



## MONTBRISON

La carte géologique à 1/50 000  
MONTBRISON est recouverte par la coupure  
MONTBRISON (N° 167)  
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

|            |            |                             |
|------------|------------|-----------------------------|
| NOIRÉTABLE | FEURS      | TARARE                      |
| AMBERT     | MONTBRISON | ST-SYMPHORIEN-<br>-S-CHOISE |
| ARLANC     | FIRMINY    | ST-ETIENNE                  |

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

BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

# MONTBRISON

XXVIII-32

*Limagne  
de Montbrison*

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Boîte postale 6009 – 45018 Orléans Cédex – France



# NOTICE EXPLICATIVE

## SOMMAIRE

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCTION .....                                       | 2  |
| HISTOIRE GÉOLOGIQUE .....                                | 3  |
| DESCRIPTION DES TERRAINS .....                           | 4  |
| <i>ROCHES PLUTONIQUES ET MÉTAMORPHIQUES</i> .....        | 4  |
| <b>Monts du Lyonnais</b> .....                           | 4  |
| <b>Monts du Forez</b> .....                              | 4  |
| <i>ROCHES VOLCANIQUES ET VOLCANO-SÉDIMENTAIRES</i> ..... | 8  |
| <i>TERRAINS SÉDIMENTAIRES</i> .....                      | 10 |
| <b>Formations tertiaires</b> .....                       | 10 |
| <b>Formations superficielles et quaternaires</b> .....   | 14 |
| REMARQUES STRUCTURALES ET TECTONIQUES .....              | 17 |
| PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE .....                         | 19 |
| RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS .....            | 19 |
| <i>EAUX SOUTERRAINES</i> .....                           | 19 |
| <i>MINÉRAIS</i> .....                                    | 20 |
| <b>Gîtes métalliques non uranifères</b> .....            | 20 |
| <b>Gîtes d'uranium</b> .....                             | 20 |
| <i>MATÉRIAUX DIVERS</i> .....                            | 21 |
| DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE .....                       | 21 |
| <i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....                               | 21 |
| <i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i> .....       | 24 |
| AUTEURS DE LA NOTICE .....                               | 24 |

## INTRODUCTION

La feuille Montbrison, entièrement située dans le département de la Loire, comprend trois régions d'inégale étendue ; ce sont de l'Ouest vers l'Est : le versant oriental des monts du Forez, la plaine du Forez et le versant occidental des monts du Lyonnais.

*Les monts du Forez* constituent la partie centrale et orientale de la bande de terrains cristallins séparant la Limagne de la Loire et celle de l'Allier ; ils culminent à Pierre-sur-Haute (1634 m) sur la carte voisine Ambert et atteignent 1200 mètres d'altitude dans l'angle sud-ouest de la feuille Montbrison, au-dessus du col de la Croix-de-l'Homme-Mort (1163 m). Les monts du Forez sont constitués de terrains anciens, granitiques et métamorphiques, avec de nombreux pointements volcaniques d'âge tertiaire : pic de Chaudabrit (1065 m), mont Sémiol (1021 m), pic de Montchaud (1002 m), etc.

Le versant oriental des monts du Forez est accidenté et pittoresque ; on y trouve de belles forêts couvrant environ 50 % de la superficie, le reste étant occupé par des cultures et surtout des pâturages. Cette région au climat assez dur est parcourue par de nombreuses petites routes sinueuses, et par des chemins ruraux qui la rendent très accessible. La population de cette zone montagneuse subit comme ailleurs l'attraction des villes et le contre-coup de l'évolution économique actuelle qui condamne à plus ou moins brève échéance les petites exploitations agricoles de type familial. Cette population a d'ailleurs toujours été clairsemée : il n'y a guère que quelques gros villages : Germagneux, Châtelneuf, Lérigneux, Verrières-en-Forez, etc. et surtout de petits hameaux groupant quelques fermes.

*La plaine du Forez* (ou plaine de Montbrison, ou Limagne de Loire) est un bassin fermé, rempli de sédiments tertiaires lacustres ; il se prolonge au Nord et au Sud sur les feuilles limitrophes Feurs et Firminy. Seuls, émergent de cette plaine, très plate et monotone, d'une altitude moyenne de 350 à 400 mètres, quelques reliefs volcaniques : les principaux étant l'alignement des monts d'Uzore (534 m) et les pointements de Montverdun et de Saint-Romain-le-Puy.

*Les monts du Lyonnais* ne sont représentés que par leurs premières pentes boisées formant une étroite bande sur la lisière orientale de la feuille. Ils sont formés, comme les monts du Forez, de terrains anciens, granitiques et métamorphiques.

**Hydrographie.** La région est entièrement drainée par la Loire qui la traverse du Sud au Nord et qui a largement étalé ses alluvions dans la partie orientale de la plaine. Ses principaux affluents sont : sur la rive droite, la Coise, qui pénétrant sur le territoire couvert par la carte à Saint-Galmier se jette avec l'Anzieux dans la Loire à Montrond-les-Bains, et la Toranche ; sur la rive gauche : la Mare, grossie de la Curaize.

Alors que le Lignon, affluent de la Loire, ne fait qu'effleurer sur 3 kilomètres l'extrême angle nord-ouest de la feuille, le Vizézy, lui-même affluent du Lignon, traverse d'Ouest en Est le versant oriental des monts du Forez, passe à Montbrison où il rejoint la plaine qu'il parcourt ensuite en se dirigeant vers le Nord et en collectant au passage des petits torrents ou ruisseaux (Ruillat, Moingt, etc.) qui drainent vers lui les eaux du versant et, tout comme la Curaize, entaillent les terrains anciens en gorges profondes.

A noter la présence dans la plaine du Forez de nombreux étangs artificiels et canaux d'irrigation et de drainage, le principal étant le canal du Forez.

## HISTOIRE GÉOLOGIQUE

La synthèse des observations de terrain, faites aussi bien sur le territoire de la feuille Montbrison que dans les zones voisines ou plus éloignées du Massif Central, et les mesures d'âges effectuées ces dernières années permettent actuellement de reconstituer l'histoire géologique de la région.

Les monts du Forez et du Lyonnais font partie de la zone nord du Massif Central ou zone lémovico-arverne, constituée à l'origine par du matériel précambrien dont le métamorphisme et le plissement moyen se situent vers 650-670 millions d'années dans le Briovérien moyen.

Cette zone lémovico-arverne a été reprise au cours des cycles calédonien et hercynien, mais elle semble avoir joué le rôle de cordillère dès le Briovérien supérieur et pendant toute la durée de ces deux cycles. Elle est ainsi marquée par un deuxième métamorphisme, calédonien, au cours duquel a eu lieu la migmatisation de la série du Lyonnais, ainsi que la migmatisation, puis l'anatexie aboutissant au granite du Forez.

La série lémovico-arverne est d'autre part recouverte en discordance dans le Nord-Est par des formations dévono-dinantiennes plissées qui sont plus franchement métamorphiques dans le Sud, c'est-à-dire dans les monts du Lyonnais où ces formations sont représentées par la série volcano-sédimentaire de la Brévenne, probablement en grande partie d'âge dévonien supérieur (mais englobant peut-être aussi l'extrême base du Viséen), et dont le métamorphisme, lié à l'orogénèse hercynienne, a probablement eu lieu au Viséen.

Entre le Carbonifère inférieur et le début du Trias, une phase orogénique, qui a probablement affecté l'ensemble du Massif Central, a provoqué une surrection verticale (au Permien) des plissements, des chevauchements et un morcellement général du massif. C'est probablement à cette époque que s'est ébauché le horst formé par les monts du Forez, de la Madeleine et du Livradois, érigé entre deux graben dans lesquels se déposeront plus tard les sédiments des plaines de l'Allier et de la Loire.

Il est possible que les formations déposées au Carbonifère dans le bassin de Saint-Étienne se soient prolongées vers le Nord jusqu'à l'emplacement de la plaine de Montbrison. Un sondage fait à Montrond, en vue de rechercher ces dépôts du Carbonifère, a été poussé jusqu'à 502 mètres, mais il n'est pas sorti des terrains tertiaires.

Le Secondaire et le début du Tertiaire correspondent à une période très calme pour le Massif Central ; on peut estimer qu'au début du Trias l'érosion de l'édifice hercynien était terminée. Les dépôts sédimentaires secondaires sont peu ou mal représentés dans le Massif Central et il n'y en a pas dans la région de Montbrison.

C'est à l'Oligo-Miocène qu'a lieu la montée du horst du Forez, la formation et l'approfondissement progressif du bassin de Montbrison, par subsidence et par le jeu des failles de bordure (contre-coup de mouvements alpins), ainsi que le dépôt des formations continentales, torrentielles et lacustres.

A l'Oligocène se produisent les premières manifestations volcaniques dans la plaine et dans les monts du Forez : ces manifestations se poursuivent au Miocène ; elles prendront fin vraisemblablement au cours du Pliocène.

Au Quaternaire enfin, les alluvions de la Loire s'étalent dans la partie orientale de la plaine de Montbrison, tandis que se poursuit l'érosion des massifs qui démantèle une grande partie des coulées basaltiques. La période glaciaire a laissé quelques traces dans les parties hautes des monts du Forez, au-dessus de 1200 mètres d'altitude, mais ces traces ne sont pas visibles sur le territoire de la feuille Montbrison.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### ROCHES PLUTONIQUES ET MÉTAMORPHIQUES

#### Monts du Lyonnais

Des roches granitiques et métamorphiques affleurent en bordure est du territoire de la feuille, au Nord de Saint-Galmier en une bande de 500 mètres à 1,5 kilomètre de large, formant les premiers reliefs des monts du Lyonnais.

Le contact entre ce massif et les terrains sédimentaires de la plaine est faillé, de même que la plupart des contacts entre les diverses formations cristallines. On y distingue : un socle de gneiss anté-hercynien, une série discordante d'amphibolites et de leptynites, et des granites.

ξ<sup>2</sup>. **Gneiss rubané à deux micas.** Ces gneiss qui dérivent de leptynites remobilisées (faciès *embréchite*) appartiennent à la *Série des monts du Lyonnais*, plus ancienne que la *Série de la Brévenne* et forment le socle de cette dernière. L'âge de ces terrains (dépôt de la série originelle et premier métamorphisme) est considéré comme précambrien. Il est probable qu'il y a eu, en fait, deux épisodes successifs de métamorphisme affectant la série du Lyonnais, indépendamment du métamorphisme lié à l'orogénèse hercynienne qui a ensuite affecté à la fois la série du Lyonnais et la série discordante de la Brévenne.

δλ. **Alternance d'amphibolites et de leptynites, dérivant de spilites et de kéra-tophyres.** Les amphibolites sont à albite ou oligoclase et alternent avec des leptynites felsitiques roses, très sodiques, à composition de kéra-tophyre. Ces roches font partie de la série volcano-sédimentaire de la Brévenne de type spilites-kéra-tophyre et d'âge vraisemblablement dévonien supérieur.

ργ<sup>3</sup>. **Granite porphyroïde à biotite.** Constitué de microcline anorthose perthitique, d'oligoclase, de quartz et de biotite à laquelle s'ajoute parfois de la hornblende, ce granite qui renferme accessoirement apatite et zircon se rattache au massif intrusif de Saint-Laurent-de-Chamousset qui se développe sur les feuilles voisines Saint-Symphorien-sur-Coise, Tarare et Feurs.

Sur la feuille Montbrison, la bande de granite située au Nord des formations cristallophylliennes précédemment décrites se rattache directement au massif de Saint-Laurent ; la bande située au Sud fait partie du petit massif de Saint-Galmier entièrement bordé par des failles.

Le granite de Saint-Galmier étant absolument identique à celui de Saint-Laurent-de-Chamousset, il est logique de le considérer comme une annexe du grand batholite de Saint-Laurent réapparaissant comme un horst à la faveur d'un jeu de failles.

Le granite de Saint-Laurent est intrusif dans la série de la Brévenne, il est donc post-dévonien si l'âge attribué à cette série est exact.

μγ. **Microgranite.** L'examen de cette roche à l'œil nu fait penser à un granite à grain fin, cependant la structure montre deux temps de cristallisation. Ce microgranite forme des filons satellites au voisinage du granite porphyroïde.

#### Monts du Forez

La feuille Montbrison ne recouvre qu'une partie du versant oriental des monts du Forez ; cependant, les principales roches constituant le massif y sont représentées. La masse la plus importante est formée par des migmatites et par le granite du Forez qui en dérive par anatexie et dans lequel subsistent des vestiges de roches plus anciennes. Des leucogranites plus récents sont intrusifs dans le granite du Forez et les migmatites et, enfin, des roches volcaniques du Tertiaire recourent les formations précédentes, ainsi que le sédimentaire de la plaine.

$\zeta^1$ . **Gneiss fins.** Ils affleurent dans l'angle nord-ouest de la feuille, sur la route joignant le petit village de Maure à celui de Marcilly, en deux panneaux de moins de 500 mètres de longueur sur 150 à 200 mètres de largeur.

Ces gneiss à biotite, de grain moyen à fin, contiennent aussi de la muscovite en proportion variable ; les micas y sont légèrement lités ; le quartz très abondant est parfois en gouttelettes dispersées ; les plagioclases sont soit en baguettes soit en phénocristaux avec antiperthite. Le feldspath potassique est de l'orthose qui est par endroits transformé en microcline.

La présence de myrmékite et d'antiperthite semble indiquer que la roche était en voie de granitisation. La situation de ces deux panneaux de gneiss, isolés au sein du granite du Forez, conduit, elle aussi, à penser qu'il s'agit de résidus d'un socle ancien ayant partiellement résisté à la migmatisation puis à l'anatexie dont l'aboutissement fut le granite du Forez.

$M^1 \gamma^3$ . **Zone de transition entre les migmatites et le granite du Forez par intrication.** Alors que les limites entre le granite d'anatexie du Forez et les migmatites peuvent, en général, être cartographiées assez aisément, il en va tout autrement dans quelques zones situées à l'Ouest et au Sud-Ouest de Montbrison, les trois principales étant autour de Jambin, de Drutel et au Nord de Champanet.

Dans ces zones, les affleurements sont tantôt du granite, tantôt des migmatites, sans qu'il soit possible de délimiter l'extension de l'une ou l'autre roche.

Dans certains endroits découpés, on a pu observer dans les migmatites des sortes de *bouffées* de granite, à bords diffus, le granite se substituant aux migmatites dans des proportions variables allant jusqu'à la quasi disparition de celles-ci.

$M^1, M_c^1, M_{cs}^1$ . **Migmatites plus ou moins anatectiques**, à biotite, avec cordiérite (c) ou sillimanite (s), aux dépens de leptynites à biotite seule ou de gneiss alumineux. Les migmatites affleurent très largement entre la ville de Montbrison et la limite sud de la feuille ; elles constituent sur une bande de 5 à 6 kilomètres de large tout le bas versant des monts du Forez, jusqu'à une altitude d'environ 650 mètres. Vers l'Est, elles sont en contact par faille avec le sédimentaire de la plaine ; vers l'Ouest, elles passent au granite du Forez et, comme nous l'avons vu, il existe parfois une zone de transition entre migmatites et granite.

Les migmatites forment, par ailleurs, des panneaux de dimensions variables, isolés au sein du granite du Forez ; le plus important de ces panneaux est situé au Nord de Châteauf.

L'aspect macroscopique des migmatites est variable, allant du gneiss rubané à l'anatexite ; mais, le plus souvent, les migmatites sont assez évoluées, avec une partie granitique importante, bien différenciée entre les lits de biotite.

Ces deux derniers types de structure sont les plus fréquents sur le terrain, mais on les trouve associés à des passées plus gneissiques ou, au contraire, à des passées d'allure pegmatitique comportant des gros cristaux de feldspaths potassiques en association graphique avec le quartz.

D'une façon générale, les migmatites évoluent vers le granite en passant par le stade nébulite, mais le passage peut aussi se faire par intrication du granite et des migmatites comme nous l'avons vu précédemment.

Les constituants minéralogiques des migmatites sont :

- Plagioclases très abondants An 24 % à An 30 %.
- Feldspaths potassiques en plus faible proportion, souvent perthitiques. Les plagioclases et les feldspaths potassiques sont généralement en plages sub-automorphes et très souvent séricitisés.
- Quartz interstitiel, en plages polycristallines assez brisées et à extinction roulante. On trouve aussi le quartz en gouttelettes dans les plagioclases.

- Biotite, évidemment abondante dans les lits sombres de la roche et plus rare dans les parties leucocrates.
- Parfois un peu de muscovite.
- Accessoirement apatite, quelquefois grenat.
- La sillimanite est fréquente ; elle n'a toutefois été indiquée par un symbole spécial qu'à l'affleurement de Rangon, 1500 mètres à l'Ouest du village de Pralong où elle est particulièrement abondante.

Certaines migmatites renferment de la cordiérite lorsqu'elles se trouvent à l'intérieur de la zone à cordiérite dont nous parlerons plus loin à propos du granite du Forez.

$\gamma^A$ . **Granodiorite porphyroïde à biotite et hornblende.** Cette roche affleure dans l'angle sud-ouest du territoire couvert par la feuille, notamment sur la route allant de Verrières à Saint-Anthème, juste avant le col de la Croix-de-l'Homme-Mort, où elle montre une texture nettement orientée.

Au microscope, la structure est largement grenue et porphyroïde : les phénocristaux d'orthose, légèrement perthitiques et pœcilitiques contiennent des grains de quartz, de petits prismes de plagioclases myrmékitisés et des paillettes de biotite. Le reste de la roche est constitué par un assemblage de quartz en plages xénomorphes et de plagioclases à tendance automorphe (An 30 à An 40). La biotite y est abondante, associée à de l'apatite et à du sphène. Certains échantillons renferment de la hornblende verte.

Les relations de la granodiorite porphyroïde avec le granite du Forez ne sont pas visibles sur le territoire de la feuille Montbrison, cependant, sur la bordure nord de la carte voisine (Firminy), non loin du hameau de « la Chaux », nous avons pu observer un point où la granodiorite porphyroïde se trouve disloquée et emballée par le granite du Forez qui la pénètre en filonnets. On peut donc penser qu'elle est antérieure au granite du Forez.

A. Gourgaud considère également que le granite porphyroïde, qui présente des zones à faciès dioritique, est antérieur au granite d'anatexie du Forez et que le passage du premier au second est généralement continu.

$\eta^3$ . **Diorite à hornblende et biotite, de grain grossier ou fin.** Ces roches forment un petit massif au hameau de Vernay, 800 mètres à l'Ouest de Verrières-en-Forez, et quatre pointements au Nord de Champanet.

Le massif de Vernay est constitué d'une roche de composition dioritique, plus sombre, plus dure et à grain plus fin que le granite du Forez qui l'entoure ; au microscope, elle se montre formée par :

- des plagioclases altérés An 38 % à tendance automorphe,
- de l'amphibole, hornblende verte, très abondante,
- de la biotite, parfois chloritisée, associée à la hornblende qu'elle semble remplacer,
- du quartz peu abondant, souvent en gouttes dans les amphiboles et les plagioclases,
- et des minéraux accessoires : apatite, sphène.

Les pointements au Nord de Champanet, inclus dans les migmatites, sont formés soit d'une roche de composition dioritique, soit d'une roche mélanocrate constituée essentiellement de grandes amphiboles pœcilitiques et de pyroxènes avec quelques rares plagioclases An 80 %.

Il est fort probable que ces roches représentent d'anciens corps éruptifs basiques et ultrabasiques intrusifs dans la série ancienne et peu transformés lors de la migmatitisation et de l'anatexie. Le quartz, en gouttes dans les amphiboles et les plagioclases du massif de Vernay, fait penser à un début d'assimilation par le granite du Forez, cependant que la cristallisation en gros éléments des roches ultrabasiques et l'absence de schistosité de toutes ces roches suggèrent une mise en place vers la fin de la phase de métamorphisme, mais pas franchement postérieure.

$\gamma^3_m$ ,  $\gamma^3_c$ . **Granite monzonitique de grain variable, à biotite, ou à biotite et cordiérite : granite du Forez.** Ce granite forme environ les deux tiers de la superficie des terrains cristallins dans le cadre de la feuille Montbrison. C'est un granite d'anatexie qui a plus ou moins assimilé les roches préexistantes : migmatite, granite porphyroïde et roches basiques que nous venons de décrire. Il est presque toujours fortement altéré et se présente sous des aspects variés allant du granite lité à nombreuses enclaves au granite franc de grain moyen ou fin, riche en biotite.

La composition minéralogique est la suivante :

- quartz, abondant, xénomorphe, en agrégats de plusieurs individus ;
- orthose et plagioclases (oligoclase An 20 à 28 %), automorphes. L'orthose contient de nombreuses inclusions de plagioclases, de quartz et de micas ;
- biotite, quelquefois un peu de muscovite ;
- accessoirement apatite, zircon, parfois cordiérite et sillimanite.

La composition modale, calculée sur 5 échantillons, donne en moyenne : quartz 30 à 35 % en volume de la roche, biotite 10 à 14 %, feldspaths 50 à 55 % ; mais le rapport feldspath potassique/plagioclases est très variable, allant de 0,34 à 1,2.

La composition chimique moyenne du granite du Forez correspond à un granite calco-alcalin monzonitique.

**Zone à cordiérite** (pointillés rouges). Au Sud de Germagneux, la cordiérite apparaît dans le granite du Forez et dans les migmatites, laissant cependant, vers l'Est, une zone dépourvue de ce minéral le long de la bordure est du granite. La cordiérite se présente soit sous forme de nodules de 2 à 3 centimètres dans lesquels elle est très altérée en produits phylliteux avec quartz, soit en granules souvent automorphes.

**Age du granite du Forez et des migmatites ; mesures géochronologiques.** B. Clavaud et G. Ratsimba ont effectué une série de mesures par la méthode au strontium ajustée par isochrone. L'ensemble de leurs datations porte sur la zone atteinte par la granitisation du type Velay, aboutissant à la formation du granite d'anatexie du Forez.

Les mesures ont été faites sur des gneiss, des migmatites, des mobilisats granitoïdes et des granites variés, prélevés soit sur le territoire de la feuille Montbrison : Fortunières, la Catessone, Roche-en-Forez (Champ), soit sur celui de la feuille voisine Ambert, à proximité de sa limite avec celle de Montbrison.

Ils ont obtenu 3 isochrones :

- l'une, portant sur des granites assez homogènes, du type granite d'anatexie du Forez, donne  $370 \pm 73$  millions d'années ;
- la deuxième, portant sur des gneiss et des migmatites en cours de mobilisation, donne  $407 \pm 39$  M.A. ;
- enfin, une isochrone générale, représentant la zone en évolution vers le granite d'anatexie et ce dernier, donne  $436 \pm 34$  M.A.

En tenant compte des erreurs, ces isochrones ont un recouvrement commun allant de 400 à 440 M.A. et les auteurs attribuent à cette période correspondant au Silurien, le métamorphisme et l'anatexie du Forez.

Un âge plus ancien : 700 M.A. a été trouvé pour des granites porphyroïdes et une pyroxéno-amphibolite de Saint-Bonnet-le-Courreau, pris en enclaves dans le granite du Forez ; ceci semble confirmer les observations pétrographiques et de terrain faites à propos de ces roches.

Notons que l'âge trouvé pour le granite du Forez de la carrière de Fortunières :  $370 \pm 73$  M.A. correspond à peu près à celui du granite du Velay ( $385 \pm 22$  M.A.) calculé en 1971 par M. Vachette, M. Roques et J.P. Couturié.

$\gamma^1$ . **Leucogranite alcalin de grain fin, à muscovite.** Localisé dans l'angle nord-ouest de la feuille, il forme deux importants massifs allongés SE-NW parallèlement à la direction des grandes fractures, accompagnés de quelques petits pointements. C'est un granite de grain généralement fin ; son contact avec le granite du Forez qui l'entoure est variable : parfois on a l'impression d'un passage progressif par diminution du grain

et apparition de la muscovite ; parfois le leucogranite est franchement intrusif dans le granite du Forez qu'il recoupe en filons. C'est un leucogranite alcalin ; il montre au microscope la composition suivante :

- plagioclases dominants, automorphes ; albite 0 à 10 % An ;
- feldspaths potassiques moins abondants : orthose avec parfois un peu de microcline, également automorphes et pœcilitiques ;
- quartz interstitiel ;
- muscovite primaire en belles sections.

Au Sud-Ouest du village de Say, le granite du Forez est traversé par un réseau assez dense de filons de leucogranite et d'aplite qui sont probablement en relation avec le massif de leucogranite  $\gamma^1$  d'Écullieux.

$\gamma^2$ . **Leucogranite calco-alcalin, de grain fin, à biotite et muscovite.** Ce leucogranite diffère des précédents par son gisement et sa composition ; il forme de nombreux pointements ou petits massifs dont les plus importants n'atteignent pas 500 mètres dans leur plus grande dimension, ou des filons recoupant le granite du Forez et les migmatites. Dans la région de Moingt, Lézigneux et Saint-Thomas-la-Garde, les filons presque tous N-S atteignent de grandes dimensions : 1 à 3 kilomètres de long et 100 à 150 mètres de puissance pour les plus importants.

Dans ce granite calco-alcalin, le feldspath potassique est de l'orthose en beaux cristaux subautomorphes, perthitiques ; les plagioclases sont constitués par de l'oligoclase. La biotite peu abondante est accompagnée d'un peu de muscovite ; on trouve accessoirement des aiguilles de rutile dans les cristaux de quartz et un peu d'apatite.

#### ROCHES VOLCANIQUES ET VOLCANO-SÉDIMENTAIRES

Une cinquantaine d'affleurements de roches volcaniques intéressent la partie ouest de la carte, dans un rayon de 10 km autour de la ville de Montbrison. La plupart d'entre eux se sont mis en place sur les monts du Forez, les autres se trouvent dans la plaine de Montbrison (monts d'Uzore, Montverdun) injectés dans les sédiments oligo-miocènes.

**Age du volcanisme.** Peu de données stratigraphiques permettent de dater ce volcanisme ; aussi la chronologie des éruptions est-elle essentiellement établie à l'aide des méthodes paléomagnétique et morphotectonique.

Les éruptions ont vraisemblablement débuté à l'Oligocène moyen ou supérieur. Elles se sont poursuivies au Miocène moyen et se sont terminées au Pliocène. Ce volcanisme est donc à peu près contemporain du volcanisme de même nature de la Limagne et de la Comté d'Auvergne.

**Principaux types d'appareils.** Ce sont essentiellement des dykes et des necks, plus ou moins complexes, en général de faibles dimensions (une dizaine à une centaine de mètres) et seul l'ensemble des monts d'Uzore atteint une longueur de 5 kilomètres.

Tous ces appareils ont une forme circulaire ou ovoïde ; la *prismation*, subverticale au sommet, s'infléchit progressivement à la base pour devenir perpendiculaire aux épontes ; entre les terrains encaissants et la lave elle-même existe le plus souvent une zone bréchique.

On trouve également quelques lambeaux de coulées (mont Semiol, Champ), mais les bases de coulées et les critères de polarité sont souvent difficiles à mettre en évidence.

Des brèches, d'un volume parfois important (Curtieux, Montverdun) attestent du caractère souvent explosif de ce volcanisme. Les quelques gisements de pépérites connus sont localisés dans la plaine.

**Typologie des laves.** Tous les gisements sont constitués de laves basiques alcalines. Ce sont pour l'essentiel des basanites et leurs équivalents cryptomorphes (basanitoïdes,

mandchourites, limburgites), auxquelles s'ajoutent deux gisements de néphélinites (Marcoux, La Guillauche), dont le seul gisement de lave à méililite connu à ce jour dans le Massif Central.

A l'œil nu, toutes les laves sont grises ou gris foncé, avec quelques phénocristaux d'olivine ou de pyroxène, éventuellement quelques très grands cristaux de pyroxène. Les basanites contiennent fréquemment des nodules de péridotites (olivine, bronzite, diopside, spinelle). Quelques affleurements (Fraise, Champ) ont livré des enclaves de roches du socle, notamment des granulites et des norites, appartenant au faciès granulite.

L'origine de ces laves est attribuée à une fusion partielle du manteau supérieur (péridotite à grenat), qui se serait produite à des profondeurs variant de 50 à 100 kilomètres. Les caractéristiques chimiques et structurales des laves laissent supposer une ascension rapide des magmas.

$\beta^1$ . **Basanites.** Ces roches contiennent, dans la plupart des cas, des phénocristaux d'olivine Fo 85 à 90 et de sahlite zonée. Les microlites sont formés par de l'olivine, du clinopyroxène titanifère, du labrador. La titano-magnétite est présente en deux générations. Les xénocristaux sont fréquents, qu'ils proviennent de nodules de péridotites, d'enclaves de roches du socle (quartz *étonné*) ou d'enclaves homogènes (amphibole).

Chimiquement les basanites sont fortement déficitaires en silice. La norme C.I.P.W. fait apparaître de 5 à 20 % de néphéline virtuelle et parfois un peu de leucite.

Seules les paragenèses de fin de cristallisation permettent de distinguer les divers types de basanites.

$\alpha\beta^1$ . **Basanites à analcime.** Elles sont caractérisées par la présence d'analcime et d'anorthose. L'analcime se présente soit en phase interstitielle, soit en ocelles. Le rapport  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  de ces roches varie de 1,16 à 6,17.

$\text{L}\alpha\beta^1$ . **Basanites à leucite.** Elles comportent du feldspath alcalin, de la néphéline et de la leucite en « taches ». Ces roches ont un rapport  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  proche de 1 (1,43 à 1,55).

$\nu\beta^1$ . **Basanitoïdes.** Dans ces roches, la phase interstitielle n'a pas cristallisé et un verre brun-rouge englobe tous les autres minéraux. Le pourcentage du verre est très variable (moins de 1 % à 5 %). Chimiquement les basanitoïdes ne se distinguent pas des laves à analcime ou à leucite.

$\nu\alpha\beta^1$ . **Limburgites et mandchourites.** Les limburgites ne contiennent que de l'olivine Fo 80 en phénocristaux et des microlites de pyroxène alumineux ( $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,58$ ) dans un verre brun. Les mandchourites contiennent en plus des micro-phénocristaux d'analcime automorphes.

$\beta_0$ . **Néphélinites (à méililite et häüyne).** Ces roches rares en France sont caractérisées par l'absence de feldspath.

Les échantillons de Marcoux et de La Guillauche montrent des phénocristaux d'olivine Fo 85, des microlites de pyroxène titanifère et faiblement alumineux ( $\text{Al}_2\text{O}_3 = 6,99$ ) et de la néphéline. On trouve également des minéraux exceptionnels : méililite, pérowskite, häüyne. Chimiquement ces roches présentent des teneurs en  $\text{SiO}_2$  faibles (36,42 à 38,10 %) et de fortes teneurs en calcium (13,85 à 15,46 %). Ceci se traduit, dans la norme C.I.P.W., par l'apparition d'ortho-silicate de calcium.

$\beta_r\beta$ . **Brèches d'explosion (porcelanites).** Elles sont fréquentes et forment parfois des massifs d'un volume important : à Curtieux, par exemple, les affleurements, répartis sur une centaine de mètres de longueur, ont plus de trente mètres de hauteur. Elles sont formées par des blocs de roches du socle ou de niveaux sédimentaires, mêlés à des morceaux de lave, le tout emballé dans une matrice scoriacée rougeâtre ou grisâtre.

prβ. **Pépérites.** Elles ont fréquemment le faciès poivré mais peuvent être plus grossières voire bréchiqes. Parmi les gisements les plus typiques, citons ceux de Montrond-les-Bains et de Boisset-lès-Montrond.

**Note sur le Viséen supérieur volcanique figurant sur la carte à 1/80 000, n° 167, Montbrison (2ème édition).** Sur cette carte, dans la région située entre Marcoux et Prélion (angle nord-ouest de la feuille à 1/50 000), on remarque une formation entièrement entourée par des failles et notée  $\nu^1$  hiv : Viséen supérieur volcanique...

En fait, toutes les roches de la zone Marcoux-Prélion sont très mylonitisées et peu reconnaissables ; bien que la plupart d'entre elles semblent dériver des granites, deux échantillons prélevés au Nord de Jomard montrent au microscope, malgré la forte cataclase, des caractères qui pourraient faire penser pour l'un à une rhyolite (quartz d'aspect rhyolitique) et pour l'autre à une roche pyroclastique (petits éléments d'aspect clastique).

Il est donc possible qu'il y ait effectivement un petit lambeau de roches volcaniques dans cette région ; cependant, étant donné l'incertitude qui subsiste, nous avons jugé préférable de ne rien porter sur la carte à 1/50 000, le doute sur cette question pourra vraisemblablement être levé lors de l'élaboration de la feuille Feurs.

## TERRAINS SÉDIMENTAIRES

### Formations tertiaires

**Remarques sur la subdivision des formations tertiaires.** Les affleurements naturels sont très rares dans la plaine du Forez, mis à part ceux de la bordure occidentale et ceux des berges de la Loire. Pour la cartographie des formations tertiaires, on a dû s'inspirer des travaux du Commissariat à l'énergie atomique (Duclos, 1967), qui ont consisté en de nombreux sondages à la tarière à un mètre de profondeur (8500 pour toute la plaine) et en de nombreux sondages plus ou moins profonds (jusqu'à 260 m) ; ces derniers, malheureusement, sont tous localisés dans un secteur très restreint de la plaine (Grézieux-le-Fromental, Chalais-le-Comtal). De ce fait, il est encore difficile de subdiviser les formations tertiaires par ailleurs monotones et peu différenciées.

Duclos (1967) a conservé la subdivision du Tertiaire en quatre *étages* due à Le Verrier (1888-1890). Larqué et Schuler ont fait l'étude géochimique, minéralogique et palynologique d'échantillons de sondages du C.E.A., principalement du sondage 3017 (720-3-61), le plus profond (ce sondage a atteint 300 mètres ; incliné à 30°, sa profondeur réelle en projection verticale est d'environ 260 m). Ces auteurs proposent un découpage différent ; ils distinguent une *première séquence* comprenant le *1er étage* et la moitié inférieure du *2ème étage*, et une *deuxième séquence*, marquée par la disparition des carbonates et la réapparition des détritiques grossiers, comprenant la moitié supérieure du *2ème étage*, le *3ème étage* et la base, encore détritique, du *4ème étage*. La limite entre les deux séquences se situe à 142 m (en profondeur verticale) dans le sondage 3017. La plus grande partie du *4ème étage*, non traversée par les sondages étudiés par Larqué et Schuler, bien caractérisée (Marnes vertes) constituerait une *troisième séquence*.

Cette modification proposée par Larqué et Schuler n'a pas pu être traduite sur la carte, n'étant acquise que ponctuellement en sondages. Les limites établies par Duclos grâce à de nombreux sondages à la tarière ont dû être maintenues en raison de la rareté des affleurements.

(g-m)<sup>1</sup>. **Formations du 1er étage de Le Verrier et Duclos, ou étage des Sables feldspathiques** (plus de 300 m). On peut reconnaître plusieurs faciès.

**Conglomérats de bordure.** Le long de la bordure occidentale de la plaine, entre Montbrison et Marcoux, les formations tertiaires reposent en contact normal sur le

socle ancien et débutent par un conglomérat visible en particulier, sur une longueur de plusieurs dizaines de mètres, dans le talus de la route de Pralong à Say. C'est un conglomérat hétérométrique ; ses éléments, plus ou moins roulés, atteignent souvent 50 cm, parfois même 1 m dans leur plus grande dimension. Ils sont constitués, pour l'essentiel, par des granites de consistance très variable (les plus altérés sont les plus riches en biotite) et par du quartz. La matrice est sablo-graveleuse, plus ou moins argileuse, rubéfiée. L'épaisseur de cette formation atteindrait 50 mètres.

Tomas (p. 60) et Etlicher (p. 110 et 136) dissocient ce conglomérat des formations oligocènes du *1er étage* et en font une formation plus récente. Leur argument principal semble être la présence de galets de *basalte*. Mais la chronologie des éruptions volcaniques n'est pas établie avec suffisamment de certitude pour pouvoir servir aux datations relatives. Il pourrait d'ailleurs s'agir non pas de basalte tertiaire, mais de roches d'aspect comparable d'âge primaire. L'altération profonde de ces galets empêche leur détermination exacte.

Ces conglomérats passent progressivement à des sables argileux et argiles graveleuses rouges (Pralong). Ces deux formations ne peuvent être dissociées, comme il est possible de le constater dans la carrière de Curtieux, au Nord-Ouest de Montbrison.

*Sables argileux et argiles graveleuses rouges* avec rares intercalations grossières à galets pouvant atteindre 10 centimètres. Ce faciès constitue l'essentiel du *1er étage*. En bordure de la plaine, où le relief est encore assez prononcé, cette formation prend un aspect de *badlands* : elle est creusée de ravins profonds aux parois ravinées, appelés localement *crases*. Les plus typiques sont celles du ruisseau de Curtieux à 500 m en aval du hameau du même nom. Selon Tomas (p. 91), ce sont des formes d'érosion anthropique, dues aux déboisements anciens. Elles sont actuellement à peu près stabilisées et envahies par la végétation.

Des niveaux d'argiles rouges, cohérentes, très peu graveleuses (rares quartz) sont utilisés pour la fabrication des tuiles et des briques (carrière au Sud-Est de Marcilly-le-Châtel).

*Marnes et calcaires*. Le sommet du *1er étage* comporte des niveaux marneux, et même de petits bancs calcaires ou dolomitiques, principalement dans la partie méridionale de la feuille, à l'Est de Savigneux et au Nord de Sury-le-Comtal. La présence d'ancime suggère une activité volcanique contemporaine (Larqué).

Dans la fraction argileuse des formations du *1er étage*, la kaolinite est prédominante à la base. En montant dans la série, elle est remplacée par l'illite et la montmorillonite. La première doit être d'origine détritique. La seconde semble liée aux carbonates du sommet de l'*étage* ; elle pourrait être issue, au moins en partie, de la transformation de produits pyroclastiques, ou de la transformation de l'ancime, lui-même d'origine volcanique (Larqué).

Sur la bordure orientale de la plaine, les formations tertiaires sont peu visibles. On retrouve des faciès analogues à ceux du *1er étage*. En raison de la dissymétrie de la plaine et de la lacune d'observation due au recouvrement par les alluvions anciennes de la Loire, il est impossible de savoir si ces formations de bordure sont bien l'équivalent du *1er étage*, s'il s'agit d'un faciès du *4ème étage* ayant débordé les *étages* inférieurs vers l'Est, ou encore si elles constituent une formation compréhensive. Une notation spéciale, indifférenciée, g-m, leur a donc été attribuée (voir plus loin).

(g-m)<sup>2</sup>. Formations du *2ème étage* de Le Verrier et Duclos, ou *étage des Grès de Veauche* (environ 150 m). Cet *étage* commence par un niveau d'argile. Puis la sédimentation carbonatée reprend, avec de petits épisodes sableux. C'est dans un banc calcaire de cette formation qu'aurait été récolté *Potamides lamarcki* dans le secteur de Veauche-Saint-Cyprien (Le Verrier).

Aux niveaux précédents, succède assez brusquement une formation détritique, les Grès de Veauche, représentés principalement dans le Sud-Est de la feuille. Ils étaient bien visibles, avant la réalisation des travaux de soutènement, dans le talus de la route

D 54, descendant de Veauche à la Loire. Ces grès sont assez grossiers en général, plus ou moins consolidés, blancs à beige. Un faciès comparable, protégé de l'érosion par les formations volcaniques, subsiste dans les monts d'Uzore, en particulier dans des carrières abandonnées de coordonnées :  $x = 735,60$  ;  $y = 78,00$  et  $x = 735,45$  ;  $y = 76,575$ . Ce sont des sables blancs à graviers et galets pouvant atteindre 5 centimètres.

Ces Grès de Veauche passent latéralement à des sables argileux et à des argiles sableuses, rouges ou verts, peu différents du faciès prédominant du *1er étage*. Des argiles plastiques terminent le *2ème étage*.

Dans sa partie inférieure, les minéraux argileux sont les mêmes que dans le *1er étage*. L'alcime disparaît progressivement. Avec l'arrivée des éléments détritiques grossiers des Grès de Veauche, la montmorillonite devient prédominante (Larqué) ; elle doit avoir une origine détritique. Il faut noter la présence de cristobalite, provenant vraisemblablement de l'évolution de verres volcaniques.

(g-m)<sup>3</sup>. **Formations du 3ème étage de Le Verrier et Duclos, ou étages des Sables quartzeux** (50 m). Ce sont des sables quartzeux, fins, beige, des sables argileux et des argiles sableuses. Ils forment en particulier la colline de Chambéon. Ils sont peu cohérents, rarement visibles ; les affleurements artificiels disparaissent rapidement. Les grains sont plus usés, mieux calibrés que dans les *étages* précédents ; les feldspaths sont plus rares. Cet *étage* augmente d'épaisseur en allant vers le Nord ; ils se terminerait par une exondation et un nivellement (Duclos).

(g-m)<sup>4</sup>. **Formations du 4ème étage de Le Verrier et Duclos, ou étage des Marnes vertes** (180 m au sondage de Montrond). Une quinzaine de mètres de sables, d'argiles sableuses et d'argiles font la transition avec l'*étage* précédent. Mais, au-dessus, des argiles vertes, grises ou marron, épaisses et homogènes, constituent tout le reste du *4ème étage*. Elles sont plastiques ou feuilletées, parfois calcaires. On peut les observer dans les berges de la Loire et dans la tranchée du chemin de fer, au Nord du château de Montrond. Elles ont été reconnues dans les sondages carottés du secteur de l'Hôpital-le-Grand (sondages 7-62 à 7-73) mais ne semblent pas atteindre la bordure orientale de la plaine ; on ne sait pas, faute de sondages, si elles disparaissent par faille ou par variation de faciès.

Ces argiles ont fourni des Ostracodes (indéterminables) à Montrond et dans les sondages 7-63, 7-66, 7-68 à 73, des oogones de Characées dans les sondages 7-66 (très abondants à 6 m de profondeur) et 7-63 (à 4 m et à 10 m). Il s'y intercale des niveaux riches en gypse (sondage 7-63 à 4 m) ou en pyrite (sondage 7-68 à 7,50 m), des petits bancs de dolomie compacte, par exemple à Saint-Laurent-la-Conche sous l'église (renseignement de F. Tomas), au confluent de la Toranche (dolomite, 44 % ; calcite, 12 %) et à l'Hôpital-le-Grand ( $x = 745,10$  ;  $y = 67,95$  ; dolomite, 47 % , calcite, 10 % et dendrites de sels de manganèse). L'alcime (d'origine volcanique) réapparaît (Larqué), ce qui concorde avec la présence de pépérites à Montrond-les-Bains et à Boisset-lès-Montrond.

A noter que les géologues du C.E.A. ont étendu le terme de *fromental*, qui, à l'origine, désignait un sol, à ces argiles et marnes vertes, à la base desquelles se trouvent des imprégnations de minéral d'uranium (indices de Grézieux-le-Fromental).

**g-m. Oligo-Miocène indifférencié. Formations de la bordure orientale. Argiles, sables et conglomérats.** Les formations tertiaires de la bordure orientale de la plaine sont rarement visibles.

A la sortie de Valeille, dans le talus de la route D 18, un arrachement montre des sables et graviers roux, plus ou moins argileux, finement lités. A Saint-Cyr-les-Vignes ( $x = 752,8$  ;  $y = 77$ ), on observe un conglomérat à matrice calcaire. Au Sud de Saint-Cyr, les formations tertiaires ne sont plus guère visibles sauf dans les berges de la Coise. Elles semblent avoir été atteintes dans les sondages 8-18 et 8-19. Le premier a rencontré des sables jaunes de 2,50 à 13,50 m, puis des graviers et galets de 13,50 à

19 mètres. Le second a traversé les mêmes formations de 1 à 7 m d'une part et de 7 à 12 m d'autre part. Elles reposent sur une argile rouge, dure et compacte. Les sables jaunes semblent être d'âge tertiaire. Le sondage 8-3 montre une alternance de couches de sables, graviers et galets et de couches d'argiles sableuses jusqu'à 12,50 mètres. Une partie au moins de cet ensemble doit être rattachée au Tertiaire.

Étant donné l'éventualité de faciès détritiques dans le Tertiaire de la bordure orientale de la plaine, il est difficile, sur les coupes de sondages, de distinguer avec certitude ce qui revient au Quaternaire alluvial.

Dans l'état actuel des connaissances, il est malaisé de faire des corrélations entre les formations de cette bordure orientale et celles du reste de la plaine.

**Formation calcaire de Soleillant.** La carte à 1/80 000 (1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> éditions) indique à Soleillant (commune de Valeille) un lambeau de calcaire reposant directement sur le cristallin à l'Est de la faille qui limite la plaine actuellement (four à chaux). Plusieurs géologues et géographes s'étant interrogés sur ce lambeau ou même ayant mis en doute son existence (Tomas, p. 71), quelques développements sont nécessaires.

Tout d'abord il faut remettre la faille à sa vraie place ; elle passe en réalité nettement plus à l'Est que l'indique la carte à 1/80 000, et non pas à l'Ouest mais à l'Est de l'emplacement du lambeau calcaire présumé. En conséquence, le schéma de B. du Roselle, inspiré de la carte à 1/80 000, n'est pas valable, ni les conclusions qu'il en déduit au point de vue tectonique.

Les ruines du four à chaux ont été retrouvées au bord du ruisseau de Soleillant au point de coordonnées  $x = 753,25$  et  $y = 81,525$  (Bouiller). D'où provenait le calcaire utilisé ? Sûrement pas du socle : s'il existe, au Nord dans la région de Néronde, d'anciens fours à chaux ayant utilisé des calcaires d'âge primaire, à Soleillant, le socle anté-tertiaire est exclusivement granitique. Ou bien ce calcaire est normalement intercalé dans la série tertiaire (rappelons qu'il existe des niveaux calcaires dans les *1<sup>er</sup>* et *4<sup>ème</sup>* étages) ou, plutôt, il provient d'une formation quaternaire très localisée et à peu près détruite par l'exploitation (c'est pourquoi on n'a pas pu la figurer sur la carte) : dépôt de source lié à la faille toute proche.

**Remarques sur la datation des formations tertiaires.** La faune de ces formations entièrement continentales est très pauvre et peu caractéristique :

- Ostracodes, déjà signalés par Gruner à Montrond sous le nom de *Cypris faba* ;
- *Potamides lamarcki*, très déformés, à Saint-Cyprien (récolte Mayençon et détermination Douvillé, citées par Le Verrier). Non retrouvés. A noter que cette espèce a été signalée aussi bien dans l'Aquitainien que dans le Stampien de France et de Belgique (H. Alimen, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1948, p. 97-114).

Le Verrier attribue le *1<sup>er</sup> étage* au Tongrien et les trois autres à l'Aquitainien. P. Bout (feuille Montbrison à 1/80 000, 2<sup>ème</sup> édition) attribue le *1<sup>er</sup> étage* au Sannoisien ou au Stampien, les trois autres étant encore d'âge stampien, par comparaison avec la grande Limagne. Bobier et Glangeaud considèrent comme acquis l'âge oligocène des formations tertiaires et utilisent « le repère précieux constitué par les niveaux oligocènes » pour dater les basaltes : « l'âge de ces éruptions a été d'abord déterminé par leurs relations avec les surfaces d'érosion du Forez et les dépôts de la plaine de Montbrison ». Duclos, conservant les quatre *étages* de Le Verrier, attribue le premier ainsi que la base du deuxième au Stampien, la partie supérieure du deuxième à l'Aquitainien, les troisième et quatrième au Miocène probable. Mais quelle est son argumentation, par exemple pour dater de l'Aquitainien les Grès de Veauche ? C'est qu'aux monts d'Uzore ils sont traversés par des basaltes avec formation de pépérites et que Bobier et Glangeaud ont attribué un âge oligocène supérieur à ces basaltes (Duclos, p. 54 et 74).

C'est une augmentation fautive : Bobier et Glangeaud datent les éruptions volcaniques par les sédiments tertiaires associés (pépérites) et inversement Duclos date

les sédiments par leurs rapports avec les basaltes. Tomas aussi (p. 64) tombe dans ce cercle vicieux quand il cite les datations de Bobier et Glangeaud.

Il faut noter que Duclos suit Bobier et Glangeaud pour les basaltes des monts d'Uzore, mais qu'il s'en écarte pour les pépérites de Montrond. Selon Bobier et Glangeaud (p. 875), ces pépérites, « interstratifiées dans l'Oligocène » démontrent l'existence d'un « volcanisme oligocène supérieur ». Mais Duclos place ces pépérites dans le Miocène probable.

Il faut noter encore que la contemporanéité des pépérites et des sédiments où elles se forment vient d'être remise en cause par P. Bout, que l'utilisation des surfaces d'érosion semble bien aléatoire ; généralement admise par les géographes, elle est mise en doute par quelques uns d'entre eux (Tomas, p. 96) ; enfin l'utilisation du paléomagnétisme semble bien délicate, à cause des renversements de l'inclinaison magnétique.

Les études les plus récentes n'ont guère précisé les datations. Les échantillons des sondages 7-62 à 7-73, profonds d'une dizaine de mètres n'ont fourni que des Ostracodes indéterminables et des Characées, mais pas de pollens. Larqué et Schuler ont étudié les Ostracodes et les pollens des sondages plus profonds du C.E.A. Sur 125 échantillons, 35 seulement se sont révélés suffisamment riches en pollens (le 3ème étage est stérile). Il y a peu de pollens caractéristiques. « Il ne sera donc pas possible du point de vue palynologique d'attribuer un âge précis à ces formations. Nous pouvons supposer que ces sondages traversent des séries appartenant au Tertiaire II, c'est-à-dire l'Oligocène supérieur et le Miocène inférieur », conclut M. Schuler.

La coupure majeure entre la première et la deuxième séquence (donc au milieu du 2ème étage de Duclos) pourrait correspondre à la limite de l'Oligocène et du Miocène (Schuler et Sittler). Cependant l'étude des Ostracodes donne un résultat un peu divergent : *Heterocypris parva* du Miocène inférieur du bassin de Mayence est fréquent dans tout le sondage 3017 (720-3-61). La première séquence elle-même pourrait donc être au moins en partie miocène. On ne peut donc même pas placer avec certitude la limite entre l'Oligocène et le Miocène. Dans l'état actuel des connaissances, il faut se contenter d'attribuer un âge oligo-miocène à ce Tertiaire du Forez.

#### FORMATIONS SUPERFICIELLES ET QUATERNAIRES

**Remarque.** Les assises tertiaires n'affleurent que d'une manière exceptionnelle ; le plus souvent, elles sont masquées par des formations superficielles. Ce recouvrement n'est pas représenté dans la partie centrale de la feuille, en raison de sa faible épaisseur et de son étroite parenté avec le substrat.

**K. Complexe de formations superficielles et alluviales de la bordure orientale de la plaine du Forez. Matériaux fins remaniés essentiellement de sables et d'argiles tertiaires et reposant soit sur ces derniers, soit sur d'anciennes alluvions grossières non délimitées.** La stratigraphie et la géométrie des formations qui constituent la bordure orientale de la plaine du Forez, formations tertiaires ou formations superficielles (*sensu lato*) sont encore très mal connues.

La 1ère édition de la carte à 1/80 000 (Le Verrier) intègre dans un même ensemble a1 toutes les formations superficielles de ce secteur. La notice explicative précise qu'elles se composent d'alluvions anciennes apportées par les affluents de la Loire, mais aussi d'argile provenant du remaniement des formations tertiaires. La 2ème édition de cette carte ne parle plus que d'alluvions anciennes a1a, « terrasse de 10-18 m » selon Chaput, sans précisions sur leur faciès. Sans doute ce regroupement n'est-il fondé que sur des critères altimétriques et morphologiques qui ont conduit à rattacher à un même stade d'évolution les alluvions grossières de la rive gauche (Fy) et le recouvrement fin de la bordure orientale. Il fallait signaler l'ambiguïté de ce terme global d'alluvions tel qu'il est employé dans cette 2ème édition.

La carte à 1/100 000 de Duclos fait abstraction des formations superficielles (*sensu lato*) pour représenter le substrat tertiaire qui aurait été atteint une fois sur trois par les sondages à la tarière du C.E.A., pourtant limités à un mètre de profondeur (Duclos, p. 35). Mais dans une certaine mesure, le Tertiaire a été confondu avec le recouvrement fin qui en dérive, comme le prouve la récente découverte d'alluvions grossières intercalées entre le Tertiaire sûr et ce recouvrement dont l'âge tertiaire est évidemment exclu quand il est superposé à des alluvions anciennes.

En effet, à l'occasion du remembrement, une carrière fut ouverte au point de coordonnées  $x = 750,10$  et  $y = 76,70$ . Elle est signalée par Tomas (p. 77) et Le Griel (p. 90) qui l'appellent carrière de Magneux-le-Gabion. Mais ce hameau de Magneux est situé sur la commune de Saint-Laurent-la-Conche, alors que la carrière est sur la commune de Saint-Cyr-les-Vignes, près du hameau de la Liègue. Il semble donc préférable de l'appeler *carrière de la Liègue*. Elle est déjà abandonnée et inondée. On voit encore des déblais de sables, graviers et galets (granite, basalte). Sous un recouvrement de matériau fin ne dépassant pas un mètre, l'épaisseur de la couche alluviale serait d'environ 4 mètres. Au fond, l'exploitation aurait atteint des « lauses » qui doivent représenter le *4ème étage*.

L'extension des alluvions mises en évidence dans cette carrière reste indéterminée. Il existe quelques sondages ayant traversé ce complexe K, mais ils sont localisés aux environs de Montrond-les-Bains, de part et d'autre du ruisseau de l'Anzieux que l'on pourrait croire responsable de l'alluvionnement. L'épaisseur du Quaternaire y varie de 2,80 à 12 mètres (?). Des sondages électriques ont été réalisés. Leur interprétation basée sur les contrastes de résistivité entre le Tertiaire et le Quaternaire est délicate et incertaine à cause de la teneur en argile non négligeable du Quaternaire.

En conclusion, la représentation de ce secteur de la rive droite de la Loire adoptée sur cette carte, différente de celles adoptées sur les cartes précédentes, n'est encore que schématique et hypothétique. Il est possible de distinguer :

1 - Un épandage fin, sablo-argileux (*terres à pisé*) au sein duquel se développe localement un alios ou *mâchefer*.

2 - Des cailloutis localisés et de faible épaisseur (apport du socle).

3 - Des alluvions mises en évidence dans la carrière de la Liègue (apport de la Loire, puisque contenant des galets de basalte).

L'insuffisance des renseignements n'a pas permis de définir de manière plus précise l'épaisseur de l'épandage superficiel et des alluvions, ni l'extension des alluvions, ni leur âge (Fx ou Fy), ni enfin les relations de ces formations entre elles et avec le substrat tertiaire. C'est pourquoi ces formations ont été regroupées en *complexe cartographique*.

**Rf. Résidus d'anciennes alluvions indifférenciées, en partie antérieures à Fx. Cailloutis.** Ils se composent principalement de fragments de quartz anguleux ou plus ou moins roulés, épars à la surface du sol. Ils représentent le résidu d'alluvions Fy ou Fx ailleurs bien développées, mais aussi d'alluvions plus anciennes non conservées autrement. Étant donné la dispersion des placages, il n'est guère possible de les différencier et de les dater même relativement les uns par rapport aux autres. Au niveau antérieur à Fx, il faut rattacher tout au moins le placage qui domine Chambéon au lieu-dit *Les Pierres* à l'altitude de 385 mètres.

**Fx. Alluvions anciennes du deuxième palier de la plaine du Forez. Graviers, sables.** Sur la rive droite de la Loire, ces alluvions s'étalent largement de Bouthéon à Cuzieu. Elles dominent le lit de la Loire d'environ 35 m et l'altitude de leur surface supérieure décroît du Sud vers le Nord de 398 à 377 mètres. Elles comportent des galets de granite plus ou moins altéré, de basalte et de quartz. Elles sont d'épaisseur variable : pas plus de 1,50 m selon Gruner dans la tranchée du chemin de fer près de Veauche, mais 6,30 m dans le sondage 720-8-58 au Sud de Veauche. Elles ne sont pas exploitées. On ignore dans quelle mesure les alluvions traversées en sondages dans la région de Montrond se rattachent à Fx (*cf.* chapitre K).

**Fy. Alluvions anciennes du premier palier de la plaine du Forez. Graviers, sables.** Ces alluvions sont bien développées principalement sur la rive gauche de la Loire, en amont de Montrond-les-Bains, et sur la rive droite en aval de ce bourg, mais, dans ce deuxième secteur, leurs rapports avec le complexe K sont encore mal connus. Elles dominent la Loire d'environ 15 m en amont de Montrond, un peu moins en aval et l'altitude de leur surface supérieure décroît de 375 à 340 mètres. Leur composition est comparable à celle des alluvions Fx. Sept sondages les ont traversées sur la rive gauche de la Loire au Sud de Boisset-lès-Montrond : leur épaisseur y varie de 1,50 à 8 m (?). En excluant ces chiffres extrêmes, l'épaisseur moyenne donnée par les cinq autres sondages est de 3,70 mètres. Elles sont rarement exploitées (deux carrières à Veauchette). Ce niveau existe également dans les vallées de la Coise et du Lignon.

**Fz1. Alluvions récentes des chambons de la Loire (apports antérieurs aux endiguements). Limons, sables, graviers.** Leur épaisseur, donnée par six sondages, est de 4 à 6 mètres. Elles comportent soit des sables, des graviers et des galets, soit des limons fertiles, cultivés, appelés *chambons*. Le sondage 8-60, à l'Ouest de Cuzieu, a traversé de l'argile tourbeuse et de la tourbe de 0 à 2,50 mètres.

On peut s'interroger sur la signification des trois lieux-dits *Les Vorzes* ou *Vorzillière* à la limite du Fz1 et du Fz2 (à Magneux-Haute-Rive, à Rivas et à Craintilleux). En fait leur signification n'est pas morphologique, ni pédologique. Ce terme local évoque simplement la présence (actuelle ou ancienne) d'une oseraie.

**Fz2. Alluvions actuelles et récentes du lit endigué de la Loire. Sables, graviers.** Le lit majeur de la Loire est actuellement stabilisé par des digues. Ces alluvions sont riches en éléments basaltiques. Les anciens méandres ou bras de la Loire ont été indiqués dans la mesure où les nombreuses gravières, abandonnées ou actives, n'empêchent pas de reconstituer la topographie originelle. Ces anciens méandres sont appelés localement *gourds*, par exemple « le Gourd jaune » à Magneux-Haute-Rive. La Coise emprunte dans la partie aval de son cours un lit de la Loire qui ne fonctionne plus que d'une façon intermittente. Au Sud, l'ancien bras de Bouthéon est indiqué comme actif sur le cadastre de 1806 (Tomas, *Revue géogr. Lyon*, 1963, p. 134).

**Fz. Alluvions actuelles et récentes des affluents de la Loire. Sables, graviers.** Au confluent de la Mare et de la Curaize, plusieurs sondages carottés ont traversé ces alluvions sur 7,50 m d'épaisseur. C'est une alternance de niveaux à graviers et galets et de niveaux plus fins, sableux ou parfois franchement argileux et tourbeux.

**CFz. Association des colluvions et d'alluvions récentes et actuelles. Sables, limons, argiles.** Au Nord de Montbrison, s'étend une vaste zone déprimée, à l'hydrographie confuse, représentant probablement une ancienne vallée du Vizézy. Elle est remplie de formations alluviales et colluviales peu grossières, limons, sables et petits graviers, assez argileux et très micacés, avec quelques bancs d'argile. L'épaisseur de cette formation n'est pas connue avec certitude, car la limite avec le substrat tertiaire, lui-même argilo-graveleux, est indéfinie dans les coupes de sondages.

Une zone présentant les mêmes caractères est située dans une dépression correspondant aux basses vallées de la Toranche et du Garollet.

**Eβ. Éboulis à éléments de basalte :** au pied des pointements volcaniques (monts d'Uzore, Montverdun, Saint-Romain-le-Puy).

**X. Dépôts et remblais anthropiques.** Les déblais de la carrière de Bellegarde-en-Forez ont été utilisés pour remblayer et aplanir la vallée de l'Anzieux à l'aplomb de la carrière.

**Formations liées à l'érosion anthropique.** Pour mémoire, l'attention est attirée sur l'importance que peuvent prendre des accumulations liées à l'érosion anthropique des formations superficielles et des sols. Cette érosion a longtemps été favorisée par les conditions de l'ancienne agriculture et des défrichements intempestifs. Aux XVII,

XVIII et XIXème siècles, de nombreux textes évoquent ses ravages immédiats et ses conséquences lointaines dans les monts du Forez, en particulier dans les formations d'altération. Les terres de Lézigneux et de Verrières-en-Forez sont souvent « ruinées par les ravines d'eaux ».

Marcoux se plaint de ses « terres légères que les ravines... entraînent toutes les fois qu'il pleut fort, ce qui ne laisse que le gort ». En juin 1686, les terres de Châtelneuf sont « creusées jusques au rocher » (Arch. dép. Rhône). A Saint-Bonnet-le-Courreau, les défrichements entrepris en particulier lors de la Révolution sont rendus responsables d'une érosion catastrophique : « les terrains élevés, dépouillés des racines qui les soutenaient sont fouillés par les pluies et les neiges » (Prost, Notice historique sur la commune de Saint-Bonnet-le-Courreau, 1864). Fréquents et intenses, ces processus se traduisent par des apports notables que l'échelle de la carte ne permet cependant pas d'individualiser.

## REMARQUES STRUCTURALES ET TECTONIQUES

**La plaine du Forez**, telle qu'elle se présente actuellement, est nettement dissymétrique. Selon Le Verrier, la partie la plus profonde du bassin est située vers Saint-Laurent-la-Conche, ce qui est confirmé par les études géophysiques, donc nettement plus près de la bordure orientale que de la bordure occidentale.

*La structure de la bordure orientale* de la plaine est encore mal connue. Deux théories sont en présence :

1 - Ou bien le bassin tertiaire se prolongeait plus ou moins loin vers l'Est sur l'emplacement actuel des monts du Lyonnais ; les sédiments du compartiment surélevé par la faille qui limite la plaine actuellement auraient été enlevés par l'érosion. Dans cette hypothèse, la faille serait donc postérieure à la sédimentation et la dissymétrie actuelle de la plaine ne serait pas originelle. C'est la théorie de Le Verrier, reprise par Duclos (p. 66, 69, 74) ; ce qui n'empêche pas ce dernier d'indiquer à proximité de la faille un *faciès de bordure*.

2 - Ou bien la faille qui limite la plaine actuellement serait contemporaine de la sédimentation tertiaire qui n'aurait pas dépassé, ou peu, le relief créé par cette faille.

Dans l'état actuel des connaissances, la deuxième hypothèse semble la plus vraisemblable, car l'argument, avancé par Le Verrier, de la présence de lambeaux de formations tertiaires dans les monts du Lyonnais ne semble pas valable : il s'agirait en réalité de formations résiduelles quaternaires (Tomas, p. 73).

Si le relief de la faille s'atténue au Nord de la Loise (sur la feuille Feurs), il est bien net entre la Loise et Valeille, ainsi que dans les secteurs de Bellegarde-en-Forez et de Saint-Galmier.

La faille-limite peut se dédoubler avec formation de panneaux intermédiaires comme à Saint-Cyr-les-Vignes et surtout à Saint-Galmier. L'existence du panneau de Saint-Galmier, indiqué par la carte à 1/80 000, est confirmée par les sondages et les études géophysiques. Le sondage 8-73 a atteint le granite dès 58,80 m, le sondage 8-74 l'a atteint à 127,70 m et le toit du granite n'est encore qu'à 300 m de profondeur à 1500 m à l'Ouest de la faille principale selon les études géophysiques. Le sondage 8-73 est situé dans le panneau intermédiaire et le rejet de la faille annexe qui limite ce panneau à l'Ouest est évalué à 60 ou 80 mètres. Dans ce panneau il a été indiqué du granite affleurant, d'après la carte à 1/80 000 ; il n'est, semble-t-il, plus visible, mais sa présence est très plausible, le toit du granite étant assez incliné entre les deux failles.

La valeur du rejet de la faille principale est de 100 m au minimum, valeur à laquelle il faut ajouter l'épaisseur inconnue de granite enlevée par l'érosion. Mais le chiffre de 500 m indiqué par Duclos (p. 66) en raison d'une localisation erronée de l'ancien sondage de Saint-Galmier est sans doute nettement exagérée. En effet le sondage dit de

Saint-Galmier (8-87), qui a traversé 370 m de formations tertiaires sans en sortir, n'est pas, comme l'indique Duclos sur sa carte, à Saint-Galmier même, tout près de la faille principale, mais en réalité près de la gare de Saint-Galmier, c'est-à-dire sur la commune de Veauche, à 2 km à l'Ouest de la faille (Le Verrier, 1890, p. 8 ; Gras, p. 103). Son emplacement a été englobé dans le terrain de la verrerie de Veauche et nivelé.

A l'Ouest de Bouthéon et de Cuzieu, une faille de direction N-S, déjà supposée par Le Verrier, totalement masquée par les alluvions de la Loire, relève les Grès de Veauche. Elle pourrait se prolonger au Nord de Cuzieu, passant entre Montrond et Saint-André-le-Puy, séparant le 4ème étage et les formations de bordure et accélérant la remontée des couches vers l'Est.

Les failles du centre de la plaine ont été tracées d'après les travaux du C.E.A. Elles ont été mises en évidence principalement à partir de la répartition des minéralisations, des anomalies géochimiques et des radioactivités (Duclos, p. 58). Mais cette méthode n'indique pas, semble-t-il, l'importance du rejet des failles ainsi décelées. La faille de la Mare qui a dû orienter le tracé de cette rivière est jalonnée par de nombreuses résurgences gazeuses (Duclos, p. 26), par les pointements pépéritiques de Boisset et de Montrond et par la source de Montrond.

La bordure occidentale de la plaine a une structure apparemment tout à fait différente de celle de la bordure orientale. En effet les formations tertiaires plus ou moins redressées reposent le plus souvent normalement sur le socle, tout au moins au Nord de Montbrison. Mais au Sud de cette ville, le socle affleurant est limité par un talus rectiligne assez net qui est dû à un contact faillé avec les formations tertiaires. Cette faille pourrait se prolonger vers le Nord comme le suppose la carte à 1/80 000, mais elle n'est pas repérable dans les formations tertiaires qui ont nettement débordé vers l'Ouest son tracé hypothétique jalonné par plusieurs pointements volcaniques. En tout cas le rôle de cette faille est nettement moins important que celui de la faille de la bordure orientale.

Les monts du Forez forment un horst bordé par deux fossés d'effondrement dans lesquels se sont déposés les sédiments des plaines de Montbrison et d'Ambert. Ce horst est découpé dans son ensemble par deux systèmes de fractures : l'un de direction NW-SE prédomine dans la partie septentrionale du massif qu'il découpe en une série de blocs suivant cette orientation ; l'autre de direction N-S est marqué surtout dans la partie méridionale par des accidents importants tels que les failles bordières de la plaine d'Ambert.

Ces deux systèmes de fractures sont bien représentés dans le secteur délimité par la feuille 1/50 000 Montbrison :

Le premier se traduit dans l'angle nord-ouest par 3 accidents principaux.

1) les failles situées de part et d'autre du village de Jomard à l'Ouest de Marcoux, et l'importante zone mylonitique qui les accompagne.

2) la fracture allant du village de Say en direction du col de la Pelletière.

3) le grand filon de quartz se poursuivant sur plus de 5 kilomètres et situé à mi-distance entre les 2 fractures précédentes.

Plus au Sud, le cours de certaines rivières, notamment le Ruillet, le Vizézy et la Curaize a été influencé par des fractures ayant cette même orientation, bien marquée également par la faille limitant le cristallin à l'Ouest de Montbrison et par la faille d'Essertines-en-Châtelneuf. A noter que ces deux failles s'infléchissent vers le Sud à la latitude de Montbrison.

Le second système d'orientation N-S est visible au Sud de Montbrison où il est marqué par quelques failles, mais surtout par d'importants filons de leucogranites dans la région de Moingt, Lézigneux et Saint-Thomas-la-Garde.

## PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Un outillage lithique dispersé, essentiellement néolithique, a été recueilli à la fin du siècle dernier en divers sites de la plaine. Les pièces les plus nombreuses proviennent des environs de Mornand et de Poncins (Bas-Vizézy) (Dufour, Dictionnaire topographique du Forez — Brassart, *Bull. Diana*, 1882-1883, t. 2, n° 7). A Mornand a été découvert récemment un site de l'Age du Bronze (Grand, Groupe de recherches archéologiques du département de la Loire, 1971-1972, p. 28-41).

La carte topographique indique un « dolmen » près du col de la Croix-de-l'Homme-Mort dans l'angle sud-ouest du territoire couvert par la feuille. Ce serait en fait une curiosité d'origine naturelle (pseudomégalithe).

Des ruines romaines subsistent à Moingt (vestiges des thermes et d'un théâtre).

Enfin Saint-Laurent-la-Conche doit la deuxième partie de son nom à une grande vasque monolithique taillée dans le granite (diamètre : 1,80 m ; hauteur : 1 m) qui se trouve actuellement au chevet de l'église de ce village et qui doit être gallo-romaine.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### EAUX SOUTERRAINES

La pluviosité de la plaine du Forez et de ses bordures n'est pas très élevée : 600 à 700 mm par an. Le maximum est dû aux pluies d'orages de l'été.

Les débits que l'on peut attendre des niveaux sableux du Tertiaire sont faibles, car ces niveaux sont lenticulaires et plus ou moins argileux. Des étangs artificiels permettent l'irrigation.

Les principales réserves sont situées dans les formations alluviales quaternaires ; Montrond-les-Bains, par exemple, utilise l'eau des alluvions actuelles et récentes de la Loire.

L'inventaire des ressources hydrauliques de la plaine a été réalisé par le B.R.G.M.

Dans les terrains cristallins, il y a de petites sources émergeant des arènes et des éboulis. Pour l'amélioration de l'alimentation en eau de Montbrison, un barrage est à l'étude sur le Vizézy, à l'amont de cette ville.

**Sources minérales et thermo-minérales.** Ces sources sont liées au volcanisme, sauf celles de Saint-Galmier qui sont liées à la faille de la bordure orientale de la plaine. Ce sont des sources bicarbonatées ; toutes sont froides sauf celle de Montrond-les-Bains, captée au fond d'un sondage de 502 mètres.

Ce sondage de Montrond, réalisé de 1879 à 1881, est le plus profond de la plaine. Il avait pour but de rechercher le prolongement éventuel du bassin houiller de Saint-Étienne, mais il n'est pas sorti des terrains tertiaires. Il a été étudié par Laur puis par Duclos. Il a mis en évidence la source intermittente dite du « Geyser » qui a jailli à la profondeur de 475 m le 23 septembre 1881. Elle est activement exploitée. Elle est très sodique (4,5 gr/litre). Sa température est de 26°, son débit de 260 000 litres par jour.

Les eaux de Saint-Galmier (source Badoit, bicarbonatée calco-magnésienne) et de Saint-Romain-le-Puy (source Parot, bicarbonatée sodique) sont mises en bouteilles. La source de Montbrison (bicarbonatée sodique) était située à proximité du Vizézy, quai des Eaux-Minérales ; une conduite amenait l'eau au centre de la ville. La source a été fermée il y a quelques années à cause des risques de pollution par le Vizézy. La source de Moingt (bicarbonatée sodique), exploitée par la municipalité, était déjà connue du temps des Romains ; on voit encore des ruines romaines dans cette localité.

## MINERAIS

**Gîtes métalliques non uranifères.** Les gîtes minéraux connus sur la feuille Montbrison, à l'exception des gîtes d'uranium, sont tous encaissés dans le massif cristallin du Forez. Il ne s'agit guère que d'indices d'intérêt très limité n'ayant jusqu'à présent donné lieu à aucun travail de prospection :

Des veines centimétriques de *baryte* blonde ou miel (Ba) sillonnent les mylonites de la faille du Forez et les rhyolites qui y paraissent associées un peu au Nord de la route de Pierroux à Jomard à l'Ouest de Marcoux.

Des mouches de *mispickel* (As) ont été observées dans quelques « volantes » de quartz au lieu-dit « le Champ du Plat » à la limite des communes d'Essertines-en-Châtelneuf et de Montbrison.

La *chalcopryrite* (Cu) se rencontre fréquemment sous forme de petites mouches disséminées dans les lentilles de quartz qui jalonnent une puissante zone de broyage NW-SE observée dans les carrières qui bordent la route de Montbrison à Châtelneuf, à proximité des réservoirs d'eau de la ville de Montbrison. A environ 1 kilomètre à l'Ouest de Germagneux sur le chemin qui court parallèlement à la route D 110 un peu au Nord du pont sur le ruisseau courant vers Sagne Longue, de rares mouches de chalcopryrite ont été observées dans un filon de quartz métrique encaissé dans le granite qui renferme là de nombreuses enclaves de gneiss.

De très nombreuses et fines mouches de *molybdénite* (Mo) imprègnent les filons de quartz et d'aplite « greisenisée » qui s'allongent suivant une direction N-S au Nord du hameau de Valensanges, commune de Lézieux. L'examen en section polie a confirmé le diagnostic de molybdénite et montré son association avec les produits titanés du type leucoxène.

Le *béryl* (Be) a été signalé par Caillaux et Gruner dans un filon de pegmatite traversé par le ruisseau de Cotayet entre Vinols et Écotay-l'Olme (indice non reporté sur la carte).

Il convient par ailleurs de préciser que les indices ou anciens travaux de recherche ou d'exploitation de *baryte* signalés dans la région de Bellegarde-en-Forez sont situés plus à l'Est, sur la feuille Saint-Symphorien-sur-Coise.

**Gîtes d'uranium.** Le Commissariat à l'énergie atomique (C.E.A.) prospecte activement le Forez depuis 1946. Dans la région couverte par la feuille Montbrison, deux types d'indices ont été décelés :

### *Indices dans le cristallin (massif du Forez) :*

*Secteur de Marcoux.* L'indice de La Valette est marqué par une faible anomalie de la radioactivité, sans minéralisation visible, localisée sur un grand accident NW-SE à remplissage siliceux sporadique.

L'indice de Jomard consiste en deux points faiblement minéralisés en uranium dans la zone broyée à baryte signalée à l'Ouest de Marcoux.

*Secteur des Poizats.* Minéralisation faible et sporadique en chalcopryrite suivie sur 600 mètres dans un filon de quartz W.NW-E.SE.

*Secteur de Valensanges.* Série de points minéralisés en produits secondaires (phosphates et « produits noirs ») d'intérêt très limité et généralement situés à l'intersection de petites fractures.

*Indices dans le sédimentaire tertiaire : secteur de Grézieux-le-Fromental.* Les couches minéralisées se situent à la base d'une puissante série d'argiles plastiques vertes appelée Fromental (4<sup>ème</sup> étage ou étage des marnes vertes). Ces argiles reposent sur des arkoses et des sables argileux où circule une nappe sub-artésienne plus ou moins sodique.

Il s'agit de minéralisations uranifères stratiformes étendues, de l'ordre de 150 ha, mais de faibles teneurs. La minéralisation n'est que très rarement exprimée (autunite - phosphoranylite). A l'intérieur de larges bandes peu actives sinuent des

rubans plus étroits mais plus riches. Ils se ramifient et montrent des tracés capricieux et méandriformes. L'ensemble forme des couches de 1 à 2 m de puissance qui peuvent se superposer. Le gisement actuel a été protégé de l'érosion et du lessivage par une série de petites failles à faible rejet. Les minéralisations sont liées à la transgression de la base de l'étage argileux du Fromental. L'origine fluviale (ou de rivage) n'est pas exclue avec possibilité de précipitation de l'U dans la zone de contact entre les eaux douces et les eaux saumâtres.

Le gisement a été localement remanié *per ascensum* du fait de la nappe artésienne où la percolation des eaux sous pression a été favorisée par le mouvement anticlinal des couches sédimentaires à cet endroit.

Une exploitation expérimentale par lixiviation a débuté en 1970, en bordure de la route N 496 (x = 741,9 et y = 71,05). Elle a été abandonnée et nivelée en 1972.

#### MATÉRIAUX DIVERS

**Sables, graviers et galets.** De nombreuses exploitations, abandonnées ou en cours, sont ouvertes le plus souvent dans les alluvions actuelles de la Loire (Fz2), plus rarement dans les alluvions anciennes (Fy, à Veauchette).

**Basaltes.** Une très importante exploitation est en cours dans la partie centrale des monts d'Uzore. Autres carrières abandonnées dans la partie méridionale des mêmes monts, ainsi qu'à Saint-Romain-le-Puy, à Marcilly-le-Châtel (autrefois Marcilly-le-Pavé) et dans les monts du Forez.

**Amphibolites et microgranites.** L'ancienne carrière de Bellegarde-en-Forez (dans les monts du Lyonnais) a été remise en exploitation récemment.

**Granites.** Une dizaine de carrières petites ou moyennes ont été ouvertes dans les granites des monts du Forez. Les principales sont situées entre Moingt et Lézigneux dans un gros filon de leucogranite. Elles sont toutes abandonnées actuellement.

**Argile (Oligo-Miocène).** Il y avait autrefois des tuileries et briqueteries, dont on voit encore les bâtiments ou qui ne subsistent que comme lieu-dit, à Marcilly-le-Châtel (Fontaube), Chalain-d'Uzore (La Tuilière), Savigneux, Saint-Georges-Haute-Ville, Mornand, Magneux-Haute-Rive. Une seule est encore en activité, celle de Marcoux. Une ou deux carrières exploitent l'argile tertiaire au Sud-Est de Marcilly.

**Argiles expansibles.** Des essais encourageants ont été réalisés dans des niveaux argileux de l'Oligo-Miocène.

**Calcaires.** D'anciennes exploitations complètement disparues (Savigneux, Moingt, Précieux) ou en voie de comblement (Sury-le-Comtal) utilisaient les bancs calcaires du sommet du 1<sup>er</sup> étage. Sur l'ancien four à chaux de Soleillant (commune de Valeille), voir le chapitre g-m dans la description des terrains.

#### DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

##### BIBLIOGRAPHIE

BEAUFILS G. (1966) — Étude géologique du versant occidental du Haut Forez central. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Clermont-Ferrand.

BOBIER Cl. (1960) — Contribution à l'étude du versant oriental des monts du Forez et de la plaine de Montbrison. D.E.S. Paris.

- BOBIER Cl. et GLANGEAUD L. (1959) — Géodynamique et volcanisme du fossé de Montbrison et du horst du Forez. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 1, p. 867-880, 7 fig.
- BOUT P. (1971) — A propos d'une hypothèse sur la genèse des pépérites. *Revue d'Auvergne, Problèmes du Volcanisme*, VI, p. 59-68.
- CLAVAUD B. et RATSIMBA G. (1972) — Versant oriental des monts du Forez, granites et formations associées (Massif Central français). Thèse 3ème cycle, Université Clermont-Ferrand, 265 p., 1 carte 1/25 000.
- DUCLOS P. (1967) — Géologie et minéralisations uranifères de la plaine tertiaire du Forez (Massif Central français). Thèse Clermont-Ferrand et rapport C.E.A. R 3117, 104 p., 15 fig., 4 pl., 1 carte à 1/100 000.
- DUCLOS P. (1965) — Sur l'apparition de la muscovite dans les granites et les migmatites du Forez, sa liaison avec les occurrences uranifères. D.E.S., Clermont-Ferrand.
- ETLICHER B. (1970) — Le versant oriental des monts du Forez (étude de quelques problèmes morphologiques). Mém. maîtrise, Fac. lettres Saint-Étienne, 141 p.
- GLANGEAUD L. et BOBIER Cl. (1960) — Morphotectonique et paléovolcanologie du Forez oriental et de la plaine de Montbrison. *C.R. Acad. Sc.*, t. 245, p. 338-340.
- GOURGAUD A. (1973) — Les granites et migmatites du Forez au Sud de Montbrison (Massif Central français). Thèse 3ème cycle, Clermont-Ferrand, 168 p., 1 carte 1/25 000.
- GRAS L.J. (1923) — Histoire des eaux minérales du Forez. Saint-Étienne, 150 p.
- GRUNER L. (1857) — Description géologique et minéralogique du département de la Loire. *Bull. Soc. Indust. minérale*.
- HERNANDEZ J. (1971) — Le volcanisme tertiaire des monts du Forez et de la plaine de Montbrison. Thèse 3ème cycle, Paris.
- JUNG J., CHICHERY M. et VACHIAS O. (1939) — Contribution à l'étude stratigraphique, magmatique et tectonique de la Montagne bourbonnaise et du Forez. *Mém. Soc. géol. Fr.* (nouvelle série), n° 38, 27 p.
- LABERNARDIÈRE H. (1961) — Étude géologique du Sud Forez (région d'Ambert). D.E.S., Clermont-Ferrand.
- LARQUÉ Ph. (1968) — Études sédimentologiques sur la formation tertiaire de la plaine du Forez. Géochimie des argiles. Thèse 3ème cycle, Strasbourg, 73 p., 15 fig., 4 pl.
- LARQUÉ Ph. et WEBER F. (1969) — Études sédimentologiques sur la formation tertiaire de la plaine du Forez. Géochimie des argiles. *Bull. Serv. Carte géol. Alsace-Lorraine*, t. 22, p. 249-278, 11 fig., 2 pl.

- LAUZAC F. (1960) – Étude géologique des granites des monts de Tarare. D.E.S., Clermont-Ferrand, 34 p.
- LE GRIEL A. (1970) – La partie orientale de la plaine du Forez. Mém. maîtrise, Fac. lettres Saint-Étienne, 137 p.
- LE VERRIER U. (1888) – Étude sur la géologie du Forez. *Bull. Soc. Indust. minérale*, (3), t. 2, p. 155-211.
- LE VERRIER U. (1890) – Note sur les formations géologiques du Forez et du Roannais. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 15, p. 187-254.
- MICHEL R. (1958) – Étude pétrographique de quelques laves tertiaires du Forez (Loire). *Rev. Sc. nat. Auvergne*, t. 21, p. 105-113.
- PETERLONGO J.M. (1960) – Les terrains cristallins des monts du Lyonnais (Massif Central français). Thèse, Clermont-Ferrand, 187 p., 1 carte.
- ROSELLE B. du (1950) – Les monts du Forez. Recherches morphologiques. *Annales de Géographie*, n° 316, LIX<sup>ème</sup> année, juillet-octobre 1950, p. 241-258.
- SAINFELD P. (1946) – Minéralogie de la montagne bourbonnaise et des monts du Forez. *Revue Sc. nat. Auvergne*, vol. 12, p. 56-63.
- SCHULER M. (1967) – Étude palynologique des formations oligo-miocènes rencontrées par deux sondages dans la plaine du Forez (bassin de Montbrison). Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Strasbourg, 82 p.
- SCHULER M. et SITTLER C. (1969) – Étude palynologique et écologique des séries tertiaires du bassin de Montbrison (Massif Central français). *Bull. Serv. Carte géol. Alsace-Lorraine*, t. 22, p. 159-185, 2 fig., 2 pl.
- SYMPOSIUM en l'honneur du Professeur J. Jung sous la présidence du Professeur C.E. Wegmann (1971). Plein Air Service, Éditions scientifiques, Clermont-Ferrand, 607 p.
- TOMAS F. (1971) – Le relief et les sols de la plaine du Forez. Centre d'Études foréziennes, *Thèses et mémoires*, n° 3, 120 p., 24 fig., 27 photographies, 2 cartes.
- Archives du Commissariat à l'énergie atomique, à Saint-Priest-la-Prugne.
- Rapport de la Compagnie générale de géophysique pour la Société des Eaux minérales de Saint-Galmier : Étude par prospection électrique dans la région de Saint-Galmier (1960).

#### **Cartes géologiques à 1/80 000**

Feuille Montbrison :

1<sup>ère</sup> édition (1889), par Le Verrier ;

2<sup>ème</sup> édition (1941), par Jung, Bout, Vachias et Pecoil.

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

Feuille Lyon (1963), coordination par F. Permingeat.

*DOCUMENTATION ET COLLECTIONS CONSULTABLES*

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés, soit au S.G.R. Jura-Alpes, 43 boulevard du 11 Novembre, B.P. 6083, 69604 Villeurbanne-Croix-Luizet, soit au B.R.G.M., 74 rue de la Fédération, 75015 Paris.

AUTEURS DE LA NOTICE

R. DHELLEMES : roches plutoniques et métamorphiques, J. HERNANDEZ : roches volcaniques et M. LORENCHET de MONTJAMONT : terrains sédimentaires, avec la collaboration de J.P. CARROUÉ et L. BARAS (métallogénie) et de R. BOUILLER et J. VOGT (formations superficielles et quaternaires, préhistoire).