



PLEAUX

La carte géologique à 1/50 000
PLEAUX est recouverte par la coupure
AURILLAC (N° 184)
de la carte géologique de la France à 1/80 000

La Roche- -Canillac	Mauriac	Riom- -Es-Montagnes
Argentat	PLEAUX	Murat
S.-Céré	Aurillac	Vic- -s-Céré

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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

PLEAUX

XXIII-35

*Gorges de
la Maronne*

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU COMMERCE ET DE L'ARTISANAT
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45018 Orléans Cédex - France



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

INTRODUCTION	2
DESCRIPTION DES TERRAINS	2
<i>TERRAINS MÉTAMORPHIQUES ET GRANITIQUES</i>	2
Tectonique	3
Ensembles cartographiés	4
<i>TERRAINS SÉDIMENTAIRES ET VOLCANIQUES</i>	6
Terrains sédimentaires anté-volcaniques	7
Terrains volcano-sédimentaires et téphra	8
<i>Téphrochronologie et laves cantaliennes</i>	8
<i>Données chronologiques et pétrographiques sur les laves</i>	10
Terrains sédimentaires quaternaires	14
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	15
<i>HYDROLOGIE ET EAUX SOUTERRAINES</i>	15
<i>SUBSTANCES MINÉRALES</i>	15
OCCUPATION DU SOL – FONDATIONS ET GÉNIE CIVIL	15
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	16
<i>SONDAGES</i>	16
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	16
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	20
<i>GLOSSAIRE</i>	20
AUTEURS	20
ANNEXES : Datations absolues Données paléomagnétiques Analyses chimiques	

INTRODUCTION

Couvrant une région située au cœur du Massif Central, la carte géologique Pleaux montre la partie occidentale du massif volcanique cantalien sur le socle métamorphique de la Maronne.

Au-delà du Sillon houiller qui court du Nord au Sud dans le tiers ouest de la carte, apparaît une autre série métamorphique dite du plateau de Millevaches que recouvrent encore les coulées les plus distales du Cantal.

Le socle métamorphique affleure dans le fond des vallées qui dissèquent le massif volcanique puis il devient prépondérant dans la moitié occidentale du territoire de la carte. Il s'agit d'une pénéplaine, de 600 à 800 m d'élévation, très profondément entaillée par l'érosion des parties d'aval des vallées cantaliennes, celles de la Maronne, de la Bertrande et de la Doire. En fait, c'est la vallée de la Maronne, élargie dans la retenue du barrage d'Enchanet, qui sert de drain principal recevant, en rive droite, l'Encon et, en rive gauche, la Bertrande elle-même grossie par les eaux de la Doire, puis l'Etze.

L'encaissement de la Maronne et, à moindre titre, celui de ses affluents est très important : de 260 m à la hauteur de Salers et encore de 190 m aux rives du lac d'Enchanet. Si le Sillon houiller, qui passe à la hauteur du cours de l'Etze et se prolonge vers le Nord-Est, sépare bien deux ensembles métamorphiques différents, il ne se présente pas en accident morphologique aisément discernable.

Outre les formations volcaniques strictement cantaliennes car en continuité avec le cœur du massif ou en buttes-témoins peu éloignées des extrémités actuelles des coulées, il y a lieu de signaler un volcanisme fissural près de l'accident du Sillon houiller. Ce sont les coulées de Saint-Santin-Cantalès et d'Arnac qui relèvent d'une province magmatique dite du Sillon houiller (R. Brousse, 1961 ; J. Jung et R. Brousse, 1962).

La marge occidentale du Cantal correspond enfin à une plate-forme structurale, descendant à la manière des planèzes(*) de Salers—Pleaux de 1 040 à 580 m en 50 km avec une pente moyenne de 0°53. L'épaisseur des téphra(*) et des laves constituant l'empilement volcanique augmente de manière à peu près régulière d'Ouest en Est depuis quelques dizaines de mètres (Saint-Ilvide) à 290 mètres (Saint-Paul-de-Salers).

Cette carte a été levée, pour la partie volcanique, par les membres du laboratoire de pétrographie-volcanologie de la faculté des sciences d'Orsay dont les thèses ont consigné les résultats. Les levés réalisés dans la première phase de découverte du Cantal ont toutefois été revus dans la phase de finition de la carte afin d'incorporer les données acquises dans l'analyse des feuilles géologiques Riom-ès-Montagnes (R. Brousse et *al.*, 1973) et Vic-sur-Cère (R. Brousse et *al.*, 1975). C'est à l'ensemble des travaux faits (cités en bibliographie à la fin de la notice) qu'on se réfèrera chaque fois qu'une donnée sera fournie sur l'une ou l'autre des zones volcaniques.

Le socle, au-delà du Sillon houiller et pour partie au Sud de la carte, a été levé par Ph. de Peyronnet et il a été reporté le tracé des isogrades par P. Tempier. Les terrains glaciaires ont été levés par Y. Veyret.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS MÉTAMORPHIQUES ET GRANITIQUES

Le socle cristallophyllien est visible depuis le bord occidental du territoire de la carte jusqu'aux formations volcaniques du Cantal qui le masquent et dont la limite

(*) Les mots suivis de ce signe ont leur explication dans le glossaire (*in fine*).

d'érosion passe approximativement par Freix-Anglards, Saint-Cernin, la rive septentrionale de la Bertrande, Saint-Martin-Cantalès puis, au Nord de la Maronne, Saint-Christophe-les-Gorges et la région de Pleaux.

Rappelons qu'il s'agit d'une pénéplaine dont l'altitude s'abaisse doucement de 800 à 600 mètres, d'Est en Ouest, selon l'orientation générale des principales rivières qui la traversent en gorges (Soulane, Doire, Bertrande et Maronne), exception faite de l'Etze qui est de direction méridienne.

Suivant le cours de celle-ci et dans son prolongement vers le Nord-Est, le socle est affecté par l'accident du Sillon houiller. Celui-ci permet de distinguer deux régions composées l'une et l'autre de séries métamorphiques.

A l'Ouest, la *série du plateau de Millevaches*, avec la Xaintrie au Nord, est le prolongement méridional de la série de la moyenne Dordogne. Elle appartient au *noyau arverne* qui est un élément de la *zone lémovico-arverne*.

A l'Est,affleure la *série de la Maronne* partie de *l'ensemble ruthéno-limousin*, lui-même compris dans la *zone des schistes périphériques* du Massif Central.

Mis à part le granite du Millevaches, visible seulement à l'extrême limite du périmètre de la carte et qui appartient à la *chaîne occidentale de la Corrèze*, les roches du socle sont essentiellement des ectinites au sens de Jung et Roques. Elles ont été affectées par un métamorphisme de moyenne pression, de type Barrow, et, selon les distinctions introduites par Turner et Verhoogen, elles ressortissent au faciès des *schistes verts* puis, pour les termes les plus métamorphiques, à celui dit *almandin-amphibolite*. C'était originellement des argiles sableuses et des grès.

Des deux séries cristallophylliennes, celle de la Maronne est nettement la plus riche en matériaux de type flysch à éléments quartzo-feldspathiques. D'autre part, dans chaque série, la foliation semble s'être calquée sur l'ancienne succession stratigraphique.

Enfin, il est deux points importants qui sont : d'une part, pour la série de Millevaches, la possibilité d'une discontinuité stratigraphique ou tectonique entre les micaschistes à mica blanc et chlorite et les micaschistes à muscovite et biotite et, d'autre part, pour la série de la Maronne, l'existence de rétro-morphoses à tous les niveaux. Chacun de ces deux ensembles a donc subi au moins deux métamorphismes. Ces derniers seraient d'âge cadomien et probablement calédonien pour le noyau arverne, c'est-à-dire pour le Millevaches, peut-être aussi hercynien pour l'ensemble ruthéno-limousin, représenté par la série de la Maronne.

Tectonique

Le territoire de la carte est partagé en deux parties à peu près égales et suivant une direction approximative nord-sud par le Sillon houiller, trait majeur de la structure du Massif Central. Il correspond à un décrochement dont les déplacements horizontaux ont été d'abord d'âge westphalien et stéphanien, puis post-oligocène. On note aussi un serrage des deux lèvres avec tendance au renversement de la bordure ouest sur le Houiller. Les mylonites sont très développées au voisinage du Sillon.

A l'Ouest du Sillon, « on peut discerner au moins trois plissements superposés : le premier, qui reprend une foliation, à caractère isoclinal et tangentiel, est synchrone d'une deuxième phase de cristallisation donnant une foliation disposée suivant les plans axiaux. Un plissement plus modéré, post-métamorphique, détermine de grandes structures orientées nord-sud. Enfin, une dernière phase a créé des plis et des gaufrages orientés à 140° transverses sur les structures précédentes » (P. Tempier, 1971). A l'Est du Sillon houiller, dans les gneiss, sont des microplis isoclinaux décimétriques au plan axial confondu avec la foliation régionale. Les axes b de ces microplis sont nord-sud à N.NE-S.SW. Après cette première phase tectonique, les gneiss ont été repris dans un vaste synclinal d'axe est-ouest séparant les vallées de la Maronne et de la Doire.

De plus, en ce qui concerne les déformations tectoniques cassantes, on observe à

l'Ouest trois directions de failles : NE—SW, comme pour le sillon, puis N150°E et N40—70°E. A l'Est, on note aussi trois directions (N180°E, N60°E et N140°E).

Ensembles cartographiés

Série du plateau de Millevaches

ξ_m^1 . **Micaschiste à muscovite, séricite et chlorite.** Cette roche, de teinte claire, est généralement finement feuilletée et les bancs gréseux y sont rares. Elle affleure à la surface de la pénélaine où elle donne des reliefs adoucis. Elle comporte du quartz (22,8 %), du mica blanc (55,9 %), de la chlorite (11,9 %), du plagioclase (albite) et de l'oxyde de fer (9 %). Une rubéfaction d'origine climatique antérieure au Miocène a provoqué l'oxydation du fer libéré par destruction de la chlorite et, souvent, les entailles fraîches ont dégagé des roches rutilantes.

ξ^1 . **Micaschiste à muscovite et biotite.** Il constitue l'essentiel des roches du socle. La teinte est sombre, jaunie par l'altération. Formation surtout phylliteuse avec de rares bancs gréseux, notamment en aval du barrage d'Enchanet. P. Tempier a signalé un banc de schiste graphiteux entre Pleaux et Rilhac-Xaintrie. Minéraux : quartz (67,1 %), plagioclase (albite-oligoclase) (2,7 %), muscovite (12,6 %), biotite (14,4 %), chlorite (1,7 %), staurotide (0,1 %), minéraux opaques (1,4 %), tourmaline et grenat. Ce dernier est localement abondant et l'on a des *micaschistes à grenat* (ξ_g^2).

ξ_f^2 . **Micaschiste migmatitique.** En bordure du granite, au Sud de la Maronne, les micaschistes à deux micas sont enrichis en feldspath. La roche devient davantage massive et sa teinte s'éclaircit. La feldspathisation des micaschistes ne résulterait pas de la nature de l'ancien sédiment métamorphisé mais serait liée à la présence du granite.

γ . **Granite à deux micas.** Il comporte du quartz, de la biotite, de la muscovite, du plagioclase sub-automorphe assez sodique (An 8 à 12 %, albite-oligoclase) et du microcline. Dans les gorges de la Maronne, le granite est *porphyroïde*. D'après les différentes régions envisagées, on a proposé deux interprétations quant à l'origine des granites du Millevaches. C'est ainsi que dans le secteur des Fraux, on observe une continuité entre les micaschistes à deux micas, les micaschistes migmatitiques et le granite, et il semble bien alors que ce dernier soit anatectique.

En revanche, au Nord de la Maronne où le contact avec les micaschistes, jalonné par des filons de roches éruptives et de quartz, est probablement faillé, il se pourrait que le granite soit intrusif.

Diorite quartzique. Dans les gorges de la Maronne, à l'aval du pont des Estourocs, un amas lamprophyrique, d'une puissance de 300 mètres, est lié au granite porphyrique : il s'agit précisément d'une diorite quartzique, composée de quartz, de plagioclase (andésine et oligoclase) séricitisé, de hornblende, de biotite, de chlorite et de magnétite.

Série de la Maronne

Le métamorphisme y croît en intensité du Sud vers le Nord.

ξ_m^1 . **Micaschiste à muscovite, séricite et chlorite.** Les rares affleurements sont situés à la surface de la pénélaine et dans la partie méridionale de la carte. Ce sont des roches claires, assez grossièrement feuilletées en raison de l'abondance du quartz (56,2 %), à quoi s'ajoutent : microcline (3,0 %), plagioclase (albite) (0,1 %), séricite (11,5 %), chlorite (22,6 %), oxyde de fer (6,6 %). La couleur devient souvent rutilante par l'altération.

ξ^1 . **Micaschiste à muscovite et biotite.** On a distingué sur la carte deux faciès. Celui à *biotite et muscovite* forme l'essentiel des affleurements de cette zone. La roche est assez sombre, souvent gréseuse et quartziteuse. Minéraux : quartz (49,2 %), feldspath alcalin (0,3 %), muscovite (3,7 %), biotite (11,8 %), chlorite (34,0 %), grenat (0,5 %) et oxydes de fer (0,5 %). Localement on passe à des *micaschistes à grenat* (ξ_g^2). Ce dernier minéral est habituellement chloritisé.

Dans le faciès à *biotite, muscovite et chlorite en grandes lamelles* (ξ_R^2), la roche est claire, souvent teintée de rose. Les affleurements apparaissent au sein du faciès précédent, depuis la surface de la pénélaine et jusqu'au fond des vallées. Ils sont distribués sans ordre et leurs contours sont de formes quelconques. Ce faciès procède du premier, à biotite et muscovite, par rétro-morphose. Minéraux : quartz (42,6 %), feldspath alcalin (1,0 %), muscovite (3,8 %), biotite (2,3 %) rétro-morphosée, chlorite (47,8 %), oxydes de fer (2,5 %).

Gneiss à muscovite, biotite et sillimanite. Située dans la région de la Bertrande et de la Doire, cette zone comporte trois faciès.

ζ^2 . **Le gneiss noduleux à deux micas et sillimanite** est assez clair et de schistosité grossière. Les minéraux sont le quartz (46,1 %), le plagioclase (oligoclase-andésine) (3,4 %), le microcline (15,3 %), la sillimanite (7,2 %), la muscovite (8,7 %), la biotite (11,5 %), la chlorite (1,1 %), le grenat (4,7 %) chloritisé et des minéraux opaques (2,0 %). En quelques points, notamment à l'Ouest de Chantal-Péricot et près du passage à niveau de Parieu-Bas, le feldspath est de taille centimétrique et la roche acquiert une structure œillée.

ζ . **Les gneiss œillés**, sous Cambourieu, à « yeux » de microcline intermédiaire (triclinicité 15 à 80) micropertitique, oligoclase An6-13 sub-automorphe maclée albite-Carlsbad, quartz, muscovite rare, biotite abondante chloritisée, cordiérite pinnitisée, sillimanite, grenat chloritisé. L'origine de ces gneiss est ortho-, provenant d'un ancien granite à composition Q-Or-Ab eutectoïde.

λ_q . **Leptynite quartzique.** Le troisième faciès est *quartzitique*. Trois passées de *quartzites*, de dimensions plurikilométriques et orientées est-ouest, affleurent dans les vallées de la Doire et de la Bertrande. La roche est dure, noire, luisante, à cassure grasse. Le quartz est abondant, les phyllites réparties sans ordre, les feldspaths rares. En certains points, les quartzites comportent du feldspath alcalin (jusqu'à 10 %) et l'on passe alors à une *leptynite* (leptynite de la Doire).

ζ - ξ . **Gneiss migmatitiques.** C'est le gneiss de Sainte-Eulalie (Lapadu-Hargues, 1955) et de la Maronne. Les feldspaths sont abondants (oligoclase et microcline), le quartz est en grains de même taille que l'oligoclase ou bien en frange myrmékitique bordant le microcline en grands cristaux au contact des plagioclases. La muscovite et la biotite forment de minces lits mal orientés. Près de Branzac et de Saint-Christophe-les-Gorges on a déterminé les minéraux suivants : quartz (42 à 53 %), plagioclase souvent altéré (4 %), microcline (18 %), muscovite et séricite (23 %), biotite (3 à 4 %) souvent chloritisée, chlorite (jusqu'à 19 %), sillimanite (0,3 %), grenat (jusqu'à 6 %) altéré. En certains points, la roche est riche en chlorite née de l'altération d'autres minéraux. Il s'agit d'un orthogneiss œillé, légèrement remobilisé par migmatisation.

L'ensemble de la série à l'Est du Sillon houiller appartient au faciès amphibolite de type *Abukuma* rétro-morphosé dans le faciès *schistes verts*.

$\alpha\gamma$. **Aplites.** Les filons aplitiques, épais de 1 à 5 mètres et orientés généralement nord-sud, sont dispersés sur l'ensemble de la carte et se rencontrent à tous les niveaux sauf dans le moins métamorphique, celui du micaschiste à muscovite, séricite et chlorite qu'ils ne paraissent pas avoir pénétré. Les minéraux sont le quartz, l'orthose, le microcline, le plagioclase (An 31 à 66 %, oligoclase-labrador), la biotite, la chlorite, l'amphibole, l'épidote. Ils sont généralement assez altérés. Leur composition est celle d'un granite calco-alcalin ou d'une granodiorite.

Q. Quartz. Il existe d'importants filons de quartz, généralement en rapport avec des failles. Celui de Cazaret, à Saint-Santin-Cantalès est minéralisé (galène et blende).

Pv. Terrains paléo-volcaniques. On trouve des pointements de roches paléo-volcaniques principalement au voisinage du Sillon houiller. En certains cas, on observe une passée argileuse au contact du micaschiste encaissant. Ces roches sont très altérées.

Minéraux : quartz sub-automorphe ou bien d'aspect globulaire, plagioclase en fines baguettes (An 3 à 49 %, albite-andésine), orthose, séricite, chlorite, sphène et amphibole. La composition de ces roches est celle d'un rhyolite ou d'un trachy-andésite. Leur mise en place serait postérieure au Stéphanien (P. Larroque, 1971).

TERRAINS SÉDIMENTAIRES ET VOLCANIQUES

Le strato-volcan cantalien est formé par un empilement de terrains volcaniques, remaniés ou non, dans lesquels sont à la fois injectées de nombreuses intrusions de nature variée et interstratifiées des coulées. Certaines des formations sédimentaires précèdent toutefois l'apparition du phénomène volcanique, comme les formations du Carbonifère, de l'Oligocène, du Miocène et du Sidérolithique et, comme telles, elles appartiennent au substratum du massif volcanique.

En ce qui concerne les terrains clastiques propres au volcan, ils ont diverses origines. Certains dérivent de l'altération et de l'érosion d'un ensemble volcanique déjà constitué (coulées boueuses ou lahars, terrains volcano-sédimentaires). Ce sont alors des roches épicastiques déposées lors de périodes de calme éruptif. D'autres sont d'origine pyroclastique et proviennent de l'éjection d'un matériel plus ou moins chaud (projections de cendres, nappes de ponces, ignimbrites). Ils marquent des éruptions de type explosif et certains d'entre eux correspondent aux paroxysmes d'activité du strato-volcan.

Toutes les formations, non laviques, pré- ou syn-volcaniques, ont une extension plus grande que les coulées de laves ou les intrusions. Elles ont donc, plus que ces dernières, une valeur indicative en chronologie relative comme le montre le tableau suivant :

Terrains sédimentaires et volcano-sédimentaires	Laves	Intrusions	Équivalents feuille Riom-ès-Montagnes
	- plateau 7	- intrusion 8	
<i>br3</i> : brèche supérieure stratifiée (C)	.....	.....	Tv1. Complexe conglomératique sup.
<i>vs</i> : volcano-sédimentaire	.....	.....	Tv. Volcano-sédimentaire
		- intrusion 5	
<i>br2</i> : brèche non stratifiée (B)	.....	.....
<i>br-pc</i> : brèche ponceuse remaniée	.....	.....	TBr. Brèche inférieure
	- lave 3	- intrusion 4	
<i>br1</i> : brèche inférieure (A)	.....	.....
<i>m4</i> : Miocène sédimentaire	- lave 2		
	- lave 1		
<i>g2</i> : série carbonatée	} Oligocène		
<i>g2b</i> : série détritique			
	- paléo-volcanite		
<i>hs</i> : Stéphanien			

Terrains sédimentaires anté-volcaniques

h5 **Stéphanien.** Les dépôts, continentaux, sont disposés de part et d'autre de l'accident du Sillon houiller où ils sont encastrés dans les roches du socle. La puissance dépasse la centaine de mètres à Beaujaret.

Conglomérats à galets de quartz et de micaschistes, grès grossiers plus ou moins ferrugineux, en certains cas à empreintes de plantes, arkoses, tufs et rhyolites. L'âge stéphanien moyen est fondé sur une flore recueillie en d'autres bassins du Sillon houiller.

g2. **Stampien** (fig. 1). L'un des faits importants apportés par le lever proposé est la *continuité* de sédimentation de l'Oligocène sur toute la bordure ouest du Cantal. Certes, la limite du lac présente un rentrant net à la hauteur de la Doire avant de s'étaler à la fois, au Nord vers Salins et, au Sud, à la limite de sa plus grande extension sur le territoire de la carte Aurillac. Partout, la sédimentation présente la dualité connue ailleurs :

— g2b : *conglomérat de base et sables* de la série détritique.

— g2 : *série carbonatée* habituellement faite, à la base de calcaires dolomitiques à Potamides surmontés de calcaires silicifiés à Planorbes et Limnées. Cette dernière série existe bien au Nord de la carte Aurillac (bassins de la Bertrande, de la Doire, de l'Authre), alors que les calcaires intermédiaires à Planorbes ne se développent qu'au niveau de la Bertrande.

D'une manière générale, *la pénéplaine s'abaissait doucement vers le Nord*. En raison de l'érosion post-oligocène, dans bien des cas (Maronne, Bertrande), seules les couches sédimentaires les plus basses, au Nord, c'est-à-dire en rive droite des rivières actuelles, ont été conservées.

g2b. *Série détritique : argiles et sables.* Ce sont des sables et des argiles sableuses et enfin des argiles bariolées (Thouroux et Tournemire dans le bassin de la Doire, Saint-Chamant en rive droite de la Bertrande, plateau de Teissières, vallée de l'Authre, vallée de la Maronne en aval de Saint-Martin-Valmeroux).

C'est à Ambial (sur la rive droite de la Maronne) que la série détritique est la plus complète avec 50 centimètres de *conglomérat* à gros galets (2—4 cm) de quartz blanc, suivis de 1 mètre de grès arkosique très fin et très dur, recouvert lui-même par des *argiles vertes* (M. Niel, 1965).

Les sables et argilites sont très riches en phyllites, les fractions inférieures à 35 microns représentant de 57 à 96 % de ces roches. Dans la fraction sableuse, on reconnaît du quartz, des feldspaths alcalins, des micas, des pyroxènes, du sphène. Dans la fraction pélitique, avec la calcite, la paragenèse phylliteuse comprend la montmorillonite (15—98 %), l'illite (1—31 %) et la kaolinite (1—76 %).

g2. *Série carbonatée : calcaires.* La série détritique précédente est recouverte par des bancs calcaires à Planorbes (la Bertrande) puis à Limnées—Potamides. Des oogones de *Chara* s'y trouvent aussi (rive gauche de la Doire face à Tillit).

Miocène (inférieur ?). Les argiles sableuses sont déjà postérieures aux premières manifestations volcaniques du Cantal car elles contiennent des produits en clastes (minéraux, ponces,...). Ce Miocène indifférencié (peut-être inférieur) est net sous les coulées du secteur et aux environs du Sillon houiller.

m2. **Sidérolithique (Miocène moyen ?).** L'ancien gisement de fer d'Embrousse, au Sud de Rilhac-Xaintrie, est un dépôt à faciès sidérolithique, reposant sur le socle au pied de la coulée de Pleaux. On recueille des échantillons d'un grès feldspathique et d'un conglomérat à galets de quartz à patine ferrugineuse, phyllites et débris schisteux. Les éléments sont stratifiés et classés ce qui implique un transport. Ces roches comportent aussi de la silice secondaire dans les fentes, de la gœthite et de l'hématite en concrétion, du psilomélane et de la pyrolusite, des traces d'illite et de kaolinite. Elles proviendraient de la ferralitisation plus ou moins poussée des roches anciennes. L'âge du Sidérolithique demeure imprécis : entre le Houiller et le Miocène ! Toutefois, l'analogie pétrographique les fait rapprocher des argiles fauves connues dans les log de

la téphrostratigraphie(*) cantalienne (voir feuille Riom-ès-Montagnes). Sur le territoire considéré, ces argiles fauves reposent sur la coulée du Sillon houiller, datée à $13,10 \pm 1,0$ MA à la Barrière.

m₄. Pontien (Miocène terminal). Argiles vertes à quartz, sables. Des formations argilo-sableuses jaunâtres, parfois vertes ou brunes, contenant kaolinite, smectite et quartz, coiffent indifféremment les argiles fauves ou les argiles bariolées de l'Oligocène. Leurs affleurements sont limités au colmatage des paléo-vallées de cette époque. C'est sans doute à cette phase que se rapportent les trois mètres d'argiles grises surmontant les calcaires silicifiés oligocènes, à la verticale du château d'Anjony à Tournemire.

Terrains volcano-sédimentaires et téphra

Téphrochronologie et laves cantaliennes

Les téphras du strato-volcan, en raison de leur grande extension, servent de niveaux repères ainsi que cela a déjà été signalé.

Épisode du Miocène moyen (13 à 9,5 MA). Les manifestations effusives sont rares dans le secteur considéré (fig. 1).

Elles sont dispersées en rares intrusions et on peut assurer que l'épisode effusif du Miocène moyen ne s'est pas fait sentir dans le secteur occidental (feuille Pleaux) du Cantal. Par contre, c'est au cours de cet épisode que se sont épanchées les laves de la province du Sillon houiller à Arnac et Saint-Santin-Cantalès, datées à $13,1 \pm 1,0$ MA à la Barrière.

Dans le faible lot des laves cantaliennes relevant de cet épisode, nous situons les petites coulées qui, entre Mezergues et Laroquevieille, affleurent mal (10 m d'extension) masquées par les éboulis de la falaise de brèche (Laroquevieille, ferme de la Voulte, sous l'école de Marmanhac). Tous se débitent en billes (1 cm de diamètre).

A ces coulées nous associerons les intrusions regardées ainsi plutôt qu'en points d'émission (Y. Boisse de Black, 1939) présentes entre Mezergues et Péruéjols, relevant les strates oligocènes à leurs contacts et faites de basalte (Roque Sedaige), de basalte autoclastique(*) (Ave Maria, le Fau) ou de pépérites(*) (les Cipières).

Ce sont des ankaramites (Col(*) 59 à 83) relativement pauvres en olivine, nettement sous-saturées avec analcime exprimée et néphéline voire leucite modales. Il faut toutefois signaler que ces laves sont très fortement altérées contenant des phénocristaux d'olivine totalement pseudomorphosés et, bien sûr, de fortes teneurs en eau dans leurs analyses (4,2 à 6,8 %) ce qui rend leur exploitation pétrologique difficile. Elles sont toutes oligohyalines avec 2 à 16 % de verre dans leur pâte.

La petite coulée sous le château de Tournemire relève aussi de l'épisode miocène. Elle est un peu moins altérée que celles du Sud-Est de la carte.

Complexe des Brèches inférieures (fig. 2) (*br₁* + *br₂* + *br-pc*) (9,5 à < 7 MA). C'est incontestablement la brèche qui a la plus grande extension à l'Ouest du Cantal, recouvrant indifféremment le socle métamorphique ou les formations oligocènes et miocènes. Elle est toutefois dépassée à l'extrême Ouest, par la brèche (B) à Saint-Illide et à Saint-Martin-Cantalès. Sa puissance est variée mais toujours forte et peut excéder 300 mètres.

Cette brèche n'est ni stratifiée ni classée. Elle contient de nombreux blocs (20 à 40 cm), plus ou moins arrondis, de nature variée : blocs de socle métamorphique (gneiss, micaschistes), blocs oligocènes (calcaires, poches d'argiles, silex), mais le matériel le plus abondant est celui des trachy-andésites. Dans ces brèches inférieures deux ensembles sont reconnus et représentés sur la carte.

***br₁*. Brèche inférieure s.st (A).** Cette brèche affleure à la partie la plus basse des falaises. Elle est relativement meuble, de teinte grisâtre à blocs très nombreux d'argiles et de calcaires oligocènes. Son extension fait deux rentrants, l'un à la hauteur de la Maronne, l'autre à la hauteur de l'Authre (fig. 2).

br-pc. Brèche ponceuse remaniée. Une formation riche en ponces blanches sert de niveau repère entre la brèche inférieure A, sous-jacente, et la brèche B qui la continue. Ce niveau ponceux, de 1 à 10 mètres d'épaisseur, provient du remaniement d'une nappe de ponces vraisemblablement de grande importance qui n'affleure pas dans les limites de la carte. A la base de la brèche ponceuse sont parfois des lentilles sédimentaires à empreintes de feuilles, dans le parc du château de Palemont par exemple (A. Lauby, 1910).

br2. Brèche indurée non stratifiée (B). Au-dessus du niveau ponceux s'est épanchée une brèche pyroclastique à abondant ciment clair, gris jaunâtre, ne contenant plus que des blocs de trachy-andésites et des pyroclastes^(*) de plagioclasses An 45 et de biotite. Son épaisseur est considérable, de plus de 150 mètres à l'Est de Saint-Martin-Valmeroux.

Son extension horizontale est complémentaire de celle de la brèche A, dépassant celle-ci aux rentrants de la Maronne et de Saint-Illide (fig. 2).

L'observation montre que plusieurs venues pyroclastiques se sont succédées mais en des temps trop rapprochés pour que les discontinuités soient soulignées par des dépôts sédimentaires.

Le ciment de cette brèche pyroclastique est fait de ponces et de poussières vitreuses, toutes écrasées et soudées les unes aux autres. Les vides entre les particules ont presque totalement disparu et seules restent les cloisons vitreuses des anciennes vacuoles, des cloisons soulignées par une pigmentation d'oxyde de fer. Ce tuf soudé (= *welded tuff*) a subi quelques cristallisations lors de son refroidissement, tridymite et cristobalite tapissant les rares espaces libres. De plus, une altération fumerolienne a créé, aux dépens du verre et des feldspaths, une paragenèse argileuse avec allophane, métahalloysite et montmorillonite (C. Lefèvre, 1968, p. 63).

L'âge du complexe des brèches inférieures est plus ancien que 8,5 MA, l'âge des intrusions qui le recoupent, et il est plus jeune que 7 MA, l'âge des premières coulées qui le coiffent.

vs. Volcano-sédimentaire. Les terrains volcano-sédimentaires témoignent d'une longue phase de répit dans les dynamismes volcaniques. Ce sont des couches bien stratifiées et granuloclassées dont l'épaisseur est variable de 2 m (côte de la Pierre, sous Salers), à 30 m (le Theil). Ce sont des produits de démantèlement du volcan déjà existant (le paléo-volcan si l'on veut) à éléments détritiques dominants (sables, argiles, ponces) déposés en milieu aqueux (lac, marais) à Boutifar (Sud du Theil) ou par voie éolienne (entre Tillit et le Rieu).

De fréquentes empreintes de feuilles y sont reconnues, dans la côte de la Pierre, Vielmur (Lauby, 1910) et à la Peire Saint-Dolus (H.M. Guérin, 1966), mêlées à des diatomites de faible épaisseur (< 1 m) au Theil, Chaumont (M. Niel, 1965), la Peire Saint-Dolus (H.M. Guérin, 1966) et à des lignites dans la Côte Rouge de Fontanges et Vielmur (M. Niel, 1965).

Les sédiments pélitiques ont pour minéral argileux de la montmorillonite seulement. Les niveaux à ponces témoignent de l'érosion, une nouvelle fois, d'une puissante nappe de ponces qui affleure plus au centre du Cantal, à la Peyre-del-Cros par exemple (H.M. Guérin, 1966).

Enfin, le hiatus éruptif durant lequel se déposent les terrains volcano-sédimentaires n'est pas total, car quelques lits de cendres à pyroclastes de pyroxènes, amphiboles, magnétites et sphènes sont à noter. Toutefois ces cendres ou *crystal-lapilli*^(*) sont le plus souvent au toit des formations volcano-sédimentaires où elles annoncent la reprise d'activité volcanique (Tillit, Côte Rouge à Fontanges).

br3. Brèche supérieure stratifiée (C). Au-dessus des terrains volcano-sédimentaires vient une succession de niveaux alternativement grossiers et fins dont l'ensemble constitue la Brèche supérieure stratifiée encore appelée Complexe congglomératique supérieur. L'extension latérale vers l'Ouest est beaucoup plus réduite que celle du complexe inférieur et elle ne déborde guère au-delà du bord est du territoire de la carte

(fig. 2). De plus, son épaisseur (20 m à l'aplomb de Fontanges) est insignifiante en comparaison de la puissance qu'elle développe au Sud (300 m dans le cadre de la carte Vic-sur-Cère). Ce complexe ne forme donc pas ici les falaises qu'on rencontre au centre et au Sud mais par contre leurs extrémités simulent des fronts de coulée (Laborie, Boulard).

Le complexe est une somme de lahars^(*) ou coulées boueuses à basse température. La partie basale de ces lahars, correspondant au maximum de compétence du courant turbide, est un agglomérat de galets arrondis des roches volcaniques antérieures. Les niveaux fins, déposés à l'étalement du courant boueux, sont des pélites dont la granulométrie décroît progressivement vers le haut. Une stratification entrecroisée y est encore développée.

Le complexe ne contient pas à sa base la puissante nappe de ponces connue au Sud (TV₁ de Vic-sur-Cère) et au Nord (? Riom-ès-Montagnes) du Cantal, et il n'y a pas non plus la nappe de ponces reconnue à son sommet (TV₁ p, Vic-sur-Cère).

Basaltes des plateaux. Pour la première fois, dans la présentation du volcanisme du Cantal, nous avons à signaler deux périodes d'émission des basaltes des plateaux. On sait que cette appellation désigne l'empilement des coulées qui constitue les plateaux actuels, définition géomorphologique rapportée qui n'implique pas nécessairement un âge identique des coulées.

Basaltes des plateaux d'âge pontien. C'est au Sud de la carte, au plateau d'Entre-Deux-Rieux, entre le ruisseau de Nouvialle et l'Authre, qu'est la seule coulée basaltique de ce secteur. Elle repose directement sur la brèche B. Son âge est comparable à celui de la coulée trachy-andésitique de Prax de $6,65 \pm 0,50$ MA comme à celui de la coulée basaltique de Rodadou, plus au Sud (carte Aurillac).

Il est donc vraisemblable que ce secteur sud-ouest cantalien a terminé son histoire constructive au Pontien alors que d'autres continuaient à recevoir les effusions de lave, voire débutaient leur histoire (puy Courny, carte Aurillac). La coulée de Vernières est ankaramitique (Col^(*) 83,9), pauvre en olivine (PER^(*) 22,4) à phénocristaux d'olivine (11,6 %), d'augite (0,7 %) et de titanomagnétite (0,1 %).

Basaltes des plateaux d'âge pliocène (fig. 3). Ces basaltes occupent une position plus classique puisqu'ils sont fréquemment en recouvrement de la brèche supérieure (C). Ils ne sont bien développés qu'au centre et au Nord du territoire de la carte où ils prennent même une large extension en débordant au-delà du Sillon houiller. Plus précisément, deux langues débordent du cœur cantalien, l'une à Salers, l'autre à Rouffilange-Besse. Par contre la longue coulée de vallée de Pleaux, bifurquée deux fois par débordement et colonisation d'affluents, semble prendre naissance à la périphérie ouest même.

Ces basaltes sont le plus fréquemment des ankaramites et nombreuses d'entre elles contiennent des nodules de périclites.

Les coulées en limite est du périmètre de la carte, c'est-à-dire voisinant avec le centre du Cantal, sont non seulement à rattacher les unes aux autres de part et d'autre des vallées qui les séparent actuellement, mais encore elles se prolongent vers le centre. La plupart des coulées en question prennent leur origine au puy Violent.

Plus au Nord, les coulées de Barriac-les-Bosquets prolongées au-delà de Pleaux proviennent plutôt du Nord-Est mais quelques points adventifs y ont joué un rôle d'alimentation. Il en est ainsi du volcan scoriacé de Bouval.

Données chronologiques sur les laves

Deux informations sont données pour chaque formation lavique : l'une est relative à l'âge (en indice de 1 à 8) par rapport à la téphrostratigraphie^(*), l'autre a trait à leur nature pétrographique. Quant aux données d'âge absolu (K/Ar), elles sont condensées en annexe.

Données pétrographiques sur les laves

Trachytes et phonolites. Aucun massif de ces roches différenciées n'apparaît dans le secteur occidental du Cantal et dans les limites de la carte Pleaux.

β_1 . **Labradorite basanitique.** Rares également dans le secteur sont les labradorites (Bezaudun et la Forge, entre Tillit et la Forge, au-dessus de Laroquevieille, le Theil) sous forme d'intrusions, en dykes. Ce sont des roches à tendance aphyrique et à rares phénocristaux (6–21 % environ) de labrador (An 55–60) (2 %), d'augite (3 %) de grande taille (2 mm) parfois en glomérules, de kaersutite (1,4 %) et d'olivine (0,4 %). La pâte est à structure trachy-doléritique à andésine An 45 dominante (49 %), augite (34 %), minéraux opaques (7 %) auxquels sont joints olivine, analcime, biotite. Elles ont un indice de coloration faible : Col \cong 40–45.

$\alpha\beta_1$. **Basalte à structure trachy-doléritique.** Tout comme sur le territoire de la carte Vic-sur-Cère, les basaltes trachy-doléritiques sont le plus souvent les premières manifestations des Basaltes des plateaux. On les trouve ainsi dans les planèzes de Salers, les montagnes de Vialard et de Besse mais elles constituent aussi de vastes surfaces au Nord-Ouest, au Puy-Soutro et à Pleaux.

De couleur grise, à rougeâtre par altération, ces roches présentent le plus souvent une somme importante de cristaux, tôt formés (35 %). Parmi ces phénocristaux, les baguettes blanches de plagioclases An 52–45 sont les plus remarquables (\cong 5 %) jointes aux cristaux de pyroxènes (1–14 %), d'olivine Fo71 (0,5–5 %), de kaersutite. Dans la pâte se trouvent ces mêmes minéraux à l'exception de l'amphibole. L'indice de coloration est faible : Col = 45–59.

$\rho\beta$. **Basalte « porphyroïde ».** Les laves dont on a conservé l'ancienne appellation jalonnent les rives de la Maronne, de Salers à Loupiac. Elles sont en intrusions de petite taille, en dykes (Cambourieu au Nord de Saint-Cernin, le Mont au Sud de Saint-Marin-Valmeroux) et surtout en sills à l'interface du volcano-sédimentaire et de la brèche supérieure, du Theil à Salers, à Vielmur, au-dessus de Fontanges et en rive gauche de la Doire, face à Tournemire.

Ce sont des basaltes vrais (Col < 60) ou des mélabasaltes qui ont tous un indice péricrotique (PER) de l'ordre de 25, c'est dire qu'ils possèdent trois fois plus d'augite que d'olivine. Parmi les phénocristaux (5 à 35 %) et à côté de l'augite (1 à 29 %) et des baguettes de labrador An 60 (4–6 %), on rencontre de l'olivine (4 %) iddingsitisée, de la titanomagnétite (\cong 1 %) et quelques rares fantômes d'amphibole. Dans la pâte abondent les microlites labradoriques, les prismes d'augite et d'olivine, les grains de minéraux opaques, quelques paillettes de biotite, de rares plages d'analcime et des films de verre brunâtre. La calcite emplit la plupart des cavités. La structure est à tendance doléritique.

$\alpha\beta$. **Basalte riche en olivine.** Ces basaltes constituent les coulées terminales d'Ally et de Barriac-les-Bosquets, mais elles sont également présentes dans l'empilement basaltique, à Salers et à la Retortillade.

De nombreuses intrusions en sont également faites, tel le neck de Bragne, en rive gauche de l'Aspre.

Ce sont des roches denses, porphyriques, à 10–22 % de phénocristaux d'olivine, d'augite et de minéraux opaques. Dans la pâte à tendance trachy-doléritique, avec ces minéraux, sont des paillettes de biotite et de l'analcime.

Ces roches sont des sortes de cumulats que nous signalons sur la carte, en raison de leur aspect typique, qui frappe en premier examen. L'indice de coloration est de 35 à 45.

β . **Basalte pauvre en olivine.** L'olivine est rare voire absente dans la phase de cumulat des phénocristaux ce qui témoigne, qu'à l'inverse des laves précédentes, son apparition est tardive au liquidus (*).

Ces basaltes sont en coulées (Chaumont) ou, le plus souvent, en intrusions de petite taille : dykes du Theil, necks de Belves et Viste.

La lave contient peu de phénocristaux (6–12 %) avec augite, olivine. La pâte est à augite et plagioclase abondants, olivine moins fréquente, minéraux opaques et verre (1–2 %). La structure est nettement microlitique fluidale.

π. Ankaramites. Définies par leur indice de coloration supérieur à 70, les ankaramites sont des basaltes mélanocrates enrichis en pyroxène Ce sont donc, pour l'essentiel, des sortes de cumulats car l'enrichissement est le fait de phénocristaux. Ces ankaramites se présentent aussi bien en intrusions qu'en coulées.

Ce sont des roches denses, très sombres, à phénocristaux (11–23 %) d'olivine et de pyroxène. La pâte, à structure microlitique fluidale, est riche en pyroxène pœcilitique (40–60 %), de plagioclases (5–20 %), de minéraux opaques (2–13 %), olivine, apatite, analcime. Une fraction de verre brun est plus ou moins abondante, les prismes supérieurs des coulées étant toujours plus vitreux (31,9 % à Rouffilange) que les prismes inférieurs (3,8 % à Rouffilange).

β-π. Basaltes et ankaramites à nodules de péridotite. Ces laves participent à l'empilement des Basaltes des plateaux et ce sont même les seules qui affleurent au centre du territoire de la carte. Elles ont une minéralogie proche de celle décrite précédemment. Elles diffèrent toutefois par l'excès de leur altération sous la forme d'une patine jaune-vert pâle ou bleutée (Rouffilange) et, bien sûr, par la présence de nodules de péridotite, centimétriques à décimétriques, mais en général de petite taille.

τ_{α1}, τ_{α2}, ητ_α. Trachy-andésites. Ces roches sont extrêmement abondantes car la plupart des intrusions sont des trachy-andésites. De plus, débordant du centre cantalien, sont des coulées trachy-andésitiques dans la région de Girgols. Dans le groupe très riche des roches intermédiaires, nous distinguons deux grandes catégories :

τ_{α2}. *Trachy-andésites mésocrates*

τ_{α1}. *Trachy-andésites leucocrates* ou latites quartzifères.

De plus, nous ajouterons les roches à phénocristaux d'hypersthène ητ_α qu'elles soient leucocrates, le plus souvent, ou mésocrates.

τ_{α2} Trachy-andésites mésocrates. Ces laves porphyriques gris clair à gris foncé ont un indice de coloration élevé (Col 35–45). Les phénocristaux (15–35 %) sont surtout des plagioclases zonés An 75–45 qui constituent 25 à 70 % des premiers précipités. L'augite est toujours présente, représentant de 5 à 65 % des phénocristaux ; par contre l'amphibole, l'olivine (Fo 82–77), l'apatite ne sont pas constantes. La pâte est microlitique fluidale à augite, olivine, biotite formant de 10 à 25 % de celle-ci alors que plagioclases et feldspaths alcalins en sont l'essentiel.

Quatre variétés, non distinguées sur la carte, sont reconnues.

— **trachy-andésite à augite-amphibole-biotite.** Laves (neck de Sales par exemple) à plagioclases (14,5 %), sanidine (4,4 %), augite (5,2 %), amphibole (0,7 %), biotite (0,1 %) et titanomagnétite (1,4 %). Dans la pâte sont les mêmes constituants avec biotite (6,5 %), seule l'amphibole manquant (analyse 56).

— **trachy-andésite à augite-amphibole.** Laves plus foncées où la biotite est en très faible quantité dans la pâte (0–0,5 %) où apparaît déjà l'olivine (0–1,4 %). L'amphibole est largement développée parmi les phénocristaux (2,2–2,4 %) où augite, plagioclases, minéraux opaques et sanidine font ensemble de 26 à 35 % de la roche (analyses 60 à 66).

— **trachy-andésite à augite-amphibole-olivine.** L'olivine est dans la population des phénocristaux avec les plagioclases (la sanidine fait à peu près défaut), l'augite et l'amphibole, parfois très abondante (9,3–9,0 %). Dans la pâte l'olivine est plus discrète et n'est qu'en faibles quantités (< 3,5 %). La biotite manque (analyses 57 et 58).

— **trachy-andésite à augite-olivine.** Biotite et amphibole sont absentes alors que l'olivine devient abondante et ceci surtout dans la pâte (≅ 8 %). Le caractère mésocrate s'accuse (Col ≅ 46) (analyses 59 à 65).

τ_{α1}. Trachy-andésites leucocrates ou latites quartzifères. Ces roches hololeucocrates à leucocrates, dont le rapport R (*) est compris entre 66 et 84, possèdent de la tridymite dans leur pâte. Ce sont des roches claires, porphyriques, généralement avec de grands (0,5 cm) plagioclases, de longs prismes (2–3 cm) d'amphibole, des cristaux

trapus (3–4 mm) de pyroxène et de petites paillettes de biotite. Leur structure est microlitique avec une fluidalité plus ou moins nette. Leur composition globale oscille autour de 83 % de feldspaths, 7 % de minéraux ferromagnésiens, 3 % de tridymite et 7 % de minéraux divers. Leurs teneurs respectives en K_2O et Na_2O sont autour de 3,57 et 4,62 alors que les trachy-andésites précédents avaient pour teneurs correspondantes 2,66 et 4,07.

Deux variétés pétrographiques, toutes deux en intrusions ou dômes-coulées, sont distinguées :

- des latites à amphibole et biotite (analyses 61, 62, 64)
- des latites à amphibole et pyroxène (analyse 63).

$n\tau\alpha$. *Trachy-andésite à hypersthène*. Ces roches gris foncé (Col 8–20) forment des intrusions. Elles appartiennent le plus souvent au groupe des trachy-andésites leucocrates. Celui de Saint-Martin-Valmeroux contient par exemple 24,6 % de phénocristaux : de plagioclases (16,1), de sanidine (1,3), d'amphibole (2,5), d'augite (0,8), de biotite (1,7), de magnétite (1,9), d'apatite (0,1) auxquels s'ajoutent 0,2 % d'hypersthène. La pâte grise, assez homogène, a une structure microlitique, fluidale composée de feldspaths (73,6), de pyroxènes (0,3), des traces de tridymite, biotite, apatite, minéraux opaques (analyse 67).

$\rho\alpha$. *Dacites*. Ces roches n'existent qu'au Sud-Est du territoire de la carte et voisinent donc avec celles qui ont été rapportées sur la carte Vic-sur-Cère.

Il s'agit de laves claires, assez vacuolaires, où les feldspaths apparaissent aisément, formant des dômes-coulées ou des intrusions.

Dans la population des phénocristaux sont, en plus des plagioclases, amphibole, biotite, ortho- et clinopyroxène. Au sens pétrographique ce sont soit des latites quartzitiques ou rhyo-dacites (analyse 68), soit des dacites (analyse 69).

$\Phi\alpha$. *Téphrites*. Roches sombres, porphyriques (10–30 %) dont l'aisée altération met en évidence le contraste des plagioclases (8–20 %) aux pyroxènes (12–16 %), les deux seules espèces minérales en phénocristaux. La pâte est microlitique à feldspaths (20–50 %), analcime (2–6 %), augite (10–17 %), minéraux opaques (7 %) et olivine (0,5 %).

Cette lave est exceptionnelle puisque jusqu'ici les téphrites n'ont été trouvées qu'en secteur nord-est du Cantal.

Téphras associés. Indépendamment des téphras de large extension, il existe quelques téphras de faible importance, d'origines variées.

$s\beta$. *Scories et projections basaltiques*. Ce n'est qu'au Nord de la carte que les scories sont décelables facilement : dans le volcan résiduel du puy de Bouval ou à la semelle des coulées des plateaux (Parrieu).

Rappelons que dans les terrains volcano-sédimentaires (*vs*) des cendres sont souvent intercalées, certaines d'entre elles (puy Chassanargue, Besse, près de Saint-Chamant, Labrunie) n'étant qu'une somme de cristaux (augites) (*crystal-lapilli*).

Brèches intrusives. Non reportées sur la carte, elles sont dues à la fragmentation de la roche intrusive à la fois par friction et, surtout, par implosion. Elles sont relativement abondantes, au Sud (Ave Maria).

Intrusions (fig. 3). Au même titre que les cheminées volcaniques, les intrusions signalent par leur présence les fractures affectant les terrains volcaniques. Hélas, nombre d'entre elles sont sous le masque des coulées et n'apparaissent pas. La densité des intrusions dans les gorges d'érosion que font les rivières ne doit pas être regardée comme d'anormales concentrations.

La plupart des intrusions sont de taille réduite, la plupart (environ 90 %) en trachy-andésites et sous forme de dykes ou, plus rarement, de sills.

Terrains sédimentaires quaternaires

De grandes surfaces sur la pénélaine sont masquées par des formations superficielles résultant d'une altération profonde du socle.

E. Éboulis de pentes. Sur les pentes, on note en certains cas des chaos de blocs (aux environs d'Arnac et de Langairoux).

Loupes de glissement ou franes. Ce sont des formations très développées dans la vallée de l'Authre. Leur genèse correspond à l'éboulement de grands panneaux (surtout de brèche B) par décollement au niveau de leur substratum. Il en est ainsi de l'ensemble du plateau au Nord de Marmanhac.

Formations glaciaires. Les glaces quaternaires ont laissé des traces abondantes dans la moitié orientale de la feuille, il s'agit :

G₁, G₂. Formations morainiques. Les moraines de fond et d'ablation qui s'observent en placages épais sur la planèze de Salers, dans la région de Saint-Rémy-de-Salers, et en bordure de l'Authre.

Dans les vallées, le matériel morainique est également abondant. Il donne ou des moraines frontales (à Salles, sur la Maronne ; à Gimel—Ginalhac sur l'Authre) ou des moraines latérales.

FG. Formations fluvio-glaciaires. Elles remblaient le fond des vallées (Bertrande, Doire) et se présentent sous la forme d'épandages de cailloux roulés. Exceptionnellement, on observe des varves (sous Saint-Rémy-de-Salers).

LG. Formations limno-glaciaires. Elles sont responsables de remblaiements à surface très plate, comme entre Salles et Fontanges (vallées de la Maronne et de l'Aspre). Le lac installé là avait pour origine un important surcreusement : c'était un lac d'ombilic, verrouillé par la moraine de Salles à l'aval.

Un lac a également existé, à l'aval de Marmanhac, dans la vallée de l'Authre.

Tous les dépôts d'origine glaciaire existant dans le cadre de la feuille Pleaux, ceux épars sur les plateaux, comme ceux des vallées, sont également frais et les constituants des différentes accumulations ne sont pas altérés.

Il est donc nécessaire de rattacher ces différentes formations à un épisode glaciaire récent au cours duquel coexistaient des glaces de plateaux et des langues, forcément plus épaisses dans les vallées.

A partir de cet englacement maximal, la période de retrait a été marquée par une série de stationnements et de réavancées qui ont laissé des traces assez comparables à celles rencontrées dans la partie sud du massif cantalien (feuille Vic-sur-Cère, 1/50 000).

Demeurent en effet, en bordure des plateaux, de longues accumulations morainiques, parallèles aux axes de vallées (entre les Quatre Routes et Salers par exemple) ; elles correspondent à une fusion déjà importante des glaces sur les plateaux et à un débordement de très faible extension des langues de vallées qui avaient mieux réagi à la première crise de réchauffement (par suite de leur épaisseur, plus grande).

Ensuite, les langues de vallées ont subi plusieurs réavancées (2 ou 3, selon les vallées) avant de disparaître totalement.

L'extension de la glace lors du maximum glaciaire peut être mise en évidence (fig. 1).

Comme sur le territoire de la feuille Vic-sur-Cère, le front glaciaire présentait des rentrants et des saillants ; l'extension la plus considérable était située en bordure des vallées les mieux approvisionnées, celle de l'Authre par exemple et à un degré moindre celle de la Maronne.

Le rentrant est net entre la Bertrande et la Cauturnes (affluent de l'Authre), c'est-à-dire de part et d'autre de la Doire. Cette vallée, à la différence de celles de la Maronne et de l'Authre qui sont issues des zones les plus hautes du massif, était moins bien alimentée en glace. Ces circonstances défavorables ont été répercutées sur les plateaux bordiers et au niveau du front glaciaire externe.

Fz. Alluvions récentes. Une reprise d'érosion post-glaciaire entaille tous les colmatages fluvio- et limno-glaciaires. Dans ces thalwegs, plus ou moins encaissés, sont des alluvions sableuses mêlées à des galets parfois de forte taille. Le matériel dominant est volcanique, même loin du massif éruptif.

FzT. Tourbières. Sur tous les plateaux basaltiques à pente faible, de l'ordre de 1 à 2 degrés, l'écoulement lent, voire contrarié, des eaux a autorisé le développement de tourbières. Aucune d'entre elles n'est exploitée.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROLOGIE ET EAUX SOUTERRAINES

La vallée de la Maronne est barrée à la hauteur d'Enchanet par un barrage. La remontée va peu au-delà du viaduc de Chaud mais elle noie la vallée de la Bertrande jusqu'au pont du Rouffet et celle de l'Etze jusqu'au pont de Parieu.

Du point de vue des perméabilités, le niveau argileux oligocène est systématiquement imperméable et détermine des sources à l'affleurement. Moins assurément les sols entre les coulées ou les scories de base des coulées arrêtent la progression de l'eau dans l'empilement basaltique.

Deux zones thermo-minérales sont à signaler :

- 1) la source froide de Saint-Martin-Valmeroux
- 2) la source froide de Fontbulin

Aucune donnée moderne n'existe sur ces deux zones.

SUBSTANCES MINÉRALES

Tourbes. Les tourbières sur les planèzes ne sont pas exploitées.

Sables, graviers. Pas plus ceux de l'Oligocène que ceux des moraines ne sont exploités.

Calcaires. Les calcaires silicifiés ne sont pas intéressants.

Roches volcaniques. Autrefois très demandées pour la construction, les roches volcaniques sont actuellement plus délaissées. La brèche B a longtemps été retenue en pierre taillée (*truffa*, nom local). D'anciennes carrières existent sous Salers, au pont de Saingoux. Par contre l'exploitation de basalte pour gravillons est assez intense (Rouffilange, la Barrière,...).

Minéralisations

Le quartz est parfois abondant sous forme d'amygdales dans les micaschistes et les gneiss.

Graphite. Il est présent dans les micaschistes en des niveaux difficiles à suivre.

Disthène. Des pegmatites à quartz et disthène sont à signaler dans les gneiss de la Doire, près de Bournazel.

Galène et blende. Le filon de Gazaret, près de Saint-Santin-Cantalès a été autrefois exploité (787-6-4002).

OCCUPATION DU SOL

FONDATIONS ET GÉNIE CIVIL

Les problèmes se posent quant à la stabilité des fondations pour les sédiments oligo-miocènes et pour les colmatages sablo-argileux glaciaires.

Les éboulements en masse (franes) sont à redouter au droit de toutes les falaises en brèche B.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SONDAGES

Deux sondages (aimablement communiqués par M. le directeur Crosnier-Lecomte des Services géologiques E.D.F.) ont été exécutés lors d'un projet de barrage sur l'Auze, en aval de Salins (carte Mauriac). Le premier est à Cayrel, le second à Vialard. Les coupes sont données ci-dessous :

Sondage S₁ —Merlhac—Cayrel

alt. 800 à 692 m : brèche B (108 m)	}	Oligocène
692 à 592 m : argiles bariolées		
590 à 510 m : sables blancs		

Sondage S₂ —Vialard

alt. 814 à 654 m : basalte puis brèche B (160 m)
654 à 614 m : argiles et sables fins blancs (Oligocène)
?

BIBLIOGRAPHIE

Présentation chronologique des travaux publiés par les auteurs, concernant les formations de la feuille Pleaux

BROUSSE R. (1961) — Analyses chimiques des roches volcaniques tertiaires et quaternaires de la France. *Bull. Serv. Carte. géol. Fr.*, n° 263, t. 58, 136 p.

NIEL M. (rédaction R. Brousse (*)) (1965) — Contribution à la géologie du Cantal. La vallée de la Maronne aux environs de Salers. *Rev. Haute Auvergne*, t. 39, p. 441—481.

GUÉRIN H.M. (1967) — Contribution à la géologie du Cantal. Les confins de la haute vallée de l'Aspre. *Rev. Haute Auvergne*, p.1-34.

BROUSSE R. (1967) — La place des ultrabasites en France. *Géol. Rund.*, Bd 57, p. 621—655.

LEFÈVRE C. (1968) — Remarques sur la valeur du paramètre b de la maille des clinopyroxènes-augite. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristall.*, t. 92, p. 95—98.

BROUSSE R. (1968) — Le massif du Cantal. Ed. Diapofilm, 7 p., 12 diapositives.

BROUSSE R. (1971) — Magmatologie du volcanisme néogène et quaternaire du Massif Central. In symposium J. Jung : Géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français. Plein Air Service éd., p. 377—478.

LARROQUE P. (1971) — Présence d'un volcanisme attribuable au Permien dans le socle de l'Ouest du Cantal *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 6, p. 312.

BELLON H. (1971) — Datation absolue des laves d'Auvergne par la méthode potassium-argon. Thèse 3e cycle, Orsay, 58 p.

(*) Micheline NIEL, élève de l'École normale supérieure de Fontenay-aux-Roses, allait présenter un diplôme d'études supérieures. Elle est morte lors d'une plongée sous-marine aux Glénans. Elle n'avait pas 20 ans. (Notice nécrologique in *Bull. Assoc. amicale anc. Elèves École norm. sup. Fontenay-aux-Roses*, 1964, n° 78, p. 12—13, par R. BROUSSE).

BELLON H., BROUSSE R., LAMBERT A., CORNEN G., LE GARREC M.J. MAURY R., PESME M.F., BLAIS S., LARROQUE P. et BAUDEIGNE L. (1972) — Longue activité du volcanisme du massif du Cantal, de 21 à 3,8 millions d'années, *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 274, p. 2 409-2 412.

PEYRONNET Ph. de (1972) — Sur les affleurements de micaschistes à muscovite, séricite et chlorite reconnus à l'Ouest du Sillon houiller au Sud de Pleaux. *Rev. Sc. nat. Auvergne*, vol. 38, p. 3-5.

MERVOYER B., MAURY R. et VARET J. (1973) — Un mécanisme possible d'évolution des trachy-andésites du Massif Central par cristallisation fractionnée sous pression d'eau. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 277, p. 9—12.

PEYRONNET Ph. de (1973) — Sur la rubéfaction des micaschistes à muscovite, et chlorite du plateau de Millevaches, aux environs de Pleaux (Cantal). *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 276, p. 1237—1239.

PEYRONNET Ph. de (1974) — Les micaschistes rétromorphosés de la série de la Maronne au Nord-Ouest d'Aurillac (feuille géologique de Pleaux à 1/50 000). *Bull. B.R.G.M., 2e sér.*, sect. 1, n° 4, p. 171—176.

Travaux inédits à l'occasion du lever de la carte

GIBERT J.P. (1972) — Géologie de la basse vallée de l'Authre (Cantal) et des plateaux environnants. Thèse 3e cycle, Orsay, 212 p.

GUÉRIN H.M. (1966) — Contribution à la géologie du Cantal. Les confins de la haute vallée de l'Aspre. Dipl. ét. sup., Orsay, 58 p.

LARROQUE P. (1975) — Contribution à la géologie du Cantal : le versant droit de la moyenne vallée de l'Authre et la région d'Ayrens. Thèse 3e cycle, Orsay, 234 p.

LEFÈVRE Ch. (1968) — Géologie du massif du Cantal au niveau des vallées de la Bertrande, de la Maronne et de la Doire. Thèse 3e cycle, Orsay, 2 vol., 285 p.

TALBOT R. (1968) — Contribution à la géologie du Cantal : la rive gauche de la Doire. Dipl. ét. sup., Orsay, 54 p.

Autres références bibliographiques

BAUDIN D. (1843) — Statistique du département du Cantal ou description géologique et minéralogique des terrains qui constituent le sol de ce département et des gîtes de minéraux utiles qu'il renferme. Avec atlas, cartes et coupes séparées. 1 vol. in 8°, 186 p., imprimerie de Thibaud-Landriot, Clermont-Ferrand.

BOISSE de BLACK Y., MARTY P. (1920) — Sur l'origine de certaines franes du Cantal. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 171, p. 1 224.

BOISSE de BLACK Y. (1938) — Sur l'origine des coulées de basalte au Nord-Ouest du Cantal. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 82.

BOISSE de BLACK Y. (1939) — Observations nouvelles sur l'Ouest du Cantal (massif de l'Albert-Gaudry et du puy Violent). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 200, t. 41, p. 1—60.

- BOISSE de BLACK Y. (1951) — Les glaciations de l'Auvergne. Imp. Moderne, Aurillac.
- BOISSE de BLACK Y. (1963) — Observations complémentaires sur l'Ouest du Cantal. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 60, p. 561.
- BOISSE de BLACK Y. (1964) — Notions nouvelles et hypothèses sur le volcanisme et la tectonique du Cantal septentrional et occidental. *Rev. Haute Auvergne*, t. 39, p. 42–55.
- BOUILLET J.B. (1834) — Description scientifique et historique de la Haute Auvergne (département du Cantal). Baillères, Paris, 440 p.
- DONNOT M. (1953) — Étude géologique de la partie sub-méridionale du plateau de Millevaches : la Xaintrie. Diplôme de géologue-pétrographe, laboratoire de géologie et minéralogie, université de Clermont-Ferrand, 75 p., 1 carte géol., coupes, bibl.
- DONNOT M. (1957) — Micaschistes et granites du plateau de Millevaches. Thèse d'université, Clermont-Ferrand, 139 p., 4 fig., 3 tabl., 1 carte géol., bibl.
- FROIDEVAUX C., BROUSSE R. et BELLON H. (1974) — Hot Spot in France ? *Nature*, vol. 248, n° 5 451, p. 749–751.
- GIROD M., LEFÈVRE C. (1972) — Nature et origine des « andésites » et trachy-andésites du Massif Central français. *Contr. mineral. petrol.*, vol. 56, p. 315.
- GOER de HERVÉ A. de, MERGOIL J. (1971) — Structure et dynamique des édifices volcaniques récents du Massif Central. Symposium J. JUNG, Plein Air Serv. éd.
- JUNG J., BROUSSE R. (1962) — Les provinces volcaniques néogènes et quaternaires de la France. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 267, t. 58, 61 p.
- LACROIX A. (1890) — Note sur les andésites à hypersthène du Cantal. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), vol. 18, p. 881–886.
- LACROIX A. (1893) — Les enclaves des roches volcaniques. Imp. Protat, Mâcon, 710 p.
- LACROIX A. (1940) — Croisière du Bougainville aux îles australes françaises. Lithologie : les laves des volcans inactifs des îles Marion et Crozet. *Mém. Mus. Hist. nat.*, vol. 14, p. 47–62.
- LAPADU—HARGUES P. (1971) — Les schistes cristallins de la zone périphérique du Massif Central. In : Symposium J. JUNG : Géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français, Plein Air Service Ed., Clermont-Ferrand, p. 71–87.
- LAPADU—HARGUES P. (1971) — En parcourant le Cantal. 1 vol., 81 p., Plein Air Service Ed., Clermont-Ferrand.
- LAUBY A. (1910) — Recherches paléophytologiques dans le Massif Central. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 20.

- LAUNAY L. de (1932) — Études sur le plateau central, VI : la zone granulitique du plateau de Millevaches. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, 35, n° 183, p. 1—73, 6 fig., 1 carte géol. couleur h-t.
- LETOURNEUR J. (1953) — Le grand Sillon houiller du Plateau central français. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, Paris, 51, n° 238, 236 p., 52 fig., 2 pl. h-t., bibl.
- MAGONTHIER M.-Cl. (1974) — Les roches volcaniques du Sillon houiller (Massif Central français). Étude minéralogique de deux types de basanites à leucite. Thèse 3e cycle, Paris VI, 133 p.
- PIERROT R., PICOT P., PÉRICHAUD J.J. avec la collaboration de LAFORÊT Cl., RAVOUX M., BELLAT R., CHAUVET Ch. (1971) — Inventaire minéralogique du Cantal. 1 vol., 111 p., fig. texte, bibl., Collection Visage de l'Auvergne, n° 5, coéd. B.R.G.M.—G. de Bussac, Clermont-Ferrand.
- REY R. (1971) — Biostratigraphie des formations sédimentaires du Cantal. *In* Symposium J. JUNG. Plein Air Serv. éd.
- ROQUES M. (1971) — Structure géologique du Massif Central. *In* : Symposium J. JUNG : Géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français, Plein Air Service Ed., Clermont-Ferrand, p. 17—32.
- TAMAYO L. (1975) — Étude paléomagnétique de formations volcaniques miocènes et pliocènes du Cantal (France). Thèse université, Strasbourg, 105 p.
- TEMPIER P. (1967) — Étude pétrographique et structurale de la série de la moyenne Dordogne (Massif Central français). *Annales de la faculté des sciences de l'université de Clermont*, n° 33, géologie minéralogie, 15e fasc., Clermont-Ferrand, 311 p., 41 pl. texte, 4 cartes h-t., bibl.
- TEMPIER P. (1971) — Les schistes cristallins du Sud de la moyenne Dordogne dans la région Pleaux—Laroquebrou. Étude structurale. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, XIII, n° 3—4, p. 245—250.
- VATIN—PÉRIGNON N. (1966) — Pétrographie et minéralogie des roches volcaniques et description géologique de la partie centrale du massif du Cantal. Thèse, Grenoble, 359 p.
- VATIN—PÉRICHON N. et MICHEL R. (1966) — Présence d'une fosse d'effondrement volcano-tectonique dans la partie centrale du massif du Cantal. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 8, p. 308—310.
- VUITTENEZ H. (1964) — Géologie cantalienne. 1 vol., 195 p., 47 fig. texte, Aurillac.
- VUITTENEZ H. (1970) — Note sur la région de Maurs. *Rev. Haute Auvergne*, p. 19.

Cartes géologiques de la France

- 1/320 000 : feuille Rodez (26) — 1ère édition 1953
- à 1/80 000 : feuille Aurillac (184) — 1ère édition (1885), par F. FOUQUÉ
2ème édition (1969) par Y. BOISSE et BLACK du CHOUCHEP, P. LAPADU—
HARGUES et P. MARTY.

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

Feuille Rodez (1961), coord. par F. PERMINGEAT.

DOCUMENTS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux.

Les documents peuvent être consultés :

- pour le département du Cantal, au S.G.R. Massif Central, 22 avenue de Lempdes, 63800 Cournon-d'Auvergne,
- pour le département de la Corrèze, à l'Annexe du S.G.R. Massif Central, 7 rue Descartes, 87000 Limoges,
- ou encore au B.R.G.M., 6-8 rue Chasseloup-Laubat, 75015 Paris.

GLOSSAIRE

Basalte autoclastique : lave reprenant en son sein ses propres débris déjà refroidis.
Crystal-lapilli : tuf à débris de cristaux.

Indice de coloration : (Col=) cet indice fait connaître la proportion des minéraux colorés dans une roche. Il s'exprime par les formules : $100 - (Q + F)$ si la roche contient du quartz, $100 - (f + F)$ si elle renferme des feldspathoïdes, où Q est la proportion de quartz, F celle des feldspaths, f celle des feldspathoïdes (voir J. Jung et R. Brousse : « Classification modale des roches éruptives ». Masson et Cie, Paris).

Lahar : dépôt constitué de débris volcaniques plus ou moins grands, mis en place par des coulées boueuses.

Lavique : qualificatif attribué aux formations uniquement faites de laves massives.

Liquidus : courbe de début de solidification ; à plus haute température tout est fondu, à moins haute température la lave est pour partie cristallisée.

Pépérite : hyaloclastite lacustre ou basalte explosé dans les vases d'un lac.

PER (indice péridotique) : cet indice fait connaître la proportion relative de péridots dans l'ensemble ferromagnésien des péridots (pér), pyroxènes (pyr) et amphiboles (amph) par la formule :

$$PER = \frac{Pér}{Pér. + Pyr + Amph} \times 100$$

Planèze : formation des plateaux à qui les vallées rayonnantes du strato-volcan ont donné la forme d'un triangle à pointe sub-centrale.

Pyroclastes : grands cristaux automorphes, d'origine profonde précédant l'éruption en surface, dispersés dans les projections.

Rapport R : valeur de $\frac{100 (K + Na)}{K + Na + Ca}$.

Téphra : terme collectif désignant l'ensemble des débris volcaniques éjectés d'un cratère pendant une éruption et sédimentés après un trajet plus ou moins long.

Téphrostratigraphie : stratigraphie des dépôts successifs de téphra.

AUTEURS

La rédaction de la notice est de R. BROUSSE.

Toutefois une large part des Terrains métamorphiques et granitiques est sous la responsabilité de Ph. de PEYRONNET. Les Terrains sédimentaires quaternaires ont été rédigés en collaboration avec Y. VEYRET.

DATATIONS ABSOLUES (H. Bellon)

Prax $6,65 \pm 0,50$ MA
 Rouffilange $4,00 \pm 0,50$ MA
 Saint-Cernin (sill) $4,15 \pm 0,30$ MA
 Labrunie $5,90 \pm 0,40$ MA
 La Barrière $13,20 \pm 1,00$ MA

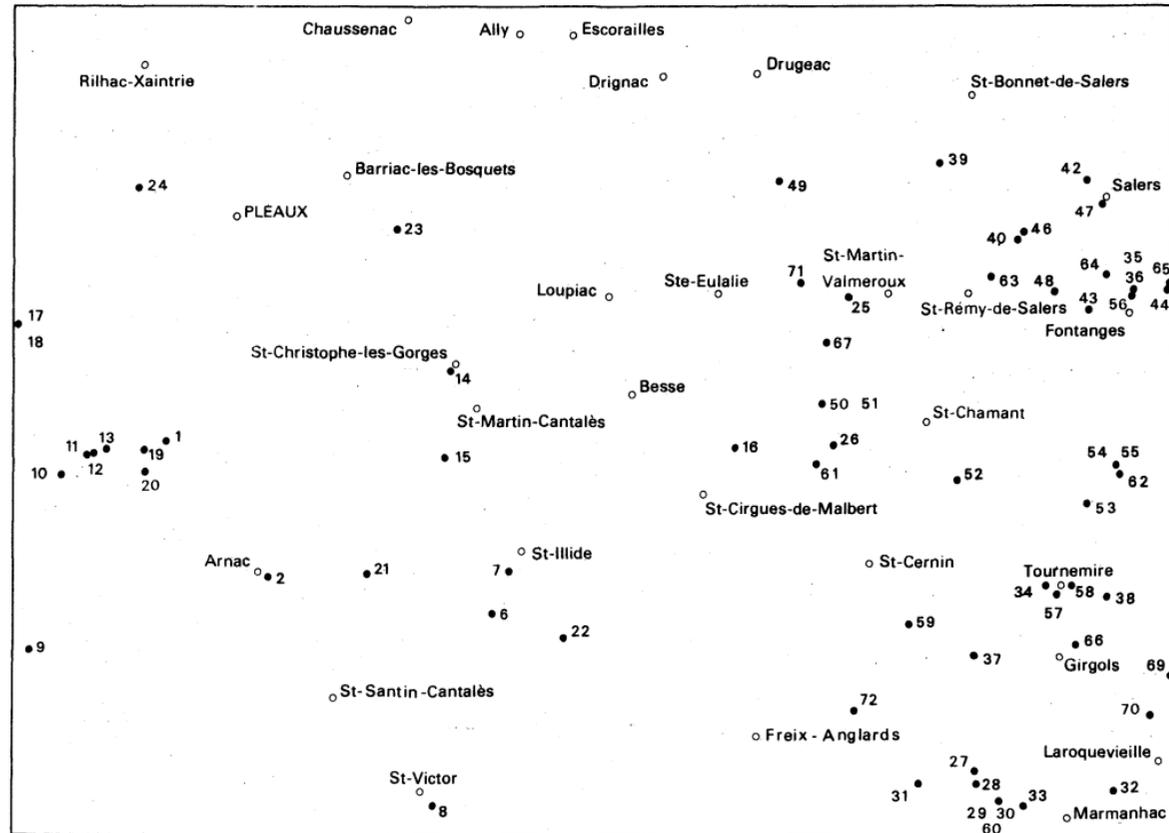
DONNÉES PALÉOMAGNÉTIQUES

(A. Pantaloni sauf () par A. Tamayo, 1975)*

Références Terrain	Références Paléo-magnétisme	Nom de la roche	Nom du lieu	Déclinaison DEC en degrés	Inclinaison DIP décimaux
H. BELLON	145	β	Rouffilange(*)	Est 55°7	49°4 †
		β	Entre Saint-Cernin et Anglards-le-Pommier	1°5	2°8 †
..	146	$\tau\alpha$	Entre Croix-Saint-Pierre et Saint-Cernin	156°	52° †
..	147	β	Fraissy (sommet, près de la route, au voisinage ligne HT)	120°5	- 9° †
..	149	β	Fraissy, près de la rivière	80°	- 25°5 †
..	150	β	Labrunie	46°	- 58°3 †

Les symboles † et ‡, portés sur la carte, correspondent aux inclinaisons respectivement normales et inverses.

Fig. 4 - Localisation des analyses chimiques



ANALYSES CHIMIQUES : LOCALISATIONS, ANALYSTES (fig. 4)

N° sur la fig.	Localisation	Nature de l'échantillon	Zone et chercheur concerné	Analyste	N° d'analyse
1	Enchanet	Micaschiste	de Peyronnet	B	5 704
2	Arnac	Micaschiste	"	"	5 765
3	Montvert (file Argentat)	Micaschiste	"	C	1 735
4	Montvert (file Argentat)	Granite à deux micas	"	D	623
5	Rilhac (file Mauriac)	Lamprophyre	"	E	3 346
6	Veillant	Micaschiste	"	F	6 518
7	Le Bruel	Micaschiste	"	"	6 517
8	Saint-Victor	Micaschiste	"	G	792
9	Les Fraux	Aplite	"	I	5 244
10	Pont des Estourocs	Aplite	"	"	5 494
11	Enchanet	Aplite	"	B	6 149
12	Enchanet	Aplite	"	"	6 150
13	Enchanet	Aplite	"	"	6 094
14	Saint-Christophe-les-Gorges	Aplite	"	"	6 147
15	Chablat	Aplite	"	"	7 111
16	Saint-Cirgues-de-Malbert	Aplite	"	"	7 112
17	Jaladis	Paléovolcanite	"	"	6 008
18	Jaladis	"	"	"	6 169
19	Enchanet	"	"	"	6 148
20	Arnac	"	"	"	6 093
21	Pariou-Bas	"	"	"	7 063
22	Saint-Ilvide	"	"	"	7 078

ANALYSES CHIMIQUES : LOCALISATIONS, ANALYSTES (fig. 4) (suite)

N° sur la fig.	Localisation	Nature de l'échantillon	Zone et chercheur concerné	Analyste	N° d'analyse
23	Le Raynal	Paléovolcanite	de Peyronnet	B	7 079
24	Terre de la Mine	Sidérolithique	"	"	6 559
25	Saint-Martin-Valmeroux	Gneiss à deux micas	Lefèvre (1968)	A	60
26	La Bertrande	Gneiss noduleux à deux micas	"	"	61
27	Le Fau	Ankaramite (13 G)	Larroque (1975)	"	951
28	Le Fau	" (13 J)	"	"	1 018
29	Ave Maria	" (13 L)	"	"	950
30	Ave Maria	" (13 R)	"	"	1 019
31	Les Cipières	" (12 T)	"	"	1 020
32	Laroquevieille	" (20 T)	"	"	1 151
33	Mezergues	" (22 K)	"	"	1 153
34	Tournemire	"	Lacroix (1940)	J	—
35	Côte Rouge	Montmorillonite (1 P)	Niel (1965)	A	17
36	Côte Rouge	Pyroxène	"	"	32
37	Col de Fontbulin	Ponce	Talbot (1968)	"	208
38	Tillit	Pyroxène	Lefèvre (1968)	K	
39	Près de Ruzolles	Basalte trachy-doléritique (2 N)	Niel (1965)	A	84
40	Le Theil	Sill de basalte porphyroïde (1 F)	"	"	16
42	Ouest de Salers	Basalte riche en olivine (1 B)	"	"	34
43	La Bragne	Neck de basalte riche en olivine (1 G)	Lefèvre (1965)	"	140
44	Au-dessus de Chaumont	Basalte pauvre en olivine (4 E)	Niel (1965)	"	83
46	Le Theil	Neck d'ankaramite (1 H)	"	"	64

ANALYSES CHIMIQUES : LOCALISATIONS, ANALYSTES (fig. 4) (suite)

(* Roches volcaniques aphyriques ou à moins de 7 % de phénocristaux)

N° sur la fig.	Localisation	Nature de l'échantillon	Zone et chercheur concerné	Analyste	N° d'analyse
47	Salers	Coulée d'ankaramite (2 O')	Niel (1965)	A	85
48	Fumel	Neck d'ankaramite (1 I)	Lefèvre (1968)	"	137
49	Le Cayrel (file Mauriac)	Coulée d'ankaramite à nodules de périclase (2 Z)	Niel (1965)	"	23
50	Rouffilange	Coulée d'ankaramite à nodules de périclase (prismes inf.) (2 P)	Lefèvre (1968)	"	70
51	Rouffilange	Coulée d'ankaramite à nodules de périclase (prismes sup.) (2 Q)	"	K	
52	Lagardette	Coulée d'ankaramite à nodules de périclase (5 S)	"	"	
53*	Pradet	Coulée d'ankaramite à nodules de périclase (11 B)	"	"	
54*	Viellesepe	Coulée d'ankaramite à nodules de périclase (prisme sup.) (11 S)	"	"	
55*	Viellesepe	" (prisme inf.) (11 Q)	"	"	
56	Côte Rouge, Fontanges	Dyke trachy-andésite (4 S) à augite-amphibole-biotite	Niel (1965)	A	62
57	Tournemire	Dyke trachy-andésite à augite-amphibole-olivine (8 C)	Lefèvre (1968)	K	
58	Tournemire	Sill trachy-andésite à augite-amphibole-olivine (12 K)	"	"	
59	St-Cernin	Sill trachy-andésite à augite-olivine (1 C)	Talbot (1968)	A	292

ANALYSES CHIMIQUES : LOCALISATIONS, ANALYSTES (fig. 4) (suite)

N° sur la fig.	Localisation	Nature de l'échantillon	Zone et chercheur concerné	Analyste	N° d'analyse
60	Ave Maria	Neck trachy-andésite à augite-amphibole (11 G)	Larroque (1975)	A	849
61	Bourcenac	Dyke latite quartzifère à amphibole-biotite-augite (15 B)	Lefèvre (1968)	K	
62*	Viellespesse	Neck latite quartzifère à amphibole-biotite (11 V)	"	A ?	
63	Face à la Coste	Neck latite quartzifère à amphibole-augite (1 M)	"	"	138
64	Clédart	Dyke latite quartzifère à amphibole-biotite	Niel (1965)	"	21
65	Chaumont	Coulée inférieure de trachy-andésite à augite-olivine	"	"	20
66	Girgols	Coulée de trachy-andésite à augite-amphibole (1 O)	Talbot (1968)	"	328
67	Saint-Martin-Valmeroux	Dyke de trachy-andésite à hypersthène (3 P)	Lefèvre (1968)	K	
68	Près Vendogre (filie Murat)	Rhyodacite (16 C)	Larroque (1975)	A	1 149
69	Vendogre	Dacite en dôme (27 Y)	"	"	1 260
70	Prax	Téphrite en dôme-coulée (15 M)	"	"	1 056
71	Ambial	Argilite (2 B'')	Niel (1965)	"	29
72	Labrunie	Ankaramite	Bellon (inédit)	"	

ANALYSES CHIMIQUES

Normes

Les normes des laves sont toutes calculées à $Fe_2O_3 = 1,50$.

Les abréviations utilisées sont les suivantes :

Qz : quartz	En : eustatite	} Hypersthène
Or : orthose	Fs : ferrosilite	
Ab : albite	Fo : forstérite	} Alc : Olivine
An : anorthite	Fa : fayalite	
Ne : néphéline	Mt : magnétite	
Le : leucite	He : hématite	
Co : corindon	Il : ilménite	
Wo : wollastonite	Ru : rutile	
xWo : wollastonite	Ap : apatite	
xEn : enstatite	Cc : calcite	
xFs : ferrosilite		

Analystes

A : R. DURET,	Orsay
B : P. LAPADU-HARGUES,	Clermont-Ferrand
C : S. PIGNIDE,	"
D : Y. CHALEIL,	"
E : F. CANTAGREL,	"
F : A. BOUCHARD,	"
G : G. HOTTIN,	"
I : S. COUTURIÉ,	"
J : F. RAOULT,	Muséum, Paris
K : C. DUPUY et L. SAVOYAN,	Montpellier

ROCHES MÉTAMORPHIQUES

	1	2	3	4	5	6	7	8	25	26
SiO ₂	53,45	56,35	50,50	72,05	50,40	67,10	56,30	60,20	73,60	77,98
Al ₂ O ₃	26,75	25,65	27,05	14,20	20,55	16,45	21,80	19,65	14,79	9,35
Fe ₂ O ₃	1,80	6,15	4,20	0,75	1,95	2,85	7,30	5,35	0,81	2,27
FeO	5,40	tr.	3,75	1,15	5,05	2,15	0,70	1,80	0,99	0,39
MgO	2,20	0,50	3,15	1,20	4,00	1,90	1,90	1,70	0,28	1,13
CaO	0,25	0,25	0,45	0,80	4,50	0,70	0,55	tr.	1,17	0,95
Na ₂ O	0,70	0,50	1,30	3,80	1,50	2,00	0,65	1,10	5,08	4,28
K ₂ O	4,70	5,10	4,50	4,70	4,55	3,00	3,20	3,40	2,34	1,30
TiO ₂	0,55	0,60	0,60	0,30	1,20	0,50	0,45	0,80	0,16	0,20
P ₂ O ₅	tr.	0,25	0,15	-	0,55	0,10	0,10	0,25	0,38	-
MnO	0,05	tr.	0,05	tr.	0,05	0,05	0,15	tr.	0,01	-
H ₂ O ⁺	4,50	4,95	4,60	0,50	5,50	3,20	5,70	4,65	0,18	0,47
H ₂ O ⁻	0,00	0,15	0,10	0,25	0,15	0,20	0,60	0,35	0,42	1,80
Total	100,35	100,45	100,40	99,70	99,95	100,20	99,40	99,25	100,21	100,12
Normes										
Oz	25,22	35,00	20,24	28,36	8,08	40,89	39,29	41,34	33,40	45,73
Or	28,96	31,59	27,78	28,05	28,50	18,31	20,31	21,31	13,87	7,85
Ab	6,18	4,43	11,49	32,47	13,45	17,47	5,90	9,87	43,10	37,01
An	1,16	0,48	1,24	3,88	19,79	2,85	2,16	1,74	3,27	2,52
Co	20,97	20,42	20,48	1,47	6,70	9,20	17,75	15,56	2,72	-
xWo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90
xEn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70
xFs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11
En	5,71	1,31	8,19	3,02	10,56	4,89	5,08	4,49	0,70	2,18
Fs	7,94	-	2,63	1,03	6,12	0,89	-	-	-	0,34
Mt	2,72	-	6,36	1,10	3,00	4,27	1,55	3,73	0,76	2,22
He	-	6,45	-	-	-	-	6,77	3,10	0,98	-
Il	1,09	0,04	1,19	0,58	2,42	0,98	0,92	1,61	0,30	0,39
Ru	-	0,61	-	-	-	-	-	-	-	-
Ap	0,02	0,62	0,37	0,02	1,38	0,24	0,25	0,63	0,90	0,02

1 Micaschiste à muscovite, séricite et chlorite. Enchanet. — 2 Micaschiste à séricite et chlorite altéré. Arnac. — 3 Micaschiste à biotite et muscovite. Montvert (file Argentat). — 4 Granite à deux micas du plateau de Millevaches (file Argentat). — 5 Lamprophyre. Route de Tourniac-la Ferrière, à 5 kilomètres au Nord de Rilhac-Xaintrie (file Mauriac). — 6 Micaschiste à muscovite et biotite. Veillant, Saint-Ilvide. — 7 Micaschiste à biotite, muscovite et chlorite. La Bruel, Saint-Ilvide. — 8 Micaschiste à biotite et muscovite. Route de la Borne vers Alex et Saint-Victor. — 25 Gneiss à deux micas. Saint-Martin-Valmeroux. — 26 Gneiss noduleux à deux micas. La Bertrande.

APLITES

	9	10	11	12	13	14	15	16	
SiO ₂	57,65	55,95	50,75	56,60	50,65	70,20	66,60	66,60	
Al ₂ O ₃	16,35	16,30	15,20	17,20	16,40	16,15	18,05	18,25	
Fe ₂ O ₃	3,60	3,95	2,95	2,60	2,50	1,55	2,90	0,75	
FeO	3,00	3,05	4,15	4,75	3,70	0,65	0,15	0,25	
MgO	6,20	6,50	6,30	6,60	7,40	0,70	0,65	0,45	
CaO	2,65	2,40	6,50	4,65	7,30	0,90	0,60	0,10	
Na ₂ O	2,00	2,95	2,50	2,35	1,95	3,75	1,70	0,70	
K ₂ O	3,10	2,40	1,55	1,40	1,40	4,15	4,55	9,95	
TiO ₂	1,00	1,25	1,90	1,25	1,10	0,45	0,40	0,65	
P ₂ O ₅	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,15	0,15	0,10	
MnO	0,05	0,10	0,15	0,05	0,05	tr.	0,05	tr.	
CO ₂	-	-	2,70	-	4,40	-	-	-	
H ₂ O ⁺	4,25	4,35	5,70	2,70	3,45	1,50	3,10	1,95	
H ₂ O ⁻	0,30	0,60	0,20	0,15	0,15	0,35	0,90	0,95	
Total	100,25	99,90	100,75	100,50	100,65	100,50	99,80	100,70	
				Normes					
Qz	17,54	12,81	12,90	15,42	17,92	30,41	38,83	24,41	
Or	19,18	14,97	9,67	8,48	8,63	24,85	28,10	60,08	
Ab	17,71	26,34	22,33	20,37	17,01	32,15	16,03	6,05	
An	13,01	11,81	14,64	22,24	7,32	3,47	2,02	0,22	
Co	5,39	5,02	4,57	3,97	0,36	4,30	10,06	6,55	
En	16,16	17,09	16,56	16,84	19,00	1,77	1,69	1,14	
Fs	6,47	6,90	6,25	7,51	5,66	-	0,82	-	
Mt	2,28	2,30	2,30	2,23	2,24	0,98	2,27	-	
He	-	-	-	-	-	0,84	-	1,05	
Il	1,99	2,51	3,81	2,43	2,15	0,87	0,79	0,02	
Ru	-	-	-	-	-	-	-	0,65	
Ap	0,25	0,25	0,50	0,49	0,49	0,36	0,37	0,24	

9 Les Fraux, Montvert. — 10 Route D 2, rive sud de la Maronne près du pont des Estourocs. — 11 Route D 302, entre le pont des Estourocs et le barrage d'Enchanet. — 12 Route D 302, entre le pont des Estourocs et le barrage d'Enchanet. — 13 Route D 302, entre le pont des Estourocs et le barrage d'Enchanet. — 14 Route D 6, à la sortie sud de Saint-Christophe-les-Gorges. — 15 Ravin de Marty, entre Chantal-Péricot et Chablat, Saint-Martin-Cantalès. — 16 Moulin du Battut, sur la Bertrande, Saint-Cirgues-de-Malbert.

ROCHES PALÉOVOLCANIQUES

	17	18	19	20	21	22	23
SiO ₂	63,15	58,05	52,35	51,45	55,05	61,80	60,10
Al ₂ O ₃	15,80	17,65	15,85	17,65	17,15	19,20	19,40
Fe ₂ O ₃	2,35	5,60	3,65	0,05	1,40	3,75	3,70
FeO	3,25	7,05	3,40	3,95	3,85	0,80	1,45
MgO	5,35	5,00	6,50	7,75	6,05	1,20	3,25
CaO	0,25	0,35	5,10	5,05	2,95	0,35	0,45
Na ₂ O	1,00	0,80	2,90	3,15	2,55	2,75	4,30
K ₂ O	1,65	3,95	1,80	1,35	3,35	4,15	2,25
TiO ₂	0,90	0,95	1,40	0,80	0,45	0,15	0,55
P ₂ O ₅	0,20	0,30	0,25	0,20	0,20	0,25	0,25
MnO	0,05	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,05
CO ₂	-	-	3,95	3,05	-	-	-
H ₂ O ⁺	4,95	4,70	3,45	4,75	6,20	3,95	3,00
H ₂ O ⁻	0,60	1,30	0,20	0,25	0,05	0,90	1,10
Total	99,50	105,75	100,90	99,50	99,35	99,30	99,85
Normes							
Qz	43,62	23,37	17,06	14,17	11,11	28,02	20,40
Or	10,38	23,49	10,96	8,43	21,25	28,02	13,91
Ab	9,01	6,81	25,28	28,15	23,16	24,68	38,07
An	0,14	0,29	1,34	4,72	14,24	0,04	0,56
Co	13,23	12,24	9,90	9,90	4,80	10,79	10,15
En	14,19	12,53	16,68	20,39	16,17	3,17	8,47
Fs	5,05	17,12	6,63	2,52	6,48	4,03	4,44
Mt	2,32	2,19	2,24	2,30	2,34	2,31	2,28
Ilm	1,82	1,82	2,74	1,61	0,92	0,30	1,09
Ap	0,51	0,72	0,61	0,50	0,51	0,63	0,62
Cc	-	-	9,26	7,33	-	-	-

17 Route D 102, de Pleaux à Jaladis (Cantal). Au contact du granite et du micaschiste. — 18 Route D 102, de Pleaux à Jaladis (Cantal). Au contact du granite et du micaschiste. — 19 Route D 61, entre le barrage et le village d'Enchanet. — 20 Route D 61, après le barrage d'Enchanet vers Arnac, premier filon. — 21 Route D 442, de Parieu-Bas à Arnac, rive gauche de l'Etze, dans la Mémoire.

22 Route D 6, de Saint-Illide à Ayrens, rive nord de la Soulane. — 23 Ruisseau d'Encon, près de la route D 27, du Raynal à Barriac-les-Bosquets.

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

	24	71
SiO ₂	10,45	44,36
Al ₂ O ₃	15,45	22,60
Fe ₂ O ₃	53,50	7,70
FeO	-	
MgO	tr.	1,56
CaO	0,50	2,90
Na ₂ O	0,30	0,14
K ₂ O	0,35	2,47
TiO ₂	0,50	1,01
P ₂ O ₅	0,10	1,74
MnO	11,00	0,01
H ₂ O ⁺	8,50	8,62
H ₂ O ⁻	0,85	6,59
CO ₂	-	0,58
Total	101,50	100,28

24 Sidérolithique. Embrousse, Rilhac-Xaintrie (Corrèze), lieu-dit la Terre de la Mine. — 71 Argilites oligocènes. Ambial.

LAVES MIOCÈNES

	27	28	29	30	31	32	33	34
SiO ₂	40,61	40,00	43,19	42,74	42,87	38,46	43,72	42,90
TiO ₂	0,76	0,56	0,68	0,66	0,54	0,38	0,18	5,20
Al ₂ O ₃	15,00	9,20	11,34	14,98	19,32	14,66	15,54	11,23
Fe ₂ O ₃	15,08	8,17	14,55	14,25	13,07	8,77	12,79	4,29
FeO		3,39				4,61		7,83
MnO	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,08	0,06	-
MgO	7,01	14,47	6,01	17,29	4,27	9,00	6,04	9,23
CaO	10,65	13,36	10,77	10,80	10,10	13,21	9,79	13,90
Na ₂ O	1,68	2,98	5,59	2,65	2,79	4,00	3,63	2,01
K ₂ O	1,02	1,12	0,83	0,84	0,98	0,81	2,59	0,98
P ₂ O ₅	0,30	0,46	0,28	0,36	0,16	0,25	0,03	0,72
H ₂ O ⁺	5,00	4,29	4,53	2,41	3,97	4,01	4,16	1,52
H ₂ O ⁻	1,84	1,44	2,27	1,83	1,22	0,46	1,23	0,44
Total	99,01	99,49	100,08	99,86	99,33	98,70	99,76	100,25
Normes								
	27	28	29	30	31	32	33	34
Or	6,63	-	5,33	5,32	6,23	-	16,41	5,91
Ab	9,43	-	7,72	12,25	15,84	-	1,67	7,75
An	33,44	9,05	3,70	28,39	40,11	21,02	19,80	19,10
Ne	3,36	14,67	23,66	6,37	5,16	19,60	16,93	5,20
La	-	5,57	-	-	-	4,01	-	-
xWo	9,39	15,75	21,84	11,02	5,25	9,12	13,36	19,36
xEn	4,33	10,31	9,53	5,32	2,04	4,81	6,16	12,83
xFs	4,98	4,34	12,29	5,53	3,28	4,03	7,07	5,13
Ak	-	6,53	-	-	-	7,86	-	-
Fo	10,43	19,89	4,72	9,89	6,58	13,42	8,98	7,44
Fa	13,23	9,23	6,71	11,32	11,65	12,38	8,82	3,27
Mt	2,39	2,34	2,36	2,33	2,34	2,33	2,33	2,22
Il	1,59	1,14	1,40	1,34	1,10	0,77	0,37	10,07
Ap	0,78	1,17	0,72	0,91	0,41	0,63	0,08	1,74

27, 28 Ankaramite, le Fau. - 29, 30 Ankaramite, Ave Maria. - 31 Ankaramite, les Cipières. - 32 Ankaramite, Laroquevieille. - 33 Ankaramite, Mezergues. - 34 Ankaramite, Tourmemire.

FORMATIONS VOLCANO-SÉDIMENTAIRES

	35	36	37	38
SiO ₂	48,64	44,16	63,24	46,10
Al ₂ O ₃	20,05	9,49	13,38	8,25
Fe ₂ O ₃	5,11	4,01	4,39	6,24
FeO	0,14	6,29	0,09	1,87
MnO	0,03	0,21	0,01	0,10
MgO	2,25	9,84	-	13,56
CaO	1,80	20,23	2,24	20,98
Na ₂ O	0,69	0,80	7,75	0,81
K ₂ O	0,93	-	6,00	0,05
TiO ₂	1,06	2,06	0,03	1,90
P ₂ O ₅	0,03	0,85	0,22	0,04
H ₂ O ⁺	7,75	1,25	2,15	0,12
H ₂ O ⁻	11,10	0,57	0,68	0,20
Total	99,58	99,76	100,18	100,17

35 Montmorillonite dans la côte Rouge [Si_{7,29} Al_{0,71} O₂₀] (Al_{2,82} Ti_{0,12} Fe³⁺_{0,57} Fe_{0,02} Mg_{0,59}) (Ca_{0,29} Na_{0,20} K_{0,18}) (OH)₄. - 36 Pyroxène (augite) dans la côte Rouge [Si_{1,687} Al_{0,313} O₆] (Al_{0,113} Fe³⁺_{0,115} Ti_{0,059}) 0,287 (Mg_{0,564} Fe²⁺_{0,200} Mn_{0,007} Mn_{0,771}) (Ca_{0,828} Na_{0,059}) 0,887 avec Ca (48,31) : Mg (32,91) : Σ Fe (18,79). - Ponces versant nord du col de Funbulin. - 38 Pyroxènes (augite) à Tillit [Si_{1,709} Al_{0,291} O₆] Al_{0,069} Fe³⁺_{0,173} Ti_{0,053}) (Mg_{0,754} Fe²⁺_{0,058} Mn_{0,003}) (Ca_{0,833} Na_{0,058}) avec Ca (45,74) : Mg (41,41) : Fe (12,85).

BASALTES

	39	40	42	43	44
SiO ₂	46,18	40,34	45,41	42,90	42,66
Al ₂ O ₃	12,05	14,10	15,12	12,82	17,45
Fe ₂ O ₃	14,23	5,76	4,00	8,17	11,33
FeO		6,27	7,56	6,50	
MnO	0,05	0,13	0,21	0,10	0,07
MgO	6,04	7,46	7,48	4,67	5,33
CaO	11,22	12,96	11,88	13,85	11,64
Na ₂ O	3,64	2,90	3,75	2,98	3,67
K ₂ O	1,15	0,75	1,28	1,59	1,45
TiO ₂	1,01	3,69	2,41	1,03	1,39
P ₂ O ₅	0,26	0,40	0,69	0,44	0,15
H ₂ O ⁺	1,63	4,81	0,51	3,17	2,49
H ₂ O ⁻	1,39	0,83	0,18	1,38	2,38
Total	99,87	100,40	100,48	99,60	100,01
Normes					
	39	40	42	43	44
Or	7,18	4,70	7,60	9,16	9,10
Ab	16,62	2,83	10,61	-	4,27
An	13,90	24,64	20,74	17,92	28,52
Ne	8,63	12,55	11,51	14,47	15,54
Le	-	-	-	0,62	-
xW ₀	17,99	16,98	14,14	21,61	13,22
xEn	8,08	9,98	7,94	8,04	6,58
xFs	9,81	6,16	5,62	13,97	6,37
Fo	5,48	6,80	7,54	3,00	5,26
Fa	7,32	4,62	5,89	5,74	5,62
Mt	2,30	2,31	2,18	2,30	2,31
Il	2,03	7,43	4,60	2,07	2,80
Ap	0,65	1,01	1,64	1,11	0,38

39 Basalte trachy-doléritique porphyroïde, le Theil. - 42 Basalte riche en olivine, des plateaux, Ouest de Salers. - 43 Neck en basalte riche en olivine, la Bragne. - 44 Basalte pauvre en olivine, coulée supérieure de Chaumont.

ANKARAMITES

	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	72
SiO ₂	41,74	41,14	41,54	41,20	41,96	41,55	41,60	41,95	42,55	42,90	43,14
Al ₂ O ₃	9,70	10,22	10,47	15,40	11,47	12,34	12,74	12,89	12,99	13,29	14,21
Fe ₂ O ₃	8,07	7,63	7,59	5,76	7,77	7,22	6,90	6,53	5,95	5,32	13,34
FeO	4,58	4,61	5,95	6,98	5,31	5,67	5,96	5,75	6,18	6,39	
MnO	0,07	0,08	0,07	0,14	0,06	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,14
MgO	10,20	10,78	10,11	9,80	11,48	11,00	9,52	10,02	9,69	9,52	5,32
CaO	11,49	14,58	11,43	11,69	14,50	11,17	11,51	11,11	11,05	11,05	9,57
Na ₂ O	3,36	2,56	3,40	2,61	3,13	2,16	2,67	2,67	2,68	2,66	3,15
K ₂ O	1,80	1,41	1,81	1,19	0,50	1,56	1,68	1,76	1,88	1,95	1,20
TiO ₂	3,52	2,95	0,96	2,47	1,51	2,99	2,98	2,89	2,90	2,85	2,55
P ₂ O ₅	0,80	0,72	0,45	1,20	0,79	1,05	1,04	1,01	1,02	1,01	0,88
H ₂ O ⁺	0,45	2,04	4,47	1,29	0,85	0,25	0,30	0,55	0,35	0,40	4,17
H ₂ O ⁻	4,99	1,80	1,90	0,70	0,74	2,45	2,65	2,55	2,20	1,80	1,79
Total	100,77	100,52	100,15	100,43	100,07	99,74	99,74	99,87	99,63	99,33	99,46
Normes											
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	72
Or	11,23	-	1,94	7,17	-	9,67	10,31	10,80	11,49	11,91	7,66
Ab	1,23	-	-	4,02	-	4,21	3,43	4,39	5,59	6,22	22,02
An	6,42	12,73	8,55	27,33	16,12	20,32	18,51	18,69	18,49	19,19	22,79
Ne	15,60	12,21	16,72	10,02	14,66	8,10	10,85	10,33	9,68	9,23	3,66
Le	-	6,80	7,48	-	2,37	-	-	-	-	-	-
xWo	20,12	20,98	20,49	9,92	19,77	12,75	14,06	13,21	13,06	12,77	9,28
xEn	12,70	13,35	11,40	5,87	11,87	7,68	8,37	8,14	8,00	7,88	4,33
xFs	6,17	6,28	8,29	3,56	6,85	4,39	4,97	4,31	4,32	4,14	4,84
Ak	-	2,27	-	-	1,45	-	-	-	-	-	-
Fo	9,90	10,22	10,94	13,33	12,15	14,75	11,39	12,46	11,89	11,64	6,99
Fa	5,30	5,30	8,76	8,91	7,72	9,30	7,44	7,27	7,07	6,74	8,61
Mt	2,30	2,26	2,33	2,22	2,22	2,28	2,26	2,26	2,25	2,25	2,35
Il	7,06	5,83	1,96	4,79	2,93	3,96	6,88	5,70	5,70	5,59	5,23
Ap	2,00	1,78	1,15	2,90	1,91	2,61	2,66	2,49	2,50	2,48	2,25

46 Ankaramite, neck du Theil. — 47 Ankaramite, coulée de Salers. — 48 Ankaramite, neck de Fumel. — 49 Ankaramite à nodules de péridotites, carrière en bordure de la D 38 vers Drugeac. — 50 Ankaramite à nodules de péridotite, prismes inférieurs, Rouffilange. — 51 id. 50, prismes supérieurs. — 52 Ankaramite à nodules de péridotite, Lagardette — 53 Ankaramite à nodules de péridotite, Pradet. — 54 Ankaramite à nodules de péridotite, prismes supérieurs, Viellespesse. — 54 id. 53, prismes inférieurs. — 72 Ankaramite, Labrunie.

TRACHY-ANDÉSITES

	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
SiO ₂	59,53	52,75	49,90	52,60	49,63	62,40	61,10	60,98	57,85	51,56	52,86	61,74
Al ₂ O ₃	13,28	16,51	16,31	15,71	18,19	16,77	16,05	13,90	16,55	20,84	15,83	14,38
Fe ₂ O ₃	11,22	5,45	6,50	7,27	7,42	3,09	4,70	1,14	3,60	6,23	5,40	
FeO		2,30	3,16	2,50	2,33	0,65	0,50	11,77	6,41	1,85	1,99	0,38
MnO	0,02	0,10	0,15	0,06	0,03	0,06	0,05	0,03	0,14	0,14	0,05	0,01
MgO	2,93	2,56	2,90	2,79	3,02	1,08	0,97	0,96	0,26	1,65	2,40	0,10
CaO	4,27	6,55	8,64	8,94	6,80	2,90	3,36	4,42	3,84	6,46	7,96	6,75
Na ₂ O	4,14	3,74	3,74	4,34	3,81	4,78	4,34	3,34	5,36	4,84	4,81	4,48
K ₂ O	1,14	3,22	2,26	2,63	3,56	4,80	4,02	2,68	3,93	2,93	3,06	4,20
TiO ₂	1,37	1,75	2,75	0,50	0,68	0,85	1,15	0,58	1,45	1,85	0,81	0,29
P ₂ O ₅	0,78	0,55	0,56	0,15	0,49	0,44	0,46	0,34	1,50	1,54	0,60	0,10
H ₂ O ⁺	0,33	0,35	0,85	1,18	1,89	0,50	0,80	0,57	0,60	1,42	1,65	0,83
H ₂ O ⁻	0,55	3,55	1,55	0,60	1,08	0,85	1,60	0,82	0,70	1,73	1,12	0,65
Total	99,56	99,38	99,27	99,26	98,93	99,17	99,05	100,39	99,73	100,41	99,37	99,31

Normes

	56	57	58	60	61	62	63	64	65	66	67
Qz	14,78	1,58	-	-	9,65	12,43	15,94	3,80	-	-	8,69
Or	6,89	20,01	13,85	22,06	29,02	24,64	16,16	23,58	17,84	18,81	26,46
Ab	35,83	33,26	32,82	26,21	41,37	38,08	28,83	46,03	42,18	34,37	38,88
An	14,62	19,73	21,84	23,09	10,37	12,91	15,34	9,34	22,59	13,08	6,91
Ne	-	-	-	4,10	-	-	-	-	-	4,30	-
xWo	0,74	4,42	7,84	3,70	0,56	0,50	1,97	-	-	9,96	5,21
xEn	0,28	2,11	3,56	1,46	0,36	0,22	0,30	-	-	4,01	0,26
xFs	0,48	2,25	4,22	2,28	0,17	0,28	1,84	-	-	6,04	5,59
En	7,19	4,59	0,83	-	2,40	2,29	2,14	0,66	1,96	-	-
Fs	12,43	4,91	0,98	-	1,15	3,00	13,34	7,92	1,36	-	-
Fo	-	-	2,17	4,50	-	-	-	-	1,59	1,54	-
Fa	-	-	2,84	7,76	-	-	-	-	1,21	2,56	-
Mt	2,23	2,29	2,26	2,28	2,23	2,26	2,22	2,21	2,24	2,26	2,23
Il	2,66	3,49	6,42	1,35	1,65	2,27	1,09	2,80	3,62	1,60	0,57
Ap	1,89	1,37	1,38	1,22	1,07	1,13	0,82	3,61	3,76	1,48	0,24
Co	-	-	-	-	-	-	-	0,11	1,72	-	-
Wo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,94

56 Trachy-andésite à augite-amphibole-biotite, dyke côte Rouge. — 57 Trachy-andésite à augite-amphibole-olivine, dyke Tournemire. — 58 Trachy-andésite à augite-amphibole-olivine, sill Tournemire. — 59 Trachy-andésite à augite-olivine, sill Saint-Cernin. — 60 Trachy-andésite à augite-amphibole, neck Ave Maria. — 61 Latite quartzifère à amphibole, biotite et pyroxène, dyke de Bourcenac. — 62 Latite quartzifère à amphibole, biotite, neck de Viellespesse. — 63 Latite quartzifère à amphibole et augite, neck face à la Coste. — 64 Latite quartzifère à amphibole, augite, dyke de Clédart. — 65 Trachy-andésite à augite-olivine, coulée inférieure de Chaumont. — 66 Trachy-andésites à augite-amphibole, coulée de Girgols. — 67 Trachy-andésite à hypersthène, dyke Saint-Martin-Valmeroux.

DACITES - TÉPHRITES

	Dacites		Téphrites
	68	69	70
SiO ₂	51,61	61,44	51,52
Al ₂ O ₃	17,20	12,59	20,46
Fe ₂ O ₃	8,22	3,76	3,92
FeO	3,06	3,09	4,23
MnO	0,05	0,04	0,03
MgO	6,28	2,32	1,76
CaO	9,38	5,23	6,33
Na ₂ O	0,58	3,56	5,88
K ₂ O	0,05	4,09	3,62
TiO ₂	0,32	1,09	0,01
P ₂ O ₅	0,02	0,20	0,10
H ₂ O ⁺	2,04	1,10	2,51
H ₂ O ⁻	0,33	0,22	0,20
Total	99,14	98,73	100,57
Normes			
	68	69	70
Qz	12,79	12,39	-
Or	0,31	24,86	21,91
Ab	5,10	30,98	23,69
An	46,97	6,48	19,21
Ne	-	-	14,76
xWo	0,93	7,85	5,10
xEn	0,47	3,67	1,56
xFs	0,45	4,09	3,75
En	15,80	2,27	-
Fs	15,21	2,54	-
Fo	-	-	2,06
Fa	-	-	5,46
Mt	2,26	2,24	2,23
Il	0,63	2,13	0,02
Ap	0,05	0,49	0,24

68 Rhyo-dacite, près de Vendogre (fle Murat). - 69 Dacite, dôme de Vendogre. - 70 Téphrite, dôme-coulée de Prax.

MINÉRAUX DES LAVES

	60 Cpx	60 PI
SiO ₂	47,87	51,28
Al ₂ O ₃	4,60	27,50
Fe ₂ O ₃	5,92	1,03
FeO	5,56	0,44
MnO	0,10	-
MgO	19,06	0,48
CaO	13,94	11,98
Na ₂ O	0,50	4,49
K ₂ O	0,14	0,77
TiO ₂	0,30	0,05
P ₂ O ₅	0,04	0,10
H ₂ O ⁺	1,00	0,43
H ₂ O ⁻	0,06	0,62
Total	99,09	99,11

60 Cpx : augite du trachy-andésite de l'Ave Maria :
 $[Si_{1,797} Al_{0,202} O_6] (Ti_{0,008} Fe^{3+} Fe^{2+}_{0,166} Mn_{0,003} Mg_{1,073}) (Ca_{0,561} Na_{0,036} K_{0,006})$ avec Ca : Fe : Mg = 28,4 : 17,2 : 54,3.

60 PI : labrador du trachy-andésite de l'Ave Maria
 $[Si_{2,399} Al_{1,513} Fe^{3+}_{0,035} O_8] (Ti_{0,019} Fe^{2+}_{0,017} Mg_{0,033}) (Ca_{0,596} Na_{0,406} K_{0,045})$ avec K : Na : Ca = 4,30 : 38,78 : 56,92

Fig. 1 - Terrains sédimentaires tertiaires, extension des coulées miocènes et du glacier quaternaire

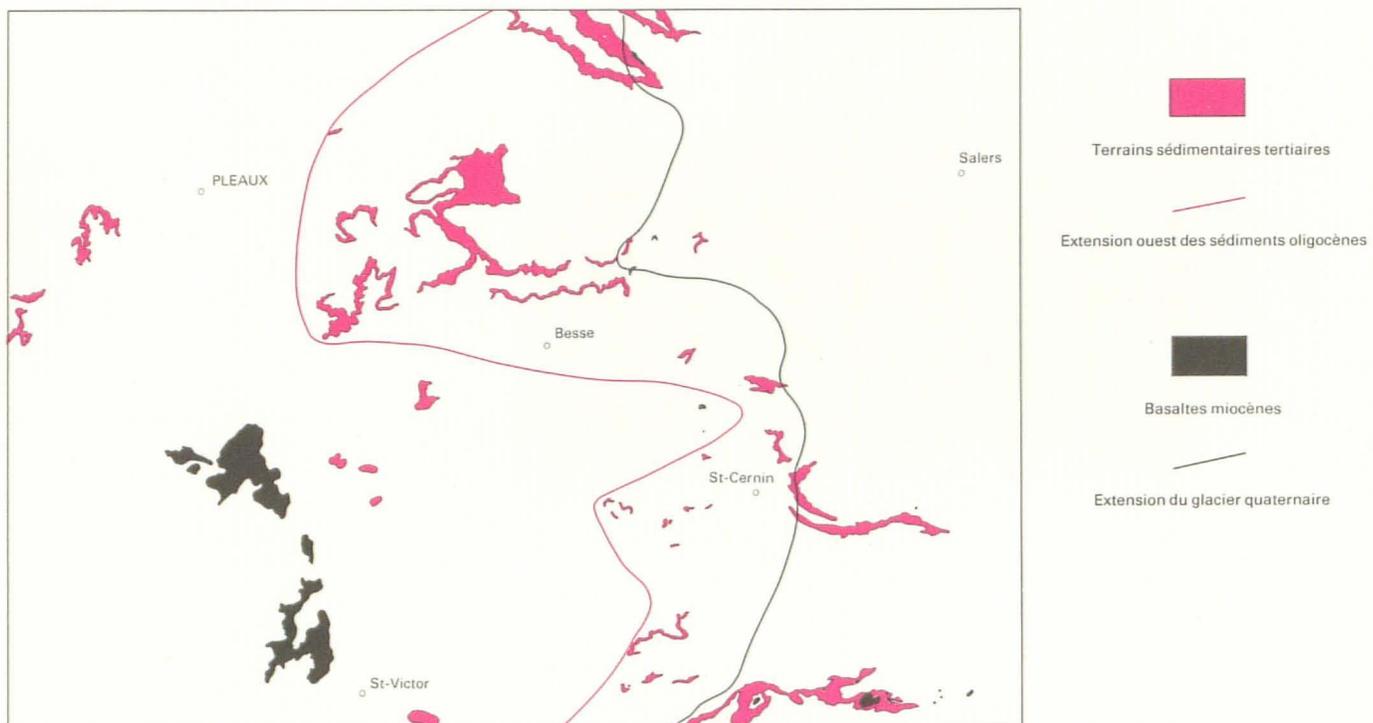


Fig. 2 - Extension des brèches

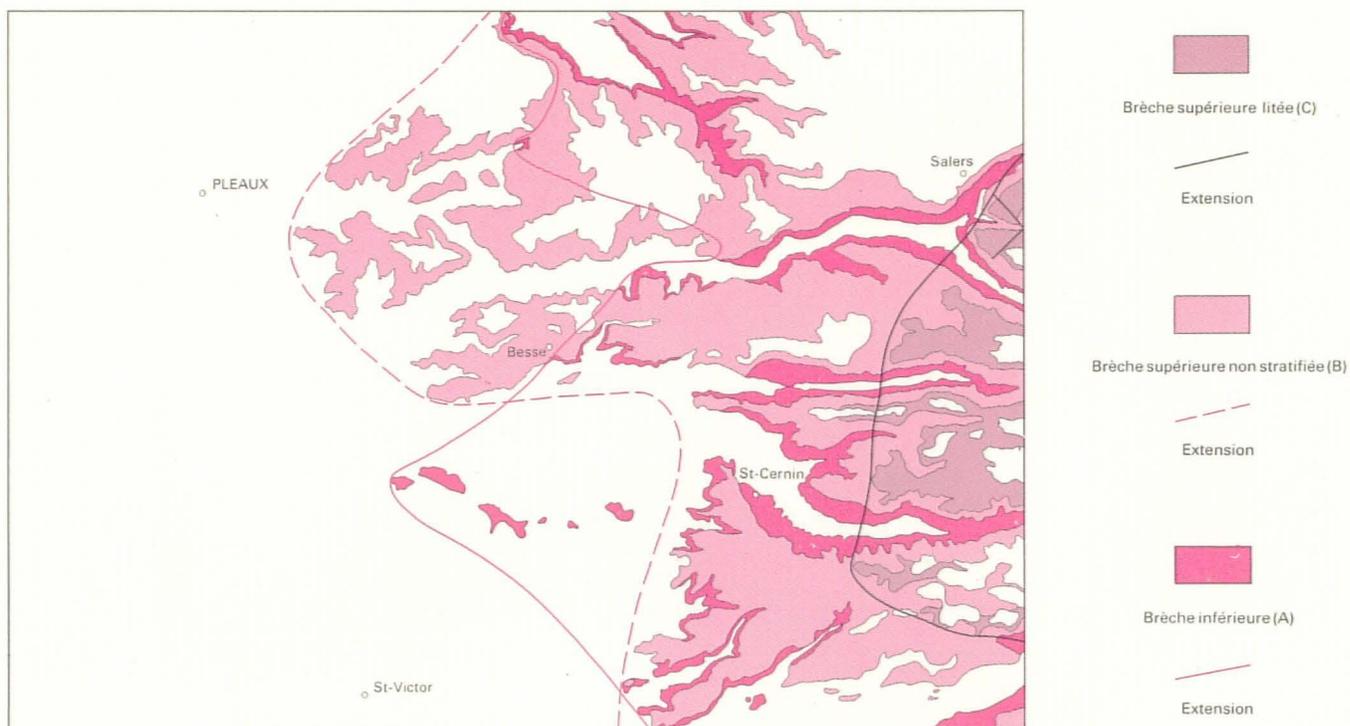


Fig. 3 - Basaltes des plateaux et intrusions

