailles souvent denses, formées de fragments anguleux dans une terre peu sableuse. Il en est de même pour les microgranites aphanitiques, les laves acides et les tufs fins vitreux.

Les poudingues donnent de la blocaille à galets très abondants dans une terre sablo-argileuse au-dessus d'une faible épaisseur (environ 1 m) de roche en place, mais friable.

Les tufs de faciès grossier et les microgranites porphyriques sont altérés sur une épaisseur variable mais faible; la roche perd sa cohésion; ses feldspaths sont altérés, puis elle se résout en sable avec débris anguleux.

Les granites à grain fin ou moyen ont une zone d'altération d'importance très irrégulière; sur parfois 3 m d'épaisseur la roche est fragmentée, puis, selon le grain, donne un sable grossier ou des blocailles à matrice sableuse. Les principales carrières de *gore* exploitent ces roches altérées.

Les granites porphyroïdes sont plus régulièrement altérés sur une épaisseur plus grande qui peut atteindre 5 m ; les affleurements de roche fraîche sont rares. La roche conserve sa structure mais les feldspaths sont altérés et elle se détruit facilement et se résout en sable grossier.

Filons

$\mu\gamma^3$. **Microgranites aphanitiques ou porphyriques.** Ont été groupés sous ce symbole, deux types de microgranites qui ont en commun leur gisement en dykes : des microgranites porphyriques pétrographiquement identiques aux précédents et des microgranites aphanitiques dans toute leur masse. Les dykes de microgranite porphyrique se trouvent dans la moitié sud-est de la zone d'affleurement des tufs et plus rarement dans le conglomérat **h2C** du même secteur ; ils sont en général orientés à peu près est—ouest et sont apparentés avec les microgranites porphyriques en laccolites. De petits dykes de microgranite aphanitique se trouvent un peu partout, mais les principaux sont alignés selon des directions subméridiennes, en particulier en relation avec la faille du Sichon ; la roche est à pâte claire, riche en quartz globuleux ; ces microgranites aphanitiques sont considérés comme la forme microgrenue la plus évoluée, mise en place à la fin de l'orogénèse hercynienne.

Les microgranites porphyriques déjà décrits dans leur gisement laccolitique se présentent ici en dykes d'au plus quelques dizaines de mètres de puissance. Ceci peut résulter de la tectonique plus intense avec couches très serrées et redressées dans ce secteur, ou de l'érosion des laccolites dont ils seraient les racines, dans l'hypothèse d'un rabaissement du secteur nord-ouest par rapport au Sud-Est. Ils sont sans doute du même âge que les laccolites.

Les microgranites aphanitiques sont beiges ou roses, avec de petits phénocristaux de quartz et très peu de biotite. En lame mince, on voit une pâte microgrenue à microlitique, avec peu d'associations micropegmatitiques, des grosses plages d'un ou plusieurs cristaux de quartz automorphe, de l'orthose et un plagioclase acide rare ; la biotite est rare et chloritisée. Ce type est chimiquement le plus siliceux des microgranites, hyperpotassique et hyposodique. Il n'a pas fait l'objet de mesures d'âge. Les dykes de microgranite aphanitique recoupent toutes les formations paléozoïques ; ils se sont mis en place lors d'une phase tardive de la tectonique hercynienne, de direction subméridienne. Ils sont fréquemment cataclasés le long des grands accidents qui ont joué durant l'orogénèse alpine.

Q. Quartz. Quelques filons de quartz, de direction subméridienne, sont connus surtout au Nord du Jolan, dans le compartiment occidental ; ils sont plus rares dans le compartiment oriental. Le plus important (Viermeux), visible sur près d'un kilomètre de long et 30 m de puissance, recoupe au Sud un dyke de microgranite aphanitique ; c'est un quartz laiteux, localement bréchiq ue avec mouches de pyrite. Dans celui de Grangeon (près Molles), le quartz est associé à la barytine. Ce sont des filons récents, peut-être d'âge alpin.

VOLCANISME RÉCENT

β . Basalte. Deux petits appareils basaltiques sont notables dans la zone d'affleurement du Paléozoïque.

Au Mont-Pérourx (près l'Ardoisière), une petite coulée, avec prismes, part vers le Sud-Ouest sous les ruines du château ; elle affleure sur environ 1 ha, sur le bord de la vallée du Sichon, donnant quelques éboulis sur la pente. La roche a été utilisée pour construire le château féodal.

Dans le lit du Jolan, sous la Sauza, on trouve de gros blocs de basalte en prisme et de rares pierres volantes sur le plateau ; il s'agit sans doute d'une petite coulée démantelée qui devait sortir sous la Sauza, sur le rebord de la vallée.

Dans les deux cas, on observe une intense fracturation locale.

Ce sont des basaltes à olivine, d'âge indéterminé. Plus au Sud, le volcanisme du Forez entre Ambert et Montbrison résulte de plusieurs émissions de l'Oligocène moyen ou Pliocène. Cependant ici, la situation des appareils volcaniques sur le rebord de grandes vallées pourrait indiquer un âge plus récent, quaternaire ?

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES TERTIAIRES ET MATÉRIAUX D'ALTÉRATION DÉRIVÉS

Après une très longue période couvrant l'ère secondaire et la quasi-totalité de l'Eocène (de - 260 à - 40 MA environ), des aires fortement subsidentes ont pris naissance, sous l'effet des contrecoups de l'orogénèse alpine, dans maints endroits du Massif Central et notamment sur l'emplacement des Limagnes.

Des études géophysiques et des sondages profonds, réalisés dans le cadre de la recherche d'hydrocarbures (Régie autonome des Pétroles), ont permis de mettre en évidence la complexité de la structure profonde des Limagnes constituées en fait de plusieurs fosses séparées par des seuils. Un haut fond situé approximativement vers Saint-Pourçain a permis l'individualisation, au Nord, du bassin de Moulins dont l'histoire géologique est légèrement différente de celle du bassin complexe de Vichy — Clermont-Ferrand au Sud (cf. carte structurale).

Données géologiques régionales

Les principales variations minéralogiques, paléontologiques et climatiques de la série tertiaire des Limagnes, reconstituées à partir des données de la surface et des sondages profonds sont résumées sur la figure 1.

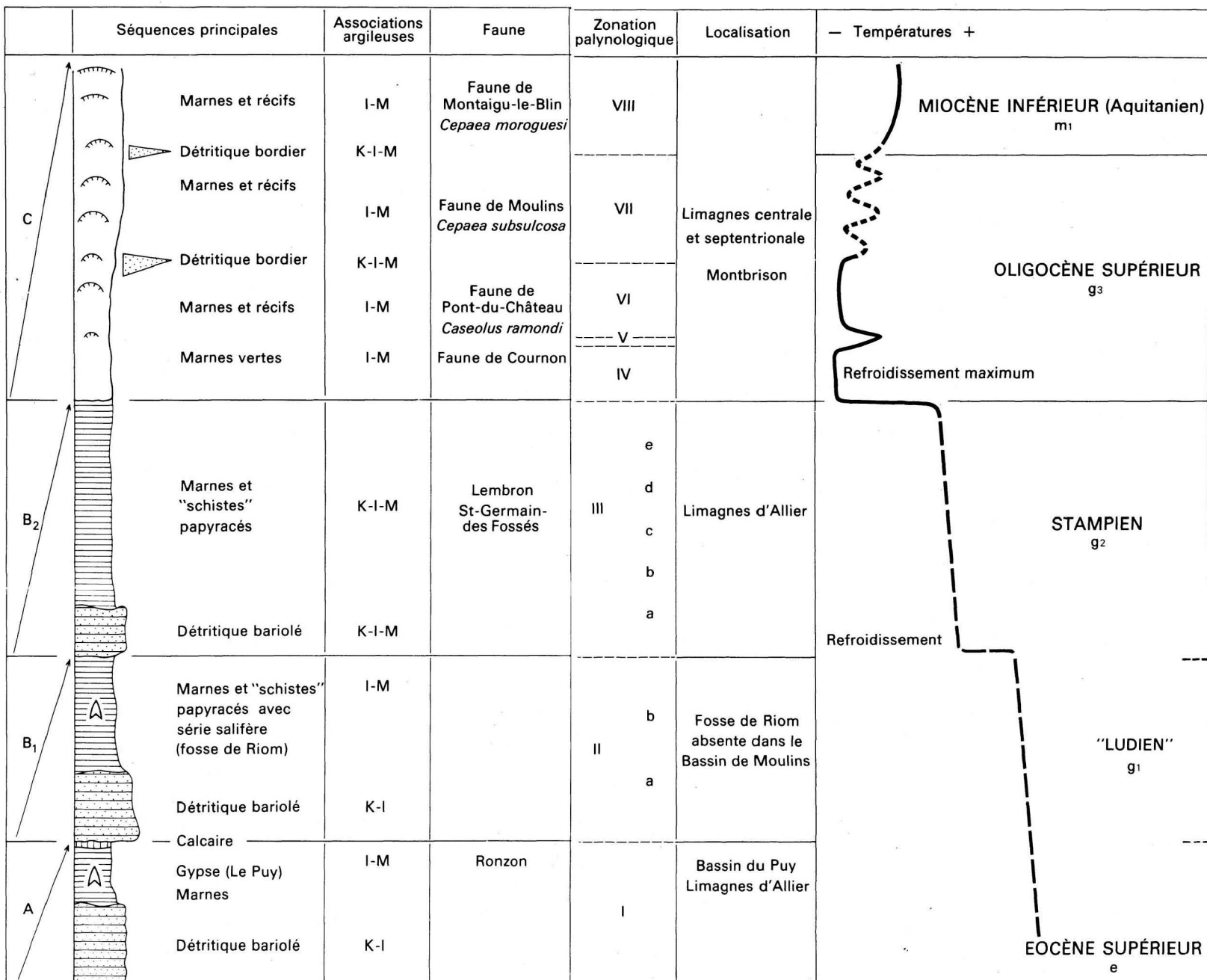
Plusieurs cycles sédimentaires se superposent et peuvent localement être incomplets ou absents, la figure 2, essai de corrélation entre les sondages profonds les plus proches du périmètre de la carte, est très démonstrative à cet égard. Les lacunes de certains faciès et les variations d'épaisseurs sont vraisemblablement liées à des arrêts ou ralentissements de la subsidence dans tout ou partie du bassin.

La séquence A est présente à la partie inférieure de la série tertiaire. Au niveau des fosses principales, elle est complète avec un terme inférieur détritique bariolé et un terme argilo-carbonaté supérieur. Sur les bordures, généralement seul existe le terme détritique. Elle peut localement être absente. Sa mise en place succède à une phase tectonique majeure.

La séquence B, caractérisée par des dépôts salifères (sous-séquence B₁), n'est bien développée que dans la fosse de Riom, seule zone où apparemment la subsidence s'est maintenue tout au long du Stampien. Par ailleurs le terme salifère disparaît. Cette séquence B₁ ne semble pas s'étendre vers le Nord au-delà du seuil de Saint-Pourçain.

Au cours de l'Oligocène, une nouvelle phase tectonique majeure intéresse tout ou partie du Bassin et permet le dépôt de la séquence B₂-C dont le terme inférieur B₂, d'âge stampien et de caractère lagunaire, a une aire d'extension comparable à celle de la séquence A. Le terme supérieur continental C (Oligocène supérieur — Aquitanien) a une aire de répartition beaucoup plus réduite. La régression est progressive : les terrains attribués aux deux zones stratigraphiques inférieures « Cournon

Fig. 1 — Variations minéralogiques, paléontologiques et climatiques de la série tertiaire des Limagnes



et Pont-du-Château», existent encore depuis Saint-Sandoux (1/50 000 Veyre-Monton) au Sud de Clermont jusqu'à Saint-Menoux (1/50 000 Bourbon-l'Archambault) et Trévol (1/50 000 Dornes), respectivement à l'Ouest et au Nord de Moulins; l'épaisseur des sédiments, considérable à l'aplomb de la fosse de Riom, tend probablement à se réduire au niveau de la fosse de Vichy. Sur la feuille Vichy, une lacune ou au moins une très forte réduction d'épaisseur de la formation rapportée à la zone de Cournon doit être envisagée.

Le niveau de Moulins n'est à l'heure actuelle identifié que dans la partie nord-ouest de la Limagne (1/50 000 Moulins et Saint-Pourçain-sur-Sioule), celui de Saint-Gérand-le-Puy—Montaigu-le-Blin n'est signalé que dans la proximité immédiate de ces localités et ne déborderait pas, vers le Nord, Tréteau et Jaligny (1/50 000 Saint-Pourçain-sur-Sioule). Il semble toutefois que les formations aquitaniennes (marnes et argiles à Mélanies) de Gergovie (1/50 000 Clermont-Ferrand et Veyre-Monton) doivent lui être rattachées.

Postérieurement aux dépôts carbonatés lacustres dont les dernières manifestations, limitées à des aires réduites, sont d'âge aquitain, et antérieurement aux grands épandages fluviaux des sables et argiles du Bourbonnais, se sont localement mis en place des dépôts essentiellement sableux, parfois argilo-carbonatés.

La formation de Vendat, découverte à l'occasion des levés cartographiques, constitue avec d'autres, tels les sables feldspathiques et les sables à chailles de Clermont, les sables et argiles rouges d'Ebreuil, les sables de Givreuil (Moulins) et d'autres hypothétiques placages argilo-sableux (Vichy—Maringues), des jalons qui permettent d'esquisser l'histoire de la période mio-pliocène fort peu connue.

Dans le bassin de Vichy, les dépôts d'âge tertiaire affleurent sur de larges étendues, mais leur observation directe est toutefois rendue souvent difficile par la présence fréquente de formations superficielles diverses. En outre des dépôts alluviaux récents constituent de larges zones aveugles.

Terrains non affleurants

Des renseignements sur les couches tertiaires profondes nous sont donnés dans la Limagne par une série de sondages (Régie autonome des Pétroles) ayant atteint le socle ainsi que par d'autres, généralement plus courts, effectués en particulier dans la zone de Vichy à des fins de recherche d'eau minérale. Deux grands sondages, Broût-Vernet 101 et Barberier 101 ont été effectués dans la zone ouest de la feuille. La coupe détaillée du premier est donnée en marge de la carte.

Un essai de corrélation avec les grands sondages voisins est tenté dans la figure 2. L'image obtenue n'est pas satisfaisante dans la mesure où les domaines en corrélation sont très différents les uns des autres. En consultant la carte structurale il apparaît que BV 101 et Bb 101 se situent sur un seuil bordier occidental sur lequel les séries sont incomplètes ou réduites, alors que Mo 101 (Moulins 101, feuille Saint-Pourçain-sur-Sioule) et AP 101 (Aigueperse 101, feuille Aigueperse) se situent au niveau de fosses et y présentent des séries plus complètes.

Les deux sondages BV 101 et Bb 101 nous renseignent avec précision sur la nature des terrains déposés sur le seuil occidental. Les séquences inférieures A, B₁ et base de B₂, y sont représentées essentiellement par des matériaux détritiques argilo-sableux épais d'environ 120 m; quelques intercalations carbonatées permettent de tenter des corrélations hypothétiques avec les dépôts de fosse où les séquences sont nettement individualisées.

Le sommet carbonaté de la séquence B₂-C est bien développé, on y distingue de 100 à 120 m de marnes à intercalations d'argilites papyracées rapportées au Stampien, surmontées de 120 à 160 m de marnes grises ou vertes à intercalation de calcarénite et formations construites algaires d'âge oligocène supérieur.

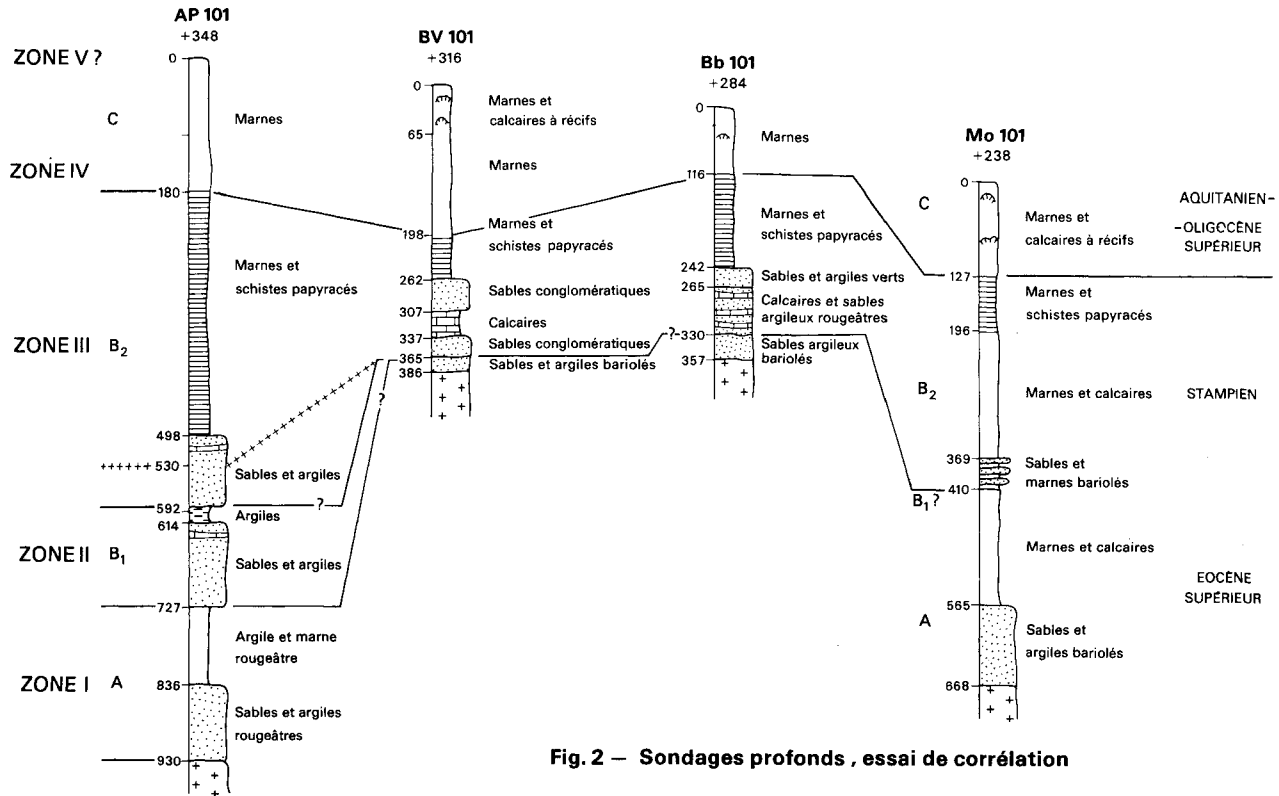


Fig. 2 — Sondages profonds, essai de corrélation

Le sondage BV 101 a fait l'objet d'une étude palynologique; les résultats suivants ont été obtenus :

- 106-107-109 mètres zone IV
- 207-208-210 mètres zone IIIe
- 271 mètres zone IIIa
- 333 mètres zone IIIa

Dans la fosse elle-même, limitée par deux accidents profonds majeurs, d'orientation nord—sud, aucun sondage profond ne nous renseigne sur la nature des séries.

A partir des données géophysiques (A. Morange, F. Héritier, J. Villemain, 1971), la profondeur maximale est estimée à 1 250 mètres à l'Ouest de Vichy. En établissant une corrélation directe entre les sondages AP 101 et Mo 101, il est possible de se faire une idée raisonnable des matériaux comblant cette fosse. On peut y prévoir une séquence A bien développée d'épaisseur comprise entre 200 et 250 mètres, une séquence B₁ limitée à des faciès détritiques dans la zone sud puis disparaissant vers le Nord à l'approche du seuil de Saint-Pourçain, une séquence B₂ très bien développée de puissance maximale voisine de 700 mètres puis le terme C lacustre épais de 150 à 200 mètres constitué uniquement de matériaux d'âge oligocène supérieur (zone stratigraphique de Cournon et Pont-du-Château).

Terrains affleurants

Les unités cartographiques ont été définies sur ces critères chronostratigraphiques (datation par faune et flore, relations géométriques) et lithologiques. Les notations font apparaître la chronologie relative : **g3** Oligocène supérieur, **g2-3** Oligocène indifférencié, **g2** Stampien, **e-g** Eocène à Oligocène indifférencié... parfois précisée de la zone palynologique, celle-ci apparaissant alors entre parenthèses (*). Dans la série de Saint-Germain-des-Fossés la succession relative a été représentée par la suite de chiffres romains I, II, III, IV, V adjointe directement à la notation stratigraphique **g2**. Dans ce cas la relation avec les zones palynologiques (a, b, c, d, e de la zone III) n'a pu être établie. Dans les séries complexes, la lithologie apparaît par l'adjonction de lettres majuscules : C : calcaire (parfois subdivisés en C₁ et C₂), M : marne, S : sable, K : grès arkosique, ainsi que de figurés.

Eocène a Oligocène (partie inférieure)

III. Argiles du bassin de la Chapelle d'âge tertiaire indéterminé. Dans l'angle sud-est de la feuille à proximité de la Chapelle un « bassin » s'individualise sur la zone de contact entre les formations viséennes et des granites.

La dénivelée moyenne est de l'ordre d'une centaine de mètres. A l'affleurement, les dépôts sont essentiellement constitués d'argiles affectées de rapides variations entre des faciès blancs, bariolés, rouges et gris-noir.

Des sondages de reconnaissance répartis sur l'ensemble du bassin montrent la présence de deux faciès principaux : le faciès bariolé quartzeux, feldspathique et micacé à forte teneur en kaolinite et le faciès gris constitué de kaolinite associée à des oxydes de fer.

L'origine et l'âge de cette série n'ont pu être établis avec certitude; à titre d'hypothèse il pourrait s'agir de faciès d'altération type siderolithique développés sur des séries détritiques et granitiques pour les séries bariolées et sur les tufs volcaniques pour les séries grises.

Dans la partie centrale du bassin, des sondages de quarante mètres de profondeurs n'ont pas atteint de roche saine.

e-g. Argiles et sables quartzo-feldspathiques bariolés rouges et verts, localement conglomératiques, marneux au sommet, d'âge éocène à oligocène (partie inférieure). Cet ensemble est ici peu représenté à l'affleurement, souvent masqué par les

(*) D'après les travaux de G. Gorin, J.-J. Châteauneuf et G. Farjanel.

séries sus-jacentes; il n'apparaît que sur l'enneiement nord de la Montagne bourbonnaise; au Sud de la feuille (1/50 000 Maringues), il couvre par contre de larges surfaces.

De lithologie comparable aux sables et argiles verts (**g2-3S**) il s'en distingue surtout par la présence de colorations rouge vif ou lie-de-vin associées à des teintes grises à vertes. Ces matériaux proviennent du démantèlement des horizons d'altération qui se seraient formés essentiellement à l'Eocène.

A la Côte et au château de Beaumont ils se développent sur 14 m, reposant sur le socle granitique par l'intermédiaire d'un niveau conglomératique. Au sondage de Meunier une puissance de 6 m (de 7 à 13 m de profondeur) a été reconnue avant d'atteindre le socle. Les sondages de Barberier 101 (1-1) et de Broût-Vernet 101 (1-2) déjà très éloignés des zones bordières ont révélé la présence d'une série de 27 m de sables argileux bariolés (de 330 à 357 m de profondeur) pour le premier sondage et d'une série comparable de 21 m (de 365 à 386 m de profondeur) pour le second, reposant dans les deux cas directement sur le socle paléozoïque. D'autres sondages, implantés aux Forges (Seuillet) et au Colombier (Creuzier-le-Neuf) ont traversé des faciès analogues avec intercalations carbonatées.

L'étude des minéraux lourds indique une nette prépondérance du zircon. L'analyse minéralogique de la fraction argileuse montre une association de kaolinite, illite et smectites en proportions voisines.

L'âge de mise en place est difficile à établir en l'absence d'arguments paléontologiques. A la lumière de l'étude régionale, il apparaît en effet que des dépôts bariolés détritiques se sont mis en place à plusieurs reprises dans les divers bassins du Massif Central, les plus récents ont probablement un âge stampien, l'âge des plus anciens restant indéterminé (Eocène, voire Crétacé).

Stampien (Oligocène partie moyenne)

g2I, g2II, g2III, g2IV, g2V. Série de Saint-Germain-des-Fossés. Cette série représente l'unité fossilifère la plus ancienne reconnue à l'affleurement non seulement sur le territoire de la feuille Vichy mais sur l'ensemble de la Limagne bourbonnaise (à l'exception d'un hypothétique gisement à Dompierre-sur-Besbre découvert en 1846 par A.B. Poirrier). Elle a été décrite et étudiée sur le plan malacologique par L. Guillot et R. Rey (1968). La faune en présence contient des organismes marins, et en particulier *Potamides lamarcki* (domaine hypohalin), associés à d'autres espèces d'eau douce ou terrestres. Cette association est identique à celle du niveau du Lembron de la Limagne méridionale.

Une datation palynologique obtenue sur un échantillon du niveau des marnes et calcaires à Limnées supérieure (**g2V**) confirme l'attribution au Stampien.

Cette « remontée » exceptionnelle à l'affleurement de la série stampienne sous forme d'un horst, très nettement marqué en gravimétrie, est due à la conjonction de deux systèmes de failles principaux l'un SW—NE prolongement de la faille d'Aigueperse, l'autre N.NW—S.SE correspondant partiellement à l'axe d'enneiement du Forez.

Cinq unités ont été cartographiquement distinguées du sommet vers la base :

- **g2V**, constituée de marnes beiges à verdâtres et de calcaires à débit en dalles, généralement riche en Limnées. Son épaisseur voisine d'une vingtaine de mètres vers l'Ouest se réduit à quelques mètres vers l'Est, semblant indiquer un caractère discontinu à ce dépôt lacustre.
- **g2IV**, constituée de grès calcaireux, de calcaire à débit en plaquettes et de marnes contenant *Potamides lamarcki* entre autres organismes. Cette formation montre également un caractère discontinu, les épaisseurs variant de quelques mètres à une dizaine de mètres.
- **g2III**, constituée d'un matériel carbonaté concrétionné, d'allure travertineuse, friable ou parfois consolidé en bancs très compacts. L'un de ces niveaux compacts apparaît souvent à la partie supérieure. Généralement très fossilifères, ces calcaires

contiennent d'abondants *Potamides* (mauvais état de conservation). L'épaisseur varie de 0 à un maximum d'une dizaine de mètres.

● **g2II**, constituée d'un calcaire compact formant un horizon très discontinu. Les Limnées y sont fréquentes. L'épaisseur varie de 0 à 5 mètres.

● **g2I**, constituée d'une série à lithologie très variable, grès, sables plus ou moins argileux, argile, marne, horizons calcaires concrétionnés au moins à la partie supérieure.

L'épaisseur à l'affleurement est estimée à 25 mètres. La formation a été reconnue par sondage sur 30 mètres encore, sans variation lithologique importante ; elle repose directement sur le socle.

La série stampienne de Saint-Germain-des-Fossés se développe sur une puissance voisine de 100 mètres ; elle est essentiellement constituée de sédiments lacustres et fluvio-lacustres entrecoupés d'au moins une incursion « marine » (type littoral hypohalin lagunaire). Elle repose directement sur le socle montrant en cela la permanence paléogéographique de la région de Saint-Germain-des-Fossés en tant que zone haute.

g2K. Grès quartzo-feldspathique, parfois conglomératique, argile, marne. D'extension assez limitée sur le territoire de la feuille, le principal gisement est localisé dans le bois de Bas à l'Est de la butte du Vernet. La formation, massive et relativement homogène montre des intercalations de niveaux argileux, parfois carbonatés, beiges à verdâtres. L'ensemble, puissant d'environ 70 mètres, repose en discordance sur les tufs rhyolitiques viséens, avec un pendage de 4 à 20 degrés vers l'Ouest. Les bancs, bien marqués, montrent une stratification de type fluvatile. Plusieurs niveaux conglomératiques à éléments du socle sous-jacent s'interstratifient dans la série.

A la partie supérieure, au niveau des anciennes carrières, était exploité un grès fin renfermant des traces de plantes (L. de Launay, 1923) ainsi que des empreintes de Poissons (J. Giraud, 1902).

L'étude en lame mince de ce grès montre qu'il s'agit d'une arénite quartzo-feldspathique à éléments jointifs liés par un ciment argilo-siliceux. Les divers grains sont constitués de quartz, feldspaths potassiques et plagioclases, schiste, silex, roches volcaniques, à degré d'usure très variable.

Leur équivalent est observable, vers la Font du Cassiot, sous une forme plus argileuse et dans le lit alluvial du Sichon au Sud de Cusset où des bancs gréseux métriques alternent avec des marnes suivant une inclinaison vers le Nord de 5° ; plus au Nord aux Morats un grès conglomératique alterne avec des argiles. En rive gauche de l'Allier, au Sud de Hauterive, dans d'anciennes carrières étaient exploités des grès en tous points comparables.

Les anciens auteurs (suscités) rapportaient ces arkoses à l'Oligocène inférieur. L'étude palynologique sur des échantillons prélevés à la Font du Cassiot et dans la vallée du Sichon permet une attribution au Stampien (zone III).

Dans l'ancienne carrière de Hauterive on observe l'extrême sommet de la formation gréseuse datée en ce point du Stampien terminal (zone III à tendance base zone IV) sur laquelle reposent en concordance 3,5 mètres de marnes vertes qui, elles, ont donné un âge oligocène supérieur zone V.

L'analyse minéralogique d'échantillons provenant de cette série montre une association de minéraux argileux à kaolinite dominante, illite et exceptionnellement interstratifiés illite — smectites.

Des arkoses de type comparable existent sur tout le pourtour de la Limagne ; elles représentent d'anciens dépôts à caractères fluvio-deltaïques. Citons pour l'exemple Royat, Ravel, Vic-le-Comte,...., où des âges identiques ont été obtenus.

Oligocène supérieur

g2-3S. Sables argileux quartzo-feldspathiques et argiles vertes alternées. Une unité exclusivement détritique constituée de matériaux sableux mal classés et peu évolués généralement très argileux et de teinte essentiellement verdâtre, située sous

l'unité **g3MS** dans le petit bassin de Saint-Étienne-de-Vicq a été distinguée des autres faciès détritiques lithologiquement comparables.

Azoïque, elle n'a pu être datée avec précision. Selon toute vraisemblance elle s'intercale entre les dépôts relativement anciens bariolés **e-g** et les formations calcaréo-détritiques attribuées par analogie à l'Oligocène supérieur.

L'analyse de la phase argileuse a révélé une composition à dominante de smectites associées à la kaolinite et à l'illite. Un tel cortège à smectites dominantes lui confère un lien de parenté très étroit avec les sables argileux de l'Oligocène supérieur.

g3C1. Calcaires concrétionnés (récifs), calcarénites, marnes, sables quartzo-feldspathiques. La rive droite de l'Allier est bordée par une zone de collines et d'entablements calcaires dont nous n'observons le plus souvent que les énormes masses de calcaires construits, intensément exploités comme pierre à chaux : le Vernet — Laudemarière, Sanssat, Saint-Gérard-le-Puy, Billy (en exploitation en 1979).

La genèse de ces travertins est liée en majeure partie à une prolifération organique végétale (Algues bleues, Mousses, végétaux supérieurs) et animale (larves d'Insectes, Gastéropodes...) (*). Les sédiments friables encaissants, dégagés par l'érosion, ne sont qu'exceptionnellement observables sur le territoire de la carte Vichy. Généralement, il s'agit de marnes beiges et vertes, souvent bioclastiques, et de sables bioclastiques assez riches en Gastéropodes et en fragments variés d'encroûtements. Citons au passage la spectaculaire carrière de Montaigu-le-Blin (feuille à 1/50 000 Saint-Pourçain-sur-Sioule) ainsi que celle de Billy.

Dans la région de Saint-Gérard-le-Puy les apports détritiques constituent l'essentiel du matériel encaissant. Alors qu'au Vernet, la masse des calcaires concrétionnés à Phryganes, affectée d'un pendage W.NW de 1° à 4° se développe au sommet d'une série calcaire, à Creuzier-le-Neuf on observe les masses « récifales » subhorizontales reposant directement sur une série sableuse puissante de 10 à 30 m, localement grésifiée (les Audries). Cet horizon sableux existe également aux environs de Billy, mais réduit à quelques mètres et très discontinu.

Il a été choisi de représenter sous le même figuré un ensemble à petits édifices récifaux (« boules » ou « choux-fleurs ») ayant de 0,30 m à 1 m de diamètre et jusqu'à 1 m de hauteur, répartis dans des sédiments essentiellement marneux, et qui couvrent la région de Lyonne, Escurolles, le Mayet-d'École, les surfaces d'érosion de la Sioule (Barberier).

La distinction de cette unité est basée uniquement sur la présence des masses construites. La répartition de ces dernières est liée aux traits paléogéographiques des Limagnes oligocènes ; elles ne se développent en quantité que sur les aires peu subsidentes, en particulier sur les seuils bordiers à l'Ouest de la faille Aigueperse — Saint-Pourçain et en rive droite de l'Allier. A l'aplomb des fosses la sédimentation reste essentiellement marneuse (**g3M**) alors que près des rivages de gros apports détritiques envahissent la série (**g3MS**).

Les quelques datations obtenues permettent de rattacher cette unité complexe à la zone de Pont-du-Château (V et VI). Aucune datation plus récente n'a été obtenue mais on ne peut exclure la présence locale, tout comme ils existent au Nord de Saint-Gérard-le-Puy, de petits lacs oligocène terminal (zone de Moulins) ou aquitaniens (zone de Montaigu-le-Blin). A l'exception des masses concrétionnées essentiellement calcitiques, les matériaux encaissants montrent des teneurs souvent importantes en argile (illite : 30 à 50 % ; smectite : 50 à 70 %).

Sables et grès, généralement mal classés, sont riches en éléments quartzeux, feldspathiques et micacés.

Dans cette série des accumulations stratiformes de zéolithes (clinoptilolite) ont été découvertes (D. Giot, C. Jacob, 1972), elles correspondraient à des projections volcaniques altérées.

g3M. Marnes et calcaires beiges, marnes et argiles vertes à *Cypris*, localement à petits édifices récifaux, bancs gréseux ou sableux. Les marnes et argiles, verdâtres,

(*) M. Donsimoni, 1975.

beiges, grises ou blanchâtres occupent une place importante sur la carte, régulièrement litées en bancs décimétriques à métriques, de dureté variable selon leur teneur en argile.

Elles renferment des proportions en carbonate variant de 20 à 50 %. La fraction argileuse est constituée de smectite (30 à 60 %) et d'illite (40 à 70 %), et exceptionnellement monominérale à 100 % d'illite comme l'indiquent deux échantillons prélevés l'un à Serbannes, l'autre aux Contamines (Cognat-Lyonne).

Rarement fossilifères, à l'exception des Ostracodes (*Cypris*) et des Hydrobies, elles renferment dans certaines zones des formations récifales algaires en petites constructions éparses et notamment aux environs du bois Randennais et de Broût-Vernet.

Les bancs de calcaires et marnes beiges peu abondants dans le bassin voient leur fréquence augmenter dans les zones bordières. A la butte du Vernet ils sont parfaitement individualisés et montrent à l'affleurement une continuité de plusieurs centaines de mètres, alternant avec des marnes. On les retrouve au nord de Cusset, toujours dans les couches supérieures de l'unité marneuse mais avec moins de régularité. Ces bancs montrent une teneur en calcite de 70 à 80 %, et la fraction argileuse comprend : 30 à 40 % de kaolinite, 40 à 60 % d'illite et plus rarement 20 % de smectite. Là encore la présence de kaolinite semble aller de pair avec le caractère bordier.

Dans l'ensemble marneux, à la partie supérieure notamment, on observe des passées sableuses et gréseuses lenticulaires ou en bancs de 1 à plusieurs mètres. L'étude pétrographique des grès montre qu'il s'agit d'une arène quartzreuse et bioclastique à ciment calcitique. Les éléments détritiques sont représentés par des gros grains de quartz corrodés mal classés avec un faible degré d'usure, des feldspaths potassiques et plagioclases, des granules volcaniques, du silex. Les éléments carbonatés sont figurés par des pelotes calcitiques et des oolithes.

La phase argileuse comprend : kaolinite 40 à 50 %, minéraux interstratifiés illite — smectite 50 à 60 %. Les minéraux lourds indiquent une prépondérance du zircon.

Cet ensemble se développe sur 140 m environ au sondage de Broût-Vernet 101 et sur plus de 200 mètres à Cusset.

g3MS. Sables, argiles, marnes alternées, généralement verts. Ces faciès à dominante détritique et à intercalations carbonatées représentent les termes les plus bordiers en équivalence latérale avec les faciès essentiellement carbonatés du bassin **g3C1**.

Cette équivalence est particulièrement manifeste dans la région de Saint-Gérand-le-Puy où les formations récifales dans leur limite orientale d'extension se développent dans un encaissant à dominante détritique.

Les matériaux sont représentés par des sables quartzo-feldspathiques argileux, des silts, des argiles, associés à des carbonates diffus (grès calcareux — marnes silteuses), de teinte généralement verte. La fraction argileuse est constituée par un mélange à dominante de smectites associées à l'illite et la kaolinite.

Cette série montre un caractère transgressif par rapport aux formations sous-jacentes, elle repose soit sur le socle à Saint-Étienne-de-Vicq, soit sur une formation entièrement détritique verte **g2-3S** près de la même localité, soit sur une formation détritique bariolée **e-g** en rive gauche du Mourgon.

Aucune mesure de son épaisseur n'a pu être réalisée ; elle apparaît comme très variable.

g3C2. Calcaires et calcaires gréseux à Limnées. La formation affleure dans le quadrilatère délimité par Creuzier-le-Neuf, Crépin, Périgny et Saint-Gérand-le-Puy. Elle n'a jamais été observée en coupe et apparaît communément sous forme de dalles et plaquettes d'épaisseur décimétrique à centimétrique parsemant les labours.

De nombreuses empreintes de Limnées et parfois de Planorbes y sont reconnaissables. Généralement sous forme de calcaire franc, une différenciation se manifeste sous forme de calcaire gréseux voire de grès (Ouest du ruisseau de l'Anaire, terminaison sud de l'affleurement), à faune très rare. Ils sont bien représentés au

moulin de Celzat, à Ruelle, au Bois de Mare et aux Imberts. Ils ne subsistent qu'en éléments résiduels au Bois Noailly, à Maréchaud et aux Pernetts, colluvionnés et mêlés à des matériaux remaniés de la formation **g3MS**.

Une datation palynologique a pu être obtenue sur un échantillon prélevé au Bois de Mare et a donné une association caractéristique de la zone de Pont-du-Château.

Les caractéristiques géométriques, lithologiques et stratigraphiques de cette unité permettent de la considérer comme une différenciation locale de l'Oligocène supérieur au sein de l'unité **g3MS**. Elle représente probablement une aire lacustre franche sous très faible tranche d'eau dans une zone bordière à caractère dominant fluvio-lacustre.

Cg. Colluvions alimentées essentiellement par les formations oligocènes. Ces matériaux calcaréo-argileux et calcaréo-argilo-sableux dérivés uniquement de formations oligocènes n'ont que très rarement été individualisés, généralement des éléments d'origine diverses s'y mêlent constituant alors des colluvions polygéniques.

Cg3MS. Colluvions alimentées essentiellement par la formation **g3MS**. La libération importante, par altération, des sables associés avec des matériaux argilo-calcaires à partir de la formation **g3MS** aboutissent à la formation d'un dépôt sablo-argileux. De tels dépôts sont localement développés dans la dépression de Saint-Germain-des-Fossés—Saint-Gérard-le-Puy où ils masquent généralement les dépôts calcaires **g3C2** sous-jacents et la formation mère **g3MS**.

Mio-Pliocène

m-p. Formation sableuse (sables, silts et argiles d'âge mio-pliocène indéterminé), généralement masquée par des colluvions résiduelles à galets, alimentées par la formation **FL** ou par des alluvions anciennes, en recouvrement uniforme sur **m-p**. Jusqu'à présent confondue avec les formations sus-jacentes **FL**, une formation sableuse nouvelle a été distinguée dans la région de Vendat. Elle s'est mise en place dans une structure en cuvette entaillée dans les marnes oligocènes puis a été recouverte par les dépôts **FL**. Cette découverte revêt une très grande importance géologique quand on connaît la grande carence des dépôts mio-pliocènes (ou de ceux datés comme tels) dans les Limagnes. Identifié sur près de 90 km² cette formation est probablement le témoin le plus important en taille, de cette époque, déjà illustrée par les sables feldspathiques de la région clermontoise, les sables à chailles, les sables de Givreuil, les sables et argile rouge d'Ebreuil et d'autres placages sableux hypothétiques relevés sur la bordure orientale au pourtour du Forez.

● **Localisation**. La formation de Vendat ne semble exister qu'en rive gauche de l'Allier, elle se développe depuis Espinasse-Vozelle au Sud où elle est recouverte par les dépôts **FL**, pour s'étendre vers le Nord jusqu'aux limites de la feuille; elle n'a pas été repérée sur le territoire de la feuille Saint-Pourçain-sur-Sioule où elle a probablement été entièrement déblayée par les ravineurs alluviaux récents de l'Allier et de la Sioule. Vers l'Ouest les limites d'extension peuvent être suivies avec une relative précision du Sud au Nord : Espinasse-Vozelle, le Bois Clair, Verdaumas, puis la vallée de l'Arvillon jusqu'à la Courie. Au niveau des plaines alluviales de l'Allier et de la Sioule les limites initiales sont oblitérées par l'érosion, à l'exception de Rollat (Ouest de Saint-Rémy-en-Rollat) où le relèvement altimétrique du toit des marnes laisse suggérer une bordure de paléochenal.

● **Description lithologique**. A la base se développent généralement des matériaux fins : sables fins plus ou moins argileux, silt, silt argileux, argile, de teinte grise à bleutée, parfois violacée. Quelques horizons peu épais ou lenticulaires de matériaux grossiers qui constitueront au-dessus l'essentiel de la formation s'y observent. La masse principale est constituée de sable grossier à très grossier, quartzo-feldspathique et micacé, de teinte claire, beige à grisâtre. Le degré d'usure est faible et le classement médiocre, des grains esquilleux et luisants de roche siliceuse noire s'y observent

(silex ou radiolarite) ; la présence de galets et graviers roulés de taille plus importante n'a jamais été notée. Vers la partie supérieure de la formation des manifestations de pédogenèse ancienne (anté-FL) se manifestent par l'individualisation d'un horizon silto-argileux gris verdâtre (gley ?) à taches d'oxydation renfermant un ou plusieurs horizons d'accumulation de carbonate en concrétions ou imprégnations diffuses. Cette dernière observation confère à la série de Vendat un caractère original jusqu'à présent non observé dans les dépôts plus récents.

Des sondages de reconnaissance effectués au cours des levés cartographiques montrent l'irrégularité de la puissance de ces sables. Un maximum de l'ordre de 25 mètres est observé près des limites occidentales alors que vers les limites orientales et en particulier à Vendat elle ne serait que de 12 à 18 mètres. Une dyssymétrie ouest—est semble donc se dégager.

Vers le Nord les ravinements alluviaux récents limitent la puissance vers Saint-Didier-la-Forêt à une douzaine de mètres.

● *Age et origine de ces sables.* Jusqu'à présent aucun fossile n'a été recueilli dans cette formation et les marqueurs minéralogiques eux-mêmes font défaut. L'étude des minéraux lourds (J. Tourenq, travaux en cours) a révélé la présence d'un cortège à large dominance de minéraux de métamorphisme (staurotide, grenat, sillimanite...), aucun minéral des formations volcaniques méridionales mio-pliocènes n'a été observé. A titre d'hypothèse, il est raisonnable de proposer un âge aquitain terminal à burdigalien aux sables de Vendat. On ne peut toutefois pas exclure un âge plus récent, anté-villafranchien, si l'on admet que la province d'origine de ces matériaux est l'Ouest comme pourrait le laisser suggérer la géométrie du gisement et non pas le Sud, l'absence de minéraux du volcanisme étant alors normale.

FORMATIONS DES SABLES ET ARGILES DU BOURBONNAIS

FL. Ensemble fluvio-lacustre d'argiles, sables, galets. Des travaux récents remettent en cause l'âge des sables et argiles du Bourbonnais autrefois considérés comme pliocènes (Boulanger, 1844) puis pliocènes ou miocènes (L. de Launay, 1923). Par la découverte de quartz caractéristiques des nappes de ponce du Mont-Dore, J. Tourenq et L. Le Ribault (1972) rapportent la partie supérieure du Bourbonnais au Pliocène moyen ou supérieur (âge qu'il convient de rajeunir actuellement).

Plus récemment des examens palynologiques pratiqués sur des échantillons prélevés à Thiel-sur-Acolin (feuille Moulins) et à Diou (feuille Dompierre-sur-Besbre), dans des argiles grises ou noires à débris de bois, indiquent un âge villafranchien inférieur (détermination J.-J. Châteauneuf, 1973).

Géographiquement la formation FL est répartie en deux unités que distinguent l'origine, la nature et le degré d'évolution de leurs matériaux. Malgré l'irrégularité structurale de détail, liée au type de dépôt, une lithostratigraphie sommaire peut être dégagée dans chacun de ces ensembles.

● *Dépôts de la rive gauche de l'Allier.* Ces dépôts intéressent un secteur délimité par les vallées de l'Allier, de la Sioule et du Châlon. Vers le Sud ils affleurent jusqu'à la Butte de Mongacon, au Sud de Randan (feuille Marignies).

Le réseau hydrographique qui les entaille profondément en isole des lambeaux parfois résiduels (RFL) et leur donne des contours très découpés dans le détail. Le substrat marneux apparaît à 350 m au Sud, en limite de feuille, et à 300 m seulement à la hauteur de Saint-Rémy-en-Rollat. Depuis Espinasse-Vozelle des sédiments sableux qui prennent de l'extension vers le Nord s'intercalent entre les marnes et la formation FL. Altimétriquement le toit de cette formation perd 65 mètres entre la limite sud de la feuille et le confluent Allier/Sioule selon une déclivité longitudinale très proche de 4 ‰. En rive gauche de l'Allier, seuls les caractères fluviaux de la

formation sont accusés ; les argiles grises de type lacustre n'existant pas, toutes les tentatives de datation ont échoué.

Compte tenu des réserves relatives à la stratigraphie, énoncées plus haut, trois ensembles sont distingués :

FL (1). *A la base on observe une masse sablo-caillouteuse* constituée de sable quartzeux, beige à grisâtre, hétérométrique, assez mal roulé, coupée de niveaux lenticulaires décimétriques de sable fin grisâtre très micacé. Provenant de la désagrégation de granites, la masse sableuse, toujours faiblement micacée, est localement feldspathique. Des graviers et galets y sont disséminés ou disposés en lits ou cordons discontinus : quartz fréquents, granites altérés, silex ; les basaltes et autres roches volcaniques très altérées, le plus souvent indéterminables, représentent une faible part du sédiment global. Le lessivage de ces sables donne un cailloutis superficiel très riche en quartz et en silex, aspect sous lequel le niveau de base du Bourbonnais apparaît le plus fréquemment. Les matériaux sont toujours bien roulés, leur taille moyenne est comprise entre 3 et 10 cm. Le quartz est blanc, parfois rougeâtre en surface. Les silex, de taille plus réduite, sont de couleur brune ou noire. Ils ont une forme moins aplatie que les quartz et portent fréquemment des cupules de choc ou des stries irrégulières ressemblant à des coups d'ongles. Les associations fossilifères que décèle leur examen en lame mince (spicules de Spongiaires, Echinodermes, Foraminifères communs) évoquent une origine jurassique plutôt que crétacée (C. Monciardini).

Lorsque le cailloutis de lessivage acquiert un caractère résiduel il est fréquent d'y rencontrer des bois silicifiés en éclats non transportés de petite taille. Les troncs entiers observés plus au Nord n'ont pas été signalés sur la feuille. Ces bois indiquent toujours la proximité du substrat marneux.

FL (2). *Des sédiments fins se superposent localement, sans discontinuité sédimentaire* caractérisée, aux sables grossiers de la base. Géographiquement ils se situent au Nord-Ouest de Vendat. Alors qu'aujourd'hui aucune briqueterie n'est maintenue en activité, ils ont, autrefois, donné lieu à une exploitation poussée, notamment aux Arcis, à Lourdy et à Champoux où d'anciennes fouilles montrent, sur une épaisseur de 7 à 9 mètres, une alternance de silts et d'argiles reposant sur un sable fin quartzeux gris-blanc, bien classé, millimétrique, très micacé, imprégné localement d'oxydes de fer. Ce sable se retrouve également interstratifié dans les silts et argiles en niveaux décimétriques. Les silts, de teinte pastel (gris, rose, ocre, beige, saumon), très micacés, sont fréquemment liés par des oxydes de fer. Une charge argileuse les affecte parfois. Ils se présentent en niveaux dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres (quatre mètres observés). Les argiles, interstratifiées dans les silts dont elles ont les teintes, s'observent en lits plus minces. Elles sont constituées de kaolinite (50 à 60 %), d'illite (10 à 20 %), de smectite ou d'interstratifiés illite-smectite (30 à 40 %). En raison de leur degré d'oxydation, les essais de datation par la palynologie n'ont pas abouti.

Silts et argiles sont affectés par de nombreuses diaclases soulignées d'enduits noirâtres ferromanganiques.

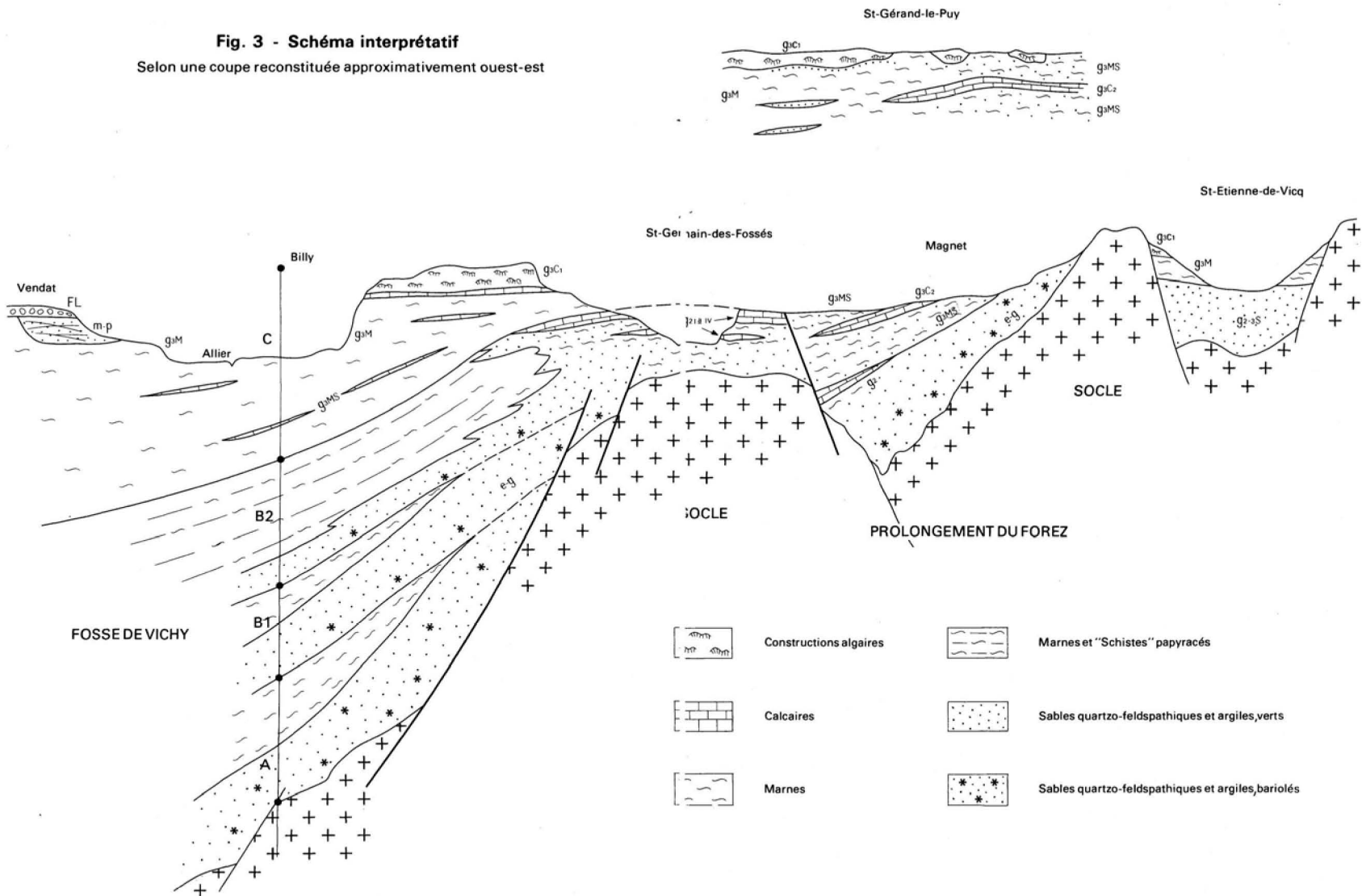
FL (3). *La série des sables et argiles du Bourbonnais est terminée par des dépôts sableux, à caractères fluviaux marqués, ravinant les sédiments sous-jacents.* Aux Arcis, sur le territoire de la commune de Broût-Vernet, un chenal très net de ces sables terminaux entaille les silts et argiles exploités. Ce sont des sables grossiers, hétérométriques, beige-roux, quartzeux, micacés, localement feldspathiques, emballant des galets de quartz et de silex. Les granites et basaltes rencontrés dans le niveau de base n'existent plus ou sont exceptionnels mais les roches volcaniques grises, pulvérulentes, trop décomposées pour être identifiées, restent fréquentes.

Vus en coupe ou localisés en sondage, des niveaux lenticulaires de silts plus ou moins argileux, très micacés, s'intercalent parfois dans la masse sablo-caillouteuse.

Un cailloutis de lessivage, exclusivement constitué de quartz et de silex, existe superficiellement. Les éléments qui le composent, parfois colorés en rouge, sont bien roulés ; leur taille dépasse rarement 50 mm.

Fig. 3 - Schéma interprétatif

Selon une coupe reconstituée approximativement ouest-est



● *Dépôts de la rive droite de l'Allier.* Ces formations s'étendent sur la bordure orientale du territoire de la feuille Vichy, région comprise entre le Pays des Buttes et le socle. Elles ont été notées **p¹** sur la carte géologique à 1/80 000. L. de Launay les assimilait avec beaucoup de réserve aux « sables du Bourbonnais » en faisant intervenir notamment des remaniements.

FL (3). *Les sables grossiers quartzo-feldspathiques de Lapalisse* constituent l'unité la plus largement représentée au sein de cette formation. Déjà connus dans l'angle sud-est de la carte Saint-Pourçain-sur-Sioule, on peut les observer en transgression sur l'Oligocène calcaro-détritique dans la carrière de Chante-Alouette (Magnet).

Ils contiennent parfois des petits galets assez mal roulés (jusqu'à 3 et 5 cm) de quartz, granite, microgranites, rhyolites. La matrice sableuse, quartzo-feldspathique, contient de nombreux et assez gros feldspaths roses, notamment à proximité du socle. Généralement peu argileux, à la partie supérieure, les sables peuvent renfermer des lentilles silteuses observées à Jauninin, Pernin, Perrin, chez Liado. Ils sont affectés localement d'une rubéfaction assez intense. A l'Ouest, les sables de Lapalisse rencontrent une série de sables oligocènes, plus fins, plus verts, suivant un front irrégulier entre Périgny et Magnet. La délimitation a été faite en se basant sur la fréquente réaction calcaire des sables de Magnet, reconnus à Maison-neuve, l'Étoile, la Prugne, le Domaine des Bois. Il faut noter aussi que les sols lessivés accusent toujours plus de sable, granulométriquement parlant, que la roche-mère et les divers sondages réalisés dans ces formations viennent renforcer cette observation. L'un deux, exécuté à la grande Brière (Lapalisse) (x : 696,900 ; y : 136,500 ; z : 342 mètres), que l'on peut considérer comme représentatif de l'ensemble, a traversé sur 20 m, en alternance, des sables fins à grossiers quartzo-feldspathiques, parfois micacés, gris, beiges à verdâtres, le plus souvent argileux et des argiles généralement sableuses. La présence d'eau est fréquente dans les horizons les plus sableux. L'étude des minéraux lourds (J. Tourenq, 1974) révèle une nette prépondérance de zircons. L'analyse minéralogique de la fraction argileuse montre une association de kaolinite, illite, smectite.

L'analyse pollinique portant sur un échantillon d'argile noire décimétrique prélevé en sondage à 6 m de profondeur au lieu-dit le Champ-Grenier (Billezois) indique un âge villafranchien inférieur (Pléistocène inférieur) en terme continental ou pliocène supérieur (échelle marine) (détermination de J.-J. Châteauneuf, B.R.G.M., 1974).

FL (4). *Sables argileux.* Vers Saint-Christophe et au Sud de ce village, les sables décrits ci-dessus deviennent plus argileux. La coupe du sondage implanté Chez Boulat (Saint-Christophe) (x : 696,250 ; y : 128,275 ; z : 406) est comparable à celle décrite dans l'unité précédente, avec un pourcentage d'argile, sensiblement plus fort.

Des difficultés de corrélation existent entre les dépôts de la rive droite et ceux de la rive gauche de l'Allier. Alors que sur le territoire de la feuille Moulins les sables **FL (3)** et les sables argileux **FL (4)** occupaient une position stratigraphique précise, il n'a pas été possible de dégager semblable relation dans le cadre des feuilles Saint-Pourçain-sur-Sioule et Vichy. C'est donc avec beaucoup de réserves qu'il faut interpréter la coupe lithostratigraphique de la légende. Tout au plus pouvons-nous dire, compte tenu des connaissances acquises antérieurement, que les unités **FL (3)** et **FL (4)** pourraient se situer au mur des argiles qui terminent la série des sables et argiles du Bourbonnais (cf. Moulins, Saint-Pourçain).

Quant à l'origine de ces sédiments, il est permis de penser qu'elle est double : d'une part des matériaux empruntés aux altérites issues du socle, d'autre part ceux remaniés de l'Oligocène détritique. Le cortège des minéraux lourds et la composition minéralogique des argiles sont comparables dans les deux cas.

La tectonique (accidents N.NW et NE) paraît indirectement responsable de certaines localisations, les talus de faille subsistants ayant pu limiter l'extension de certaines formations. L'un des plus nets parmi ces accidents, la faille de Saint-Christophe, bien visible encore dans la morphologie (bande broyée observée dans le petit chemin au-dessus des Jonchaux), délimite deux compartiments qui sont recouverts par les sables de Lapalisse, avec une différence d'épaisseur notable :

quelques mètres au maximum à l'Ouest, où le socle apparaît en plusieurs endroits (Bel Air, Bord, etc.), plusieurs dizaines de mètres à l'Est comme le montre les sondages de 19 et 28 m réalisés à l'étang Bouille et Chez Boulat.

● **CFL. Colluvions argilo-sableuses dérivées de FL (rive gauche de l'Allier).** Des colluvions argilo-sableuses, localement caillouteuses, qu'il est difficile de différencier des sables et argiles du Bourbonnais en place intéressent deux secteurs ; l'un entre le château de Lafont et le hameau de Rollat vers la cote 328-329 mètres, l'autre sur le versant à faible pente dominant la plus haute terrasse de l'Allier au Nord de Rollat. Dans ce dernier secteur, l'abondance des matériaux fins limono-argileux, localement consolidés en alios, est peut-être due à la proximité du substrat marneux.

● **Épaisseurs des sables et argiles du Bourbonnais.** Faute d'éléments permettant de dissocier de façon précise les différents niveaux constituant la série du Bourbonnais, les épaisseurs ne peuvent être données que globalement pour l'ensemble de la formation. Les épaisseurs maximales telles qu'elles découlent des observations de terrain sont réparties suivant une ligne joignant les points hauts de la forêt de Montpensier (377 m au Sud-Ouest de Serbannes) au confluent des hautes terrasses de l'Allier et de la Sioule qui marque l'extension de la formation du Bourbonnais vers le Nord : 17 m en limite sud de feuille, 20 m à l'Est du château de Puy-Vozelle, 25 m au Sud-Ouest des Thévenins, 25 m à Vendat et près de 30 m à Rollat. La forte augmentation des épaisseurs, du Sud au Nord, s'explique par l'apparition vers Espinasse-Vozelle d'un substrat meuble (**m-p**) aisément raviné par les cailloutis bourbonnais.

Entre le Châlon et le Béron, dans un secteur limité au Nord-Est par une ligne empruntant l'Arvillon et la Guêle, la puissance de la formation fluvio-lacustre est beaucoup plus réduite. Fréquemment la proximité des marnes est indiquée par l'apparition d'une matrice argilo-sableuse noirâtre emballant un cailloutis résiduel (**RFL**).

III-IV. Argiles et sables d'âge indéterminé (Tertiaire à Quaternaire), généralement en placage et colluvions dérivées sur substrat non observé. Les argiles et sables argileux qui s'étendent entre Cusset, Bost et les Gadons (N 106b) constituent une unité cartographique à laquelle nous pouvons rattacher au moins par leur lithologie les sables argileux disposés en lambeaux sur le socle. Les carrières du Colombier (Creuzier-le-Neuf) et un sondage effectué à cet endroit indiquent :

de 0.00 à 1 m : sol argilo-sableux,

de 1.00 à 2 m : alternance de silt beige et d'argile grise,

de 2.00 à 3 m : sable jaunâtre argileux très grossier, ferruginisé,

de 3.00 à 6 m : alternance de sable fin à très grossier vers la base, argileux, gris à jaunâtre, et de silt grisâtre superposés à des sédiments calcaro-détritiques oligocènes reconnus sur 25 mètres.

Du point de vue minéralogique, la phase argileuse est représentée par : kaolinite (40 %), smectites (30 %), et minéraux interstratifiés illite — chlorite (30 %).

A Turgis, une série de sables « gros sel » (puissance : 1,50 m) à quartz bien émoussés, à feldspaths blancs et quelques petits galets noirâtres, avec tendance à la formation d'alios surmonte environ 3 m d'argile grise et de sable fin en alternance, au contact des marnes oligocènes. La fraction argileuse est composée de kaolinite (40 %), smectite (10 %) et illite (50 %).

Pour ce qui concerne les minéraux lourds, les comptages mettent en évidence une prépondérance de zircons.

Les sables argileux, identiques aux précédents, en lambeaux épars sur le socle, s'identifient aisément par rapport aux « arènes ». Il semble même exclu d'en faire de simples arènes résiduelles : les replats internes du massif ne montrent jamais une telle évolution. Le fait qu'ils se disposent sur de petites surfaces étagées entre les Acavins (482 m) et les argilières de Turgis (333 m) et du Colombier (288 m), tendrait à les intégrer dans le cycle des formations postérieures à l'Oligocène. Mais, il ne faut

pas non plus rejeter *a priori* l'existence possible dans certains cas particuliers de sables tertiaires comme semblerait l'indiquer le sondage réalisé à Meunier (Saint-Étienne-de-Vicq) (x : 692,425 ; y : 130,125 ; Z : 390 m) qui a traversé :

de 0,00 à 4,00 : argile brun rougeâtre légèrement sableuse entre 3 et 4 m,

de 4,00 à 4,50 : sable fin à grossier beige verdâtre,

de 4,50 à 7,50 : alternance d'argile sableuse et de sable très grossier contenant des galets mal roulés de quartz, granite, et feldspaths roses à matrice argileuse verdâtre, de 7,50 à 9,50 : idem, bariolés verdâtre à lie-de-vin,

de 9,50 à 13,00 : sable hétérométrique très argileux, micacé, très compact, bariolé, à très nombreux feldspaths roses,

13 m : socle.

Il ne nous est donc pas permis actuellement d'opter en faveur de l'une ou l'autre attribution et c'est dans le souci de ménagement que ces dépôts d'origine fluvatile font l'objet d'une notation compréhensive quant à leur âge.

COLLUVIONS ET COMPLEXES DE FORMATIONS SUPERFICIELLES

C, C1. Colluvions diverses : argiles, sables, graviers, galets non différenciés, des fonds de vallons (C) et des bas versants (C1). Les matériaux accumulés dans les fonds de vallon et sur la partie inférieure des versants montrent une constitution hétérogène. La composition est généralement le reflet du substratum avoisinant duquel ils dérivent. Argile, limons, sables, graviers et galets s'y trouvent mêlés. Les phénomènes de gleyfication n'y sont pas rares.

De tels dépôts colluviaux ont été cartographiés dans les talwegs ; dans certains cas ils passent insensiblement à des dépôts plus évolués colluviaux et alluviaux (**CF**). Généralement les indications d'épaisseur manquent.

C2. Colluvions polygéniques reposant sur substrat oligocène, alimentées par les formations : F, FL, g3C1, g3M. Entre les vallées de l'Andelot et de l'Allier les pentes sont généralement tapissées de matériaux colluvionnés polygéniques. Galets et sables originaires des dépôts détritiques alluviaux (**FL, m-p, F**) sont inclus dans une matrice argilo-calcaire héritée de terrains oligocènes, localement des blocs calcaires de même origine s'y trouvent inclus. Généralement, les galets sont concentrés en surface constituant un horizon de condensation résiduel.

La mise en place résulte de processus divers (solifluxion, ruissellement, effets éoliens, mise en culture). Les épaisseurs varient de quelques décimètres à un ou deux mètres, les maximums sont observés sur les pentes orientées vers l'Est.

K. Complexe des dépressions : alluvions et colluvions imbriquées de composition variable (argiles, marnes, sables, localement galets). Les dépressions de Gannat et Saulzet (1/50 000 Gannat) se prolongent très légèrement sur le territoire de la feuille Vichy dans sa partie sud-ouest. Ces dépressions à surface topographique plane représentent d'anciens marais. Aux colluvions argilo-calcaires se mêlent des matériaux détritiques alluviaux ; à la partie supérieure se développe un sol argilo-sableux isohumique noir. Aucune épaisseur n'a été relevée.

A. Formation complexe des versants. Matériaux argilo-calcaires, sables, affectés par une intense solifluxion. En rive droite de l'Allier, les côtes entaillées dans les terrains oligocènes sont localement l'objet de dégradations importantes. Les horizons sableux sous les formations récifales ou intercalés dans les marnes, siège de venues d'eau, sont à l'origine des mises en mouvement en masse de matériaux. La solifluxion, associée aux autres phénomènes d'altération des versants, donne au paysage un modelé particulier. Les dépôts obtenus correspondent à un mélange de colluvions diverses, de sols et de sédiments oligocènes peu ou pas dégradés dont l'épaisseur n'a pas été reconnue. L'âge de leur mise en place reste incertain. Une relation probable existe entre les processus et les alternances climatiques du Quaternaire. Localement des mouvements sont encore décelables à ce jour. Trois

points principaux : Bourzat, Nantille et Abrest ont été représentés sur la carte n'excluant pas par ailleurs la participation de ces mêmes phénomènes à l'élaboration des autres dépôts de pente.

FORMATIONS ALLUVIALES

A l'exception d'un très petit secteur, à l'Est de Périgny, drainé par des sous-affluents de la Loire, le réseau hydrographique de la feuille Vichy appartient en totalité au bassin de l'Allier. Les différentes vallées, décrites séparément, présentent une remarquable succession de terrasses anciennes.

L'identification des nappes alluviales, bien conservées (**F**) ou résiduelles (**Rf**), est exprimée en indice par une lettre; de la plus ancienne (**t**) à la plus récente (**z**). Localement, des subdivisions, basées sur des traits morphologiques, ont été opérées au sein d'une même nappe. Des lettres minuscules (**a**, **b**) en précisent le classement chronologique décroissant.

Vallée de l'Allier

Sept nappes, localisées pour la plus grande part en rive gauche, y ont été distinguées.

Ft, $\frac{R_{Ft}}{g_{3M}}$. Ces alluvions sont constituées de matériaux grossiers : galets de quartz dominants, puis silex jaunes et noirs. Localement, toujours au contact des marnes, les galets de basalte sont très abondants. Ceux de granite, absents en surface, ne sont identifiables qu'en coupe; broyés ils constituent la matrice des cailloutis.

Représentées uniquement en rive gauche, ces alluvions ont décapé les sables et argile du Bourbonnais et reposent toujours sur le substrat marneux.

Peu épaisses (5 à 6 mètres), parfois résiduelles (**Rft**), elles ne s'étendent pas, vers le Nord, au-delà du Bois Cuny sur la RN9A. Leur toit (360 m d'altitude à la limite sud de la feuille) est affecté d'une déclivité voisine de 3,5 ‰.

FuaA, **FubA**, **RfuaA**. Les alluvions **Fu**, très étendues en rive gauche, ne subsistent sur l'autre rive qu'en lambeaux résiduels ($\frac{R_{Fu}}{g_{3M}}$).

Le cailloutis grossier à galets de quartz, silex, granite et basalte qui en constitue la base repose partout sur l'Oligocène marneux sauf au Nord du confluent Sioule—Allier où les sondages traversent une formation sableuse d'âge indéterminé (**m-p**) au-dessus des marnes.

Puissants de 2 à 4 mètres, des sables grossiers argileux emballant quelques graviers et galets surmontent la base grossière; leur lessivage fait apparaître un cailloutis superficiel. Localement, un niveau d'argile bleue, épais de 2 à 2,50 mètres, s'intercale entre les sables et les cailloutis.

Au Nord du Servagnon les alluvions **Fu** se subdivisent; le niveau inférieur, d'où les sables grossiers ont pratiquement disparu, entame très légèrement, en aval du point de confluence, la plus haute terrasse de la Sioule.

Avec des altitudes de 340 m au Sud et 258 m au Nord, le toit de la nappe **Fu** accuse une pente longitudinale voisine de 3 ‰, très inférieure à celle des dépôts plus anciens **Ft** dans lesquels elle s'emboîte au Nord-Est de Serbanes, alors qu'au Sud elle en est séparée par un « glacis » marneux. En aval des Thévenins, après la disparition de la terrasse **Ft**, elle est au contact de la formation du Bourbonnais.

Fva, **Fvb**. Inexistantes en rive droite, les alluvions **Fv** sont discontinues sur l'autre rive. Assez bien représentées au Sud, où elles sont subdivisées en deux niveaux, elles disparaissent à Bellerive-sur-Allier. Au Nord on les retrouve sur près de 8 km en lisière de la forêt de Marcenat. Un troisième témoin, très dégradé, subsiste à l'Est de Vendat.

A la base, reposant sur les marnes, on trouve un cailloutis très riche en quartz. Les éléments de basalte et de granite (ces derniers très altérés) sont plus rares. Les

silex, repris des nappes anciennes, fréquents en surface, apparaissent rarement en coupe.

Au Sud, des sables grossiers argileux d'épaisseur non connue, absents du niveau **Fvb**, masquent le cailloutis de base et donnent à la nappe son épaisseur maximale voisine de 12 mètres. Au Nord un sol fin limono-argileux s'est développé en forêt de Marcenat.

Du Sud au Nord l'altitude du toit de la nappe décroît de 324 à 270 mètres selon une déclivité de l'ordre de 2,8 ‰.

FwaA, FwbA, R_{FwaA}. Les alluvions **Fw** forment un niveau suivi en rive gauche. Les matériaux sont grossiers, constitués de roches volcaniques bien roulées (50 %) puis de granites et de gneiss très altérés. Les quartz sont moins fréquents; la matrice est peu abondante. La granulométrie moyenne varie de 40 à 60 mm.

Des sables hétérométriques contenant quelques galets de toutes natures se superposent parfois au cailloutis. A la source du Dôme à Hauterive, ces sables, épais de 5 à 6 mètres, surmontent 1 à 2 mètres de galets reposant sur les marnes. Les observations de terrain permettent de penser que l'épaisseur totale de 6 à 8 mètres ainsi conférée à la nappe **Fwb** est sensiblement constante sur toute la feuille. Un niveau plus ancien **Fwa**, assez dégradé, subsiste entre Bellerive et Saint-Rémy-en-Rollat; des dépôts fins argilo-sableux en masquent la base.

En rive droite, les alluvions **Fw** ne se rencontrent qu'en témoins isolés (parfois résiduels $\frac{R_{FwaA}}{g2}$) de très faible extension, répartis entre Abrest et Billy.

Du Sud au Nord la nappe **Fw** perd 30 mètres d'altitude (285 à 255); la déclivité de son toit est égale à 1,50 ‰.

FxaA, FxbA. La nappe **Fx**, subdivisée parfois en deux niveaux par une petite forme morphologique, apparaît en témoins isolés d'importance inégale. Elle est très peu représentée en rive droite. Par leur diversité et leur nature les roches qui la composent témoignent d'une intense activité volcanique, postérieure au cycle alluvial précédent. Mêlés à quelques graviers et galets de granite altéré, basalte, andésite, trachyte, présents dans toutes les fractions granulométriques, constituent la plus grosse part du sédiment déposé en une masse homogène sur l'épaisseur de laquelle les renseignements font défaut.

A Bellerive-sur-Allier, les méandres **Fx** portent une couverture de matériaux carbonatés (bouillie de marnes, débris de calcaire) originaires du Sarmon. L'altération de cette couverture donne un sol argilo-sableux brun noirâtre.

La pente longitudinale de la nappe **Fx** est très proche de 1 ‰ : du Sud au Nord l'altitude de son toit décroît de 270 à 250 mètres.

Fy. Les alluvions **Fy** qui ont entaillé de façon très caractéristique la masse friable des dépôts **Fx** ont subi, à leur tour, une érosion intense; les surfaces intactes qui en subsistent sont extrêmement réduites.

Le sédiment est constitué de roches volcaniques et cristallines à parts égales, de quartz et de phanites, ces dernières amenées par le Sichon. Les remaniements successifs ayant éliminé les éléments friables et altérés, tous les matériaux sont sains. La fraction sableuse est totalement dépourvue d'argile. Une couverture fine sablo-argileuse avec quelques galets témoigne de remaniements superficiels.

A noter qu'à Marcenat les nappes **Fx** et **Fy** ne sont pas emboîtées mais séparées par un talus de marnes. L'épaisseur des alluvions **Fy** varie de 5 à 8 mètres.

Fy-z, Fz. La plus grande part des dépôts **Fy** a été remodelée et partiellement érodée par l'action du cours d'eau actuel. Les surfaces qui en résultent, notées **Fy-z**, ont généralement conservé une partie de la couverture fine du dépôt **Fy**.

La plus basse nappe alluviale (**Fz**) occupe le lit mineur et les zones inondables, couvertes de prairies, de la plaine alluviale.

La déclivité du toit de ces dépôts est très légèrement inférieure à 1 ‰, leur altitude passant du Sud au Nord de 256 à 236 mètres.

Les matériaux, identiques à ceux de la nappe **Fy**, sont composés à parts égales de roches cristallines et volcaniques. La matrice sableuse est dépourvue d'argile. En

raison de l'intérêt économique qu'ils représentent, leur épaisseur est très fréquemment reconnue par sondages : elle varie de 7 à 9 mètres.

Vallée de la Sioule

L'impressionnant volume de matériaux déposé par la Sioule recouvre la majeure partie du quart nord-ouest de la feuille Vichy. Six nappes alluviales, dont certaines subdivisées en deux niveaux, y sont distinguées.

FuS. Cette nappe coupée par la vallée de l'Andelot apparaît en limite de feuille. En aval son extension est limitée par le niveau **Fub** de l'Allier qui l'entaille en forêt de Marcenat.

L'épaisseur des dépôts est mal connue, les observations de terrain laissent supposer qu'elle atteint environ 12 mètres au Mayet-d'École et près de 17 mètres à Saint-Didier-la-Forêt.

Le substrat marneux, observé en amont, fait place, depuis la rive droite de l'Arvillon, affluent de l'Andelot, à une formation sableuse d'âge indéterminé (**m-p**).

D'amont en aval l'altitude du toit des alluvions **Fu** décroît de 316 à 290 m selon une pente assez faible pour une haute nappe, proche de 2,5 ‰.

Les matériaux grossiers, très altérés, bien roulés dans l'ensemble, sont composés à plus de 90 % de roches cristallines (granite et gneiss). Les autres constituants sont des quartz, gros parfois de 120 à 150 mm, des schistes micacés assez mal roulés, des roches volcaniques à l'aspect de tufs rhyolitiques, quelques basaltes. La matrice fait défaut mais on observe parfois quelques niveaux lenticulaires de sable roux plus ou moins argileux.

Localement, des alios se sont développés sous un sol argilo-sableux.

Fv. Les alluvions **Fv** bien représentées en rive droite ne sont visibles en rive gauche qu'aux environs de Barberier. Entre l'étang du Vernet et Aubeterre une carrière près de la D 578 fait apparaître des matériaux grossiers coupés par un réseau confus de chenaux sableux.

Les sables sont quartzo-feldspathiques, non argileux ; ils emballent quelques graviers et galets. Parmi les matériaux grossiers généralement bien roulés, les granites et les gneiss sont fortement dominants. Les quartz sont peu abondants (5 à 10 %), les roches volcaniques rares, les silex absents. Les gros éléments dépassent rarement 70 à 90 mm ; cependant on observe quelques galets de taille exceptionnelle : 200 à 300 mm.

Une dénivellation voisine de 5 mètres sépare les niveaux **Fva** et **Fvb**. Localement des dépôts fins limono-argileux, d'épaisseur non connue, masquent les alluvions grossières.

Le toit des alluvions **Fv** perd 19 mètres entre le Pointet en amont (284 m—niveau **Fva**) et la limite de feuille (265 m—niveau **Fvb**). La déclivité de ces niveaux, respectivement de 1,85 ‰ et 2,2 ‰ est faible en regard des pentes moyennes des autres nappes alluviales de la vallée de la Sioule.

Fwa, Fwb. Cette nappe subdivisée en deux niveaux est représentée seulement en rive droite où elle occupe une assez faible surface ; le niveau **Fwb**, dont l'épaisseur reconnue par sondage est de 15 mètres près d'Ambon (croisement D6 et D19), est constitué d'un cailloutis très altéré à éléments de granite et gneiss très abondants, à roches volcaniques très rares. Les quartz représentent environ 5 % du sédiment. Quelques niveaux lenticulaires sableux et argileux sont intercalés dans la masse des galets (carrière près de RN9).

Un niveau plus ancien **Fwa**, différencié du niveau inférieur par une dénivellation de deux mètres, occupe le bois de Millerai.

Localement, sous des sols argilo-sableux, des alios puissants de quelques décimètres se sont développés.

Une déclivité longitudinale de 2,4 ‰ affecte la surface des alluvions **Fwb**.

Fx. Les alluvions **Fx**, sur l'épaisseur desquelles les renseignements font défaut, occupent une bande dont la largeur varie d'amont en aval de 1,5 à 2 km. Ces alluvions

entaillées par les dépôts récents sont encaissées dans des talus de marnes sauf en rive droite, en aval du Vernet, où elle sont au contact des alluvions **Fv** et **Fw**.

Les matériaux grossiers sont constitués par des roches cristallines (80 %), des quartz, des basaltes. Ces derniers, originaires de l'Ouest de la chaîne des Puys, sont plus abondants que dans les terrasses anciennes.

Au pied des « talus » calcaires, notamment à Barberier et au Mayet-d'École, des dépôts fins, d'origine colluviale pour l'essentiel, masquent ces cailloutis; l'altération pédogénétique de leurs matériaux, en partie carbonatés, a donné naissance à des sols noirs épais de 1,20 à 1,50 m comparables à ceux du complexe **K**. La déclivité de la nappe **Fx** qui perd 20 mètres (275 à 250 m) d'altitude sur le territoire de la feuille Vichy est voisine de 2,5 ‰.

Fy-z, Fz. Les dépôts **Fy** ont été partiellement érodés par l'action du cours d'eau actuel. Il en résulte des surfaces intermédiaires, notées **Fy-z** dominant de 2 à 3 mètres la plus basse nappe **Fz**.

Les alluvions **Fy-z** et **Fz** proviennent de la reprise des matériaux du niveau **Fx**. Après élimination des éléments altérés par les remaniements successifs, ne subsistent du dépôt d'origine que des roches saines résistantes et souvent de grande taille (120 à 150 mm, exceptionnellement 250 à 300 mm).

Les quartz et les roches volcaniques apparaissent fréquemment de même que les rhyolites mais les roches cristallines restent les plus abondantes.

Altimétriquement les alluvions **Fz** perdent 23 mètres dans les limites de la feuille.

Vallées du Sichon et du Jolan

A la sortie des gorges entaillant profondément le socle cristallin, le Sichon grossi du Jolan a déposé des matériaux en terrasses de faible extension. Ces apports se différencient de ceux de l'Allier par l'absence de basaltes et l'abondance de roches volcano-sédimentaires (tufs rhyolitiques en particulier). La morphologie des terrasses de Cusset, au confluent du Sichon et du Jolan, indique que l'influence du premier a été dominante.

FuSi. Le dépôt le plus caractéristique de ce niveau, situé en rive gauche du Sichon porte le bourg de Barantan (345 m d'altitude). Une carrière, en bordure de la D 175, fait apparaître sur une hauteur légèrement supérieure à 15 m, de bas en haut : plus de 3 mètres de blocailles et galets de granite et tufs volcaniques, puis des silts beiges coupés de lits argileux et sableux, au sommet 8 mètres de sable grossier quartzofeldspathique emballant des éléments grossiers (tufs, granites, etc.).

Deux autres témoins, dont l'un résiduel ($\frac{R_{FuSi}}{g3M}$), situés respectivement à l'Ouest et au Nord-Ouest des Guinards montrent des matériaux identiques à ceux du niveau supérieur de l'affleurement de Barantan.

Fv. Les alluvions **Fv** forment une très petite terrasse à 305 m d'altitude au confluent du Jolan et du Sichon, près du hameau de Meunière. Leur épaisseur et la nature du substrat sur lequel elles reposent ne sont pas connus. Une coupe de 3 mètres fait apparaître des éléments grossiers, très mal roulés (granites, rhyolites, microgranites), masqués, côté Sichon, par une couverture brune argileuse de 0,50 à 1 m d'épaisseur.

Fw. Le niveau **Fw**, de surface réduite, repose sur substrat marneux. Son toit est à l'altitude de 295 mètres. Les matériaux qui le composent, repris des terrasses anciennes, sont mieux roulés; leur épaisseur n'est pas connue. Granites, quartz, lydiennes sont les roches les plus fréquentes.

FxSi. Les alluvions **Fx**, localisées seulement en rive droite du Sichon, sont situées en zone urbaine. Les points d'observation font défaut en particulier dans le bourg de Cusset.

En aval du confluent Sichon—Jolan, on observe un mélange de matériaux originaires du Sichon (galets et blocailles de granite dominants) et de l'Allier, les derniers caractérisés par la présence de basalte.

L'épaisseur du recouvrement sableux quartzo-feldspathique va croissante du lit actuel de la rivière vers la bordure extérieure de la nappe.

Fy-z. Ces dépôts, d'épaisseur non connue, occupent le fond étroit des gorges du Jolan et du Sichon. Ils sont constitués exclusivement de matériaux grossiers souvent mal roulés. Les granites très abondants sont accompagnés de microgranite, rhyolite, tufs volcaniques et d'assez rares poudingues à galets de lydienne.

Vallée du Mourgon

Malgré l'étendue de son bassin et la variété des formations géologiques qu'il draine, les dépôts alluviaux du Mourgon sont peu importants. Ils sont disposés en deux terrasses depuis le confluent du Mourgon le Mort et du Mourgon le Vif. En amont de ce point, le transport longitudinal et le classement des matériaux sont réduits (dépôts **CF**) ou nuls (**C**).

Fx. Le toit de cette nappe dont l'épaisseur n'est pas connue s'abaisse de 275 m au confluent des deux Mourgon à 255 mètres à Saint-Germain-des-Fossés. La pente longitudinale, supérieure à 3 ‰, est forte pour une basse terrasse. Près de Saint-Germain-des-Fossés on observe de bas en haut : 2,00 m de sables grossiers, mal roulés, quartzo-feldspathiques (feldspaths roses), 1,50 m d'argiles et marnes remaniées de couleur grise, 0,50 à 1,00 m de sable grossier et, en surface, 1,00 m d'argile verdâtre. Vers l'amont quelques graviers et galets sont disséminés dans la masse sableuse dont la richesse en minéraux lourds doit être signalée.

Fy-z. Ces alluvions sont généralement dépourvues d'éléments fins argileux. Elles sont constituées de sables grossiers, repris de la nappe **Fx**, emballant des graviers et galets de granite et quartz.

Sur sa rive droite le Mourgon reçoit le Jacquelin grossi de l'Arnaison qui drainent les sables fins argilo-calcaires de l'Oligocène.

Vallée de l'Andelot

L'Andelot traverse en diagonale la moitié ouest du territoire de la feuille Vichy. Il prend sa source dans le massif cristallin au Sud-Ouest de Gannat, puis draine une importante surface oligocène avant d'entailler la plus haute nappe alluviale de la Sioule. Dans cette partie de son cours, l'importance de sa vallée s'explique par la nature meuble du substrat sableux (**m-p**) de la terrasse.

Une seule nappe alluviale subsiste au-dessus des dépôts récents.

Fx. Le témoin le plus important de cette nappe est localisé en rive gauche de la rivière entre Monteignet-sur-l'Andelot et Escurolles. Les alluvions, d'épaisseur non connue, reposent sur l'Oligocène. Elles sont constituées d'un sable très grossier, mal roulé, provenant de la désagrégation de granite. Dans cette matrice, très riche en feldspaths roses et blancs, sont disséminées des blocailles émoussées de roches cristallines (80 à 90 mm de taille maximale), quelques galets de quartz plus petits, assez bien roulés, et de très rares silex. En profondeur (au-delà de 2 mètres), la matrice devient plus argileuse. Localement quelques débris de calcaire, dont l'origine est incertaine (amendements?), se mêlent au maigre cailloutis de surface.

En aval de Saint-Didier-la-Forêt, le niveau **Fx**, étroit et dégradé, est formé de matériaux provenant du remaniement des terrains encaissants.

Fy-z. Les alluvions actuelles et sub-actuelles de l'Andelot sont essentiellement composées de matériaux fins : sables, limons et argiles enrobant quelques graviers et galets.

En surface, des traînées de sédiments calcaires gris ont subi une évolution pédogénétique aboutissant à la formation de sols noirâtres. Leur localisation en amont des Dacs où l'encaissant est essentiellement carbonaté témoigne de l'importance de l'apport colluvial dans la sédimentation de la basse nappe de l'Andelot.

La nappe **Fy-z**, sur l'épaisseur de laquelle les renseignements font défaut, perd 70 mètres d'amont en aval (315 à 245). Sa déclivité, égale à 3,5 ‰, est très forte.

Vallée de la Bouble

Fv-w, Fw, Fx. Les alluvions de la Bouble n'intéressent qu'un très petit secteur situé dans l'angle nord-ouest de la feuille ; elles sont citées pour mémoire.

Elles appartiennent à trois nappes alluviales dont les matériaux sont caractérisés par la présence de quartz et de roches cristallines et l'absence de silex et de roches volcaniques.

Alluvions non différenciées (F) parfois résiduelles (R_F)

Rive gauche de la Sioule

En rive gauche de la Sioule, au Nord de Barberier, une surface d'érosion alluviale porte un cailloutis extrêmement résiduel de quartz, silex, basalte, granite.

Le substrat marneux apparaît partout dans les fossés de drainage $\left(\frac{R_F}{g3M}\right)$.

Localement le cailloutis, moins dégradé, forme de petites buttes notées F (les Batailles, Beauchatel, Pincegoïn, Roux). En raison de leur localisation, ces alluvions, résiduelles ou non, appartiennent vraisemblablement au système de la Sioule, mais leur situation altimétrique ne les rattache à aucune nappe définie précédemment. La présence de silex peut toutefois indiquer qu'elles représentent les vestiges d'un cailloutis plus ancien, peut-être de l'âge de la formation du Bourbonnais.

Rive droite de l'Allier

Trois témoins alluviaux résiduels de l'Allier $\left(\frac{R_F}{g3M}\right)$ subsistent entre Vichy et Cusset à des altitudes variant de 290 à 305 mètres. Ils jalonnent peut-être une divagation ancienne de la rivière expliquant ainsi la présence anormale de roches volcaniques dans les basses nappes du Sichon en aval de Cusset.

Rive droite du Mourgon

Deux placages sableux, de superficies inégales, épais de un à plusieurs mètres, sont situés en rive droite du Mourgon, de part et d'autre du Jacquelin. Les sables grossiers quartzo-feldspathiques, argileux, s'apparentent à ceux du Bourbonnais mais leur altitude ne permet pas de les classer dans cette unité.

Alluvions des cours d'eau d'importance secondaire

Fy-z, Fx (Sarmon). De nombreux collecteurs secondaires prennent leur source à la base des cailloutis du Bourbonnais ou des alluvions anciennes. Ils entaillent profondément les assises oligocènes. Les matériaux sub-actuels (**Fy-z**) ou actuels (**Fz**), déposés dans la partie en aval de leur cours, sont essentiellement fins : sables, limons, argiles avec parfois quelques galets et graviers. Fréquemment des sédiments fins carbonatés se mêlent à ces dépôts.

Outre le Redon, le Béron, l'Agasse portant de tels dépôts, il faut citer le Sarmon dont un niveau **Fx**, riche en débris calcaires, influence localement la nappe correspondante de l'Allier.

Cas particuliers de recouvrements alluviaux

FxaA
FwBa. L'altitude relative de deux niveaux alluviaux consécutifs marquant une nette tendance à s'amoinrir de l'amont vers l'aval, la nappe **Fwb** de la rive gauche de l'Allier porte la trace, au Nord de Lonzat, d'un méandre dans lequel sont déposés des matériaux volcaniques **Fxa** caractéristiques.

FuSi
Fua. Le lambeau alluvial **Fu** de Beausoleil au confluent de l'Allier et du Sichon est constitué, à la base, de matériaux grossiers de l'Allier (**Fua**), riches en basalte, surmontés de sables grossiers feldspathiques identiques à ceux du niveau supérieur de la terrasse de Barantan (**Fusi**).

FORMATIONS ANTHROPIQUES

X, X[Fy-z], X[FXbA]. Outre les secteurs ayant fait l'objet d'un remblaiement certain (**X**) d'autres, plus étendus, intéressant les surfaces alluviales, ont été remodelés profondément par des nivellements. C'est le cas de la partie sud de l'aérodrome de Vichy — Charmeil et des deux rives de l'Allier en amont du pont-barrage (lac d'Allière). Par analogie, la majeure partie de la zone urbaine de Vichy a été assimilée à ces cas particuliers.

Les notations adoptées **X[Fy-Z]** et **X[FXbA]** suggèrent soit l'affleurement d'alluvions soit la présence de remblais.

A noter également l'ancienne décharge municipale de Vichy-Cusset, qui comble l'entrée de la vallée d'un affluent du Jolan-sous-Carry, et celle en activité 3 km plus à l'Est.

GÉOLOGIE STRUCTURALE — TECTONIQUE

Au cours du Viséen des formations sédimentaires puis volcano-sédimentaires se déposent dans un bassin unique en forme de sillon, orienté sensiblement est—ouest. Au cours de la phase sudète II, la mise en place de deux massifs granitiques (Busset-la-Guillermie au Sud et le Mayet-de-Montagne au Nord) provoque par compression et cisaillement une déformation de ce sillon aboutissant à la configuration actuelle avec dissociation en deux bassins : celui de l'Ardoisière (feuilles Vichy et Maringues) et celui de Ferrières (feuilles Maringues et le Mayet-de-Montagne).

Les couches de la région centrale plus intensément plissées ont subi un infléchissement subméridien dans leur orientation.

Une phase ultime se marque par le développement d'une fracturation nord—sud avec injection de microgranites aphanitiques.

Au cours du Tertiaire et en contrecoup de l'orogénèse alpine, de nouveaux bassins s'individualisent. Le territoire de la feuille Vichy se situe au point de rencontre d'accidents majeurs et présente de ce fait une structuration complexe. Trois orientations principales peuvent être distinguées :

- SW—NE, dont la principale manifestation est la faille d'Aigueperse et son prolongement Saint-Germain-des-Fossés—Saint-Gérard-le-Puy,
- N—S, limitant le seuil bordier occidental du sillon de Vichy,
- N.NW—S.SE, direction majeure du horst de la Montagne bourbonnaise et du Forez.

Les accidents et plus particulièrement ceux d'orientation, N—S et N.NW—S.SE jouent au cours de l'Éocène permettant le dépôt de la séquence A. Les vitesses de subsidence sont comparables dans le bassin-sillon de Moulins—Vichy—Randan alors d'un seul tenant et dans le bassin méridional de Riom—Clermont—Veyre—Lembron qui en était séparé par un seuil Martre—Lezoux, NW—SE.

Le horst de Saint-Germain est déjà individualisé ainsi que très probablement la Montagne bourbonnaise limitant le fossé vers l'Est tandis que vers l'Ouest le seuil bordier, très peu subsident, limite le bassin vers l'Occident sans pour autant en représenter le rivage.

Au cours du Stampien basal (période correspondant au dépôt de la séquence B₁), l'accident transverse SW—NE (Aigueperse—Saint-Germain-des-Fossés) joue de façon importante, le panneau méridional étant affecté d'une subsidence considérable.

Fig. 4-1 - Coupe transversale ouest-est par St-Germain-des-Fossés

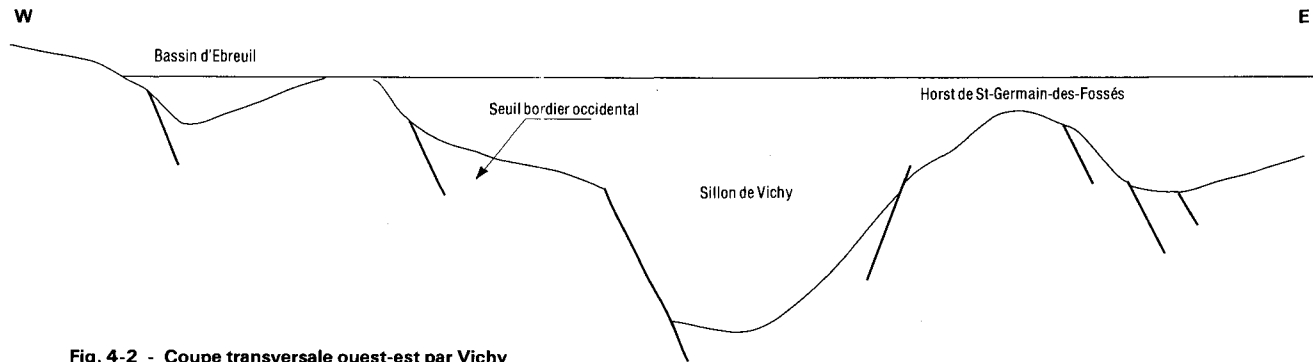
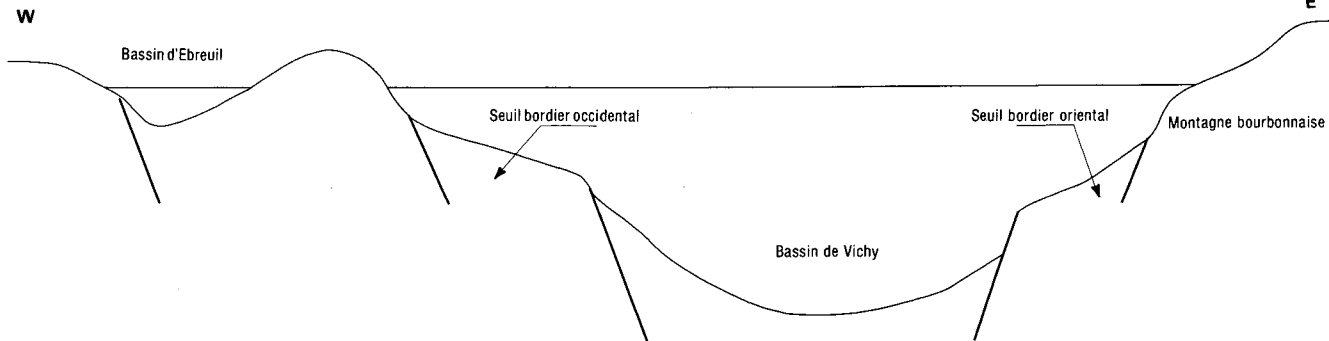


Fig. 4-2 - Coupe transversale ouest-est par Vichy



La configuration des bassins s'en trouve modifiée; la zone nord, bassin de Moulins et sillon de Vichy, reste stable, n'enregistre pas de dépôt, alors qu'au Sud de l'accident un nouveau bassin s'individualise par la réunion des bassins de Clermont—Riom et Randan. Les Limagnes méridionales restent également stables et n'enregistrent pas de dépôt.

Au Stampien, la subsidence se généralise à nouveau sur l'ensemble des bassins; une invasion marine s'ensuit depuis le bassin de Moulins jusqu'au Lembron. Les rejeux maximaux s'observent encore au niveau de la faille d'Aigueperse—Saint-Germain-des-Fossés.

A l'Oligocène supérieur la subsidence se ralentit au niveau des fosses et tend à affecter également les zones bordières provoquant un élargissement des bassins et une transgression des rivages.

Les accidents précédents continuent leurs rejeux, tout particulièrement sur la bordure orientale où la Montagne bourbonnaise, les monts du Forez et dans une moindre proportion la zone nord-est du Livradois s'individualisent provoquant la mise en place d'importants épandages détritiques (bassin de Thiers et Courpière tout particulièrement).

Au Miocène puis au Quaternaire des réajustements se poursuivent accusant encore les dénivelées entre le fossé et ses bordures.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Sur le territoire de la feuille, la vallée de l'Allier constitue l'axe de drainage des quatre principaux ensembles hydrogéologiques représentés par la nappe des alluvions modernes (vallée de l'Allier, de la Sioule, du Sichon, de l'Andelot, du Béron), la nappe des sables du Bourbonnais, celles des formations oligocènes (calcaires et complexe sablo-argileux) et enfin les aquifères, d'extension plus variable, pouvant être constitués par les terrains cristallins et cristallophylliens de la Montagne bourbonnaise.

La continentalité du climat est assez marquée par la sécheresse hivernale et les fortes pluies orageuses de l'été. Les températures estivales, assez élevées, présentent des écarts importants avec celles de l'hiver. A Vichy, l'indice de continentalité (rapport des pluies de la saison la plus arrosée à celles de la saison sèche) est de l'ordre de 1,5. Au total, la moyenne annuelle des précipitations (période de 65 ans) est de 780 mm.

Le débit moyen annuel de l'Allier (période de 20 ans, Billy — Marcenat) est de 100 m³/s environ, celui de l'étiage, au mois d'août, de 30 m³/s. En période de hautes eaux, de janvier à mars, il atteint 160 m³/s environ.

Nappes des alluvions modernes

Vallée de l'Allier. L'épaisseur de la nappe est en moyenne de 4 à 5 m et la perméabilité de l'ordre de 5.10⁻³m/s. Le plan d'eau de Vichy amène une perturbation locale de la surface piézométrique de mars-avril à octobre-novembre. La nappe est exploitée

essentiellement pour l'A.E.P. (*) des communes ou des syndicats ; les prélèvements annuels (en millier de m³) sont, en moyenne, pour Hauterive 0,30, Vichy 6,40, Bellerive 0,95, Saint Germain-des-Fossés 0,40, Syndicat Vendat—Charmeil—Saint-Rémy-en-Rollat 0,95 et Syndicat Saint-Gérard-le-Puy—Saint-Pourcain-sur-Sioule 1,15.

Vallée de la Sioule. L'épaisseur des alluvions modernes est généralement faible (2 à 4 m). La vallée actuelle étant pratiquement creusée directement dans le substratum oligocène, la puissance de la nappe peut atteindre 2 à 3 mètres. Les zones favorables sont à rechercher au niveau de la basse ou de la moyenne terrasse où la nappe peut atteindre localement jusqu'à 12 m d'épaisseur. Cette situation est en relation avec des phénomènes de surcreusement correspondant à d'anciens cours de la rivière.

Vallée du Sichon, de l'Andelot et du Béron. Dans ces vallées où le remplissage alluvial est le plus souvent faible, des zones relativement favorables peuvent exister pour quelques plages bien individualisées, mais le débit exploitable n'est pas connu, faute de données disponibles. Les zones de surcreusement (méandres fossiles) de la basse vallée de l'Andelot offrent probablement de meilleures possibilités.

Formations oligocènes

Les calcaires souvent fissurés renferment une nappe dont une grande partie est restituée par sources. Les débits sont généralement faibles (de l'ordre de 1 l/s) mais peuvent atteindre dans quelques cas 2 à 3 l/s (sources du plateau de l'Épouvante et de Sanssat). Certaines publications signalent une source à Billy, au débit très important, qui serait une véritable rivière souterraine.

Le complexe argilo-sableux est généralement peu favorable à former une nappe raisonnablement exploitable. Cette situation est, dans un grand nombre de cas, vérifiée par les faibles débits exploités (puits fermiers notamment).

Terrains cristallins et cristallophylliens

Dans la Montagne bourbonnaise, de nombreuses sources sont issues de ces formations. Leur débit, souvent faible (inférieur à 1 l/s à l'étiage), est lié à l'importance de l'infiltration dans le manteau d'arène ainsi qu'à la puissance et l'extension de celui-ci. Certains écoulement peuvent être également liés à la fracturation des terrains.

Sources minérales et thermales

Les sources minérales et thermales sont très nombreuses sur le territoire de la feuille. Elles sont originaires, en totalité, du bassin de Vichy—Saint-Yorre.

En 1979, 220 sources ou forages bénéficiaient encore d'un acte administratif (arrêté ministériel d'autorisation), bien qu'une trentaine d'entre eux aient été obturés.

Les captages sont situés sur neuf communes : Abrest, Bellerive, Cusset, Hauterive, Vichy, Mariol, Saint-Yorre, Saint-Priest-Bramefant et Saint-Sylvestre-Pragoulin ; seules les cinq premières se trouvent sur la feuille Vichy.

Les sources du bassin de Vichy—Saint-Yorre sont protégées légalement par un périmètre de protection, maintes fois modifié et agrandi. Le dernier décret fixant le périmètre de protection englobe tout ou partie des neuf communes déjà citées ; il date du 17 avril 1930.

Les très nombreuses sources minérales du bassin de Vichy émergent toutes des formations marneuses ou marno-sableuses, d'âge oligocène, de Limagne. Dans ces formations très peu perméables, sont disséminées des lentilles de sable (appelées « filons » par les exploitants d'eau minérale), pouvant avoir une bonne perméabilité.

(*) A.E.P. : alimentation en eau potable.

Il est couramment admis que l'eau thermominérale remonte par des failles du substratum cristallin, puis s'accumule essentiellement dans les lentilles de sables qui communiquent entre elles par des fissures à travers les marnes. Le socle cristallin qui affleure dans les premiers reliefs, à l'Est d'une ligne Cusset—Saint-Yorre, s'ennoie rapidement en direction du centre du bassin d'effondrement de Limagne et se trouve à plus de 500 m de profondeur, à l'Ouest de Vichy. Aucun des forages, situés sur le territoire de la feuille Vichy, n'atteint le socle.

Composition des eaux et du gaz

Les eaux minérales du bassin de Vichy sont toutes carbogazeuses, bicarbonatées sodiques et réputées pour leur teneur en fluor (9,0 mg/l). Elles accusent des variations en minéralisation totale, en température et débit, suivant leur situation et la profondeur du captage. Les eaux les plus chaudes se rencontrent à Abrest (Dôme : 65,5 °C), à Vichy (Grande Grille : 42,5 °C) et à Bellerive (Boussange : 41,6 °C). Leurs minéralisations totales respectives sont de : 4 979 mg/l, 5 033 mg/l et 5 066 mg/l. vers les bordures du bassin, les eaux deviennent froides et sont diluées par des eaux superficielles (Cusset, source Régina : 12,5 °C et 2 510 mg/l de minéralisation totale). Le débit varie considérablement d'une source à l'autre ; il est maximum pour le forage jaillissant de Boussange (200 l/mn) et n'atteint par pompages que quelques dizaines de litres par minute pour les autres sources de Vichy.

Le gaz libre et dissous des eaux de Vichy est constitué pour 99,5 % de CO₂ ; l'azote, l'argon, l'hélium et autres gaz rares l'accompagnent. Les débits de CO₂ sont importants avec un rapport gaz/eau, en volume, maximum à la source du Dôme (4,6) et à Boussange (4,0).

Origine des eaux et du gaz

Le problème de l'origine des eaux thermales continue à alimenter de nombreuses discussions où s'opposent les notions d'« eaux juvéniles » et d'eaux « vadoses », c'est-à-dire eaux d'infiltration. En ce qui concerne les eaux du bassin de Vichy, la composition isotopique de l'oxygène 18 et du deutérium, ainsi que les teneurs en tritium (3H) montrent que l'essentiel de ces eaux minérales sont des eaux atmosphériques (ou vadoses) qui s'infiltrent dans le sol, se minéralisent et constituent des nappes profondes ; les profondeurs atteintes sont estimées, par géothermomètres entre 2,5 et 4,2 km. Les eaux minérales remontent par les failles grâce à la température acquise (thermo-siphon) et à la présence de gaz carbonique libre en excès (gaz-lift). L'origine profonde (volcanique ou magmatique) ne semble pas contestée pour l'anhydride carbonique accompagnant les eaux minérales de la province carbogazeuse d'Auvergne. Les teneurs en CO₂ libre ainsi que les compositions isotopiques du carbone du CO₂ indiquent une origine profonde de ce gaz.

Description des sources

Les sources se subdivisent en trois groupes ; seules les principales sont citées :

● **Groupe nord : Vichy, Cusset.** Six sources, propriété de l'État, jaillissent sur la commune de Vichy. Ce sont du Nord-Ouest au Sud-Est : Chomel et Grande Grille, les plus chaudes (41,8 °C et 42,5 °C) et les plus minéralisées (5 g/l) ; Lucas et Parc, Hôpital puis Célestins (17,3 °C) célèbre par ses dépôts de travertin. Cinq autres sources jaillissent plus au Sud : Lardy et Dubois proches de Célestins et les sources Larbaud, des Étoiles, la Comète et Génèreuse, situées aux confins de la commune. Les sources de Cusset : Masdames et Régina sont moins minéralisées (respectivement 4,2 g/l et 2,5 g/l) et plus froides (16,2° et 12,5 °C).

● **Groupe central : Abrest, Bellerive.** Ces sources sont situées au Sud-Ouest de Vichy, sur la rive gauche de l'Allier.

Les sources du Dôme et des Lys sont les plus chaudes du bassin de Vichy (65,5 °C et 60,5 °C), elles présentent le caractère bicarbonaté sodique le plus accentué des eaux du bassin et sont jaillissantes.

La source *Intermittente* doit sa célébrité à ce qu'elle constitue un geyser intermittent.

Le forage de Boussange est l'un des plus profonds du bassin de Vichy (270 m) et son débit important (200 l/mn d'eau avec 840 l/mn de gaz carbonique).

● **Groupe sud : Hauterive.** Ce groupe est caractérisé par la prolifération de sources forées ou « artificielles » (170 se répartissant sur les communes de Hauterive et de Mariol, Saint-Yorre, Saint-Sylvestre-Pragoulin et Saint-Priest-Bramefant).

Ces eaux sont froides (13 °C) et moins minéralisées que les précédentes.

RESSOURCES MINÉRALES, MINES ET CARRIÈRES

Gîtes minéraux

Barytine et fluorine

Dans les terrains cristallins de la partie orientale de la feuille, sont connus de nombreux indices de barytine et de fluorine. Il s'agit pour la plupart de filons décimétriques sans extension, associés à des zones broyées.

La structure *des Chaux* ou *de la Bruyère*, dans la commune de Saint-Christophe, s'allonge entre l'étang de la Bruyère à l'Ouest et le hameau de Chez Boulat à l'Est. Au lieu-dit les Chaux elle est jalonnée sur près de 300 mètres par de petites pierres volantes de barytine blanche et affleure ponctuellement dans le chemin où la puissance atteint 2 mètres. Chez Boulat, un affleurement dans une petite carrière d'arène granitique montre une puissance de 0,50 mètre. Des traces de galène sont associées à la barytine. Aux lieux-dits *Chez Coudure* et *le Domaine Neuf*, dans la même commune, se rencontrent de petites pierres volantes de barytine qui semblent provenir d'une structure orientée du Nord au Sud.

Au *Bois de Bouchère*, dans la commune de Molles, un filon décimétrique de barytine se suit en « volantes » sur une centaine de mètres dans la direction W.NW—E.SE. Un peu au Nord des hameaux de *Bonin* et *Gravoin*, passe un filon quartzo-barytine de 20 centimètres de puissance au plus orienté NW—SE.

La structure de *Grangeon* (8-4002) qui s'allonge sur 3 kilomètres vers le Sud-Est depuis le cimetière de Molles est occupée sporadiquement par de la silice colloïdale mêlée de barytine.

Un petit filon barytine de 10 centimètres de puissance peut être observé à proximité immédiate du village de *la Chapelle* dans le chemin de terre qui part vers le Nord en direction d'Isseroure.

La fluorine est fréquente aux *Combes des Malavaux*, près de Cusset. En rive droite du Jolan s'étend une grande zone de fracture NW—SE sillonnée par une multitude de filonnets de 5 à 10 centimètres de fluorine jaune ou violette sans continuité. Localement apparaît un filon de quartz, en saillie dans la topographie, qui renferme une lentille de fluorine de 0,70 mètre de puissance mais sans extension. Des vestiges d'anciens travaux sont visibles. La galène et la chalcopryrite sont associées à la fluorine.

Plomb

La galène, non associée à la barytine, est signalée aux lieux-dits *les Couteliers* et *Capitan*, commune de Cusset, dans les mylonites de la faille du Sichon.

Cuivre

Dans le talweg à l'Ouest de la ferme des *Rocs*, commune d'Isserpent (feuille Lapaïssie), au Nord de la route départementale N 25, en limite orientale de la feuille Vichy, le granite est affecté par une zone broyée chloriteuse orientée nord-sud localement imprégnée de malachite et azurite (8-4001) Un petit puits donnant accès à une galerie d'une dizaine de mètres, aujourd'hui éboulé, a été foncé en 1841. Une prospection géochimique effectuée en 1964 a montré que ce gîte n'avait pas d'extension notable en dehors de la zone des anciens travaux.

Autres substances minérales

Sables et graviers. Intensément exploités en amont de Vichy dans les plages alluviales (**Fy-z**) de l'Allier (carrières en cours de réaménagement), les matériaux sablo-graveleux sont également recherchés sur la vallée de la Sioule (région de Barberier) dans les formations plus anciennes (**Fv** et **Fw**).

En aval de Vichy et jusqu'à Billy, les exploitations en lit vif et sur alluvions modernes sont condamnées à moyen terme en raison des servitudes liées à l'aménagement du val d'Allier (urbanisation, préservation du magasin aquifère).

Arkoses. Les formations arkosiques du bois de Bas (ou de Beaudechet) (à l'Est du Vernet) ne sont plus exploitées. Leur utilisation en moellons et pierres d'angle remonte très loin dans l'histoire et des sarcophages de l'époque mérovingienne ont été découverts, taillés dans ce matériau.

Tufs rhyolitiques. Les carrières des Malavaux, à l'Est de Cusset, exploitent les tufs de la série volcano-sédimentaire viséenne. La production (la plus importante du département et de l'Auvergne : 500 à 600 000 tonnes/an) est utilisée essentiellement comme matériaux de ballast. De nombreuses autres petites carrières de produits concassés ont été exploitées au Sud et au Nord de Cusset dans les poudingues et grès viséens.

Arène granitique. Les communes en territoire cristallin utilisent souvent les formations d'arène soit pour l'entretien des chemins, soit à l'occasion des remembrements pour l'ouverture de nouvelles voies. Sur la feuille Vichy, ces produits sont extraits de la frange d'altération des granites à grain moyen et fin de la région sud de Saint-Étienne-de-Vicq.

Calcaire. Au Nord de Billy, sur la commune de Créchy (feuille Saint-Pourcain), sont exploitées, pour une industrie cimentière, les buttes à calcaires concrétionnés, appelés localement « tureau ». Ces gisements appartiennent à la phase carbonatée de l'Oligocène supérieur.

Argile. Les formations du « Bourbonnais » (**FL**) consistent un matériel très favorable à la fabrication des produits rouges. La région de Champoux — les Audinets (au Nord-Ouest de Vendat) était le siège d'une activité de carrière autrefois importante. En 1974, une seule exploitation restait en activité au lieu-dit les Arcis (à l'Ouest de Lourdy) pour l'approvisionnement d'une briqueterie.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

Les formations d'âge tertiaire ne présentent pas sur cette feuille un caractère particulièrement spectaculaire. L'intérêt principal réside en grande partie dans leur variété et surtout leur concentration géographique.

Il sera possible selon un itinéraire très réduit d'avoir un aperçu sur les principaux faciès observables en Limagne septentrionale. Des terrains les plus anciens au plus récents, peuvent être observés : les sables et argiles bariolées (**e-g**) au Sud de Magnet, la série stampienne (**g2**) aux alentours de Saint-Germain-des-Fossés, les grès arkosiques dans les anciennes carrières du Bois-de-Bas à l'Est du Vernet ou dans la carrière Fonsalive au Sud-Ouest de Hauterive, les séries oligocène supérieure et en particulier les faciès construits (« choux-fleurs ») dans lesquels les anciennes carrières sont fréquentes sur les collines en rive droite de l'Allier. Au Nord de Billy le calcaire est exploité pour alimenter une cimenterie.

Les argiles du bassin de la Chapelle, « sidérolithique » possible, et les dépôts alluviaux plus récents : sables de Vendat (Burdigalien probable), sables et argiles du Bourbonnais (Villafanchien) ne seront le plus souvent observables qu'au hasard de travaux de terrassement.

Aux alentours de Loury des argiles de la formation **FL** étaient encore exploitées en 1979.

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires et en particulier un itinéraire dans le *Guide géologique régional* : **Massif Central**, par J.-M. Peterlongo, 2^e édition, 1978, Masson éd., Paris :

— *Itinéraire 10* : la vallée du Sichon, les Bois Noirs et le plateau d'Urfé.

CROUPES RÉSUMÉES DES PRINCIPAUX FORAGES

1.1 — Barberier 101 (RAP, 1959) :

0-116 m : Marnes beiges et vertes à Ostracodes, oolithes et calcaire concrétionné au-dessus de 69 mètres.

116-242,5 m : marne gris-vert, calcaire crayeux, « Schistes » papyracés.

242,5-265 m : argile plastique et sable argileux gris-bleu.

265-319 m : argile plastique et sable argileux gris verdâtre à rougeâtre, bancs et nodules calcaires.

319-357 m : argile et sable argileux (idem ci-dessus), rouges en-dessous de 330 mètres.

357-368,80 m : granite cataclastique.

1.2 — Broût-Vernet 101 (RAP, 1959) : en marge de la carte.

1.17 — Broût-Vernet :

0-1 m : cailloutis grossier.

1-5 m : argile gris verdâtre.

5-10,2 m : sable grossier.

10,2-11,7 m : argile grise à passées sableuses.

11,7-20,5 m : sable fin à grossier.

20,5-24 m : argile et silt.

24-26 m : sable grossier.

26-28 m : marne décalcifiée au sommet.

2.65 — Saint-Didier-la-Forêt :

0-6,3 m : cailloutis et sable.

6,3-7,5 m : argile sableuse.

7,5-24,1 m : silt, sable fin, sable grossier.

24,1-27 m : argile silteuse.

27-31,3 m : sable grossier à passées d'argile.

2.66 — Saint-Rémy-en-Rollat :

0-3 m : sable grossier, cailloutis en surface.

3-10,4 m : silt et sable moyen.

- 10,4-18,5 m : galets et sable.
- 18,5-28,5 : galets, sable, argile.
- 28,5-36,10 m : sable et silt.

2.67 — Saint-Didier-la-Forêt :

- 0-6,3 m : sable à galets.
- 6,3-8,5 m : argile grise et rousse.
- 8,5-18,20 m : sable silt et argile.
- 18,20-19,50 m : limon calcaréo-sableux.
- 19,50-21 m : sable fin vert.
- 21-23,50 m : marne.

3.7 - Saint-Germain-des-Fossés :

- 0-6,25 m : sable et galets à la base.
- 6,25-10,50 m : calcaire marneux blanc vacuolaire.
- 10,5-21 m : calcaire marneux à intercalations gréseuses.
- 21-25,55 m : marne grise sableuse.
- 25,55-30 m : marne gris-bleu.
- 30-65,75 m : mylonite.
- 65,75-80,10 m : granite rose.

3.79 - Seuillet :

- 0-3 m : sable beige à ocre à trace de carbonates.
- 3-10,2 m : sables, argile, marne gris à vert.
- 10,2-29,5 m : sable et argile bariolés.

3.86 - Creuzier-le-Neuf :

- 0-6,2 m : sable plus ou moins argileux beige-gris.
- 6,2-8,8 m : sable et argile verdâtre.
- 8,8-29,5 m : sable et argile bariolés à rares passées marneuses.

4.20 - Saint-Christophe :

- 0 - 17,5 m : sable et argile gris verdâtre à rougeâtre.

4.4 - Billezois :

- 0 - 15 m : sable et argile gris verdâtre, rougeâtre.
- 15 - 19 m : sable et argile verdâtre et lie-de-vin.

6.93 - Vendat :

- 0 - 1 m : sable grossier à galets.
- 3 - 26,5 m : sable grossier jaunâtre à passées d'argile grise.
- 26,5 - 28 m : marne.

6.94 - Vendat :

- 0 - 1,3 m : sable grossier à galets.
- 1,3 - 19,5 m : sable grossier jaunâtre à passées d'argile grise.
- 19,5 - 23,5 m : marne.

7.14 - Hauterive :

- 0 - 8,05 m : sable et graviers.
- 8,05 - 58,65 m : marnes, calcaires et horizons sableux alternés.

8.3 - La Chapelle :

- 0 - 16 m : argile grise.
- 16 - 41 m : argile sableuse bariolée.

8.4 - Saint-Christophe :

- 0 - 28 m : sable et argile gris verdâtre.

BIBLIOGRAPHIE

Cartes consultées

Carte géologique à 1/80 000

- Feuille *Gannat* : 1^{re} édition (1894) par L. de Launay
2^e édition (1934) par G. Garde.
3^e édition (1966) par M.-P. Lapadu - Hargues.
Feuille *Roanne* : 1^{re} édition (1893) par Le Verrier.
2^e édition (1960) par J. Orcel et coll.

Cartes des gîtes minéraux de la France à 1/320 000

- Feuille *Clermont* (1960), coordination par F. Permingeat.

Cartes des gîtes minéraux de la France à 1/500 000

- Feuille *Lyon* (1979), par A. Emberger et J. Méloux.

- Carte des ressources minérales du Massif Central à 1/1 000 000* (1979), par A. Emberger et J.-J. Périchaud.

Carte pédologique à 1/100 000

- Feuille *Vichy* (1969), par M. Bornand, G. Callot, J.-C. Favrot et J. Servant.

Ouvrages et documents

- BERTRAND-SARFATI J., FREYTET P., PLAZIAT J.-C. (1966) — Les calcaires concrétionnés de la limite oligocène-miocène des environs de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Limagne d'Allier). Rôle des algues dans leur édification; analogie avec les stromatolithes et rapport avec la sédimentation. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7 série, t. VIII, p. 652-662.
- BORNAND M., CALLOT G., FAVROT J.-C. (1966) — Étude pédologique du val d'Allier. Rapport INRA, Service étude des sols.
- BORNAND M., CALLOT G., FAVROT J.-C., SERVAT E. (1966) — Les sols du val d'Allier (feuille Moulins). INRA, Centre de recherches agronomiques du Midi, Service d'étude des sols, Montpellier.
- BOULANGER (1844) — Statistique géologique et minéralogique du département de l'Allier. Moulins, Chez Desrosiers Ed., 483 p.
- BOUT P. (1963) — Le Quaternaire du bassin supérieur de la Loire, des bassins moyen et supérieur de l'Allier et de leurs marges. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7 série, t. V, p. 472-482.
- BOUT P. (1967) — Problèmes du volcanisme II. Augite en dents de scie. *Revue d'Auvergne*, t. 81, n° 427 (1), p. 69-75.
- BUSSIÈRE P. et PELLETIER H. (1973) — Nouvelles données pour une classification des sables anciens et récents de la Limagne d'Auvergne. *Revue d'Auvergne*, t. 87, n° 3, p. 170-202.
- CEA (1964) — Carte inédite : Nord-Est du Massif Central à 1/200 000 par H. SANSELME.
- CHICHERY M. (1937) — Étude géologique du bassin primaire de l'Ardoisière. D.E.S. Clermont-Ferrand.

- CHICHERY M. (1938) — Stratigraphie des formations dinantiennes du bassin de l'Ardoisière près de Vichy. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 206, p. 263-265.
- CLOCCHIATTI R., TOURENQ J. (1971) — Présence de quartz des ponces du Mont-Dore, d'âge pliocène, dans les argiles sableuses du Bourbonnais. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 273, p. 2453-2455.
- DANGEARD L. (1933) — Quelques observations sur le Tertiaire de la Limagne bourbonnaise. Importance de phénomènes karstiques dus à la présence des calcaires concrétionnés. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5^e série, t. III, p. 381-385.
- DEWOLF (1962) — Étude des problèmes posés par la formation dite « des sables et argiles du Bourbonnais ». *Bull. Ass. fr. Et. Sols*, n° 6-7, p. 337-342.
- DIDIER J. (1964) — Étude pétrographique des enclaves de quelques granites du Massif Central français. *Ann. Fac. Sci. Clermont-Ferrand*, n° 23, p. 254.
- DI NOTA R. (1970) — Étude comparée des lambeaux dévono-dinantiens de la Montagne Bourbonnaise dans le NE du Massif Central français. Thèse 3^e cycle, Clermont-Ferrand.
- DOLFUS G. (1894) — Recherches géologiques sur les environs de Vichy (Allier). p. 65, 5 pl. (Ed. Comptoir géologique de Paris).
- DOLFUS G. (1910) — Notes géologiques sur le Bassin tertiaire de Saint-Gérard-le-Puy, Montaigu-le-Blin et de la vallée de la Besbre. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XXI, n° 128, p. 16-23.
- DOLFUS G. (1923) — Notes paléontologiques sur l'Oligocène de la Limagne. Mollusques. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XXVI, n° 147, p. 150-221.
- DONSIMONI M. (1975) — Étude des calcaires concrétionnés lacustres de l'Oligocène supérieur et de l'Aquitainien de Limagne (Massif Central français). Thèse 3^e cycle, Univer. Paris VI, 197 p., 14 fig., 1 carte h.-t. Résumé par M. DONSIMONI et D. GIOT dans *Bull. B.R.G.M.*, (2) sect. 1, 1977-2, p. 131-170.
- FAURE J. (1967) — Nouvelles observations sur le métamorphisme de contact de la région de Ferrières-sur-Sichon (Allier). *Rev. Sci. nat. Auvergne*, vol. 33, p. 61-68.
- FORESTIER F.-H. (1973) — Calcaires et dolomies dans les séries granulitiques du haut Allier et d'Armorique méridionale. Réunion annuelle des Sc. de la Terre, Paris, p. 190.
- GARDE G. (1931) — Les anciens cours de l'Allier et de ses affluents, sur la feuille de Gannat, pendant le Pliocène supérieur et durant le Quaternaire. Note présentée par M. DE LAUNAY. *C.R. Acad. Sci.*, 1931, t. 192.
- GARDE G. (1937) — Les formations alluviales et les conglomérats trachytiques de la vallée de l'Allier. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 231.

- GENTILHOMME Ph. (1972) — Contribution à l'étude géologique de la région de Fleuriel (Allier). D.E.A., Orléans, non publié.
- GENTILHOMME Ph. — Existence de roches granulitiques rétro-morphosées en Bourbonnais : les leptynites et quartzites de Breuille-Cesset (Allier). A paraître.
- GINSBURG L. (1967) — L'âge relatif des gisements de Mammifères de la Limagne d'Auvergne. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 325.
- GIRAUD J. (1902) — Études géologiques sur la Limagne (Auvergne). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XIII, n° 87.
- GLANGEAUD Ph. (1916) — Les alluvions pliocènes et quaternaires de l'Allier aux environs de Pont-du-Château, Rondan (Puy-de-Dôme); Vichy, la Ferté-Hauterive (Allier). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 4^e série, t. 16, p. 127-129.
- GORIN G. (1974) — Étude palynostratigraphique des sédiments paléogènes de la Grande Limagne (Massif Central, France). Avec applications de la statistique et de l'information. Thèse de la faculté des Sciences de l'université de Genève, 1974.
- GROLIER J. et TCHIMICHKIAN G. (1963) — Connaissances nouvelles sur la géologie du socle de la Limagne d'après les sondages de la Régie autonome des pétroles. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, V, p. 930-937.
- GUILLOT L. et REY R. (1968) — Un niveau à *Potamides lamarcki* dans l'Oligocène moyen de Saint-Germain-des-Fossés (Allier). *Revue scient. Bourbonnais*, p. 56-66.
- GUILLOT L. et REY R. (1973) — L'Oligocène du Bourbonnais. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 276, p. 1803-1811.
- HUGUENEY M. (1972) — Les Talpidés (*Mammalia*, *Insectivora*) de Coberet-Brausat (Allier) et l'évolution de cette famille au cours de l'Oligocène supérieur et du Miocène inférieur d'Europe. *Documents labo-géologie Fac. Lyon*, Notes et Mémoires n° 50, p. 1-61.
- JUNG J. (1935) — Démonstration de l'âge post-viséen des intrusions granitiques dans le bassin de Ferrières (Allier). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, p. 246.
- JUNG J., CHICHERY M., VACHIAS D. (1939) — Contribution à l'étude stratigraphique, magmatique et tectonique de la Montagne bourbonnaise et du Forez. *Mém. Soc. géol. Fr.*, Paris, n° 38, 1 vol., p. 28.
- JUNG J. (1946) — Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 1 vol., 372 p.
- KURTBAS K. (1972) — Les granites de la Montagne bourbonnaise (Massif Central français), leur évolution pétrographique et géochimique. Thèse, Nancy.

- LAKATOS C. (1959) — Bibliographie géologique et minière des départements du Puy-de-Dôme, du Cantal, de la Haute-Loire et de l'Allier. *Annales Fac. Sc. Univ. Clermont*, n° 1, 3^e fasc.
- LAUNAY L. de (1888) — Étude sur le terrain permien de l'Allier. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e série, t. XVI, p. 296-337.
- LAUNAY L. de (1913) — Les gîtes minéraux et métallifères : tome 1. Ch. Béranger Ed., Paris.
- LAUNAY L. de (1923) — Étude sur le plateau central. Note sur le terrain tertiaire de la Limagne bourbonnaise. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 147, t. XXVI.
- LASNIER B. (1973) — Roches basiques et ultrabasiques dans le faciès granulite en haut Allier et Armorique méridionale. Réunion annuelle des Sc. de la Terre, Paris, p. 256.
- LAVOCAT R. (1951) — Révision de la faune des Mammifères oligocènes d'Auvergne et du Velay. Édit. Sciences et Avenir, Paris.
- MARCHAND J. (1973) — Granulites acides en haut Allier et Armorique méridionale. Leur rétomorphose et leur mobilisation en gneiss et anatexites mésozoïques. Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Paris, mars 1973, p. 286, volume de résumés.
- MEILHAUD R. (1956) — Les minéraux lourds des alluvions néogènes et quaternaires de l'Allier à hauteur de Clermont-Ferrand. D.E.S., Université de Clermont.
- MÉLINE L. (1973) — Analyse pollinique des argiles à kaolin de Diou-sur-Loire. *Bull. trim. de la Soc. d'Hist. nat. et des amis du Muséum d'Autun*, nouv. ser., 65, p. 24-27.
- MORANGE A., HÉRITIER F., VILLEMIN J. (1971) — Contribution de l'exploration pétrolière à la connaissance structurale et sédimentaire de la Limagne, dans le Massif Central. In *Géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français*, Symposium Jean Jung, p. 285-308, Plein Air Service Éd., Clermont-Ferrand.
- PECOIL R. (1960) — Esquisse géologique et hydrogéologique du département de l'Allier. *Bull. INH*, n° 2, p. 339-366.
- PELLETIER H. (1968) — Nouvelles observations sur l'augite aciculaire et étude critique. *Revue d'Auvergne*, 1968, t. 82, n° 432, p. 121-126.
- PELLETIER H. (1969) — Étude morphologique de l'augite denticulée dans les projections volcaniques du massif du Mont-Dore (Massif Central français). *Bull. hist. et scient. de l'Auvergne*, 1969, n° 622, p. 182-186.
- PELLETIER H. (1970) — Sur quelques sables de la région riomoise. *Bull. hist. et scient. de l'Auvergne*, 1970, n° 627, p. 395-404.
- PELLETIER H. (1971) — Sur les minéraux lourds transparents des alluvions anciennes et récentes de la Limagne d'Auvergne. Thèse, Université de Clermont.

- PERREAU A. (1950) — Les alluvions à chailles de la vallée de l'Allier. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, nouv. sér., t. 16, n° 14, p. 3-6.
- POMEL A. (1846) — Sur les animaux fossiles découverts dans le département de l'Allier. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2^e série, t. III, p. 376-385.
- REY R. (1964) — L'Oligocène et le Miocène inférieur de la Limagne bourbonnaise. *Revue scientifique du Bourbonnais*, p. 56-81.
- REY R. (1966) — Essais de corrélations entre bassins oligocènes de l'Europe occidentale, à l'aide des Gastéropodes continentaux. Thèse, Rennes.
- REY R. (1970) — Rôle d'*Helix ramondi* dans la classification de l'Oligocène. *Revue scientifique du Bourbonnais*, p. 65-81.
- REY R. (1971) — Biostratigraphie des bassins tertiaires du Massif Central. In Géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français, Symposium Jean Jung, Plein Air Service Édité, Clermont-Ferrand, p. 309-330.
- REY R. (1972) — Nouvelles extensions du calcaire de Moulins dans le département de l'Allier. *Revue scientifique du Bourbonnais*, p. 64-110.
- RIBAULT L. Le, TOURENQ J. (1972) — Mise en évidence de trois types d'apports détritiques dans les sables et argiles du Bourbonnais, d'après l'examen de la surface des grains de quartz au microscope électronique à balayage. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 274, p. 528-531.
- RUDEL A. (1953) — La faune quaternaire des terrasses de l'Allier à Pont-du-Château. *Revue Sci. nat. d'Auvergne*, 1953, p. 43-47.
- RUDEL A. (1963) — Les minéraux lourds des terrasses quaternaires de Limagne d'Auvergne et les éruptions mont-doriennes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, V, 1963, p. 468-469.
- TOURLONIAS D. (1965) — Les cornes vertes de la montagne Bourbonnaise, Massif Central français. D.E.S., Clermont-Ferrand.
- VAILLANT L. (1872) — Sur les crocodiles fossiles de Saint-Gérard-le-Puy. *C.R. Acad. Sci.*, t. LXXIV, p. 872-875.
- VIALETTE Y. (1973) — Âge des granites du Massif Central. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7) XV, 1973, n° 3-4, p. 260-270.
- VIRET J. (1925) — Sur la faune de Rongeurs de Saint-Gérard-le-Puy (Allier). *C.R. Acad. Sci.*, t. 181, p. 337-339.
- VIRET J. (1926) — Nouvelles observations relatives à la faune de Rongeurs de Saint-Gérard-le-Puy. *C.R. Acad. Sci.*, t. 183, p. 71-72.
- VIRET J. (1929) — Les faunes de Mammifères de l'Oligocène supérieur de la Limagne bourbonnaise. Thèse, *Ann. Univ. de Lyon*, fasc. 47.

DOCUMENTS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés soit au S.G.R. Auvergne, 22, avenue de Lempdes, 63800 Cournon-d'Auvergne, soit au B.R.G.M., 6-8, rue Chasseloup-Laubat, 75015 Paris.









AUTEURS

Cette notice a été rédigée :

- pour les formations paléozoïques par Paul DADET,
- pour les formations tertiaires par Léopold CLOZIER et Denis GIOT,
- pour les formations fluvio-lacustres du Bourbonnais par Léopold CLOZIER et Régis FLEURY,
- pour les formations alluviales quaternaires par Régis FLEURY,
- pour les ressources du sous-sol et exploitations par Radouane BELKESSA (hydrogéologie), Francine BATARD (sources minérales et thermales), Jean-Pierre CARROUÉ (gîtes minéraux) et Michel JEAMBRUN (autres substances minérales).

Les études palynologiques ont été réalisées par Jean-Jacques CHÂTEAUNEUF et Geneviève FARJANEL. Les analyses de minéraux lourds par Josette TOURENQ (Fac. Sc. Paris VI), les études diverses par les départements Géologie et Laboratoire du B.R.G.M.

Carte structurale

-  Limite du socle paléozoïque
-  Accident tectonique superficiel
-  Accident tectonique profond
-  Anomalie de Bouguer
-  Agglomération
-  Forage profond
-  Cote du toit du Socle
-  Sens de décrochement

