



**CARTE  
GÉOLOGIQUE  
A 1/50 000**

BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

# CLERMONT- -FERRAND

XXV-31

## CLERMONT-FERRAND

La carte géologique à 1/50 000  
CLERMONT-FERRAND est recouverte par les coupures suivantes  
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :  
au nord : GANNAT (N° 157)  
au sud : CLERMONT (N° 166)

ST-BERVAIS- -D'AUVERGNE	AIGUEPERSE	MARINGUES
PONTGIBAUD	CLERMONT- -FERRAND	TIERS
BOURG- -LASTIC	VEYRE- -MONTON	ISSOIRE

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Boîte postale 6009 — 45018 Orléans Cédex — France



# NOTICE EXPLICATIVE

## INTRODUCTION

### **Conditions d'établissement de la carte**

Les levés de la Carte géologique à 1/50 000 Clermont-Ferrand ont été exécutés au cours des années 1969 (préparation photogéologique avec contrôle de terrain : G.Guyonnaud et G. Weecksteen, B.R.G.M.), 1970 et 1971 par une équipe de géologues spécialisés dans l'étude du socle paléozoïque (M. Jeambrun, B.R.G.M.), des formations volcaniques tertiaires et quaternaires (G. Camus, Faculté des Sciences, Clermont), des sédiments oligocènes (D. Giot, B.R.G.M.) et des formations superficielles (R. Bouiller, B.R.G.M.).

Une étude plus particulièrement détaillée des formations sédimentaires tertiaires et quaternaires a été entreprise sur des bases essentiellement lithologiques à l'exception des alluvions pour lesquelles les critères morphologiques sont plus significatifs.

Les unités lithologiques ainsi définies ont été cartographiées soit par observation directe pour les roches cohérentes, soit à l'aide de sondages courts à la moto-tarière pour les roches meubles, notamment les formations superficielles.

### **Présentation de la carte**

La feuille Clermont-Ferrand s'inscrit sur deux régions naturelles bien distinctes : la bordure orientale de l'Auvergne, au relief accusé (chaîne des Puys) et la Limagne d'Allier, vaste plaine d'effondrement au relief relativement contrasté.

Le plateau auvergnat, granitique et métamorphique, d'altitude moyenne 800 m, est couvert de prairies et forêts ; il est limité vers l'Est par un abrupt orienté nord-sud qui est la conséquence de l'affaissement ayant créé le Bassin de Limagne.

Sur le plateau et parallèlement à la falaise, de nombreux édifices volcaniques (chaîne des Puys) constituent un alignement montagneux dont les puys culminent généralement vers 1 200 m, le Puy-de-Dôme domine l'ensemble avec 1464 m d'altitude. Des épandages de lave s'étalent de part et d'autre de la chaîne, vers la vallée de la Sioule à l'Ouest (feuille Pontgibaud) et vers la Limagne à l'Est. Cette région d'un grand intérêt géologique et touristique est un site fort heureusement protégé (Parc naturel régional des Volcans).

Le fossé de Limagne, qui s'étend de Moulins au Nord, à Brioude au Sud, n'est représenté sur la feuille que par sa bordure ouest entre Riom et le plateau de Gergovie.

Ce bassin à dépôts continentaux essentiellement lacustres, carbonatés à l'Oligocène,

volcaniques et fluviales au Mio-Pliocène et Quaternaire, présente une morphologie complexe dans laquelle il est possible de distinguer grossièrement des hauts plateaux de 500 à 700 m d'altitude à couverture basaltique (Gergovie, Côtes de Clermont, Châteaugay), des collines sableuses ou calcaires parfois accidentées de puys volcaniques, des vallées orientées est-ouest souvent tapissées de coulées basaltiques, de larges dépressions marécageuses très fertiles (« Terres Noires »), et enfin, dans le quart sud-est de la feuille, la vallée de l'Allier. Cette vaste dépression est essentiellement vouée à l'agriculture, les principales agglomérations dont Clermont-Ferrand y sont implantées.

La feuille Clermont-Ferrand couvre une région à laquelle les paysages et la géologie très variés confèrent un grand intérêt économique, touristique et scientifique.

### **Histoire géologique**

Nos informations sur l'histoire géologique de la feuille remontent au Cambrien avec la constitution d'un socle gneissique et migmatitique élaboré à partir de matériaux péliques et gréseux déposés dans une fosse marine provenant des aires continentales préexistantes, inconnues dans le cadre étudié.

L'orogénèse calédonienne plisse ces formations métamorphiques, entraînant l'établissement d'un môle stable sur l'ensemble de la feuille.

C'est au Carbonifère inférieur (Viséen) que se mettent en place sur ce socle, des formations volcaniques et volcano-sédimentaires. Elles terminent le cycle des dépôts dévono-dinantiens, bien développés dans la partie nord-est du Massif central, mais seulement représentées par des lambeaux sur la feuille Clermont-Ferrand. Les terrains dévono-dinantiens couvraient jusqu'à l'époque tertiaire des surfaces importantes : ils sont connus dans plusieurs sondages de Limagne, à la base des formations stampiennes (à 850 et 1 600 m de profondeur).

La première phase de l'orogénèse hercynienne plisse les formations viséennes qui subissent un léger métamorphisme général.

À la fin de cette première phase hercynienne, des granitoïdes (diorites, granites, syénites) s'insèrent entre la couverture viséenne plissée et le socle gneissique et migmatitique.

Au Carbonifère moyen, des dislocations importantes interviennent dans ce socle (sillon houiller) ; il se crée un réseau extrêmement complexe de fractures à l'origine de la plupart des contacts tectoniques entre formations différentes. Ces mêmes fracturations guident, en outre, la mise en place des granites alcalins aplitiques.

Les sédiments permo-triasiques provenant de l'érosion de la chaîne hercynienne ne sont pas représentés sur la feuille Clermont-Ferrand. Probablement déblayés au Secondaire et au Tertiaire, leur existence était vraisemblable par comparaison avec les lambeaux conservés dans les grabens carbonifères connus plus au Nord sur la feuille Montmarault.

Au Secondaire, le Massif central pénéplané et émergé s'est probablement maintenu en îlot au milieu des mers jurassiques et crétacées.

Au début de l'Ere tertiaire, pendant tout ou partie de l'Éocène, une importante altération des roches cristallines se développe (altération « sidérolithique ») produisant une couche épaisse de roche dissociée sur place, pratiquement sans remaniement (altérite), parfois recouverte de croûtes ferrugineuses.

C'est à cette même époque que les premiers plissements de la zone alpine ont entraîné l'effondrement du bassin de Limagne par rejeu des fractures hercyniennes. Les mouvements tectoniques s'amorcent dès le Paléocène supérieur avec individualisation de petits fossés à sédimentation lacustre (schistes bitumineux du Bassin de Menat, feuille 1/50 000 Gannat).

Ces mouvements s'accroissent et se poursuivent au cours de l'Oligocène et aboutissent à la formation de vastes fossés d'effondrement subsidents (Limagnes) dans lesquels s'accumulent progressivement d'épaisses formations fluvio-lacustres essentiellement détritiques à l'Oligocène inférieur, puis surtout carbonatées à l'Oligocène

supérieur et à l'Aquitarien. Les premières manifestations volcaniques tertiaires apparaissent dès l'Oligocène supérieur (pépérites).

A partir de la fin du Miocène inférieur (Burdigalien), et jusqu'au Quaternaire ancien, le déblaiement des Limagnes s'amorce ; un réseau fluvial à drainage du Sud vers le Nord s'installe et entraîne vers le Bassin Parisien d'énormes masses de sables granitiques (sables du Bourbonnais, sables de Sologne, sables de l'Orléanais, sables de Lozère, etc.). Au cours de cette même période, les manifestations volcaniques s'intensifient et peuvent se regrouper en trois phases principales :

- à la partie moyenne du Miocène (Burdigalien - Vindobonien), donnant naissance aux épanchements de Gergovie, Côtes de Clermont, Châteaugay et aux dykes de Mont rognon, Montaudou et Gergovie ;

- au Pliocène (sommet du Miocène à base du Quaternaire), accumulant sur le plateau granitique des matériaux de projections et épanchement contemporains des émissions du Mont Dore ;

- au Quaternaire récent, aboutissant à l'édification de la chaîne des Puys.

Au cours du Quaternaire, les rivières creusent profondément la Limagne, aidées en cela par d'intenses altérations périglaciaires ; les nappes alluviales se mettent en place, les pentes se couvrent de colluvions diverses, des bas fonds marécageux s'individualisent, aboutissant au modelé du relief actuel.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### **SOCLE MÉTAMORPHIQUE ANTÉHERCYNIEN**

Les formations cristallophylliennes observables à l'Ouest de la feuille constituent le substratum (ou socle) sur lequel se superposent toutes les autres formations. Elles sont représentées par un ensemble de gneiss à biotite et sillimanite  $\square^1$  subissant une migmatisation croissante d'Ouest en Est : gneiss migmatitiques et migmatites à biotite (et cordiérite)  $M^2_{(c)}$  passant à des anatexites grenues à biotite et cordiérite  $M^1$ .

**$M^1$ . Anatexite grenue à biotite et cordiérite.** Le domaine des anatexites grenues à biotite et cordiérite s'étend exclusivement à l'Est de la chaîne des Puys entre Orcines (au Sud) et Argnat (au Nord). Au Nord de Durtol, cette formation est en contact avec le sédimentaire de Limagne, tandis qu'au SW de Ternant, elle constitue le point culminant du socle avec la cote 1 023. Aux environs de Royat et Solagnat, de nombreux lambeaux subsistent au sein du granite porphyrique.

Les anatexites représentent le stade le plus intense de la migmatisation des gneiss à sillimanite. Très souvent altérées en arène de couleur beige-rouille, elles n'offrent que de rares affleurements frais : un échantillon pris dans la tranchée de la voie ferrée au SW d'Argnat montre une roche grenue non orientée, gris sombre, mésocrate, riche en biotite avec nombreuses taches gris verdâtre de cordiérite. Au microscope, la structure est grenue à granoblastique, la biotite très abondante possède de nombreuses inclusions de zircon, quartz en plages à extinction roulante, plagioclases sub-automorphes (oligo-andésine 30-35 % An), souvent séricitisés, microcline poecilitique moins abondant que le plagioclase, cristaux de cordiérite se transformant en pinnite.

Les anatexites à biotite et cordiérite évoluent parfois vers un pôle granitique, alors qu'en d'autres points il est fréquent de rencontrer des « restites » ou lambeaux de gneiss et gneiss migmatisés incomplètement « anatexitisés ».

$\zeta^1$  **Gneiss à biotite et sillimanite.** La composition des gneiss à biotite et sillimanite révèle une origine pélicito-gréseuse, c'est-à-dire une élaboration à partir d'une aire continentale préexistante et un dépôt dans des conditions marines à sub-marines.

Les gneiss à biotite et sillimanite s'observent à l'Ouest de la chaîne des Puys, aux environs immédiats du village de Saint-Ours et au Sud du hameau de Villelongue. On

peut considérer qu'il existe deux sortes de roches liées l'une et l'autre à un dépôt de type flysch :

1) *Facès phylliteux*. Bien visible à l'Ouest de Saint-Ours, la roche se présente très feuilletée avec placage de sillimanite sur les surfaces de foliation.

Au microscope, la structure est lépidoblastique orientée avec longues fibres de sillimanite associées à de grands cristaux de biotite. Ces minéraux constituent 50 % de la roche. Pour le reste, on note : quartz en petits cristaux allongés et engrenés, plagioclase et microcline peu abondants, zircon, oxyde de fer, rares grains de cordiérite altérée.

La composition initiale de la roche, très alumineuse, a favorisé au cours d'un métamorphisme mésozonal, le développement de la sillimanite. Lithologiquement, cette roche s'apparente aux micaschistes.

2) *Facès gréseux*. La composition quartzo-feldspathique nettement prédominante sur les phyllites détermine l'individualisation de ce faciès.

Celui-ci possède une variété à grain supérieur au millimètre (route de Ceysnat-Olby au lieu-dit « Marche », chemin sud de Villelongue) et une autre à grain inférieur au millimètre (Sud de Saint-Ours et W.SW de Chausselle sur la route de Pontgibaud). Ces deux types de roches sont micacés à 30 %.

Au microscope, la structure est grano-lépidoblastique avec quartz en grains ou en plages à bords plus ou moins engrenés, biotite en lamelles orientées très pléochroïques, plagioclases en grains, microcline, quelques traînées de sillimanite et très rare cordiérite. On note encore : oxyde de fer, zircon, rares grenats.

L'association de microcline et sillimanite sans muscovite indique des conditions catazonales de métamorphisme (zone à sillimanite-feldspath potassique du faciès amphibolite). L'absence de minéraux barosensibles et surtout l'intensité uniforme du métamorphisme sur cette feuille ne permettent pas de préciser les conditions de pression de son apparition.

**M<sup>2</sup>(c). Gneiss migmatitique et migmatites à biotite (et cordiérite).** Cette formation est l'équivalent migmatisé des gneiss à biotite et sillimanite. Le degré métamorphique beaucoup plus poussé impose à cette roche une texture rubanée plus ou moins élaborée.

Parmi les faciès les moins migmatitiques (W.NW de Saint-Ours ; Est Grand Chambois), la structure apparaît grano-nématoblastique avec feldspaths calco-sodique et potassique en quantité équivalente, quartz en plages plus ou moins engrenées, biotite en lamelles très pléochroïques, paillettes de muscovite bien développées, oxyde de fer, grains de cordiérite, rares fibres de sillimanite.

Le faciès migmatites s'observe dans la partie extrême occidentale de la feuille avec un faciès rubané (W.SW La Courteix) ou grossièrement lité (Nord Grand Chambois).

Dans le faciès rubané, le feldspath potassique domine très largement en gros cristaux souvent perthitiques et poecilites associés à une trame de quartz et microcline en grains plus petits ; biotite en fines paillettes réparties suivant de minces lits, grenats relativement abondants, plagioclases en grains toujours séricitisés.

Les faciès au Nord de Chambois ont une structure granoblastique avec quartz en mosaïque engrené, feldspath potassique et calco-sodique en gros cristaux hypidiomorphes, trame quartzo-feldspathique, grenats, bourgeons de myrmékite.

#### PALEOZOÏQUE

**Formation attribuée au Viséen.** Le Viséen est représenté principalement à l'W.SW de Clermont-Ferrand, de part et d'autre de la chaîne des Puys. Sa position stratigraphique est déterminée par analogie de faciès avec l'étage des tufs anthracifères à *Productus latissimus* et *Pr. giganteus*, caractéristiques du Viséen supérieur (datation Chichery (1938) dans le bassin de l'Ardoisière, vallée du Sichon).

Comme à l'Ardoisière, les formations à l'Ouest de Clermont-Ferrand correspondent à un complexe volcano-sédimentaire constitué de schistes, schistes gréseux, tufs et laves acides rhyo-dacitiques. Au hameau « Chez Pierre » existe un niveau de schistes anthraciteux.

Sous l'influence des intrusions granitiques et dioritiques, le Viséen subit à l'Est des Puys un métamorphisme de contact dans les conditions du faciès à hornblende. A l'Ouest, ces mêmes formations, à l'exception de la zone de contact d'Allagnat et Pont des Eaux, ne subissent qu'un léger métamorphisme de type régional, qu'accompagne une schistosité à pendage sud-est.

**h2S. Schistes, schistes gréseux.** Ils affleurent essentiellement à l'Ouest d'Antérioux et Montmeyre. Sur la route de Nébouzat à Quatre Routes, une carrière ouverte pour les besoins du remembrement, montre une formation schisteuse, très diaclasée, plissée et redressée à la verticale. La roche est gris-vert, d'aspect satiné.

En lame mince, la structure est orientée, très fine, avec quelques grains plus gros de quartz et feldspath, allongés suivant l'orientation générale ; très fins feutrages de séricite.

Les schistes sont souvent associés à des schistes gréseux en niveaux plus ou moins importants. Le constituant détritique quartz-plagioclase y prédomine sur la fraction phylliteuse.

**h2p. Tufs rhyo-dacitiques, rhyolites.** Les formations volcaniques acides du Viséen sont intimement associées au faciès pélitico-gréseux. On peut les individualiser néanmoins au S.SW d'Antérioux, au Nord de Chez Pierre et à Pont des Eaux. A cet endroit, un niveau d'une dizaine de mètres inséré dans des schistes, montre une roche sombre, aphanitique, tachetée de clair.

Au microscope, la structure est felsitique à phénoblastes de microcline, plagioclases et quartz corrodés ou étirés, épidote et zoïsite forment le fond de la roche. On note encore des traînées de calcite et d'oxyde de fer. C'est une rhyolite calco-alcaline tendant par son abondance en feldspath plagioclasique vers un type dacitique. On note un léger métamorphisme de contact révélé par une fine cristallisation d'actinote.

Chez Pierre ainsi que dans une carrière à l'Ouest d'Antérioux, on peut observer des roches gris sombre qu'on déterminera en lame mince comme des tufs acides (rhyolite et dacite). La structure y est hétérogranulaire avec quartz abondant, traînées de séricite et petits cristaux de muscovite, rares plagioclases.

**h2. Volcano-sédimentaire indifférencié (schistes, grès, tufs acides).** En certains endroits, les associations intimes des faciès viséens, groupant un volcanisme sous-marin acide ou neutre et une sédimentation diagénétique de nature volcanique, pélitique ou gréseuse, ne permettent pas une individualisation franche des faciès.

Ces zones mixtes, par ailleurs fortement tectonisées (Ouest chaîne des Puys), ont déterminé le choix d'un ensemble volcano-sédimentaire indifférencié.

### **Métamorphisme des granites et diorites hercyniens**

**Faciès cornéennes à hornblende.** Les conditions dans lesquelles s'effectue la mise en place des granitoïdes hercyniens, provoquent sur les formations viséennes encaissantes, l'apparition d'un métamorphisme de contact de type faciès cornéennes à hornblende.

A Laschamp, ce métamorphisme se propage au toit de l'intrusion, tandis qu'à Allagnat il joue sur quelques dizaines de mètres dans l'encaissant périphérique du batholite. Les lambeaux viséens cartographiés entre Royat et Saint-Genès-Champagnelle peuvent être considérés, quant à eux, soit comme des témoins métamorphiques de la couverture viséenne disloquée, soit comme des enclaves « mises à découvert » par l'érosion des massifs granitiques et dioritiques, témoins les panneaux de grès-quartzites à biotite enclavés dans le granite porphyroïde sur la route de Ceyrat à Berzet ainsi qu'au carrefour de la route de Champeaux à Boisséjour.

A la faveur des repères lithologiques que sont ces lambeaux conservés au sein du

granite, il est possible de délimiter, dans le Viséen, une zone volcanique acide à neutre, en position anticlinale dont l'extension serait grossièrement limitée par les villages et lieux suivants : Saint-Genès-Champanelle, Thèdes, Charade, La Pépinière, Manson, Beaune.

Des lambeaux métamorphiques semblables se retrouvent au Nord de la feuille dans la région Volvic—Viallard.

**Th2g. Grès micacés à biotite et cordiérite.** La répartition des grès micacés s'inscrit dans une zone comprise entre Royat et Laschamps, au NW d'une ligne Royat—Beaune, avec quelques récurrences en bordure du socle vers Ceyrat—Boisséjour.

Les roches de ce type sont très sombres, massives, à litage peu apparent.

Au microscope, sur un fond isogranulaire de quartz et feldspath (60 % de la roche) se détache une mosaïque de petits cristaux orientés de biotite de néoformation et quelques cristaux de muscovite associés à de rares plages de cordiérite.

Dans les faciès à grain plus fin, moins gréseux et plus phylliteux des environs de Laschamps (cime de Busageix et de La Côte), l'excès d'alumine provoque sous l'effet du métamorphisme de contact, l'apparition de petits nodules de cordiérite généralement altérés en pinnite (séricite). Ce sont des schistes tachetés finement détritiques.

Au microscope, le fond de la roche, très finement grenu, contient autant de séricite que de biotite ; la muscovite est en grandes lamelles discordantes ; grains de magnétite.

**Th2p. Tufs rhyo-dacitiques et rhyodacites à amphibole et pyroxène.** Les faciès cornés du Viséen d'origine volcanique se localisent à l'intérieur d'un périmètre délimité par Saint-Genès-Champanelle, Chatrat, Manson, Charade, Thèdes. La nature de ces lambeaux varie fréquemment à l'échelle de l'affleurement (SE de Thèdes et SW de Berzet).

Entre Saint-Genès et Manson, la roche est de couleur claire avec minces et rares lits de micas ; elle peut être assimilée à un porphyroïde (ex-rhyolite ou tuf rhyolithique en partie recristallisé).

En lame mince, la texture est felsitique avec des yeux et traînées de quartz recristallisé. Dans un faciès basique à neutre (tendance dacitique), la roche se charge en hornblende verte très pœcilitique. La recristallisation plus poussée que précédemment se traduit par une structure granoblastique avec quartz, plagioclase, anorthite, cristallites de biotite, rare diopside, sphène et magnétite. Quelques plages felsitiques sont apparentes.

Au SE de Thèdes où les faciès sont plus composites, on note la présence de roche verte à texture porphyrique à grenue, pauvre en silice.

Au microscope et en lumière polarisée, la structure grenue s'estompe dans un moirage de séricite et diopside.

Dans un autre cas, la hornblende verte en grains domine largement sur un fond à feldspaths plagioclases, en partie séricitisés. Ce pourrait être une ancienne lave andésitique. Ces deux derniers faciès sont peu répandus.

Signalons enfin, au Sud de Berzet, une roche sombre à pyroxène et amphibole dont le pourcentage en chaux (20%) peut indiquer une origine sédimentaire de nature marno-calcaire.

**Th2. Formations volcano-sédimentaires indifférenciées.** Les formations volcano-sédimentaires, regroupées dans un ensemble indifférencié et défini précédemment, se trouvent en certains points sous l'influence du métamorphisme de contact des granoïdes hercyniens.

Quelques îlots métamorphisés appartenant à cet ensemble s'observent au Nord de la feuille dans les environs de Viallard et au Sud, vers Thèdes.

ROCHES ÉRUPTIVES HERCYNiennes

$\eta^2$ . **Diorite quartzique à hornblende et biotite (tonalite)**. Elle occupe toute une partie du plateau cristallin compris entre Charade et Beaune, et ne constitue pas de relief particulier à l'exception du Petit Puy de Manson qui doit son existence à une armature de filons granito-aplitiques. Les principales zones d'affleurement se situent au Puy de Manson, au Nord du Puy de Charade (sur le circuit de vitesse), au NW de Chatrat, à Beaune (centre du village), Roche Quairière et à l'Ouest de la chaîne des Puys vers Allagnat.

Au Rocher du Salut, la diorite quartzique affleure d'une façon spectaculaire, mais son aspect très cataclastique est peu représentatif.

L'extension de la diorite quartzique est limitée de tous côtés par des fractures à l'exception de la partie méridionale où le contact avec le granite porphyroïde à biotite (sortie sud de Beaune) s'effectue sans trace d'accident quelconque.

Macroscopiquement, la roche est de couleur gris clair piquetée de micas avec tendance à une couleur verdâtre due à la présence d'amphibole. Le grain est variable suivant les endroits : moyen à gros (village de Beaune) avec des cristaux de biotite et amphibole pouvant atteindre 5 à 7 mm, fin (grain de 1 à 3 mm) au Puy de Manson, Chatrat.

Au microscope, la structure est grenue, large, à tendance granoblastique, plagioclases andésine (38 à 42 % An) sub-automorphes à automorphes, parfois zonés et séricitisés, quartz abondant en plages à contours plus ou moins engrenés, biotite en belles lamelles, très pléochroïques, parfois flexueuses, hornblende verte très fraîche, microcline interstitiel, sphère.

A Beaune, au contact avec le granite porphyroïde, on note en lame mince des agrégats de néo-biotite (fines lamelles) associés avec des cristaux de biotite primaire ; le quartz est à contour très dentelé.

Il arrive fréquemment de rencontrer à l'affleurement des enclaves microgrenues dont la composition est identique à la roche-mère.

*Composition chimique*: la diorite échantillonnée à Charade indique à l'analyse les valeurs suivantes\* :

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
62,90	19,90	3,10	1,20	2,00	3,95	3,60	2,05	0,43	-	0,1	0,55	0,10

$\gamma^3$ . **M. Granite monzonitique porphyrique à biotite**. Distingué sur le plan régional sous le nom de granite de Royat, le granite monzonitique porphyrique à biotite constitue dans le secteur sud du socle ainsi que vers le Nord, la plus grande partie du rebord oriental du plateau cristallin. Il est entaillé par plusieurs vallées orientées Est-Ouest, dont les principales, celles de l'Artière et de la Tiretaine, offrent sur leurs versants de très beaux affleurements (route de Boisséjour à Champeaux notamment).

Sur le plateau, le granite est souvent altéré en arènes ; quelques belles zones non altérées sont néanmoins observables au Sud de Beaune, au Nord de Moulet-Marcenat et à l'Est de Pulvérières.

La constitution du granite de Royat n'est pas homogène. Généralement porphyroïde (les porphyroblastes peuvent atteindre jusqu'à 6 cm de long) à grain moyen ou gros, il perd assez souvent cette texture pour se présenter sous l'aspect d'un granite à grain moyen et texture grenue. Il peut aussi se charger en biotite ou bien accuser un

\* Analyste : R. de Peyronnet (1956), Clermont Fd n° 430.



déficit en quartz. En de rares endroits (Sud de Solagnat) l'assimilation incomplète des grès à biotite viséens confère au granite un aspect très sombre avec phénocristaux blancs très apparents.

En lame mince, le granite porphyrique à biotite se présente avec une structure grenue porphyroblastique. Les phénoblastes sont constitués par du microcline anorthose et représentent 45 % des feldspaths potassiques. Les plagioclases andésine à 30 % d'An sont en cristaux automorphes ou répartis dans la masse de la roche et parfois à l'intérieur même des phénocristaux de microcline. Le quartz est en grain à bords francs ou engrenés, à extinction roulante. La biotite est en grosses lamelles très pléochroïques ou en paillettes au voisinage des rares cristaux d'hornblende verte. On trouve encore magnétite, apatite, zircon.

γ3M. **Granite monzonitique à biotite.** Le granite monzonitique à biotite correspond au faciès non porphyrique du granite de Royat. Son grain est en outre légèrement plus petit. Ce faciès est très répandu à l'Ouest de la chaîne des Puys dans la région de Pulvérières avec une texture légèrement planaire (faciès Chazelles), ainsi qu'au Sud de Volvic. On le retrouve encore au Sud de Manson, au SW de Royat et entre les villages de Champeaux et Berzet. Il constitue, d'autre part, au SW de La Font de l'Arbre, la presque totalité de la butte de Marmoisson.

La composition minéralogique est identique au granite porphyroïde ; seuls manquent les porphyroblastes.

A l'analyse chimique cependant, le granite de la région de Pulvérières, avec un rapport  $\frac{F}{F+K} \text{ Plin} = 0,45$  tend vers un pôle granodioritique. Ailleurs, ce rapport est voisin de 0,65, à l'exception de la région de Champeaux—Boisséjour, où l'abondance des feldspaths potassiques amène le rapport  $\frac{F}{F+K} \text{ Plin}$  proche de 2.

η. **Syéno-diorite à hornblende (et chlorite).** La syéno-diorite est surtout représentée à l'Ouest d'Enval (dans les gorges creusées par le ruisseau l'Ambème) et aux environs de Viallard.

Son gisement est à bords rectilignes et faillés. Vraisemblablement hercynienne, la syéno-diorite est postérieure au granite calco-alcalin qu'elle contient en enclaves près des contacts.

Sa masse est faillée et tectonisée par les orogenèses successives, dont la dernière, l'orogenèse alpine, a provoqué les cassures avec circulations et altérations hydrothermales. Le gisement de cette syénite se présente comme un énorme filon de 700 à 1 500 m de puissance (dans sa partie nord). Au Sud, il disparaît sous la chaîne des Puys, mais sa trace peut être suivie et confirmée par les projections de diorite et roches filoniennes dioritiques émanant du puy de la Nugère (Ouest gare de Volvic) et par la présence de diorite sur le flanc sud du puy Chopine (les deux puys sont dans l'alignement NE—SW du filon syénitique).

A l'affleurement, la roche se présente assez souvent altérée sous un faciès rougeâtre avec biotite chloritisée. En raison de l'abondance des cassures et fractures, les affleurements frais sont rares.

L'étude en lame mince d'un faciès peu altéré montre une structure granoblastique à plagioclases (oligo-andésine) séricitisés, automorphes à sub-automorphes, feldspath potassique beaucoup moins abondant et en plages réduites, quartz (peu) dans les interstices, hornblende verte se transformant au cœur en épidote avec magnétite et chlorite, lamelles de chlorite relativement abondantes, oxydes de fer, sphène assez abondant, magnétite, calcite rare.

L'analyse donne les chiffres suivants (R. Bay, 1957)

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
58,65	15,70	3,45	3,60	3,60	4,05	4,10	3,05	0,70	0,15	0,10	0,10	1,85

La roche fait partie du groupe des syéno-diorites. Elle est quartzifère et atteinte d'un métamorphisme (vraisemblablement hydrothermal) de degré épizonal.

$\gamma^1$ . **Granite aplitique à deux micas.** Connue sous le nom de granite de Manson, c'est la seule roche éruptive exploitée dans la région clermontoise.

Ses conditions de gisement ont soulevé de nombreuses polémiques, en particulier pour le massif même de Manson souvent considéré comme un panneau filonien sub-horizontal recouvrant le dôme de Manson.

L'étude des photo-aériennes a permis de rattacher et d'identifier le massif de Manson au réseau filonien connu dans la partie SE du socle, c'est-à-dire à un système de fracture orienté NW—SE.

D'autres fractures orientées N.NE—S.SW et NE—SW guident des émissions moins puissantes qu'à Manson. Les orientations NE—SW correspondent à l'intersection du plan d'érosion actuelle avec un filon (ou un plan de dislocation) généralement sub-horizontal à faiblement penté vers le SE. Un exemple nous en est donné au virage de Champeaux, ainsi qu'au Sud de Berzet où les granites aplitiques à deux micas couvrent des surfaces relativement importantes.

Il est possible par ailleurs que ces mêmes filons, en relief par rapport à la surface d'érosion des granites environnants, aient pour une part canalisé les émissions volcaniques de certains puy comme celui de Berzet.

La composition et la texture du granite aplitique changent suivant les dimensions du filon :

- texture aplitique dans les filons de puissance faible et moyenne (quelques mètres) et aux épontes des filons importants ;
- texture pegmatoïde au cœur des gros filons ;
- texture grenue fine pour la majorité des autres filons et en particulier ceux de Manson.

A vue, la roche est de couleur gris clair, riche en quartz, peu de biotite et fines paillettes de muscovite.

Au microscope, la structure est engrenée avec cristaux de quartz et feldspath de 1 à 1,5 mm et des plus petits de 0,3 - 0,4 mm.

Les plagioclases sont de l'albite (3 à 7 % d'An). Les gros cristaux, souvent zonés, automorphes à sub-automorphes (en particulier au centre des filons) possèdent dans leur zone centrale une teneur en anorthite légèrement supérieure. Le feldspath potassique est du microcline perthitique parfois moiré et pœcilitique. Les cristaux sont de la taille des plagioclases et du quartz.

La muscovite est généralement plus abondante que la biotite (souvent chloritisée). Il existe cependant des filons où la biotite est très abondante ou inversement presque totalement absente.

Les minéraux accessoires sont représentés par l'apatite et un peu de cordiérite altérée.

A l'analyse chimique, les valeurs obtenues sont les suivantes :

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
<b>Texture aplitique An. 3500 K. Piel</b>	74,60	14,30	0,65	0,30	0,50	0,70	3,85	4,65	traces	0,15	traces	0,10	0,05
<b>Texture grenue An. 3397 K. Piel</b>	72,60	14,00	0,95	0,35	0,80	0,85	3,70	3,55	0,15	0,30		2,85	0,15

Une datation par la méthode Rb/Sr indique pour les granites aplitiques à deux micas un âge carbonifère moyen (namurien), soit :

321 ± 13 MA (biotite). Lab. Géol. Min. Clermont-Ferrand n° DS 1 499,

317 ± 16 MA (muscovite). Lab. Géol. Min. Clermont-Ferrand n° DS.1.-500.

Ces roches sont donc bien postérieures, comme le laisse entrevoir leur gisement, au granite monzonitique à biotite (granite de Royat) daté par la même méthode Rb/Sr,

sur biotite à  $330 \pm 16$  MA.

$\gamma^1$ . **Granite leucocrate à deux micas.** Si les filons de roches granitiques à deux micas abondent dans le socle cristallin au SE de la feuille, la mise en place sous forme de massif de roches identiques est exceptionnelle pour la feuille de Clermont-Ferrand ; un seul gisement de ce type se présente à l'Ouest du village Les Fontêtes.

La roche est claire, à grain de 1 à 2 mm, peu chargée en ferro-magnésiens, à texture très légèrement planaire.

Le massif est en partie masqué par les coulées basaltiques du Puy des Gouttes et par des dépôts colluviaux.

En lame mince, la structure est granoblastique, quartz abondant en plages et cristaux automorphes à extinction roulante, microcline, quelquefois perthitique, en cristaux pœcilitiques moins abondants que le feldspath albite réparti dans toute la roche en cristaux hétéro-granulaires, muscovite en lamelles plus ou moins deutéritiques (enclaves de quartz) et effilochées aux extrémités, biotite vert olive partiellement déchiquetée.

$\mu\gamma^3$ . **Microgranite porphyrique.** Il est représenté, à l'Ouest de Saint-Ours, par un seul petit massif d'une surface de 50 à 60 hectares, tronqué à l'Est par une faille Nord-Sud. Ses conditions d'affleurement sont relativement bonne de part et d'autre de la route de Pontgibaud.

C'est une roche claire, microgrenue avec porphyroblastes feldspathiques et nombreux quartz dihexaédriques.

En lame mince, on note : phénocristaux de plagioclase fortement séricitisés, quartz automorphe, nombreuses lamelles de chlorite et de biotite en voie de chloritisation, quelques belles lames de biotite très pléochroïque, ciment fait pour l'essentiel de cristaux de plagioclases et quartz, muscovite en rosette, et très peu de microcline se transformant en muscovite.

Dans la classification de Lacroix, cette roche est une microgranodiorite à texture porphyrique.

## FILONS

$\rho\mu\gamma^3$ . **Microgranite porphyrique.** Ce type de roche est identique à celui qui constitue le massif de roche microgrenue située à l'W.SW de Saint-Ours. Seul diffère son gisement, en filons de quelques mètres à 10 m de puissance maximale.

La position de ces filons, aux environs immédiats du massif de Saint-Ours, indique un noyau commun et une mise en place contemporaine. Un seul filon s'écarte de cette zone de bordure et affleure au Nord de l'étang de Pulvérières.

$\mu\gamma^3$ . **Microgranite aphanitique.** Les filons de microgranite à texture aphanitique font partie du cortège de roches microgrenues affleurant au NW de la feuille.

Ce sont des filons de quelques mètres de puissance, intrusifs aussi bien dans la série cristallophylienne que dans le granite.

A vue, la roche est claire, de teinte beige avec quartz très apparent.

En lame mince, le fond de la roche est felsitique à tendance microgrenue avec mosaïque de quartz et feldspaths.

Les quartz automorphes sont souvent corrodés et les phénocristaux d'orthoses et plagioclases altérés en damourite et séricite. On note encore de fines paillettes de muscovite pouvant dans certains faciès atteindre la taille de cristaux millimétriques. Ceux-ci proviennent, semble-t-il, de biotite remplacée avec exsolution d'oxydes de fer.

$\mu\gamma$ . **Microgranite indifférencié.** Plusieurs sites filoniens n'ont pu être intégrés dans la classification précédente en raison de leurs caractères pétrographiques variables (texture et composition minéralogique). En majorité, ils se situent au Nord de Moulet-Marcenat et s'avèrent complètement indépendants du réseau filonien de Pontgibaud.

ρ. **Rhyolite**. Les émissions filoniennes de nature rhyolitique sont rares sur la feuille et ne s'observent qu'à Ceyssat en relation avec le réseau faillé d'Aigueperse-Enval-Bort-les-Orgues.

La roche est de texture claire, grise, d'aspect très siliceux, fortement fracturée et schistosée. Elle peut acquérir en quelques endroits une texture microgrenue.

v. **Lamprophyres**. Principalement localisés à l'Est de la chaîne des Puys, ils abondent plus particulièrement dans la partie septentrionale de la feuille, en relation avec le réseau faillé d'Enval. Leur mise en place est totalement indépendante de l'encaissant et indique une origine profonde.

La puissance des filons varie de quelques décimètres à plusieurs mètres (carrière au NW d'Argnat). L'aspect macroscopique est celui d'une roche sombre, mélanocrate à grain très fin.

Pétrographiquement, ces lamprophyres se classent parmi les kersantites quartzifères ou minettes (biotite et plagioclases dominants) et les spessartites (amphibole et plagioclases dominants).

L'analyse chimique d'une kersantite provenant d'un filon à l'Est de Fontanas indique :

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
61,2	16,9	1,2	3,4	4,15	4,3	3,25	3,55	0,75	0,50	tr.	1,50	0,10

Analyste : J. Orliac. Lab. Géol. Min. Clermont-Ferrand n° 1 462.

μη **Microdiorite**. A l'inverse des lamprophyres, les filons de microdiorites sont dépendants spatialement et génétiquement des massifs dioritiques.

Selon les endroits, ils intrudent le massif lui-même (diorite quartzique de Manson) ou bien son proche environnement (syéno-diorite d'Enval).

Dans la diorite de Manson, la roche filonienne est une micro-diorite quartzique à fines lamelles de biotite et hornblende verte généralement groupées en agrégats. La structure est grenue à microgrenue, avec quelques phénoblastes de quartz et plagioclases (andésine 40 % d'anorthite).

Les filons liés à la syéno-diorite d'Enval sont d'un caractère différent, la structure est grenue à tendance doléritique avec lattes de plagioclases plus ou moins séricitisés, microcline en plages pœcilitiques, moins abondant que le plagioclase, biotite et hornblende verte en lamelles, quartz en plages ou dans les interstices.

On peut définir la roche comme une granodiorite quartzique à tendance monzonitique (structure et composition) et de mise en place filonienne (agencement doléritique).

Q. **Quartz**. Les émissions siliceuses sont peu répandues sur la feuille Clermont-Ferrand. On distingue les filons liés à un hydrothermalisme tempéré à froid et les filons à quartz dit « chaud », contemporains de la mise en place des magmas granitiques et assez souvent minéralisés.

Dans la première catégorie se place un seul filon situé à l'extrême Nord de la feuille, au lieu-dit Puy Saint-Priest, 1 km à l'E.NE des Brossons. Ce filon à branche divergente vers le SE affleure sous forme de gros blocs presque en place. Sa puissance n'est pas déterminable.

Le quartz se présente en concrétions calcédonieuses à géodes plus ou moins cristallisées.

La pyrite signalée sur les éditions précédentes à 1/80 000 n'a pas été observée.

La deuxième catégorie de filons quartzeux intéresse la partie ouest de la feuille. Ces émissions siliceuses ont une faible extension et une puissance inférieure au mètre. Il est possible toutefois que quelques uns de ces quartz correspondent à des poches d'exsudation à l'intérieur de la série cristallophyllienne.

Sur la carte, seuls les filons stériles ont été notés ; on retiendra toutefois que toutes les minéralisations sulfurées sont liées à une gangue quartzreuse.

#### FORMATIONS SÉDIMENTAIRES ET VOLCANIQUES OLIGOCÈNES ET MIOCÈNES

##### Oligocène

*Généralités.* Les formations tertiaires d'Auvergne ont livré grâce à des recherches assidues, des faunes importantes de Mammifères et de Mollusques continentaux qui ont permis d'établir une échelle stratigraphique de l'ensemble de cette région.

Malheureusement, les conditions d'observation des séries sédimentaires en Limagne sont telles que la récolte des fossiles lors des levés cartographiques est extrêmement faible dans la plupart des cas. Les gisements-types eux-mêmes, faute de déblaiements récents, ne livrent plus, en règle générale, aucun document paléontologique.

*Échelles stratigraphiques proposées par différents auteurs.* L'étude des faunes et des flores a permis d'établir la chronologie relative des dépôts ; elle donne également de précieux renseignements sur les conditions climatiques qui régnaient en Auvergne au cours de l'Oligocène et à la base du Miocène.

- a - Zonation à l'aide des Mammifères
  - Échelle de A. Lavocat (1951),
  - Échelle de L. Thaler (1970),
  - Échelle de L. Ginsburg (1970).
- b - Zonation à l'aide des Mollusques continentaux
  - Échelle de R. Rey (1968).
- c - Zonation à l'aide des Characées
  - Échelle de M. Castel (1968),
  - Échelle de L. Grambast (1970),
  - Mme Riveline (Fac. Sci. Paris), travaux en cours.
- d - Zonation à l'aide des Ostracodes
  - Mme Damotte (Fac. Sci. Paris), travaux en cours.
- e - Zonation à l'aide de la microflore
  - J.J. Châteauneuf, G. Gorin (B.R.G.M.), travaux en cours.

*Présentation retenue.* Compte tenu de la grande rareté de la faune ou de sa très mauvaise conservation, on a tenté de constituer sur des bases sédimentologiques une échelle lithostratigraphique des séries oligocènes (D. Giot, C. Jacob, 1972).

Dans les faciès carbonatés, les résultats obtenus se révèlent satisfaisants et coïncident avec les coupures stratigraphiques définies par les faunes de Vertébrés et de Mollusques.

Il a été possible de distinguer :

- un Oligocène, partie moyenne (g2) : grès, calcaires gréseux, argiles, calcaires argileux localement dolomitiques, « schistes papyracés » (lutites calcaro-argileuses varvées), marnes vertes, dont les caractéristiques essentielles sont la présence constante de kaolinite, l'absence de smectites et la rareté relative de l'illite dans la phase argileuse et la présence locale d'évaporites.

Cette série correspond aux niveaux contenant les coccolithes et *Potamides lamarcki*.

- un Oligocène, partie supérieure (g3) : marnes et calcaires argileux verdâtres, calcaires dolomitiques et siliceux, concrétions à Algues et Phryganes, calcarénites bioclastiques et « oolithiques », argiles et sables argileux verts, marnes pyroclastiques, caractérisés par l'absence de kaolinite, l'apparition des smectites et l'importance relative de l'illite dans la phase argileuse et par la présence très fréquente de silice (calcédoine-opale) et de zéolites (analcime, parfois clinoptilolite).

Cet ensemble correspond au moins pour la région dermontoise aux niveaux à *Helix ramondi*.

Il n'a pas été possible, sur la carte, de tracer un contour entre les niveaux g2 et g3.

Les indices reportés n'ont qu'une valeur ponctuelle : les ensembles cartographiés sur des bases lithologiques sont attribués soit à la partie moyenne de l'Oligocène, soit à la partie supérieure lorsque leur position stratigraphique a pu localement être déterminée. Sept ensembles lithologiques ont été distingués et représentés sur la carte à l'aide de figurés conventionnels.

- 1 - Complexe argilo-calcaire : marnes, calcaires argileux parfois dolomitiques ou siliceux.
- 2 - Série de transition : alternance de marnes, calcaires argileux, calcaires ou marnes quartzo-feldspathiques, argiles sableuses quartzo-feldspathiques.
- 3 - Sables, sables argileux, argiles dont la fraction grossière est essentiellement constituée de quartz, feldspaths et débris lithiques.
- 4-Grès et sables : minéralogiquement comparable à l'ensemble 3, cette série présente des bancs grésifiés.
- 5 - Grès quartzo-feldspathiques à débris lithiques.
- 6 - Poudingues grésifiés à gros éléments lithiques arrondis.
- 7 - Formation volcano-sédimentaire (pépérites) : sous le même figuré ont été regroupés tous les types de pépérites massives en dyke ou en sill ainsi que les niveaux pyroclastiques de remaniement interstratifiés dans les marnes et calcaires argileux.

**Oligocène basal** (non affleurant). Les dépôts détritiques bariolés de la base de l'Oligocène exploités dans la région de Ravel (feuille Thiers) et très développés en Limagne du Sud, n'affleurent pas sur la feuille Clermont-Ferrand. Ils existent cependant en profondeur et sont connus sommairement grâce à deux forages profonds : Cournon 101 (693-8-75) et Saint-Beauzire 101 (693-4-1).

A Cournon 101, sur le socle métamorphique carbonifère, repose une série de grès feldspathiques et d'argiles sableuses rouges et verts, épaisse de 130 m (entre 723 et 853 m de profondeur). A Saint-Beauzire 101, des sédiments très comparables mais beaucoup moins épais (23 m) ont été traversés entre 1 575 et 1 598 m de profondeur.

**g2. Oligocène moyen.** Les dépôts attribués à cette période sont peu nombreux et localisés uniquement le long de la bordure taillée nord-sud de la Limagne. Les affleurements sont très discontinus et les gîtes fossilifères rares.

#### ***Zone de Beaumont - Ceyrat - Romagnat-Ouest***

##### ***Reconstitution de la séquence de l'Oligocène moyen***

Bien que cette région soit recouverte de formations superficielles développées, elle permet d'observer la meilleure succession lithologique de l'Oligocène moyen de la feuille. L'âge des dépôts est à peu près certain grâce à la présence en plusieurs points de niveaux à Coccolithinées (L. Dangeard, 1932).

D'Ouest en Est, on observe la succession suivante :

a - à proximité immédiate du socle et en transgression sur celui-ci, les sédiments sont essentiellement détritiques : sables, sables argileux, argiles et grès feldspathiques alternés ;

b-au lotissement de Préguille (Ceyrat), ces séries détritiques alternent avec des marnes grises à jaunâtres contenant localement d'abondants *Cypris*. De fréquentes passées de sable fin rouge, de faible épaisseur, pourraient représenter des niveaux de remaniement de paléosols ;

c - en s'éloignant de la bordure ouest, les apports détritiques s'amenuisent (coupes de la N 89 de Beaumont—Ceyrat), les sédiments y prennent un cachet de « molasses » (alternance de marnes, de marnes gréseuses, de grès calcareux). L. Dangeard (1932) y signale la présence de niveaux à Coccolithes. Ceux-ci n'ont malheureusement pas été retrouvés ;

d-à l'Ouest de Romagnat, sur le flanc oriental du Montrognon, des travaux ont révélé la présence d'une série de marnes et calcaires argileux jaunâtres à *Cypris* et

nombreuses intercalations d'argilites papyracées brunes et de craies à Cocolithes. Cette série est très analogue à celle que l'on peut observer à la base de la coupe du Puy-Saint-Romain à Sainte-Marguerite (feuille Veyre-Monton).

Ces quatre zones d'observation, réparties selon une coupe Ouest-Est, permettent de reconstituer la séquence sédimentaire de l'Oligocène moyen (fig. 1).

Certains termes de la séquence sont observables par ailleurs du Sud (Ceyrat) vers le Nord : à Royat, Chamalière, Monjuzet, Nohanent et Crouzol.

### **Zone de Royat-Chamalière**

Le terme *a* de la séquence se développe et présente une puissance maximale ; tous les faciès détritiques *y* sont représentés : grès, sables, sables argileux, argiles, localement conglomératiques. Cette série, de pendage moyen 20° Est, se présente en bancs épais montrant parfois des strates obliques. Ces sédiments, mal classés (mélange lutite, arénite, rudite), aux éléments souvent peu usés, contiennent en abondance des fragments de roche (microbrèches et micropoudingues à matrice silteuse). Quartz, feldspaths potassiques et plagioclases forment l'essentiel des minéraux constituant la fraction grossière. La phase argileuse parfois abondante est constituée de kaolinite et d'illite.

Les « arkoses du Puy Chateix » se distinguent de l'ensemble de la formation bien que leurs caractéristiques minéralogiques soient identiques. Elles reposent sur le socle par l'intermédiaire d'une faille qui a provoqué le redressement des strates (40 à 50° SE), la lithification en est très poussée ; les niveaux silteux montrent, à l'analyse pétrographique, une microschistosité due à la cristallisation orientée du ciment phylliteux. Il n'a pas été possible d'observer de passage ni horizontal ni vertical aux séries argilo-sableuses feldspathiques. Il semble donc, en l'absence d'arguments paléontologiques et sédimentologiques, difficile de corréler les sables argileux de l'Oligocène moyen et les « arkoses » du Puy Chateix.

A la gare de Royat, J. Demarty et L. Piton (1934) ont décrit une série alternante de sables argileux et de marnes qui contenaient des fragments de bois silicifié. Cette série à rapporter au terme *b* de la séquence n'est actuellement plus visible.

### **Zone de Monjuzet et Nohanent Ouest**

Les séries observées correspondent aux termes *a*, *b*, *c* et *d* de la séquence-type, les faciès carbonatés s'y présentent toutefois sous une allure légèrement différente de marnes beige verdâtre à *Cypris*.

La base de la butte de Monjuzet présente à l'Ouest une série argilo-sableuse et marneuse (terme *b*) évoluant latéralement vers l'extrémité orientale à des marnes vertes à *Cypris* (terme *c*).

Une évolution analogue est visible à l'Ouest de Nohanent où il est possible, en outre, d'observer le terme *d* au pied du Puy Charmont.

### **Zone de Crouzol**

Dans cette région, trois formations détritiques distinctes se superposent.

*c* - Sables feldspathiques blanchâtres : produit de colluvionnement de l'Oligocène (carrière de Crouzol Sud).

*b* - Sables et argiles feldspathiques verts à pendage sud-est du complexe Enval-Saint-Hippolyte (Oligocène supérieur).

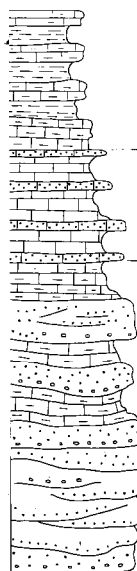
*a* - Complexe détritique de Crouzol (Oligocène moyen) à pendage est constant, en contact latéral et en superposition avec le socle.

Dans le thalweg du château de Crouzol, la succession suivante est observable :

3 - Grès feldspathiques grossiers (arkose) en bancs épais à pendage est, visible au sommet du flanc sud sous Tournœl.

2 - Sables argileux feldspathiques et argiles vertes alternées localement rubéfiés affleurant sur le flanc sud.

1 - Poudingue et brèche arkosiques parfois rubéfiés, ne subsistant qu'en placage sur le granite dans le fond du ravin et sur le flanc nord.

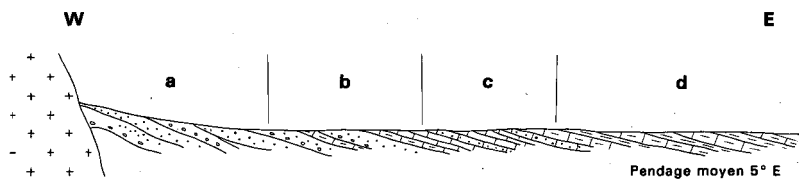


**d** – Alternances de calcaires argileux beige et d'argilites papyracées à Cypris et Coccolithes, localement gypseux (dépôts secondaires en filons)  
Sédimentation de bassin laguno-lacustre sursalé

**c** – Alternances de grès calcareux et de calcaire argileux de type molasse

**b** – Superposition de séquences locales de plusieurs mètres de puissances, détritiques à la base (sables argileux, feldspathiques, à graviers, à gradient granulométrique décroissant vers le haut), passant progressivement à des marnes  
Sédimentation rythmée deltaïque

**a** – Alternances de sables argileux et de sables feldspathiques localement grésifiés  
Sédimentation fluviale



Profil schématique



Cette série correspond au terme *a* de la séquence-type, elle en possède les caractéristiques minéralogiques et sédimentologiques.

Les rubéfections observées semblent en liaison avec une source ferrugineuse encore active s'écoulant dans le ravin.

### **Sondages profonds**

L'étude des sondages révèle dans les régions plus centrales du bassin de puissantes accumulations sédimentaires à rapporter à l'Oligocène moyen.

1 - Mirabel (1928), 693-3-2.

De 0 à 1 110 m. Marnes dans lesquelles la limite Oligocène moyen — Oligocène supérieur ne peut être précisée.

De 1 110 à 1 322 m. Arkoses et sables fins alternés correspondant au terme *a*.

2 - Macholles (1896), 693-4-5.

De 0 à 1 006 m. Marnes (Oligocène supérieur et moyen).

De 1 006 m à 1 164 m. Marnes à lits de gypse (Oligocène moyen, terme *d*).

3 - Saint-Beauzire (1962), 693 - 4 - 1.

De 0 à 164 m. Argiles calcaires et marnes verdâtres à passées de calcaires argileux graveleux et oolithique (Oligocène supérieur).

De 164 à 1575 m. Argiles, marnes et calcaires à intercalations d'argilites papyracées, localement riches en anhydrite et sel (Oligocène moyen, terme *d*).

De 1 575 à 1 598. Grès feldspathiques et argiles rouges (Oligocène basai à faciès bariolé).

- 1 598 m. Socle : cornéenne et schiste tacheté (J. Grolier et G. Tchimichkian, 1963).

4 - Cournon 101, 693 - 8 - 75.

De 0 à 90 m. Argiles calcaires vertes et calcaires argileux beige (limite probable de l'Oligocène moyen et supérieur à 90 m).

De 90 à 723 m. Argiles calcaires et calcaires argileux à passées d'argilites papyracées, anhydrite de 423 à 461 m et dolomite de 682 à 723 m (Oligocène moyen terme *d*).

De 723 à 820 m. Alternance d'argile et de grès feldspathiques verdâtres (terme *a*).

De 820 à 853 m. Grès feldspathiques et argiles sableuses bariolées (Oligocène basai).

- 853 m. Socle : porphyre quartzifère (J. Grolier et G. Tchimichkian, 1963).

### **Caractères généraux de l'Oligocène moyen**

Après les dépôts bariolés, discontinus, de l'Oligocène basai, le bassin de Limagne est le siège d'une sédimentation fluviale et laguno-lacustre ; l'épaisseur de la série dépasse 1 400 m à Saint-Beauzire.

Les formations détritiques (grès, sables, sables argileux, argiles feldspathiques verts) sont essentiellement limitées aux zones bordières (séries fluviales et deltaïques), elles passent latéralement vers le centre du bassin à des argilites, marnes et calcaires argileux localement dolomitiques et évaporitiques.

L'analyse des minéraux argileux permet de faire la distinction suivante :

- un ensemble supérieur à dominante carbonatée où sont associés la kaolinite, l'illite et la montmorillonite ;

- un ensemble inférieur détritique et carbonaté dont la phase argileuse est constituée par la kaolinite, l'illite et les interstratifiés illite-montmorillonite.

### **Marnes à Cypris**

Ces sédiments argilo-calcaires, dont la teinte varie généralement en fonction de la teneur en carbonates, vert foncé pour les plus argileux, beige verdâtre pour les plus calcaires, sont généralement stratifiés de façon régulière : finement « varvés » dans les zones les plus argileuses, les bancs peuvent atteindre un mètre d'épaisseur dans les zones très carbonatées. La bioturbation y est souvent intense et se traduit par la présence de terriers et d'une structure très hétérogène, « pseudo-bréchique ».

Les marnes contiennent, en très grande abondance et presque exclusivement, des

Ostracodes appartenant à un nombre réduit d'espèces (genre *Cypris*).

Les niveaux à Ostracodes sont présents dans toute la série oligocène au Puy Saint-Romain (feuille Veyre-Monton) et à Romagnat ils appartiennent à l'Oligocène partie moyenne (g2), enfin à Gergovie, à l'Oligocène partie supérieure (g3). Il semble toutefois que ce faciès ait son maximum d'extension à la partie terminale de l'Oligocène moyen et à la partie inférieure de l'Oligocène supérieur.

Ces niveaux ont ponctuellement été notés sur la carte par g2 ou g3 lorsque des critères paléontologiques ou sédimentologiques ont permis de les situer stratigraphiquement.

### g3. Oligocène supérieur

#### */ — Les formations carbonatées du plateau de Cournon—Lempdes*

Ce plateau en forme de V limite vers le Sud la basse plaine des « Terres Noires ». Il s'élève par rapport à celle-ci de la cote moyenne 320 m à 542 m, point culminant au Puy de Bane. Les affleurements oligocènes y sont bien représentés surtout sur les flancs sud. Une coupe détaillée levée à proximité de Cournon a permis de noter la succession suivante : du bas vers le haut.

#### **Coupe Cournon Ouest**

L'observation a été faite en grande partie dans les fouilles d'un lotissement à flanc de coteau vers le point 407 du Chemin des Gardes (x = 665,940 ; y = 82,890).

De petites failles Nord-Sud provoquent des décalages verticaux rendant très difficile l'appréciation de l'épaisseur réelle des formations.

a - *Argiles et marnes vertes* alternées, homogènes, localement bioturbées, en banc d'épaisseur variant entre 0,20 et 1,20 m. L'analyse pétrographique révèle la présence de matériaux détritiques en faible proportion (quartz, feldspaths potassiques, muscovite et quelques éléments pyroclastiques).

Les restes organiques peuvent y être abondants, ce sont essentiellement des débris d'Algues encroûtantes, des Ostracodes, des fragments d'os de Poissons et de nombreux Hélicidés (*Helix ramondi minor*). Les cristallisations sont fréquentes, ce sont : la calcite à la partie supérieure, la dolomite, l'illite, à l'exclusion de toute autre argile (résultat diffractométrique) ; localement la silice et l'analcime.

L'épaisseur minimale, compte tenu des lacunes d'observation et des accidents, est estimée à 18 mètres.

b - *Marnes et calcaires* alternés en bancs localement discontinus et d'épaisseur variant entre 0,10 et 1,40 m. Les sédiments de cette série sont essentiellement cryptocristallins ; quelques petites passées de calcarénite vers le sommet annoncent la série suivante. Les éléments détritiques sont rares et représentés par des quartz, feldspaths potassiques et quelquefois plagioclases, des muscovites et de rares minéraux lourds. Les restes organiques sont très peu abondants : ce sont des débris d'Algues encroûtantes et de Poissons, et des Ostracodes. Les cristallisations sont de type différent de celles de la série inférieure. On y rencontre la calcite, la dolomite et la pyrite.

L'épaisseur minimale, compte tenu des lacunes d'observation et des accidents, est estimée à 20 mètres.

c - *Calcaires homogènes et calcarénites* : cette série massive blanche à légèrement verdâtre forme la partie supérieure du coteau. Elle présente de fréquentes petites passées de calcarénite constituées essentiellement de débris d'Algues encroûtantes et d'oolithes.

La fraction détritique est représentée par de rares quartz, feldspaths potassiques et muscovites. Les minéraux argileux, tout comme dans la série sous-jacente appartiennent aux montmorillonites, illites et interstratifiés I-M en proportion et quantité variables.

Parmi les éléments organiques, on note la raréfaction vers le sommet des Ostracodes au profit des débris d'Algues encroûtantes. Les fragments d'os de Poissons sont toujours présents.

Les cristallisations reprennent de l'importance, ainsi calcite et dolomite s'y développent-elles souvent, associées en plus faible proportion à des argiles et de la silice.

L'épaisseur minimale est estimée à 25 mètres.

### ***Coupe Cournon Sud***

Les levés ont été faits dans la grande carrière située au-dessus de l'agglomération de Cournon et dans son chemin d'accès. On y retrouve :

- Dans la montée sous la carrière : (x = 666,780 ; y = 82,940).

a - *Les marnes et calcaires* verdâtres à petites passées de calcarénites et incrustations algaires montrant des caractéristiques très voisines de celles observées dans la coupe ouest. A la partie supérieure, dans le talus, un lit de pépérite stratifié est observable. Sa présence explique la cristallisation d'ancime dans les niveaux encaissants.

Cette formation est visible sur 8 m dans le chemin et sur environ encore 10 m au-dessous, dans un ancien puits d'exploitation dernièrement déblayé.

- Dans la carrière elle-même : (x = 666,790; y = 82,990)

b - *Calcaires homogènes et calcarénites*. Dans cet ensemble de calcaires argileux beige verdâtre, les proportions en argile diminuent par rapport à la série sous-jacente. Les sédiments s'ordonnent en bancs réguliers, métriques ; des variations lithologiques locales de deux origines principales troublent la monotonie de ce dépôt.

1 - Sédimentaires : nombreuses passées de calcarénites oolithiques et à débris d'Algues. La continuité de certains niveaux est assez étonnante, ainsi un banc de 10 cm d'épaisseur essentiellement oolithique peut se suivre sur près de cinquante mètres.

A la partie supérieure de la coupe, sous les pépérites, les Algues forment de petites constructions lenticulaires annonçant les grandes formations « récifales ».

2 - Diagenétiques : fréquemment on peut observer des accidents siliceux en rognons ou en bancs assez continus. Bien que dans l'ensemble ces roches soient faiblement indurées, les cristallisations ne sont pas rares : calcite, dolomite, argiles, silice et pyrite.

c - *Pépérite massive*. Les calcaires sont recouverts à la partie supérieure de la carrière par une épaisse formation de pépérites massives et stratiformes dont le niveau de base recoupe les bancs de la série carbonatée selon une surface d'érosion. Aucune déformation souple n'a pu être observée ; nous serions donc dans ce cas précis en présence d'une coulée sous-lacustre et non pas d'une intrusion dans un sédiment non induré.

De nombreuses diaclases recoupent ces formations ; elles sont souvent tapissées de bitume en croûte dont l'épaisseur peut atteindre plusieurs centimètres.

- Au sommet de la montée dans le chemin, au NW de la carrière :

d - *Formation des calcaires à « récifs » (biohermes Algues-Phryganes) et pépérites stratiformes*. Cette série postérieure aux pépérites massives dont elle a hérité des produits de démantèlement est en contact par faille à l'Est et à l'Ouest avec la « coulée » observée dans la grande carrière. Elle est constituée de calcaires non consolidés, cryptocristallins et jaunâtres, de marnes, d'édifices concrétionnés à Algues et Phryganes<sup>(1)</sup>, de calcarénites parfois bitumineuses et de calcaires pépéritiques stratifiés.

L'apport détritique y est assez limité et sous forme de quartz, feldspaths potassiques, plagioclases et pyroclastes. Les cristallisations sont fréquentes : calcite, dolomite, silice et ancime. La formation se présente sous un pendage moyen de 10° Ouest et son épaisseur avoisine 10 mètres.

(1) Encroûtements calcitiques tabulaires creux correspondant à des indusies d'Insectes à vie larvaire aquatique.

### **Tableau récapitulatif**

e - calcaires jaunâtres à « récifs » d'Algues et Phryganes et pépérites stratiformes

----- érosion

d - pépérites massives

----- érosion

c - calcaires homogènes et calcarénites blancs

b - marnes et calcaires verdâtres

a - argiles et marnes vertes.

### **Attribution stratigraphique**

Les ensembles a, b et c ont livré une faune de Mammifères et de Mollusques attribués à la base de l'Oligocène supérieur. L'ensemble e, non daté en ce lieu, se présente sous un faciès analogue à la formation du Puy de Bane, elle-même rattachée aux calcaires de Pont-du-Château, attribués à la partie sommitale de l'Oligocène supérieur (Dallet. Mine des Roys : localité type de *Helix (Caseolus) ramondi major*).

La lacune sédimentaire invoquée par R. Rey se trouve matérialisée à Courmon par deux périodes d'érosion encadrant un épisode volcanique. Les émissions de pépérites se sont produites à diverses époques comme le prouve la présence de pyroclastes et d'analcime dès le dépôt de l'ensemble des argiles et marnes vertes à *Helix ramondi minor*.

Il ne semble toutefois pas qu'il s'en soit produit avant l'Oligocène supérieur dans la région étudiée.

### **Caractères généraux de l'Oligocène supérieur**

- La phase argileuse de la série de Courmon est totalement dépourvue de kaolinite.
- Les apports détritiques y sont constants mais très faibles en quantité et pauvres en espèces minérales, quartz, feldspaths potassiques et plus rarement plagioclases et muscovite.
- Les manifestations volcaniques sous forme de pépérites ont eu une influence sur le milieu de sédimentation, reflétée par des dépôts de silice et de zéolites.

Dans le lac Oligocène supérieur, les dépôts chimiques forment l'essentiel du sédiment (argiles, zéolites, silice, carbonates de calcium et de magnésium). Un calme tectonique relatif s'étend alors sur la Limagne.

### *// — Extension et variations de ces ensembles lithologiques*

#### *a - Argiles et marnes vertes*

Cet ensemble à illite et analcime n'a pas été retrouvé en d'autres points de la carte. Il trouve vraisemblablement son équivalence dans certains niveaux à faciès « marnes à *Cypris* ».

#### *b - L'ensemble des marnes et calcaires verdâtres*

Leurs principales caractéristiques résident dans la nature des minéraux argileux (montmorillonite, illite, interstratifiés I-M avec absence de kaolinite à l'exception de quelques faciès de bordure) et la présence en relation avec des pépérites, de niveaux minéralisés dolomitiques, siliceux et à analcime.

Cette formation est de loin la plus représentée. Elle constitue le soubassement : du plateau Courmon—Lempdes dans sa partie ouest ; du plateau de Gergovie jusqu'à Pérignat-lès-Sarliève, Aubières et Romagnat Sud-Est ; du complexe des Côtes de Clermont, du plateau de Châteaugay. Elle constitue le substrat des terres noires dans la région de Malintrat, elle affleure à la bifurcation des voies ferrées de Saint-Jean, à l'Est de Clermont-Ferrand (au point coté 339 m).

Elle a son équivalent dans les formations détritiques sablo-argileuses de la Montagne Percée, de Durtol et d'Enval à l'extrême Nord de la feuille où les sables argileux ont un pendage sud à sud-est et recouvrent la série de Crouzol.

#### *c - L'ensemble des calcaires homogènes et calcarénites*

Cette série n'a pas de différence minéralogique importante avec la précédente. Sa

distinction essentielle repose sur la présence de formations à Algues en plus grande quantité et de taille plus élevée. Elle forme pratiquement tous les points hauts du plateau de Courmon à l'exception du Puy d'Anzelle, elle est bien visible dans de petites carrières sur le flanc est du Puy de Bane.

A proximité de la bordure ouest, les calcaires à Phryganes passent progressivement à des sables au sommet de Monjuzet. La petite formation de Chaumontel (NW de Romagnat) doit être rapportée également à cet ensemble.

#### *d-Pépérites*

La formation de pépérite massive de Courmon limite vers le sommet les formations de Courmon (*a, b et c*) attribuées à la base de l'Oligocène supérieur et sert de substrat aux calcaires à Phryganes du Puy de Bane rattachés par analogie à ceux de Pont-du-Château, localité type de l'Oligocène supérieur à *Helix ramondi major*.

Toutes les formations pépéritiques ne peuvent être malheureusement datées avec autant de précision. Le plus souvent les gisements subsistent à l'état de pitons ou mamelons résiduels recoupant les formations encaissantes. Il semble que pour la région étudiée, ces manifestations aient eu lieu pendant tout l'Oligocène supérieur.

De nombreux auteurs se sont intéressés à ces formations volcaniques très particulières. Michel 1953, en conclusion à ses travaux, place les manifestations pépéritiques à l'Oligocène supérieur. Ces laves, de nature trachy-andésitique ou basaltique, peuvent localement mal se distinguer des émissions postérieures miocènes et quaternaires (laves homogènes en dykes et épanchements de surface) qui par endroit leur sont liées (Gergovie, Montaudou...), enfin leur mise en place se réalise selon des complexes volcano-sédimentaires sous-lacustres.

#### *e - Les calcaires jaunâtres à biohermes d'Algues et Phryganes*

Cette formation à grands « récifs » a une répartition géographique limitée depuis Courmon jusqu'à Dallet (Puy de Bane, Mine des Roys).

A ce même type de formation, il convient de rattacher la série alternante détritique et carbonatée à « récifs » de l'Ouest du plateau de Gergovie. Toutefois, il n'existe pas de liaisons directes avec l'ensemble de Pont-du-Château ; leur synchronisme ne peut donc être considéré qu'à titre d'hypothèse.

### *III — Les formations carbonatées et détritiques du plateau de Reillat (Les Mauvaises)*

Le plateau de Châteaugay, à son extrémité sud (Reillat), présente, sous la coulée basaltique, une formation particulière, calcaire et sableuse.

Au-dessus de Blanzat (au Nord de la station de pompage) se développe une série de calcaires localement gréseux, jaunâtres, relativement bien cristallisés. Ils sont souvent altérés par une fracturation importante et des dissolutions en partie attribuée à une activité organique (traces de racines). En remontant au Nord, vers le lieu-dit Les Mauvaises, ces calcaires disparaissent progressivement et sont remplacés par des sables feldspathiques localement argileux, verts, en tout point semblables à ceux observés à Durtol entre autre.

En ce lieu, à la fin de l'Oligocène supérieur, se serait donc développé un complexe fluvio-lacustre d'extension géographique limitée.

### *IV — Les formations à zéolites*

Les sédiments carbonatés attribués à l'Oligocène supérieur, à l'exception de la série du plateau de Reillat, ont révélé la présence en quantité variable mais presque constante de zéolites, celles-ci sont du type analcime.

Leur gîte dans ces séries sédimentaires est variable : le plus souvent les micro-cristaux ne sont pas visibles en lame mince, mais se confondent dans la matrice carbonatée et argileuse micritique (taille voisine de quelques microns). Dans des cas exceptionnels, par exemple dans les séries de Courmon, l'analcime se présente en dépôts secondaires de microfilons et micro-géodes.

Les niveaux riches en éléments pyroclastiques (mamo-pépérites sédimentaires) en sont très abondamment pourvus, les granules volcaniques très irrégulièrement dévitrifiés y sont souvent épigénisés en analcime (Cournon).

Une autre variété de zéolite, la clinoptilolite, est également présente dans ces séries. A l'extrémité sud du plateau de Châteaugay, dans la montée entre Blanzat et les Mauvaises, vers la cote 410 m, ce minéral constitue à lui seul un petit banc régulier de 5 cm d'épaisseur.

Cette minéralisation particulière, liée sans aucun doute aux manifestations volcaniques (pépérites), présente une très grande extension. Elle affecte pratiquement tous les niveaux carbonatés de l'Oligocène supérieur. Elle est associée à d'autres minéraux tels que montmorillonite, opale, calcédoine et dolomite en grande abondance.

Ces dépôts sont en liaison avec une modification importante des propriétés du bassin dermontois, deux épisodes principaux peuvent être distingués.

A l'Oligocène moyen règne un climat chaud ; sur l'arrière-pays, activement érodé, la végétation ne peut s'implanter, elle ne se développe que sur les basses terres bordant les lacs. Dans le bassin subsident, les sédiments détritiques s'accumulent en bordure alors que vers les zones plus centrales se déposent des carbonates de calcium et magnésium ainsi que des évaporites. La faune et la flore : Potamides, Lymnées, Planorbis, Ostracodes, plancton ont dû vraisemblablement se développer dans des eaux faiblement alcalines, les concentrations en chlorures et en sulfates pouvant parfois être importantes si l'on admet que les évaporites sont d'origine primaire !

A l'Oligocène supérieur, la température s'abaisse, la végétation recouvre l'arrière-pays et les apports détritiques se réduisent considérablement. Dans le bassin, la sédimentation devient essentiellement chimique par néogénèse de carbonates de calcium et magnésium, et de smectites. Des manifestations pépéritiques se produisent ; elles conduisent à la formation directe et indirecte de zéolites et à l'enrichissement du milieu en silice. La faune et la flore se réduisent ; seuls se développent les espèces pouvant vraisemblablement accepter une alcalinité élevée : Ostracodes, Phryganes, Algues encroûtantes (expérimentalement, l'analcime est obtenue pour des pH compris entre 7,5 et 9,5).

### Miocène

La sédimentation lacustre oligocène se poursuit à l'Aquitainien dans certains points de la Limagne vers Saint-Gérand-le-Puy (feuille Vichy), mais il n'est pas connu de dépôts équivalents plus au Sud.

#### **Formations sédimentaires burdigaliennes.**

**m1b. Marnes, argiles et sables à Mélanies de Gergovie.** A l'extrémité est du plateau de Gergovie, en contrebas de la table d'orientation et vers le Sud (feuille Veyre-Monton), des argiles et des marnes vertes affluent ; elles contiennent en abondance des débris de Mollusques indéterminables. D'autre part, en contrebas du monument Vercingétorix, dans une petite fouille, il est possible d'observer des argiles brunes et des sables non argileux essentiellement quartzeux d'allure fluviale. Cette formation ravinerait les dépôts oligocènes selon un chenal Nord-Sud à l'extrémité orientale du plateau ; elle est recouverte par la coulée basaltique inférieure datée par la méthode potassium-argon à  $19 \pm 1$  MA (P. Bout, J. Frechen, H.J. Lippolt, 1966), ce qui la placerait dans l'échelle stratigraphique classique au sommet du Burdigalien.

L'âge des marnes, argiles et sables à Mélanies a été très discuté : de Saporta (1878) et l'abbé Boulay (1899) attribuent cette série au Burdigalien inférieur ; Giraud (1902) la classe dans l'Aquitainien, puis G.F. Dollfus (1908), J.Jung (1946) et Michel (1953) reviennent à l'idée première du Burdigalien inférieur.

Faute d'élément chronostratigraphique nouveau, cette formation a été attribuée ici au Burdigalien (m1b).

m1b. *Sables feldspathiques*. Des sables argileux parfois conglomératiques, quartzo-feldspathiques, souvent rubéfiés en surface, sont présents entre les deux coulées basaltiques de Gergovie ; il est possible de les observer en dégagant les colluvions basaltiques à l'extrémité nord-ouest du plateau (feuille Veyre-Monton), où leur épaisseur semble être réduite à quelques mètres.

Des sables comparables, mais en formation plus épaisse (30 à 40 m), existent sous les coulées basaltiques des Côtes de Clermont et de Châteaugay, où ils sont bien visibles aux extrémités ouest des plateaux, sous la coulée du Puy de Chanturgue et sous la coulée inférieure du Puy de Var. Des dépôts similaires observés à Chamalières et Durtol ont été rattachés par analogie de faciès à cette formation.

La coulée supérieure de Gergovie a été datée par la méthode potassium-argon à  $16 \pm 1$  MA (P. Bout, J. Frechen, H.J. Lippolt, 1966), ce qui la placerait si l'on admet que la limite Burdigalien—Vindobonien se situe à 18 MA, vers la base du Vindobonien. Les sables feldspathiques pourraient alors être attribués au Burdigalien terminal, voire à la base du Vindobonien.

#### Formations volcaniques miocènes.

βm. **Basalte**. Les épanchements volcaniques miocènes des côtes de Clermont-Ferrand sont représentatifs des basaltes feldspathiques sans feldspathoïdes minéralogiquement exprimés. Ils recouvrent un niveau de sables feldspathiques d'âge burdigalien et constituent, outre les sommets des côtes de Clermont-Ferrand, ceux du puy de Chanturgue et la coulée inférieure du puy de Var.

Sur le terrain, la lave est compacte, peu altérée et se débite en dalles. Elle est de teinte très foncée, grise à noire.

Pétrographiquement, les coulées terminales des côtes de Clermont-Ferrand (y compris les deux mamelons cotés 609) du puy de Chanturgue, ainsi que la coulée inférieure du puy de Var, se classent dans la catégorie des basaltes. A l'analyse chimique cependant, le déficit de silice faisant apparaître un pourcentage important (8,52 %) de néphéline virtuelle, la roche peut être définie comme un basanitoïde.

Au microscope, on note : phénocristaux d'olivine et augite noyée dans une pâte constituée de microlites d'andésine-labrador, d'augite, d'olivine et de verre incolore.

#### Analyse chimique comparative des coulées inférieure et supérieure du Puy de Var

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
1	41,2	13,3	4,3	7,25	9,85	10,10	3,75	1,00	1,8	1,25	0,2	2,0	0,85
2	42,65	16,05	5,3	6,5	10,3	10,3	2,3	1,3	2,25	0,75	0,1	1,1	1,1

1 - Coulée inférieure (Burdigalien supérieur), puy de Var. An. C. Rougier et Y. Chaleil, Clermont, n° 239, 1953.

2 - Coulée supérieure (Pontien), puy de Var. An. Y. Chaleil, Clermont, n° 265, 1953.

eβm. **Basanite**. Les roches de ce type sont représentées par la coulée terminale coiffant le plateau de Châteaugay en territoire sédimentaire à l'Est, et par les coulées de Montcognol—Vierge de Beaufort et le Cheix—Villelongue à l'Ouest des puys sur socle cristallin.

A Châteaugay, la coulée s'est épanchée sur une surface nivelée par les sables feldspathiques attribués au Burdigalien supérieur. Épaisse d'une quinzaine de mètres, elle est morcelée en plusieurs compartiments par des dislocations postérieures. Hors des zones altérées (base et sommet de coulée), la lave se présente de couleur gris-noir avec cristaux d'olivine et pyroxène. Au microscope, la pâte est faite de microlites d'augite titanifère, quelques rares éléments de biotite et des plages de néphéline et d'andésine basique. L'analyse chimique place cette roche parmi les laves mésocrates feldspathiques et feldspathoïdiques, riches en néphéline (13,06%). C'est une vraie basanite (à néphéline exprimée).

Le puy de Montcognol et la cote 886 « Vierge de Beaufort » correspondent à d'anciens cônes éruptifs démantelés (présence de projections) dont il ne reste plus qu'un ensemble de coulées superposées. A l'Est de Fraisse, reposant sur des argiles sableuses, deux coulées riches en nodules de péridotites (jusqu'à 12 cm de diamètre) sont coiffées par une troisième coulée de lave compacte qui forme le sommet du puy de Montcognol. Cette même lave compacte se retrouve à la « Vierge de Beaufort » et constitue par ailleurs, la coulée de Villelongue qui, au NW de ce hameau, repose sur des gneiss à sillimanite très rubéfiés. La partie orientale de cette coulée, à laquelle semblent se rattacher les trois petits îlots de « Trimonte », se charge en nodules d'olivine.

L'ensemble volcanique ainsi individualisé dans la partie nord-ouest de la feuille Clermont-Ferrand est à rattacher à la chaîne volcanique de la Sioule d'âge Miocène moyen à supérieur.

Sur le plan pétrographique, les roches de ce groupe sont des basanites à leucite. Le feldspathoïde, exprimée en minuscules plages, remplit les interstices entre les microlites de labrador (54% An) et s'accompagne de feldspaths alcalins, de petites paillettes de biotite, de grains de pyroxène et minéraux opaques. Dans la pâte microlitique s'individualisent des phénocristaux d'augite, de clinopyroxène et d'olivine souvent transformés en iddingsite.

*Analyse chimique*

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
1	38,90	15,30	4,00	6,85	12,30	10,95	3,00	1,15	2,70	1,15	0,20	2,30	0,95
2	42,35	12,95	8,70	6,70	9,80	11,40	3,00	1,15	3,00	0,45	0,20	0,10	0,10

1 - Basanite à néphéline, carrière Fougeroux, plateau de Châteaugay. An. J. Cibot, C.Rougier, Clermont, n° 229, 1953.

2-Basanite à leucite, Fraisse (coulée intermédiaire). An. S. Couturié, Clermont, n° 5 934,1972.

**Sßm. Projections associées.** Les projections associées au volcanisme miocène sont exclusivement représentées au NW de la feuille.

A Montcognol, on observe une formation épaisse de plusieurs dizaines de mètres, laissant apparaître un léger litage faiblement penté vers le NW. L'ensemble est sablo-argileux, consolidé avec des blocs de granite et basalte pris dans une matrice contenant un pourcentage équivalent de lapilli noir ou rouge et de sable quartzo-feldspathique. Une argile blanchâtre remplit irrégulièrement les interstices intergranulaires.

A la « Vierge de Beaufort », sur le versant est, une tranchée de chemin montre une formation de plusieurs mètres d'épaisseur, constituée pour l'essentiel de projections scoriacées huileuses, de teinte grise, avec un faible remplissage argilo-sableux rouge. Dans les deux cas, les projections sont remaniées mais, étant donné la constitution des formations observées à la « Vierge de Beaufort », il semble que ce secteur soit plus rapproché de la zone d'éruption que le précédent.

**eßm. Basanite à analcime.** Cette roche est uniquement représentée au plateau de Gergovie par les deux coulées terminales surmontant les strates sédimentaires oligocènes.

Ces coulées, d'âge burdigalien, sont séparées par un niveau de sable feldspathique (invisible sur la présente feuille). La coulée inférieure, très altérée superficiellement, présente une structure vacuolaire très nette. La coulée supérieure est au contraire compacte, peu altérée et se débite en dalles horizontales.

L'une et l'autre ont une composition minéralogique identique. Ce sont des roches de couleur noire, à phénocristaux d'olivine et d'augite légèrement titanifères noyés



dans une pâte à microlites d'andésine, d'augite avec verre très abondant, riche en minuscules aiguilles de pyroxène, biotite en petits cristaux et plages d'alcime contenant en inclusions les mêmes aiguilles de pyroxène que le verre ; de ce fait, ces plages font « partie intégrante de la pâte et représentent non pas un remplissage secondaire de soufflures, mais une phase tardive de cristallisation. La roche est donc analcimique et non alnalcimisée ».

L'analyse chimique effectuée sur les coulées inférieure et supérieure révèle par ailleurs l'identité des deux laves (An. Prugnard - *in* R. Michel, 1948) :

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
<b>Coulée inf.</b>	41,4	14,3	5,1	4,2	6,4	12,1	3,7	1,7	4,7	0,5	0,2	3,3	2,0
<b>Coulée sup.</b>	42,6	14,5	3,9	6,4	6,1	11,8	3,6	2,9	3,4	0,8	0,5	2,6	0,7

Le pourcentage élevé de néphéline virtuelle ainsi que le déficit de silice est expliqué par la présence d'alcime que confirment les teneurs en H<sub>2</sub>O et Na<sub>2</sub>O. Dans la classification de Lacroix, ces roches sont des basanites analcimiques.

Le sill basaltique du versant est du plateau est différent et indépendant des coulées du sommet : c'est un basalte labradorique à olivine, intrusif dans les formations oligocènes.

#### Formation sédimentaire « pontienne »

**m-p. Sables à chailles.** Au cours des levés cartographiques, il n'a été possible que de supposer la présence de cette formation par la découverte dans les colluvions situées au-dessus de la coulée basaltique inférieure du Puy de Var, d'une fraction sableuse (quartz), de nombreux galets de quartz à enduit ferrugineux et de rares fragments de chailles.

Giraud décrit cette formation comme ayant des caractères nettement fluviaux : « ces sables à stratification entrecroisée renferment de nombreux galets roulés de quartz, de granite, de gneiss et surtout de calcaires siliceux recouverts d'une patine jaune foncé ou rouge-chocolat contenant des fossiles jurassiques (chailles) ». L'auteur rapporte cette série au Miocène ; elle serait présente, à l'état résiduel, sur les plateaux de Gergovie et les Côtes de Clermont, et conservée sous une coulée basaltique plus récente au puy de Chanturgue.

Jung reprend le problème à une échelle régionale et, se basant sur les travaux de divers auteurs, attribue au Miocène supérieur (Pontien) cette formation qu'il décrit de la façon suivante : « Ce sont des sables quartzeux très fins, jaunâtres ou grisâtres, micacés, plus ou moins argileux, contenant, dispersés irrégulièrement dans leur masse, des galets de silex, altérés, d'aspect cireux et plus fréquemment des galets de quartz patinés d'ocre ».

Des chailles ont été observées plus au Nord (feuille Vichy et Saint-Pourçain-sur-Sioule) dans des formations réputées pliocènes. Par mesure de prudence, une notation compréhensive volontairement élargie (m-p Mio-Pliocène) a été employée sur la feuille Clermont-Ferrand.

#### Formations volcaniques du Pliocène et du Quaternaire ancien

**Spp. Projections ponceuses.** Ces projections appartiennent aux formations volcaniques du Sancy et s'interstratifient entre deux niveaux basaltiques de même origine. Elles affleurent en un seul point, au Sud des « Quatre Routes » de Nébouzat sur une épaisseur de 1 à 1,50 m.

Ce niveau constitué de; cendres et lapilli est peu lité, clair et contient des éléments de quelques centimètres de ponce très alvéolés. L'ensemble apparaît plus ou moins remanié avec de minces niveaux sableux (grains roulés).

**S<sub>p</sub> Projections associées au basalte et à l'ankaramite.** Elles sont observées en niveaux de quelques mètres à Allagnat, au Nord de Villars et au puy de Charade. Au Puy de Berzet, la puissance de ces projections est plus importante.

A Allagnat, la formation apparaît fortement remaniée et altérée avec quelques éléments basaltiques pris dans une matrice rouge-jaune, relativement argileuse et contenant des éléments du socle.

Au puy de Charade, puy de Berzet et au Nord de Villars, les projections plus saines et moins évoluées sont constituées pour l'essentiel de lapilli et blocs scoriacés de teinte rouge et noire. Ces formations se trouvent à un niveau immédiatement inférieur à celui des coulées de basalte et d'ankaramite.

**π. Ankaramite.** La coulée du puy de Charade est bien connue des pétrographes comme représentative des mélabasalts à dominante pyroxénique, appelés ankaramites.

A Charade, la roche est porphyrique à phénocristaux d'augite et olivine. L'abondance dans la pâte, de granules et microlites d'augite alliée aux phénocristaux contribuent à établir un volume de pyroxène (32 %) supérieur à celui du périclase (17%).

La présence de néphéline en plages xénomorphes associée à de nombreuses aiguilles de labrador à 58 % d'An, place cette roche dans la catégorie des ankaramites basanitiques de la classification de Lacroix.

Sur le plan dynamique, l'écoulement de la lave, dont on a tout lieu de penser que le point d'émission est le puy même de Charade en raison de la présence de projections scoriacées, s'effectue en direction Est, puis NE. Cet écoulement emprunte d'anciennes vallées creusées dans le granite sur un réseau de fractures hercyniennes, fractures soulignées par les émissions filoniennes de granite aplitique à l'Ouest et au Sud du puy. L'extrémité orientale de la coulée de Charade, sectionnée par un rejeu d'âge pliocène ou Quaternaire ancien des failles de Limagne et en partie masquée par l'édification du puy de Charade d'âge quaternaire récent, réapparaît à l'Est de cet appareil sous forme d'un mince lambeau isolé et dénivelé de 150 m par rapport à la partie occidentale. Compte tenu de la pente naturelle de la coulée antérieure à l'accident, le rejeu de la faille est de l'ordre de 120 m, hauteur correspondant au surcreusement du lit de l'Artière que surplombe la section occidentale de la coulée. Une ankaramite identique à celle de Charade a été retrouvée récemment en sondage sous le plateau des Cezeaux.

L'analyse chimique de l'ankaramite de Charade (partie ouest de la coulée) indique les teneurs suivantes :

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
41,90	10,29	3,49	8,54	-	14,00	12,56	2,06	0,68	4,50	0,46	1,77	0,20

Analyse F. Raoult, A. Lacroix (1923)

Une datation au potassium-argon effectuée sur cette même coulée indique un âge de 3,0 ± 0,2 MA correspondant à la limite Pliocène—Quaternaire (P. Bout, J. Frechen et H.J. Lippolt, *Revue d'Auvergne*, t. 80, n° 4, 1966).

**βp. Basalte.** Les basaltes pliocènes appartiennent à deux systèmes volcaniques, l'un dans la partie SW, lié aux strato-volcans des Monts Dore, et l'autre dans l'angle sud-est du socle paléozoïque où ils constituent un ensemble bien individualisé (morphologie inverse notamment) par rapport aux émissions de la chaîne des Puys.

Dans le SW de la feuille Clermont-Ferrand (secteur Nébouzat—Ceyssat), le volcanisme est d'âge plio-villafranchien et apparaît sous forme de lambeaux de coulées correspondant à des épanchements périphériques du massif des Monts Dore.

Ces épanchements dont la direction d'écoulement est sub-méridienne sont en partie masqués et recouverts par ceux plus récents issus de la chaîne des Puys. Les coulées du puy de Barme épanchées vers l'Ouest montrent un bel exemple de cette superposition.

Au Sud des « Quatre Routes » de Nébouzat, un minuscule lambeau de basalte à amphibole recouvre une coulée basaltique, par l'intermédiaire d'un niveau de projections ponceuses. Au Calvaire de Bravant, existent deux petits points de sorties.

Les laves de cette région sont des basaltes alcalins, de teinte gris foncé, compacts avec cristaux d'olivine très apparents.

Dans le secteur d'Allagnat, une coulée comparable aux précédentes s'épanche en direction du NW, mais à la différence de celles-ci, son origine n'est pas à rechercher plus au Sud. Le point d'émission se situe vraisemblablement au niveau du village d'Allagnat ; il est doublé au Sud par un neck adventif.

Entre le bord cristallin occidental de la Limagne et la chaîne des Puys, s'édifie du Pliocène au Quaternaire ancien une série d'appareils dont il ne subsiste plus que les émissions basaltiques, du Sud au Nord :

- coulée de Saint-Genest-Champanelle qui remplit une vallée miocène et même en déborde au Nord ;

- puy de Berzet et lambeaux de coulée annexe (Camping de Ceyrat...);

- puy Devet, puy de Chatrat, cote 1 026, dont l'alignement sur une fracture du socle peut indiquer autant de points de sortie. Le lambeau basaltique qui forme le Mont Rodeix, plus au Nord, avec ses gerbes de beaux prismes, pourrait être rattaché à ce système ;

- coulée au Nord de Manson et à l'Ouest de Solagnat ;

- coulée de la Montagne Percée, issue vraisemblablement d'un cône éruptif démantelé au Nord de Villars (résidus de projections) et flanqué 500 m au Nord d'un lambeau de coulée à gros phénocristaux d'augite et olivine (ancien volcan de la Baraque sur lequel est établi la villa Michelin) ;

- coulée Nord Fontanas ;

- dyke du calvaire d'Orcines (puy Plantas) ;

- lambeaux de coulées et dykes au Sud de Chanat et Ternant.

Sur le plan pétrographique, les laves sont relativement homogènes et se classent parmi les basaltes, à phénocristaux plus ou moins abondants d'augite et olivine, avec microlites constitués d'andésine ou labrador-bytownite, d'augite, de fer oxydulé, matière vitreuse. Certaines de ces roches s'apparentent aux ankaramites.

Au Mont Rodeix, la roche est un basalte limburgitique à nodules de péridotites.

En Limagne, à l'Est des Côtes de Clermont, la coulée supérieure du puy de Var et les lambeaux de lave des collines de Cebazat peuvent être dites Pliocène si l'on admet l'âge pontien des sables à chailles sur lesquels repose la coulée supérieure du puy de Var. Pétrographiquement, ces roches, en raison de leur faible teneur en néphéline virtuelle (3,14%), doivent être classées dans les basaltes *sensu stricto*. Un tableau comparatif des analyses chimiques des coulées inférieure et supérieure du puy de Var a été donné au chapitre Volcanisme miocène.

## **FORMATIONS VOLCANIQUES DU QUATERNAIRE RÉCENT**

### **La chaîne des puys**

Cet ensemble volcanique s'étend sur 40 km environ du Nord au Sud, depuis le Gour de Tazenat (feuille Aigueperse 1/50 000) jusqu'au puy de Monténard (feuille Veyre-Monton, 1/50 000). Il s'agit d'un groupe de volcans de taille relativement modeste, disposés selon des alignements qui correspondent à des accidents tectoniques du socle. Dans certains cas favorables, ces derniers ont pu être mis en évidence au-delà des formations volcaniques, et il est à noter qu'ils sont pour la plupart parallèles aux failles qui bordent la Limagne à l'Ouest.

La base des puys est située à des altitudes de l'ordre de 800 à 900 m à l'Ouest

d'une crête morphologique du plateau cristallin sous-jacent ; à partir de cette crête, la topographie du substratum s'abaisse progressivement vers la vallée de la Sioule à l'Ouest (feuille Pontgibaud 1/50 000) et par des « marches » successives vers la plaine de Limagne à l'Est.

Un petit nombre d'appareils fait exception à cette disposition ; il s'agit :

- de l'alignement de Chanat—la Mouteyre, situé à 2 km environ à l'Est de l'ensemble volcanique principal ;

- des puys de la Bannière et de Gravenoire liés aux failles de la Limagne ;
- des volcans de Clermont-Ferrand et Beaumont.

Parmi les différents types d'édifices volcaniques, on peut distinguer dans la chaîne des puys :

- des volcans stromboliens (70 environ),
- des maars (6 ? ),
- des dômes trachytiques (4),
- des profusions trachytiques (2).

Les laves issues de ces appareils appartiennent à une série continue depuis les basaltes (pôle basique) jusqu'aux trachytes (pôle acide), tant du point de vue chimique que minéralogique.

A la suite de A. Michel-Lévy et Ph. Glangeaud, ont été distingués les types suivants : basalte, labradorite, trachy-andésite, trachyte ; il faut cependant souligner que tous les termes intermédiaires existent, au moins entre les trois premiers types.

#### *Les protrusions et les dômes trachytiques*

Ces appareils sont localisés dans la zone centrale de la chaîne. Ils correspondent à des laves très visqueuses : les trachytes.

Les puys Chopine et Vasset correspondent à des protrusions ayant dans les deux cas soulevé un panneau du socle.

Le Grand Sarcoui est un bel exemple de dôme endogène dont la structure en bulbe écaillieux semble indiquer une croissance lente, par l'intérieur. Le puy de Dôme, le Clersoux et le puy de l'Aumône sont vraisemblablement à rattacher à ce type.

$\tau$ ,  $\tau_a$ ,  $\tau_{py}$ . **Trachyte à biotite (dômite), trachyte à amphibole, trachyte à pyroxène.** Ce sont des laves de teinte claire présentant au microscope des phénocristaux d'orthose, anorthose et labrador dans une pâte à microlites d'orthose et rares minéraux opaques ; sphène, zircon et apatite sont fréquents. Outre la variété banale à biotite ( ) =dômite, ont été individualisées les variétés à pyroxène : augite aegyrinique ( py) et à amphibole hornblende ( a).

#### *Les coulées*

Les coulées liées aux appareils stromboliens se sont, du fait de la position sommitale des centres d'émission, épanchées soit vers l'Est en direction de la Limagne, soit vers l'Ouest en direction de la vallée de la Sioule, en empruntant d'anciens thalwegs. La nature des laves qui les constituent va, comme pour les projections scoriacées, des basaltes aux trachy-andésites. Ces laves n'ont jamais été très fluides (type aa) et les coulées montrent souvent une surface chaotique (« cheyres ») due au fait qu'elles sont empâtées par un épais manteau de projections entraînées depuis le point d'émission.

$\alpha$ . **Trachy-andésites.** Les trachy-andésites dont le type est la « lave de Volvic » bien connue en Auvergne, sont des roches de teinte gris sombre, parfois huileuses. Au microscope, la hornblende brune est abondante, souvent résorbée et associée à de rares phénocristaux de labrador, dans une pâte à lamelles d'andésine, feldspath alcalin et microlites d'olivine, augite et oligoclase.

Les trachy-andésites sont à rapprocher des hawaïtes des séries alcalines océaniques et continentales.

**Labradorite ( $\lambda$ ), labradorite à amphibole ( $\lambda_a$ ), labradorite à pyroxène ( $\lambda_{py}$ ), labradorite à amphibole et pyroxène ( $\lambda_a-py$ ).** Plus leucocrates que les basaltes, les labradorites sont également appelées leucobasaltes.

A l'œil nu, ces roches se présentent toujours très riches en grandes lamelles de plagioclases (labrador généralement). L'olivine n'y est présente qu'à l'état microlitique.

Outre la variété banale ( $\lambda$ ), ont été individualisées les variétés à amphibole ( $\lambda a$ ), à pyroxène ( $\lambda py$ ), à amphibole et pyroxène ( $\lambda a-py$ ).

**Basalte ( $\beta$ ), basalte à amphibole ( $\beta a$ ), basalte à phénocristaux d'augite et d'olivine ( $p\beta$ ), basalte à phénocristaux d'augite et olivine et à amphibole ( $p\beta a$ ), basalte à nodules de périclase ( $\omega\beta$ ).** Les basaltes sont des laves de teinte sombre, toujours riches en plagioclases (labrador essentiellement).

A côté des basaltes aphyriques ou très pauvres en phénocristaux ( $\beta$ ), existent de nombreux basaltes porphyriques ( $p\beta$ ) caractérisés par d'abondants phénocristaux d'olivine (Fa 14 à 24) et d'augite généralement titanifère ( $2V = 44^\circ$  à  $53^\circ$ ) et qui, dans certains cas, sont presque des ankaramites. Dans chacun de ces deux groupes, on a individualisé des variétés à amphibole ( $\beta a$  et  $p\beta a$ ).

Dans les faciès à amphibole, la kaersutite est fréquemment associée à des phénocristaux corrodés (et de grande taille) de plagioclases à cœur d'andésine et écorce de labrador. Cette association minéralogique est en déséquilibre thermodynamique avec la lave-hôte, ce qui caractérise un stade profond de cristallisation.

Quelques rares coulées sont à néphéline ou noséane minéralogiquement exprimée.

Les laves issues des volcans de l'alignement Chanat—la Mouteyre se distinguent très nettement des autres basaltes par la présence constante de petits nodules de périclase ( $\omega\beta$ ).

#### *Les projections*

**ST. Gaine de projections trachytiques.** Les dômes trachytiques constitués par une lave compacte sont généralement entourés d'une gaine de cendres trachytiques fines pouvant correspondre partiellement aux produits du débouchage de la cheminée.

Peuvent également être à l'origine de ces dépôts, des nuées latérales, contemporaines de l'extrusion du dôme ou encore une accumulation bréchoïde due à l'effritement du dôme lui-même.

De tels dépôts sont observés au puy de l'Aumône, au Clersoux et au puy de Dôme (flanc est uniquement).

Le Grand Sarcoui, qui possède lui aussi une gaine de projections, a peut-être émis à la différence des appareils précédents une petite coulée en direction du Nord-Est.

**Extension des nuées trachytiques.** Les protrusions trachytiques des puys Chopine et Vasset, ont été accompagnées d'explosions violentes ayant donné naissance à des nuées rasantes recouvrant en partie les appareils antérieurs. Elles sont constituées pour l'essentiel d'abondants blocs de trachyte et de débris plus rares du socle. L'irrégularité des dépôts permet le plus souvent la détermination du substrat.

Il existe un cas très particulier de ce dynamisme, qui a donné naissance à une grande nappe de trachytes à amphiboles s'étendant sur la partie sud de la chaîne, depuis le Grand Suchet au Nord jusqu'au puy de Mercœur (feuille Veyre-Monton 1/50 000) au Sud ; cette nappe semble être issue du cratère Kilian creusé au flanc NW du puy des Grosmanaux (« Bois de Manson », au SW du puy de Dôme). Du fait de la similitude d'aspect qui existe entre ces projections et celles des deux nappes précédentes, on peut admettre que l'on a affaire à une éruption péléenne sans érection de lave massive ; cependant, si l'on considère que le cratère Kilian est entaillé dans le socle, on peut penser qu'il s'agit d'un maar d'un type particulier, caractérisé par ses laves acides et par le fait que l'éruption a dû consister en une explosion unique.

Au Nord du puy de Fraisse., le « Creux Morel » pourrait avoir une origine identique et l'on pourrait éventuellement lui rapporter une partie des projections trachytiques qui entourent le puy Chopine.

**Projections trachytiques en recouvrement épais avec indication du substratum supposé.** Les produits des nuées trachytiques ont en certains points une épaisseur telle que la nature des formations recouvertes n'a pu être déterminée avec certitude.

**Sβc. Projections scoriacées (cônes volcaniques).** Les cônes volcaniques, caractéristiques d'un dynamisme du type strombolien, correspondent à des accumulations de projections scoriacées, basaltiques à trachy-andésitiques, à la verticale du point d'émission ; il s'agit de cônes réguliers à cratère égueulé ou non. Ces projections sont appelées localement et improprement « pouzzolanes » ; elles sont grossières (grande proportion de bombes), peu litées et de couleur rouge au centre du volcan, elles passent progressivement à des projections plus fines (peu de bombes), litées et noires à la périphérie. Les volcans stromboliens sont en majorité monogéniques, les cônes polygéniques étant plus rares (puys de Côme, Pariou, etc.).

**Sβ. Projections scoriacées (lapilli de saupoudrage).** Dans la plupart des cas, existe autour des cônes un niveau de cendres fines et noires, dont l'aire d'extension est très variable ; ce niveau dit « de saupoudrage » recouvre et moule toutes les morphologies antérieures. L'ensemble de ces saupoudrages constitue aux alentours des centres d'émission un manteau très homogène et difficilement déchiffrable.

**S. Lapilli scoriacés et éléments du socle (faciès de débouchage).** Certains saupoudrages ont un aspect particulier ; ils sont constitués par une association d'éléments scoriacés rouges et noirs, de fragments du socle et de lapilli de lave compacte, c'est-à-dire par une majorité de matériaux repris à des formations préexistantes. Ils sont à rattacher à des phases explosives de *débouchage* caractérisant la reprise d'activité d'un appareil. L'un de ces niveaux est largement répandu aux alentours du puy de Pariou et semble correspondre au produit de la destruction partielle de l'édifice inférieur de ce volcan ; un autre se rencontre de façon discontinue à l'Ouest des puys de Barne, Montchier, Salomon et Besace.

**Sbr. Brèches (projections de maar).** Les *maars* sont caractérisés par un cratère de grandes dimensions (jusqu'à 2 km de diamètre), profondément enraciné dans le socle et flanqué d'un croissant de projections stratifiées où alternent régulièrement des niveaux riches en éléments du substratum et des niveaux riches en éléments laviques (verre basaltique essentiellement). Seul le maar de Clermont-Ferrand apparaît sur la feuille. Sa cartographie indique une zone à l'intérieur de laquelle le substrat n'est pas atteint par les sondages de 40 mètres. Il est comblé par une sédimentation détritico-lacustre. Les projections sont représentées par une brèche stratifiée (« conglomérats de la butte de Clermont »).

Il faut, en outre, signaler que des sondages récents ont révélé une seconde fosse, aux contours encore mal connus, mais située plus au Nord et qui pourrait aussi représenter un cratère auquel se rapporteraient les projections de maar connues à Chamalières\*.

**Géochimie.** La série alcaline de la chaîne des Puys comprend un ensemble de termes qui, du point de vue des éléments majeurs, passent progressivement des uns aux autres, depuis le pôle basique ( $\text{SiO}_2 = 43,70$ ), jusqu'au pôle acide ( $\text{SiO}_2 = 68,54$ ).

Les analyses chimiques reportées ci-dessous donnent un aperçu de l'homogénéité de cette série :

\* Voir additif ajouté en cours d'impression, à la fin de la présente notice.

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	46,10	47,35	48,65	50,10	52,20	54,10	65,05	66,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,00	15,00	16,75	17,75	17,65	17,80	19,65	16,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,70	7,80	10,40	9,05	5,85	7,70	3,25	2,35
FeO	5,10	4,15	2,20	2,20	4,50	1,10	traces	0,15
MgO	9,15	6,45	4,35	3,80	3,45	2,65	0,75	1,00
CaO	11,00	8,55	8,55	8,00	7,15	5,70	1,25	1,10
Na <sub>2</sub> O	2,65	4,20	4,25	4,00	4,30	5,00	5,05	5,60
K <sub>2</sub> O	1	1,85	1,80	1,90	2,10	2,70	3,90	4,55
TiO <sub>2</sub>	2,60	3,25	2,80	2,75	1,65	1,80	0,50	0,45
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,40	0,80	1,00	0,70	0,60	0,70	0,10	traces
MnO	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,15	0,20
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,30
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,00	0,15	0,00	0,05	0,10	0,25	0,10	0,40

- |                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Basalte, Nébouzat         | 5 - Trachy-andésite, puy de la Nugère |
| 2 - Basalte, Grand Suchet     | 6 - Trachy-andésite, puy de Pariou    |
| 3 - Labradorite, puy de Barne | 7 - Trachyte, puy de la Nugère        |
| 4 - Labradorite, puy Guettard | 8 - Trachyte, puy de Lemptegy         |

Analyste F. Cantagrel, Clermont-Ferrand.

*Age du volcanisme.* Les données relatives à l'âge des volcans de la chaîne des puys sont de trois ordres : morphologique, paléontologique et absolu.

*Au point de vue morphologique,* on peut considérer qu'un volcan, constitué par une accumulation de projections meubles, peut être rapidement déblayé par l'érosion, or tous les centres d'émission de la chaîne des puys sont encore matérialisés par de telles accumulations ; il s'agit donc d'un volcanisme jeune. Il existe cependant des gradations dans les morphologies résiduelles : certains appareils (puy de Pariou, petit puy de Dôme) ont un aspect remarquablement frais, d'autres (région de Chant-la-Mouteyre, puy de la Bannière, volcans de Beaumont) sont très émoussés. Les coulées sont toutes en fonds de vallées, ce qui confirme la jeunesse des épanchements ; cependant, dans ce cas aussi on peut noter des stades divers d'érosion : certaines d'entre elles ont conservé le manteau scoriacé qui leur confère un aspect encore très frais (cheire du puy Balmet) ; d'autres l'ont perdu plus ou moins complètement, acquérant ainsi une morphologie plane (coulée de la Roche Merle au Sud du puy de Dôme, coulées à l'Est de Volvic), d'autres enfin sont plus ou moins tronçonnées par l'érosion (coulée de Royat profondément entaillée par la Tiretaine, coulée du Bois de Clerzat à Sayat).

Il semble donc que le volcanisme le plus ancien de la chaîne des puys se situe dans les secteurs de Beaumont, Clermont-Ferrand, faille de la Limagne, Chant-la-Mouteyre, mais ceci peut n'être qu'une apparence, car plus à l'Ouest les volcans très récents peuvent fort bien masquer des édifices plus anciens.

*Du point de vue paléontologique,* les rares données correspondent à des découvertes faites au début du siècle ; parmi les plus intéressantes on peut citer :

- des cornes de Cerf entre deux coulées de la vallée de la Tiretaine,
- des défenses d'Eléphant sous la coulée du puy de Pariou à Chamalières,
- des ossements de Cerf et de Bœuf sous une des coulées basaltiques qui s'écoulent à l'Est de Volvic,
- un abri sous roche de l'âge du Renne sur le bord de la coulée de Blanzat.

Depuis une dizaine d'années, de nombreuses mesures d'âges absolus par la méthode au C<sub>14</sub> ont été effectuées au Centre des Faibles Radioactivités du C.N.R.S. à Gif-sur-Yvette, sur des fragments de bois carbonisés ou des paléosols recueillis sous les niveaux de projection ou, plus exceptionnellement, sous les coulées.

Les principaux résultats actuellement connus sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Nature de l'élément daté	Nature et origine de la formation volcanique sus-jacente	Age (ans B.P.)	Feuille au 1/50 000
Sol	Retombée «phonolitique» au NE du volcan de Montcineyre	3 450 ± 110	Besse-en-Chandesse
Sol	Retombée basaltique au Sud du volcan de Montcineyre	5 750 ± 150	Besse-en-Chandesse
Sol	Saupoudrage des puys de la Vache et de Lassolas	6 000 ± 150	Veyre-Monton
Sol	Retombée basaltique au Nord du lac Pavin	6 600 ± 150	Besse-en-Chandesse
Bois	Coulée de St-Saturnin	7 650 ± 350	Veyre-Monton
Moyenne sur 5 sols*	Nuée trachytique (du cratère Kilian ?)	8 290 ± 140	Clermont-Ferrand
Bois sur le puy de Lemptegy*	Nuée trachytique (du puy Chopine ?)	8 900 ± 190	Clermont-Ferrand
Sol sur le puy de Lemptegy*	Cendres noires sous la nuée trachytique	10 000 ± 250	Clermont-Ferrand
Sol sur la coulée de la Tiretaine*	Cendres d'origine indéterminée	11 000 ± 150	Clermont-Ferrand
Sol sous la coulée de la Tiretaine**	Coulée de la Tiretaine à Royat	11 070 ± 200	Clermont-Ferrand

\* *Brousse et al. (1969).*

\*\* *Camus (inédit).*

Ces âges confirment l'extrême jeunesse du volcanisme, mais du fait de la difficulté à recueillir des fragments organiques sous les formations les plus anciennes, ils peuvent ne pas donner une idée exacte de l'époque du début des éruptions.

Il faut mentionner que dans les massifs volcaniques tertiaires du Cézallier et du Mont Dore, sont disséminés quelques appareils à rattacher chronologiquement à la chaîne des puys (feuilles Veyre-Monton 1/50 000 et Besse-en-Chandesse 1/50 000) ; c'est à cet ensemble qu'appartiennent les épisodes à 3 750 ans B.P. et 5 750 ans B.P. des environs du volcan de Montcineyre.

Le dernier âge cité dans le tableau ci-dessus est fort intéressant, car il correspond à une coulée qui morphologiquement semble être assez ancienne. On pourrait donc en conclure, si l'on fait abstraction des volcans du groupe oriental, que la chaîne des Puys au sens strict s'est érigée essentiellement entre 11 000 et 6 000 ans B.P.

Signalons qu'un certain nombre d'âges historiques ont été obtenus sur des paléosols ou des bois carbonisés recouverts par des niveaux de cendres en Limagne de Clermont. Il convient de les accepter avec prudence car les cendres datées pourraient fort bien être remaniées.

#### FORMATIONS ALLUVIALES

##### Alluvions anciennes

Pour des raisons pratiques, une distinction est faite entre les alluvions de l'Allier



(angle SE de la carte) et les formations alluviales du reste de la feuille.

**Alluvions anciennes de l'Allier.** Ces alluvions ont fait l'objet de nombreuses recherches sans que les auteurs aient encore pu se mettre d'accord sur la définition des nappes et leur chronologie. Souvent faussées par l'application plus ou moins délibérée du schéma de Depéret, les distinctions altimétriques proposées paraissent très discutables, d'autant plus qu'un fond topographique précis faisait défaut.

Dans les limites de la feuille Clermont-Ferrand, il est possible de définir neuf nappes alluviales. Des critères pétrographiques ne permettent pas à eux seuls de les différencier, notamment en raison de la rareté des coupes dans les alluvions les plus anciennes. Leur distinction repose sur l'altimétrie et la morphologie. Le tableau n° 1 résume la position des lambeaux reconnus.

Les épaisseurs déduites du tableau n° 1, varient également selon le degré de conservation des nappes. Sondages et levés permettent de distinguer les lambeaux bien conservés (F), d'autres dégradés ou résiduels (RF). Dans ce dernier cas, il subsiste quelques galets mais le substrat apparaît presque partout.

La composition des alluvions Fx et Fy est connue grâce aux exploitations. Elle reflète la nature des bassins d'alimentation : quartz, roches granitiques et métamorphiques d'une part, roches volcaniques du massif du Mont Dore d'autre part. Ph. Glangeaud (1916) a mentionné des chailles et surtout des lits de cendres intercalés, mis en rapport avec « l'activité des volcans de la chaîne des Puys ».

L'examen des minéraux lourds (Pelletier, 1963) confirme les résultats antérieurs de R. Meilhaud. Trois espèces de minéraux d'origine volcanique prédominent : augite, hornblende brune et olivine. De l'ordre de 50 %, la proportion de l'augite est d'une constance remarquable. Le pourcentage d'autres minéraux, provenant des roches cristallines et métamorphiques, est faible.

La composition des alluvions antérieures à Fx est moins bien connue. Les essais de comptage sur les divers galets n'ont pas donné de résultats significatifs permettant de classer ces nappes (Van Dorsser, 1963). Pour les minéraux lourds, H. Pelletier ne trouve aucune différence notable entre les nappes successives.

Dangeard et Bout (1933) citent les énormes blocs de dômite du Mont Dore observés dans les alluvions Fu, au-dessus de la mine des Roys. A l'Ouest de Pont-du-Château (Fv), A. Rudel (1957) mentionne de très gros galets atteignant 0,50 m.

Comme celle des roches granitiques, l'altération des galets basaltiques est un fait général pour tous les lambeaux d'alluvions anciennes (carrières entre les Gibaudonnes et les Charmes).

Certains lambeaux sont recouverts par des formations de versant du type CRg. De telles formations sont décrites par A. Rudel (1957) dans la coupe d'une carrière, aujourd'hui abandonnée, à l'Ouest de Pont-du-Château.

En ce point, les alluvions (Fv) sont visibles sur 3 mètres. Rubéfiées sur 15 cm à leur partie supérieure, elles sont surmontées par une formation argilo-calcaire puis par des chailles et des quartz éolisés. Ces matériaux sont affectés par des cryoturbations.

De telles formations recouvrent principalement la nappe Fx. Elles ont pu être remaniées et s'étaler sur les alluvions Fy. Sur les alluvions plus anciennes, ce recouvrement est moins fréquent ; il est limité aux lambeaux voisins des versants marno-calcaires. La couverture décrite par A. Rudel à l'Ouest du Pont-du-Château paraît être du même âge wurmien que les formations observées ailleurs sur la nappe Fx.

A Pont-du-Château (exploitations situées sur la feuille Thiers), Ph. Glangeaud cite une faune découverte dans des alluvions notées Fy. A. Rudel (1953) en a repris l'étude. Parmi les espèces représentées, certaines caractérisent un climat froid (*Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorinus*, *Rangifer tarandus*), d'autres un climat plutôt tempéré (*Cervus*, *Equus*, etc.). Cette faune constitue le seul argument précis pour dater les formations alluviales de l'Allier. Les alluvions Fx et Fy pourraient être rattachées, respectivement, au Würm inférieur et au Würm supérieur. En l'état des connaissances,

il est difficile de dater les alluvions plus anciennes. Les nappes les plus hautes ont été autrefois attribuées au Pliocène par Ph. Glangeaud (1916). Plus récemment, Dangeard et Bout (1933) les rapportent au Quaternaire inférieur.

Tableau 1  
Nappes de l'Allier : Situation des lambeaux

Altitudes moyennes du lit actuel : 322 m à Pérignat-sur-Allier, 312 m au Pont de Dallet.

Notation	Lieux-dits	Cote inférieure	Cote supérieure
<i>Fy</i>	Pérignat		323-325
	Cournon		320-322
	Mezel - <i>Fy</i> 2		315-316
<i>Fx</i>	Pérignat		330-333
	Cournon	vers 320	330-335
	Mezel		330
<i>Fw</i>	Mezel	335	340-344
	Pont-du-Château	335 env.	340
<i>Fv</i>	Pérignat - Cournon	350	355
	Pont-du-Château	349	351
<i>Fu</i>	Le Plagnol	362-366	366
	Malmouche - Nord	360	369
<i>Ft</i>	Les Littes	371-372	374
	Les Charmes	370	374
<i>Fs</i>	Les Fresses	380	384
	Les Côtes	382	385
<i>Fr</i>		390	395
<i>Fq</i>		415	416

*Remarque* : De toute évidence, la cote inférieure est plus importante que la cote supérieure, donnée faussée par des dégradations ou des apports. Il n'est pas exclu dans cette région que des mouvements tectoniques aient légèrement modifié l'altitude initiale des alluvions.

**Alluvions inactuelles des affluents de l'Allier.** Les principaux affluents de l'Allier sont, du Nord au Sud, l'Ambène, le Maréchat, le Bédât, la Tiretaine, l'Artières et l'Auzon. La plupart d'entre eux naissent dans le horst cristallin, au pied de la chaîne des Puys. Ils ont un régime torrentiel jusque dans la Limagne.

Les données manquent le plus souvent sur l'épaisseur, la composition et l'âge de ces alluvions notées F. Les observations sont regroupées par secteur.

**Secteur de Riom.** De nombreux lambeaux d'alluvions subsistent sur les interfluvés de l'Ambène, du Maréchat et du ruisseau de Mirabel. Ils sont confondus sur l'ancienne carte à 1/80 000. Au-dessus de la cote 360, les nouveaux levés montrent que l'épaisseur de ces lambeaux est souvent faible, de l'ordre du mètre. Elle diminue d'Ouest en Est. Un puits ouvert à l'Ouest de Mozac (x = 657,57 ; y = 99,26) donne une idée de leur composition. Il s'agit, pour l'essentiel, de sables feldspathiques

grossiers alimentés par l'arène granitique ou les sables tertiaires, auxquels s'ajoutent quelques galets de quartz, de granite et des fragments de roches volcaniques.

**Secteur de Cébazat-Gerzat.** Pour l'essentiel, les alluvions de ce secteur s'étendent largement entre Cébazat et Gerzat. Des lambeaux d'alluvions plus anciennes subsistent cependant plus au Nord. Ces dernières sont signalées par un cailloutis résiduel de galets où dominent les roches volcaniques. Leur épaisseur est généralement inférieure à 0,50 m. Des sables noirs à minéraux d'origine volcanique ont été reconnus à la tarière au NW de Cébazat.

**Secteur de Clermont-Ferrand.** Les alluvions de la Tiretaine qui entourent la butte de Clermont ont été regroupées dans un ensemble indifférencié (F). Les rares observations et les sondages permettent de reconnaître :

- des alluvions grossières situées sous les projections du cratère du fond de Jaude (Résidence du Parc), altimétriquement les plus hautes ;
- un complexe de colluvions et d'alluvions, voire de travertins, constituant le remplissage du cratère du fond de Jaude. L'épaisseur maximale dépasse 35 mètres. Des sondages, publiés par A. Rudel (1963), ont révélé des alternances de lits graveleux, de sables à éléments d'origine volcanique et d'argiles sableuses ;
- des alluvions plus récentes, résultant peut-être d'un simple remaniement s'observent çà et là au sein de l'ensemble (avenue des Paulines, la Gare, etc.).

Il n'existe, jusqu'ici, aucun argument précis de datation. Il ne semble pas que les alluvions antérieures au cratère puissent remonter au-delà du Würm.

**Secteur de l'Artière.** Les alluvions les plus anciennes de ce secteur sont constituées par des matériaux grossiers : blocs de roches granitiques, aux angles très émoussés, atteignant jusqu'à 20 cm (Beaumont), quelques quartz et des blocs basaltiques accompagnés d'un gravillon granitique peu usé. Ces alluvions sont recouvertes par les coulées de Beaumont et du Cézeau.

Les alluvions de la Gantière sont constituées pour l'essentiel de scories et de cendres volcaniques (Route D. 21).

Le lambeau situé entre les Gravins et la Poudrière a été autrefois exploité et a fait l'objet de plusieurs études. Ainsi Vergnette reprend en 1927 les recherches anciennes de Pommerol ; en 1963, L. Gachon étudie à nouveau le secteur en détail. Rudel et Lemée (1955), L. Gachon (1963) décrivent la coupe suivante, de bas en haut :

- 7 m au minimum de sables grossiers plus ou moins feldspathiques colorés par des oxydes de fer ;
- 0,5 m d'une formation argilo-calcaire disparaissant au NE ;
- 0,6 m de sables, localement agglomérés par des oxydes de fer et des hydrocarbures, recouverts par des alluvions grossières ; discontinu, cet ensemble est cryoturbé ;
- 1 m d'un sol noirâtre, qui a livré à Vergnette des foyers néolithiques à la base, et des vestiges gallo-romains au sommet.

Les sables de la base auraient fourni une faune du Würm (*E.primigenius*, *Rhinoceros tichorinus*, *Rangifer tarandus*, etc.) et un outillage lithique rapporté au Magdalénien. Ils dateraient donc de la fin du Würm. En se fondant sur la position du « cône de l'Artière » par rapport à la dépression de Sarliève et sur l'hypothèse d'un creusement au « Würm humide », L. Gachon met en doute ces éléments de datation. La localisation des « outils magdaléniens » peut en effet être une source de confusion. Pour leur part, Rudel et Lemée (1955) datent le remblaiement du Würm ancien ; la faune de l'Artière correspond d'ailleurs à celle de Pont-du-Château. Si la notation Fx tient compte de la conclusion de ces auteurs, elle est aussi imposée logiquement dans le contexte local. L. Gachon (1963) a démontré que la formation alluviale de la « Poudrière » avec des matériaux grossiers en surface, est postérieure au « cône de l'Artière », dans lequel elle se trouve emboîtée.

**Secteur de Sarliève.** Un vaste lambeau d'alluvions s'étend entre Courmon et Le Cendre. La cote de son sommet correspond à la fois à celle des alluvions Fx de

l'Artière et des alluvions Fy de l'Allier. Mais sa base serait à une cote plus élevée que celle de la nappe de l'Artière. Antérieures à cette dernière, les alluvions de Sarliève se raccorderaient à la nappe de l'Allier. Il n'est d'ailleurs pas exclu que le témoin de Sarliève comprenne deux nappes emboîtées.

Ces alluvions sont sableuses à la Barrière de Coumon.

**Fz. Alluvions actuelles et subactuelles.** Les alluvions actuelles et subactuelles de l'Allier proviennent pour l'essentiel d'une dégradation et d'un remaniement de la nappe Fy, ce qui conduit au choix de la notation Fy-z. Des plages de graviers jalonnent le lit mineur tandis que s'ensavent d'anciens chenaux.

Pour les cours d'eau situés entre Riom et Clermont, les renseignements relatifs à l'épaisseur et à la composition des alluvions actuelles font défaut. Ces alluvions paraissent souvent recouvertes par des colluvions marneuses, remaniées récemment à partir de CRg (Le Bédât, à Cébazat).

A l'Est, en direction de la Limagne, les alluvions actuelles et subactuelles alimentent le complexe K et la limite des unes comme de l'autre reste imprécise.

Des données ponctuelles existent pour les alluvions de la Tiretaine dans l'agglomération clermontoise (cf. documentation du Service géologique régional). L'épaisseur maximale paraît être de l'ordre de 6 mètres. La composition varie d'un point à un autre. Des lits de graviers s'intercalent de diverses manières dans un ensemble argilo-sableux.

Sur le flanc ouest de la chaîne des Puys (affluents de la Sioule) les données par trop ponctuelles ne permettent pas d'établir une coupe-type. Un sondage à la tarière, près de la Courteix, a traversé 3,3 m d'argiles finement sableuses, plus ou moins glyifiées, sans atteindre le substrat.

#### **FORMATIONS SUPERFICIELLES**

**E. Éboulis récents alimentés par les formations volcaniques quaternaires (chaîne des Puys).** Les éboulis sont très fréquents sur les flancs de presque tous les cônes volcaniques stromboliens, du fait de la pente externe de ces derniers et du peu de cohésion des matériaux. Ils constituent souvent des placages minces qu'il n'est pas possible d'individualiser à l'échelle de 1/50 000.

Les éboulis qui ceinturent la masse centrale du puy de Dôme et le puy Vasset correspondraient, pour l'essentiel, à des brèches d'écroulement synchrones de l'édification du volcan.

Pour ce qui concerne les autres éboulis représentés dans la chaîne des Puys, leur genèse ne semble pas relever uniquement de la gravité. Ces formations se situent ainsi entre les éboulis proprement dits et les colluvions au sens large.

**Cv. Projections volcaniques quaternaires remaniées.** Ces formations, que l'on peut également nommer « projections fluées », s'observent principalement sur les pentes est de la chaîne des Puys (Luzet, le Cheix, Enval). Elles sont constituées d'un mélange en proportion très variable de matériaux volcaniques scoriacés, de coulèur noire ou rouge, d'éléments de lave compacte et d'éléments du substratum cristallin.

L'hétérogénéité du mélange augmente avec la distance de l'appareil auquel ces produits ont été rattachés. Ceux-ci, peu roulés, sont classés et déposés en strates bien marquées de quelques centimètres d'épaisseur.

L'ensemble constitue une nappe d'épandage sur certains versants, emplissant parfois des dépressions.

La mise en place de ces formations doit être rapide et contemporaine des éruptions, si l'on en juge par la propreté et la fraîcheur du matériel volcanique (absence de matériaux vitreux). La violence des intempéries souvent constatée dans les zones de volcanisme actif, la facilité de mobilisation des projections nouvellement mises en place, ont sans doute été des facteurs déterminants dans la genèse. Ces projections se différencient des autres colluvions :

- par leur nature : propreté, absence d'éléments fins ;
- par leur position en haut des versants ;
- par leur mode de gisement, le litage, le classement.

On ne pourra, d'autre part, les assimiler, malgré la similitude de composition, au faciès de débouchage, celui-ci étant d'épaisseur constante, non classé et ses éléments non roulés.

A Enval, les projections sont indurées et ont la particularité de contenir de grosses boules de granite.

V. **Dépôts de cendres et scories remaniées.** De tels dépôts, à la différence des précédents, n'ont été observés qu'en dimensions réduites et n'ont donné lieu, sur la carte, qu'à des indications ponctuelles.

Ils sont constitués par des produits volcaniques fins, transportés hors de l'appareil éruptif par des processus dynamiques indépendants des éruptions. Il s'agit soit de projections volcaniques remaniées et déplacées sur les versants, soit de cendres retombées après un transport éolien plus ou moins important.

Au premier groupe appartient une série de petites accumulations repérées à la faveur de coupes entre les Mauvaises et Blanzat, à l'Est des Mauvaises, à l'Est du puy de Var, etc. Elles occupent des dépressions creusées dans les versants est, épargnées par l'érosion.

Ces accumulations sont formées par des lits de cendres et de petites scories, souvent bien calibrées, dont la taille dépasse rarement le centimètre. Suivant les lits, l'une ou l'autre fraction granulométrique prédomine. Aux produits volcaniques s'ajoutent de petits fragments mamo-calcaires. L'ensemble est toujours lité. Le pendage est peu différent de la pente du versant actuel. Les matériaux ont sans doute été transportés et classés par les fortes pluies qui accompagnent les éruptions.

Le deuxième groupe comprend des cendres transportées par le vent, localement concentrées par le ruissellement. Ces accumulations ont été parfois préservées de l'érosion, par exemple aux Gibaudonnes près de Lempdes, où L. Gachon (1963) a repéré la présence de cendres entre 0,7 et 1,6 m de profondeur.

Dans la partie supérieure de la falaise de Malmouche, au S.SW de la mine des Roys, une couche de cendre est décrite par A. Rudel (1953) au toit d'un complexe colluvial périglaciaire.

Post-glaciaires, toutes ces projections volcaniques n'ont jamais été recouvertes par d'autres formations superficielles.

**C, C $\gamma$ , C $\beta$ , C $\gamma$ - $\beta$ , C $\beta$ - $\gamma$ . Colluvions : sables et biocailles sur substrat non observé (sauf indication ponctuelle obtenue par sondage).**

C. *Colluvions indifférenciées.* Sous cette appellation sont groupés les dépôts de bas de pente et de fonds de thalweg pour lesquels les précisions lithologiques manquent généralement. Les contours résultent essentiellement de l'étude photogéologique et des observations de terrain.

Dans certains cas, la notation C s'applique à un mélange de matériaux d'origines diverses.

C $\gamma$ . *Colluvions alimentées par les formations volcano-sédimentaires, métamorphiques et éruptives du Paléozoïque.* Sur la bordure occidentale de la Limagne, les colluvions, essentiellement granitiques, constituent des accumulations de piedmont qui recouvrent souvent les terrains oligocènes.

L'absence de coupes, les difficultés de sondage, limitent les connaissances sur ces formations vraisemblablement épaisses mais sans doute irrégulières.

La distinction entre ces colluvions et les cônes de déjection est quelquefois malaisée.

Sur le plateau cristallin, les colluvions peuvent dépasser 3 mètres. Elles sont formées d'un matériel sableux grossier, avec quelques biocailles passant vers le bas à de l'arène.

Sur substrat métamorphique, ces colluvions sont plus argileuses. Aux environs de

Ceyssat, une argile gleyifiée bleu verdâtre, épaisse de 0,70 à 0,90 m a été repérée dans les sondages, à la base des colluvions.

**Cβ. Colluvions alimentées par les matériaux volcaniques quaternaires et tertiaires.** Sur la bordure occidentale de la Limagne, ce sont des formations de versant alimentées par la désagrégation des laves et scories.

La présence de blocs, souvent importants, interdit tout sondage à la tarière susceptible de fournir des indications d'épaisseur. Ces blocailles ont une extension importante au puy d'Aubière, ainsi qu'entre Ceyrat et Boisséjour.

C'est cependant sur les versants est (vers la Limagne) et ouest (vers la vallée de la Sioule) du plateau cristallin que les colluvions Cβ atteignent leur plein développement.

En surface, leur présence se signale par des sols de couleur brun-chocolat, très caractéristiques.

Épais de 1,00 à 1,50 m, ces sols passent vers le bas à des matériaux volcaniques sableux et granuleux.

Au Sud du lieu-dit le Cratère, les éléments basaltiques roulés, de la grosseur d'une noisette, atteignent plus de 7,30 m.

En face de la gare de Saint-Ours—Les-Roches, les colluvions Cβ de granulométrie nettement inférieure aux précédentes, passent vers 6 m de profondeur à une formation de scories fines remaniées avec débris du socle du type Cv.

Aux environs de Manson et de Mont-Rodeix, les dépôts colluvionnés peuvent également s'apparenter, dans certains cas, aux matériaux remaniés du type Cv.

**Cγβ. Colluvions alimentées pour l'essentiel par les formations volcano-sédimentaires, métamorphiques et éruptives du Paléozoïque.**

**Cβγ. Colluvions alimentées pour l'essentiel par les matériaux volcaniques quaternaires et tertiaires.** Ces deux types de colluvionnement indiquent une hétérogénéité de matériaux, accumulés dans les zones où l'inter-action de l'érosion joue sur plusieurs catégories de terrains.

La prédominance du matériel, qui détermine le choix du premier symbole β ou γ, s'applique essentiellement sur la nature de la fraction sableuse de la formation.

Le deuxième symbole est représentatif d'une faible quantité de gros éléments ou blocailles répartis dans la masse sablo-argileuse.

Les blocailles sont généralement constituées de basalte, granite aplitique et cornéennes à biotite. La masse sableuse contient quelquefois des passages gravillonneux.

Les dépôts sont présents sur le socle et au pied de l'escarpement bordant la Limagne.

**CβIII. Blocailles de roches volcaniques tertiaires.** Cet ensemble colluvial a été distingué de Cβ en raison de son extension importante et du degré d'évolution des formations qui le composent. La prépondérance apparente des blocailles est un argument mineur dans cette distinction.

Ces blocailles se rencontrent, soit pratiquement seules et masquant le substrat, soit associées aux autres formations de versants : Complexe A, colluvions CRg ou RCIII. Elles sont particulièrement développées à Châteaugay, aux Côtes de Clermont, à Chanturgue, autour de Montrognon et sur le versant nord de Gergovie.

L'absence de coupes, l'impossibilité de forer dans ces formations, n'ont pas permis d'en reconnaître la structure et l'épaisseur. Elles résultent probablement d'une longue évolution durant tout le Quaternaire.

#### **Formations dérivées pour l'essentiel des roches sédimentaires**

**RCIII, CRIII. Formations dérivées des dépôts tertiaires indifférenciés: sables feldspathiques, parfois argileux, plus ou moins remaniés.** Bien développée entre Enval, Volvic et Malauzat, ainsi qu'entre Durtol et Royat—Chamalières, cette formation

sableuse revêt encore une certaine importance sur les versants des Côtes de Clermont et du puy de Var. Avec d'autres matériaux, elle contribue également à former les dépôts A des versants nord.

Ces sables dérivent des niveaux détritiques tertiaires de la bordure limagnaise. Ce sont souvent des colluvions récentes, de quelques décimètres d'épaisseur. En certains points, cependant, ils se sont accumulés sur plusieurs mètres. Tel est le cas notamment entre Durtol et Chamalières où des terrassements ont révélé des lentilles sableuses associées à des marnes solifluées. Ainsi, entre les Baumes et Monjuzet, le versant est tout entier tapissé par d'épaisses colluvions sableuses.

Des points de vue granulométrique et minéralogique, ces sables sont pratiquement identiques à ceux des matériaux en place. C'est pourquoi, il est parfois difficile de distinguer les sables *in situ* et les colluvions qui en dérivent. Souvent, c'est la présence d'autres apports - blocs de basalte ou fragments marneux - qui permet de faire la part de ces dernières.

### Formations dérivées de terrains oligocènes

#### RCg. Matériaux fins argilo-calcaires, cailloutis cycloclastiques (Limagne) et matériaux argilo-calcaires et sables (bordure ouest de la Limagne).

CRg. **Formations argilo-calcaires des bas versants dérivées du substrat marneux, de RCg.** Ces formations masquent la plupart des versants marneux ou calcaires. Leur composition est relativement homogène. Toutefois la taille des fragments calcaires diminue de haut en bas des versants. Ce fait s'explique le plus souvent par la répartition des affleurements calcaires, fréquents dans les parties élevées des reliefs.

Selon l'épaisseur des colluvions et leur degré d'évolution, la carte distingue deux domaines : RCg (épaisseur généralement inférieure au mètre) et CRg (épaisseur supérieure au mètre).

Bien entendu, la délimitation de ces deux domaines procède d'une certaine généralisation. Dans le détail, leur extension est bien plus irrégulière que ne le suggère la carte (cf. carte agronomique de Lempdes, I.N.R.A., Clermont-Ferrand). C'est ainsi que la carte géologique à 1/50 000 ne peut individualiser les remblaiements épais des ravines qui entaillent les versants. Ces cas sont étroitement localisés : deux bons exemples sont fournis par une coupe de l'autoroute Riom—Clermont (côte du Château de Bourassol). De tels remblaiements sont sans doute tardifs. C'est ainsi que la coupe du château de Bourassol a livré quelques Gastéropodes actuels (en particulier *Pomatias elegans* Müller).

La couverture CRg recouvre parfois les alluvions situées au pied des versants marno-calcaires. Ainsi, à la bordure des nappes Fy, Fx ou plus rarement de nappes plus anciennes, l'épaisseur des colluvions marneuses atteint 0,50 à 2 mètres.

La composition granulométrique de ces matériaux oscille entre deux termes caractérisés l'un par la prédominance de la fraction fine, l'autre par sa richesse en fragments calcaires (cf. tableau).

Localisation	Coordonnées Lambert		Granulométrie en %				
	x	y	> 2 mm	2 - 0,2 mm	0,02 - 0,002 mm	0,02 - 0,002 mm	< 0,002 mm
Beaumont	657,74	84,22		14	18	28	40
Rue Chateaubriand	657,84	87,84	6	22	26	22	24

La proportion de CaCO<sub>3</sub> varie entre 30 et 45 %.

Constitués par des fragments calcaires de 2 à 50 mm, les cailloutis s'intercalent sur quelques centimètres d'épaisseur parmi les matériaux plus fins. Ces fragments, parfois bien calibrés, sont alignés et disposés suivant des lits parallèles. Ils caractérisent les dépôts dits périglaciaires, signalés en Auvergne par A. Rudel (1949, 1953, 1957).

L'indication ponctuelle GP indique, sur la carte, les points où de telles formations ont été observées.

Des matériaux provenant d'autres formations peuvent se mêler à ces colluvions argilo-calcaires : blocs de basalte, sables CR<sup>III</sup> (bordure ouest de la Limagne), voire alluvions anciennes remaniées. La présence de sable résiduel et de galets éolisés, entre Chappes et Ennezat, permet d'envisager aussi l'intégration d'anciens « complexes K ».

La mise en place des colluvions argilo-calcaires relève de plusieurs processus. La solifluxion a joué un rôle important dans le façonnement des versants et le transport des matériaux, en particulier à Ceyrat, à Montrignon, entre Aubière et Pérignat, etc. Plusieurs coupes mettent en évidence de nombreuses loupes de glissement parfois imbriquées (RN 89 entre Beaumont et Ceyrat). Ce phénomène se poursuit à Montrignon aux environs de la carrière de Fontimbert.

En revanche, il est malaisé d'apprécier la part des phénomènes éoliens. Les matériaux de la couverture argilo-calcaire CR<sup>G</sup> font fréquemment songer à des lœss. Le plus souvent, cet aspect résulterait de la diagenèse et de la pédogenèse. Toutefois, la possibilité d'apports éoliens n'est pas exclue.

La majeure partie de cette formation date vraisemblablement du Würm. Il est possible que quelques témoins plus anciens CR<sup>G</sup> subsistent çà et là. Des remaniements sont intervenus au cours du Tardiglaciaire (*vide infra* « complexe K ») et se poursuivent parfois jusqu'à nos jours.

### « Complexes » de formations superficielles

**A. Formations complexes des versants exposés au Nord (Châteaugay, Côtes de Clermont, Gergovie) : matériaux argilo-calcaires, sables, affectés par une intense solifluxion.** Ce « complexe » tapisse les versants nord du plateau de Châteaugay, des Côtes de Clermont et de Gergovie. Il groupe des formations dont la mise en place résulte de processus divers : éboulement, pour les matériaux qui proviennent surtout de l'entablement sud du plateau ; ruissellement et solifluxion, pour les colluvions au sens large du terme. Habituels sur les versants marno-calcaires, de tels phénomènes sont amplifiés par les sources de la base des coulées volcaniques et par les processus de solifluxion, intenses sur les versants nord.

En l'absence de toute donnée, il est impossible de connaître l'épaisseur de ce « complexe ». Elle atteint probablement plusieurs mètres, voire plusieurs dizaines de mètres à l'aplomb de la falaise basaltique. Sur les bas versants, le « complexe » se termine en biseau. A Gergovie, les formations R<sup>G</sup>C ou CR<sup>G</sup> le prolongent. A Châteaugay, il se poursuit cependant jusqu'aux alluvions.

Ces multiples possibilités d'alimentation des versants se traduisent par une composition très variée : éboulis de basalte, sables feldspathiques plus ou moins argileux, colluvions marneuses.

La taille des éboulis basaltiques s'étend des granules de quelques millimètres aux blocs de plusieurs décimètres ou même de plusieurs mètres. A Gergovie, des pans entiers de la falaise basaltique se sont écroulés et ont glissé sur le versant nord. D'une manière générale, la taille des débris de la coulée basaltique diminue depuis le bord du plateau jusqu'aux bas versants. Le basalte, divisé en plaques, alimente volontiers des éboulis dont les blocs sont très grossièrement alignés et orientés dans le sens de la pente.

Issus de bancs sous-basaltiques, les sablés sont largement responsables de l'instabilité des versants. Localement, ils prédominent sur les autres constituants du « complexe ». Tel est généralement le cas sous la falaise basaltique et dans la partie ouest des versants nord. Les sables ont parfois glissé en masse et forment des loupes importantes, imbriquées avec d'autres apports au sein du « complexe ». De telles loupes de glissement s'observent au N.NE de Châteaugay, sur le chemin des Vergnes à Marsat. En ce point, des coulées de solifluxion uniquement sableuses masquent les éboulis de



basalte. Une telle superposition rend toujours l'étude stratigraphique particulièrement délicate. Près des Vergnes également, une argile verdâtre voisine avec les formations sableuses sans qu'il soit possible de mettre en évidence son origine et son extension.

Souvent absents sur les hauts versants adossés aux basaltes des plateaux, les matériaux argilo-calcaires prédominent à mi-versant et plus bas. Les rares coupes révèlent la présence de brèches constituées de fragments calcaires ou mamo-calcaires enrobés dans un ciment marneux (chemin de Bellevue, à l'extrémité nord-est du plateau de Châteaugay). A l'Est de Nohanent, une brèche, mixte, comprend non seulement de tels fragments mais aussi une blocaille basaltique.

S'il est facile de définir ces formations, leur extension reste très problématique en raison de la rareté des coupes. En outre, de multiples alternances et imbrications exigeraient des solutions graphiques compliquées pour représenter ces formations, raison pour laquelle elles sont groupées en « complexe » cartographique.

La solifluxion est responsable de cet amoncellement de loupes sableuses, d'argiles et de colluvions marneuses reposant sur un substrat mamo-calcaire, lui-même très instable. Le complexe A résulte d'épisodes successifs auxquels il est impossible d'assigner des âges précis. Il est probable que les alternances climatiques du Quaternaire ont eu une influence prépondérante sur le modelé du versant. Bien visible sur la carte topographique, l'irrégulière ondulation des courbes altimétriques traduit bien un aspect souvent chaotique. Les derniers glissements, préhistoriques et historiques, sont nettement visibles et contribuent beaucoup à caractériser des versants, jadis mis en culture, aujourd'hui abandonnés.

**K. « Complexes » de Limagne.** Les « complexes » de Limagne sont alimentés pour l'essentiel par des colluvions marneuses CRg auxquelles s'ajoutent en quantité variable des alluvions, voire des apports éoliens. Deux domaines sont distingués : la Grande Limagne d'une part, le Marais de Sarliève d'autre part.

Le « complexe » de la Grande Limagne correspond approximativement aux anciens marais qui s'étendent de l'agglomération clermontoise à Chappes et Ennezat au NE, jusqu'au marais de Riom au Nord. Il se prolonge sur la feuille Aigueperse. La réputation de la Grande Limagne est fondée sur la fertilité de « sols », souvent regroupés sous le nom de « terres noires » et développés principalement à partir du complexe K. Toutefois, l'extension de ce dernier ne coïncide pas exactement avec celle des « terres noires ».

Ancien lac, le Marais de Sarliève, au SE de Clermont, a évolué d'une manière indépendante de la Grande Limagne, au moins pendant certaines périodes. Aussi le complexe K du marais s'y distingue-t-il par des traits particuliers : la part des alluvions est notablement moins importante qu'en Grande Limagne.

L'épaisseur du complexe est très variable. En effet, érosion et pédogenèse récentes ont uniformisé sa surface alors que le substrat marneux se situe à des cotes très différentes comme le montrent divers sondages. A plusieurs reprises, les ruisseaux de Clermont et de Riom ont creusé des dépressions colmatées ensuite par des alluvions et des colluvions argilo-calcaires. L'épaisseur moyenne diminue d'Ouest en Est, en fonction du niveau de base de l'Allier.

Ainsi, le « complexe » K se trouve-t-il compris entre deux domaines : « cônes de déjection » de la bordure occidentale de la Limagne, reliefs très bas de Chappes et Ennezat à l'Est, où les marnes affleurent à nouveau. C'est également à partir de cette bordure orientale que des alluvions, étroitement délimitées, apparaissent à nouveau.

Cette situation explique en partie le passage progressif du « complexe » K aux formations qui l'alimentent : alluvions actuelles des ruisseaux issus des « côtes » à l'Ouest et au SW ; colluvions marneuses, sur les bordures sud et est.

Une coupe-type du « complexe » K comprend, de haut en bas :

- 0,6 à 2 m environ d'un sol isohumique, d'un sol brun ou d'un vertisol suivant le cas (cf. carte pédologique du val d'Allier). Ce sont les « terres noires » des anciennes cartes.

- 0,1 à 1,5 m d'alluvions, sables et graviers où dominent des minéraux d'origine volcanique.

- 1 à 3 m d'une formation argilo-calcaire, meuble mais compacte, à première vue très homogène, de couleur beige ou grise s'éclaircissant en profondeur.

Cette formation repose soit sur les marnes grises oligocènes connues à l'affleurement, soit sur des marnes de couleur vert clair, atteintes par les sondages. L'existence de ces marnes plastiques dans la dépression de la Limagne, n'est certainement pas étrangère à son évolution morphologique et pédologique.

Schématique, cette coupe-type est relativement constante en Grande Limagne comme l'ont montré les sondages. Dans le détail, elle est cependant beaucoup plus compliquée. C'est ainsi que la présence d'alluvions multiplie les variantes.

Sables et graviers se présentent parfois en plusieurs couches peu épaisses, séparées par des lits argileux ou marneux, comme le montre la coupe relevée à Gerzat, dans le nouveau collecteur du ruisseau de la Chaux ( $x = 663,57$  ;  $y = 91,43$ ).

Localement, les alluvions sont tourbeuses. A Gerzat, la tourbe repose sur un gley ou directement sur la formation argilo-calcaire de la base du complexe (même coupe).

A Lempdes, dans le marais de Marmilhat, une phase lacustre à diatomites a été mise en évidence (Rudel et Lemée, 1955). Une « vase lacustre » est également connue dans le marais de Sarliève (Gachon, 1963).

Les alluvions du « complexe » K sont représentées essentiellement par des sables et des graviers de faibles dimensions. Les fractions grossières (« 10 mm) sont rarement présentes. L'examen minéralogique révèle une abondance de silicates d'origine volcanique. Feldspaths et surtout quartz, proviennent du socle granitique ou du remaniement des formations sableuses tertiaires.

Des apports éoliens, liés aux éruptions volcaniques, sont probables mais il est difficile de les mettre en évidence ; le ruissellement provoqué par les fortes pluies contemporaines des éruptions a dispersé les cendres dans les autres formations.

Les alluvions peuvent être représentées seulement par une mince passée sableuse comme à Picou ( $x = 668,62$  ;  $y = 88,92$ ) ou faire défaut. Ainsi est-il possible de délimiter approximativement, entre l'aérodrome d'Aulnat, Lempdes et Lussat, un complexe K où les alluvions jouent un rôle très effacé.

Entre Clermont, Riom et Chappes, les intercalations alluviales sont importantes. Elles résultent d'apports par les ruisseaux compris entre la Tiretaine au Sud et l'Ambène au Nord. En pareil cas, des points noirs surchargent la couleur réservée par la carte au complexe K.

La formation argilo-calcaire, base du complexe K, a été décrite sous le nom de « vase », « marne » ou « limon » (Rudel, 1957 ; Gachon, 1963 ; carte pédologique du val d'Allier, 1969). Du point de vue granulométrique, la formation est caractérisée par une large prédominance de la fraction inférieure à  $20 \mu$  : 85 à 95 % (Gachon, 1963) dont 45 à 55 % d'éléments inférieurs à  $2 \mu$ . La teneur moyenne en calcaire, de l'ordre de 40 à 45 % montre que la formation dérive pour l'essentiel des marnes et calcaires oligocènes.

Des Gastéropodes (Planorbes, Limnées) ont été signalés dans des « marnes » ou des « vases » qui peuvent être rattachées à la formation argilo-calcaire du complexe K (Rudel et Lemée, 1955 ; Gachon L., 1963).

L. Gachon (1963) a étudié le diagramme pollinique de deux prélèvements, l'un à Marmilhat ( $x = 665,6$  ;  $y = 87,6$ ), l'autre à Sarliève ( $x = 664,3$  ;  $y = 81,6$ ). Ici, les pollens quaternaires (phase IV de Firbas) apparaîtraient à la base de la « vase lacustre à odeur fétide » qui repose sur un « limon verdâtre ». Les phases V, VI et VII de Firbas (périodes climatiques de Blytt-Sernander : Boréal et Atlantique) se reconnaîtraient respectivement entre 5,0 et 4,8, 4,8 et 4,2, 4,2 et 1,9 m. L. Gachon conclut que la Limagne a suivi une évolution paléobotanique parallèle à celle que G. Lemée définit pour tout le Massif central. Les « limons » du complexe K représenteraient « la première formation de remblaiement ayant succédé au creusement glaciaire » et seraient tardi-glaciaires.

A Marmilhat, l'évolution est peu différente. Un âge absolu de  $5\ 400 \pm 300$  ans a été attribué à un niveau situé à 1,5m de profondeur, au toit de la « vase » grise à Diatomées (L. Gachon, 1963).

La plupart des auteurs ont cherché à dater les sols (« terres noires ») développées sur le complexe K. Les découvertes archéologiques les situent entre le Néolithique et la période gallo-romaine (Périchon et Chopelin, 1969), période au cours de laquelle les colluvionnements anthropiques prennent d'ailleurs de l'importance.

#### MATÉRIAUX DE DÉJECTION

**J1. Accumulation de blocs de basalte et de matériaux dérivés des formations marneuses et calcaires.** Cette formation s'étend au pied des versants orientaux des plateaux constitués par une coulée volcanique. Elle se développe particulièrement au pied des côtes de Chanturgue et du puy de Var, ainsi qu'au Sud de Pérignat-lès-Sarliève, sous le plateau de Gergovie.

Il est malaisé d'estimer son épaisseur, sans doute très irrégulière. Généralement occupée par le vignoble, cette formation est très rarement visible en coupe. La présence de nombreux blocs interdit une reconnaissance à l'aide de la tarière.

A Nacaire, au Sud de Pérignat, ainsi qu'à Chamberet près de Cébazat, des coupes peu profondes montrent un mélange de blocs basaltiques et de colluvions marneuses, en proportions variables. Les blocs, émoussés, sont dispersés au sein d'un matériau argilo-calcaire du type CRg. A. Rudel (1961) décrit une formation de ce type à Chamalières. Les phénomènes de solifluxion semblent avoir une importance prépondérante pour la mise en place de ces accumulations. Rencontrées dans des positions différentes, tant sur les replats que dans les dépressions de bas versants, elles sont sans doute d'âges divers.

La relation altimétrique de ces accumulations avec le complexe K de Limagne permet de les dater en partie du début de l'Holocène.

**J2. Accumulation de matériaux d'origine variée.** Les « cônes de déjection » abondent au pied de l'escarpement du socle bordant la Limagne. Ils sont constitués de matériaux grossiers, roches du socle cristallin pour l'essentiel, localement, blocs de lave.

Leur épaisseur est mal connue. Souvent, les ruisseaux les entaillent profondément sur plusieurs mètres.

Ces formations torrentielles, occupées par des vergers, sont très rarement entamées par des travaux. Aussi leur composition ne peut-elle être déduite que des matériaux épars dans les sols. Elle varie selon les roches du substrat de chaque secteur et, d'une manière générale, d'Ouest en Est.

Au pied de l'escarpement, quelques galets de roches granitiques se mêlent à de nombreux fragments anguleux de granite et quelques centimètres (granite à grain fin, type Manson, notamment).

Les premiers ont visiblement subi un transport appréciable tandis que les seconds proviennent du remaniement des coulées de blocailles issues des proches versants granitiques. A ces galets et blocs s'ajoute une arène grossière.

Entre Enval et Malauzat, les sables oligocènes, entraînés avec les matériaux du socle, accroissent beaucoup la part de la fraction sableuse. Les colluvions récentes, constituées pour l'essentiel de sables, peuvent d'ailleurs masquer les matériaux grossiers antérieurs.

Des blocs de quartz fi lonien à patine fauve, fortement émoussés, de plusieurs décimètres, gisent épars au SE d'Enval, jusqu'à la RN 686 (p du 1/80 000).

Au voisinage immédiat des coulées volcaniques, des blocs de laves se mêlent aux autres matériaux et dominent parfois en surface.

La carte représente des ensembles de cônes imbriqués qu'il n'est pas possible d'individualiser à l'échelle du 1/50 000. En raison de l'importance des remaniements au pied de l'escarpement de failles, il est difficile de dater ces cônes. Localement, il est

cependant possible d'esquisser une chronologie relative par rapport aux alluvions. Tel est le cas à Mozac-Ouest (alluvions Fx).

X. **Dépôts anthropiques.** L'extension des décharges publiques de Clermont-Ferrand justifie leur représentation. Il s'agit soit de déblais (les Gravanches ; dépôt au NE de la barrière de Cournon), soit de remblais (anciennes carrières de la nappe de l'Artière). Des déblais de carrières ou de mine figurent également (carrière de Fontimbert, mine des Rois).

Les remblais importants signalés par les Ponts-et-Chaussées à l'Ouest de la butte de Clermont, dans la dépression Jaude—les Salins, n'ont pas été figurés.

En divers endroits (usine Bergougnan, les Baumes, avenue des Paulines), des travaux antérieurs où des observations en cours de levé ont mis en évidence des colluvions récentes contenant des tessons et des fragments de tuiles gallo-romaines.

**Formations liées à l'érosion historique des sols.** Certaines formations (bas versants, vallées) sont alimentées jusqu'à une date récente par une intense érosion des sols et des formations qui les portent. Cette érosion est liée aux caractéristiques de l'ancienne agriculture : défrichement des hauts versants, culture temporaire, etc.

C'est en termes généraux que ces processus d'érosion et d'accumulation sont évoqués en 1763 dans l'Élection de Riom : « les ravines... ont causé des dommages presque irréparables puisque ... les terres préparées pour la semence ont été entraînées avec leurs terrains dans les prés ».

Les côtes de Clermont et de Riom sont particulièrement sensibles à ces processus d'érosion et d'accumulation dont les archives conservent de nombreux témoignages. En mai 1725, une « inondation d'eau extraordinaire » ravage le terroir de Cébazat : terres ravinées ou couvertes de sables, vignes déracinées, etc. En 1746, la communauté de Royat déclare que « les ravines ont gâté les terres labourées ». En 1788, elle se plaint une fois de plus de ce que la « grande quantité d'eau qui se précipitait en torrent du sommet des montagnes, a entraîné tout le bon terrain de certains cantons et *n'a laissé que le rocher ou le gravier* ». L'année suivante, les habitants de Ceyrat évoquent les « ravins considérables que les eaux ont formés en entraînant une grande partie de leurs héritages ».

De semblables dommages sont mentionnés à Marsat au lieu-dit Gaudine ; à Riom, dans le terroir de Merdague (Archives du Puy-de-Dôme, L 1 172) ainsi qu'à Durtol où « les ravins occasionnés par les pluies ont tout entraîné et ensablé les héritages au-dessous et ont opéré souvent la dégradation de plusieurs territoires entiers jusqu'à entraîner des maisons du village » (Arch. Puy-de-Dôme 4 C 96, enquête 1788).

A la même époque, le défrichement inconsidéré des versants de certains puys a des conséquences catastrophiques, évoquées en ces termes par le représentant en mission Lebreton : « Au lieu de couvrir ces montagnes de taillis, on a enlevé l'épiderme pour y semer du seigle, et ne recueillir que quelques gerbes rares et légères qui payent à peine les avances. Bientôt les eaux ont entraîné ces terres qui n'avaient point d'adhérence, ensuite les terres végétales ; les scories de volcans ont suivi, ont comblé et stérilisé les plaines. On en voit partout d'affligeants exemples. Une des plus hautes montagnes des environs, qui était encore, il y a quelque temps, couverte de pelouses, est maintenant nue, dépouillée ; à une demi-lieue de sa base, on trouve des bancs de scories et de cendres volcaniques, qui s'accumulent tous les jours d'une manière d'autant plus effrayante que la source en est inépuisable ».

A l'échelle de la carte, il est impossible d'individualiser de tels apports.

## PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

### TECTONIQUE

Les trois phases tectoniques principales de l'Europe occidentale se sont profondément imprimées dans les couches géologiques du Massif central, il est possible dans la région clermontoise de distinguer les conséquences des différentes orogènes.

**Tectonique calédonienne.** L'orogène calédonien est à l'origine des plissements du socle (ou substrat) représenté sur la feuille Clermont-Ferrand par les faciès gneissiques et migmatitiques élaborés à partir de formations péltico-gréseuses de type flysch, et d'âge anté-calédonien par analogie avec les faciès d'Aubusson.

A l'Ouest de la chaîne des Puys, ces formations à schistosité sub-horizontale, présentent une structure en dôme anticlinal avec un cœur généralement occupé par des faciès migmatitiques.

A l'Est des Puys, le niveau d'érosion se situe plus bas dans la zone migmatitique et atteint le faciès des anatexites et granites d'anatexie.

Au Sud de Ceyssat les gneiss, situés dans une zone instable proche du synclinal occupé par le volcano-sédimentaire viséen, ont ultérieurement subi les plissements hercyniens affectant ce synclinal. Ils acquièrent ainsi une schistosité subverticale parallèle à celle des formations viséennes.

**Tectonique hercynienne.** Les dépôts volcano-sédimentaires du Carbonifère inférieur sont liés à l'ouverture de fossés « géosynclinaux » à l'intérieur du socle gneissique et migmatitique. Ils se placent sur la feuille Clermont-Ferrand (et au Sud sur la feuille Veyre-Monton) en position de charnière vis-à-vis des plissements hercyniens de type armoricain (NW-SE) à l'Ouest et varisque (N.NE-S.SW) à l'Est, autrement dit à l'extrême pointe du V hercynien et en cela subissent l'influence de contraintes opposées.

C'est ainsi qu'au SW de la feuille, dans la région de « chez Pierre » on observe des directions de schistosité intermédiaires orientés N—S et une tectonisation très poussée avec apparition de faciès fortement diaclasés et mylonitisés.

Les diorites et granites à biotite se mettent en place sous cette couverture viséenne à la fin de la phase de plissement. Ils subissent par la suite (Carbonifère moyen ?) une intense fracturation (zone faillée d'Enval-Ceyssat, secteur SE du socle), synchrone de la dislocation du sillon houiller, mettant en contact tectonique les granitoïdes entre eux et servant de cheminement aux émissions filoniennes.

**Tectonique alpine.** L'effondrement du Bassin de Limagne est provoqué par le rejeu au Tertiaire d'une catégorie de fractures hercyniennes que soulignent les émissions filoniennes d'âge identique. En certains points, ces filons sont bréchifiés et mylonitisés par les phases successives de l'orogénèse alpine. Les deux directions principales de fracture N.NW—S.SE et N.NE-S.SW apparaissent actuellement sur la bordure orientale du socle cristallin. Elles conduisent à une orientation générale N—S de la dislocation.

A l'Est (Thiers), comme à l'Ouest (Clermont), sur les zones bordières, les formations tertiaires reposent directement sur le socle en contact sédimentaire transgressif. Il n'a été que rarement possible d'observer les effets directs des failles à l'origine de la subsidence du bassin ; celles-ci ont dû être actives au cours de la période de sédimentation et être ainsi masquées au fur et à mesure de leur rejeu. Il existe toutefois quelques points d'observations permettant de les localiser.

Au Puy Chateix, par exemple, où la diagenèse poussée, la présence de barytine et le pendage très relevé permettent d'affirmer la présence d'une faille mettant en contact les « arkoses » et le socle paléozoïque.

La trace de ces accidents est très difficile à mettre en évidence dans les séries monotones et peu consolidées de l'Oligocène : de rares affleurements en ont toutefois révélé une grande abondance (flanc sud-ouest des collines de Cournon : accidents mineurs N—S avec affaissement vers l'Ouest), des contacts latéraux anormaux ne

(Romagnat : Oligocène moyen et supérieur en contact latéral ; colline de Ladoux : contact latéral des marnes et calcaires dolomitiques du sommet de l'Oligocène supérieur avec les marnes blanches de la base de l'Oligocène supérieur ; affaissement de l'extrémité ouest des collines de Ladoux par rapport aux plateaux de Châteaugay et des Côtes de Clermont). Enfin le rejeu des entablements basaltiques burdigaliens, avec affaissement vers l'Est, permet de retrouver les directions tectoniques principales NE—SW et N—S qui ont provoqué l'effondrement de la Limagne au cours du Tertiaire.

L'examen du réseau hydrographique actuel permet de penser que les petits cours d'eau passant par Romagnat, Royat, Nohanent, Blanzat, Malauzat et Volvic s'écoulent sur l'emplacement de zones taillées, les directions y sont uniformément SW—NE.

Les travaux de sondages et de prospections géophysiques révèlent :

- sur une coupe E—W du bassin, une forte dissymétrie, les plus fortes épaisseurs se situant à l'Ouest sur la feuille Clermont-Ferrand (2 500 m environ vers Riom) et les plus faibles sur la feuille Thiers (560 m à Lezoux).

- la présence sur la bordure occidentale, de décrochements en « marche d'escalier » au Sud de l'agglomération clermontoise.

- l'irrégularité du fond de ce bassin dans lequel il est possible de distinguer des fosses : fosse de Riom orientée NE—SW où le socle marque une dénivellée de 3 500 m par rapport au plateau ; fosse de Sarlièves orientée N—S où la dénivellée se réduit à environ 2 000 m et des seuils (Cournon) provoquant une remontée locale du socle.

Des mouvements tectoniques se sont produits au cours de tout le Tertiaire et peut-être au cours du Quaternaire. Certains peuvent être approximativement datés :

- du Paléocène supérieur avec la formation du Bassin de Menat (Thanétien) ;

- de l'Oligocène avec l'effondrement de la Limagne ;

- du Miocène avec le rejeu : de niveaux oligocènes moyen et supérieur, de niveaux burdigaliens (Côtes de Clermont, côte de Châteaugay), des sables à chailles du puy de Var attribués au Pontien ;

- du Plio-Quaternaire avec le décrochement de la coulée du puy de Charade.

#### ÉVOLUTION MAGMATIQUE

L'orogénèse hercynienne responsable du plissement des formations paléozoïques provoque la mise en place sous la couverture viséenne, de plusieurs venues magmatiques différenciées dont la chronologie relative et l'évolution chimique peuvent être définies comme suit :

- diorite quartzique à amphibole et biotite contenue en enclave dans les granites monzonitiques à biotite porphyrique et non porphyrique ;

- granite à biotite de la région de Pulvérières dont la texture légèrement planaire indique une mise en place synchrone de l'amortissement des mouvements orogéniques hercyniens. Sur le plan chimico-magmatique, la composition granodioritique du granite de Pulvérières (faciès Chazelles) indique une tendance neutre et joue le rôle de faciès intermédiaire ou de terme de passage entre le pôle dioritique et monzonitique ;

- granite monzonitique porphyrique à biotite et texture équare. Sa composition chimique avec un rapport  $\frac{FK}{F. plagi}$  compris entre 0,65 et 2 montre une nette progression dans la lignée alcaline potassique. En certains endroits, le granite porphyrique recoupe franchement le granite non porphyrique (circuit de Charade, flanc nord). Sur la route de Boisséjour à Champeaux cependant, on observe le processus inverse, c'est-à-dire le granite porphyrique « intrudé » par un filon vertical de granite non porphyrique lui-même recoupé et décalé par un granite aplitique.

Dans la zone granitique à l'Est de la chaîne des Puys, les deux faciès monzonitiques sont donc congénères et leur chronologie relative tributaire de phases de cristallisation plus ou moins rapides.

- granites aplitiques à deux micas (ou leuco-granite). Ils utilisent dans leur ascension la fracturation issue soit de la phase de détente post orogénique soit, plus vraisemblablement, d'une deuxième phase de l'orogénèse hercynienne, laquelle crée les contacts faillés entre le granite monzonitique et la diorite quartzique.

Sur le plan chimique, les granites aplittiques à deux micas expriment la fin de l'évolution du magma vers son pôle acide et alcalin.

- syéno-diorite à hornblende (et chlorite). Elle est liée à la grande dislocation d'Enval—Aigueperse et peut être considérée comme la phase ultime de la granitisation hercynienne. Le déficit de silice de cette roche est le fait de la plupart des intrusions tardi-magmatiques dans les phases finales de plissement.

#### *PALÉOMAGNÉTISME*

L'aimantation naturelle des roches en place sur le terrain est la résultante de deux phénomènes :

- 1) une aimantation induite par le champ magnétique terrestre actuel : elle a même direction et même sens que ce champ magnétique, elle est proportionnelle à l'intensité du champ et à la susceptibilité magnétique de la roche ;
- 2) une aimantation rémanente indépendante du champ magnétique terrestre actuel, due en partie ou en totalité au champ magnétique terrestre ancien ayant agi sur la roche au moment de sa mise en place, et, dans le cas d'une roche volcanique, au moment du refroidissement de cette roche au-dessous de la température de Curie. On a affaire alors à une aimantation thermo-rémanente : ATR.

On sait actuellement, à la suite de très nombreuses observations réparties sur toute la surface du globe, que le champ magnétique terrestre a changé de sens en de nombreuses fois au cours de l'histoire de la planète. On distingue des périodes normales durant lesquelles le champ terrestre avait son sens actuel et des périodes inversées durant lesquelles le champ terrestre avait le sens opposé au sens actuel ; à l'intérieur de ces périodes, on peut parfois individualiser des intervalles de temps plus courts : les épisodes, durant lesquels le champ terrestre peut avoir un sens opposé à celui qu'il a durant la période.

La chaîne des Puys présente le plus jeune épisode inversé actuellement connu dans le monde : l'épisode dit de Laschamps, découvert par N. Bonhommet. A l'exception des formations correspondant à cet épisode, les autres formations de la chaîne des Puys ont une aimantation de sens normal, en accord avec le fait qu'il s'agit de volcans jeunes, du Quaternaire récent, mis en place durant la période normale de Brunhes.

Outre la chaîne des Puys, la feuille Clermont-Ferrand comprend d'assez nombreuses formations plus anciennes dont la mise en place s'est échelonnée au cours du Tertiaire supérieur (Miocène et Pliocène). On sait que les inversions du champ ont été très nombreuses durant le Tertiaire. Le sens d'aimantation de ces formations est donc, selon le cas, soit normal, soit inversé.

Aussi bien dans la chaîne des Puys que dans les volcans du Tertiaire existent quelques formations dont la direction d'aimantation est intermédiaire entre les directions normale et inversée/Elles peuvent parfois être reliées à un passage du champ terrestre d'une polarité à l'autre.

#### **ANOMALIES DU CHAMP MAGNÉTIQUE**

La carte ci-jointe des anomalies du champ magnétique total est extraite du levé effectué par le C.N.R.S. en 1972. Elle couvre approximativement une zone rectangulaire allant de Moulins à Mauriac et de Thiers à Montluçon.

Rappelons que les anomalies magnétiques sont dues à la présence de structures magnétiques dont l'intensité d'aimantation diffère, souvent très largement, des roches encaissantes. Dans le cas le plus fréquent d'une aimantation de sens égal à celui du champ actuel, une structure se manifeste en général par une anomalie positive située à peu près à son aplomb, associée à une anomalie négative moins intense mais plus étalée. Le simple examen de la carte renseigne sur la présence de structures, mais la détermination des aimantations (liées au chimisme et au mode de mise en place des

roches) et des dimensions des structures (en particulier la profondeur de leur toit) doit faire appel à des processus de calcul particulier.

Une étude complète de ce document sera publiée ultérieurement mais des résultats d'ordre qualitatif peuvent être déjà avancés.

- 1) Presque toutes les structures de la feuille Clermont-Ferrand sont à l'évidence d'origine volcanique, les seules exceptions sûres ou possibles étant les structures des régions d'Enval (diorite), Lempdes, Villars, Volvic et Joze (amorce à l'extrême Est de la carte).
- 2) La nette dissymétrie des profils est—ouest, qui s'observe en fait depuis Moulins jusqu'au Cantal, suggère la présence, à l'Est d'une ligne passant par le massif du Mont Dore, la chaîne des Puys, Gannat, Moulins, d'une couche magnétique plus ou moins continue située à un niveau intracrustal profond.
- 3) La chaîne des Puys forme une seule unité depuis le puy de la Nugère au Nord jusqu'au puy de la Rodde au Sud.
- 4) Cette anomalie n'est attribuable qu'en partie aux appareils volcaniques, aux coulées et aux cheminées.
- 5) La masse la plus importante constitue l'hypostructure volcanique dont la géométrie apparaît complexe. Trois faits ressortent cependant :
  - la forme du toit épouse à peu près la surface occupée par les appareils,
  - la profondeur est variable mais reste faible, en particulier sous le puy de Dôme,
  - l'hypostructure ne s'enracine pas profondément, ce qui peut indiquer soit l'existence d'une base réelle, soit une diminution de l'intensité d'aimantation en profondeur due à un gradient géothermique élevé (l'intensité d'aimantation rémanente des titanomagnétites s'annule vers 570° C).
- 6) La terminaison nord de l'hypostructure recouvre encore les puys de la Nugère et de Louchadière, mais isole les puys situés plus au Nord et dont l'alimentation serait donc différente.
- 7) Les courbes anormales de la chaîne des Puys marquent deux « cols » :
  - l'un très prononcé, vers le puy Vasset, pour lequel on peut imaginer, soit un amincissement de l'hypostructure allant jusqu'à une subdivision complète, soit une modification de l'aimantation due à l'événement de polarité inverse de Laschamp,
  - l'autre moins marqué, se manifeste à la hauteur de la Croix Mory et correspond au changement du système d'alignement des appareils.
- 8) En dehors de la chaîne des Puys, le volcanisme de la Sioule se marque au puy de Montcognol. A l'Est de la faille de Royat, la seule structure volcanique qui se manifeste nettement est celle d'Aubière-Beaumont.

#### ALTÉRATIONS

##### **Altérations des formations paléozoïques**

**1 - Météoriques.** L'altération météorique est plus particulièrement ressentie sur le plateau cristallin par les faciès granitoïdes et migmatitiques. Les formations volcano-sédimentaires carbonifères ne sont que peu atteintes par ce processus, en raison de leur cohérence acquise par recristallisation au contact des granitoïdes hercyniens (partie orientale du socle).

Les faciès altérés surmontent la roche saine de un à plusieurs mètres. Leur texture est conservée. L'étude granulométrique pour la fraction comprise entre 3,15 et 0,02 mm, révèle une très faible libération d'éléments fins inférieurs à 0,02 mm Le degré d'altération chimique de ces faciès est donc faible et leur état dû essentiellement à une désagrégation.

La fraction inférieure à 0,02 mm étudiée par diffraction de rayons X indique un début d'altération chimique avec libération d'Al, Si, etc., et néoformation de silicates argileux classiques, pour l'essentiel il s'agit de minéraux de la famille de la kaolinite.



TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ANALYSES MINÉRALOGIQUES  
PAR DIFFRACTOMÉTRIE DE RAYONS X

Fraction argileuse (estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)

Sites géologiques	Kaolinite	Smectite (Montmorillonite)	Illite
Granite à biotite (faciès Chazelles) x = 643,60 y = 95,90 z = 805	4		6
Granite à deux micas - Les Fontêtes - x = 644,58 y = 92,25 z = 830	4		6
Granite monzonitique porphyroïde à biotite (faciès beige-jaune) Montrodeix x = 652,40 y = 84,70 z = 865	1		9
Granite monzonitique porphyrique à biotite (faciès rouge) Montrodeix x = 652,40 y = 84,70 z = 865	2		8
Diorite quartzitique à hornblende et biotite - circuit de Charade - x = 654,75 y = 83,80 z = 770			10
Granite fin aplitique - Charade - x = 654,13 y = 83,40 z = 830		8	2
Anatexite à biotite et cordiérite - route Fontaine du Berger/ Ternant x = 652,05 y = 89,28 z = 970	7		3

Un seul échantillon se révèle riche en smectites.

Le fer, sans doute individualisé à la suite d'une faible altération des phyllites, est responsable de la coloration rouge. Il demeure cependant à l'état amorphe sans cristallisation de minéraux tels que la goëthite.

**2 - Hydrothermales.** L'action hydrothermale est en relation avec les intrusions magmatiques granitoïdes et est tributaire du réseau de fracturation par lequel elle se propage. Le phénomène débute à l'Hercynien, mais les altérations observables sur la feuille peuvent aussi bien se rapporter au cycle alpin : le filon de quartz calcédonieux visible au Nord de la feuille est le témoin d'une mise en place dans des conditions tempérées, à faible profondeur, proche du niveau actuel d'érosion.

Les venues hydrothermales très souvent riches en silice, provoquent sur l'encaissant un épimétamorphisme (ou altération hydrothermale) transformant, comme dans l'altération météorique, les plagioclases en kaolin, les biotites en chlorite... avec néoformation de silicates calciques, oxydes et hydroxydes de fer...

Lorsque ces phénomènes d'altération s'accompagnent d'une paragenèse minérale ou apparaissent visiblement liés à un réseau de fractures, l'altération hydrothermale peut être mise en évidence : zones d'Enval, du puy Chateix, des virages de la Baraque, etc.

### **Altération de formations volcaniques et sédimentaires tertiaires et quaternaires**

Les variations climatiques importantes subies par la région au Quaternaire sont à l'origine d'un démantèlement intensif non seulement des roches sédimentaires à faible cohésion comme les marnes et calcaires, mais également des roches volcaniques plus résistantes. Les matériaux d'altération et de fragmentation ainsi constitués ont dans leur quasi totalité, été déblayés par le ruissellement et transportés en dehors des limites de la feuille par l'Allier et ses affluents. Les formations alluviales et superficielles décrites plus haut, restées sur place ou déplacées à faible distance, témoignent cependant de la diversité et de l'importance du phénomène.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATION

### HYDROGÉOLOGIE

Les caractéristiques hydrogéologiques et par suite les ressources en eaux souterraines varient suivant les secteurs de la feuille avec la nature des formations géologiques ; on peut ainsi distinguer des secteurs de trois natures différentes.

**1 - Secteurs de nature cristalline, métamorphique ou éruptive, imperméables dans leur ensemble.** Ces secteurs sont situés principalement sur une bande sud—nord entre la chaîne des Puys et la plaine de la Limagne ainsi que dans l'angle NW de la feuille. Des infiltrations, provenant des précipitations ou du ruissellement, se produisent dans les zones altérées ou fissurées ou dans les éboulis superficiels ; il en résulte des sources, généralement de faible débit ; en dehors de ces cas, qui ne présentent qu'un faible intérêt local, ces secteurs peuvent être considérés comme dépourvus de ressources en eaux souterraines.

**2 - Secteurs de nature volcanique, très perméables.** Ces secteurs correspondent à la chaîne des Puys et aux coulées, de longueur et de largeur variées, qui en partent vers l'Est et vers l'Ouest.

Il faut distinguer une perméabilité de fissures dans les coulées, généralement basaltiques, et une perméabilité d'interstices dans les projections, qui constituent la plupart des puys ou s'interstratifient entre coulées successives.

L'altitude et l'exposition de la chaîne des Puys favorisent les précipitations ; une part importante de ces dernières s'infiltré dans les formations volcaniques; l'eau infiltrée tend à rejoindre le fond des thalwegs fossiles, creusés dans les roches cristallines imperméables avant la surimposition du relief volcanique ; les exutoires naturels sont constitués par des sources au front des coulées.

Le captage se fait à l'amont des sources et des zones habitées, soit par gravité au moyen d'une galerie rattrapant le fond de l'ancien thalweg (galeries de Louchadière, de Volvic), soit par pompage dans un puits (captages de Royat et de Chamalières). Cette eau est de très bonne qualité, bien filtrée et très peu minéralisée.

**3 - Secteurs de nature sédimentaire, de perméabilité variable.** Ces secteurs correspondent à la plaine de la Limagne. Ils se composent de formations oligocènes et quaternaires.

**Formations oligocènes.** Les formations oligocènes sont en majeure partie marneuses et imperméables. Elles comprennent cependant en profondeur, localement en surface, des niveaux calcaires, gréseux ou arkosiques plus ou moins perméables et pouvant contenir des nappes libres ou captives. Les forages effectués, essentiellement pour des recherches pétrolières, n'ont rencontré dans les niveaux profonds que des eaux chargées en sel et parfois en CO<sub>2</sub> et en bitume.

**Formations quaternaires de la Limagne.** Au-dessus des formations oligocènes existent, par places, quelques mètres de formations quaternaires ; ce sont soit des sables et graviers perméables, soit un complexe argilo-sableux peu perméable correspondant respectivement à des dépôts d'anciens chenaux ou de marais. Les infiltrations provenant des précipitations, des ruisseaux et des eaux usées de l'agglomération clermontoise y alimentent de petites nappes phréatiques dont la puissance est de l'ordre du mètre ; les débits obtenus peuvent être appréciables dans les sables et graviers (région de Cébazat—Gerzat).

**Formations quaternaires du Val d'Allier.** Dans l'angle sud-est de la feuille, l'Allier a déposé sur les marnes oligocènes, des sables, graviers et galets ; les dépôts les plus récents, très perméables, contiennent une nappe dont la puissance atteint parfois 10 m ; elle est drainée normalement par la rivière. La ville de Clermont-Ferrand y prélève, dans la zone de Cournon, un débit d'environ 1 m<sup>3</sup> /s grâce à une série de pompages situés à quelques dizaines de mètres de l'Allier. Le rabattement créé par ces pompages provoque un appel des eaux de la rivière ; ces eaux sont filtrées par les alluvions.

## RESSOURCES MINÉRALES

**Sgr. Sables et graviers alluvionnaires.** L'exploitation des sables et graviers nécessaires à l'approvisionnement de la région clermontoise repose essentiellement sur les gîtes contenus dans les alluvions récentes (Fy) et basses terrasses (Fx) du Val d'Allier.

Sur la feuille Clermont-Ferrand, l'implantation des carrières est localisée à Pérignat-sur-Allier, dans une zone où l'épaisseur des alluvions est exceptionnelle (de l'ordre de 20 m).

Les alluvions modernes (Fy-z) intensément exploitées il y a quelques années au camping de Cournon, ne donnent lieu actuellement qu'à quelques dragages.

Les moyennes et hautes terrasses du Val d'Allier, en raison de leur caractère souvent résiduel et de l'altération fréquente des galets de granite et de basalte, ne sont pas exploitées.

**Sab, are. Sables.** Les formations détritiques tertiaires ont le plus souvent un très mauvais classement granulométrique, on y trouve aussi bien des galets que de fortes proportions d'argiles. Certaines argiles sableuses ont autrefois été employées ; elles donnaient, à l'abri des intempéries, un mortier à faible cohésion (Malauzat, Couzoul). Des arènes de granite ou d'anatexite sont parfois employées pour l'entretien de la voirie (« gore »).

— **Grès feldspathiques (arkoses).** Les séries détritiques oligocènes contiennent localement des niveaux grésifiés, cette roche très facile à débiter a été employée comme pierre à bâtir. La rareté de ses gisements a malheureusement conduit à l'abandon des carrières (Royat, carrière du Grand Paradis).

**Cal. Marnes et calcaires.** Les calcaires argileux oligocènes ont été exploités dans de nombreuses carrières pour la plupart abandonnées actuellement (Gergovie, Romagnat, Cournon...). Ils étaient utilisés pour la fabrication de la chaux.

**Bit. Bitumes.** Les bitumes ont été autrefois activement exploités. Remontés le long de fissures, ils se sont accumulés dans les diaclases de certaines formations pépéritiques ou dans des niveaux poreux à Algues et Phryganes.

Les principaux gisements se situent à la Mine des Roys (Dallet), en plusieurs points du plateau de Cournon, et au niveau des formations pépéritiques du puy de Crouelle et du puy de la Poix (lieu-dit Sainte-Anne).

La mine des Roys, toujours en activité (1972) extrait le bitume, qui mêlé à des calcaires broyés donne un aggloméré utilisé pour des revêtements de sol.

Ces très nombreux indices ont incité la prospection pétrolière ; de nombreux sondages profonds ont été entrepris depuis le début du siècle. Certains d'entre eux ont permis d'extraire de l'huile, mais jamais en quantité notable.

— **Évaporites.** Le gypse a été depuis longtemps signalé dans les formations de l'Oligocène moyen. Il s'y trouve le plus souvent à l'état remanié et déposé dans de minces fissures. Les grands sondages ont traversé des séries épaisses contenant du gypse, de l'anhydrite et de la halite. Ces minéraux sont en concentration faible et à des profondeurs importantes.

— **Gaz carbonique.** De grandes quantités d'anhydride carbonique d'origine thermique se sont accumulées dans les séries détritiques profondes de la Limagne. Quelques exploitations ont utilisé ce gaz en le liquéfiant.

**poz. Pouzzolane.** Les projections de la chaîne des Puys (Pouzzolane) constituent de par leurs particularités physico-chimiques et techniques, un excellent granulat léger pour la confection de béton, de parpaings et comme ajout en cimenterie.

- La plupart des carrières de pouzzolane sont implantées dans la partie nord de la feuille et exploitent les projections rouges (dites « cœur de cône ») des appareils stromboliens.

Quelques carrières ouvertes dans la partie externe des appareils exploitent les projections noires. Elles doivent être broyées pour améliorer leurs propriétés techniques.

En raison des restrictions apportées par la création du Parc naturel régional des volcans d'Auvergne, les réserves en pouzzolanes, hors de la « zone bleue » définie par la commission des sites, constituent actuellement le vingtième du potentiel total de la chaîne des Puys.

**bas. Basalte.** Les basaltes des coulées tertiaires des Côtes de Clermont (Chanturgue) et Châteaugay, sont exploités comme matériaux de concassage (granulats ordinaires). Ils sont essentiellement destinés à la fabrication d'enrobés bitumineux et à l'empierrement.

**and. Lave de Volvic.**

L'extraction de la lave des coulées trachy-andésitiques du puy de la Nugère remonte au XIII<sup>ème</sup> siècle avec le début de la construction de la cathédrale de Clermont-Ferrand. Actuellement, la lave de Volvic reste encore la seule pierre de taille à avoir un marché régional diversifié : construction, monuments funéraires, sculpture, émaillage, industrie chimique.

Les zones d'extraction se groupent au pied du puy de la Nugère et délaissent l'aval de la coulée maintenant protégé par le périmètre sanitaire d'émergence des eaux de Volvic.

La majeure partie du matériau est extraite à ciel ouvert, au-dessous de la partie scoriacée, dans la coulée supérieure trachy-andésitique, la dernière émise par le puy de la Nugère.

**cin. Cendres trachytiques.** En raison de leur teneur élevée en silice (65 %), les cendres

trachytiques sont utilisées pour la verrerie. Elles sont exploitées en carrières au NE du Grand Sarcoui.

grn. **Granite.** Le granite aplitique de Manson est la seule roche éruptive grenue exploitée dans la région clermontoise. Utilisée actuellement (en 1972) comme pierre d'angle et de parement, elle servait au début du siècle à la construction (moellon).

Le granite porphyroïde à biotite, malgré la présence de très belles zones saines, en particulier à Beaune, Champeaux (vallée de l'Artière), Moulet-Marcenat (Nord) et Verrières, ne fait l'objet d'aucune exploitation.

sch. **Schistes et tufs viséens.** Au hameau « Chez Pierre » et au Sud des « Quatre Routes », les formations volcano-sédimentaires du Viséen ont été exploitées récemment à l'occasion du remembrement, pour les travaux de voirie (remblais, création de voies nouvelles).

lig. **Lignite.** Ayant autrefois fait l'objet d'une demande de concession pour lignite, les schistes carbonés de « Chez Pierre » s'insèrent dans les formations volcano-sédimentaires du Viséen. Ils affleurent en un niveau de quelques mètres de puissance, redressé à la verticale et fortement tectonisé. Ce sont des schistes très sombres à noyaux siliceux et feutrage d'antracite en partie transformée en graphite.

#### INDICES DE MINÉRALISATION

As. **Mispickel.** Les indices de mispickel se situent tous dans la zone orientale du district minier de Pontgibaud, c'est-à-dire à la bordure occidentale de la feuille.

Le mispickel se présente dans des quartz filoniens, soit en concrétions, soit cristallisé comme c'est le cas au lieu-dit « Chez Pierre ».

A cet endroit, les émissions siliceuses imprègnent schistes et tufs acides viséens et contiennent du mispickel, de la pyrite, de la pyrrhotine, de la galène et des traces de chalcopryrite (détermination en surface polie).

Py. **Pyrite.** La pyrite accompagne la plupart des minéralisations sulfurées dans les indices signalés sur la feuille Clermont-Ferrand. A Enval, au Nord de la feuille, elle est fortement oxydée et se répartit dans des cassures NW—SE en position orthogonale par rapport aux fracturations principales de la bordure du bassin sédimentaire de Limagne.

Pb. **Galène.** La galène existe en mouches dans la zone de fracturation d'Enval, associée à une gangue quartzreuse. L'activité hydrothermale, responsable des émissions silico-sulfureuses, provoque en outre la kaolinisation complète de l'encaissant et plus particulièrement celle d'un filon de granite aplitique installé dans une fracture NE-SW.

Ba. **Barytine.** La barytine est connue au puy Chateix, ainsi qu'au Sud de Royat où elle a été autrefois exploitée.

Au puy Chateix, sa présence est tributaire, comme les sulfures d'Enval, d'une action épithermale se propageant le long d'une fracture à remplissage granito-aplitique.

W. **Wolfram.** Un seul indice de wolfram est répertorié sur cette feuille. Il se situe au Nord de Pulvérières, au hameau Les Girards.

On trouve à cet endroit des blocs de quartz minéralisés, noyés dans une arène granitique.

Cette minéralisation s'inscrit vraisemblablement dans la zone externe à oxydes du district à minéralisations sulfurées de Pontgibaud.

#### EAUX THERMO-MINÉRALES

**Généralités.** Les sources minérales sont nombreuses sur le territoire de la feuille. Elles sont pour la plupart voisines de la zone faillée de la bordure occidentale de la Limagne. Quelques éléments de tectonique récente sont susceptibles d'éclairer la genèse de ces sources.

Ainsi le plateau de Châteaugay, disloqué à la fin du Tertiaire, subit un infléchissement de sa surface le long de la faille de Malauzat, laquelle se prolonge dans le socle en direction du S.SW. Sur cette faille se trouve située une source minérale dite Fontaine Salée. Tout un système de fractures parallèles à la faille de Malauzat est à l'origine de la présence des nombreuses sources minérales qui existent de Châtel-Guyon (feuille Aigueperse 1/50 000) à Enval.

Ces fractures sont très souvent des accidents transverses, plus ou moins orthogonaux aux directions principales des derniers mouvements tertiaires.

C'est d'ailleurs au cours de phénomènes tectoniques récents, tel le dernier paroxysme remettant en mouvement le socle au Quaternaire, avec émission de magma, que sont apparues les sources minérales.

D'une façon générale, il est à présumer que les griffons sous les sédiments ou les éboulis qui les masquent, sont situés sur des fractures du socle autorisant la circulation des eaux liées aux niveaux profonds qui leur confèrent des caractères nettement particuliers dans le domaine de la température et de la minéralisation. Les résurgences sont conditionnées par l'existence en profondeur d'une masse lithostatique, et par la présence de fractures subverticales, permettant l'épanchement de cette eau en surface.

En outre, les griffons se trouvent généralement à un point bas d'intersection d'un thalweg et d'une fracture.

**Composition des eaux.** Les eaux minérales ainsi libérées sont toutes bicarbonatées calciques ou calco-sodiques, quelquefois assez magnésiennes, à forte teneur en CO<sub>2</sub>, gaz dont l'origine est vraisemblablement profonde.

**Origine des eaux.** On suppose que ces eaux carbo-gazeuses dérivent d'eaux atmosphériques s'infiltrant en s'ionisant dans les grandes aires mylonitiques ; elles se trouveraient alors émulsionnées par le gaz carbonique ascendant et de cette façon leur minéralisation serait complétée suivant des processus très divers d'un griffon à l'autre, et quelle que soit la proximité de ceux-ci.

Il est probable que des eaux juvéniles : eaux connées ou de gisement des profondeurs ; eaux de constitution ou d'expulsion des magmas, s'incorporent à ce circuit hydrothermal.

**Description des sources de la feuille Clermont-Ferrand.** Seules les sources faisant encore l'objet d'un dossier administratif seront citées. La source d'Enval, cependant disparue depuis le début du siècle, et celle de Pulvénières sont toujours dans la mémoire des populations locales.

**Source Foker de Ceysnat.** Elle jaillit au centre du village dans les formations paléozoïques (débit : 12 l/mn, température : 11° C).

**Sources de Royat.**

Les sources de Royat se trouvent grossièrement alignées NE—SW, sur un système de fractures secondaires recoupant la grande dislocation subméridienne de bordure de la Limagne. Elles jaillissent dans des arkoses oligocènes avec intercalations d'assises peu perméables, de part et d'autre de la Tiretaine.

Bassin hydrominéral de Royat	{	Velléda	} Sources exploitées par l'établissement thermal
		Eugénie	
		César	
		St-Mart	
		St-Victor	
		Morateur (disparue)	
		Collas et Petit du Viaduc	
		} Commune de Chamalières	
		} Commune de Chamalières	

La coulée basaltique épanchée depuis le petit puy de Dôme, borde ce dispositif vers le Sud. Le socle granitique est présent à l'Ouest de la grande faille de Limagne.

Les failles ne sont pas visibles sous les alluvions et les éboulis, mais leur existence est prouvée par l'allure des couches sédimentaires oligocènes qui existent de part et d'autre de la vallée de la Tiretaine : les arkoses plongent ici de 45° à 50° vers le NE, tandis qu'à l'Est des sources, elles ne sont inclinées que de 10 à 15° vers l'Est sous la nappe basaltique.

Les eaux de toutes les sources minérales de l'établissement de Royat sont de même origine profonde : leurs compositions chimiques sont voisines, mais leur thermalité est différente par suite d'une diffusivité inégale en rapport avec la fracturation de la roche et la position du griffon.

L'eau froide de la source Velléda est exploitée industriellement pour être mise en bouteilles.

La source de César produit, à raison de 27 l/mn, une eau à la température de 27° C.

La source Eugénie, la plus abondante, la plus chaude et la plus minéralisée doit se trouver sur la cassure principale (les autres sources moins importantes ne se situeraient que sur des diaclases secondaires). Bien que cette faille principale soit d'âge très probablement miocène supérieur ou pliocène inférieur, la source n'a commencé à couler que vers la fin des temps quaternaires, ainsi qu'en témoigne la faible altitude de son griffon par rapport au lit de la Tiretaine. Autour de la source Eugénie, apparaît un dépôt de travertin calcaire dont l'épaisseur dépasse 5 mètres. Le débit de la source est en moyenne de 650 l/mn et sa température de sortie 34° C.

#### *Sources de Chamamères.*

Source des Roches (fontaine de Beaurepaire) : elle jaillit dans des calcaires argileux et travertins au pied de la lave du petit puy de Dôme : débit 39 l/mn, température 19° C.

Source des Médecins : jaillit dans les arkoses, température 14° C.

Source Marie-Louise : jaillit dans les basaltes et les graviers, température 16° C.

Source de Fonteix : jaillit dans les graviers et les tufs volcaniques, débit 3 l/mn, température 15° C.

Source Dumas : jaillit dans les grès à éléments granitiques et sables argileux, température 12° C.

Marie-Louise et Fonteix se trouvent incluses dans le périmètre de protection des «sources de Royat».

*Sources de Clermont-Ferrand.* Il existe tout un secteur de la ville correspondant globalement à ce que les Clermontois désignent sous le nom de « Fond de Jaude », où les sources minérales sont trop nombreuses pour que la liste puisse en être donnée. Cette région est traversée par un axe tectonique post-pliocène ayant sans doute rejoué au Quaternaire récent. Sous une couverture sédimentaire déjà épaisse, des failles ont été mises en évidence par les méthodes géophysiques.

Seront seules citées en raison de leur notoriété : la Fontaine pétrifiante de Sainte-Allyre (ancien établissement thermal) ; dans ce même quartier du Pont National, les sources Alligier et Sainte-Marthe ; dans le quartier dit des Salins, les sources de Jaude (puits artésien), des Salins, Loiselot, Grassion, Vallières.

Sur la carte, une zone hachurée bleue indique globalement le secteur de la ville le plus concerné par la présence et la découverte fréquente, au hasard des travaux de fondations, de sources minérales nouvelles.

**Géothermie.** Les mesures de gradient géothermique sont encore peu nombreuses en Limagne ; elles révèlent cependant un gradient plus élevé que la normale. Ce phénomène peut être lié au volcanisme de la chaîne des Puys. Cette situation privilégiée permet d'envisager la production d'énergie géothermique à partir de niveaux aquifères profonds contenus dans la base des sédiments de l'Oligocène.

## DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Les données géotechniques relatives à la feuille, ont fait récemment l'objet des travaux de M. Humbert (1972) : Notice explicative et Carte d'aptitude des terrains à l'aménagement de la région de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### ITINÉRAIRES ET SITES CLASSIQUES

**Socle cristallin et métamorphique.** Un itinéraire dans les environs immédiats de Clermont-Ferrand permet; dans un délai relativement court(1/2 journée) d'observer la plupart des faciès cristallins du socle dans de très bonnes conditions d'affleurement.

De Boisséjour, prendre la D 21 en direction de Manson. Huit cents mètres environ après le premier virage en épingle à cheveu, on observe le granite porphyroïde de Royat en de beaux chaos de blocs superposés. Quelques dizaines de mètres plus loin (borne kilométrique), la paroi rocheuse montre un bel exemple de chronologie relative avec la mise en place dans le granite porphyroïde d'un filon vertical de granite à biotite non porphyroïde, lui-même sectionné et disloqué par un filon sub-horizontale de granite aplitique à deux micas.

Un kilomètre plus loin, un deuxième virage en épingle à cheveu entaille un filon identique à faible pendage E.SE ; la surface structurale amont de ce filon s'identifie ici à la surface topographique. Juste avant l'amorce du virage, on notera encore un lambeau de grès cornés à biotite, très frais, pris entièrement dans la masse granitique.

Poursuivre ensuite jusqu'à Manson ; traverser le village et, sur la route de Laschamp, arrêter le véhicule juste avant le chemin qui conduit à la carrière en activité (granite à deux micas). A cet endroit, il est possible d'échantillonner très facilement la diorite quartzique à amphibole et biotite. Une visite à la carrière permet de pénétrer dans le cœur même de la masse filonienne du massif de Manson. Revenir sur Manson et prendre la route de Fontanas. A la sortie du village, en direction de Villars, des panneaux de migmatites enclavés dans le granite porphyroïde, offrent de beaux échantillons d'anatexite à cordiérite et biotite. Plus loins, après le virage, un filon de lamprophyre s'installe dans un ensemble de granites à texture variable.

La descente sur Clermont-Ferrand par la côte de la Baraque permettra d'observer au passage (2ème virage avant le pont de chemin de fer) les effets de l'hydrothermalisme (kaolinisation) et de la tectonique alpine sur un filon de granite à deux micas d'âge hercynien.

A l'occasion d'excursions dans la chaîne des Puys, les faciès volcano-sédimentaires viséens pourront être observés d'une façon satisfaisante, avec notamment plusieurs niveaux de schistes anthraciteux, à l'Ouest d'Allagnat sur la route en direction de « Chez Pierre ».

*En ce qui concerne le volcanisme récent de la chaîne des Puys et celui plus ancien lié aux formations oligocènes de la Limagne, se reporter aux livrets guides et ouvrages suivants :*

« Itinéraires géologiques en Auvergne - Ressources minérales » par M. Roques et P. Lapadu-Hargues. Collection « Le Touriste en Auvergne ».

« Guides géologiques régionaux - Massif central » par J.M. Peterlongo. Édition Masson et Cie.

« Curiosités géologiques d'Auvergne et du Velay » ; « Richesses minéralogiques en Auvergne » ; « les volcans d'Auvergne » par A. Rudel. Édition Volcans.

Par ailleurs, les éditions du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne apportent un soin tout particulier à la mise en valeur des merveilleux sites volcaniques de la



Les gisements classiques de Mammifères de l'Oligocène supérieur : Cournon et Romagnat, ne sont plus accessibles en raison de la fermeture des exploitations. La Mine des Roys, encore en activité, permet une récolte abondante de Mollusques (et beaucoup plus sporadique de restes de Vertébrés) du niveau à *Helix ramondi major* (voir R. Rey, 1966).

### **SONDAGES**

Les sondages indiqués sur la feuille Clermont-Ferrand se classent en deux catégories :

1 - des sondages peu profonds effectués dans le cadre du levé de la feuille au 1/50 000 et plus spécialement dans l'optique de la cartographie des formations superficielles. Ils sont notés avec indication de l'épaisseur des formations et éventuellement la nature du substrat ;

2 - des sondages anciens ayant fourni des renseignements particulièrement importants pour la connaissance du sous-sol profond.

Par ailleurs, plus d'un millier de sondages ont été effectués pour des motivations variées (eau, hydrocarbures, substances minérales, géothermie, eaux minérales, reconnaissance du sous-sol...) sur l'ensemble de la feuille.

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire de ces sondages et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents sont consultables, soit au S.G.R./MCE, 22 avenue de Lempdes, 63800 Cournon d'Auvergne, soit au B.R.G.M., 74 rue de la Fédération, 75015 Paris.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES SONDRAGES REPORTÉS SUR LA CARTE

**Chamalières, 693-7-99.**

(1895) profondeur 110 m. Marnes passant à la base à des arkoses, Oligocène.

**Crouelle, 693-7-34.**

(1920-1922) profondeur 856 m.

0-400 m marnes à *Cypris*

400-490 m marno-calcaires

490-756 m même formation avec intercalations d'anhydrite

756-856 m marnes avec intercalations de lits plus schisteux

Oligocène

**Beaulieu, 693-7-103**

(1926) profondeur 1 154 m

0- 902 m marnes à *Cypris*

902-1 138 m arkoses

1 138-1 154 m schistes cristallins

Oligocène (Éocène possible à la base)

Viséen

**Pont-du-Château (feuille Thiers, 694-1-2)**

(1962) profondeur 500 m.

0- 13 m alluvions

13- 80 m marne dure

80-330 m et calcaire marneux

330-385 m grès marneux

385-425 m arkose

425-433 m sable grossier

433-463 m arkose

463-467 m sable grossier

467-500 m arkose

Quaternaire

Oligocène

Oligocène à Éocène possible

**Saint-Beauzire, 693-4-1 (voir coupe détaillée sur la carte)**

**Cournon, 693-8-75**

(1962) profondeur 860 m

0-353 m marnes et calcaires argileux

353-423 m argiles calcaires à intercalations de calcaire crayeux  
et « schistes papyracés »

423-461 m argiles et calcaires à intercalations d'anhydrite

461-682 m argiles calcaires et calcaires

682-723 m alternance de dolomie, calcaire et argile calcaire

723-853 m argiles sableuses et grès arkosiques rougeâtres  
à la basé

853-860 m porphyre quartzifère silicifié.....---- Viséen

Oligocène  
oligocène à  
Éocène  
possible

**Fond de Jaude, 693-7-292**

0 à 8,30 m galets et argile, passée de travertin

8,30 à 20,45 m sable volcanique grossier

20,45 à 76,10 m silt argileux à passée grossière à galets de 53,4 à 58,40

76,10 à 78,20 m marnes

Quaternaire

Oligocène

## BIBLIOGRAPHIE

### Cartes consultées

Carte géologique de la France à l'échelle du 1/80 000, feuille Clermont-Ferrand. 1ère éd. (1887) par A. Michel-Lévy ; 2ème éd. (1909) par A. Michel-Lévy, A. Lacroix, Ph. Glangeaud et J. Giraud ; 3ème éd. (1939) par G. Garde et L. Glangeaud ; 4ème éd. (1962), par P. Lapadu-Hargues et A. Rudel.

Étude aéromagnétique du Massif central au 1/250 000, Clermont-Ferrand (1972). Institut national d'Astronomie et de Géophysique.

Carte géotechnique de Clermont-Ferrand (1972), par M. Humbert (B.R.G.M.).

Carte des gîtes minéraux, Clermont-Ferrand au 1/320 000.

Cartes topographiques de l'I.G.N., feuilles Clermont-Ferrand 1/25 000 et 1/50 000.

Carte agronomique de Lempdes (1955), par D. Collier et L. Gachon.

Carte pédologique du Val d'Allier (1969), par M. Bornand, G. Callot, J.C. Favrot et E. Servat. I.N.R.A., Montpellier.

### Ouvrages et publications

ANDERSEN S. (1969) — Quelques observations sur les roches volcaniques tertiaires dans la région de Nébouzat—Ceyssat. Univ. Copenhague, Inst. de géol. et minér. Copenhague, 35 p.

BAUDRY D. et CAMUS G. (1972) - Les projections volcaniques de la chaîne des Puys et leurs utilisations. *Bull. B.R.G.M.*, 2ème série, section II, n° 2.

BAY R. (1957) — Étude géologique de la bordure cristalline de la Limagne entre Clermont et Tazenat. D.E.S. Clermont-Ferrand, 56 p.

BENTOR Y. (1954) - La chaîne des Puys (Massif central français). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 52, n° 242, p. 373-806.

BOUT P., FRECHEN J., LIPPOLT M.J. (1966) - Datations stratigraphiques et radiochronologiques de quelques coulées basaltiques de Limagne. *Revue d'Auvergne*, t. 80,4, p. 207-231.

BROUSSE R. (1961) — Analyses chimiques des roches volcaniques tertiaires et quaternaires de la France. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 263, t. LVIII.

BROUSSE R. et al. (1969) — Éléments de chronologie des éruptions de la chaîne des Puys. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), XII, p. 770-793.

CAMUS G. et VIALETTE T. (1969) — Géochimie du potassium, rubidium, strontium et constitution isotopique du strontium dans quelques laves de la chaîne des Puys et de la conté d'Auvergne. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 8, p. 284.

CASTEL M. (1968) — Zones de Charophytes pour l'Oligocène d'Europe occidentale. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 4, p. 121 -123.

- CHALEIL Y. (1959) — Les côtes de Clermont et leurs annexes. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, t. 25, p. 53-72.
- CHAZAN W. (1937) — Carte géologique de la région de Charade près Royat. *Rev. Soc. Hist. nat. Auvergne*, vol. 3, p. 141.
- CIBOT J. (1959) - Le plateau de Châteaugay. *Rev. Sci. nat Auvergne*, t. 25, p. 73-92.
- DANGEARD L. (1932) — Les craies et les calcaires à Coccolithes de la Limagne. *Bull Soc. géol. Fr.*, (5), II, p. 67-82.
- DANGEARD L. et BOUT P. (1933) - Observations sur la vallée pliocène de l'Allier entre Issoire et Randan. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), III, p. 429-438.
- DEMARTY J., PITON L. (1934) - Note sur le Stampren de Royat. *Bull. Soc. Hist. nat. Auvergne*, vol. 22, p. 39-42.
- DERRUAU M. (1949) — La Grande Limagne auvergnate et bourbonnaise. 1 vol. 541 p., Clermont-Ferrand.
- DHELLEMES R. (1952) - Carte géologique des environs de Thèdes. D.G.P., Clermont-Ferrand.
- DORSSER H J. van et PELLETIER H. (1963) - Simples remarques sur les terrasses de l'Allier entre le horst de Saint-Yvoine et Pont-du-Château. *Rev. Sci, nat, Auvergne*, t. 29, p. 101 -113.
- ELF-RE. Profils lithologiques inédits et échantillons des sondages Saint-Beauzire—Cournon.
- FERNANDEZ A. (1969) — La série cristallophyMienne et les granites de la région de Pontgibaud (Puy-de-Dôme). Thèse, Clermont-Ferrand.
- FROLEAU M. (1954) - Étude des granites du plateau de Berzet (Puy-de-Dôme). D.E.S., Clermont-Ferrand, 38 p.
- GACHON L. (1963) — Contribution à l'étude du Quaternaire récent de la Grande Limagne mamo-caicaire. Morphogenèse et Pédogenèse. Thèse.
- GINSBURG L. (1970) — Valeur stratigraphique des Mammifères au Tertiaire. Colloque Orsay. *Mém. B.R.G.M.*, n° 77, t. 2, p. 381 -388.
- GIOT D. et JACOB C. (1972) - Présence d'alcime et de clinoptilote (zéolites) dans les formations sédimentaires oligocènes de la Limagne de Clermont-Ferrand. *C.R. Ac, Sci.*, t. 274, série D, p. 166-169.
- GIRAUD J. (1901-1902) - Études géologiques sur la Limagne. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XIII, n° 87,410 p.
- GLANGEAUD Ph. (1901) - Monographie du volcan de Gravenoire près de Clermont-Ferrand. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XII, n° 82, p. 145-184.
- GLANGEAUD Ph. (T909) - Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme, 1ère partie : Limagne, chaîne de la Sioule, etc. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.* t XIX n° 123, p. 199-368.

- GLANGEAUD Ph. (1913) - Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme, 2ème partie : la chaîne des Puys et la petite chaîne des Puys. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XXII, n° 135, p. 241-496.
- GLANGEAUD Ph. (1916) - Les alluvions pliocènes et quaternaires aux environs de Pont-du-Château, Randan... *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 127-129.
- GLANGEAUD Ph. (1923) - Note sur les recherches de pétrole dans la Limagne. *Annales des Mines*, 12ème série, t. IV, p. 5-35.
- GLANGEAUD L. (1940) - Sur le Quaternaire de la région de Clermont-Ferrand et ses relations avec les « terres noires » de la Limagne. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 52-54.
- GRAMBAST L. (1970) - Principes de l'utilisation stratigraphique des Charophytes. Applications au Paléogène d'Europe occidentale. Colloque Orsay. *Mém. B.R.G.M.*, n° 77, t. 2, p. 319-328.
- GROLIER J. et TCHIMICHKIAN G. (1963) - Connaissances nouvelles sur la géologie du socle de la Limagne d'après les sondages de la R.A.P. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. V, p. 930-937.
- JUNG J. (1937) - Les granites, granodiorites et cornéennes des environs de Royat. *Rev. Soc. Hist. nat. Auvergne*, vol. 3, fasc. 3-4.
- JUNG J. (1946) — Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 371 p.
- JODOT P. (1949) — Rôle d'*Helix ramondi* dans la classification du Stampien du Bassin de Paris et de la Limagne. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 3, p. 65-67.
- JOO J. (1960) — Étude géologique de la bordure cristalline de la Limagne entre le Puy de Charade et Volvic. D.E.S. Clermont-Ferrand, 56 p.
- LAKATOS C. (1959) — Bibliographie géologique des départements du Puy-de-Dôme, *Ann. Fac. Sci. Clermont*.
- LASAULX A. von (1875) — Étude pétrographique de l'Auvergne. *Neues Jahrbuch*, 1869-1872. Éd. française, Clermont-Ferrand, 221 p.
- LAUNAY L. de (1922-1923) - Étude sur le plateau central. Note sur le terrain tertiaire de la Limagne bourbonnaise. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XXVI, n° 147, 221 p.
- LAVOCAT R. (1951) — Révision de la faune des Mammifères oligocènes d'Auvergne et du Veiy. Éd. Sciences et Avenir, Paris, 150 p.
- LECOQ H. (1867) - Époques géologiques de l'Auvergne, t.I, p. 168-177. Baillière et fils édit., Paris.
- MENDOZA DELGADILLO J. (1972) - Pétrographie et géochimie des laves de la chaîne de la Sioule, Massif central français. Thèse 3ème cycle, Clermont-Ferrand, 95 p.

- MESTRAUD J. et RENAUD L. (1947) - Étude géologique de la partie supérieure des côtes de Clermont (inédit).
- MICHEL-LÉVY A. (1890) - La chaîne des Puys. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XVIII, p. 696-742.
- MICHEL R. (1948) — Étude géologique du plateau de Gergovie. *Mém. Soc. Hist. nat. Auvergne*, n° 4, 68 p.
- MICHEL R. (1953) — Contribution à l'étude pétrographique des pépérites et du volcanisme tertiaire de la grande Limagne. *Mém. Soc. Hist. nat. Auvergne*, n°5, 144 p., 26 fig.
- MORANGE A., HÉRITIER F. et VILLEMEN J. (1971) - Les recherches d'hydrocarbures en Limagne. Contribution de l'exploration pétrolière à la connaissance structurale et sédimentaire du bassin. ELF—ERAP.
- PÉRICHON R. et CHOPE LIN C. (1969) - Le gisement protohistorique d'Aulnat, premières observations stratigraphiques. *Rev. Archéol. Centre*, p. 52-69.
- PEYRONNET R. de (1956) — Étude de la bordure cristalline de la Limagne entre les vallées de la Tiretaine et de la Couze Chambon. D.G.P., Clermont-Ferrand, 171 p.
- PIEL K.T. (1966) - Le granite de Manson (Puy-de-Dôme). D.E.S., Clermont-Ferrand, 36 p.
- PIGNIDE S. (1959) - Le plateau de Courmon. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, t. 25, p. 131-146.
- PINTO K.J.M. (1968) - Étude sédimentologique des formations littorales du lac stampien de Gergovie. D.E.S., Clermont, 113 p.
- POULET-SCROPE G. (1828) - The geology and extinct volcanoes of Central France. 1ère éd., London, J. Murray éd., 258 p.
- REY R. (1966) — Malacologie continentale oligocène dans l'Ouest de l'Europe. *Rev. Scientif. du Bourbonnais*, p. 53-129.
- REY R. (1968) — Le niveau à *Cepaea subsulcosa* de Moulins. *Rev. Scientif. du Bourbonnais*, p. 35-55.
- RUDEL A. (1949) — Sur quelques phénomènes périglaciaires en Limagne. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, t. 15, p. 71-76.
- RUDEL A. (1953) - La faune quaternaire des terrasses de l'Allier à Pont-du-Château. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, t.19, p. 43-47.
- RUDEL A. (1953) — Actions périglaciaires dans un dépôt de Courmon et dans les cendres volcaniques de la Chaîne des Puys. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, t.19, p. 57-62.
- RUDEL A. (1957) — Découverte de galets à facettes en Limagne de Clermont. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, t. 23, p. 47-50.

- RUDEL A. (1957) — Contribution à l'étude des terrains pliocène s et quaternaires en Limagne de Clermont. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 55, n° 252, p. 113-127.
- RUDEL A. et LEMÉE G. (1955) - Wurmien et Post-Wurmien en Limagne de Clermont. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, t. 21, p. 27-37.
- RUMEAU J.L. (1965) — Examen des possibilités pétrolières de la Limagne. *Rev. I.F.P.*, X, t.11, p. 1 319-1 333.
- TEGYEY A. (1960) — Étude géologique de la bordure cristalline de la Limagne entre le puy de Charade et le lac d'Aydat. D.E.S., Clermont-Ferrand, 40 p.
- THALER L. (1970) — Datation, zonation et Mammifères. Colloque d'Orsay. *Mém. B.R.G.M.*, n° 77, t. 2, p. 411-424.
- VERGNETTE A. (1927) — La région de Sarliève, éclaircissements géologiques et historiques. *Rev. d'Auvergne*, t. 41, p. 257-269.

#### DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

Toutes les observations de terrain et les résultats analytiques obtenus à partir des études de laboratoire (à l'exclusion des terrains volcaniques) sont regroupés dans un « dossier cartographique » consultable au Service géologique régional du Bureau de Recherches géologiques et minières à Courmon, 22 avenue de Lempdes et à la Banque des données du sous-sol du Service géologique national (BP 6 009, 45100 — Orléans).

#### Auteurs de la notice :

- M. AUBERT, I.P.G. Clermont-Ferrand : aéro-magnétisme  
R. BOUILLER, B.R.G.M. : alluvions et formations superficielles  
G. CAMUS, Fac. Sci. Clermont-Ferrand : volcanisme du Quaternaire récent  
A. COCHET, B.R.G.M. : hydrologie  
D. D'ARCY, B.R.G.M. : eaux minérales  
D. GIOT, B.R.G.M. : formations sédimentaires tertiaires  
M. JEAMBRUN, B.R.G.M. : Paléozoïque ; volcanisme mio-pliocène  
A. ROCHE et N. BONHOMMET, I.P.G. Strasbourg : paléomagnétisme.

\* ADDITIF AU PARAGRAPHE « Sbr : BRÈCHES (PROJECTIONS DE MAAR) »

Alors que cette notice était en cours d'impression, l'ouverture d'un chemin forestier au Puy Chopine, a mis à jour, sur le pourtour de la protusion trachytique, une formation très particulière.

Elle est constituée sur le flanc ouest, par une brèche à éléments de socle (granite, diorite, migmatites, cornéennes) et blocs trachytiques, et sur les flancs nord et sud par des panneaux de socle (granite, cornéennes) atteignant au plus une dizaine de mètres de puissance.

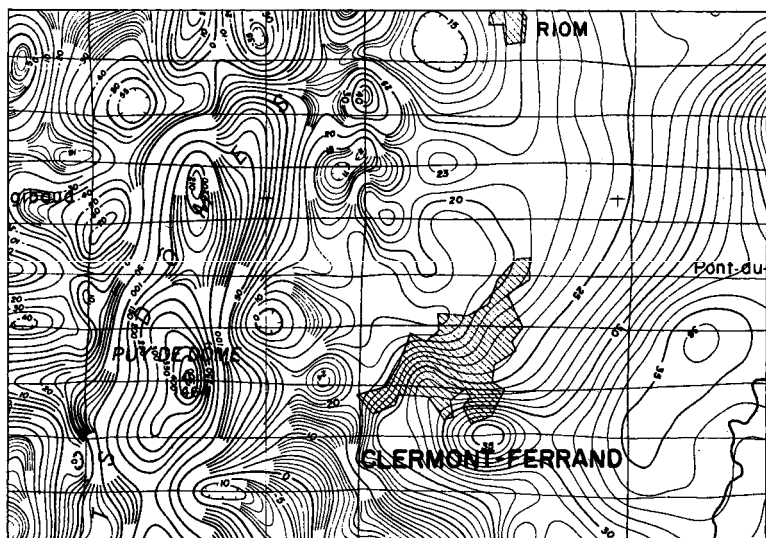
Un tel mélange d'éléments du substratum et de lave juvénile ne peut s'expliquer que si l'on admet que l'érection du Puy Chopine a été précédée d'une phase explosive découpant un large cratère dans le socle, c'est-à-dire un maar trachytique.

Ce sont les projections retombées à l'intérieur de ce cratère ainsi que des panneaux entiers de granite et de cornéennes, écroulés sur son pourtour qui ont vraisemblablement été ensuite exhausés par la masse trachytique.

Une telle origine supposée justifie à notre avis l'assimilation de cette « brèche du Puy Chopine » à une brèche de maar, bien que son faciès soit très différent des projections d'un maar basaltique classique.



## Anomalie du champ magnétique total



Extrait de la carte à 1/250 000 INAG-BRGM

Altitude de vol barométrique : 2000 m

Equidistance des lignes : 2 km

Equidistance des traverses : 10 km