

# 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> .....	6
DESCRIPTION DES TERRAINS .....	7
<i>PALÉOZOÏQUE</i> .....	7
<b>Formations sédimentaires et volcano-sédimentaires</b> .....	7
<b>Roches éruptives</b> .....	13
<b>Filons</b> .....	26
<i>FORMATIONS SÉDIMENTAIRES TERTIAIRES ET COLLUVIONS     DÉRIVÉES</i> .....	26
<b>Terrains non affleurants</b> .....	30
<b>Terrains affleurants</b> .....	30
<i>FORMATION DES SABLES ET ARGILES DU BOURBONNAIS ..     COLLUVIONS ET COMPLEXES DE FORMATIONS SUPERFI-     CIELLES</i> .....	33
<i>FORMATIONS ALLUVIALES</i> .....	35
<i>FORMATIONS ANTHROPIQUES</i> .....	36
TECTONIQUE .....	43
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS .....	44
<i>HYDROGÉOLOGIE</i> .....	44
<i>SUBSTANCES MINÉRALES</i> .....	47
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE .....	47
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i> .....	47
<i>COUPES RÉSUMÉES DES PRINCIPAUX FORAGES</i> .....	48
<i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....	49
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i> .....	54
AUTEURS DE LA NOTICE .....	54



## INTRODUCTION

### CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Les levés et les tracés géologiques de la carte à 1/50 000 de Maringues ont été effectués au cours de l'année 1974 par une équipe de géologues du B.R.G.M. spécialisés dans l'étude du socle paléozoïque (P. Dadet et M. Jeambrun) et des formations sédimentaires (L. Clozier et R. Fleury). La coordination des travaux a été assurée par D. Giot, ingénieur géologue au B.R.G.M.

Les dépôts oligocènes ont été cartographiés sur des bases essentiellement lithologiques ; l'ensemble des critères lithologiques, morphologiques accompagnés d'une préparation photogéologique réalisée par le géologue chargé des levés ont été retenus pour subdiviser les formations alluviales.

### PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille Maringues s'inscrit sur deux régions bien distinctes d'extension inégale : le bassin d'effondrement oligocène de la Limagne et, à l'Est, la bordure occidentale des massifs schisto-granitiques de la Montagne bourbonnaise, prolongement des monts du Forez.

Le plateau granitique et métamorphique situé entre 850 m d'altitude au Sud-Est et 530 m au Nord s'étage entre 400 m et 670 m d'Est en Ouest de Ris à Lachaux. Il offre un paysage au relief accidenté à vocation pastorale et forestière surtout et à faible densité de population. Effondré vers l'Ouest, sa limite est représentée par une falaise abrupte nord-sud d'origine tectonique. Un important réseau de failles le découpe. Le bassin de Limagne à l'Ouest, comblé par les terrains sédimentaires montre trois types de reliefs et deux régions naturelles principales séparées par les vallées de la Dore et de l'Allier. En rive droite, les formations détritiques d'âge éocène à oligocène (pays du Gore) très entaillées par l'érosion confèrent au paysage une diversité de reliefs : surfaces d'érosion presque planes et intensément cultivées, séparées par des zones vallonnées et de profonds thalwegs aux versants couverts de prairies et de bois vers le Sud et localement de vignes au Nord de Châteldon. En rive gauche, la plaine marneuse, mollement ondulée, s'étale entre les altitudes de 300 et 390 m. Il s'y développe sous l'effet de mouvements tectoniques récents des petits bassins ou *marais* appelés *Terres noires* : le marais du Buron au Nord et celui de Saint-André-le-Coq au Sud, séparés par des lambeaux de terrasses anciennes de la Morge. Dans ce paysage de plaine ouverte une polyculture intensive est pratiquée.

Les dépôts détritiques d'âge plio-quadernaire (FL), meubles et généralement imperméables, reposant sur les marnes, constituent un plateau dégradé par l'érosion dont l'altitude varie de 400 m au Sud (les Minots) à 380 m au Nord (forêt de Montpensier) de la feuille. Les sols pauvres qui en dérivent portent en alternance des prairies, des cultures céréalières ainsi que de vastes forêts. Les rivières entaillent le plateau, ouvrant ainsi de larges et profondes vallées.

La plaine alluviale de l'Allier, large en moyenne de 1,5 à 2 km en amont du point de confluence avec la Dore, s'étale sur 2 à 3 km en aval de ce dernier ; elle s'abaisse régulièrement de 285 m au Sud à 258 m à Saint-Yorre, au Nord. Les terrasses dont les seuls témoins subsistent en rive gauche s'étagent en paliers successifs et provoquent un encaissement de près de 120 m vers Randan par rapport à la plus ancienne, située vers 380 m d'altitude.

Tapissée d'alluvions sablo-limoneuses et sablo-caillouteuses, la plaine de l'Allier permet la culture de plantes sarclées et céréalières.

L'habitat, généralement dispersé, offre une densité de population plus forte de part et d'autre de l'importante voie d'accès que représente le val d'Allier.

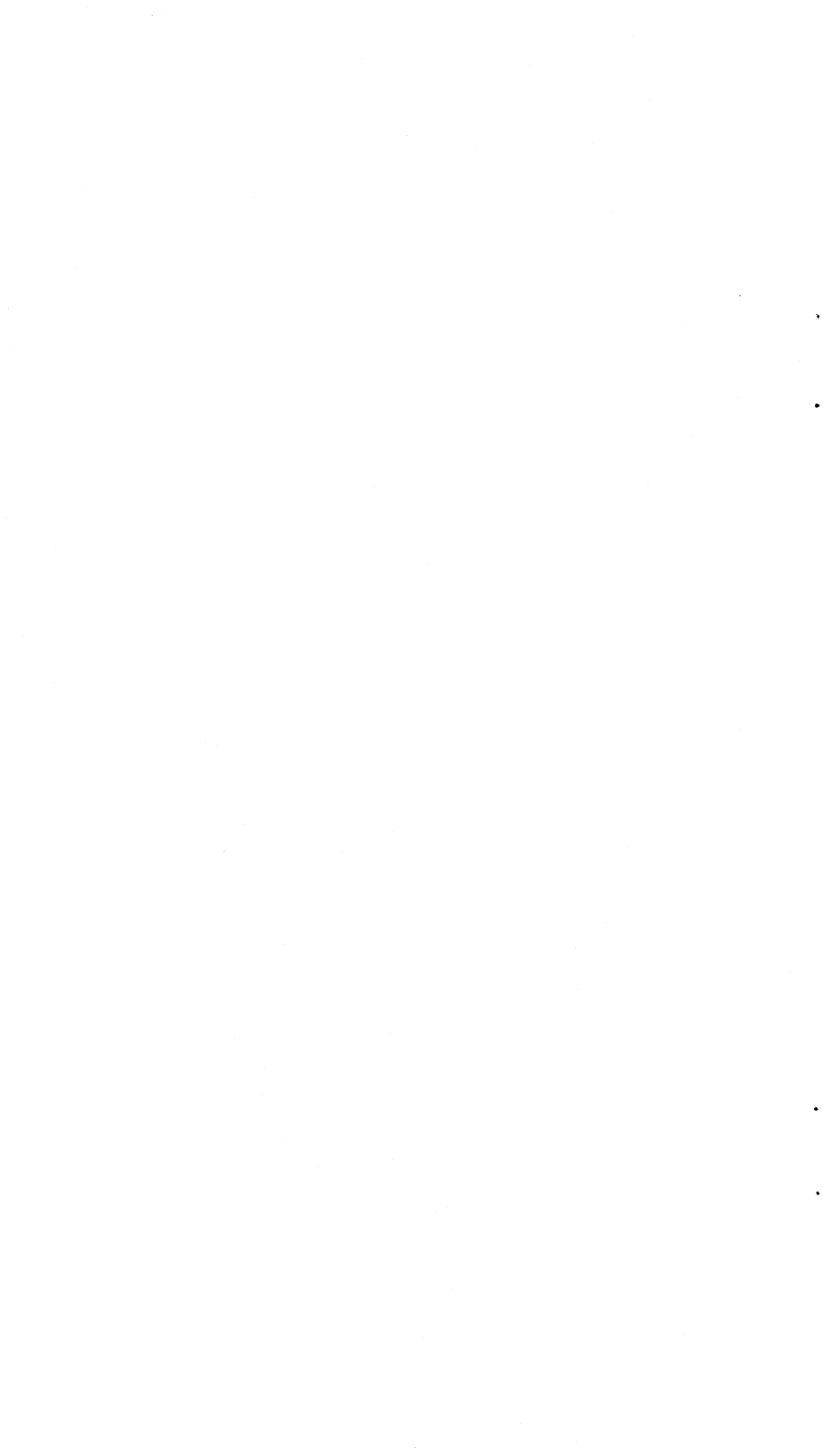
Le relief et la nature lithologique du sous-sol sont à l'origine du contraste entre

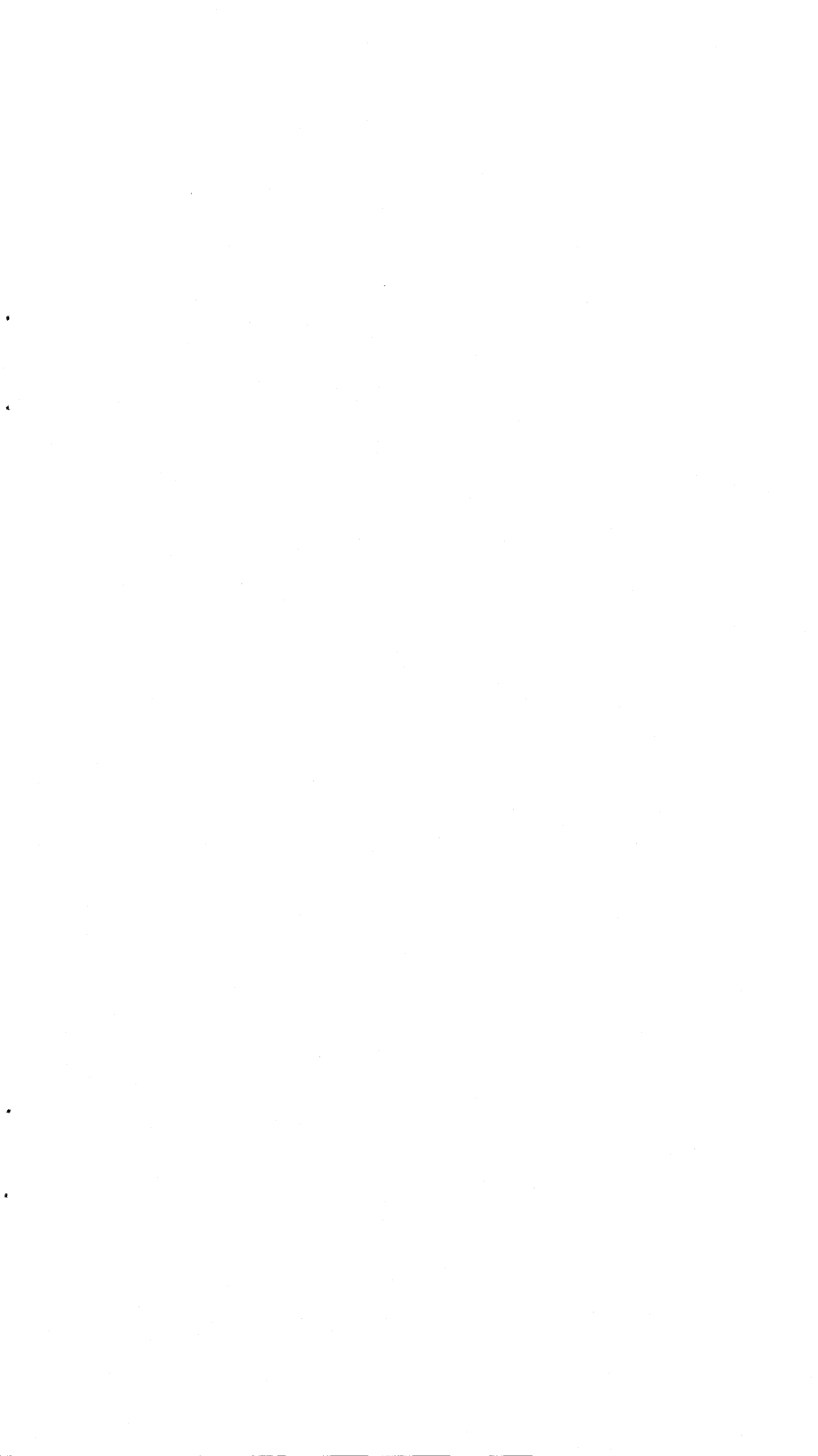
TABLEAU 1

Résumé des connaissances acquises sur les formations volcano-sédimentaires et sédimentaires du Paléozoïque (feuille Maringues) d'après des travaux de Glangeaud (1934), Chichery (1937), Jung et coll. (1939), Soba Djallo (1964), Tournonias (1965), Di Nota (1970), Roques et coll. (1971).

Chronologie	Faciès de référence pour l'étude du volcano-sédimentaire	Désignation de l'étage	Lambeaux volcano-sédimentaires		
			Bassin de l'Ardoisière (en totalité)	Bassin de l'Ardoisière Ferrières (filie Maringues)	Châteidon Chez Dauphant
Viséen supérieur	Tufs anthracifères avec poudingues intraformationnels, coulées de rhyolites et dacite				
	Tufs fossilifères, avec schistes à plantes, intercalés. Datés du Viséen supérieur ( <i>Productus giganteus</i> , <i>Productus latissimus</i> ; $325 \pm 5$ MA sur roche totale), ne doivent pas être séparés chronologiquement des tufs supérieurs	Tufs anthracifères	Tufs rhyolitiques (les Grivats, les Malavaux), avec poudingues intra-formationnels et coulées de rhyolites et dacites.	Tufs rhyolitiques	Brèche de rhyolite à sphérolites.
Viséen moyen	Grauwackes fossilifères et calcaireuses passant vers le sommet	Grauwackes et	Grauwackes fossilifères (chemin des Vaux).	Poudingues	Calcaire bréchéique (avec fragments)

	à des schistes viséens ( <i>Productus cora</i> , <i>Productus hemisphaericus</i> ). Poudingues, à galets calcaires vers leur sommet, coupés par des bancs de schistes et de calco-schistes.	poudingues	Poudingues avec quelques bancs de calcaires à Encrines. À leur sommet : galets calcaires.	de granite, de rhyolite, de cornéennes).	Discordance, 1 <sup>re</sup> phase hercynienne
<b>Viséen inférieur</b>	Schistes noirs ardoisiers devenant plus grossiers et passant à leur base à des grès. Conglomérats de base (poudingues).	Schisto-gréseux	<p>— FAILLE —</p> Schistes noirs de l'Ardoisière. Grès du gué Chervais. Poudingues du Moulin Chauhnier.	Arkoses Poudingues à galets de diorite	
<b>Dévonien supérieur</b>	Complexe volcanique métamorphique (coulées de laves, tufs volcaniques) associé à des calcaires, des schistes et des grès sans fossile.	Complexe andésitique	Complexe volcanique métamorphique de la région d'Arrones, avec intercalations de grès et de quartzites.	Andésites. Cornes amphiboliques, pyroxéniques Cornéennes calcaïques (en association avec quelques bancs de calcaire impur et de quartzite).	Discordance, et phase calédonienne probable
<b>Socle cristallo-phyllien</b>					





lydiennes montrent une très fine mosaïque de quartz, avec des traînées chloriteuses et de petites taches de silice et chlorite, témoins possibles d'anciens Radiolaires ; des filonnets à épidote-chlorite recouperont la roche.

Les roches volcaniques, riches en soude et pauvres en potasse, ont les caractères chimiques de spilites.

Au sein de l'ensemble volcano-sédimentaire métamorphisé par les granites intrusifs et très affecté par la tectonique cassante, la disposition spatiale relative des laves, tufs et sédiments ne peut être précisée. Localement, intercalés dans les volcanites, des bancs de lydienne, pluridécimétriques et séparés par des minces lits schisteux, sont orientés est—ouest à pendage nord moyen (Sud de Coulaud, sur la route de Bigoutier) et N.NW—S.SE à pendage est faible près de Bois-de-Croux. De petits lambeaux sont pincés dans le granite de Doyat, au Sud de la zone principale d'affleurement. Le complexe andésitique donne fréquemment des chaos de gros blocs presque en place (la Roche) et des escarpements importants (vallée du Vareille au Sud de Coulaud). Ces roches ne semblent pas avoir été exploitées.

On ne connaît ni fossile identifiable dans les roches sédimentaires, ni mesure d'âge absolu sur les roches volcaniques. Des éléments de lydienne se retrouvent dans les formations conglomératiques viséennes et le complexe andésitique est métamorphisé par les granites viséens et post-viséens ; il est donc bien anté-viséen.

Par analogie avec les complexes volcano-sédimentaires à caractères voisins (série spilitique) du Morvan et du Lyonnais, on peut estimer le Complexe d'Arrones d'âge dévonien supérieur, avec possible prolongement dans le temps sous forme de volcanisme aérien sur les parties émergées au Tournaisien.

● **Lambeau de Châteldon.** Immédiatement au Nord du hameau de chez Dauphant, dans une ancienne carrière exploitant le matériau pour four à chaux, on observe plusieurs faciès de cornéennes improprement représentées en h2ff :

- *cornes pyroxéniques à grenat* composées d'un fond feldspathique avec calcite dans les fissures sur lequel flottent les pyroxènes (ferrosalites) et les grenats (grossulaires) ; elles dérivent probablement d'un calcaire impur par métamorphisme de contact. Ces cornes à grenats passent, immédiatement au-dessus, aux cornes amphiboliques et feldspathiques avec lesquelles elles sont associées ;
- *cornes amphiboliques et feldspathiques* : on y distingue, d'une part, un fond feldspathique où subsistent quelques microlites de plagioclases maclés d'albite et, d'autre part, des phénocristaux constitués de hornblende, des plagioclases (andésine à 32 % d'anorthite) et des pyroxènes en voie d'ouralitisation (sur certains échantillons). Les cornes amphibolitiques à texture fluidale des Fervaux (Ouest de chez Dauphant) sont considérées comme des paléolaves andésitiques ayant recristallisé sous l'effet du métamorphisme ;
- *cornéennes calciques* : de couleur claire, elles passent latéralement, en certains endroits, à des cornéennes calciques sombres.

**h2S. Siltites, grès et petits niveaux conglomératiques. Lambeau du bassin de l'Ardoisière.** Ces roches affleurent dans le compartiment occidental, entre Saint-Yorre et le Sichon où elles bordent au Nord le massif de granite de Busset qui les métamorphose ainsi que sur une bande parallèle au Sichon, en aval du moulin Prard.

Dans cette dernière bande, les couches sont très perturbées entre le granite et la faille du Sichon qui les sépare du Complexe d'Arrones. Ce sont des sédiments détritiques terrigènes à alternance de siltites et grès, avec petits niveaux conglomératiques, déposés dans un sillon marin avec rides, d'âge viséen inférieur.

Le faciès commun est une roche grise ou beige, laminée, à lits clairs (grès) et foncés (siltites) alternés. Le terme gréseux est une roche homogène à grain fin ; le terme silteux est homogène à grain non visible à la loupe, à cassure conchoïdale. Les niveaux conglomératiques contiennent de gros éléments roulés et plus ou moins



cassés de quartz et roches siliceuses (surtout lydienne) dans une pâte silto-gréseuse grise.

Au microscope, le granoclassement par lit est peu net ou inexistant et le passage généralement brutal entre lits de grains différents. Quel que soit le grain, on y trouve 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. Ces roches forment une série qui va de siltites micacées plus ou moins sableuses à des grès feldspathiques (ou lithiques) fins à matrice silteuse et conglomérats à matrice gréseuse.

Entre Saint-Yorre et la Goutte-Granval, le faciès silto-gréseux laminé domine. Un système de fractures tertiaires NW—SE et NE—SW a compartimenté ce secteur et provoqué le basculement des couches vers le Nord-Ouest et le Sud-Ouest. À mi-distance entre la Côte et les Petits-Bois et dans le ravin en contrebas, on trouve plusieurs bancs ou lentilles de conglomérat interstratifié dans des faciès gréseux très redressés avec minces niveaux laminés.

Vers l'Est, jusqu'à proximité du Sichon, la formation est surtout gréseuse fine et épouse les contours du massif de granite, avec pendage faillé nord. De part et d'autre du Sichon (Dachez et les Eaux-Blanches), les contacts du granite (limite de la feuille) avec les siltites (et grès subordonnés) sont faillés. Plus à l'Est (jusqu'au moulin Chavan), les siltites laminées suivent le contour du granite et pendent faiblement vers le Nord-Est. On rencontre ensuite, vers l'Est, un compartiment faillé où les couches de siltites (et grès subordonnés) sont extrêmement perturbés, orientés en moyenne NW—SE, mais très redressés, plissotés et finement diaclasés; les contacts se font par faille avec le granite à l'Ouest, avec le complexe andésitique à l'Est. Au Sud d'Arrones, les couches basculées sont pincées entre une faille à l'Ouest et le granite relevé au Sud-Est.

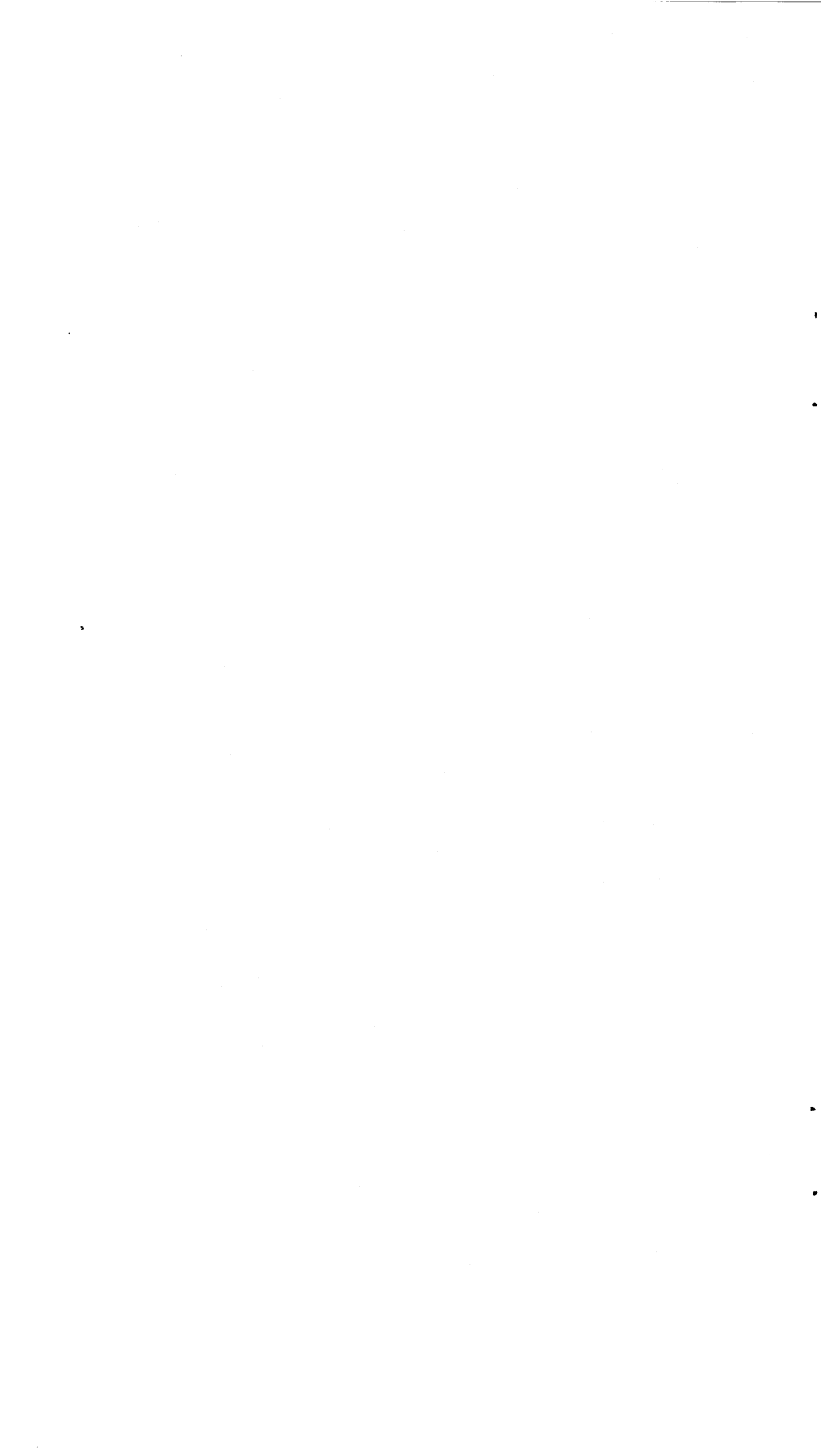
Les siltites et grès sont affectés, dans une bande de 500 à 700 m de largeur, par un métamorphisme de contact dû au granite de Busset. Il en résulte des roches du type schistes tachetés, à petites taches de cordiérite pseudomorphosée par la séricite et à fines paillettes de biotite néoformée. Dans le compartiment faillé d'Arrones, ces schistes tachetés n'affleurent qu'au Sud; ils sont sans doute enfouis ailleurs le long de la faille de l'Ouest, qui masque ici le contact granite-schistes.

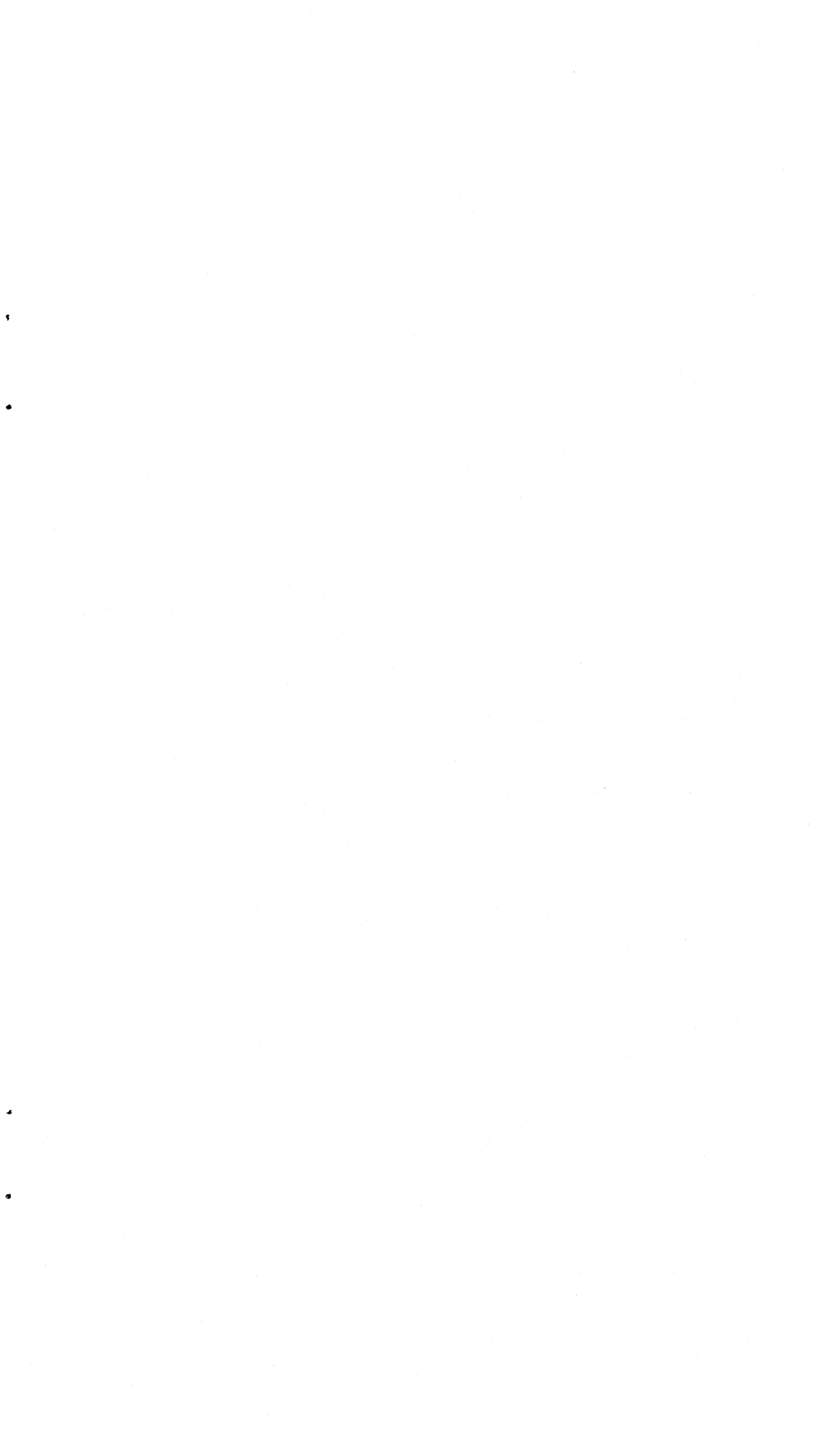
Cette formation azoïque (ou du moins dépourvue de macrofossiles) est antérieure à h2 qui lui succède en continuité (1). Elle est en outre postérieure au complexe andésitique dont elle contient des éléments (lydiennes) dans ses niveaux conglomératiques. Étant donnée la lacune du Tournaisien dans la région, ces sédiments marins à faciès culm sont probablement d'âge viséen inférieur, hypothèse renforcée par une analogie avec une formation fossilifère du Morvan (Saint-Seine) datée de la même façon.

l'h<sup>2</sup>g. **Grès micacés à biotite et cordiérite. Lambeau de Châteldon.** Proche de chez Dauphant affleurent quelques faciès gréseux et silto-gréseux. Ces roches subissent un métamorphisme de contact qui les transforme localement en grès à cordiérite et biotite et schistes tachetés.

h2. **Poudingue.** Cette formation affleure à l'Ouest de la Varre sur environ 200 m de largeur, puis s'amincit vers le Sud jusqu'à une vingtaine de mètres sur la rive droite du ruisseau au Nord de la Croix-du-Bois-Vert (ruisseau de l'ancien moulin Chambrier) et disparaît à ce niveau. Le poudingue succède vers l'Est aux siltites et grès et apparaît à l'Ouest de la faille du Sichon et du Complexe andésitique dont il est encore séparé par une lame de granite porphyroïde tectonisé. C'est un conglomérat polygénique à matière silto-gréseuse, plus ou moins silicifié et à éléments roulés. Au

(1) et dont l'âge a été déterminé par des fossiles : sommet du Viséen moyen.





Nord du petit bassin d'argiles tertiaires on retrouve cette formation sur le territoire de la feuille Vichy, où ces sédiments détritiques grossiers, associés à des faciès littoraux sont datés par des fossiles du Viséen moyen. Le poudingue réapparaît plus au Sud, à l'Est de la faille du Sichon (Ferrières, feuille le Mayet).

La roche est constituée d'une matrice grise contenant des galets roulés, généralement de la grosseur du poing, de roches dures (quartz, roches siliceuses, en particulier lydiennes). Elle est très cataclasée au Sud.

En lame mince, la matrice est silicifiée, avec fissures tapissées de chlorite et épidote; parmi les galets, se trouvent des lydiennes identiques à celles observées en place dans le complexe andésitique.

Le poudingue forme une colline escarpée allongée nord—sud.

Les rapports du poudingue avec les formations qui l'encadrent n'ont pas pu être précisés à l'affleurement. Au Sud, tout est fortement cataclasé et redressé. Sur moins de 200 m, on voit se succéder de l'Ouest vers l'Est : h2S, le poudingue, le granite porphyroïde, des roches du complexe andésitique.

Ce poudingue du moulin Chambrier était considéré auparavant comme situé à la base de h2S, reposant sur le Complexe andésitique. Or, il en est séparé par la lame de granite porphyroïde et la faille du Sichon et se rattache tout naturellement, en prolongement (abstraction faite du bassin argileux tertiaire des Eaux-Blanches) à la formation h2 du bassin de l'Ardoisière, épisode de sédimentation détritique grossière datée par ses fossiles du Viséen moyen et antérieure aux tufs rhyolitiques d'âge viséen supérieur. Il se placerait donc au-dessus de h2S dans la série.

**h2f. Tufs rhyolitiques.** Ils occupent, sur la feuille Maringues, l'extrémité sud du compartiment situé à l'Est de la faille du Sichon et appartiennent au Bassin de Ferrières (feuille le Mayet-de-Montagne). On les rencontre également à la sortie est de Châteldon, en limite du sédimentaire de Limagne. La tectonique et les intrusions granitiques isolent cette formation de celles qui lui sont antérieures et, en l'absence de niveaux sédimentaires, leur géométrie, sans stratification ni orientation, n'est pas connue. Ils constituent, dans le bassin de Ferrières, les niveaux supérieurs de l'ensemble viséen.

Ce sont des roches gris sombre, compactes, à grain fin, structure équante, riches en biotite. En lame mince, on distingue une mésostase cryptocristalline, finement grenue, quartzo-feldspathique, qui emballe des minéraux anguleux plus ou moins cassés et tordus, corrodés par la pâte, sans aucun classement ni orientation. Ce sont du quartz, des plagioclases (oligoclase-andésine) et plus rarement des feldspaths potassiques. La biotite est abondante, plus ou moins chloritisée.

Au contact du granite à grain moyen ou fin, on observe au microscope, dans les tufs, une recristallisation de la biotite en agrégats de petits cristaux, chloritisés.

Ces tufs indiquent un épisode volcanique acide à caractère explosif, daté du Viséen supérieur par les fossiles et la géochronologie dans des formations analogues du bassin de l'Ardoisière (feuille de Vichy).

• **Âge absolu.** Les formations volcano-sédimentaires et sédimentaires du Paléozoïque ont été datées par les fossiles ou par analogie avec les séries du Morvan (cf. tableau n° 1).

Par ailleurs, l'âge viséen a été attribué avec certitude aux tufs anthracifères par plusieurs mesures géochronologiques (carrière des Malavaux, près Cusset, feuille Vichy). Ces mesures indiquent :

328 ± 3 MA — biotite chloritisée à 50 % (Roques et coll., 1963).

318 ± 15 MA — zircon sain (Kosztolanyi, 1970, non publié).

325 ± 5 MA — roche totale (Roques et coll., 1971).

321 ± 13 MA — ? (Cantagrel cité par Roques et coll., 1971).

## Roches éruptives

### Généralités — Chronologie

Les roches éruptives rencontrées sur le territoire de la feuille Maringues font partie des principales formations granitiques de la Montagne bourbonnaise mises en place au cours des grands mouvements orogéniques.

La première granitisation s'est manifestée à la phase sarde et aboutit à la formation du granite calédonien dont les rapports isotopiques de la roche totale (échantillon prélevé à Château-Gaillard) donne un âge absolu de  $506 \pm 18$  MA (Cantagrel et coll., 1970).

Du Dévonien supérieur au Viséen supérieur, on assiste à l'édification des assises volcano-sédimentaires et sédimentaires (cf. ci-dessus) interrompue toutefois aux phases sudète I et sudète II, par la montée des massifs granitiques.

Durant le Viséen, se mettent en place les granites des Bois Noirs (Lachaux, Bois Noirs, Madeleine) datés à 337 MA selon Vialette (1973). Ces granites subissent une recristallisation cataclastique au voisinage des granites du Mayet (Faure, cité par Kurtbas, 1972). Cette seconde granitisation se poursuit vraisemblablement jusqu'au Viséen supérieur; la présence de grandes fractures dans les granites des Bois Noirs favorise l'émission de tufs rhyolitiques dont l'âge est de  $325 \pm 5$  MA (Vialette, 1973).

Au cours de la phase sudète II se met en place, à la faveur d'une tectonique importante au Post-Viséen supérieur, le granite du Mayet-de-Montagne, représenté sur Maringues par le granite de Busset et dont la montée provoque la mylonitisation et la recristallisation des formations de bordure. Le granite porphyroïde du Mayet-de-Montagne comporte aussi, dans sa partie méridionale, des compagnons tardifs équi-granulaires, qui lui sont génétiquement liés (Didier, 1964).

La phase microgrenue est marquée, sur la feuille Maringues, par la présence de nombreuses variétés de roches microgranitiques telles que :

- microgranite porphyrique sombre,
- microgranite porphyrique en laccolite,
- microgranite aphanitique,
- microgranite indifférencié.

### Roches éruptives calédoniennes

$\rho_{\gamma}^{3M}$  **Granite monzonitique porphyroïde à biotite.** Ce granite affleure uniquement dans la partie sud-est du territoire de la feuille. Il constitue la bordure septentrionale d'un massif beaucoup plus développé sur la feuille voisine Thiers où il est connu sous le nom de granite de Château-Gaillard.

À l'extrémité sud-est de la feuille, ce même granite réapparaît sous la forme d'une écaïlle coincée entre deux accidents tectoniques subparallèles de direction N.NW—S.SE.

Le contact avec le granite des Bois Noirs, quoique difficile à rechercher sur le terrain en raison d'une arénisation poussée des deux faciès à gros grain, s'établit sans phénomène de transition marquant.

Nous donnons, ci-dessous tableaux 3 et 4, les études pétrographiques et chimiques comparatives entre un échantillon de référence pris à Château-Gaillard (feuille Thiers) et un échantillon correspondant à un faciès de bordure, peu ou pas porphyroïde (Sud-Ouest de Saint-Rémy-sur-Durolle).

Les mesures géochronologiques donnent les âges suivants :

Granite de Château-Gaillard (s. str.), =  $506 \pm 18$  MA (Cantagrel et coll., 1970)  
roche totale

Granite de Château-Gaillard

. feldspath potassique }  
. plagioclases } =  $312 \pm 18$  MA (Cantagrel et coll., 1970)

Saint-Julien-la-Vêtre ( <i>s. str.</i> ), biotite	}	= 313 ± 9 MA (Roques et coll., 1963)
Granite de Château-Gaillard (Saint-Julien-la-Vêtre faciès grano-dioritique, faciès à tendance syénitique + Bois Noirs sud), roche totale		= 520 MA (Violet, 1973)

## Roches éruptives hercyniennes

### Faciès grenus

γ2-3. **Granite à gros grain, riche en quartz et pauvre en biotite, tendance alcaline (type Bois Noirs).** Ce granite couvre plus de la moitié du socle de la feuille Maringues. Limité à l'Ouest par la plaine de la Limagne, il s'étend vers l'Est en direction du versant sud des Bois Noirs.

Le granite apparaît sur les plateaux en chaos rocheux ou en boules isolées. C'est cependant dans les vallées de la Credogne et du Vauzion que les conditions d'affleurement sont les meilleures.

Il se présente microscopiquement comme un granite leucocrate équigranulaire à gros grain (5 à 10 mm), assez pauvre en micas noirs. Localement, il peut être marqué par une orientation cataclastique (les Peux) ou avoir une tendance porphyroïde.

Selon les auteurs, le granite des Bois Noirs (*s.l.*) peut porter différents noms :

- granite de Lachaux (*s. str.*), à l'Ouest de la faille de Sichon ;
- granite des Bois Noirs (*s. str.*) dans le secteur des Bois Noirs, Palladuc et entre les deux failles du Forez et du Sichon ;
- granite de la Madeleine, à l'Est de la faille du Forez.

Sur la feuille Maringues, le granite de Lachaux se présente en lame mince avec une structure largement grenue ; les quartz automorphes, limpides, sont en grandes plages, comme le feldspath sodi-potassique (microlite et/ou orthose) perthitique, abondant et toujours blanc ; le plagioclase est en gros cristaux subautomorphes acide (An = 10 à 18), zoné et séricitisé, tandis que la biotite peu abondante (moins de 7 % du volume total) apparaît en grosses lamelles isolées, toujours chloritisée, muscovite rare. Les minéraux accessoires reconnus sont : zircon, monazite, sphène, allanite, épidote, uraninite, thorite.

À l'Est de la faille de Sichon, ce même granite affleure vers Doyat, les Genestes et au Sud-Ouest de Bigoutier. Il est le plus souvent affecté par une cataclase plus ou moins intense et comporte des faciès microgrenus en bordure. Il est aussi intrusif dans les roches du complexe andésitique qu'il métamorphose. Entre Vigier et Farillaud, une zone de mauvais affleurements de granite altéré à gros grains, non porphyroïde, clair, avec des passées à micas orientés est peut-être à rattacher au granite de Doyat.

Le tableau n° 5 donne les résultats d'analyse chimique de quelques échantillons du granite des Bois Noirs.

• **Âge du granite des Bois Noirs.** Le granite des Bois Noirs métamorphose les formations du Viséen inférieur et subit une recristallisation cataclastique au voisinage des granites post-viséens de Mayet-de-Montagne ; il est donc viséen. Cet âge a été confirmé par plusieurs mesures géochronologiques :

Mine de Charrier (Madeleine)	— Lépidomélane :	324 ± 16 MA	(Picot, 1954)
Les Biefs (Madeleine)	— Biotite :	321 ± 8 MA	(Roques et coll., 1963)
Etang Reliez	— Biotite :	338 ± 10 MA	(Roques et coll., 1963)
Duret (- 133 m)	— Biotite :	de 325 à 340 MA (Sonet, 1973)	

Goutte de l'Enfer (Bois Noirs)	— Zircon	341 MA	(Kosztolanyi, 1971)
Cascade de Bout (Bois Noirs)	— Zircon	341 ± 15 MA	(Kosztolanyi, 1971)
St Priest-la-Prugne (Bois Noirs)	— Zircon	348 MA	(Kosztolanyi, 1971)
Lachaux (- 62 m)	— Zircon	336 MA	(Kosztolanyi, 1971)
Lachaux (- 55 m) Bois Noirs,	— Zircon	337 ± 13 MA	(Kosztolanyi, 1971)
Lachaux, Madeleine	— roche totale	de 337 MA	(Viallette, 1973)

**TABLEAU 3**  
**Étude pétrographique de granites calédoniens**

<b>Élé- ments de com- paraison</b>	<b>Facès</b>	Granite de bordure (Sud des Bois Noirs) à tendance porphyroïde	Granite de référence : entrée ouest de Château-Gaillard
<i>Pétrographie</i>		Granite à gros grain à biotite, tendance porphyroïde	Granite porphyroïde à grain moyen, riche en biotite, à phénocristaux (2 à 3 cm) de feldspaths blancs
<i>Minéralogie</i>			
Quartz		Subautomorphe, abondant, extinction roulante	Abondant, xénomorphe à extinction roulante, pœcillithique (inclusion de biotite)
Feldspath		Microline + orthose perthitique	Microline plus ou moins perthitique (-2 V=82°)
Plagioclases		Automorphes ou subautomorphes, assez zonés, cristaux légèrement plus grands que le reste	Automorphes et subautomorphes en grands cristaux et souvent altérés (An = 36 %)
Biotite		Quantité moyenne, fraîche, pléochroïque, en lamelles	De formes variées s'insinuant entre les autres minéraux : automorphe à l'état frais ou altérée en chlorite
Autres minéraux		Monazite, zircon, opaques	Épidote, zircon, séricite

**TABLEAU 4**  
**Composition chimique de quelques roches éruptives calédoniennes**

<b>Faciès pétro- graphique</b>	<b>Bois Noirs sud (équigranulaire)</b>	<b>Bois Noirs sud (porphyroïde)</b>	<b>Granite de Château- Gaillard (référence Thiers)</b>	<b>Granite de Château- Gaillard (SW Thiers)</b>
<b>Éléments</b>	x = 697,93 y = 101,70	x = 695,875 y = 098,325		x = 695,95 y = 093,550
<b>Majeurs (%)</b>				
SiO <sub>2</sub>	74,80	68,80	64,25	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,70	15,35	17,00	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	} 1,33	} 2,42	1,10	
FeO			2,60	
CaO	0,54	2,08	2,75	
MgO	traces	0,99	1,45	
Na <sub>2</sub> O	3,12	3,22	3,15	
K <sub>2</sub> O	5,15	5,34	5,40	
TiO <sub>2</sub>	0,19	0,46	0,45	
MnO	0,05	0,04	0,05	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			0,35	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>			1,00	
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>			0,00	
P.F.	0,98	1,01		
<b>Total</b>	<b>99,88</b>	<b>99,71</b>	<b>99,55</b>	
<b>En traces (ppm)</b>				
U	12	4		7
Th	45	34		27
B	< 1	< 3		< 3
Ba	210	790		650
Be	9	4		3
Cr	< 10	13		10
Cu	19	3		3
Ga	17	20		16
Ni	< 3	< 10		< 10
Pb	42	23		32
Sn	13	< 10		10
Zr	100	non dosé		69
V	< 10	33		24
Zn	23	< 31		41
Co	77	non dosé		49
Sr	75	220		135
Yb	3	—		—
Mo	< 10	—		—
Sc	< 31	—		—
<b>Référence</b>	<b>302-CEA-CRR 1968</b>	<b>390-CEA-CRR 1968</b>	<b>4290-Clermont 1968</b>	<b>394-CEA-CRR 1969</b>



**TABLEAU 5**  
**Composition chimique de quelques granites des Bois Noirs (Lachaux)**

Faciès pétro- graphique Éléments	Granite gros grain x = 695,70 y = 111,90	Granite gros grain x = 697,33 y = 109,35	Granite gros grain x = 696,65 y = 105,25	Granite cataclaté x = 697,35 y = 114,00
<i>Majeurs (%)</i>				
SiO <sub>2</sub>	74,20	74,70	76,00	72,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,25	13,35	12,90	14,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> } FeO }	1,63	1,48	0,89	1,92
CaO	0,99	0,20	0,39	0,99
MgO	0,44	0,39	0,20	0,69
Na <sub>2</sub> O	3,41	3,61	3,07	3,21
K <sub>2</sub> O	4,70	5,19	5,35	5,48
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,19	0,15	0,34
MnO	0,05	0,04	0,04	0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>				
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>				
P.F.	1,06	1,10	0,95	1,28
<b>Total</b>	<b>99,88</b>	<b>100,25</b>	<b>99,94</b>	<b>100,47</b>
<i>En traces (ppm)</i>				
U	7	13	5	4
Th	29	33	39	37
B		< 1	6	
Ba			230	
Be		8	5	
Cr		< 10	< 10	
Cu		< 1	5	
Ga		21	14	
Ni		< 3	< 10	
Pb		34	30	
Sn		9	< 10	
Zr		100		
V		< 10	< 20	
Zn		10	< 31	
Co		77		
Sr		85	95	
Yb		1		
Mo		< 10		
Sc		< 31		
<i>Références</i>	256-CEA-CRR 1968	273-CEA-CRR 1968	286-CEA-CRR 1968	290-CEA-CRR 1968

**TABLEAU 6**  
**Composition chimique de**  
**et du Mayet-de-Montagne**

Faciès pétro- graphique  Éléments	Granite porphyroïde  x = 643,90 y = 118,10	Granite porphyroïde  x = 688,25 y = 119,35	Granite porphyroïde  x = 693,45 y = 118,05
<i>Majeurs (%)</i>			
SiO <sub>2</sub>	68,90	67,80	67,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,05	14,20	14,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> } FeO }	2,69	2,68	3,89
CaO	1,37	1,46	2,32
MgO	1,41	1,51	1,43
Na <sub>2</sub> O	3,17	3,75	3,40
K <sub>2</sub> O	4,10	4,58	4,33
TiO <sub>2</sub>	0,44	0,34	0,50
MnO	0,05	0,06	0,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>			
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>			
P.F.	2,31	2,49	1,44
<b>Total</b>	<b>99,49</b>	<b>98,87</b>	<b>99,46</b>
<i>En traces (ppm)</i>			
U	4	9	9
Th	25	23	29
B	< 3	12	< 3
Ba	590	590	590
Be	6	5	5
Cr	24	20	20
Cu	5	22	3
Ga	21	14	17
Ni	< 10	< 10	< 10
Pb	31	28	32
Sn	< 10	< 10	< 10
Zr	non dosé	75	96
V	37	17	21
Zn	31	< 31	< 31
Co	non dosé	25	40
Sr	230	125	125
Yb			
Mo			
Sc			
<i>Références</i>	249-CEA-CRR 1968	252-CEA-CRR 1968	253-CEA-CRR 1968

**quelques granites de Busset (s.s.)  
(référence)**

Granite porphyroïde	Granite porphyroïde	Granite du Mayet (feuille le Mayet-de-Mtgne)	Granite du Mayet
x = 690,42 y = 117,65	x = 690,95 y = 114,50	x = 700,35 y = 119,90	x = 697,70 y = 122,15
68,10 15,40 2,95 1,77 1,33 3,54 4,52 0,49 0,05	69,30 15,50 2,55 0,88 1,18 3,48 5,11 0,49 0,06	67,10 15,00 3,40 2,32 1,72 3,11 5,13 0,61 0,07	68,00 14,55 3,20 2,22 1,82 3,10 4,93 0,44 0,07
1,70	1,76	1,30	1,41
99,85	100,31	99,76	99,74
7 13 < 3 620 5 21 < 3 16 < 10 28 < 10 115 20 < 31 40 110	10 28 < 3 780 5 22 71 23 10 30 < 10 non dosé 33 99 non dosé 230	10 39	9 n. d. < 3 800 6 30 25 21 < 10 23 < 10 non dosé 49 < 31 non dosé 290
254-CEA-CRR 1968	269-CEA-CRR 1968	526-CEA-CRR 1970	77-CEA-CRR 1968

Par ailleurs, les isochrones de la roche totale et de la biotite ont donné le même âge de 337 MA, ce qui indique, selon Vialette (1973), que le massif des Bois Noirs s'est refroidi très rapidement.

**07. Zone à recristallisations et à structure orientée d'origine cataclastique.** Les phénomènes de recristallisation et d'orientation des minéraux sous l'effet de cataclase ont été étudiés aux environs de Lachaux (sondages effectués par le Commissariat à l'énergie atomique à Duret :  $x = 696,0$ ;  $y = 112,6$ ) et entre les Peux et moulin Bigay (Lê Van Tiet, 1975).

Le granite à structure grenue type Bois Noirs (Palladuc) est cataclasé avec quartz à extinction roulante et parfois étiré, feldspath perthitique, oligoclase (albite minuscule dans feldspath sodi-potassique), biotite chloritisée, myrmékite.

La recristallisation se produit au niveau des minéraux, notamment la biotite, le quartz et quelquefois les feldspaths.

La silification peut accompagner la cataclase qui provoque, en certains niveaux des sondages, des réactions de contacts intergranulaires avec apparition de myrmékites et des structures graphiques.

La structure orientée d'origine cataclastique s'observe aussi bien dans les échantillons superficiels que dans les roches profondes ( $- 190$  m) aux environs des accidents tectoniques du type Nord—Sud.

Le faciès recristallisé se retrouve plus au Sud, aux environs de Bonneval (Sud-Est de Châteldon) et à l'extrême Nord-Est de la feuille.

**$p\gamma_{\text{Bas}}^3$ . Granite porphyroïde calco-alkalin à biotite (et amphibole).** Le granite porphyroïde affleure dans deux zones distinctes : dans le compartiment occidental (granite de Busset) et dans le compartiment oriental (granite du Mayet-de-Montagne) où il n'occupe qu'une très mince bande, rarement affleurante, dans l'angle nord-est de la feuille.

Au Nord du massif de Busset, le granite porphyroïde est intrusif dans les siltites et grès (h2S) qu'il métamorphose. À l'Est de l'Oyon, le granite du Mayet-de-Montagne apparaît en pointements à contact net dans le Complexe andésitique.

Ce sont des granites porphyroïdes calco-alkalins à biotite; celui du Mayet contient de l'amphibole de façon plus habituelle que celui de Busset.

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

Au microscope, les deux granites ont une texture grenue porphyroïde, à quartz automorphe, feldspath potassique (orthose, plus rarement microlite), plagioclase (en moyenne oligoclase basique) automorphe zoné, myrmékite rare autour des plagioclases et gros porphyroblastes d'orthose souvent zonés, perthitiques et maclés Carlsbad. La biotite est en gros cristaux, plus chloritisée dans le granite de Busset. La hornblende verte est en général présente dans le granite du Mayet où l'augite, rare, est le plus souvent pseudomorphosée par l'amphibole. Sphène, allanite, apatite sont abondants.

La composition chimique de ces roches les classe parmi les granites calco-alkalins à tendance monzonitique (tableau n° 6). L'absence de variations 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 namurien (310-315 MA; Vialette, 1973). Di Nota (1970) a cité l'âge de  $321 \pm 7$  MA accordé aux biotites d'un granite du Mayet prélevé près d'Arrones. Ce granite métamorphose les assises volcano-sédimentaires et sédimentaires sus-jacentes.

Les rares affleurements du granite du Mayet, dans le cadre de la feuille,

montrent un faciès constant. Il en est de même pour le granite de Busset (au moins dans la partie observée). Il présente normalement en bordure une zone de différenciation aplitique prolongée dans les siltites et grès par un chevelu d'aplite. Son contact avec h2S est localement faillé, de part et d'autre du Sichon et près de Saint-Yorre, avec forte cataclase.

Le granite de Busset est postérieur à h2S, estimé viséen inférieur. À l'échelle régionale, Kurtbas (1972) situe la mise en place des granites porphyroïdes (Mayet-de-Montagne et Busset-la Guillermie) pendant une phase tectonique est-ouest post-viséenne : phase sudète II de l'orogénèse hercynienne (Namurien).

$\gamma_b^3$ . **Granite à grain fin, calco-alkalin à biotite rare.** Nettement intrusif dans le complexe andésitique vers Maugaret et au Sud de Morand, ses contacts et ses relations avec les granites du Mayet et du Doyat sont mal connus. Près d'Arrones, il est intrusif dans les siltites (h2S) et paraît bien être à cet endroit une différenciation aplitique du granite porphyroïde. Notons que, sur au moins 1 km de largeur, la zone située à l'Est de la faille du Sichon est extrêmement cataclasée, voire mylonitisée, d'où la difficulté à identifier les formations avec certitude et la possibilité de confusion entre certains faciès.

La roche est à grain moyen à fin, rougeâtre, à structure équante, riche en quartz, à biotite peu abondante (sauf au Sud-Est de Doyat où le faciès à grandes biotites rappelle certains microgranites). On observe parfois un développement porphyroblastique des feldspaths potassiques. En lame mince, l'orthose subautomorphe est perthitique maclée Carlsbad; le plagioclase (oligoclase acide) xénomorphe est séricitisé, la biotite rare est chloritisée.

Le tableau n° 7 indique la composition chimique de quelques granites à grain fin rencontrés sur le territoire de la feuille Maringues. La rareté de la biotite se traduit dans l'analyse chimique de la roche totale, par des faibles teneurs en Fe, Mg et Al.

#### **Faciès microgrenus**

$\mu\gamma^3$ . **Microgranite porphyrique en laccolite.** Les microgranites porphyriques se présentent en gros filons (souvent plus de 100 m de puissance) ou corps laccolitique, dont l'orientation générale est sensiblement W.SW—E.NE. La roche est beige, grise ou rose, avec des phénocristaux de quartz, plagioclase, feldspath potassique et de la biotite dans une pâte microgrenue ou localement sphérolitique.

Résistant mieux à l'érosion météorique que le granite porphyroïde du Mayet-de-Montagne qu'il accompagne, le microgranite porphyrique s'observe souvent en crêtes allongées, au Sud et à l'Est de Busset, à l'Est d'Arrones, ainsi que dans le fond des vallées au Sud-Est de Saint-Yorre.

On le rencontre aussi aux environs de Châteldon où son état non rétomorphosé (biotite en lamelles fraîches et pléochroïques) montre qu'il est postérieur au granite le plus jeune (Mayet-de-Montagne). Sa structure est microgrenue porphyroblastique. Le quartz en mosaïque et les plagioclases forment la mésostase. Les phénocristaux de taille moyenne sont : microline et/ou orthose pœcilitique, plagioclases séricitisés, quartz en cristaux automorphes, biotite fraîche.

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

$\mu\gamma$ . **Microgranite porphyrique, sombre.** Aux environs des Bernards et des Rouchons, on rencontre des boules de microgranite très solides, à phénocristaux blancs noyés dans une pâte aphanitique noire.

Au microscope sont distingués deux temps de cristallisation bien séparés :

- phénocristaux peu nombreux mais très nets, constitués de porphyroblastes blancs de microline pœcilitique et de plagioclases séricitisés;
- mésostase microgrenue, très riche en micropegmatites, de couleur sombre, composée de quartz (peu abondant) en plage ou en petits grains dispersés

TABLEAU 7

Composition chimique de

Faciès pétrographique Éléments	Granite calco-alcalin à biotite	
	x = 697,55 y = 117,65	x = 689,95 y = 116,30
<i>Majeurs (%)</i>		
SiO <sub>2</sub>	72,10	69,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,20	14,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> } FeO }	1,97	2,38
CaO	0,64	1,28
MgO	traces	1,23
Na <sub>2</sub> O	3,60	3,44
K <sub>2</sub> O	5,48	5,62
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,39
MnO	0,04	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>		
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		
P.F.	1,18	1,74
Total	99,36	99,92
<i>En traces</i> (ppm)		
U	10	11
Th	35	46
B		< 1
Ba		900
Be		8
Cr		38
Cu		9
Ga		18
Ni		10
Pb		52
Sn		< 3
Zr		280
V		22
Zn		72
Co		35
Sr		320
Yb		< 1
Mo		< 10
Sc		< 31
<i>Références</i>	243-CEA- CRR 1968	255-CEA- CRR 1968

quelques granites à grain fin.

Granite alcalin à biotite rare (ou absente)			
x = 691,30 y = 111,70	x = 697,05 y = 103,60	x = 693,95 y = 120,10	x = 692,60 y = 120,30
79,30 10,50 0,64 0,44 traces 3,12 4,90 0,02 0,01	78,10 11,90 0,49 traces traces 3,02 4,85 traces 0,04	78,20 11,70 0,39 0,44 traces 3,17 4,25 traces 0,01	76,70 12,10 0,84 0,69 0,10 3,22 4,40 0,05 0,03
0,88	1,08	1,03	0,99
99,81	99,48	99,19	99,12
7 27	7 40	20 56 < 1 165 < 3 < 10 36 14 < 3 36 < 3 < 50 < 10 < 10 110 170 2 < 10 < 31	10 37
262-CEA- CRR 1968	282-CEA- CRR 1968	245-CEA- CRR 1968	246-CEA- CRR 1968

TABLEAU 8  
Composition chimique de quelques

Éléments	Faciès pétrographique	Porphyrique I x = 692,05 y = 117,65	Microgranite porphyrique II	
			à biotite x = 698,95 y = 116,30	à cordiérite x = 692,30 y = 108,40
<i>Majeurs (%)</i>				
SiO <sub>2</sub>		70,70	69,00	66,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		14,35	14,80	15,65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	}	1,91	2,38	2,87
FeO				
CaO		1,72	1,28	1,28
MgO		1,18	1,23	1,28
Na <sub>2</sub> O		3,09	3,44	3,39
K <sub>2</sub> O		4,81	5,26	5,41
TiO <sub>2</sub>		0,34	0,39	0,47
MnO		0,05	0,04	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>				
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>				
P.F.		1,76	1,74	1,61
Total		99,91	99,56	98,90
<i>En traces (ppm)</i>				
U		11	11	7
Th		non dosé	45	non dosé
B		< 1	< 1	
Ba		920	900	
Be		8	8	
Cr		54	60	
Cu		2	9	
Ga		17	18	
Ni		8	10	
Pb		52	52	
Sn		< 3	< 3	
Zr		250	280	
V		22	22	
Zn		70	72	
Co		45	25	
Sr		440	320	
Yb		< 1	< 1	
Mo		< 10	< 10	
Sc		< 31	< 31	
Références		248- CEA-CRR 1968-1969	255- CEA-CRR 1968-1969	271- CEA-CRR 1968



**microgranites de la feuille Maringues**

Microgranite aphanitique ou peu porphyrique (texture sphérolitique)		
x = 694,15 y = 116,20	x = 694,10 y = 114,65	x = 692,075 y = 116,000
75,80	73,80	72,70
11,90	13,50	13,70
1,51	1,08	1,48
0,66	0,44	0,93
traces	traces	traces
3,32	2,95	3,45
5,70	5,51	5,67
0,08	0,21	0,19
0,01	traces	0,01
0,87	1,55	1,39
99,85	99,04	98,59
14	9	12
49	39	51
< 1		< 1
76		1050
10		7
< 10		< 10
3		2
13		14
< 3		3
26		42
< 3		< 3
200		300
< 10		< 10
< 10		10
50		30
15		200
1		< 1
< 10		< 10
< 31		< 31
264- CEA-CRR 1968-1969	258- CEA-CRR 1968	265- CEA-CRR 1968-1969

dans de fines lamelles de biotite chloritisée, d'épidote (zoïsite) et de minéraux opaques.

$\mu\gamma$ . **Microgranite aphanitique.** Dans la région sud-est de Busset, une formation microgranitique recouvre le granite porphyroïde sous forme d'une véritable « nappe ou coulée » (Poughon et Moreau, 1955).

Ce microgranite est constitué d'une pâte aphanitique, de teinte généralement beige à l'état altéré et sombre en cassure fraîche, avec phénocristaux très petits mais le plus souvent absents.

Des filons de même nature, généralement peu puissants, recoupent aussi près de la faille du Sichon les granites de Lachaux et du Mayet. Ils se développent également dans toutes les formations avoisinantes (terrains du lambeau de l'Ardoisière).

Au microscope, le microgranite aphanitique a une structure microgrenue très fine et parfois floue. Sur une pâte cristallisée (petits cristaux de quartz et de plagioclases) flottent quelques quartz automorphes mais corrodés, des phénocristaux de microcline, de plagioclases séricitisés et des lamelles de biotite, chloritisées, pourvues de petites concentrations d'oxyde de fer.

$\mu\gamma$ . **Microgranite indifférencié.** Il se trouve sous forme de petits filons dont l'altération assez importante ne permet pas de le rapporter à l'une des catégories de microgranite mentionnées plus haut.

#### Filons

Q. **Quartz.** Les émissions siliceuses soulignent généralement les lignes de fractures principales; elles sont souvent elles-mêmes sectionnées par un système tectonique ultérieur. Constituant généralement l'ossature des crêtes topographiques (partie sud-est de la feuille), les filons quartzeux sont quelquefois mis à découvert par l'érosion sur les grands axes de drainage.

La puissance des filons est variable, de quelques décimètres à plus de 1 mètre. La structure de la roche est généralement saccharoïde, avec associations, en certains points, de sulfures de cuivre, plomb, zinc, arsenic et minéralisations uranifères (voir substances minérales).

v. **Lamprophyres.** Uniquement localisés dans le Sud-Est de la feuille, ils apparaissent aussi bien dans le granite des Bois Noirs que dans celui de Château-Gaillard. Les intrusions, réduites à des puissances inframétriques, sont, à l'affleurement, de mauvaise qualité (altération sableuse brun foncé).

$\alpha\gamma$ . **Aplite.** Les filons d'aplite, répartis essentiellement à l'intérieur du massif granitique des Bois Noirs, sont considérés comme la phase tardive de mise en place du granite. Leur puissance est variable, mais généralement supérieure au mètre. Il arrive qu'un plan d'érosion (versant de thalweg) coïncide avec le plan que constitue le toit d'un filon. Cette conjugaison amène la création de vastes surfaces d'affleurements aplitiques.

La roche, à grain fin et biotite, passe quelquefois à une structure plus large et se rapproche du pôle grenu avec apparition de la muscovite.

p. **Rhyolite.** Au Sud d'Arronnes, proche du hameau des Prards affleure une roche claire, aphanitique, à faciès rhyolitique. Localisée en bordure du massif microgrenu à faciès aphanitique, il est vraisemblable que cette roche, traduite dans la topographie par un gisement filonien, constitue la bordure « figée » du laccolite microgrenu.

#### FORMATIONS SÉDIMENTAIRES TERTIAIRES ET COLLUVIONS DÉRIVÉES

Après une très longue période couvrant l'ère secondaire et la quasi-totalité de l'Éocène (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 de Limagne, 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'épaisseur 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. Cette séquence A peut localement être totalement absente (sondage Martres-sur-Morge). Sa mise en place succède à une phase tectonique majeure. La séquence B<sub>1</sub> caractérisée par ses dépôts salifères 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 B<sub>1</sub> ne semble pas s'étendre vers le Nord au-delà du seuil de Saint-Pourçain.

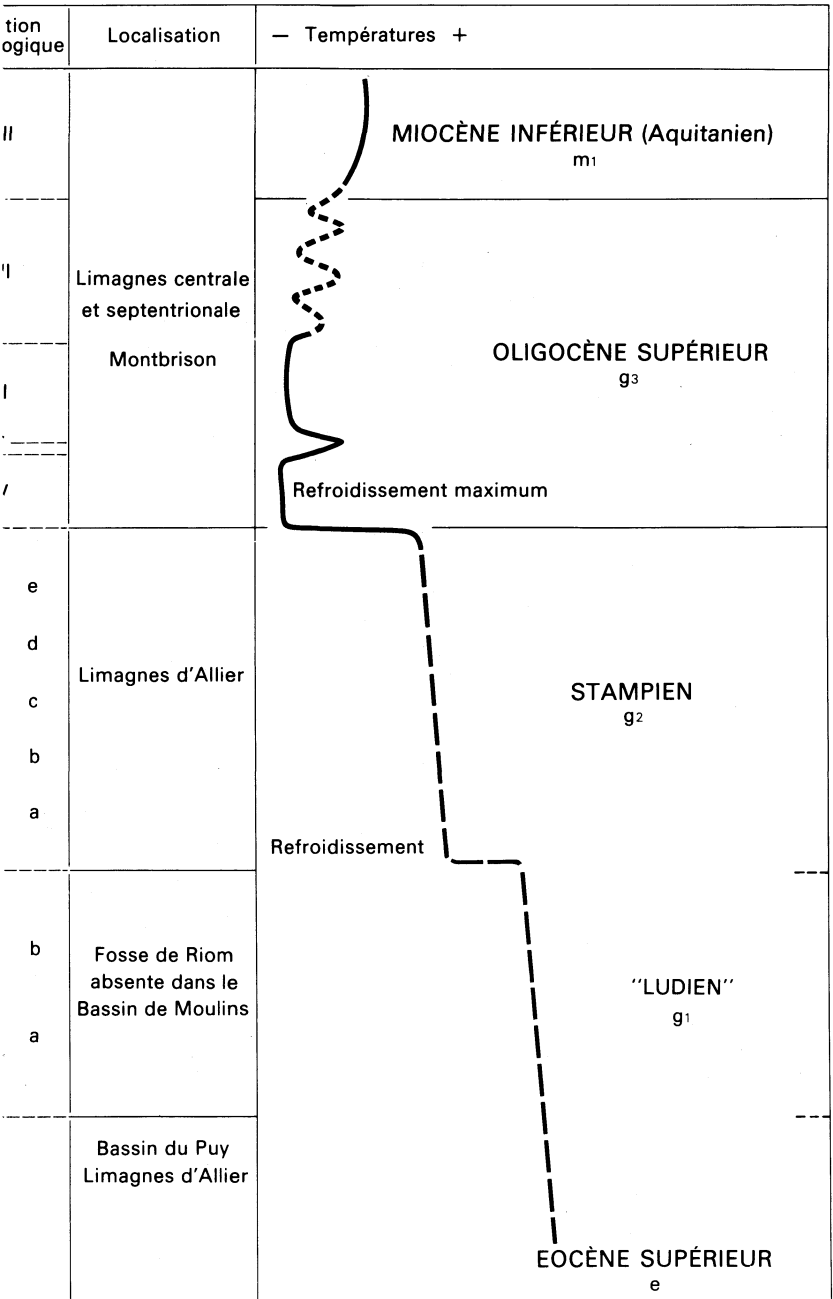
Au cours de l'Oligocène, une nouvelle phase tectonique majeure (avec deux épisodes principaux, l'un stampien, l'autre oligocène supérieur) intéresse tout ou partie du bassin et permet le dépôt de la séquence B<sub>2</sub>-C dont le terme inférieur B<sub>2</sub>, d'âge stampien et de caractère lagunaire, a une aire d'extension comparable à celle de la séquence A. Le terme supérieur continental C (Oligocène supérieur—Aquitainien) a une aire de répartition beaucoup plus réduite. La régression est progressive, les terrains correspondant aux zones stratigraphiques de Cournon 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 atteint un maximum à l'aplomb de la fosse de Riom et est probablement encore du même ordre dans le bassin de Randan. Sur la feuille Maringues comme sur celle de Vichy au Nord, l'essentiel des terrains semble devoir être rapporté à la zone supérieure; aucune datation de la zone inférieure n'a été obtenue. Le niveau de Moulins n'est à l'heure actuelle identifié qu'en Limagne bourbonnaise (1/50 000 Moulins et Saint-Pourçain-sur-Sioule), celui de Saint-Gérand-le-Puy—Montaigu-le-Blin (Aquitainien) n'est signalé que dans la proximité immédiate de ces localités. Il semble toutefois que les formations aquitainiennes (marnes et argiles à Mélanies) de Gergovie (1/50 000 Clermont-Ferrand et Veyre-Monton) doivent lui être rattachées.

Sur le territoire de la feuille Maringues les dépôts d'âge tertiaire couvrent de larges étendues. De par leur nature friable (sables et marnes essentiellement) leur observation en affleurement naturel est rendue très difficile par la présence fréquente de formations superficielles diverses. De plus, le long de l'Allier et de la Dore, d'importants dépôts alluviaux constituent de larges zones aveugles.

Fig.1 – Variations minéralogiques, paléontologiques

	Séquences principales	Associations argileuses	Faune	Zon palyno
C	Marnes et récifs	I-M	Faune de Montaigne-le-Blin <i>Cepaea moroguesi</i>	V
	Détritique bordier	K-I-M		
	Marnes et récifs	I-M	Faune de Moulins <i>Cepaea subsulcosa</i>	V
	Détritique bordier	K-I-M		
	Marnes et récifs	I-M	Faune de Pont-du-Château <i>Caseolus ramondi</i>	V
	Marnes vertes	I-M		
B <sub>2</sub>	Marnes et "schistes" papyracés	K-I-M	Lembron St-Germain-des-Fossés	III
	Détritique bariolé	K-I-M		
B <sub>1</sub>	Marnes et "schistes" papyracés avec série salifère (fosse de Riom)	I-M		II
	Détritique bariolé	K-I		
A	Calcaire		Ronzon	
	Gypse (Le Puy) Marnes	I-M		
	Détritique bariolé	K-I		

**s et climatiques de la série tertiaire des Limagnes**



### 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. Aucun d'entre eux n'a été effectué sur le territoire de la feuille, aussi la nature de ces couches doit-elle être déduite de celle rencontrée dans les sondages les plus proches. Un essai de corrélation de ces forages est tenté dans la figure 2. Une grande disparité apparaît dans les successions enregistrées selon leur position géographique. Le cadre structural restitue ces coupes selon les différentes aires géologiques. Ainsi la succession lithologique présente dans le bassin de Randan semble pouvoir être caractérisée par celle du forage Aigueperse 101 effectué dans son extrémité occidentale. Toutefois, ce forage montre d'importantes formations détritiques à sa base liées très probablement à la proximité du seuil bordier. Il est raisonnable d'envisager pour le centre du bassin de Randan une succession plus argilo-calcaire telle que celle rencontrée dans le forage de Martres-sur-Morge. Les données géophysiques (A. Morange, F. Héritier, J. Villemin, 1971) permettent d'estimer une puissance maximale de 1 200 à 1 300 m au centre de ce bassin.

### Terrains affleurants

Les unités cartographiques ont été définies sur des critères chronostratigraphiques (datation par faune et flore, relations géométriques) et lithologiques. Les notations font apparaître la chronologie relative : g3 Oligocène supérieur, g2 Stampien, g Oligocène indéterminé, e-g Éocène à Oligocène... parfois précisée de la zone palynologique lorsque cela a été possible, celle-ci apparaissant alors entre parenthèses (\*). Dans les séries complexes, la lithologie apparaît par l'adjonction de lettres majuscules : C calcaire dominant, M marnes et argiles, MS marnes et sables, S sable, K grès arkosique, P poudingues-conglomérats.

**III. Argiles du bassin de la Chapelle d'âge tertiaire indéterminé.** Dans l'angle nord-est de la feuille, un petit bassin d'effondrement 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. À l'affleurement, les dépôts en présence 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 « sidérolithique », 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 profondeur n'ont pas atteint de roche saine.

**e-g. Argiles et sables quartzo-feldspathiques bariolés rouges et verts, localement conglomératiques, d'âge éocène à oligocène (partie inférieure), en place ou faiblement remaniés.** Cette formation représente la plus ancienne connue du remplissage tertiaire des Limagnes et de la plupart des bassins similaires du Massif Central. Elle est observable sur de grandes surfaces sur les bordures orientales et méridionales où des mouvements de surrection postérieurs à leur dépôt ont provoqué leur mise à nu.

Sur les bordures orientales, elle n'apparaît qu'au niveau de petits bassins

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

annexes (Ébreuil, Combrondes, Saint-Agoulin, Châtelluguyon). Les forages exécutés dans le bassin ont montré sa quasi-permanence à la base des séquences A, B<sub>1</sub> et plus exceptionnellement B<sub>2</sub>; très localement, elle peut être absente comme sur le seuil de Martres-sur-Morge.

L'ensemble détritique bariolé est constitué d'une alternance d'argiles, de sables argileux et de sables conglomératiques. À Néval (Châteldon), les galets sont constitués par du quartz, granite, microgranite, tufs, rhyolite, lydienne, schistes tachetés, provenant du socle paléozoïque avoisinant. Une observation similaire est faite à Mariol, au Bois-de-la-Vaure et aux Narces (les Bregères).

L'analyse minéralogique de matériaux argileux révèle pour la fraction grossière la présence de quartz et de feldspaths potassiques en faible proportion. La fraction argileuse est constituée par un mélange à kaolinite dominante associée à de l'illite.

L'allure et la composition des strates laissent suggérer une origine à dominante fluviatile. On ne peut toutefois exclure la présence de dépôts aériens. Les horizons à dominante argileuse dont la sédimentation résulte essentiellement de processus de décantation pourraient avoir une origine lacustre.

L'âge de la mise en place est difficile à établir en l'absence d'intercalations carbonatées lacustres fossilifères dans ces zones d'affleurements. L'étude régionale permet toutefois de penser qu'elle a débuté au cours de l'Éocène, époque probable de développement des altérites (Sidérolithique) et qu'elle s'est localement poursuivie au cours de l'Oligocène basal.

**gS, gK, gP. Sables argileux, quartzo-feldspathiques et argiles vertes alternées, localement grésifiés (gK) ou conglomératiques (gP) en place ou faiblement remaniés, d'âge oligocène indifférencié.** Cette formation détritique, largement développée sur le territoire de la feuille Thiers, est ici limitée aux rives gauches de la Dore et de l'Allier et ne dépasse pas vers le Nord la vallée du Vauziron (Châteldon). Elle recouvre soit les formations détritiques bariolées (e-g) soit directement le socle paléozoïque. Vers l'Ouest, elle passe latéralement à des marnes d'âge non déterminé.

Son étude sur la feuille Thiers a permis d'établir que cette formation représente un dépôt bordier de type torrentiel, fluviatile et lacustre qui s'est mis en place au cours du Stampien et de l'Oligocène supérieur. Vers le centre du bassin elle trouve son équivalence dans des séries argilo-calcaires. Le bassin de Thiers a, au cours de l'Oligocène, enregistré une quasi-permanence des mouvements de surrection des monts du Forez; un paroxysme semble être atteint à l'Oligocène supérieur avec l'épandage d'importantes formations conglomératiques depuis Châteldon jusqu'à Courpière.

**gS. Alternance de sables fins et grossiers et d'argiles sableuses généralement très peu évolués; les particules sableuses sont constituées de quartz et d'abondants feldspaths.** Les teintes varient du gris au vert. L'allure des stratifications laisse suggérer une origine fluviatile à fluvio-lacustre. La fraction argileuse est constituée d'un mélange variable de kaolinite, illite et smectites.

**gK. Grès quartzo-feldspathiques.** Très localement, les sables ont subi une grésification. Le phénomène a déjà été reconnu en maints endroits de Limagne; il affecte généralement des dépôts d'âge stampien et se développe préférentiellement à proximité des bordures (sables plus poreux, silicification liée à des rejeux de failles).

**gP. Conglomérats.** Mêlés aux sables se développent des conglomérats généralement très hétérométriques à blocs anguleux et arrondis mêlés. Leur distinction est rendue très délicate en absence de coupe fraîche. En effet la majeure partie des blocs est constituée de roches granitiques altérées en place, lesquels s'effritent en surface et disparaissent. Seuls sont conservés lorsqu'ils sont présents les blocs de roches dures tel le quartz.

Aux alentours de Palière, les croupes sont recouvertes de galets de quartz concentrés en surface, seuls indices visibles de la présence de conglomérats. En bordure du socle de fortes accumulations similaires ont une origine plus complexe, il s'y ajoute des éléments de quartz arrachés à des filons recoupant le socle et émergeant parfois en paléoreliefs dans les formations oligocènes.

**g2. Argile d'âge stampien.** L'apparition de cette argile, affleurant au Nord de Saint-Yorre est le fait d'un accident tectonique (faille N-S). Il s'agit d'une argile gris verdâtre, compacte, un peu sableuse, épaisse de plusieurs mètres, en transgression sur les formations volcano-sédimentaires du Dévono-Dinantien et dont la composition minéralogique est : kaolinite 20 %, smectite 70 % et illite 10 %.

Un échantillon prélevé aux Fiats (Saint-Yorre) à 3 mètres de profondeur, sur la feuille Vichy, indique un âge stampien d'après étude palynologique (J.-J. Châteauneuf, 1974). Représentée ici par un faciès argileux, elle trouve probablement son équivalent plus au Nord dans la série des arkoses du bois de Bas (les Grivats).

**g3 MS. Sables et argiles à passées marneuses, d'âge oligocène supérieur.** Cet ensemble n'est représenté, sur la carte, qu'au Nord de Saint-Yorre, au lieu-dit les Andreaux. C'est plus au Nord, sur la feuille Vichy, que cette unité trouve son maximum de développement. Mal défini, ici, en raison des seules observations de surface, il semble que ce soit les sables grossiers à petits galets de quartz avec quelques blocailles émousées constituées de roches du Viséen qui dominent; cependant, des horizons argileux et carbonatés paraissent être intercalés.

En limite sud de la feuille, le long de la vallée de la Dore, un passage latéral entre des formations marneuses g3M et des formations argilo-sableuses gS a été observé. Dans ce cas particulier, la distinction cartographique a été maintenue comme elle l'avait déjà été sur la carte Thiers.

**g3M. Marnes et argiles vertes à *Cypris*, à petits édifices récifaux dispersés, d'âge oligocène supérieur.** Les marnes et argiles, verdâtres, beiges, grises ou blanchâtres sont largement représentées sur la feuille Maringues, régulièrement litées en bancs décimétriques à métriques, de dureté variable suivant le rapport argiles-carbonates, calcitiques (10 à 55 % de calcite); leur fraction argileuse est constituée de smectites (50 à 60 %) et d'illite (40 à 50 %); elle est exceptionnellement monominérale (100 % d'illite) comme l'indique un échantillon prélevé à Chanteloup en bordure de la D91e. Rarement fossilifères, à l'exception des Ostracodes (*Cypris*) et des Hydrobies, elles renferment dans certaines zones des formations récifales algaires en petites constructions éparses, notamment aux environs de Brugheas, Beaumont-lès-Randan et Pruns. Certains horizons peuvent être riches en matière organique comme le révèle l'étude effectuée sur un échantillon en provenance des Taureaux (Brugheas) qui en contient 11,60 %.

Des datations palynologiques (16 sur l'ensemble de la feuille) ont révélé un âge oligocène supérieur, zones V et VI (Pont-du-Château) uniquement.

La zone inférieure de Cournon ne semble pas exister au moins à l'affleurement en rive gauche de l'Allier. L'incertitude subsiste en rive droite où aucun résultat positif n'a été obtenu et où des terrains plus anciens apparaissent. Dans les forages occidentaux, des marnes rapportées à la zone IV ont été reconnues.

**g3C. Calcaires concrétionnés (récifs), calcarénites, marnes, d'âge oligocène supérieur.** Cet ensemble n'affleure qu'au Nord-Ouest du territoire de la feuille, aux environs de Charmes et de Biozat. Constitué surtout de récifs, il offre un paysage de buttes. 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), à laquelle est lié l'aspect particulier « en choux-



fleurs», (\*) formé de petites masses arrondies constituées par des croûtes stromatolithiques concentriques qui enveloppent les récifs de tubes de *Phryganes*. Y sont associés en alternance des calcaires beiges en plaquettes, des calcarénites et des marnes à *Cypris* qui constituent l'essentiel du matériel encaissant. Souvent recouvert de produits d'altération (sols bruns argilo-calcaires) sur quelques décimètres d'épaisseur, ce qui ne permet pas de l'observer en coupe.

À la base de cette série, on peut observer sur plusieurs mètres des sables calcaires oolithiques soulignés par d'anciennes petites exploitations ouvertes au gré des besoins et destinées à l'entretien des chemins, comme au Petit-Château.

**Cg. Colluvions alimentées essentiellement par les formations oligocènes.** Un système de surcharge est employé pour établir des subdivisions lorsque la lithologie montre une affinité principale avec l'une ou l'autre des séries oligocènes.

● **Fragments calcaires, marne.** À l'Ouest d'Effiat, le bas versant est recouvert de matériaux fins argilo-calcaires et de débris cryoclastiques calcaires provenant de formations récifales. La proportion des fragments calcaires y est importante et varie en fonction de la mise en culture qui fait apparaître ou au contraire dissimule les blocs.

● **Marne, argile.** Les colluvions argilo-calcaires, parfois à petits débris de calcaires récifaux sont issues de l'altération des formations marneuses largement répandues sur le territoire de la feuille. Elles n'ont été représentées que lorsque leur puissance est métrique; leur présence reste toutefois générale. Dans les bas de pente, elles passent insensiblement aux colluvions de fond de vallon (C).

● **Galets d'origine alluviale, mêlés aux colluvions argilo-calcaires ou en placage résiduel sur le substrat oligocène.** À de rares exceptions près les formations superficielles dérivées des terrains oligocènes ont été polluées par des matériaux alluviaux : galets essentiellement et sable, provenant des formations FL et des alluvions quaternaires. Ces galets résiduels ne constituent qu'un faible volume de colluvions mais leur concentration superficielle peut parfois prêter à confusion.

### FORMATION 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 Loïc Le Ribault (1972) rapportent la partie supérieure du Bourbonnais au Pliocène moyen ou supérieur.

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

Les formations comprises dans cet ensemble subsistent, en rive gauche de l'Allier, en témoins d'importance inégale, très découpés par le réseau hydrographique. Ce sont les vestiges les plus méridionaux d'un vaste ensemble se confondant avec les Sables de Sologne. Le substrat marneux sur lequel reposent les Sables et argiles du Bourbonnais est affecté, entre Randan et la limite nord de la feuille, d'une forte pente, concordant avec le profil observé sur Vichy. L'altitude de son toit passant de 390 à 355 m donne une déclivité de sens nord—sud supérieure à 4‰, égale à celle de la surface des sables.

Mais si l'on considère le témoin des Minots, au Sud (toit à 412 m, base à 395 m)

(\*) M. Donsimoni, 1977.

la déclivité moyenne n'est plus que de 3,3‰. La rupture de pente constatée entre cette butte et Randan est peut-être due à un accident tectonique post-bourbonnais dont l'axe a été emprunté par la vallée du Buron.

Les figures de sédimentation observées témoignent du caractère essentiellement fluvial du dépôt; les épisodes lacustres, soulignés par des argiles grises à végétaux, ne se manifestent qu'en aval. Malgré l'irrégularité structurale de détail liée au type de dépôt, une lithostratigraphie sommaire peut être dégagée; trois niveaux sont distingués sur Maringues.

FL(1). **Sables grossiers à galets et gravier.** À 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 des 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, silix, plus rarement basaltes et d'autres roches très altérées indéterminables; leur ensemble représente une faible part du sédiment global.

Le lessivage de ces sables donne un cailloutis superficiel très riche en quartz et en silix, aspect sous lequel le niveau de base du Bourbonnais apparaît le plus fréquemment. Les matériaux sont toujours bien roulés, leur taille est comprise entre 3 et 10 cm. Le quartz est blanc, parfois rougeâtre en surface. Les silix, 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 chocs ou des stries irrégulières ressemblant à des coups d'ongle. Les associations fossilifères que révèle leur examen en lame mince (spicules de Spongiaires, Échinodermes, Foraminifères communs) évoquent une origine jurassique plutôt que crétacée (cf. 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 le territoire de la feuille Maringues. Ces bois indiquent toujours la proximité du substrat marneux.

Cependant de rares coupes montrent qu'il existe, localement (Beauvezet, les Fourneaux), un véritable cailloutis dont la composition est voisine de celui des hautes terrasses de l'Allier: quartz, basaltes à cortex blanchâtre, granites abondants; mais la répartition des points d'observation permet seulement de supposer l'existence de traînées de matériel grossier au sein des dépôts sableux observés par ailleurs.

FL(2). **Argiles, silts et sables.** Des sédiments fins se superposent parfois, sans discontinuité sédimentaire caractérisée, aux sables grossiers de la base. Dans les faubourgs nord-ouest de Randan, secteur dans lequel ces dépôts sont localisés, des fouilles peu profondes, vestiges d'une exploitation poussée montrent incomplètement le niveau exploité.

Aux Pioliers on observe sur trois mètres (la base est masquée par des éboulis) une alternance de sables et de silts en bancs épais d'un à quelques décimètres.

Le sable est grossier, parfois conglomératique avec éléments atteignant 20 mm. Composé de quartz et de feldspaths anguleux sa teinte générale est grise mais des taches d'oxydations rousses le marquent localement. Des figures de stratification sont soulignées par de minces filets de sable blanc. Le silt, de couleur blanchâtre, quartzeux pour l'essentiel, très finement micacé, est assez riche en feldspaths. La série fine est terminée par deux mètres de sable quartzeux millimétrique, légèrement argileux, souvent oxydé, coupé de minces passées de silt ou de sable grossier.

Ailleurs on peut observer sur une épaisseur non connue, un silt parfois argileux, beige à roux, oxydé, finement micacé, disposé en lits de 2 à 3 cm alternant avec des sables fins. La fraction argileuse des silts est constituée de kaolinite 40 %, smectite 50 %, illite 10 %.

FL(3). **Sables grossiers à galets peu abondants.** La série des sables et argiles du Bourbonnais se termine par des dépôts sableux grossiers, bien développés aux Minots, à Randan (bourg) et à Beauvezet, moins épais au Nord et à l'Ouest des Pioliers. Ce sont des sables grossiers, hétérométriques, beige-roux, quartzo-feldspathiques, micacés, emballant des galets de quartz abondants, de silex plus rares et quelques galets de granite très altéré. Les roches volcaniques grises, pulvérulentes, sont fréquentes, les basaltes absents. Le lessivage superficiel fait apparaître un cailloutis exclusivement composé de quartz et de silex, dont les éléments qui prennent parfois une coloration rougeâtre dépassent rarement 40 à 50 mm.

**Épaisseur 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 sont données globalement pour l'ensemble de la formation ; elles sont maximales aux Minots : 17 m, Randan : 18 m, Beauvezet : 18 mètres. Ailleurs, les épaisseurs excèdent rarement 10 mètres ; dans la forêt de Montpensier, par exemple, elles sont comprises entre 5 et 10 mètres. Il est à noter que ces épaisseurs, déjà importantes sur le territoire de la feuille Maringues, vont croissant vers le Nord.

### COLLUVIONS ET COMPLEXES DE FORMATIONS SUPERFICIELLES

C, C1. **Colluvions diverses des fonds de vallons et des bas versants.** Les colluvions qui comblent les fonds de vallons (C) et les bas versants (C1) sont assez hétérogènes, suivant la nature des formations qui les alimentent. Il s'agit d'argiles calcaires et parfois de galets noyés dans cette même matrice ; ce type de colluvions est développé essentiellement dans la plaine marneuse.

Les colluvions issues des formations détritiques donnent naissance à des dépôts de bas-fonds essentiellement argilo-sableux. Généralement supérieures au mètre, les indications d'épaisseur manquent.

K. **Complexe des dépressions.** Les dépressions du Buron et de Saint-André-le-Coq sont comblées de colluvions diverses imbriquées ou non avec des alluvions, justifiant une représentation globale en complexe. La formation est définie sur la carte Maringues par analogie avec celles de même notation étudiées sur les cartes du Sud (Thiers et Clermont-Ferrand) et du Nord (Saint-Pourçain-sur-Sioule). Petits bassins ceinturés par un ensemble marneux, ils sont alimentés par des colluvions marneuses (Cg3M) et des colluvions hétérogènes (C), auxquelles s'ajoutent en quantité variable des alluvions sableuses et caillouteuses.

La création de ces « marais » semble être le fait de mouvements tectoniques récents (\*). En effet, après le dépôt des matériaux détritiques plio-quadernaires (FL) avec écoulement sud-nord, on observe alors dans le régime hydrographique un écoulement en sens inverse entraînant la rupture à un moment donné du « barrage marneux » au Sud-Est des deux dépressions, avec capture opérée par l'Allier sur le bassin de Saint-André-le-Coq, tandis que la Morge abandonnait le cours actuel du Buron (comme en témoigne les lambeaux d'alluvions anciennes de Saint-Clément-de-Régnat), pour s'écouler en direction du Sud puis du Sud-Est. Cela explique pourquoi une partie des dépôts meubles plio-quadernaires se retrouvent mêlés ou superposés à l'état résiduel aux « terres noires » des marais, l'autre partie ayant été déblayée.

La coupe-type peut se résumer ainsi :

- terres noires 0,00 - 0,30 à 0,50 m : sol gris, argilo-sableux à structure polyédrique ;
- 0,50 - 1,00 m : sol gris foncé à noir, argilo-calcaire très compact, emballant parfois quelques galets de quartz ;
- 1,00 - 1,80 m : colluvions argilo-calcaires beiges à gris verdâtre, parfois sableuses (limon marneux) ;

(\*) D. Giot, L. Clozier, R. Fleury (1978)

1,80 - 2,00 m : sables et galets (ce terme peut être absent) ;

2,00 m : marnes plastiques verdâtres.

La formation argilo-calcaire située à la partie inférieure a été décrite parfois sous le nom de limon (carte pédologique des sols du val d'Allier, 1969). Elle est caractérisée du point de vue granulométrique par une large prédominance de la fraction inférieure à  $20 \mu$  : 85 à 95 % (Gachon, 1963) dont 15 à 55 % d'éléments inférieurs à  $2 \mu$ . La teneur moyenne en calcaire est de l'ordre de 40 à 45 %.

L'étude minéralogique de la fraction argileuse indique 60 % de smectite et 40 % d'illite, ou 100 % d'interstratifiés, illite — smectite. L'ensemble des données de laboratoire montre que la formation dérive pour l'essentiel des marnes vertes (g3M) de l'Oligocène supérieur.

Les études de L. Gachon (1963) permettent d'assigner un âge tardi-glaciaire à ces « limons » qui représenteraient « la première formation de remblaiement ayant succédé au creusement glaciaire ».

**CF. Colluvions et alluvions indifférenciées.** Cette unité cartographique est représentée avec la même couleur que les colluvions de fonds de vallons. La notation seule diffère. Ce procédé est destiné à suggérer le passage progressif des colluvions aux alluvions lorsque la part des apports latéraux diminue. L'absence de coupe ne permet pas de signaler l'épaisseur de cette formation dont la nature lithologique est comparable à celle des autres colluvions.

### FORMATIONS ALLUVIALES

Les formations géologiques de la feuille Maringues ont été modelées par les cycles fluviaux qui se sont succédés depuis le Pliocène.

L'ensemble du réseau hydrographique aboutit à l'Allier. Alors que le bassin oligocène est drainé par un réseau assez dense de collecteurs secondaires, ses bordures cristallines ont donné naissance à des affluents dont l'importance est révélée par une succession plus ou moins grande de terrasses délimitant leurs cours anciens. Citons à l'Est, la Dore, la Credogne, le Vauziron, le Sichon, et à l'Ouest la Morge et le Bédât.

L'histoire alluviale détaillée de la feuille Maringues, vraisemblablement fort complexe, en particulier dans le secteur sud-ouest, ne peut être retracée dans le cadre géographiquement limité de cette carte, en raison de la disparition d'une notable partie des témoins alluviaux anciens due à la formation récente des Limagnes.

#### Vallée de l'Allier

Depuis le Bourbonnais, dont les vastes dépôts originaux sont réduits à l'état de maigres témoins par un processus érosif incomplètement connu, l'Allier a déposé sept nappes alluviales dont l'état de conservation est très variable.

Les hautes terrasses (t, u) ne subsistent qu'en rive gauche ; les moyennes (v, w), mieux représentées, ont modelé la confluence Dore—Allier, mais il faut attendre l'alluvionnement des cycles plus récents (x, y, z) pour que l'Allier, par des apports qui lui sont propres, se manifeste sur sa rive droite entre la Dore et Saint-Yorre.

Ft,  $\frac{RFt}{g3M}$  **Graviers et galets.** Les alluvions Ft 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 où ils sont parfois abondants ; broyés ils constituent la matrice du cailloutis.

Ces alluvions ne sont représentées en témoins épais de 5 à 6 mètres qu'en rive gauche, reposant sur le substrat marneux. Elles sont affectées d'une déclivité

longitudinale plus faible que celle du Bourbonnais dont elles sont séparées par un talus marneux ; aux Fournaux, où elles sont résiduelles  $\frac{(RFt)}{g3M}$  elles arrivent toutefois à son contact.

Fua, Fub,  $\frac{RFu}{g3M}$ . **Sables, graviers, galets.** Inexistantes en rive droite, elles sont, en rive gauche, bien différenciées des dépôts antérieurs Ft par un glaciaire marneux. À leur base, reposant sur l'Oligocène marneux, on observe un cailloutis de quartz, basalte, granite altéré, silex en éléments atteignant fréquemment 100 mm. Des sables grossiers quartzo-feldspathiques, souvent très argileux, dans lesquels sont disséminés quelques graviers et galets, apparaissent au-dessus du cailloutis. Localement, au Nord des Taureaux, ces sables passent, en profondeur, à des argiles bleues parfois puissantes de plus de 2 mètres. Un maigre cailloutis de surface (quartz, silex) est donné par le lessivage de ces sables. Les alluvions Fu sont subdivisées en deux niveaux ; la superposition sables grossiers/cailloutis constitue le niveau Fua. Le niveau Fub résulte de l'élimination des sables superficiels au Sud du ruisseau la Gournaude. Aux Taureaux, à l'Ouest du bourg, les dépôts sont résiduels et reposent sur les marnes  $\frac{(RFu)}{g3M}$ .

FvaA, FvbA,  $\frac{RFvA}{g3M}$ . **Sables, graviers, galets.** En rive droite les alluvions Fv, isolées des dépôts plus récents par un talus marneux, occupent la pointe du confluent de l'Allier et de la Dore. Par sa position particulière en rive droite de la Dore le vestige alluvial de Drevoux (1 km au Nord de Noalhat), que sa composition rattache indiscutablement à l'Allier, est un témoin important jalonnant l'extension maximale de cette rivière vers l'Est.

En rive gauche, à l'exception de la butte de Périgère, isolée au Sud du Buron, on ne retrouve les alluvions Fv qu'au Nord de cet affluent où elles sont subdivisées en deux niveaux très peu marqués dans la topographie, le niveau inférieur FvbA résultant d'un décapage partiel des sables superficiels. Lorsque le décapage est plus important, le caractère résiduel est signalé par la notation  $\frac{RFvA}{g3M}$ . Reposant sur les marnes, le cailloutis que l'on observe à la base de ces alluvions est puissant de 4 à 7 mètres. Les éléments de granite très altéré et de basalte (atteignant parfois 90 à 100 mm) sont très abondants ; les galets de quartz sont plus rares. La matrice, assez maigre, provient de la désagrégation du granite. Les sables superficiels, très bien développés en rive gauche dans le bois du Puel Chauvin, le long du ruisseau du Chambiou et en rive droite en limite sud de la feuille, sont constitués essentiellement de quartz grossier mal roulé ; les granites et basaltes, sous forme de graviers et galets isolés, y sont rares. Localement, surtout au confluent Dore—Allier, une fraction argileuse d'importance variable affecte les sables grossiers.

FwaA, FwbA. **Sables, graviers, galets.** Les alluvions Fw, localement subdivisées en deux niveaux a et b, sont représentées de façon continue en rive gauche et particulièrement bien développées dans la région de Demolles et Limons. En rive droite elles subsistent en témoins isolés à Crevant-Laveine, Charnat et Saint-Yorre. Entre cette localité et le confluent Dore—Allier elles ne sont pas représentées. Comme pour les nappes plus anciennes on retrouve à la base des alluvions Fw un cailloutis riche en éléments de granite altéré et de basalte, à quartz plus rares, où les gros éléments atteignent fréquemment 150 mm. Les sables surmontant le cailloutis sont quartzeux et fins, ou quartzo-feldspathiques grossiers et hétérométriques. Ils comportent toujours une charge argileuse d'importance variable. De leur décapage, partiel ou total, résultent les niveaux FwbA. De part et d'autre du ruisseau du Glarand, le niveau Fwb prend les caractères d'un large chenal coupant les dépôts

plus anciens Fwa, isolant de ce fait la butte de Limons. En fin de cycle alluvial, alors que l'Allier se déplaçait vers l'Est, des éléments plus argileux gris-brun, localement calcaires, se sont déposés dans ce chenal devenu bras mort. L'épaisseur de cette couverture fine peut atteindre 3 mètres.

Le lambeau alluvial FwbA, situé au Sud entre Morge et Allier, ne correspond pas au schéma sédimentaire exprimé plus haut. Quelques carrières montrent 2 à 4 mètres de cailloutis, sans matrice, riches en granite et basalte, surmontant 4 à 6 mètres de sables hétérométriques roux, avec figures de stratification soulignées par des enduits noirs, dans lesquels s'imbrique un sable quartzo-feldspathique blanc mieux classé. À noter dans ces sables l'absence d'éléments volcaniques visibles.

FxA, FxB. **Sables, graviers, galets.** Bien qu'irrégulièrement répartis, les dépôts Fx intéressent les deux rives de l'Allier. Sur des critères essentiellement morphologiques, une subdivision en deux niveaux a été faite localement. Par leur diversité et leur nature, les roches qui composent ces dépôts témoignent d'un intense remaniement de matériaux volcaniques, inconnu antérieurement. Mêlés à quelques graviers et galets de granite altéré, basalte, andésite et trachyte, présents dans toutes les fractions granulométriques, constituent la plus grosse part du sédiment, déposé en une masse homogène reposant fréquemment sur des alluvions plus anciennes. Aussi il est difficile de déterminer l'épaisseur propre du niveau Fx ; avec 12 à 15 mètres, il semble qu'elle soit maximale à Pont-Picot, au Sud.

Dans un secteur compris entre Sanat et Luzillat, en rive gauche, une couverture de matériaux fins, tantôt argilo-sableux, tantôt calcaires (marnes remaniées) masque localement le niveau FxA.

Au Sud-Ouest de Charnat, en rive droite, une boucle de l'Allier, caractérisée par les matériaux de cette rivière, pénètre sur près d'un kilomètre dans l'embouchure de la Dore.

Fx-yA. **Sables, graviers, galets.** À proximité du confluent de l'Allier avec quelques-uns de ses affluents (Dore, Buron, Vaurizon), les alluvions Fx sont partiellement entamées et recouvertes par des matériaux plus récents Fy. Les surfaces intermédiaires qui en résultent sont notées Fx-yA.

Fy. **Sables, graviers, galets.** Aucun apport pétrographique ne caractérise les alluvions Fy qui proviennent exclusivement de remaniements successifs des nappes plus anciennes. L'élimination mécanique des roches friables ou altérées n'a laissé subsister que les éléments sains. Le matériau est constitué, à parts égales, de roches volcaniques et cristallines auxquelles s'ajoutent des quartz peu abondants. L'importante fraction sableuse est totalement dépourvue d'argile.

Sous une épaisseur parfois supérieure à 1,50 mètre, une couverture fine sablo-argileuse emballant quelques galets isolés marque la phase finale de sédimentation de cette nappe.

L'épaisseur des alluvions Fy n'est reconnue qu'en aval de Saint-Priest-Bramefant ; elle varie de 10,50 à 14,50 mètres.

Fy-z, Fz. **Sables, graviers, galets.** Le remodelage par l'Allier d'une large part des alluvions Fy a amené la définition d'un niveau intermédiaire Fy-z entre les dépôts actuels Fz et la nappe antérieure Fy. Les zones ainsi cartographiées représentent des surfaces Fy, soit partiellement érodées et remaniées, soit profondément entaillées par des chenaux récents. La plus basse nappe Fz occupe le lit mineur et les zones inondables généralement couvertes de prairies.

Les matériaux ne présentent aucune trace d'altération. À la fraction sableuse quartzo-feldspathique se mêlent, en proportions égales, des roches cristallines et volcaniques sous forme de graviers et galets ; les quartz sont plus rares.

Les épaisseurs sont assez bien connues ; elles varient de 4 à 6,50 m pour la

nappe Fz et sont plus importantes dans les niveaux intermédiaires Fy-z où elles atteignent parfois 11,00 mètres.

#### **Vallée de la Dore**

Les alluvions de la Dore sont constituées exclusivement d'éléments empruntés au socle. Toutefois, dans la partie en aval de son cours, sur la feuille Maringues, la Dore remanie des dépôts de l'Allier mêlant des roches volcaniques aux apports qui lui sont propres. Cinq nappes alluviales sont distinguées.

**FvaD, FvbD. Sables argileux quartzo-feldspathiques.** Ces alluvions essentiellement sableuses, subdivisées en deux niveaux, sont légèrement postérieures aux dépôts Fv de l'Allier qu'elles entaillent. En limite sud de la feuille on peut les observer superposées à des cailloutis (à basalte) de l'Allier reposant sur les marnes. Le méandre très bien marqué, délimitant le niveau Fvb, passe par chez Mozat, les Escolives et les Queyras.

Les sables sont grossiers, quartzo-feldspathiques, roux ; le niveau supérieur est fréquemment très argileux.

**FwaD, FwbD. Sables localement argileux, graviers, galets, blocailles.** La nappe Fw a complètement décapé les alluvions antérieures et profondément entaillé le substrat marneux. À la base du dépôt on observe sur les marnes un cailloutis grossier épais de 1 à 2 mètres de quartz blanc bien roulé et de granite altéré. Les sables qui le surmontent, et sur l'épaisseur desquels les renseignements font défaut, sont hétérométriques et quartzo-feldspathiques. Une forte fraction argileuse dans le niveau supérieur donne localement des sols imperméables.

Basée sur des traits morphologiques une distinction en deux niveaux a été faite. Le niveau inférieur FwbD entaille le niveau correspondant de l'Allier au Sud-Ouest de Charnat.

**FxaD, FxbD. Sables, graviers, blocailles, localement argileux.** Les alluvions Fx sont bien représentées en rive gauche alors qu'en rive droite elles ne subsistent qu'en amont de Noalhat. Les renseignements sur leur épaisseur font totalement défaut et le substrat sur lequel elles reposent n'a jamais été observé.

En surface apparaissent des sables beige-roux, fins à moyens, quartzo-feldspathiques, mal roulés emballant de rares graviers et galets de quartz.

Le niveau inférieur FxbD résultant du décapage partiel de ces sables, laisse apparaître une base plus grossière, riche en feldspaths. Les constituants sont en général mal roulés ; les granites et les quartz sont fréquents sous forme de graviers et de petites blocailles émoussées.

**Fy, Fy-z, Fz. Sables, graviers, galets.** Les alluvions Fy et Fz, ainsi que les surfaces intermédiaires Fy-z résultant de l'érosion partielle des premières proviennent exclusivement du remaniement de la nappe Fx ; aussi la distinction des niveaux est-elle basée uniquement sur des critères altimétriques et morphologiques.

Les matériaux sont sains, non argileux. L'importante fraction sableuse, mal roulée, provient de la désagrégation des granites. Quartz et granites, en galets et blocailles, dont la taille excède rarement 50 mm, constituent l'élément grossier du sédiment.

En aval du confluent les matériaux de la Dore se mêlent très rapidement à ceux de l'Allier. Les apports respectifs des deux rivières ne sont dissociables qu'en de rares endroits. L'épaisseur de ces nappes n'est pas connue.

#### **Vallée de la Morge**

G. Garde (1931) a retracé l'histoire assez complexe de la Morge. Celle-ci, avant d'entrer dans la dépression oligocène, draine un important bassin dans la bordure cristalline occidentale. Dans un premier temps elle coulait directement vers l'Est depuis Saint-Myon, empruntant l'actuelle vallée du Buron et déposant sa haute

terrasse à Thuret et Saint-Clément-de-Régnat. Ensuite intervient sa capture par un affluent de l'Ambène, affluent dont elle occupe actuellement le lit jalonné par ses moyenne et basse terrasses.

**FvM. Sables, graviers, galets.** Bien que très découpés, parfois même résiduels  $\frac{(RFvM)}{g3M}$  les témoins alluviaux Fv de Thuret et Saint-Clément-de-Régnat sont les plus importants. Ceux qui subsistent en rive gauche du Buron sont très dégradés. Quelques fouilles permettent d'observer sur les marnes un cailloutis grossier où les éléments de granite, très abondants, et ceux de quartz, plus rares, sont mal roulés. Les silex jaunes et noirs, bien roulés, sont assez fréquents; les basaltes et les rhyolites le sont moins. Les plus gros éléments (des quartz) ont une taille de 100 à 120 mm, mais la fraction granulométrique la plus représentée est comprise entre 30 et 60 mm.

Les matériaux mal roulés, cristallins et volcaniques pour l'essentiel, sont originaires de la haute vallée de la Morge tandis que les silex, accompagnés parfois de bois silicifiés, ont été empruntés aux dépôts locaux du Bourbonnais. De même on peut expliquer la surabondance relative des basaltes à Beaumont-lès-Randan par la dégradation d'une haute terrasse de l'Allier. Des niveaux lenticulaires sableux, quartzo-feldspathiques, parfois calcaires au toit des marnes, recourent le sédiment grossier au toit duquel se sont localement déposés des éléments fins sablo-argileux noirâtres, dont l'épaisseur atteint parfois un mètre.

**FwM. Sables quartzo-feldspathiques, graviers et galets.** À Buxerolles, en rive gauche de la Morge actuelle, les alluvions Fw sont résiduelles  $\frac{(RFwM)}{g3M}$ . Le seul témoin bien conservé est situé en rive droite à 1 km à l'Ouest de Saint-Laure. La base de ce lambeau (le contact avec les marnes n'est pas observé) est constituée d'une masse, puissante de plus de cinq mètres, de sable hétérométrique, fin à grossier, assez mal roulé, quartzeux pour l'essentiel, non argileux, blond à roux, dont la composition et la granulométrie sont remarquablement constantes. Un cailloutis, épais d'environ 1 mètre, surmonte ces sables. Parmi les éléments de granite et de quartz, abondants et mal roulés dont la taille maximale est comprise entre 40 et 50 mm, on remarque quelques silex jaunes plus gros. Des alimentations distinctes sont peut-être à l'origine de la coupure granulométrique très nette entre la base et le toit de ce dépôt où l'absence de roches volcaniques identifiables à l'œil est à signaler.

**FxaM, FxbM. Sables et graviers.** Les alluvions Fx de la Morge, qui se subdivisent en deux niveaux a et b à proximité du confluent avec le Bédât, sont constituées par le mélange d'un sable grossier mal roulé, provenant de la désagrégation de granites, et d'un sable mieux roulé issu de roches volcaniques. Des sols noirs, argileux, résultant de l'évolution pédogénétique d'éléments carbonatés, masquent localement les alluvions sableuses et rendent leur cartographie difficile. À l'aval du confluent Morge—Bédât, un silt argileux gris-vert très micacé est interstratifié dans les sables qui sont fréquemment rubéfiés.

L'épaisseur du dépôt Fx n'est pas connue.

**Fy-z. Sables et graviers.** Les alluvions subactuelles et actuelles, couvertes de prairies, occupent une bande large de 300 à 500 mètres dans laquelle le lit mineur de la Morge suit un cours très sinueux. Les matériaux qui les composent sont remaniés des terrasses plus anciennes ou de l'Oligocène. Un cailloutis mal roulé surmonté de sables fins roux argileux se superpose à une bouillie marno-calcaire compacte qui apparaît fréquemment dans le lit vif. Ailleurs des alluvions fines argilo-sableuses ou argilo-silteuses recouvrent des sables grossiers mal roulés, riches en



éléments de granite et de roches volcaniques, dont l'aspect est proche de celui des alluvions Fx.

#### Vallée du Bédât

FxBe, Fy-z. **Sables et graviers.** Le Bédât se jette dans la Morge très près de la limite sud de la feuille Maringues. Il est fait mention de ses alluvions pour signaler leur richesse en éléments volcaniques. En rive droite dans le niveau Fx, la proportion des carbonates atteint 23 %.

#### Vallée du Buron

Le Buron qui prend sa source en bordure de la dépression oligocène a hérité de la vallée abandonnée par la Morge. Il a remanié puis déposé en trois niveaux des matériaux abandonnés par celle-ci auxquels il a mêlé des éléments issus du substrat et des différentes terrasses de l'Allier, qu'il recoupe. Les vestiges alluviaux qui le dominent depuis Saint-Clément-de-Régnat appartiennent à la plus haute terrasse de la Morge.

FwB. **Sables quartzo-feldspathiques, gravelles calcaro-marneuses, sables, graviers.** Ces dépôts, bien représentés en rive droite, en aval de la Garde, ne subsistent par ailleurs qu'en témoins très petits. En raison de leurs origines variées, souvent locales, les matériaux sont mal classés. À la base on observe généralement un cailloutis riche en quartz avec granite, basalte et silex. Une bouillie marneuse constitue parfois la matrice de ce cailloutis surmonté de sables quartzo-feldspathiques blond-roux, grossiers, parfois argileux, localement mélangés à des éléments calcaires sous forme de bouillie marneuse ou de gravelles. Le lessivage superficiel des sables fait apparaître un cailloutis peu épais, riche en quartz fréquemment masqué par des sols noirs issus de l'altération des dépôts fins carbonatés.

FxB. **Sables quartzo-feldspathiques, gravelles marno-calcaires.** Les dépôts Fx n'intéressent que le cours inférieur du Buron à proximité de son confluent avec l'Allier. En amont ces dépôts se confondent avec les colluvions de bas versants dans lesquelles ils sont imbriqués. Ce sont des sables hétérométriques quartzo-feldspathiques, non argileux, mal roulés dépourvus d'éléments grossiers, mélangés à une grèze calcaire dont la granulométrie moyenne est de l'ordre de 10 à 15 mm. La proportion d'éléments carbonatés est variable; elle est maximale à l'Ardialée. Une attaque à l'acide effectuée sur un échantillon prélevé en rive droite donne 23 % de CO<sup>3</sup>Ca.

L'épaisseur de ces alluvions n'est pas connue.

Fy. **Sables, graviers, argiles, marnes et calcaires remaniés.** Les alluvions Fy n'existent qu'en rive droite, au confluent avec l'Allier, dont elles entaillent et recouvrent les dépôts (cas particulier de recouvrement alluvial  $\frac{F_x - yA}{F_y}$ ). Les matériaux qui constituent ce niveau du Buron sont caractérisés par une forte proportion d'éléments calcaires (gravelle et bouillie de marne).

Fy-z. **Sables, graviers, argiles.** Cette nappe prend naissance dans la formation colluvio-alluviale notée K à proximité de Saint-Clément-de-Régnat. Dans sa composition les apports latéraux sont dominants. Les matériaux dont la nature n'est connue que sur 1,50 mètre sont constitués d'une bouillie marneuse gris noirâtre emballant quelques débris de calcaire et de rares galets colluvionnés des buttes dominantes; au-delà de cette épaisseur les éléments d'observation font défaut.

#### Vallée de la Credogne et du Vauziron

Ces deux affluents sont regroupés en raison de la similitude de leurs caractères. À la sortie des gorges entaillant profondément le socle cristallin, leurs vallées

s'évasent largement dans les formations détritiques notées e-g et gS. Les matériaux déposés, étagés en deux ou en trois niveaux, sont, pour l'essentiel, remaniés de ces formations.

**FxC, FxV. Sables grossiers quartzo-feldspathiques, galets et blocailles.** Seule la Credogne, sur une faible surface, a laissé en rive droite un dépôt à ce niveau. Les matériaux se différencient de la formation sur laquelle ils reposent (gS) par la présence de galets de granite bien roulés ; la matrice sableuse quartzo-feldspathique et la blocaille de quartz qui les accompagnent sont peut-être empruntés localement.

L'épaisseur du dépôt d'origine alluviale certaine est supérieure à trois mètres.

**FxC, FxV. Sables grossiers quartzo-feldspathiques, galets et blocailles.** Les alluvions Fx sont réparties sur les deux rives de la Credogne. Par contre, elles ne s'observent qu'en rive gauche du Vauziron. La base du dépôt est constituée par un mélange de quartz et de granite sous forme de galets et de blocailles noyés dans une matrice sablo-argileuse grossière (granite broyé). Le contact avec les formations détritiques sous-jacentes n'a jamais été observé.

Une couverture sablo-limoneuse ou sablo-argileuse, dont l'épaisseur s'amoindrit vers le lit mineur, masque le cailloutis de base.

**Fy, Fy-z. Sables, graviers, blocailles quartzo-feldspathiques, argiles.** Les sédiments subactuels et actuels se différencient peu des précédents. On observe également un très net enrichissement en argile à mesure que l'on s'éloigne du lit mineur.

#### **Surfaces d'érosion fluviale.**

$\frac{(F)wa}{e-g}, \frac{(F)wb}{e-g}, \frac{(F)wa}{gS}$ . **Surfaces d'érosion fluviale.** Au confluent de l'Allier et de ses affluents de droite : Dore, Credogne, Vauziron, Darot, les formations détritiques d'âge oligocène (gS) ou éocène—oligocène (e-g) portent les traces de deux niveaux d'érosion rattachés altimétriquement à des alluvions d'âge relatif connu : Fwa et Fwb.

Les surfaces ainsi dégagées par l'érosion, bien qu'ayant l'aspect de terrasses alluviales, ne portent que des matériaux remaniés originaires des formations érodées. L'absence de basalte en surface du témoin situé en rive droite de l'Allier, entre Mariol et Saint-Yorre, est caractéristique. L'utilisation d'une parenthèse attire l'attention sur la nature particulière du caractère fluviale (F).

#### **Alluvions des cours d'eau d'importance secondaire**

**FxL, FxG, Fy-z. Sables, graviers, argiles.** Des collecteurs secondaires nombreux prennent leur source à la base des cailloutis du Bourbonnais ou des alluvions anciennes. Ils entaillent profondément les assises oligocènes. Les matériaux subactuels (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.

Des témoins de nappes plus anciennes Fx subsistent dans le Lausson affluent de gauche de l'Allier (matériaux carbonatés) et dans le Gourcet, affluent de rive droite (matériaux cristallins mal roulés).

#### **Cas particuliers de recouvrements alluviaux**

$\frac{Fx-yA}{FyB}, \frac{FwbA}{FxB}$ . Les alluvions carbonatées Fy et Fx du Buron ont entaillé, respectivement, les nappes Fx-y et Fwb de l'Allier. L'évolution pédologique de ces dépôts a donné des sols noirs sous lesquels les matériaux de l'Allier apparaissent localement.

$\frac{Fxb M}{FxaA}$ . En aval de Maringues, la Morge a tracé son lit dans les alluvions Fx de

l'Allier. Ses propres alluvions, caractérisées par leur richesse en sable feldspathique, se superposent à celles de l'Allier plus riches en éléments volcaniques.

$\frac{FvaD}{FvaA}$ . Sous les sables argileux quartzo-feldspathiques déposés par la Dore apparaissent partout les cailloutis basaltiques de l'Allier.

### FORMATIONS ANTHROPIQUES

X. **Remblais divers.** En dehors de certaines portions de routes ou de voies ferrées établies sur des remblais évidents, les dépôts anthropiques (X) sont peu importants. Parmi eux il faut citer le sommet de la butte de Montgacon.

X[Fy-z]. **Remblais partiels.** Les basses nappes alluviales de la Morge (yz), comprises entre Maringues et le pont de la Côte-Rouge à l'amont, ont été remodelées par les travaux nécessités par la canalisation rectiligne de la rivière : comblements des méandres, nivellements, etc. La notation adoptée pour cette surface suggère soit l'affleurement d'alluvions, soit la présence de remblais.

### TECTONIQUE

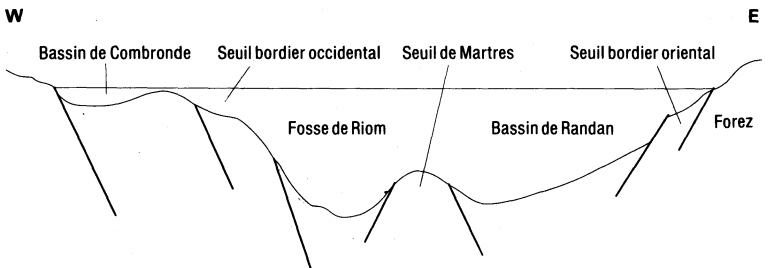
La tectonique reconnue sur le socle cristallin de la feuille Maringues est celle imprimée par les mouvements cassants d'âge alpin, sans pouvoir indiquer de façon précise les discontinuités empruntées au système hercynien préexistant et réactivées au Tertiaire.

Toutefois, il est vraisemblable que les directions de fractures E—W et E.NE—W.SW, plus particulièrement visibles au Sud et au Nord de la zone cristalline, soient liées aux plissements carbonifères, alors que l'ensemble de la fracturation sub-méridienne, décrochante ou non, apparaît, sans contestation, rattachée à l'orogène alpine, responsable de l'effondrement et de la subsidence du bassin de Limagne.

Au cours du Tertiaire, en contrecoup de l'orogénèse alpine, les bassins de Limagne s'individualisent. La feuille Maringues couvre intégralement le bassin de Randan (*cf.* carte structurale). Plusieurs directions d'accidents majeurs sont à l'origine de sa formation, trois principales sont distinguées sur l'ensemble des Limagnes :

- 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, le bassin de Clermont et les Limagnes méridionales,
- N.NW—S.SE direction majeure du horst de la Montagne bourbonnaise et du Forez.

Fig. 3 - Coupe transversale ouest-est



Les accidents et plus particulièrement ceux de direction 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 Martres—Lezoux orienté NW—SE.

Au cours du Stampien basal (période correspondant au dépôt de la séquence B<sub>1</sub>) l'accident transverse SW—NE (Aigueperse—Saint-Germain-des-Fossés) rejoue de façon importante, le panneau méridional étant affecté d'une subsidence considérable. La configuration des bassins s'en trouve modifiée, la zone nord, bassin de Moulins et sillon de Vichy, reste stable, n'enregistre pas de dépôts, 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.

À 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 (bassins 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

Les ressources en eaux souterraines liées aux facteurs climatiques et aux caractéristiques hydrogéologiques des terrains sont très variables dans le cadre de la feuille Maringues.

Si la hauteur moyenne annuelle des précipitations passe de 650 mm en Limagne à 1250 mm en Montagne bourbonnaise (feuille le Mayet-de-Montagne), la fraction efficace demeure comprise entre 100 et 200 mm (moyenne de la France 310 mm) ; les ressources locales en eau souterraine sont donc modestes.

#### **Formations cristallines et cristallophylliennes**

Ces formations, qui occupent la bordure orientale de la feuille, sont très tectonisées et recoupées par de nombreux filons jouant un rôle important dans la circulation des eaux souterraines, qui se fait à la base de la frange d'altération superficielle.

C'est à cette couche meuble qu'incombe, vis-à-vis des eaux météoriques, le rôle de réservoir et de filtre ; elle donne naissance à des sources dont le débit variable est généralement très inférieur à 1 l/s. De telles sources ont autrefois alimenté des communes comme Mariol et Paslières. Elles alimentent toujours celle de Lachaux.

#### **Oligocène. Sables et argiles du Bourbonnais**

Sables et argiles ne présentent que peu d'intérêt au point de vue hydrogéologique, malgré le caractère privilégié qu'offre le contact de ces formations avec les

marnes oligocènes. Le complexe « terres noires » correspond à des colluvions diverses imbriquées avec des alluvions comblant les dépressions; cet aquifère a autrefois été exploité par des puits traditionnels.

Des nappes profondes peuvent exister dans les niveaux sableux ou les dépôts calcaires oligocènes; elles sont difficilement décelables et exploitables : un forage implanté à la Chauprillade, profond de 96 m, ne fournit que 0,5 m<sup>3</sup>/h.

### Formations alluviales

Malgré leur épaisseur relativement faible par rapport au reste du val d'Allier, les formations alluviales recèlent l'essentiel des ressources en eau économiquement exploitables; celles-ci sont en fait limitées aux alluvions modernes Fy et Fz de l'Allier.

Les possibilités des alluvions anciennes ainsi que celles des formations alluviales récentes des autres rivières sont nettement moindres, souvent négligeables.

Au niveau de Puy-Guillaume, zone de confluence de l'Allier et de la Dore, le changement de direction du cours de l'Allier de SW—NE à S—N, s'accompagne de modifications des caractéristiques des alluvions. L'influence de la Dore se traduit dans la pétrographie et la granularité des alluvions qui deviennent, à l'aval, plus homogènes et plus perméables.

Au Sud de Puy-Guillaume, les alluvions s'étalent largement, mais la puissance de la nappe dépasse rarement 4 m; les zones hydrogéologiquement intéressantes se situent à l'intérieur de méandres, comme ceux de Vinzelles et Charnat; les perméabilités y sont de l'ordre de 3.10<sup>-3</sup> m/s.

Au Nord de Puy-Guillaume, les alluvions sont surtout développées en rive gauche; la puissance moyenne de la nappe y est de l'ordre de 5 à 6 m. La perméabilité moyenne des alluvions (lit majeur Fz en particulier) est d'environ 5.10<sup>-3</sup> m/s.

Les alluvions de la Dore, moins épaisses, de granularité plus fine, sont parfois ferrugineuses; la nappe contenue dans ces formations alimente les puits du SIAEP des communes de Ris et Mariol.

### Sources minérales

Sur la feuille Maringues se trouvent les sources du bassin de Vichy—Saint-Yorre et de Châteldon.

#### Bassin de Vichy—Saint-Yorre

Les sources d'eau minérale sont très nombreuses dans le bassin de Vichy—Saint-Yorre. En 1979, 220 sources ou forages possédaient encore un 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. Seuls les quatre derniers intéressent la feuille Maringues.

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 ce périmètre 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 de Limagne, d'âge oligocène. 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.

Il est couramment admis que l'eau minérale 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,





visible. Au Sud de Châteldon, les sables et argiles verts sont largement affleurants ; les accumulations superficielles de blocs de quartz peuvent y être spectaculaires. Les filons de quartz en paléorelief ont un caractère exceptionnel et méritent un arrêt.

Les formations marneuses non exploitées à l'heure actuelle ne seront observables qu'à l'occasion d'affleurements temporaires. Les récifs en « choux-fleurs » affleurent en plusieurs points ; des échantillons pourront être récoltés dans les labours, mais leur observation sera faite dans de bien meilleures conditions aux alentours de Vichy.

À Randan quelques sablières montrent les formations FL essentiellement sous leur faciès fluvialite.

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires et en particulier un itinéraire concernant la région dans le *Guide géologique régional : Massif Central*, par J.-M. Peterlongo, 2<sup>ème</sup> édition, 1978, Masson, Paris :

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

### COUPES RÉSUMÉES DES PRINCIPAUX FORAGES

Aucun des grands forages de reconnaissance n'est implanté sur le territoire de la feuille. Pour avoir les coupes des plus proches, il conviendra de consulter les notices des feuilles avoisinantes : Thiers, Aigueperse et Vichy.

#### 1-1. Saint-Clément-de-Régnat

0	- 4,8 m	argile et sable
4,8	- 158,8 m	marne grise
158,8	- 300,1 m	marne grise et bleue
300,1	- 531,3 m	marne grise et bleue avec bancs calcaires
531,3	- 563,3 m	marne rouge et verte

#### 2-1. Brugheas

0	- 138,3 m	marnes grises et calcaire en plaquettes
---	-----------	---

#### 3-17. Saint-Yorre

0	- 7,4 m	sable et gravier
7,4	- 8,2 m	marne et calcaire gris
8,2	- 25,3 m	argile et sable gris
25,3	- 32,05 m	argile sableuse et graveleuse grise et rouge

#### 3-31. Saint-Yorre

0	- 6,6 m	sable et gravier
6,6	- 24,4 m	marne et calcaire gris
24,4	- 48,36 m	marne et sable gris-vert
48,36	- 66,9 m	marne, argile, sable bariolés
66,9	- 100,1 m	sable et argile rouge

#### 3-38. Saint-Sylvestre-Pragoulin

0	- 8,5 m	sable et gravier
8,5	- 45,5 m	sable et marne gris-vert
45,5	- 114 m	sable, marne et argile rouges
114	- 131,1 m	« microgranulite »

#### 3-54. Hauterive

0	- 9 m	sable et gravier
9	- 20,6 m	marne grise et calcaire en plaquettes
20,6	- 43,6 m	marne, calcaire, sable, grès gris-brun

#### 3-60. Hauterive

0	- 10,5 m	sable et gravier
10,5	- 19,1 m	marne gris-bleu
19,1	- 71,1 m	marne, calcaire, sable blanc-gris, noir



BIBLIOGRAPHIE

- BERNARD-GRIFFITHS J. (1965) — Étude des terrains primaires et des microgranites de la région de Saint-Just-en-Chevalet (Loire). Thèse, 3<sup>e</sup> cycle, Clermont-Ferrand.
- BERTRAND-SARFATI J., FREYET 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<sup>e</sup> série, t. VIII, p. 852-862.
- BORNAND M., CALLOT G., FAVROT J.-C. (1966) — Étude pédologique du val d'Allier. Rapport I.N.R.A., Service Étude des sols.
- BORNAND M., CALLOT G., FAVROT J.-C., SERVAT E. (1966) — Les sols du val d'Allier (feuille Moulins). I.N.R.A., 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 Éd., 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<sup>e</sup> 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., 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.
- CAMIL J. (1968) — Étude géologique du versant sud des Bois-Noirs (Loire, Allier et Puy-de-Dôme). Thèse, 3<sup>e</sup> cycle, Clermont-Ferrand, 57 p.
- CANTAGREL J.-M., VALIZADEH M., VIALETTE Y. (1970) — Âge des granites, granophyres et kersantites de la région de Thiers (Puy-de-Dôme) dans le Massif Central français. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, t. 270, p. 600-603.
- C.E.A. (1964) — Carte inédite : Nord-Est du Massif Central à 1/200 000 par H. SANSELME.
- 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.





- MARCHAND J. (1973) — Granulites acides en Haut-Allier et Armorique méridionale. Leur rétro-morphose 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.
- MELINE 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. sér., 65, p. 24-27.
- MORANGE A., HÉRITIER F., VILLEMEN 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. 295-308, 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*, 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*, 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. 395-401.
- 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.
- PETERLONGO J. M. (1978) — Guides géologiques régionaux : Massif Central (Limousin, Auvergne, Velay), 2<sup>e</sup> Éd., Masson, Paris, 199 p.
- POMEL A. (1846) — Sur les animaux fossiles découverts dans le département de l'Allier. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2<sup>e</sup> série, t. III, p. 376-385.
- 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 Éd., 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. 84-110.
- 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.
- ROQUES M., SANSELME H., VIALETTE Y. (1963) — Étude géochronologique par la méthode au strontium des granites de la Montagne bourbonnaise, du Forez et du Livradois. *C. R. 88<sup>e</sup> Congrès Soc. sav.*, t. 2, p. 245-261.
- ROQUES M., VACHETTE M., VIALETTE Y. (1971) — Géochronologie du Massif Central. *In* Symposium J. Jung, Plein Air Service, Clermont-Ferrand, p. 269-289.
- RUDEL A. (1953) — La faune quaternaire des terrasses de l'Allier à Pont-du-Château. *Revue des Sciences naturelles d'Auvergne*, p. 43-47.
- RUDEL A. (1963) — Les minéraux lourds des terrasses quaternaires de Limagne d'Auvergne et les éruptions montdorienne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. V, p. 468-469.
- TOURLONNIAS D. (1965) — Les cornes vertes de la Montagne bourbonnaise (Massif Central français). *D.E.S.*, Clermont-Ferrand, 54 p.
- VAILLANT L. (1872) — Sur les Crocodiles fossiles de Saint-Gérard-le-Puy. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, t. LXXIV, p. 872-875.
- VALIZADEH M. (1969) — Étude pétrographique des granites, microgranites et des lamprophyres de la région de Thiers (Puy-de-Dôme). Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Clermont-Ferrand, 129 p.
- VIALETTE Y. (1965) — Granitisation hercynienne dans le Massif Central français. *Sci. de la Terre*, t. X, n<sup>o</sup> 3-4, p. 369-383, 6 fig., 6 tabl.
- VIALETTE Y. (1973) — Âge des granites du Massif Central. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. XV, p. 260-270.
- VIRET J. (1925) — Sur la faune de Rongeurs de Saint-Gérard-le-Puy (Allier). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 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.*, Paris, 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.

### **Cartes géologiques à 1/80 000**

Feuille *Gannat* :

1<sup>re</sup> édition (1894), par L. de Launay.

2<sup>e</sup> édition (1934), par G. Garde.

3<sup>e</sup> édition (1966), par M.-P. Lapadu-Hargues.

Feuille *Roanne* :

1<sup>re</sup> édition (1893), par Le Verrier.

2<sup>e</sup> édition (1960), par J. Orcel, S. Caillère, S. Goldsztaub, J. Prouvost, F. Kraut, A. Vatan.

### **Cartes pédologiques à 1/100 000**

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

### **Carte des gîtes minéraux de la France à 1/500 000**

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

## **DOCUMENTS ET COLLECTIONS 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., 191, rue de Vaugirard, 75015 Paris.

## **AUTEURS DE LA NOTICE**

Cette notice explicative a été rédigée par :

- Paul DADET et Michel JEAMBRUN, ingénieurs géologues au B.R.G.M., LÉ Van Tiet, ingénieur géologue, pour les formations paléozoïques;
- Léopold CLOZIER, Régis FLEURY et Denis GIOT, ingénieurs géologues au B.R.G.M., pour les formations tertiaires et quaternaires;
- Gilbert GAGNIÈRE, ingénieur géologue au B.R.G.M., pour l'hydrogéologie;
- Francine BATARD, ingénieur géologue au B.R.G.M., pour les sources minérales;
- Jean-Pierre CARROUÉ, ingénieur géologue au B.R.G.M., pour les substances minérales.



