

CHARLIEU

La carte géologique à 1/50 000
CHARLIEU est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord : CHAROLLES (N° 147)
au sud : ROANNE (N° 158)

Le Dojojn	Charolles	Cluny
Lapalisse	CHARLIEU	Beaujeu
Le-Mayet-de-Montagne	Roanne	Amplepuis

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

CHARLIEU

par

R. BOULLER, J. ARÈNE, J. DELFOUR, B. LEMIERE



BRGM

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France

**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
CHARLIEU A 1/50 000**

par

R. BOUILLER, J. ARÈNE, J. DELFOUR, B. LEMIERÈ

avec la collaboration de

Y. KERRIEN, C. VAUTRELLE

1990

Références bibliographiques. Toute référence en bibliographie au présent document doit être faite de façon suivante :

– *pour la carte* : BOUILLER R., ARÈNE J., DELFOUR J., LEMIERE B. (1990) – Carte géol. France (1/50 000), feuille **Charlieu** (648) – Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières. Notice explicative par BOUILLER R., ARÈNE J., DELFOUR J., LEMIERE B. et coll. (1990), 37 p.

– *pour la notice* : BOUILLER R., ARÈNE J., DELFOUR J., LEMIERE B., avec la collaboration de KERRIEN Y., VAUTRELLE C. (1990) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille **Charlieu** (648) – Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 37 p. Carte géologique par BOUILLER R., ARÈNE J., DELFOUR J., LEMIERE B. (1990).

© BRGM, 1990. Tous droits de traduction et de reproduction réservés. Aucun extrait de ce document ne peut être reproduit, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit (machine électronique, mécanique, à photocopier, à enregistrer, ou tout autre) sans l'autorisation préalable de l'éditeur.

ISBN : 2-7159-1648-5

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	5
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	5
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	6
DESCRIPTION DES TERRAINS	7
<i>PALÉOZOÏQUE</i>	7
Socle anté-varisque	7
Carbonifère inférieur	8
Plutonisme carbonifère supérieur	12
Roches filoniennes	13
<i>FORMATIONS SECONDAIRES</i>	14
<i>FORMATIONS TERTIAIRES</i>	19
Formation volcanique	19
Oligocène	19
Plio-Quaternaire	22
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES – QUATERNAIRE</i>	22
PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES	28
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	29
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	29
<i>SUBSTANCES UTILES</i>	31
<i>GÎTES ET INDICES MINÉRAUX</i>	33
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	33
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	33
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	33
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	37
AUTEURS	37

INTRODUCTION

PRÉSENTATION DE LA CARTE

Le territoire de la feuille Charlieu se situe à cheval sur les départements de la Loire et de la Saône-et-Loire en interceptant de plus (angle sud-est) une infime portion du département du Rhône. De même que toutes les eaux confluent vers la Loire par le Sornin (rive droite) et la Teyssonne (rive gauche), les deux principaux affluents, le centre de la carte est le lieu de rencontre d'unités géographiques bien distinctes.

La rive gauche de la Loire appartient encore à la plaine de Roanne. L'altitude ne dépasse pas 365 m (Croix-de-l'Évangile en forêt de Lespinasse). La topographie assez molle traduit la nature argileuse du sol qui est essentiellement occupé par des prairies artificielles où se pratique l'élevage de bovins (race charollaise). Le parcellaire hésite entre le bocage et la structure en champs ouverts. Au Nord de la Teyssonne, le territoire se présente comme un plateau descendant en pente douce vers le Nord-Est, très disséqué et d'un relief plus contrasté. En dehors de la forêt départementale de Lespinasse et de quelques autres taillis, là encore dominant les prairies cernées de haies vives.

Sur la rive droite de la Loire, et du Sud de la feuille jusqu'au Sornin, s'étagent des collines qui gagnent progressivement en altitude vers l'Est jusqu'à Villers (475 m). Ce secteur, traversé par le Jarnossin, présente des sols argileux souvent couverts d'un cailloutis de silex : les *perrés*.

Au Nord du Sornin commence le Brionnais, appendice méridional de la Bourgogne, avec de riches sols installés sur les sédiments jurassiques : ce sont les *fromentaux*. Ils sont couronnés de perrés ou de sols limoneux, les *beluses*. Le caractère bourguignon est souligné par un large emploi du calcaire à entroques dans les constructions civiles et les nombreux édifices romans des bourgades (Charlieu, Iguerande, Châteauneuf, etc.). De même, le redressement des toits contraste dans ce secteur avec la mode méridionale qui s'observe dans le reste de la feuille.

Tout l'Est de la feuille (un quart de la superficie) appartient aux pentes du haut Beaujolais (791 m). Sur ces terres pauvres du socle cristallin, la polyculture traditionnelle a été heureusement compensée depuis longtemps par des activités artisanales, notamment textiles.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Le lever géologique régulier du domaine paléozoïque a été réalisé par J. Arène en 1980.

Un lever complémentaire a été effectué en 1984 par J. Delfour et B. Lemièrre dans la partie sud du domaine paléozoïque afin d'harmoniser les contours des unités lithostratigraphiques avec ceux des unités géologiques définies sur la feuille voisine Roanne.

Pour ce qui concerne les formations méso- et cénozoïques, les explorations conduites en vue de l'édition à 1/50 000 (R. Bouiller) auront permis de cartographier pour la première fois, d'une manière précise, des formations qui jouent un rôle important dans l'histoire géologique des sédiments et les interprétations paléogéographiques :

- les faciès infra-liasiques ;
- le « cordon ferrugineux » de l'Aalénien ;
- les deux faciès du Bajocien, à extension indépendante ;
- les silicifications au toit du Jurassique ;
- les paléosols ferrugineux tertiaires, inconnus jusqu'ici ;
- les formations à galets plio-quaternaires (BF).

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Les terrains paléozoïques ont leur nature étroitement liée à l'évolution tectonique du segment nord de la zone interne, ou arverno-vosgienne, de la chaîne varisque (Autran, 1980). Dans cette zone, l'activité tectono-métamorphique intense du Silurien au Dévonien inférieur, aboutit au Dévonien moyen à la formation d'un socle cristallophyllien dont les micaschistes et les gneiss subsistent en petits panneaux au sein des séries dinantiennes.

Au Carbonifère inférieur, ce segment reste à l'écart des grands chevauchements symmétamorphes qui caractérisent l'évolution de la partie axiale du Massif central. La sédimentation dinantienne qui transgresse sur le socle cristallophyllien, est marquée par des apports détritiques grossiers à caractère deltaïque et d'origine terrigène qui se mêlent à des dépôts fins silteux.

La phase épirogénique intra-viséenne (335 Ma) est probablement responsable de l'érosion et de la lacune d'une partie des terrains du Viséen moyen. Cette phase marque le début de l'importante activité volcanique qui va régner durant le Viséen supérieur et accumuler les « Tufs anthracifères ». Ces tufs comprennent une succession d'épanchements aériens de tufs soudés et d'ignimbrites de composition rhyodacitique où les termes sédimentaires, représentés par quelques niveaux de siltites et de minces couches d'anthracite, sont très subordonnés.

Ce volcanisme aérien s'est mis en place selon une ceinture structurée en direction N 70 °E et est accompagné d'un large cortège d'intrusions subvolcaniques de filons et de stocks de microgranites et de granophyres. Les roches volcaniques et subvolcaniques ont des compositions minéralogiques et géochimiques caractéristiques des magmas issus de la fusion de roches métamorphiques profondes (fusion crustale).

Lors de la phase orogénique sudète (325 Ma), les terrains du Carbonifère inférieur sont plissés suivant une direction subméridienne. Au Namuro-Westphalien, des intrusions de granite recoupent et métamorphisent des formations dinantiennes plissées.

Une grande part des fractures qui parcourent le domaine paléozoïque est due aux mouvements tardi-hercyniens dont le jeu en compression évolue de la direction N-S au Stéphanien supérieur à celle E-W à l'Autunien. Ces

mouvements épirogéniques sont responsables des grands cisaillements N 30 °E et N 160 °E puis N 60 °E et N 120 °E (Bonijoly et Castaing, 1984).

Les diverses phases de compression et de distension qui se succèdent de l'Autunien au Miocène et en contre-coups des orogénèses pyrénéenne et alpine, entraînent dans le socle paléozoïque une réactivation des fractures tardi-hercyniennes dans lesquelles se mettent en place, au Jurassique inférieur, des filons de quartz.

Les mêmes mouvements commandent l'affaissement de cette contrée, en bordure de laquelle vient s'inscrire la mer jurassique. Les premiers sédiments de l'infra-Lias résultent d'une alimentation terrigène (grès à quartz, arkoses) comparable à celle du Trias connue plus au Nord dans le Charolais. A l'Hettangien, la sédimentation carbonatée s'affirme mais toujours avec des caractères littoraux. Du Sinémurien au Toarcien se développent des dépôts carbonatés de faciès réguliers avec des bancs spécialement riches en mollusques ou en céphalopodes. Les formations bioclastiques (calcaire à entroques) de l'Aalénien supérieur indiquent un retour à une mer peu profonde (stratifications obliques), puis leur succèdent des faciès plus fins (calcaire marneux d'Iguerande) par lesquels se termine la série sur cette feuille.

Une silicification très extensive, qui cuirasse les bancs jurassiques, occupe la place du Crétacé, période pendant laquelle cette région émerge à nouveau peu à peu.

Les fracturations qui marquent le début du Tertiaire provoquent la création et le remblaiement fluvio-lacustre de petits fossés oligocènes en communication ou non avec le bassin ligérien. Seules de minces et discontinues formations jalonnent les périodes géologiques suivantes pendant lesquelles s'élaborent progressivement les paysages actuels.

DESCRIPTION DES TERRAINS

PALÉOZOÏQUE

Socle anté-varisque

ζ. **Gneiss rubané, orthogneiss.** Le socle anté-varisque affleure sous forme de petits lambeaux de gneiss et de micaschistes au sein de la série volcano-sédimentaire dans l'extrémité sud-ouest de la feuille. Ces faciès métamorphiques s'apparentent lithologiquement à ceux des monts du Lyonnais.

Les relations entre ces roches métamorphiques et leur environnement n'ont pu être précisées dans les limites de la feuille. Elles peuvent, par analogie avec leur mode de gisement connu par ailleurs, être interprétées comme des écailles ou des panneaux remontés tectoniquement au cours de l'orogénèse hercynienne (phase sudète principalement).

● Les **gneiss** affleurent principalement sur le chemin au Nord de La Montagne, d'environ 500 m jusqu'à 1 250 m à l'Est de Cordille, ainsi que plus au

Nord en bordure de la D 40. D'autres affleurements ont été observés ponctuellement, à l'Est de Monternot et au Nord-Ouest de La Rivière.

Ce sont des gneiss à biotite, muscovite et grenat, rétro-morphosés dans le faciès des schistes verts. Partiellement recristallisés, ils présentent des textures protomylonitiques.

La roche est formée de lits clairs quartzo-felspathiques et de lits foncés, riches en phyllites. La texture est granolépido-blastique. Le rubanement est déformé par des plis à axes redressés.

● Les **micaschistes** ($\zeta_{[1]}$) ont été observés à un seul endroit à environ 2 km au Sud-Ouest de Boyer, sur le talus de la D 49. Ce sont des micaschistes quartzo-felspathiques, microplissés, à muscovite et chlorite (métamorphisme épizonal), d'origine paradérivée (ancienne roche sédimentaire), avec la texture primaire conservée.

Carbonifère inférieur volcano-sédimentaire et hypovolcanique

Les formations volcano-sédimentaires sont essentiellement localisées dans le Sud-Est de la feuille où elles constituent la bordure septentrionale du faisceau dévono-dinantien de la Loire. Elles affleurent soit en continuité dans le prolongement du faisceau qui s'étend largement sur la feuille voisine Roanne, soit en « septa » de dimensions très variables au sein des microgranites. Ces roches hypovolcaniques occupent une large surface dans le domaine paléozoïque de la feuille.

Dans la bordure du faisceau de la Loire, les terrains du Viséen inférieur, essentiellement sédimentaires, sont étroitement associés à ceux du Viséen supérieur, essentiellement volcaniques, en particulier au Sud-Ouest de Cours-la-Ville.

Viséen inférieur et moyen

h1-2. **Siltite, grès, intercalations de microconglomérat.** On observe tous les intermédiaires depuis des siltites jusqu'à des arénites microconglomératiques relativement peu fréquentes. Ce sont des roches de couleur gris-vert, fendillées, exceptionnellement noires et massives. Les rares conglomérats présentent à l'affleurement une matrice friable, sableuse, de couleur jaunâtre à ocre.

● Les **siltites**, de couleurs gris plus ou moins sombre à vert-kaki, se présentent en niveaux de puissance variable : centimétriques à décimétriques, rarement métriques ; le plus souvent en petits lits plurimillimétriques. Elles sont homogènes, compactes et indurées ou, au contraire, hétérogènes à petites poches ou niveaux millimétriques d'arénites fines ; parfois friables.

En lame mince, les siltites présentent un fond phylliteux à séricite, chlorite, biotite, avec des petits grains de quartz.

● Les **grès ou arénites**, grisâtres à verdâtres, de granulométrie variable et parfois granoclassés, sont constitués de grains arrondis ou anguleux, surtout

de quartz, plus accessoirement de feldspath et de micas, jointifs ou cimentés soit par une matrice de même composition mais de grain beaucoup plus fin, soit par une matrice franchement silteuse à phyllites (séricite et chlorite). Localement, on observe des éléments d'origine volcanique.

● Les **conglomérats** (h1-2[1]) et les microconglomérats sont en intercalations de puissance très variable, centimétrique à métrique, interstratifiées au sein des faciès précédents.

Constitués d'éléments arrondis et fréquemment anguleux, il s'agit le plus souvent de conglomérats-brèches avec des fragments de quartz, arénite, siltite, dans une matrice arénacée ou silteuse pour les microconglomérats.

pa. **Lave andésito-dacitique généralement intrusive.** Des laves de composition dacitiques n'affleurent que dans la région de Montachelet.

En lame mince, on observe une texture porphyrique à fond microlitique fluidal, contenant des phénocristaux d'albite zonée (An 5 à An 32) et des biotites en grandes lamelles blastiques associées à des produits titanés et oxydes opaques en cristaux plus ou moins automorphes s'altérant en leucoxène.

Le fond est constitué de microlites de plagioclase calcique (An 54), de biotite très finement recristallisée entre les microlites et dans les microfractures, de petites plages de quartz, de l'épidote en agrégats épars, et accessoirement d'apatite.

Ces laves, localement potassifiées, sont généralement bréchifiées et présentent parfois un recuit thermique.

Viséen supérieur

Formations volcaniques

Il s'agit de formations surtout pyroclastiques, avec accessoirement des laves. Les divers faciès rencontrés sont figurés sur la carte par des notations ponctuelles.

h2p³[1]. Brèche et tuf plus ou moins soudé à débris lithiques

● Les **brèches**, principalement des brèches d'explosion, présentent au microscope un fond soudé quartzo-feldspathique dévitrifié dont la texture était initialement eutaxitique ou parataxitique, souvent fluidale, à éléments anguleux centimétriques non jointifs. Ces éléments sont d'origines variées : sédimentaire (arénite et siltite), volcanique (laves microlitiques porphyriques), hypovolcanique (granophyres sodiques). Les débris de cristaux de plagioclase, feldspath potassique et biotite sont abondants, ceux de quartz plus rares.

L'altération plus ou moins avancée se traduit par une séricitisation des plagioclases, chloritisation des biotites, ferruginisation du fond des roches et épidotitisation locale de plagioclases.

Le recuit thermique, important par endroit, est matérialisé par la cristallisation abondante de la biotite néoformée en amas de petites lamelles, sur-

tout dans les éléments sédimentaires, la silicification locale et, dans les fragments de laves dacito-andésitiques, la cristallisation d'amphibole actinolitique enchevêtrée en agrégats abondants.

On peut observer ces microbrèches et brèches volcaniques derrière les maisons au Sud de La Montagne à la limite méridionale de la feuille, dans le virage du chemin environ 150 m à l'Ouest de La Rivière, et sur le bord de la route qui longe La Rivière à 150 m à l'WNW de Jarnosse.

● Les **tufs** sont des roches de teinte sombre, grisâtres, massives mais hétérogènes, caractérisées par la présence de divers fragments lithiques dont des calcaires laissant de petites cavités de dissolution.

Ces faciès affleurent principalement à proximité des roches sédimentaires du Viséen inférieur et semblent occuper ainsi la base du Viséen supérieur.

Ce type de tuf hétérogène est bien représenté au Mont, à un centaine de mètres au Sud de La Raison, et sur le talus de la D 8 à environ 500 m au Sud de la grande carrière en exploitation au Sud de Cours-la-Ville.

En lame mince, le fond soudé est quartzo-feldspathique avec biotite blastique abondante et, localement, agrégats d'actinote aciculaire et leucoxène globuleux. La texture est plus ou moins bréchique. Les cristaux sont : albite (An 5 à An 8), biotite avec bordures recristallisées en amas de fines lamelles, feldspath potassique, un peu de quartz et accessoirement apatite et minéraux opaques.

Les débris lithiques sont soit des fragments de roches volcaniques (tufs à cristaux à fond fluidal, lave microlitique), soit des fragments de roches sédimentaires (arénites fines, siltites envahies par de la biotite blastique, calcaires).

Le recuit thermique se traduit par l'abondance, locale, de biotite néoformée dans le fond et dans les débris de roches sédimentaires.

h2p³. Tuf soudé rhyo-dacitique, ignimbrite rhyo-dacitique. Ces roches, également de teinte grisâtre plus ou moins sombre, sont généralement massives et homogènes. La fluidalité est parfois visible sur les surfaces altérées.

En lame mince, le fond est soudé avec une texture microcristalline dévitrifiée et rubanée, initialement parataxitique ou, localement, eutaxitique, parfois fluidale avec, dans certains échantillons, une bréchification plus ou moins importante.

Ces tufs contiennent localement des lapillis, fragments de laves microlitiques porphyriques pouvant inclure des éléments de tufs soudés à cristaux à texture fluidale (ignimbrite *s.s.*).

Ces roches sont bien représentées dans la petite carrière qui se trouve en bordure de la route, dans un virage, à environ 100 m à l'Est de Grabotton.

Les tufs présentent une texture porphyrique avec une mésostase finement cristallisée, voire felsitique, à structure parataxitique fluidale, les fiammes de très petite taille soulignant la fluidalité. Les phénocristaux, qui représentent environ 50 % du volume total de la roche, sont :

- feldspath potassique limpide en cristaux subautomorphes de taille variable, inférieure ou égale à 2 cm, parfois brisés ou éclatés, présentant localement des golfes de corrosion ;
- plagioclase en quantité sensiblement égale : albite (An 0 à An 3) subautomorphe et xénomorphe, rarement automorphe, souvent fracturée ou éclatée, altérée en séricite avec chlorite et carbonates associés ;
- biotite fréquente en lamelles automorphes, souvent orientées, soulignant la fluidalité, généralement entièrement chloritisée avec produits titanés semi-opaques associés ; on observe rarement des paillettes fraîches présentant des bordures recristallisées en amas de fines lamelles blastiques à inclusions d'apatite et de zircon ;
- quartz rare à fréquent, en petits éclats ;
- accessoirement, apatite, zircon, oxydes opaques en granules.

Des *tufs fins vitroclastiques*, assez rares, ont été observés à flanc de coteau sur le versant sud de la colline à environ 350 m à l'Ouest de Bas-Joly. Ils sont caractérisés par un fond microcristallin quartzo-feldspathique montrant une phase potassique peu abondante et probablement tardive, avec chlorite, épidote et granules de produits titanés (leucoxène) ; ce fond renferme de petits débris cristallins de plagioclase, quartz et des échardes de verre dévitrifié. Des filonnets de quartz, d'épidote et de feldspath potassique recourent secondairement la roche.

Formations hypovolcaniques

$h_{2,\mu} \gamma$. **Microgranite et granophyre.** Ils appartiennent aux édifices subvolcaniques qui s'étendent également sur les feuilles voisines Cluny et Beaujeu. Leurs bordures avec le Dévono-Dinantien qu'ils enclavent ou recourent, sont toujours nettes, avec un effet thermique relativement discret.

Ces roches posent le problème de leur représentation cartographique. En effet dans cette région, les affleurements, quoique éparpillés et souvent éloignés les uns des autres, forment un ensemble cartographiable en massif continu assez homogène sur la bordure est de la feuille, ensemble qui se trouve dans le prolongement occidental du vaste massif de microgranite de la feuille Beaujeu. Par contre, dans la partie sud, des affleurements de microgranite sont dispersés ou groupés parmi les affleurements de roches attribuées à d'autres formations géologiques qui apparaissent alors en septa de dimensions très variables. Cette disposition pourrait suggérer, à l'extrémité sud à cheval sur les feuilles Charlieu et Roanne, un dessin en « doigts de gant » de la terminaison septentrionale des formations dévono-dinantien-

Dans le cadre d'un lever à 1/50 000 et dans ces conditions d'affleurement, les contours adoptés, volontairement simplifiés, sont donc très hypothétiques. De même, n'ont pas été précisés les divers modes de gisement des microgranites : petits pointements, dômes, filons, réseau filonien..., reliés ou isolés en surface au massif lui-même ; ni les différents faciès distinguables par leur texture : microgrenue porphyrique riche ou pauvre en phénocristaux de grande ou de petite taille, à fond de grain moyen à très fin jusqu'aux termes franchement aphyriques.

En effet, si par exemple on peut observer nettement, et donc distinguer sur certains affleurements, un filon de microgranite porphyrique intrusif dans un microgranite porphyrique en massif, il est difficile, voire impossible, de savoir, sur les affleurements isolés, si le faciès microgrenu rencontré est à rattacher au massif, à un filon, ou se trouve être un faciès de bordure de l'un ou de l'autre cas. Dans ces conditions, la cartographie en massif homogène et continu a été adoptée, tandis que dans la notice les divers faciès rencontrés sont mentionnés.

Le faciès le plus courant est représenté par une roche de couleur rosée lorsqu'elle est fraîche, microgrenue porphyrique.

En lame mince, on observe des textures complexes. Ce sont le plus souvent des faciès franchement microgrenus, rarement hypidiomorphes grenus, à grain fin mais toujours porphyriques. Ces textures composites sont fréquentes avec, associées à la texture microgrenue porphyrique, des zones micropegmatitiques graphiques ou granophyriques disséminées ou généralisées dans la lame et, parfois, des tendances sphérolitiques.

Le fond est quartzo-feldspathique, contenant des phénocristaux de quartz xénomorphes ou subautomorphes, bipyramidés. Le feldspath potassique, peu perthitique, est poëcilitique à inclusions de plagioclase et de quartz. Le plagioclase est automorphe, zoné, généralement séricitisé ; la composition correspond à de l'oligoclase et de l'andésine (An 15 à An 40). La biotite est généralement entièrement chloritisée ; fraîche, elle est de couleur brun-rouge. Les minéraux accessoires sont l'apatite, l'épidote, l'allanite, le sphène, les minéraux opaques et rarement le zircon.

Les seules variations notables, assez fréquentes dans ce faciès-type, concernent :

- la texture, variable dans le détail quoique toujours porphyrique ;
- la proportion relative des phénocristaux de quartz, de plagioclase et de feldspath potassique, ainsi que la proportion phénocristaux—mésostase ;
- la nature du plagioclase : oligoclase à andésine.

D'après la classification de Streckeisen (1967), il s'agit de micromonzogranite, exceptionnellement de microgranodiorite avec enclave de microdiorite quartzique.

Plutonisme carbonifère supérieur

Les granites appartiennent pour l'essentiel aux intrusions namuro-west-phaliennes connues dans le Massif central et dont les âges absolus sont compris entre 325 et 300 Ma. Sur le terrain, les divers faciès de granites sont affectés par l'altération météorique.

γ_a^{2M} . **Granite porphyroïde à biotite et amphibole.** Ce faciès, probablement de très faible extension (l'amphibole n'ayant été identifiée qu'en lame mince), s'observe au Nord de la feuille vers Les Charmières, dans une ancienne carrière, au sein du granite porphyroïde dont il se différencie par la présence d'une amphibole calcique de type édéniste, en petite quantité, et par un plagioclase plus basique (An 32 à An 52).

γ^{2M} . **Granite porphyroïde à biotite.** Il constitue un vaste massif dans la partie nord-est de la feuille, ainsi que des petits massifs dispersés au milieu des microgranites. Les limites des intrusions granitiques sont généralement imprécises.

Macroscopiquement, c'est une roche claire, à grain moyen et irrégulièrement porphyroïde.

En lame mince, on observe une texture porphyrique à mésostase hypidiomorphe grenue, avec quartz xénomorphe ou subautomorphe, biotite le plus souvent chloritisée, de couleur brun-vert ou brun-rouge lorsqu'elle est fraîche, plagioclase automorphe zoné (An 17 à An 32), plus ou moins séricité. Le feldspath potassique, finement perthitique, forme des phénocristaux pœcilitiques à inclusions de biotite, quartz et plagioclase. On note accessoirement apatite, sphène, zircon (rare) et minéraux opaques.

γ^{1-2} . **Leucogranite.** Ces roches affleurent sur de très faibles superficies au Nord-Ouest de Coublanc et en bordure de route juste au Sud de Cadollon.

Il s'agit de faciès leucogrates, probablement tardifs, pauvres en micas (biotite et muscovite), à texture grenue de grain fin à moyen. Localement, des zones micropegmatitiques graphiques sont irrégulièrement réparties dans la surface de la lame mince. L'abondance de la perthite est à noter. Le plagioclase est soit de l'albite (An 04 à An 09), soit de l'oligoclase (An 12).

Roches filoniennes

Le réseau filonien est peu important si l'on excepte les microgranites.

$\mu\eta$. **Microdiorite.** Un gros filon de microdiorite affleure près de Cours-la-Ville. C'est une roche gris sombre, massive et porphyrique, contenant des gros feldspaths subautomorphes et des amphiboles, dans une matrice microgrenue à feldspaths, quartz, amphibole et biotite.

$\mu\gamma$. **Microgranite porphyrique.** Les filons de microgranite ont été représentés dans le granite porphyroïde ; ils ne l'ont pas été dans les microgranites en massifs pour les raisons évoquées plus haut.

Ce sont des filons de microgranite banal, à mésostase plus ou moins fine, avec des phénocristaux de quartz automorphes à golfes de corrosion, de feldspath potassique, de plagioclase (albite-oligoclase), généralement à biotite seule, mais parfois avec muscovite présente. Le faciès de ces filons varie beaucoup par la texture, toujours microgrenue mais de grain fin à moyen, par la proportion phénocristaux-mésostase, de même qu'est variable la taille des phénocristaux. Enfin, on observe parfois des termes franchement aphyriques.

On note assez exceptionnellement dans ces microgranites la présence d'enclaves énallogènes silteuses ou tuffacées et d'enclaves homogènes de microgranite plus fin et plus sombre, riche en biotite.

FORMATIONS SECONDAIRES

Le Lias et le Bajocien se présentent sur la feuille Charlieu avec les faciès habituels à la Bourgogne ou au Lyonnais, à quelques variantes près dues aux conditions locales. Souvent masquées par le Tertiaire ou les formations superficielles, les assises géologiques se prêtent mal à une étude minutieuse. La stratigraphie est cependant assez bien connue grâce aux travaux de L. Gruner (1857), U. Le Verrier (1890) et surtout M. Thorat (1927). Cette édition à 1/50 000 apporte de nouvelles précisions quant à la répartition des faciès. En raison des conditions d'observation, des lacunes stratigraphiques et, parfois, de la faible épaisseur des bancs-repères, les unités cartographiques sont nécessairement compréhensives. Une coupe synthétique des terrains jurassiques est donnée en fig. 1.

t-1. **Infra-Lias. Brèches, calcaires et grès.** Sous ce terme sont regroupées des formations non fossilifères, reposant sur le socle à la base de la série, mais qui peuvent faire défaut. Deux faciès principaux se reconnaissent :
— une brèche calcaro-siliceuse, caverneuse, contenant fréquemment des fragments du socle, de la baryte et des traces métalliques. Elle passe vers le haut à un calcaire cristallin. L'ensemble peut avoir de 3 à 6 m d'épaisseur ;
— un grès-arkose assez homogène, de couleur grise ou rouille, souvent peu consolidé et se résolvant facilement en sable ; il contient de petites dragées de quartz évoquant une usure littorale ; épaisseur de l'ordre de 3 à 4 m.

Lorsque les deux faciès coexistent, le grès est toujours superposé aux brèches. Ces dernières se rencontrent à Mars (route de Charlieu), en-dessous du château de Vermont, à Saint-Bonnet-de-Cray, et de là se suivent vers le Nord à Torry et presque jusqu'au lieu-dit L'Étang à Saint-Julien-de-Jonzy. Elles affleurent encore plus largement le long du ruisseau des Monts, à 4 km au Nord de Saint-Maurice-lès-Châteauneuf. Les grès affleurent dans les mêmes lieux ainsi qu'à Maizilly, puis vers Boyer et Coutouvre, à la limite méridionale de la feuille.

Hettangien (non représenté sur la carte ou confondu avec l3-4). Cet étage a été découvert par M. Thorat (1929) à Saint-Bonnet-de-Cray, dans une tranche malaisée à situer. Il s'agissait d'un « calcaire un peu gréseux, très dur », fossilifère (*Psiloceras johnstoni* et autres espèces de la zone à Planorbis). En l'absence de fossiles déterminables, il paraît difficile de distinguer ces calcaires de ceux du Sinémurien. Épaisseur réduite (2 m ?).

l3-4. **Sinémurien — Lotharingien. Calcaires et grès.** Habituellement bien caractéristique, le **Sinémurien** affleure ici dans des conditions qui n'en facilitent pas l'étude. Il comprend :
— des bancs de grès très durs à ciment calcaire ;
— des bancs calcaires, parfois encore un peu gréseux, à fossiles irrégulièrement distribués (*Lyogyryphaea arcuata*, *L. obliqua*). Épaisseur : 5 à 10 m.

Les meilleurs points d'observation sont : Maizilly (carrière et affleurement au Sud-Ouest de l'église) ; Tancon (falaise et ancienne carrière de la rive droite du Botoret) ; Saint-Maurice-lès-Châteauneuf (à l'Est de Ragot) ; dans le lit du Sornin, à l'Est de Baligand et probablement à Pouilly-sous-Charlieu ; à Saint-Bonnet-de-Cray (La Croix-Rousse). L'étage est encore

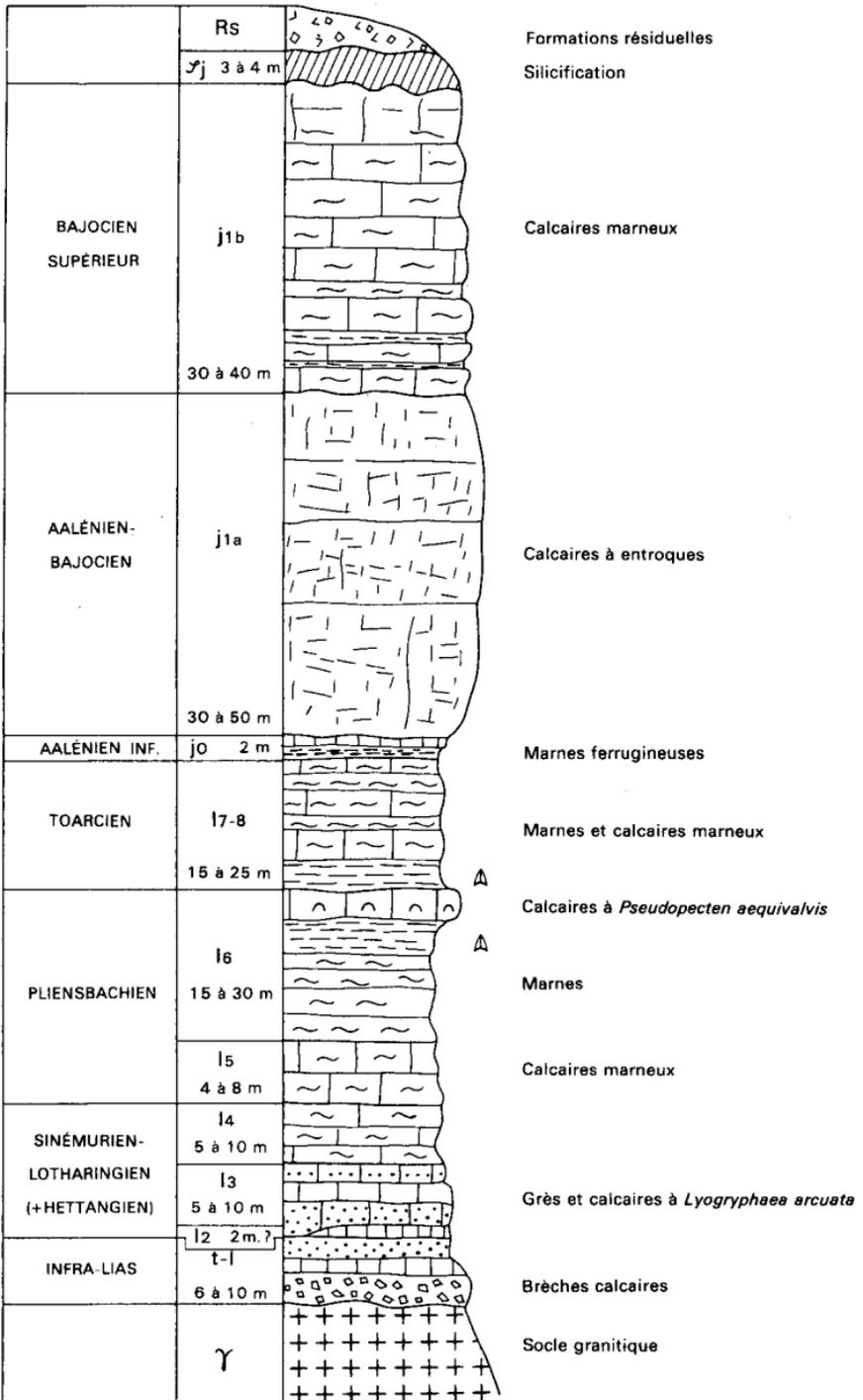


Fig. 1 - Coupe synthétique du Jurassique

visible en quelques points à l'Ouest de Saint-Bonnet, dans les vallons qui descendent vers Iguerande, en amont de La Bourbe et des Moines.

Le **Lotharingien** est représenté par des calcaires gréseux ou marneux, parfois à concrétions ferrugineuses et, au sommet, par des calcaires marneux gris-noir fossilifères (obs. de M. Thoral). L'épaisseur serait de l'ordre de 5 m. Les coupes les plus représentatives sont à Papillon (Saint-Maurice-lès-Châteauneuf) et l'ancienne carrière des Fayards, à Maizilly.

Ces faciès du Lotharingien ne se distinguent pas aisément de ceux du Sinémurien et sont regroupés en une même unité cartographique.

Les colluvions et les sols dérivant de ces étages présentent de nombreux entonnoirs de décalcification nommés localement « folletières » (pour « folles terres »). Ces effondrements aboutissent à un réseau de petites galeries souterraines (Letourneur, 1963).

15-6. **Pliensbachien (Carixien — Domérien). Marnes et calcaires.** Constitué par des faciès marneux, le Carixien disparaît le plus souvent sous les versants à herbage de ce pays d'élevage traditionnel. Le Domérien se repère plus facilement grâce à la présence de bancs calcaires qui affleurent ou, pour le moins, influencent le relief.

Les quelques mètres de marnes et calcaire marneux du **Carixien** sont surmontés par des marnes ou plutôt des argiles calcaires feuilletées, noires, pyriteuses, qui ont fait l'objet d'une tentative d'exploitation à Fleury-la-Montagne. Elles sont coiffées par des bancs de 40 cm à 1 m de calcaires à entroques, eux-mêmes séparés par des marnes.

Ces **calcaires du Domérien** (15-6[1]) ressemblent un peu au Bajocien mais leur coloration irrégulière, jaune, rouge à lie-de-vin, et la présence de minces lits ferrugineux, suffiraient à les différencier. De plus, ils sont pétris de fossiles parmi lesquels se reconnaissent : *Pseudopecten aequivalvis*, *Lyogryphaea cymbium* de grande taille, des térébratules d'aspect nacré et de grosses bélemnites. Au toit des calcaires, ce sont à nouveau des marnes noires pyriteuses contenant du gypse et toujours très fossilifères, qui passent vers le haut au Toarcien.

M. Thoral (1929) a pu reconstituer la coupe du Domérien dans les berges du Sornin entre Rongefer et le moulin de La Roche où il était exploité pour alimenter un four à chaux.

Les secteurs les plus favorables pour examiner ces étages sont : la carrière de Fleury-la-Montagne, le coteau de Saint-Nizier-sous-Charlieu (château de La Cour) ; les versants situés entre Mailly, Saint-Bonnet-de-Cray et Fleury-la-Montagne.

Épaisseur totale : 30 à 40 m.

17-8. **Toarcien. Marnes grises.** Comprenant lui aussi essentiellement des formations marneuses, cet étage est malaisé à délimiter. Il se repère surtout par l'abondance des fossiles, en particulier des céphalopodes, dans les terres

brunes ou noires autrefois activement cultivées sur les coteaux de Mailly, Saint-Bonnet, Saint-Nizier, etc.

La partie inférieure, peu caractéristique, correspond à des calcaires marneux peu fossilifères. Viennent ensuite des calcaires et des marnes gris-bleu riches en fossiles : c'est la sous-zone à Commune où se rencontre également *Hildoceras bifrons*.

Vers le haut apparaissent des faciès oolitiques avec *Hammatoceras insigne* et *Grammoceras fallaciosum*, qui amorcent une transition rapide avec l'Aalénien.

j0. **Aalénien inférieur. Marnes ferrugineuses et calcaires marneux.** La notation j0 est utilisée sur cette feuille pour une formation caractéristique qui assure pratiquement la transition entre le Toarcien et les calcaires à entroques. Il s'agit d'argiles et marnes rouge violacé, de calcaires oolitiques ferrugineux, riches en fossiles : M. Thoral cite l'abondance des *Dumortieria* mais on y trouve encore des espèces du Lias (*Hammatoceras* par exemple). La couleur de cette formation, épaisse de 1 à 2 mètres au plus, signale sa position dans les labours alors même que les autres étages ne peuvent plus être reconnus. C'est donc un excellent repère stratigraphique dans tout le secteur de Fleury-la-Montagne et Saint-Julien-de-Jonzy. A l'Ouest, du côté d'Iguerande, l'étage n'est plus visible du fait du plongement des couches.

M. Thoral (1929) admet que le « banc pourri » et le « mâchefer » des carrières seraient équivalents. Au-dessus de la « formation rouge », il y aurait des calcaires jaunes, peu caractéristiques, visibles à La Grange-du-Bois. Les calcaires à entroques typiques succèderaient immédiatement.

j1a. **Aalénien — Bajocien. Calcaires à entroques.** Comme dans les provinces voisines, le Lias est couronné par une puissante formation de calcaires à entroques constituant souvent une falaise et activement exploités autrefois pour la construction. M. Thoral, et d'autres auteurs, rattachent ces calcaires aux deux étages Aalénien et Bajocien. La coupure est très aléatoire et, à défaut d'arguments paléontologiques, les tracés s'appuient ici sur la lithologie. Dans l'ensemble, en effet, les fossiles sont rares et peu caractéristiques : ce sont des lamellibranches, des fragments de pentacrines, des radioles d'oursins.

La base de la formation est malaisée à observer en raison des conditions d'affleurements. Non seulement le pied des falaises est souvent oblitéré par des dépôts cryoclastiques ou des alluvions mais, dans les carrières abandonnées, des éboulis importants masquent la sole. D'après les anciens carrières — cités par M. Thoral —, la « bonne pierre » reposerait sur des marnes (Toarcien sans doute). Dans le secteur d'Iguerande, un banc ferrugineux, dit « mâchefer », assurerait la transition (cf. *supra* : Aalénien inférieur).

Les bancs inférieurs, très massifs, présentent souvent des stratifications obliques. Ils sont divisés par des joints subverticaux qui peuvent s'élargir et être colmatés par des colonnes d'argile brune. Vers le haut, les bancs sont moins épais mais la pierre a toujours le même faciès et la même couleur jaune pâle qui prend à l'air, avec le temps, un ton plus foncé.

Les assises de calcaires à entroques affleurent sur la rive droite du Chandonnet, en petits panneaux découpés par des failles subméridiennes qui accentuent le plongement général vers l'Ouest. Elles réapparaissent au Nord, sous les formations à silex, à Chervier (Sud-Ouest de Maizilly) puis à Saint-Denis-de-Cabanne même et, très largement, sur la rive droite du Botoret (carrières de Saint-Denis et de Barnay). Ces calcaires étaient exploités en de nombreux points de la vallée du Sornin, surtout sur la rive droite où ils atteignent leur plus grande épaisseur (environ 40 m), entre Saint-Denis et Saint-Maurice. Sur la rive gauche, du côté de Saint-Martin-de-Lixy, ils sont rejetés sur la hauteur de Montaguet par diverses failles.

En allant vers la Loire, les calcaires à entroques deviennent moins épais et disparaissent finalement sous les faciès du Bajocien supérieur. Il semble même que les calcaires à entroques soient absents du côté de Saint-Nizier-sous-Charlieu. L'absence de coupes complètes et de sondages empêche de suivre la diminution d'épaisseur.

j1b. Bajocien supérieur. Calcaires marneux. Au-dessus des calcaires à entroques se développent brusquement des calcaires marneux jaunâtres à blanchâtres, d'abord en bancs décimétriques séparés par des marnes gris-bleu, puis en bancs plus conséquents qui se répètent sur une hauteur de près de 40 m (Iguerande et rive gauche de la Loire). Entre les calcaires à entroques et les calcaires marneux, il existe parfois une croûte ferrugineuse ou un petit banc de calcaire oolitique signalés par M. Thoral.

Les fossiles sont rares. Toutefois, les marnes bleues recèlent des exemplaires déformés de *Parkinsonia parkinsoni*. M. Thoral cite également *Garantiana garantiana*. Comme l'avait déjà constaté cet auteur, les *Parkinsonia* sont particulièrement abondantes dans le ravin de la Craule.

Sj. Calcaire jurassique silicifié ; S. Silicifications massives. Un calcaire siliceux blanchâtre affleure sur la rive droite du Chandonnet en face de Chandon, en-dessous de l'Oligocène argilo-sableux. Les anciens auteurs l'interprétaient comme du Bathonien silicifié (analogie avec le « ciret » du Lyonnais). Un seul affleurement (x = 744,54 ; y = 2 129,48) montre de nombreuses empreintes de gastropodes indéterminables dans une roche cariée ayant l'aspect d'une meulière. Une formation identique a été mise au jour à la base du remblaiement oligocène vers Nandax (travaux routiers).

En Brionnais, une silicification générale au toit du Bajocien supérieur se traduit par la présence d'un banc continu de silex épais de plusieurs mètres (bois de Glenne, La Rivolière, Iguerande, etc.). Certaines coupes (La Goutte-l'Oie à Saint-Pierre-la-Noaille) montrent une silicification progressive avec des masses de silex non jointives. Cette massive formation siliceuse et son extension considérable expliquent l'importance et la répartition des formations résiduelles à silex. Cette silicification pourrait dater du début du Tertiaire.

FORMATIONS TERTIAIRES

Formation volcanique

β^1 . **Dykes de basanite.** Quatre minuscules pointements volcaniques traversent les assises du Bajocien supérieur près d'Iguerande. Le plus anciennement connu, celui des carrières dites de la Teyssonne, à Briennon, a été signalé lors de la visite de la Société géologique de France en 1873 (bull., 1873, p. 445 et 473). Le dyke en question est seulement visible à la partie supérieure d'une carrière abandonnée ($x = 734,55$; $y = 2\ 132,72$). La roche, très altérée, est riche en carbonates de néoformation. Le calcaire jurassique est rubéfié au voisinage. Selon l'observateur du siècle dernier, la puissance du dyke était d'environ 2 m et sa direction N 81 °E.

Le dyke du ruisseau des Gouttes-de-Crôles, à La Rivolière près d'Iguerande ($x = 733,56$; $y = 2\ 136,58$), est sans doute le plus facile à examiner. Orienté N 75 °E, il se suit sur quelques dizaines de mètres. Sa puissance est de l'ordre du mètre. La roche est riche en mégacristaux (4 à 5 mm) d'augite et olivine. Une prismation grossière s'observe ; toutefois, aux épontes, la roche se débite en lames parallèlement au contact et perd son caractère porphyrique.

Le dyke découvert par P. Nativel en bordure de la Loire, sur la commune de Melay ($x = 733,07$; $y = 2\ 135,85$) s'allonge suivant le NNW. Les affleurements, de part et d'autre du chemin, sont entourés par les alluvions.

Un quatrième pointement a été découvert à La Rivière ($x = 735,80$; $y = 2\ 135,99$) au cours des levers. Il s'agit d'une intrusion laccolitique visible sur une quinzaine de mètres.

Les laves des gisements d'Iguerande et Melay ont fait l'objet d'une étude pétrographique et d'analyses chimiques par R. Brousse et P. Nativel (1964). Elles sont à la fois riches en feldspathoïdes et en minéraux calco-ferromagnésiens.

Ces pointements volcaniques jalonnent en quelque sorte le faisceau de fractures du « couloir ligérien ». Il s'agit probablement d'un volcanisme néogène, mais l'âge n'a pas été précisé.

Oligocène

Les sédiments oligocènes du Roannais n'ont fait l'objet d'aucune cartographie depuis les travaux de U. Le Verrier, auteur de la première édition de la carte Roanne à 1/80 000. La révision faite à l'occasion de la seconde édition se borne à appliquer grosso modo la stratigraphie proposée par C. Depéret (1912). Celui-ci, s'appuyant sur des ossements fossiles découverts dans les carrières des tuileries en activité, distingue de bas en haut :

- graviers et conglomérats inférieurs ;
- argiles de Briennon et du Mayolet (feuille Roanne) ;
- argiles de Mably et de La Bénisson-Dieu ;
- calcaires.

Cette lithostratigraphie reste valable dans ses grandes lignes bien que la distinction des deux ensembles argileux demande de nouvelles confirmations.

En l'absence de sondages profonds susceptibles de fournir de nouvelles données quant à la structure du bassin, l'idée de U. Le Verrier, d'un ensemble monoclinale plongeant vers un important accident de bordure à l'Ouest, est une hypothèse de travail maintenue. Les observations tendent néanmoins à soutenir un schéma tectonique plus complexe. Il faut admettre plusieurs lignes d'accidents NW-SE ou subméridiens :

- à l'Ouest (feuille Lapalisse), les failles qui délimitent plus ou moins exactement le bassin et provoquent la remontée rapide du socle le long de la Côte roannaise ;
- dans le centre du bassin, l'accident subméridien du Fillerin qui sépare deux compartiments bien distincts : à l'Ouest celui, affaissé, des marnes de Saint-Germain ; à l'Est celui, relevé, des argiles de Mably—La Bénisson-Dieu ;
- le long de la Loire, les accidents qui affectent le Jurassique ont probablement joué à l'Oligocène et le compartiment situé à l'Est de la faille de Vougy est également surélevé par rapport aux autres.

Cette disposition, déjà esquissée sur la feuille Roanne, est probablement compliquée par des mouvements en touche de piano.

L'extension vers le Nord-Est des formations oligocènes dépend également des accidents cassants qui délimitent un petit fossé entre Charlieu et Ligny-en-Brionnais.

Pour ce qui concerne l'âge des sédiments, la palynologie n'a été jusqu'ici d'aucun secours, tous les prélèvements s'étant révélés aphytiques. La macrofaune découverte à l'époque de C. Depéret dans les carrières d'argile de La Bénisson-Dieu, a été étudiée à nouveau par F. Roman et J. Boucher (1936). Il s'agit d'ossements se rapportant à diverses espèces d'*Anthracotherium* du Stampien.

P. Paléosols ferrugineux. Des argiles d'une coloration ocre-rouge affleurent très localement dans un secteur du centre de la feuille. Macroscopiquement, elles se distinguent nettement des marnes rouge violacé situées au toit du Toarcien, comme des autres faciès oligocènes.

L'affleurement des Mignonettes, à Saint-Nizier-sous-Charlieu, présente un faciès nodulaire qui s'apparente étroitement aux paléosols connus par ailleurs dans les bassins oligocènes du Massif central, généralement à la base des remblaiements. Les modes de gisement observés sur la feuille Charlieu sont en accord avec cette interprétation. Des accidents cassants interviennent pour délimiter certains lambeaux, comme ceux apparaissant de part et d'autre du ruisseau de La Grange-du-Bois. Mais ces affleurements et celui des Mignonettes se relient aisément au lieu-dit évocateur des Terres-Rouges situé plus au Nord sur la commune de Saint-Bonnet-de-Cray. Dans l'intervalle, la base de l'Oligocène est d'ailleurs fortement teintée. Ces paléosols se situent en bordure du fossé oligocène de Charlieu—Ligny : dis-

position assez habituelle dans les autres bassins (Forez). Les analyses minéralogiques effectuées par P. Larqué au laboratoire de l'université de Strasbourg révèlent, pour la fraction inférieure à 2μ , une prépondérance de la kaolinite associée à 10 % au plus d'illite. Le couple hématite—goëthite, non dosé, est suffisamment important pour expliquer la couleur caractéristique de ces formations.

Il faut sans doute rattacher à ces paléosols les formations rougeâtres observées au toit de la carrière du bois de Charroire, à Ligny-en-Brionnais. Elles accusent la même composition minéralogique mais comportent une fraction importante de sables quartzeux indiquant probablement un début de transport. La coupe révèle une superposition — avec de nombreuses infiltrations irrégulières — de ces argiles sableuses sur le Bajocien supérieur plus ou moins silicifié.

En partant de cet exemple de la carrière du bois de Charroire, il faut se poser la question de l'interprétation des rubéfections constatées en de nombreux endroits, dans le Nord de la feuille, sur les formations à silex et notamment à La Brosse, à Fontenaille, sur la commune de Saint-Julien-de-Jonzy. Ces occurrences, fréquentes à l'Ouest de la commune citée, sont signalées sur la carte par un *R* qui ne préjuge pas de leur signification.

Ces paléosols, insérés entre le Bajocien supérieur et le Stampien, remontent probablement au début du Tertiaire. Leur attribution à l'Oligocène exprime ici une hypothèse basée sur les données régionales.

gS. Argiles, argiles sableuses et sables intercalés. Il est malaisé de faire des distinctions dans cet ensemble de faciès monotone. Le début du remblaiement semble caractérisé par des formations plus sableuses et sensiblement plus rouges qui résulteraient de la destruction de paléosols, comme cela se voit dans la plupart des bassins similaires.

Plus répandu, un faciès de bordure à sable granitique grossier s'observe surtout en marge du socle. L'Oligocène emprunte aussi des silex au Jurassique, de telle sorte qu'il est quelquefois difficile de trancher entre les sédiments tertiaires et les argiles à silex qui subissent des remaniements jusqu'au Quaternaire.

Vers le centre du bassin, les argiles se développent beaucoup. Elles sont activement exploitées pour la fabrication des tuiles et briques. La composition minéralogique est presque constante. Le rapport kaolinite/smectite/illite s'établit comme 3/6/1, même sur des prélèvements effectués en profondeur (sondages de 15-20 m, analyses du laboratoire du SGN à Orléans).

En l'absence de tout sondage profond, l'épaisseur de ces couches peut être estimée provisoirement à 3 ou 400 mètres.

gM. Calcaire, marnes, argiles et sables à nodules calcaires. Cet ensemble, caractérisé par la présence de carbonates, est localisé à l'Ouest de la feuille dans un compartiment tectonique limité à l'Est par l'accident du Fillerin. Un petit lambeau apparaît à Balière, dans le compartiment oriental surélevé, et témoigne de l'ampleur du rejet (40 à 50 m).

Les sondages courts réalisés par le SGN apportent quelques éclaircissements sur la composition des couches. Il s'agit d'une alternance de marnes blanches et de sables fins quartzeux dont l'épaisseur est comprise entre 0,5 et 2 m. Des argiles vertes calcaires, ou à nodules calcaires, remplacent parfois les marnes. Les sables eux-mêmes peuvent présenter une légère réaction carbonatée. Des calcaires affleurent à la partie supérieure de ces couches vers Saint-Romain-la-Motte. Ils ont été décrits dans la littérature géologique comme des calcaires lacustres mais ont plutôt un faciès travertineux. Leur extension paraît très irrégulière. Du point de vue minéralogique, les rapports sont approximativement identiques à ceux des couches argileuses (prépondérance de la smectite).

Plio-Quaternaire

p-IV. **Sables et argiles de la forêt de Lespinasse.** Le sondage effectué par le SGN à La Croix-de-l'Évangile a traversé des sables et argiles en alternance sur 20 m avant d'atteindre les marnes blanches de l'Oligocène. A mi-chemin de Beaussier, un autre forage révèle un recouvrement de 8 m, épaisseur qui semble à peu près constante jusqu'à Beaussier.

Par son importance et sa nature, cette couverture ne s'identifie pas simplement au complexe B décrit parmi les formations superficielles. L'absence de restes organisés déterminables laisse la place à plusieurs hypothèses mais il semble bien que ce soit là le véritable début des sables et argiles dits du Bourbonnais. L'interprétation ne pourra se faire que lorsque les feuilles voisines seront explorées et sondées. Dans les conditions d'observation limitées à la surface, il est d'ailleurs malaisé de distinguer ces formations de l'Oligocène et il se peut que l'ensemble g, surtout au Nord de la feuille, dissimule des formations plus récentes.

FORMATIONS SUPERFICIELLES - QUATERNAIRE

Une attention particulière a été accordée aux formations superficielles, non pas seulement considérées comme une aide à la représentation des secteurs où manquent les données relatives aux substrats, mais pour leur histoire propre et le témoignage qu'elles apportent dans la reconstitution des dernières phases du façonnement morphologique.

Toutefois, dans le but de ménager les connaissances acquises sur les formations géologiques profondes et de conserver aussi au document cartographique un caractère de lisibilité, des formations peu épaisses ont été supprimées. C'est ainsi que les arènes développées directement sur le socle n'ont pas été représentées. Leur répartition obéit d'ailleurs à des règles constantes : extension pelliculaire, affleurements de roches saines dans les vallées.

Les formations superficielles sont groupées en fonction de l'origine des matériaux et de la lithologie, selon le mode de mise en place et, accessoirement, leur morphologie.

Formations alluviales (sables et graviers)

CF. **Colluvions d'alluvions.** Le remaniement sur les versants des matériaux provenant des diverses formations alluviales a été représenté par un figuré chaque fois que les substrats ne pouvaient être reconnus.

F. **Remblaiements fluviatiles divers.** Le rattachement de certaines formations fluviatiles au système alluvial de la Loire est difficile en raison de leur éloignement ou d'une morphologie peu expressive. La notation ouverte F correspond à ce cas. Elle s'applique par exemple aux formations latérales du Fillerin et de la Teyssonne, qui correspondent globalement aux Fx-Fy. Dans cette catégorie entrent aussi les lambeaux résiduels des hauteurs de Buret et des Martins (rive gauche de la Teyssonne), de Montpape—Beaugard (rive droite de la Teyssonne) ; ces sables et galets, dont la nature pétrographique implique une origine occidentale, esquissent un ancien remblaiement de la Teyssonne (niveau de Fw ?). Sur la rive droite de la Loire, enfin, ont été intégrés dans cette unité les sables argileux qui s'étendent à l'Est de Vougy.

BF. **Alluvions anciennes en relation avec le complexe B.** Ce sont les plus hauts niveaux connus de la Loire (et de ses affluents), représentés par des galets de quartz ou de silex, de quelques millimètres à 5 ou 6 cm de diamètre. L'extension et les subdivisions de cette formation seront indiquées plus loin (*cf.* complexe B).

Fw ; Fx ; Fy. **Alluvions anciennes.** Elles forment, de part et d'autre du fleuve actuel, une série de terrasses emboîtées plus ou moins continues. Mais alors qu'à Mably ces alluvions occupent une largeur de plus de 6 km, elles se resserrent sur 2 km dans le couloir de Briennon—Iguerande pendant la traversée du Jurassique. Plus au Nord, elles reprennent de l'extension (4 km vers Melay). La perte d'altitude progressive vers le Nord se fait en deux paliers : l'un de Mably à Iguerande, l'autre de Melay à Marcigny. Entre les deux, vers La Rivollière et Iguerande, il existe une sorte de flexure qui accentue la descente.

Comme plus en amont, la composition pétrographique de ces trois remblaiements varie surtout en fonction de l'altération de certaines roches (notamment les galets volcaniques de la Haute-Loire) dans les lambeaux les plus anciens. Des travaux récents (Latreille et Le Griel, 1980) proposent une méthode d'identification à partir des minéraux lourds. La délimitation des remblaiements a été faite en se basant sur une étude précise de tous les lambeaux en altimétrie et en extension. Il a été tenu compte évidemment des perturbations dues aux affluents ou encore de la présence de colluvions latérales. C'est ainsi que les paliers Fw et Fx supportent des couvertures argilo-silteuses (les « beluses » de Melay—Iguerande, rive gauche).

L'âge relatif des lambeaux est indiqué par la notation. Il n'existe sur la feuille aucune donnée paléontologique permettant d'appliquer l'échelle stratigraphique.

Fy-z. **Alluvions actuelles et anciennes indifférenciées.** Les alluvions actuelles ou subactuelles s'inscrivent au sein du remblaiement Fy et ne sont

pas toujours bien délimitées morphologiquement, d'où la nécessité de recourir à une notation plus large. Dans les vallées secondaires (Teyssonne, Sornin), les sables et graviers sont généralement surmontés par une couverture argilo-silteuse (0,5 à 2 m environ).

Complexes colluviaux

C. Colluvions hétérogènes des bas-versants et fonds de vallons ; C-F. Colluvions et alluvions indifférenciées. Les observations faites à la faveur de ravinements actuels ou sur les feuilles voisines, ont montré la complexité et l'importance des colluvions accumulées dans le fond des vallons. Il s'agit pour l'essentiel de matériaux divers rassemblés au bas du versant et pour lesquels le transport longitudinal a été insuffisant pour opérer un classement. On passe ensuite progressivement à des alluvions, parfois encore imbriquées avec des colluvions et de ce fait non séparées cartographiquement. L'épaisseur est de l'ordre de 1 à 3 m dans l'axe du vallon.

A. Complexe de versant (glissements en masse). Certains versants rendus instables par la présence de bancs argileux ou d'accidents cassants, supportent des accumulations de matériaux formées à partir de glissements en masse auxquels se joignent des colluvions. Ces dernières résultent soit d'un lessivage du versant aboutissant à des argiles, soit de la gélifraction qui fournit alors des cryoclastes calcaires. Les deux faciès s'observent, par exemple, au pied des falaises bajociennes de Saint-Denis-de-Cabanne ainsi que dans la vallée du Chandonnet.

Cette définition du complexe A étant beaucoup plus restrictive que sur les anciennes éditions de la carte géologique, l'emploi en est très localisé pour ce qui concerne la feuille Charlieu.

B. Formation argilo-silteuse des plateaux et alluvions de bases associées (BF). Une couverture argilo-silteuse, qui repose fréquemment sur un banc de gravier à galets de quartz ou silex, se développe de part et d'autre de la Loire ainsi que dans le fossé oligocène de Charlieu—Ligny—Châteauneuf. Pratiquement absente sur la feuille Roanne et dans la partie méridionale de la feuille Charlieu, cette couverture prend une grande extension au Nord de la Teyssonne.

En surface prédomine un pseudo-limon brun clair assez uniforme. Mais les sondages effectués par le SGN dans la partie occidentale révèlent des alternances d'argiles et de sables argileux de diverses nuances coiffant l'Oligocène marneux. La composition minéralogique des argiles est pratiquement identique à celle des formations oligocènes : la proportion kaolinite/smectite/sillite étant comme les chiffres 3/6/1. Il est d'ailleurs malaisé de distinguer isolément les argiles de l'une ou l'autre catégorie.

La caractéristique la plus importante de cette couverture B est de reposer fréquemment sur un banc de sables ou de graviers à galets de quartz (BF) qui affleure à la périphérie du lambeau, juste à la rupture de pente. Le tracé des contours s'appuie sur cette particularité morphologique qui se traduit par

une mise en évidence des graviers au-dessus des versants argilo-sableux oligocènes. Quelques vignes, ou les parcelles de l'ancien vignoble installé sur ces graviers, soulignent encore davantage la formation de base du complexe, qui inspire également la toponymie (Les Pierrisses, Les Pierrards, Les Pérales). De plus, ce banc de gravier se maintient assez régulièrement à la même altitude dans un secteur donné : il plonge légèrement vers le NNE, passant de 345-340 m au bois de Briquelandière, à 320-325 m au Nord de l'Arçon. Dans ces conditions, les graves de Garambeau et Joux au Sud-Est de Noailly (quart Sud-Ouest de la feuille) correspondent très probablement au même alluvionnement de la Loire. Toutefois, il semble nécessaire de séparer deux remblaiements en bordure de Loire : celui qui vient d'être cité et, à une altitude légèrement inférieure, celui correspondant aux formations plus réduites des Bidolins, Melay et Le Bois-Plan. Un étagement identique se remarque entre La Bénisson-Dieu et Briennon. La couverture argileuse s'avance parfois jusqu'à faire la jonction entre les deux nappes de graviers.

Sur la rive droite de la Loire, existe pareillement une série de lambeaux de même nature recouvrant les replats entre les thalwegs orthogonaux. Le sommet se situe sensiblement plus haut que sur la rive gauche (375-380 m) mais la cote inférieure est du même ordre (320 m). La solifluxion est peut-être responsable d'un débordement exagéré, noté sur les versants qui descendent à la Loire. Le banc de graviers n'apparaît qu'au Nord de la feuille, à l'Est de Saint-Martin-du-Lac où il est caractérisé par de gros galets (1 à 3 dm) de silex.

Des galets de silex de cette dimension se présentent aussi, sous une couverture argileuse, dans la dépression de Charlieu—Ligny, en constituant une remarquable série de petits lambeaux alignés sur la rive droite du Bezo. Puis, d'une manière extensive, la couverture s'étend sur les promontoires de Saint-Rigaud et Saint-Edmond à la périphérie desquels se rencontrent de gros galets de silex qui jonchent ensuite le versant taillé dans l'Oligocène. A la même unité cartographique se rattachent, vers l'Est, les lambeaux de Tancou et des Verseaux. Au Nord, enfin, la couverture comparable de Vauban, à une altitude supérieure d'une vingtaine de mètres, témoigne peut-être d'une phase antérieure.

Sur la rive gauche de la Loire, l'épaisseur totale du complexe se prévoit aisément en fonction de la régularité du banc de base. Elle est souvent d'une dizaine de mètres pour atteindre 20 m en forêt de Lespinasse. Sur la rive droite et dans le secteur de Saint-Edmond, le gisement en long biseau rend moins facile l'évaluation ; l'épaisseur est approximativement du même ordre.

La mise en place de cette couverture est certainement due à des processus variés parmi lesquels les phénomènes fluviaux ont joué un rôle important prolongé dans le temps par des colluvionnements. Il est évident que le contexte diffère fortement entre les deux rives de la Loire. Cela se traduit par des variations lithologiques exprimées entre autres par la présence ou la prépondérance du quartz ou du silex. L'unité cartographique se justifie cependant sur un plan régional. L'âge ne peut être déterminé que par rapport aux

alluvions plus récentes de la Loire. Des considérations purement altimétriques conduisent à situer le remblaiement alluvial BF à la fin du Tertiaire ou au Quaternaire inférieur (Villafranchien). L'évolution du complexe se poursuit durant tout le Quaternaire. Cette hypothèse autorise à relier la couverture B aux formations dites « du Bourbonnais », dont la cartographie est en cours plus en aval dans le bassin. Les mauvaises conditions d'observation et le manque de repères stratigraphiques laisse en suspens la question de la présence éventuelle de sables mio-pliocènes entre l'Oligocène et la couverture B, en particulier à la limite ouest de la feuille.

Formations résiduelles à matériaux siliceux (silex, chailles, quartz)

RS1. Formations autochtones et remaniements *in situ* ; RS2. Formations allochtones (cailloutis d'origine fluviale) ; CRS. Formations de versants (remaniements quaternaires). Ces formations s'associent à l'extension des couches jurassiques, couronnent les hauteurs et s'étalent sur les versants. Elles se rencontrent partout entre Nandax, Villers et Maizilly, d'une part ; dans tout l'espace compris entre Charlieu, Vauban et Saint-Martin-du-Lac, d'autre part. Les descriptions anciennes les désignent sous le terme général d'« argiles à jaspes » (Gruner, 1857) ou d'« argiles et cailloutis à silex » (Le Verrier, 1890). Des fossiles silicifiés du Jurassique ont été signalés à diverses reprises parmi les matériaux grossiers constitués essentiellement de silex.

L'origine de ces formations doit être recherchée pour l'essentiel dans les massives silicifications qui recouvrent les bancs du Bajocien supérieur. Les preuves abondent : à Villers, Chandon, surtout dans les ravins des environs d'Iguerande et vers la limite nord de la feuille. Depuis le gisement originel, il est intervenu de nombreux remaniements à diverses périodes géologiques. Les distinctions RS1, RS2, et CRS reposent sur la répartition des affleurements en place ainsi que sur des critères morphologiques ou minéralogiques.

- Les **formations autochtones** (RS1) sont celles dérivant directement des bancs de silex. C'est un mélange hétérogène de gros rognons siliceux, de quelques cm à plusieurs dm, au cortex blanc épais. Ces silex sont enrobés dans une argile jaune, brune ou brun rougeâtre. L'épaisseur moyenne est de plusieurs mètres sans qu'il soit possible de prévoir aisément l'importance de ce recouvrement.

- Les **formations allochtones** (RS2) résultent d'un transport fluviale ainsi que le révèlent les silex à facettes, les galets, la présence de quartz et d'autres roches dures. Ces matériaux jonchent des surfaces qui dominent les vallées actuelles par inversion de relief : aux Pierres, entre Nandax et Vougy ; vers La Croix-Leigne, au Sud de Charlieu. Ces formations résiduelles sont généralement peu épaisses. Elles sont beaucoup plus développées au Sud, sur la feuille Roanne.

- Les **formations de versant** (CRs) sont caractérisées par la présence de silex abondants sur les versants. C'est encore, dans bien des cas, une couche

continue de 40 à 60 cm qui coiffe l'Oligocène ou d'autres formations superficielles. La matrice sablo-argileuse emballe des rognons et surtout des éclats de silex dûs au gel. La large dispersion se termine à la limite par la seule présence d'éclats de silex mêlés aux colluvions CRj ou CRg.

Formations dérivant des sédiments tertiaires

CRg. **Colluvions argilo-sableuses.** Les sables et argiles oligocènes affleurent sur de larges surfaces, et les carrières ou autres coupes montrent que la couverture se réduit à un sol plus ou moins lessivé dont l'horizon B fournit par place un alios (dénommé localement « mâchefer »). Des formations superficielles plus importantes ont été cependant mises en évidence. Elles regroupent des altérations et des remaniements des assises oligocènes avec des formations résiduelles, en particulier des alluvions anciennes. Il s'agit soit de formation de hauteur — ou ce qu'il en reste — comme aux Baraques de Saint-Romain-la-Motte, soit de formations de versant en bordure des vallées.

Formations dérivant des sédiments jurassiques

CRj. **Colluvions argilo-calcaires.** Sauf en ce qui concerne le Bajocien et, localement, l'infra-Lias, les assises jurassiques affleurent peu. Marnes et calcaires sont masqués par des colluvions généralement peu épaisses, voire confondues avec les sols (les « fromentaux » du parler local). Néanmoins, la priorité a été donnée à la représentation des étages dès l'instant que des observations suffisantes permettaient d'en dessiner les contours. Toutefois, faute de repères stratigraphiques, des versants entiers ne pouvaient être rattachés à la série d'autant que la présence de failles interdit les extrapolations. De plus, il apparaît bien que ces versants correspondent souvent à un épaissement des colluvions argilo-calcaires dérivant des bancs jurassiques : ce sont déjà tous les caractères du paysage bourguignon.

Les glissements des marnes du Lias contribuent beaucoup également à altérer la coupe normale des terrains. Très fréquemment aussi, les formations à silex (cf. *supra*) qui occupent les hauteurs ont glissé sur les versants pour se mêler aux colluvions argilo-calcaires ; un figuré suggère ce phénomène.

Il faut par ailleurs signaler la difficulté, vers le centre de la feuille, à séparer l'ensemble CRj du CRg aux faciès convergents.

Formations dérivant du socle cristallin

Cy. **Arènes transportées.** En bordure du socle, les produits d'altération de celui-ci franchissent le contact et recouvrent les formations sédimentaires. Ce phénomène est plus ou moins important et les colluvions ayant cette origine ne font l'objet d'un contour que dans certains secteurs (Vougy).

Formations anthropiques

X. **Déblais d'exploitation.** Le signe ponctuel permet d'indiquer quelques sites où l'épaisseur de ces matériaux prend une réelle importance.

PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

Plissement

La discontinuité et la taille des affleurements des formations du Carbonifère inférieur ne permettent pas de dégager des structures plissées significatives à partir des quelques mesures d'orientation des plans de stratification des siltites.

De façon générale, les terrains du Carbonifère inférieur sont plissés lors de la phase sudète. C'est à celle-ci que l'on doit probablement la structure en écaille ou panneaux faillés des gneiss anté-dévonien dans les formations dinantiennes.

Fracturation

Les terrains dinantiens, mais aussi les granites du Carbonifère supérieur, présentent une fracturation assez importante qui se manifeste aussi bien à l'échelle de l'affleurement que dans l'orientation des vallons et des vallées principales.

Ainsi, le découpage du relief, souligné par le cours en ligne brisée des rivières, se fait suivant trois directions principales : subméridienne, Nord-Ouest et Est-Ouest. Les dépressions du relief sont dues à la présence de roches cataclasées accompagnant les fractures.

Le système de fractures résulte d'épisodes tectoniques qui se sont succédés du Carbonifère supérieur jusqu'à une époque récente. En l'absence de repères stratigraphiques dans le domaine paléozoïque, il faut se référer aux terrains sédimentaires plus récents qui le bordent (Gros et Martin, 1981 ; Bonijoly et Castaing, 1984) et qui ont été affectés successivement par :

- la compression N-S du Westphalien supérieur au Stéphaniens B inférieur, engendrant des décrochements dextres N 10°-50°E, senestres N 140°-170°E, et des failles inverses N 80°-120°E ;
- la compression NW-SE du Stéphaniens B inférieur au Stéphaniens C supérieur, engendrant des décrochements dextres N 120°E et senestres N 160°-180°E ;
- la compression E-W au Stéphaniens C moyen, avec décrochements dextres N 60°-80°E, senestres N 90°-140°E, et failles inverses N 160° à 10°E ;
- la distension NW-SE, active du Lias au Jurassique moyen, réactive en failles normales les accidents N 60°-90°E et N 140°-160°E ;
- la compression N-S à NE-SW, pyrénéenne, fait jouer les failles anciennes N 50°-70°E en décrochements dextres, et celles N 30°E en décrochements senestres ;

- la distension ENE-WSW, Éocène – Oligocène, reprend en failles normales les accidents N 140°-160°E ;
- la compression NW-SE, alpine, est peu marquée, réactivant les mêmes accidents N 140°-170°E.

Métamorphisme

● **Métamorphisme régional.** Seuls les micaschistes et les gneiss du socle anté-varisque, apparentés à ceux des monts du Lyonnais, sont affectés par un métamorphisme régional (faciès amphibolite ou plus élevé) suivi d'une rétro-morphose en faciès épizonal.

Les formations du Carbonifère inférieur ne semblent pas affectées par un métamorphisme régional appréciable.

● **Métamorphisme thermique.** Un métamorphisme thermique affecte l'ensemble des formations ; malgré l'abondance des microgranites qui l'engendre, celui-ci apparaît relativement discret. Cette observation vient confirmer le mode de gisement plutôt en réseau filonien dense qu'en véritables massifs.

Dans les roches sédimentaires et volcano-sédimentaires, on note l'apparition de la biotite, une recristallisation plus ou moins poussée de la matrice et des éléments et, dans les faciès silteux, la présence de taches évoquant une pseudomorphose d'éventuelles cordiérites ou andalousites. Dans les roches volcaniques, on observe une recristallisation plus ou moins intense de la mésostase et des cristaux, en particulier de la biotite.

Dans les microgranites, aucun phénomène de recuit n'a été noté. En particulier, on n'observe pas la recristallisation de la biotite, si fréquente et remarquable dans les microgranites comme dans les tufs du Viséen supérieur affleurant sur la feuille Beaujeu.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

La région représentée par cette carte est traversée, au niveau de son tiers occidental, par la Loire qui s'écoule du Sud vers le Nord avec une pente faible de 1 pour 1 000. La Loire draine l'ensemble du réseau superficiel avec deux affluents principaux, la Teyssonne en rive gauche et le Sornin en rive droite.

La plus grande partie du domaine de la feuille (rive gauche de la Loire, rive droite depuis le Sud jusqu'au Sornin) est le prolongement du bassin de Roanne à remplissage tertiaire où s'inscrivent les alluvions quaternaires. Au Nord du Sornin, en rive droite, le substrat est formé de terrains jurassiques sous une couverture d'altération qui peut atteindre plusieurs mètres.

L'Est de la feuille, pour le quart environ de la superficie totale, est constitué des terrains du socle paléozoïque, versant occidental du haut Beaujolais. Les altitudes y sont un peu plus fortes (maximum 710 m).

La pluviométrie sur l'ensemble est moyenne, 900 à 1 000 mm/an, avec une bonne répartition sur toute l'année.

Socle

Ces terrains sont par nature non aquifères, mais des circulations profondes dans les réseaux de fissures et de fractures sont possibles : ce potentiel est très mal connu et l'accès à une telle ressource est difficile. La partie superficielle de ces roches, plus ou moins profondément altérée (parfois jusqu'à plus de 10 m), avec tous les intermédiaires de la roche saine jusqu'à l'arène très perméable, peut renfermer des nappes isolées de faible profondeur qui se manifestent par des sources à petit débit (0,5 à 2 m³/h).

Les colluvions d'arène s'accumulent dans les dépressions, surtout dans la partie amont des thalwegs et augmentent leur capacité de réservoir en des points favorables au captage car ils collectent une multitude de petites émergences souvent diffuses.

C'est à cette ressource que s'alimentent en eau potable, pour un volume total de 280 000 m³/an en 10 captages, les communes de Mars, Arcinges, Sevelinges, Le Cergne, Cuinzier, et même Charlieu pour un complément, toutes situées dans l'angle sud-est de la carte.

Terrains jurassiques et remplissage tertiaire

Ils n'ont pas fait l'objet de reconnaissance hydrogéologique. Les terrains tertiaires ont un faciès de sable grossier en bordure du socle et pourraient offrir un certain potentiel aquifère. Vers le centre du bassin, ces dépôts, dont l'épaisseur pourrait atteindre 400 mètres, sont à dominante argileuse avec alternance irrégulière de passages sableux qui contiennent peut-être une petite ressource en eau dont l'étude reste à faire (cf. au Sud, feuille Roanne, le forage 672-2-9 qui produit 20 000 m³/an pour un usage industriel).

Alluvions

Elles représentent l'aquifère le plus intéressant et le plus productif.

- Les **alluvions anciennes de la Loire** n'ont pas été reconnues ni sollicitées.
- Les **alluvions récentes de la Loire** occupent une basse plaine relativement étroite dont la largeur, souvent comprise entre 0,5 et 0,7 km, n'excède pas 2,5 km. Leur épaisseur est faible (4,50 à 7,50 m). Elles sont constituées de sables fins et de sables à graviers et galets, à perméabilité souvent médiocre, et reposent sur les argiles oligocènes.

La nappe qu'elles contiennent est alimentée principalement par la Loire. Son potentiel est donc très lié au niveau du fleuve et les étiages s'y font particulièrement sentir. La qualité des eaux est aussi étroitement liée à celle des eaux de la Loire mais, en plus, la nappe, superficielle et mal protégée par une couverture irrégulière et peu épaisse, est très vulnérable aux pollutions. Il

faut signaler qu'à partir du 1.01.1993, l'extraction de granulats sera interdite dans le lit de la Loire, ce qui aura un effet bénéfique sur les débits utiles et sur la qualité des eaux. Actuellement, les débits obtenus sont de 12 à 30 m³/h par ouvrage. Le syndicat intercommunal de Pouilly-sous-Charlieu, en deux champs-captants, celui de Saint-Pierre-la-Noaille et celui de Briennon, y prélève 530 000 m³/an.

- Les **alluvions de la Teyssonne** ont, dans cette zone aval de la rivière, une épaisseur de 7 à 12 mètres et reposent sur un substratum argileux. Les tests de pompage ont donné des débits de 14 à 20 m³/h mais les teneurs en fer et manganèse dépassent largement les normes de potabilité.

- La **vallée du Sornin** n'a été étudiée qu'au niveau de Charlieu, peu à l'amont du confluent avec le Bézo. Sous une couverture de 3 m d'argiles, les alluvions (épaisseurs de 2 à 3 m) reposent sur des argiles compactes du Tertiaire. Le débit du forage d'essai a été de 15 m³/h. La qualité de cette eau s'est révélée relativement bonne à l'analyse et la commune de Charlieu l'exploite, en complément de son alimentation en eau potable, par une batterie de 3 puits avec tranchées drainantes et barrage de relèvement du plan d'eau, nécessaire car la nappe est influencée directement par le niveau de la rivière. Le débit potentiel est estimé à 140 m³/h.

Sources minérales

Dans le jardin d'une maison de la ville de Charlieu, une source d'eau ferugineuse, sodique et bicarbonatée, avait été reconnue en 1871 et avait fait l'objet d'une autorisation d'utilisation à des fins thérapeutiques. Le débit de cette source avait été en régression constante jusqu'à complète disparition en 1888 à la suite des travaux de construction de la gare de Charlieu et d'une nouvelle voie ferrée (cité in J. Canard, 1974 : Les eaux minérales du Forez et du Roannais).

SUBSTANCES UTILES

Roches diverses utilisées pour la construction

Les constructions traditionnelles se faisaient essentiellement en « pisé » (terre argileuse pressée dans un coffrage), surtout dans la plaine tertiaire. Sur la rive droite de la Loire, il était utilisé des pierres ramassées dans les champs : gros rognons de silex disposés en lits réguliers, blocs de microgranite ou granite sur le socle. Les calcaires à entroques (cf. *infra*) étaient réservés aux ouvertures ou aux constructions de prestige. Toutefois, au XIX^e siècle, les déchets de ces calcaires ont servi à édifier de nombreux murs à proximité des carrières.

Granite

Le beau granite porphyroïde de Châteauneuf a été exploité dans plusieurs carrières ouvertes sur la rive gauche du Sornin. Des ateliers de dégrossissage et de taille fonctionnent encore sur les mêmes lieux. Cette pierre est utilisée pour l'ornementation et les monuments (funéraires ou autres).

Calcaires

Les *calcaires du Domérien* ont été employés localement pour élever des murs mais ils sont moins propices à la taille que le Bajocien.

Les *calcaires à entroques du Bajocien* ont fait l'objet d'une intense exploitation depuis le Moyen Age. Les carrières sont ouvertes au pied de la falaise qui se développe irrégulièrement entre Saint-Maurice-lès-Châteauneuf et Saint-Denis-de-Cabanne. D'autres exploitations entamaient le toit de la formation à Iguerande et à l'Est de cette localité. Cette pierre, au ton jaune agréable, est susceptible d'une taille régulière et peut être facilement sculptée : il s'en trouve de magnifiques exemples dans les églises romanes de la région. L'épaisseur des bancs assurait la production de grandes pièces. La qualité est cependant inégale et les carriers faisaient les distinctions basées sur l'expérience. Toutes les carrières sont abandonnées.

Les *calcaires marneux du Bajocien supérieur*, faciles à scier mais gélifs, ont tendance à se débiter en plaques. Ils ont été mis en œuvre plus tardivement, surtout après l'ouverture du canal latéral à la Loire (première moitié du XIX^e siècle) qui a entraîné leur exploitation sur la rive gauche de la Loire et facilité le transport. Cette pierre a servi aux constructions de la ville de Roanne (Second Empire principalement). Tous les chantiers sont abandonnés depuis le début du XX^e siècle.

Pierre à chaux

Les calcaires et marnes du Lias ont alimenté plusieurs fours à chaux de faibles dimensions à Chandon, Mars, Maizilly, Coutouvre, Pouilly-sous-Charlieu, Saint-Nizier, Vougy, Nandax.

D'autres fours ont fonctionné parallèlement aux exploitations des calcaires à entroques et des calcaires marneux du Bajocien : à Saint-Maurice-lès-Châteauneuf, Saint-Denis-de-Cabanne, Iguerande, Saint-Pierre-la-Noaille, Briennon.

Le calcaire stampien a servi aussi à la fabrication de la chaux sur la commune de Saint-Romain-la-Motte (four de Bechevet). Des exploitations plus anciennes de ce calcaire ont laissé des traces à l'Est de Saint-Romain, vers Talebar.

Argiles

Les tuileries-briqueteries artisanales ont été très nombreuses : on en recense une quarantaine (fichier du Centre forézien d'Ethnologie, Ambierle). La matière première ne manque pas étant donné l'extension des argiles oligocènes. Mais plusieurs fours cuisaient aussi des produits élaborés à partir de formations argileuses superficielles. Pour s'en tenir aux principaux établissements, il faut citer ceux de Saint-Romain-la-Motte, Noailly, La Bénisson-Dieu, Briennon, Iguerande, Saint-Pierre-la-Noaille, Vougy et Pouilly-sous-Charlieu. Dans cette dernière localité, on a compté une quinzaine d'emplacements. Des cinq établissements modernes : La Bénisson-

Dieu, Iguerande, Pouilly-ville, La Rajasse et Briennon, seul le dernier reste en activité.

Aux confins sud de la feuille, près des tuileries de Mably (feuille Roanne), l'extraction se poursuit. A signaler également l'exploitation momentanée des argiles calcaires du Domérien à Fleury-la-Montagne.

Sables et graviers

Le remblaiement alluvial Fy, Fy-z et le lit vif sont exploités en divers endroits entre Mably et Pouilly-sous-Charlieu, à Saint-Pierre-la-Noaille et Iguerande.

Les alluvions anciennes ont été entamées à Mably (Fx), Melay et Iguerande (Fw).

GÎTES ET INDICES MINÉRAUX

Les principaux gîtes et indices minéraux recensés sur le territoire de la feuille font l'objet du tableau 1.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On pourra trouver des renseignements complémentaires dans les **guides géologiques régionaux** (Masson édit.) : **Bourgogne-Morvan**, par P. Rat *et al.*, 1986 et **Lyonnais-vallée du Rhône**, par G. Demarcq, 1973.

BIBLIOGRAPHIE

AUTRAN A. (1980) — Évolution structurale du Protérozoïque aux distensions post-hercyniennes. *In* : Évolutions géologiques de la France. *Mém. BRGM*, n° 107, p. 10-17.

BÉBIEN J., GAGNY C., ROCCI G. (1981) — La place du volcanisme dévono-dinantien dans l'évolution magmatique et structurale de l'Europe moyenne varisque au Paléozoïque. 26° C.G.I., Paris, Colloque C.6, p. 213-225.

BERTAUX J. (1982) — Origine métamorphique des grenats des volcanites acides d'âge viséen supérieur dans le Nord-Est du Massif central français. *Bull. Minéral.*, 105, p. 212-222.

BERTAUX J., RUBIELLO M.F. (1981) — Cartographie de la feuille géologique de Roanne au 1/50 000°. Pétrologie, géochimie et pétrologie structurale du magmatisme du Viséen supérieur. Essai de synthèse régionale. Thèse 3^e cycle, univ. Nancy, 313 p.

TABLEAU 1 : GÎTES ET INDICES MINÉRAUX

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
L'Enfer	2-4001	Fe	Hématite Limonite	Amas	Chaille Silex	2 excavations principales, 10 m de diamètre et 3 m de profondeur, accompagnées de plusieurs autres plus petites témoignent d'une ancienne recherche ou exploitation locale.
L'Étang	3-4001	Ba Pb Fé	Quartz Barytine Galène Cérusite Hématite Limonite	Filon Faille	Trias Arkose granitique Grès	Il y aurait eu vers 1870 des recherches minières pour le fer dans le grès triasique (haldes) à côté de la grande tranchée aboutissant, par le forage d'une galerie de 20 mètres, à la découverte d'une faille minéralisée.
Les Places	3-4002	Ba	Barytine rose en boules, en remplissage de géodes	Stratiforme	Trias Grès	Minéralisation observée dans le niveau de base triasique très siliceux, 1 sondage négatif.
Les Crots	3-4003	Ba	Barytine Quartz	Stratiforme	Trias Grès	Prospection marteau. Sondage négatif.
Tory	3-4004	Ba	Barytine Quartz	Stratiforme	Trias Grès	Prospection marteau. Sondage négatif.
La Chapelle-sous-Dun La Mine	4-4001	Cha	Houille	Couches	Stéphaniens Schiste Grès	L'un des sièges d'extraction a donné le nom de l'actuel village au Sud de l'ex-concession. Le bassin de La Chapelle contient 5 couches de puissance irrégulière, il se prolonge au Nord sur la feuille Charolles (623-8-4002). Production totale de 1826 à 1930 : 3 300 000 tonnes.
Barnay	4-4002	Ba	Barytine Manganèse	Stratiforme	Calcaire	Niveau silicifié légèrement minéralisé, localisé dans une coupe géologique.

- BLÈS J.L., BONIJOLY D., CASTAING C., GROS Y. (1989) — Successive post-Variscan stress fields in the French Massif Central and its borders (Western European plate) : comparison with geodynamic data. *Tectonophysics*, 169, p. 79-111.
- BONIJOLY D., CASTAING C. (1984) — Fracturation et genèse des bassins stéphaniens du Massif central français en régime compressif. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. CIII, p. 187-199.
- BROUSSE R., NATIVEL P. (1964) — Le volcanisme récent de la Bourgogne et du Charolais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 6, p. 678-690.
- CHICHERY M. (1938) — Stratigraphie des formations dinantiennes du bassin de l'Ardoisière, près de Vichy (Allier). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 206 p. 263-265.
- DEPÉRET C. (1912) — L'Oligocène du bassin de Roanne et ses faunes de mammifères fossiles. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 155, p. 1128-1131.
- DESROUSSEAU J. (1938) — Bassins houilliers et lignifères de la France. Imp. nationale, Paris.
- GAGNY C., SIDER H., GODINOT A. (1981) — Mise en évidence d'une tectonique tangentielle sudète dans les formations paléozoïques du Beaujolais méridional (NE du Massif central français). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 293, série II, p. 1007-1010.
- GRUNER L. (1857) — Description géologique et minéralogique du département de la Loire. Imp. impériale.
- JULIEN A. (1896) — Le terrain carbonifère marin de la France centrale. 1 vol., in 4, 303 p., 17 pl., Paris.
- LATREILLE G., LE GRIEL A. (1980) — Reconstitution du système des terrasses de la Loire dans les bassins de Roanne et de Digoin à l'aide des minéraux lourds. *Rev. géol. dynam. géogr. phys.*, 22, 3, p. 223-228.
- LEISTEL J.M., GAGNY C. (1984) — Mise en évidence d'une fosse volcanotectonique au Viséen supérieur dans le Nord-Est du Massif central français. *Rev. géol. dyn. géogr. phys.*, vol. 25, fasc. 1, p. 19-31, 10 fig., 2 tab.
- LETOURNEUR J. (1963) — Sur les entonnoirs d'ablation : les « folletières » du Brionnais. *Bull. Serv. Carte géol., Fr.*, t. 60, n° 277, p. 45-50.
- LE VERRIER U. (1890) — Note sur les formations géologiques du Forez et du Roannais. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 2, n° 15.
- MAMET B. (1968) — Sur quelques microfaciès carbonifères du Morvan et du Forez. *Bull. BRGM*, sect. I, n° 2, p. 57-62, 2 fig.
- MICHEL-LÉVY A. (1908) — Les terrains primaires du Morvan et de la Loire. *Bull. des services de la Carte géologique de la France et des topographies souterraines*, n° 120, t. XVII, 1907-1908, 297 p., 51 fig., 7 pl.

MICHEL-LÉVY A. (1908a) — Métamorphisme et tectonique des terrains paléozoïques du Morvan et de la Loire. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 146, p. 1-3.

MICHEL-LÉVY A. (1926) — Les éruptions dacitiques et rhyolitiques de la fin des temps primaires dans le Morvan. *Bull. Volcanique*, t. 6, p. 57-63.

PETERLONGO J.M. (1960) — Les terrains cristallins des monts du Lyonnais (Massif central français). *Ann. fac. Sci., univ. Clermont-Ferrand*, 4, p. 1-187.

ROMAN F., BOUCHER J. (1936) — Les mammifères stampiens du bassin de Roanne. *Trav. labo. géol. faculté Lyon*, fasc. 29, mém. 24.

RUBIELLO M.F. (1980) — Autochtonie des séries du Dévonien supérieur au Viséen supérieur sur un socle métamorphique de la région de Roanne (Loire). 8^e Réun. ann. sci. Terre, Marseille, p. 316.

SIDER H., LEISTEL J.M., GAGNY C. (1986) — Réflexion sur l'évolution géodynamique de la chaîne hercynienne au Paléozoïque dans le Nord-Est du Massif central français. *Bull. Soc. géol. France*, (8), t. II, n° 4, p. 637-644.

THORAL M. (1927) — Contribution à l'étude des dépôts du Jurassique inférieur des environs de Charlieu (Loire). D.E.S. Géol., Lyon.

VIALETTE Y. (1973) — Age des granites du Massif central. *Bull. Soc. géol. France*, t. 15, n° 3-4, p. 260-270, 1 fig.

ZOUGRANA G. (1976) — Carbonates, silice et minéralisations du contact entre le socle et les formations mésozoïques en Charolais et Briançonnais. Thèse 3^e cycle, Dijon.

Carte géologique de la France à 1/80 000

Feuille *Roanne* :

1^{re} édition (1893) par U. Le Verrier, Aug. Michel-Lévy.

2^e édition (1937) par Alb. Michel-Lévy, J. Goguel.

3^e édition (1965), coordination O. Horon.

Feuille *Charolles* :

1^{re} édition (1890), par Aug. Michel-Lévy, F. Delafond.

2^e édition (1940), par Alb. Michel-Lévy.

Carte géologique de la France à 1/50 000

Feuille *Roanne* (1989), par C. Gagny, J. Berthaux, M.F. Rubiello, R. Bouiller.

Feuille *Beaujeu* (1982), coordination J. Arène.

Feuille *Cluny* (1977), coordination J. Arène.

Feuille *Amplepuis* (1988), par H. Sider, C. Gagny, R. Mouterde, J.L. Barel, A. Guyon, Y. Kerrien, R. Fleury.

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

Feuille *Dijon* (1963), coordination F. Permingeat.

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

Carte des gîtes minéraux de la France à 1/50 000

Feuille *Lyon* (1979), coordination J. Meloux.

Feuille *Strasbourg* (1982), coordination J. Meloux.

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

La Banque de données du sous-sol du BRGM 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 de la Loire, au Service géologique régional Rhône-Alpes, 29, bd. du 11 Novembre, 69604 Villeurbanne – Cedex ;
- pour le département de la Saône-et-Loire, au SGR Bourgogne, immeuble Caisse d'Épargne, 32, bd du Maréchal-Joffre, 21100 Dijon ;
- ou encore au BRGM, Maison de la Géologie, 77, rue Claude-Bernard, 75005 Paris.

AUTEURS

Cette notice a été rédigée par :

- R. BOUILLER (musée Alice Taverne, Ambierle), pour l'introduction, la description des formations secondaires, tertiaires et quaternaires, les substances utiles ;
- J. ARÈNE, J. DELFOUR, B. LEMIÈRE (BRGM), pour le Paléozoïque (description des terrains et phénomènes géologiques) ;
- Y. KERRIEN (BRGM), pour l'hydrogéologie ;
- C. VAUTRELLE (BRGM), pour le tableau des gîtes et indices minéraux.

