



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

BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

# CLUNY

XXIX-28

## CLUNY

La carte géologique à 1/50 000  
CLUNY est recouverte par les coupures suivantes  
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :  
à l'ouest : CHAROLLES (N° 147)  
à l'est : MACON (N° 148)

*Monts  
du Charolais*

Paray- -le-Monial	St-Bonnet- -de-Joux	Tournus
Charolles	CLUNY	Mâcon
Charlieu	Beaujeu	Belleville

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



# NOTICE EXPLICATIVE

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	2
<i>APERÇU GÉOLOGIQUE SOMMAIRE</i> .....	2
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i> .....	2
DESCRIPTION DES TERRAINS .....	4
<i>FORMATIONS PALÉOZOÏQUES</i> .....	4
<b>Dévonien supérieur (Famennien)</b> .....	4
<b>Carbonifère (Viséen)</b> .....	4
<b>Granites</b> .....	8
<b>Roches filoniennes</b> .....	11
<b>Géochimie des granites et tufs viséens</b> .....	11
<b>Stratigraphie des formations paléozoïques</b> .....	15
<i>FORMATIONS SECONDAIRES</i> .....	15
<b>Trias</b> .....	15
<b>Lias</b> .....	21
<b>Dogger</b> .....	24
<b>Jurassique supérieur</b> .....	26
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES, TERTIAIRES ET QUATER- NAIRES</i> .....	27
PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES .....	30
<i>MÉTAMORPHISME</i> .....	30
<i>TECTONIQUE</i> .....	30
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS .....	32
<i>EAUX SOUTERRAINES ET HYDROGRAPHIE</i> .....	32
<i>RESSOURCES MINÉRALES</i> .....	33
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE .....	34
<i>COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES</i> .....	34
<i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....	37
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i> .....	39
AUTEURS .....	40

## INTRODUCTION

Sur la bordure orientale du Massif Central, à l'Ouest de la vallée de la Saône, le territoire couvert par la feuille Cluny dépend administrativement presque essentiellement de la Bourgogne, dont il constitue l'extrémité méridionale : département de la Saône-et-Loire et, pour une faible superficie au Sud, de la région Rhône-Alpes à l'extrémité septentrionale du département du Rhône.

Le canton de Cluny marque la limite entre la France du Nord et la France du Midi ; cette région surtout montagneuse, aux reliefs accentués, est assez boisée avec quelques grandes forêts.

Dans le tiers oriental de la feuille les reliefs sont orientés nord-est avec deux grandes lignes de crêtes bien marquées et suivies, du Nord au Sud, alors que dans les deux tiers occidentaux cette organisation nord-est se retrouve de façon diffuse avec des reliefs moins bien hiérarchisés, plus ouverts, moins compacts ; les altitudes oscillent le plus souvent entre 400 et 600 m avec un minimum de 240 m dans la vallée de la Grosne à Cluny et un maximum de 771 m dans la montagne de Saint-Cyr.

La principale agglomération qui a donné son nom à la feuille est Cluny (3550 habitants), située à l'angle nord-est du domaine de la feuille, où fut fondée, en 910 une abbaye de bénédictins.

En dehors de Cluny la feuille est saupoudrée de petites agglomérations de 300 à 600 habitants telles Matour (542 h.), Dompierre-les-Ormes (330 h.), Tramayes (470 h.), Trambly (470 h.), etc.

Au-delà, à l'Ouest, deux grandes villes étendent leur influence sur la feuille : la Clayette (2488 h.) à la limite sud-ouest et Charolles (3496 h.) à quelques kilomètres au Nord-Ouest.

L'économie est surtout tournée vers l'agriculture et l'élevage avec quelques scieries. De petites industries sont installées à Cluny qui est, par ailleurs, grâce à son prestigieux passé, une ville touristique.

### *APERÇU GÉOLOGIQUE SOMMAIRE*

Les terrains primaires occupent la plus grande partie du territoire de la feuille. Ils sont constitués :

- d'une part, par le Dévono-Dinantien qui forme la terminaison septentrionale du faisceau synclinal de la Loire ;
- d'autre part, par divers types de granites namuro-westphaliens.

Les terrains secondaires couvrent un huitième de la superficie totale de la feuille. Très localisés on les trouve sur la bordure nord-ouest et dans le « graben » de Cluny.

Le Trias est représenté à la base par des grès localement conservés sur le socle hors des secteurs précités et par des argiles. Le Lias montre son faciès habituel. Le Dogger et le Malm sont incomplets ; le premier est amputé du Bathonien et du Callovien, le second d'une partie de l'Oxfordien supérieur, du Kimméridgien et du Portlandien. Le Crétacé est inconnu.

Le Tertiaire apparaît sous la forme d'un dépôt continental détritique, résiduel, partiellement quartzifié. Le Quaternaire couvre les pentes et remplit les fonds de thalwegs.

### *HISTOIRE GÉOLOGIQUE*

#### **Terrains paléozoïques**

Les terrains les plus anciens reconnus sont constitués par des formations épimétamorphiques attribuées au Dévonien supérieur surmontées par des formations

sédimentaires du Viséen moyen et volcaniques du Viséen supérieur. Divers types de granites namuro-westphaliens recourent l'ensemble de ces formations.

### Terrains sédimentaires secondaires

Sur le vieux socle hercynien la transgression est, dans le cadre de la feuille Cluny en tous cas, d'âge triasique. Elle est constituée de grès fins homogènes et bien stratifiés qui paraissent représenter des plages marines très calmes étalées sur un continent plat. A l'Ouest (feuille Charolles) ces grès reposent sur des formations dolomitiques et siliceuses qui pourraient avoir été formées dans des lagunes paraliques par corrosion du socle, avant la transgression (*in* L. Courel, p. 61).

Cette mer triasique venait de l'Est; elle n'a pas recouvert le Morvan (voir fig. 4) et s'est arrêtée dans le Charolais peu au Sud de Charolles. Il est possible qu'un golfe venant de l'Est ait atteint le Nivernais expliquant les grosses épaisseurs de Trias des sondages de Blanzay et de Decize (hypothèse J. Ricour) mais une communication directe avec le Bassin de Paris n'est pas à exclure.

Le Rhétien a une paléogéographie très voisine de celle du Trias qu'il y ait ou non un golfe au Sud du Morvan (voir fig. 5). La transgression vient toujours de l'Est mais dépasse les rivages triasiques. En s'approchant du continent (Charolais) les faciès deviennent plus grossiers, les argiles noires à faune marine (*Avicula contorta*) disparaissent remplacées par des grès de plus en plus grossiers.

Tout change à l'Hettangien qui marque l'apogée de la transgression secondaire sur le socle morvandiau. D'une part le Morvan est entièrement submergé, d'autre part il se produit un affaissement des régions occidentales qui provoque un épaississement rapide de cet étage à l'Ouest du Morvan.

La région couverte par la feuille Cluny, cependant, reste à l'Hettangien comme pendant le Sinémurien et le Carixien une zone de dépôts de profondeur souvent lacunaires en bordure du continent (fig. 6).

Une première régression se situe à la fin de l'Hettangien provoquant un *hard ground* qui rabote l'Hettangien supérieur et s'accompagne de galets à la base du Sinémurien.

Le Lotharingien très mince est riche en nodules phosphatés à sa partie supérieure. Il en est de même des niveaux de base du Carixien qui sont souvent lacunaires. Ce dernier étage très peu épais s'oppose à celui de l'Ouest du Morvan épais et complet.

Dès la fin du Carixien (sous-zone à *Oistoceras*) et au Domérien inférieur, la sédimentation change, elle devient homogène et monotone, composée essentiellement d'argilites qui estompent les différences et noient les paléoreliefs. Mais cet épisode de comblement s'arrête dès le Domérien supérieur, qui voit de nouveau s'installer des faciès agités et littoraux très peu épais dans la région qui nous occupe. La discontinuité de la fin de l'étage est générale et s'accompagne d'encroûtements ferrugineux.

Le Toarcien (fig. 7) voit de nouveau s'instaurer des faciès assez réduits, les isopaches de l'étage reproduisant assez fidèlement l'éperon du Morvan et le seuil morvano-vosgien du Trias et du Rhétien.

Quant au Dogger : calcaires bioclastiques, lits de fossiles brisés, faciès à Polypiers, surfaces de discontinuité et marnes à Brachiopodes alternent, témoins des conditions subrécifales de cette région au Jurassique moyen.

Le Jurassique supérieur débute par des marnes noires à Ammonites pyriteuses qui indiquent un milieu ouvert. Dessus apparaissent des alternances de marnes et de calcaires et des faciès à Spongiaires caractérisant une diminution progressive de la profondeur du milieu de dépôt.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### FORMATIONS PALÉOZOÏQUES

#### Dévonien supérieur (Famennien)

Il s'agit là d'un complexe que la légende de la carte géologique à 1/80 000 a défini sous l'appellation de « cornes micacées et cornes amphiboliques passant aux microdiorites ».

Ce complexe est assimilable à la série de la Brévenne dont il constitue la terminaison septentrionale. J.-M. Peterlongo (1960) note que cette série « s'est constituée à partir de formations mixtes, pour une part sédimentaires... et pour une part bien plus grande, éruptives ou pyroclastiques... ». Il démontre, par ailleurs, que cette série au chimisme particulier : richesse en soude, pauvreté en potasse, est caractéristique d'une série spilite-kératophyre.

Par ces analogies ce complexe peut être aussi assimilé aux « cornes vertes » de la montagne Bourbonnaise (D. Turlonais, 1965 ; R. Di Nota, 1970) et aux formations basaltiques et albitophyriques du Morvan d'âge famennien et dinantien (J. Bebien, 1971).

Cette série est communément attribuée au Dévonien supérieur (Famennien), ses termes ultimes pouvant, éventuellement, se rapporter au Dinantien inférieur. Elle affleure essentiellement vers le Sud du territoire de la feuille, dans sa partie médiane, suivant une bande orientée nord-est de 8 km de long sur 1 km de large surmontée à l'Est par les formations sédimentaires du Viséen moyen et recoupée, d'autre part, par les granites.

Elle réapparaît à la limite sud de la feuille en un petit dôme anticlinal au sein du Viséen sédimentaire vers Musserly.

En fait, les affleurements de roche en place sont relativement peu fréquents. Ces roches se présentent le plus souvent en blocs de toutes tailles éboulés ou presque en place dans des régions généralement boisées. Les contacts, soit entre les divers faciès, soit avec leur encaissant, n'ont que très exceptionnellement pu être observés.

Toutes les roches de ce complexe sont compactes, dures et de couleur généralement sombre ; leur cartographie détaillée s'est avérée impossible.

**d6-7η. Métadiorite, métagabbro.** Ils présentent des textures de tendance granoblastique plus ou moins planaires ou grano-nématoblastiques généralement cataclastiques dans lesquelles on peut reconnaître d'anciennes textures grenues.

La composition minéralogique est :

- plagioclase, rarement déterminable (andésine-An 35 %), plus ou moins séricitisé et recristallisé et envahi par l'épidote, et des amphiboles fibreuses de la série trémolite-actinote,
- amphibole vert pâle,
- biotite,
- pyroxène ouralitisé en relique.

**d6-7η. Ortho-amphibolite.** Ce sont des roches foliées d'origine *ortho* probable, riches en amphiboles avec plagioclase subordonné et plus rarement quartz, parfois actinote, accessoirement : épidote, opaques.

Le métamorphisme de contact se traduit habituellement par une recristallisation plus ou moins poussée des minéraux et de la mésostase de ces roches ; il donne exceptionnellement des cornéennes.

#### Carbonifère (Viséen)

Le Carbonifère est essentiellement représenté par le Viséen qui affleure largement, occupant la plus grande superficie de l'Est de la feuille où il est

localement recoupé par les diverses variétés de granites namuro-westphaliens et recouvert par les formations sédimentaires.

Ce Viséen est caractérisé par deux grands types de formation :

- formation détritiques, attribuées au Viséen moyen (et peut-être inférieur),
- formations volcaniques, attribuées au Viséen supérieur.

**h2D. Viséen moyen. Formations sédimentaires, détritiques.** Pour l'essentiel elles sont localisées sur le flanc ouest des formations volcaniques dont elles constituent le soubassement.

Elles affleurent suivant une bande, orientée nord-est, depuis l'extrémité sud de la feuille jusque vers Montagny, Clermain où elles sont partiellement recouvertes par les formations volcaniques.

Plus à l'Ouest, elles reposent, elles-mêmes, sur le Dévonien supérieur et sont recoupées, par ailleurs, par les granites.

Elles réapparaissent en petit dôme anticlinal au sein des tufs vers Cenves au Sud-Est de la feuille.

Ce petit dôme anticlinal et l'allure des affleurements vers Saint-Léger-sous-la-Bussière suggère une ondulation anticlinale transverse d'axe sud-est suivant une ligne reliant Saint-Léger à Cenves.

Il s'agit de formations gréséo-péilitiques très accessoirement calcaires.

● **Siltites, arénites.** Elles constituent, à elles seules, l'essentiel des formations sédimentaires du Viséen moyen.

Il existe tous les intermédiaires depuis des siltites jusqu'à des arénites microconglomératiques relativement peu fréquentes.

Les *siltites* peuvent être homogènes, compactes, parfois très indurées (siltites noires), constituant des amas épais jusqu'à la dizaine de mètres ou, au contraire, un peu hétérogènes, plus ou moins friables, en alternances centimétriques à métriques avec des arénites (siltites gris-vert).

En lame mince elles présentent un fond phylliteux à séricite, chlorite, biotite, parfois muscovite avec de très petits grains de quartz et de feldspaths.

Les *arénites*, de couleur grise, de granulométrie très variable, se présentent soit en petites amygdales ou niveaux millimétriques au sein des siltites soit, beaucoup plus généralement, en niveaux centimétriques à métriques, exceptionnellement décamétriques, avec localement des lentilles ou des passées microconglomératiques.

Ces arénites sont constituées de grains arrondis ou anguleux surtout de quartz, plus accessoirement de feldspaths et de micas, cimentés par une matrice de même composition mais de grain beaucoup plus fin ou franchement silteuse, formée de très fines paillettes micacées.

Dans ces faciès le métamorphisme de contact se traduit par l'apparition de néobiotite, plus rarement de muscovite, et par la recristallisation plus ou moins avancée de la matrice et de certains minéraux détritiques : biotite, quartz.

A un stade plus avancé, ce métamorphisme de contact produit exceptionnellement des siltites tachetées qui présentent en lame mince un fond granoblastique fin, quartzo-feldspathique, riche en biotite et muscovite avec de nombreuses petites taches de forme elliptique ou subcirculaire d'origine indéterminée mais qui correspondent probablement à d'anciennes andalousites ou cordiérites (?) entièrement pseudomorphosées par ces phyllites.

● **Microconglomérats.** Il existe là aussi, tous les intermédiaires entre des arénites grossières et des microconglomérats.

Ces microconglomérats sont polygéniques. Leur ciment, hétérogène et hétérogranulaire, est fait de débris de cristaux de quartz à extinction roulante, de feldspaths et de micas, surtout biotite, chlorite, séricite, accessoirement muscovite et de petits débris de roches diverses.

Les petits éléments de tailles variables, dans les fines, arrondis ou anguleux, généralement pas aplatis, sont surtout d'origine sédimentaire (quartzites, siltites, arénites), plus rarement volcaniques.

Du point de vue sédimentologique on note, dans le détail, un granoclassement, des petites figures de charge et plus exceptionnellement des stratifications obliques, observations qui indiquent à chaque fois un sommet normal des bancs.

Par ailleurs, de très rares plis synsédimentaires ont été observés.

● **Calcaires.** Ils se présentent sous forme de lentilles de faible extension interstratifiées au sein des formations détritiques. Seulement deux lentilles ont été ainsi observées l'une à l'Est de Trambly, orientée nord, l'autre au Nord-Ouest de Brandon, orientée nord-nord-est.

Il s'agit de calcaires fins, noirs, très durs, à cassure esquilleuse, généralement fossilifères.

En lame mince ils apparaissent parfois lités avec des niveaux impurs à débris anguleux de cristaux : surtout quartz, plagioclase, feldspath potassique, granules opaques et de roches cristallines et des niveaux assez purs plus riches en fossiles.

L'étude micropaléontologique pour la lentille à l'Est de Trambly montre un faciès très dolomitisé contenant : *Earlandia vulgaris* Rausser Chernousova, *Endothyra* sp., Foraminifères qui datent ce calcaire du Viséen [Tournaisien supérieur à Namurien (a)].

**h2ff, h2ffq. Viséen supérieur. Formations volcano-sédimentaires.** Il s'agit de formations surtout pyroclastiques avec accessoirement des laves.

Deux grands ensembles sont différenciés sur la carte. Leur distinction est fondée sur la présence, ou non, de phénocristaux de quartz, généralement seul critère de distinction constant, appréciable sur le terrain et valable pour les divers faciès rencontrés.

Dans chacun de ces ensembles on retrouve les mêmes variétés de faciès qui sont les suivants :

- tuf à cristaux (t),
- tuf à cristaux et débris lithiques (td),
- ignimbrite (I),
- ignimbrite—lave (II),
- lave (l).

Si l'on excepte les tufs à cristaux et débris bien identifiables les autres faciès correspondent à des roches dont la distinction n'est pas possible sur le terrain. Le plus souvent, le passage d'un faciès à l'autre se fait, sur l'affleurement, sans qu'aucune différence ne le laisse prévoir. Aucun classement, litage ni fluidalité n'est généralement visible ; de sorte qu'établir une chronologie des diverses émissions s'est avérée impossible.

Pour plus de commodité et afin d'éviter de trop nombreuses répétitions, ces divers faciès sont rassemblés en deux groupes principaux décrits, qui sont définis par leur caractère dominant :

- caractère tuffacé : c'est le groupe des tufs qui rassemble les tufs à cristaux, les tufs à cristaux et débris lithiques, les ignimbrites et les ignimbrites—laves ;
- caractère lavique : c'est le groupe des laves.

Il est à noter cependant que la dévitrification, qui masque plus ou moins la texture originelle du fond de ces roches, rend quelquefois difficile la distinction entre des ignimbrites flammées et des laves. Parmi ces derniers types, on peut observer, outre des textures fluidales, soit microlitiques franches caractéristiques des laves, soit localement microlitiques caractéristiques des ignimbrites—laves, certaines textures particulières : microponceuses ou perlitiques, qui ne permettent pas à elles seules de rattacher la roche à l'un de ces groupes.

• *Les tufs*. Il s'agit essentiellement de tufs soudés à cristaux qui forment un vaste ensemble d'apparence assez monotone malgré la certaine diversité, locale, des faciès.

Macroscopiquement ce sont des roches dures compactes, de couleur gris pâle à gris-noir, ou bleutée, à cassure esquilleuse, présentant des phénocristaux millimétriques de feldspath, de biotite, avec ou sans quartz et parfois des débris lithiques dans un fond très fin à aspect de pâte. Lorsqu'ils sont assez clairs avec un grand nombre de gros phénocristaux de feldspath, de quartz et de biotite associée, à répartition assez homogène, ils prennent l'allure d'un granite gris. À l'opposé, moins riches en phénocristaux, ils prennent parfois l'aspect de roches microgrenues porphyriques, surtout microgranitiques, ou de laves avec lesquelles ils peuvent être également confondus.

En lame mince la texture la plus courante est une texture microcristalline porphyrique dont le fond résulte de la dévitrification d'une pâte vitreuse initiale parataxitique, rarement, eutaxitique (t et td) parfois fluidale (surtout II et I).

Les minéraux sont de taille très variable : de quelques fractions de millimètre jusqu'à plusieurs millimètres, exceptionnellement centimétriques. Ils sont souvent automorphes mais, dans la majorité des cas, ils présentent des formes irrégulières avec des contours anguleux. Ils sont soit dispersés dans la mésostase sous forme de fragments aigus : éclats résultant de la pulvérisation de plus gros cristaux avant leur dépôt (cas de beaucoup le plus fréquent) soit fendillés, brisés ou éclatés au sein de la roche, la mésostase séparant les éléments.

La composition minéralogique assez monotone, si l'on considère la nature de ses constituants, est surtout très variable par la proportion relative des minéraux entre eux, de même qu'est très variable la proportion relative minéraux—mésostase.

Les cristaux à disposition anarchique sont essentiellement : du feldspath potassique, des plagioclases, de la biotite et, selon les types, un peu, beaucoup ou pas de quartz.

#### *Phénocristaux :*

- quartz : d'absent à abondant il se présente sous divers aspects :
  - en cristaux globuleux, de grande taille, avec souvent des golfes de corrosion : « quartz rhyolitiques », parfois fendillés, cassés ou franchement éclatés ;
  - plus rarement en petits cristaux automorphes, bipyramidés ;
  - sous forme de fragments aigus de taille très variable ;
- plagioclase : il est généralement plus abondant dans les faciès sans ou pauvre en quartz exprimé. Il se présente en cristaux, parfois fendillés ou brisés, automorphes, subautomorphes zonés ; le plus souvent altéré en séricite, chlorite avec plus rarement calcite, épidote, quartz. Il s'agit d'oligoclase andésine An 30 - 35 % ;
- feldspath potassique. En quantité très variable : d'absent à généralement assez abondant. Il se présente en cristaux limpides, parfois fendillés ou éclatés, le plus souvent xénomorphes, homogènes, rarement perthitiques : taches, veinules ou gouttelettes irrégulièrement distribuées. On observe, généralement, une prédominance du feldspath potassique sur le plagioclase, ce qui n'exclut pas, localement, des faciès à phénocristaux de plagioclase dominant ou, rarement, seul. Toutefois dans ces cas-là la mésostase reste très potassique en sorte que la composition globale varie peu malgré ces différences ;
- biotite, à peu près toujours présente, en quantité variable, elle est sous forme de paillettes automorphes, ondulées ou tordues, rarement très fraîches, généralement à divers stades de chloritisation. Notons, enfin, qu'elle est souvent entièrement recristallisée par métamorphisme de contact ;
- minéraux accessoires : apatite, zircon, épidote, oxydes de fer.

*Pâte*. La pâte est tuffacée à très fins débris de cristaux ou ignimbritique vitreuse plus ou moins dévitrifiée :

*Débris lithiques.* De la granulométrie des lapilli, ce sont, le plus souvent, des débris volcaniques (tufs ou laves), parfois sédimentaires (siltites, arénites), soit en petits amas ovoïdes ou en fuseaux, soit anguleux.

• *Les laves* (l). Elles sont relativement peu fréquentes par rapport aux tufs dont elles ne se différencient, généralement, qu'à l'examen microscopique. Leur position reste le plus souvent non précisée, néanmoins elles paraissent parfois intercalées dans l'ensemble tuffacé.

En lame mince on observe diverses textures typiques des laves : microlitiques porphyriques, hyaloporphyriques ou aphyriques, fluidales ou non, plus ou moins dévitrifiées avec parfois des restes d'anciennes textures perlitiques nettement reconnaissables malgré la recristallisation.

La texture la plus répandue est microlitique porphyrique.

La composition minéralogique varie, avec :

- quartz : lorsqu'il est présent ce dernier est en cristaux arrondis avec des golfes de corrosion,
- feldspath potassique présent ou non,
- plagioclase automorphe ou subautomorphe, parfois en individus groupés (syneusis), généralement très transformés. La basicité difficilement mesurable, à cause de l'altération, apparaît variable d'albite-oligoclase à plus rarement andésine,
- biotite plus ou moins chloritisée parfois flexueuse, souvent recristallisée par métamorphisme de contact,
- accessoirement : apatite, zircon, épidote.

La pâte apparaît uniformément ou irrégulièrement recristallisée.

**h-d $\gamma$ , h $\gamma$ . Roches en « septa » dans les granites.** De vastes septa affleurent, surtout, dans le quart sud-ouest du territoire de la feuille au sein des diverses variétés de granite.

Ces septa sont constitués de roches soit trop transformées pour que leur origine ne puisse être précisée (h-d $\gamma$ ) mais qui appartiennent probablement à l'ensemble dévono-dinantien, soit plus ou moins transformées mais suffisamment reconnaissables pour être assimilées aux faciès du Viséen reconnu ailleurs sur la carte (h $\gamma$ ).

### Granites

Ils couvrent environ les deux tiers de la superficie totale de la feuille, affleurant suivant deux domaines : un domaine occidental dont ils constituent presque l'essentiel et un domaine oriental où ils forment une bande sub-méridienne de 1,5 à 3 km de large, flanquée de part et d'autre par les tufs viséens et recouverts, en partie, par les formations sédimentaires post-permiennes entre Tramayes et Sainte-Cécile.

Différents granites sont distingués qui correspondent pour l'essentiel à ceux définis par P. Tempier (1962). Ils appartiennent à trois grands types, bien différenciés, dont les faciès caractéristiques sont les suivants (\*) :

- 1 — faciès microgrenus (ou de tendance microgrenue) porphyriques à biotite (1 $\gamma^2$ ),
- 2 — faciès grenus porphyroïdes à biotite (2 $\gamma^2$ ) et (2 $\gamma^2$ ),
- 3 — faciès aplitiques (ou de tendance aplitique) à biotite et plus rarement muscovite (3 $\gamma^1$ -2).

Les deux premiers types sont surtout diversifiés par leur texture alors que leur composition minéralogique est sensiblement analogue ; le troisième type se différen-

(\*) *Note importante.* — Des observations géologiques postérieures à l'impression de la carte ont amené les auteurs à modifier la chronologie relative des granites, ce qui entraîne une modification de leur notation dans le texte de la notice :

— 2 $\gamma^2$  sur la carte (granite à biotite de tendance microgrenue porphyrique) devient 1 $\gamma^2$  dans la notice ;  
— 1 $\gamma^2$  et 1 $\gamma^2$  sur la carte (granites porphyroïdes du col des Vaux et de Vauzelle) deviennent respectivement, dans la notice, 2 $\gamma^2$  et 2 $\gamma^2$ .

cie par sa texture, mais aussi par sa composition minéralogique différente : micas rares (biotite avec localement muscovite), plagioclase plus acide.

Dans le deuxième type deux granites porphyroïdes sont distingués à la suite de P. Tempier (1962) ; ils correspondent au granite de Mary (faciès Dompierre) et au granite de Vauzelle de cet auteur. Certains arguments ont conduit à conserver cette distinction malgré la grande similitude de ces granites porphyroïdes dans le cadre de la feuille Cluny.

Tous ces granites apparaissent intrusifs dans les formations du Dévono-Dinantien, développant un métamorphisme de contact.

Ils appartiennent à la granitisation namuro-westphalienne connue dans le Massif Central et datée entre 325 et 300 MA.

Une chronologie relative est précisée entre ces divers granites du plus ancien  $1\gamma^2$  au plus récent  $3\gamma^1-2$  sans toutefois que les rapports aient pu être précisés entre les deux faciès de granites porphyroïdes ( $2\gamma^2$  et  $2\gamma^1$ ) ; en effet les microgranites sont affectés par un métamorphisme de contact induit par les granites porphyroïdes et les granites aplitiques apparaissent nettement intrusifs dans les faciès précédents.

**$1\gamma^2$ . Granite à biotite de tendance microgrenue porphyrique, faciès Montmélard.** Ce faciès se présente en massif couvrant généralement des surfaces importantes, en particulier dans la moitié occidentale de la feuille, et en petits corps, de faible extension, au sein des granites porphyroïdes.

Macroscopiquement c'est une roche de couleur gris rosé lorsqu'elle est fraîche, d'aspect microgrenu ou grenu à grain fin toujours nettement porphyrique à phénocristaux plus ou moins abondants.

En lame mince on observe des textures complexes ; ce sont généralement des textures franchement microgrenues parfois hypidiomorphes grenues, hétérogranulaires à grain fin, toujours porphyriques. Les textures composites sont fréquentes avec, associées à la texture microgrenue porphyrique, des textures micropegmatiques graphiques, disséminées ou généralisées dans la lame et parfois des textures sphérolithiques.

Le fond est quartzo-feldspathique avec des phénocristaux de quartz xénomorphe ou subautomorphe souvent corrodé, rarement automorphe bipyramidé. Le feldspath potassique est de l'orthose poecilitique à inclusion de plagioclase et de quartz, peu perthitique : fines veinules et nuages, souvent maclée Carlsbad. Le plagioclase automorphe, zoné, généralement assez séricitisé, souvent en cristaux accolés est de l'oligoclase calcique ou de l'andésine (An 30-35). La biotite, le plus souvent presque entièrement chloritisée, est de couleur brun-rouge lorsqu'elle est fraîche. L'amphibole assez exceptionnelle et rare, lorsqu'elle est présente, est une hornblende verte.

Les minéraux accessoires sont : l'apatite, l'épidote, l'allanite, le sphène, des minéraux opaques et, plus rarement, du zircon. Le métamorphisme de contact se traduit localement par la recristallisation totale des biotites, partielle du quartz et du plagioclase avec parfois, en outre, ébauche d'une recristallisation du fond microgrenu, apparition de muscovite.

Les seules variations notables, dans ce type de granite, concernent :

- la texture, très variable dans le détail quoique toujours nettement porphyrique,
- la proportion relative des phénocristaux de quartz, plagioclase, feldspath potassique et la proportion phénocristaux — mésostase,
- la nature du plagioclase : oligoclase et plus généralement andésine.

On a donc divers termes depuis des microgranites subalcalins jusqu'à des microgranites calco-alcalins qui sont les plus fréquents. Ces microgranites contiennent, assez exceptionnellement, des enclaves microgrenues ovoïdes de petites dimensions ; ce sont des enclaves basiques : microdiorite, microdiorite quartzique et acide, laves quartzo-feldspathiques.

- $2\gamma^2_V$ ,  $2\gamma^2$ . **Granites porphyroïdes.** Ils constituent la toile de fond des ensembles granitiques. P. Tempier (1962) distingue deux grands types de granites porphyroïdes :  
— le granite de Vauzelle : subalcalin à grain moyen, pauvre en enclaves, défini sur le territoire de la feuille Cluny,  
— le granite de Mary : monzonitique à grain grossier, riche en enclaves, défini au Nord de la feuille Saint-Bonnet-de-Joux.

Dans une note de 1966, cet auteur considère que le granite de Mary est probablement le même que le granite de Saint-Maurice-lès-Châteauneuf décrit par B. de Boutray (1961) dans le prolongement sud de la feuille Cluny (feuilles Beaujeu et Charlieu) et propose l'hypothèse d'une différence de profondeur pour les deux grands types de granites porphyroïdes distingués : le granite de Vauzelle étant un faciès profond des granites de Mary et de Saint-Maurice-lès-Châteauneuf, mis à jour par un bombement de la masse granitique.

En fait, le faciès monzonitique type n'a pas été observé dans le cadre de la feuille Cluny. Toutefois, compte tenu de son existence dans le prolongement nord (granite de Mary) et sud (granite de Saint-Maurice-lès-Châteauneuf) on peut envisager que l'on ait, sur le territoire de la feuille Cluny, deux domaines au sein d'un granite porphyroïde calco-alcalin, l'un correspondant au granite de Vauzelle (s.s.) tel qu'il est décrit par P. Tempier (1962), l'autre intermédiaire pourrait éventuellement correspondre à une vaste zone de passage au granite monzonitique de Mary situé plus au Nord (feuille Saint-Bonnet-de-Joux).

À ce dernier granite appelé, *in extenso*, sur Cluny, granite de Mary par P. Tempier (1962) nous donnons le nom de granite du col des Vaux d'un nom de lieu sur la feuille Cluny. La limite entre les deux se situe approximativement suivant une ligne joignant les Leurres, à l'Ouest, à Clermain, à l'Est. Cette ligne correspond, sensiblement, à celle tracée par P. Tempier (1962). Elle sépare un domaine septentrional où le granite est à grain grossier, souvent surchargé en phénocristaux, riche en enclaves, d'un domaine méridional où le granite est à grain moyen, à phénocristaux généralement moins abondants et à enclaves plus rares.

$2\gamma^2_V$ . **Granite porphyroïde à biotite de grain grossier, type col des Vaux.** C'est le granite de fond de la moitié septentrionale de la feuille. De beaux affleurements s'observent le long de la voie rapide entre son embranchement, à l'Ouest de Clermain, jusqu'à la limite de la feuille au Nord-Ouest et plus particulièrement à la faveur de la tranchée du col des Vaux au Sud-Est de Verosvres. Macroscopiquement c'est un granite de teinte gris rosé, hétérogranulaire, à gros grain, porphyroïde, riche (voire localement surchargé) en phénocristaux de feldspath potassique, à biotite seule.

En lame mince on observe une texture grenue porphyroïde avec quartz xénomorphe ou subautomorphe présentant souvent des figures de corrosion. La biotite souvent chloritisée est brun-vert lorsqu'elle est fraîche, parfois en lamelles tordues ; la muscovite en gerbes néoformées est rare. Le plagioclase automorphe zoné plus ou moins séricitisé est un oligoclase calciqué (An 25-33 %) souvent en cristaux accolés ; le feldspath potassique est xénomorphe ou subautomorphe généralement non maclé, finement perthitique : veinules et taches. Les porphyroblastes de 3 à 5 cm sont de l'orthose automorphe souvent maclée Carlsbad. Accessoirement apatite, sphène, opaques, parfois zircon, allanite, épidote. L'ordre de cristallisation est : biotite, plagioclase, quartz, feldspath potassique.

$2\gamma^2$ . **Granite porphyroïde à biotite de grain moyen, faciès Vauzelle.** C'est le granite de fond de la moitié méridionale de la feuille. Il est assez rarement bien observable par manque d'affleurement ou parce que trop altéré et surtout parce qu'il est affecté par une intense mylonitisation sur une très vaste zone décrite plus loin.

Macroscopiquement c'est un granite de grain moyen, localement fin, irrégulièrement porphyroïde parfois plus clair que le granite du col des Vaux.

En lame mince, si l'on fait abstraction des variations locales de faciès observées au sein de ces deux granites porphyroïdes, le granite de Vauzelle apparaît pratiquement analogue au granite du col des Vaux avec toutefois une tendance à être moins plagioclasique et moins riche en biotite.

**Enclaves dans les granites porphyroïdes.** Elles appartiennent aux types courants d'enclaves des granites ; ce sont :

- des enclaves microgrenues ou à grain très fin, porphyriques ou non, les unes sombres (plagioclasiques à amphiboles), les autres claires, de composition sensiblement analogue à celle du granite. Leur taille est centimétrique à pluridécimétrique ;
- des enclaves surmicacées : biotitique, de taille centimétrique plus rarement décimétrique.

Ces enclaves de petites tailles apparaissent plus abondantes dans le granite du col des Vaux que dans celui de Vauzelle.

**$3\gamma^{1-2}$ . Leucogranite aplitique à biotite et parfois muscovite, faciès Corne d'Artus.** Ce faciès bien individualisé affleure en vastes sills ou en massifs dispersés sur l'ensemble du territoire de la feuille.

Macroscopiquement ce sont des roches fraîches, de teinte claire, à grain fin, pauvres en micas : biotite, parfois muscovite souvent riche en miaroles.

En lame mince on observe une texture aplitique à grain fin ou grenu, à grain moyen, hétérogranulaire avec souvent un développement plus ou moins important de micropegmatite. La composition minéralogique est :

- micas rares : biotite, parfois muscovite qui lorsqu'elle est présente apparaît souvent interstratifiée avec la biotite ;
- plagioclase : oligoclase acide dans les faciès grenus hétérogranulaires, albite dans les faciès aplitiques ;
- feldspath potassique finement perthitique ;
- quartz.

Les seules différences notables au sein de ce faciès concernent la granulométrie et la texture de grain fin franchement aplitique, à grain moyen hétérogranulaire avec parfois une tendance porphyrique et d'autre part la teneur en anorthite du plagioclase : albite ou oligoclase acide.

Ce sont des leucogranites calco-alcalins, subalcalins.

La cartographie de ces granites les fait apparaître en massifs bien circonscrits nettement postérieurs à l'ensemble des formations qu'ils recoupent. Leur postériorité au granite porphyroïde ( $2\gamma \frac{2}{3}$ ) a été nettement mise en évidence au col des Vaux, l'attitude du contact net, sécant, étant souvent subhorizontal.

Ce mode de gisement en puissants filons ou sills subhorizontaux, joint au fait que ces roches homogènes et dures résistent bien à l'érosion, a une influence très nette sur le modelé morphologique, conduisant à faire souvent apparaître ces granites aplitiques coiffant le sommet des collines.

#### Roches filoniennes

Le réseau filonien est peu important. Il s'agit essentiellement :

- de filons de quartz (Q), généralement blanc laiteux, parfois minéralisés ;
- de lamprophyre ( $\nu$ ) ;
- de microgranite porphyrique ( $\mu\gamma$ ) à biotite et parfois amphibole.

#### Géochimie des granites et des tufs viséens

En appui aux données de terrain et à l'examen pétrographique des roches cristallines, une étude de 22 analyses a permis de préciser la nature des tufs viséens et de dégager les principaux traits du magmatisme post-dévonien.

Les résultats sont clairement exprimés à l'aide de deux diagrammes :

- sur le diagramme de H. de la Roche (fig. 1), qui prend en compte la silice non

feldspathisable et la composition feldspathique pour situer les principales familles de roches ignées, on observe ceci :

- d'une part, un étalement vertical du champ des granites à partir de la composition moyenne théorique des granites vers des termes plus alcalins (vers les syénites quartziques) ;
  - d'autre part, un recouvrement important de ce champ par celui des tufs viséens qui prend racine au niveau des granites et s'étend vers le Sud-Ouest, cette tendance concernant aussi bien les *tufs à quartz exprimé* que les *tufs sans quartz exprimé*.
- si l'on tient compte des teneurs relatives entre les alcalins (diagramme  $K_2O/Na_2O$ , fig. 2), on obtient la confirmation d'une parenté chimique très nette entre les granites et les tufs, et celle de l'homogénéité de l'ensemble des tufs. En outre, le caractère très potassique de ces roches ignées est visualisé par leur position, nettement au-dessus de la droite (rapport  $K_2O/Na_2O = 1$ ) séparant les domaines calco-alcalins et shoshonitiques (\*) des zones orogéniques.

Ces observations soulignent le caractère tardi-orogénique de ce magmatisme post-dévonien, qui s'accorde avec l'évolution générale de la tectonique du Massif Central.

---

(\*) *Série shoshonitique* : définie par Joplin (1965), elle est surtout présente dans les marges continentales et dans certains arcs insulaires « évolués ». Elle est caractérisée par des teneurs élevées en  $K_2O$ , avec un rapport  $K_2O/Na_2O$  voisin de 1, par des teneurs relativement faibles en  $TiO_2$  et un comportement du fer variable (parfois, avec un léger enrichissement en fer dans les termes intermédiaires).

$\frac{1}{3} \text{Si} - (\text{K} + \text{Na} + \frac{2}{3} \text{Ca})$

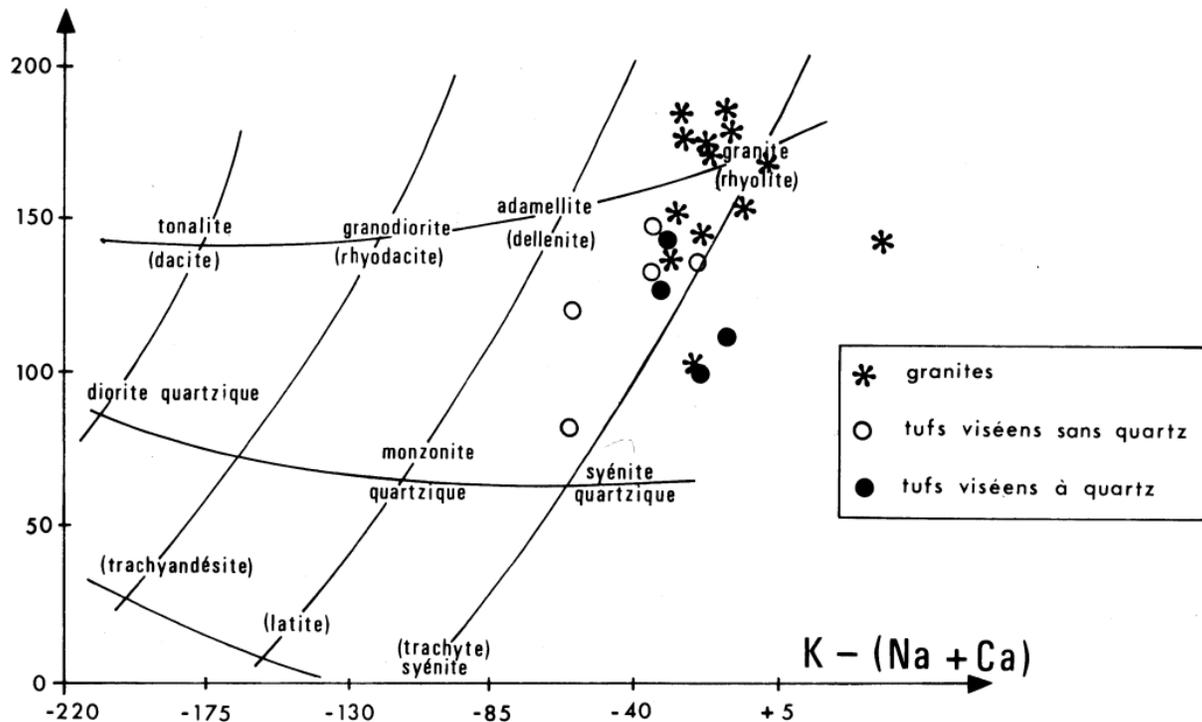


Fig. 1 - Les granites et les tufs viséens de Cluny dans le diagramme  $\frac{1}{3} \text{Si} - (\text{K} + \text{Na} + \frac{2}{3} \text{Ca}) / \text{K} - (\text{Na} + \text{Ca})$  de H. de la Roche (1966)



### Stratigraphie des formations paléozoïques

Les seuls éléments de datation sont les calcaires.

Ces lentilles de calcaire fossilifère attribuées au Viséen du Mâconnais, du Beaujolais, de la Loire, de l'Allier et du Morvan, quoique éloignées les unes des autres et présentant des faciès variés sont, maintenant, communément prises comme repère et considérées d'âge semblable parce qu'ayant livré une microfaune et une microflore homogènes qui datent ces calcaires du Viséen moyen ce qui conduit dans l'état actuel des connaissances sur le Dévono-Dinantien du Nord-Est du Massif Central à proposer le tableau suivant :

Age	Chronologie relative
Namuro  Westphalien (?)	Granites $\left\{ \begin{array}{l} (3\gamma^1-2) \text{ leucogranite aplitique} \\ (2\gamma^2 \text{ et } 2\gamma^2_2) \text{ Granite porphyroïde} \\ (1\gamma^2) \text{ Microgranite en massif} \end{array} \right.$
Viséen supérieur	(h2tf) Formations volcaniques (h2D) Formations détritiques
Viséen moyen (et, <i>pro parte</i> , inférieur ?)	
Famennien	(d6-7 $\eta$ ) Formation des diorites et roches associées
Frasnien (?)	

### FORMATIONS SECONDAIRES

#### Trias

#### tG. Trias gréseux. Grès-quartzites feldspathiques à la base

● *Charolais*. Le Trias se présente à la base sous le faciès de grès arkosiques et quartzitiques dont le contact sur le granite est visible en plusieurs points :

- secteur du château de Collanges :
  - tranchée de la voie ferrée (x = 752,55; y = 2 161,47)
  - le long des falaises de la rivière (x = 752,50; y = 2 161,42)
- à l'Est du moulin la Cour, sur le socle altéré (x = 753; y = 2 157,25)

Dans tous ces affleurements les quartzites très feldspathiques à la base deviennent de plus en plus fins alors que l'orthose disparaît (au-dessus de 2 à 3 m de la base). Ces quartzites forment des bancs de 30 à 50 cm séparés par des argilites bariolées gris-vert et lie-de-vin.

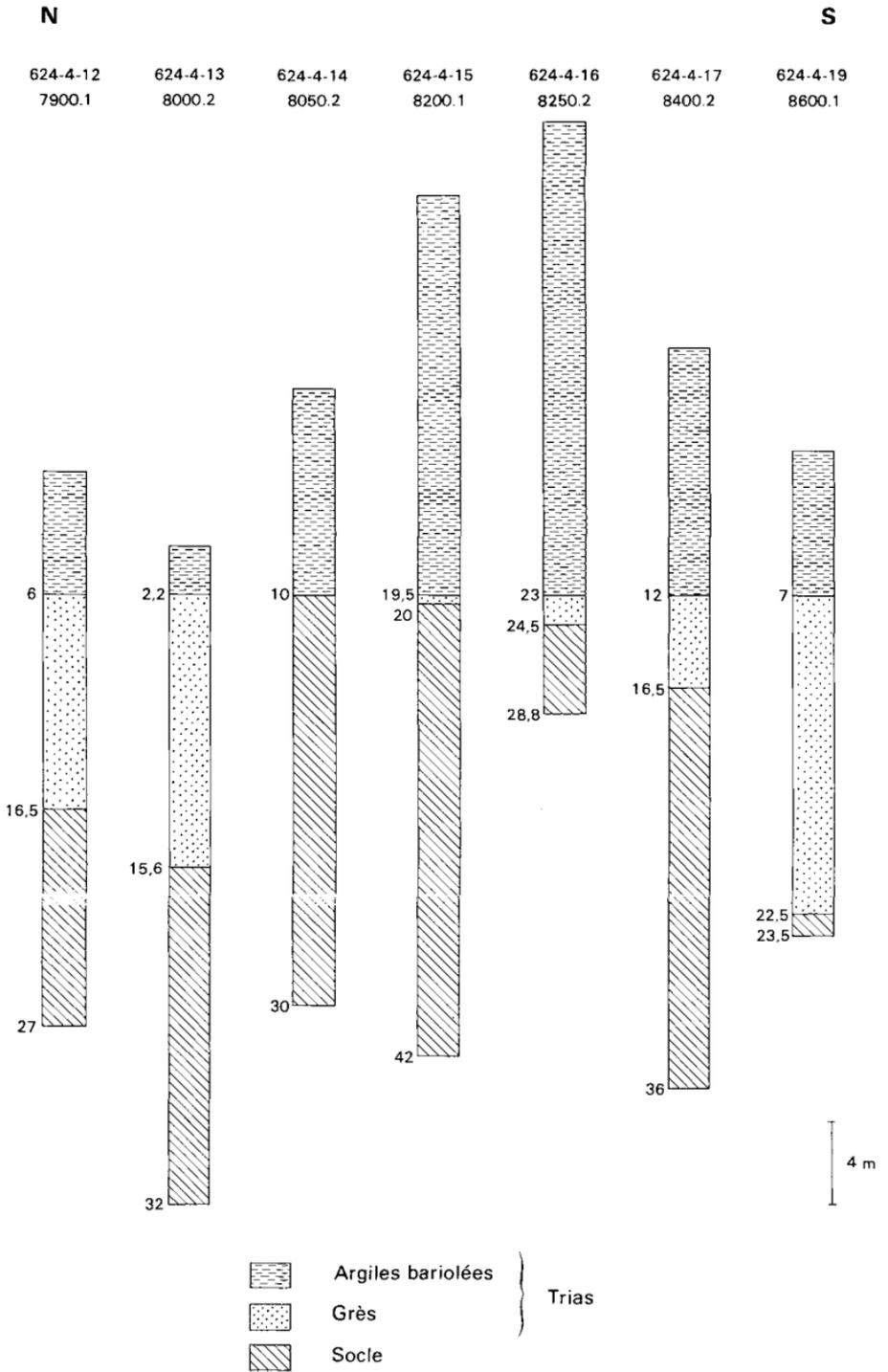
L'épaisseur de cette formation est donnée par le sondage le plus proche : sondage de Martigny-le-Comte (601-5-4, feuille Saint-Bonnet-de-Joux; x = 752,6; y = 2 170,6). Là ces terrains sont traversés sur 15 mètres. Ce sont des grès fins, quartzeux et feldspathiques assez mal consolidés, entrecoupés de passées argileuses. La matrice est argileuse, les feldspaths réduits en poudre, la silicification faible contrairement à ce qu'on voit généralement en affleurement. Enfin, notons à la base au contact du socle sur 1,5 m environ des argiles vertes à nodules plus ou moins gréseux à ciment dolomitique.

Les sondages implantés pour la recherche minière à l'Ouest (feuille Charolles) montrent une diminution sensible d'épaisseur de ces grès.

623-4-8 : le sondage CH 21 à Marcilly-la-Guevrée (x = 750,46; y = 2 156,3) en recoupe 15 mètres.

623-4-7 : le sondage CH 18 à Saint-Julien-de-Civry n'en traverse que 7 mètres.

623-4-9 : le sondage CH 22 à Saint-Julien-de-Civry (x = 747,37; y = 2 156) recoupe 4 à 5 m de calcaire qui serait en contact sur le socle après avoir traversé seulement 1 à 2 m de grès.



**Fig. 3 - Paléoreliefs - Sondages S.N.C.F. - Secteur du Bois-Clair**

Le Trias gréseux repose donc soit directement sur le socle morvandiau, soit, en s'éloignant vers l'Ouest, sur des faciès dolomitiques qui constituaient des lagunes paraliques antérieures à la transgression marine.

● **Mâconnais.** Les quartzites qui affleurent ici (en particulier à l'Ouest de Clermain) sont plus massifs que ceux du Charolais.

Leur épaisseur est variable. En effet les sondages de recherche minière implantés au Nord de Cluny [601-8-1, MA 7, feuille Saint-Bonnet-de-Joux ( $x = 775,60$ ;  $y = 2166,55$ ) et 601-8-2, MA 8, feuille Saint-Bonnet-de-Joux ( $x = 777,10$ ;  $y = 2164,52$ )] ont traversé 15 à 20 m de Trias gréseux.

Mais au Sud de Cluny, les sondages du Bois-Clair, qu'ils aient été implantés pour la recherche minière ou pour le tracé de la ligne nouvelle SNCF, montrent la disparition du Trias gréseux autour des hauts-fonds du socle.

Le sondage 624-4-9, MA 20 (Sologny) ( $x = 779,95$ ;  $y = 2156$ ) traverse 20 m de quartzites.

Le sondage 624-4-11, MA 23 ( $x = 779,80$ ;  $y = 2155,35$ ) en traverse 10 m seulement et le sondage 625-1-3, MA 22 ( $x = 780,15$ ;  $y = 2155,35$ ) 2 mètres.

Sur le territoire de la feuille Mâcon, la diminution d'épaisseur des grès continue.

Ils n'ont plus que 1 m aux sondages 625-1-4, MA 24 ( $x = 780,45$ ;  $y = 2155,2$ ), 625-1-5, AA 25 ( $x = 780,60$ ;  $y = 2155$ ), 625-1-6, MA 26 ( $x = 780,50$ ;  $y = 2155,1$ ), 625-1-7, MA 27 ( $x = 780,55$ ;  $y = 2155,05$ ) et manquent dans le sondage 625-1-2, MA 21 ( $x = 780,65$ ;  $y = 2154,9$ ).

Les sondages SNCF traversent des structures comparables (v. fig. 3).

#### **1A. Trias argileux. Argiles versicolores**

● **Charolais.** Les argiles bariolées sont visibles assez souvent en affleurement, en particulier au Nord-Est d'Ozolles vers Saint-Martin et à la limite du domaine de la carte à Sermaize où un puits les a traversées sur une quinzaine de mètres.

Les sondages proches [601-5-4 à Martigny-le-Comte (feuille Saint-Bonnet) ( $x = 752,6$ ;  $y = 2170,6$ ); 623-4-8, CH 19 à Marcilly ( $x = 750,45$ ;  $y = 2156,75$ ); 623-4-9, CH 22 à Saint-Julien-de-Civry (feuille Charolles) ( $x = 747,39$ ;  $y = 2156$ )] recoupent tous une vingtaine de mètres d'argiles à passées calcaires dolomitiques ou gréseuses.

● **Mâconnais.** Le Trias argileux est visible en quelques points sur la bordure orientale de la feuille Cluny. À Brandon, le long de la voie express apparaissent sous les grès rhétiens des argiles bariolées reposant sur des bancs dolomitiques.

Ce Trias argileux montre dans les sondages 50 à 60 m d'épaisseur.

Dans le sondage [624-4-9], MA20 ( $x = 779,95$ ;  $y = 2156$ ), les deux tiers inférieurs (40 m environ) sont constitués d'argiles schisteuses noires et de gypse rose à petits bancs gréseux; le tiers supérieur (20 m environ) est représenté par des argilites bariolées avec passages calcaires dolomitiques.

#### **Interprétation**

● **Charolais.** Vers l'Ouest, le Trias disparaît au Sud de Charolles. Mais on en retrouve de grandes épaisseurs dans les sondages implantés par les mines de Blanzy et de Decize. Ceci avait conduit J. Ricour à admettre un golfe venant de l'Est dans la région de Nevers. Actuellement, on n'a aucun argument décisif pour affirmer ou nier le passage d'un bras triasique au Sud du Morvan. Il est certain que rien ne s'y oppose [voir isopaches fig. 4 (\*)] et qu'une partie au moins du socle du Mâconnais (carte Cluny par exemple) a été recouvert par la transgression triasique venant de l'Est.

Au devant de cette transgression des lagunes paraliques voyaient se déposer des calcaires dolomitiques plus ou moins silicifiés et minéralisés qui, à l'Ouest de Charolles comme dans la région de Chitry-Corbigny bordent le socle antétriasique.

(\*) Les figures 4, 5, 6 et 7 sont tirées de la publication suivante : Le Morvan et le détroit morvano-vosgien au Trias et au Lias, par Y. Le Calvez, A. Lafavrais, J. Lhégu. Bull. B.R.G.M., 2<sup>e</sup> s., sect. I, n° 4 - 1969.

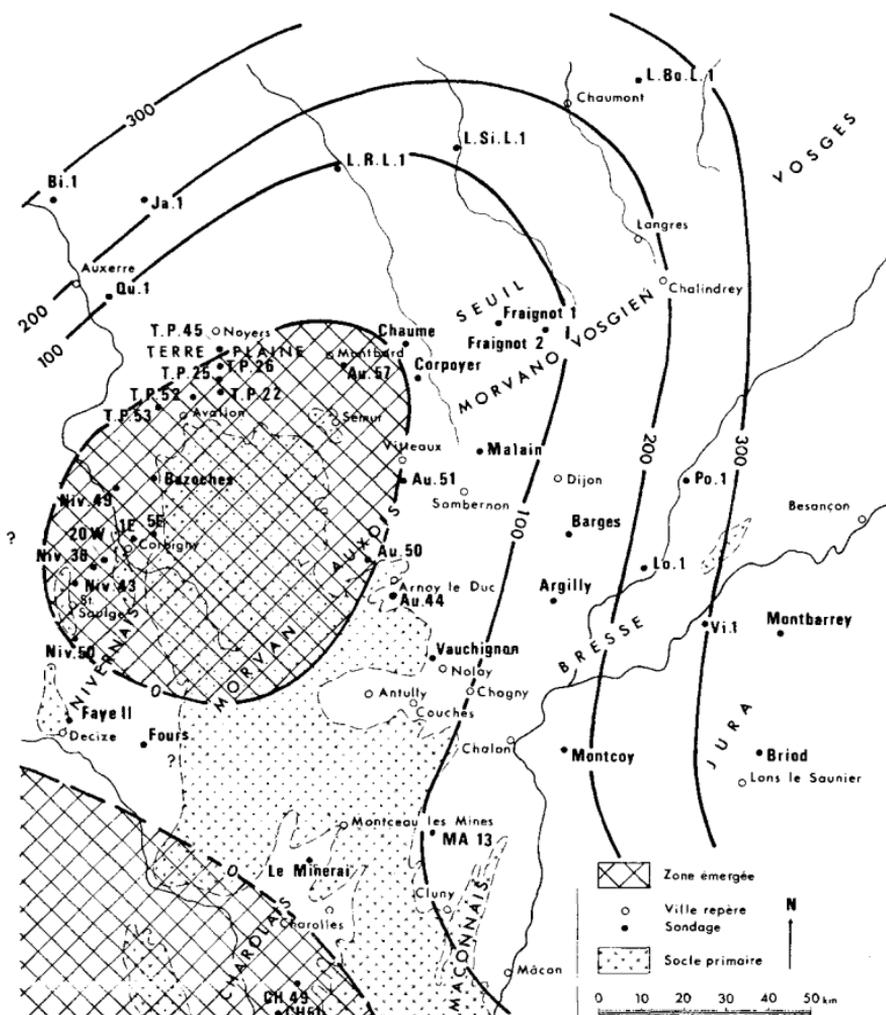


Fig. 4 - Isopaches du Trias

• **Mâconnais.** L. Courel a, dans sa thèse, étudié la réduction du Trias lorsqu'on passe de la zone bressanne à faciès germanique à la bordure du Massif Central.

Les grès de base sont d'après cet auteur attribuables au Muschelkalk.

Le gypse disparaît à la base des argiles à la latitude de Cluny ; (il existe encore au Nord de cette ville au sondage MA 8 (601-8-2). Il appartiendrait au Keuper inférieur.

Les argiles bariolées plus constantes correspondraient au Keuper supérieur. Ce Keuper est parfois directement transgressif sur le socle. Dans la région du Bois-Clair par exemple, existent un certain nombre de paléoreliefs antétriasiques. Les grès de base disparaissent progressivement autour de ces horsts qui sont recouverts ensuite par les argiles bariolées.

— La silicification des grès de base a donné lieu à des explications contradictoires : venues de silice hydrothermale ou silice sédimentaire provenant de phénomènes paléogéographiques. Pour R. Lille et G. Scolari (1968), « la rencontre des eaux continentales chargées de silice et des eaux salées d'un bassin à tendance confinée peuvent provoquer la précipitation de silice provoquant en particulier l'accroissement des grains de quartz ».

Les minéralisations en fluorite, galène et blende sont peut-être liées à la présence de silice (voir chapitre gîtes minéraux).

### 110. Rhétien. Grès fins à grossiers arkosiques

● **Charolais.** Le Rhétien se compose de grès assez variables en épaisseur et en faciès.

Vers le Nord-Ouest, affleurant le long de la Semence au Sud de Collanges et dans les vallons adjacents Montot (carte Charolles) et Bellevue, des grès grossiers sont attribuables à ce niveau.

Plus au Sud sur le territoire de la carte Charolles, à Vaux-de-Barrier, le sondage [623-4-10] CH 23 ( $x = 751,7$ ;  $y = 2159,4$ ) montre un Rhétien sableux à éléments plus ou moins gros surmonté de 1 à 2 m d'argiles vert jaunâtre.

La bande rhétienne qui va de Vandenesse-lès-Charolles (carte Saint-Bonnet-de-Joux) à Ozolles montre un Rhétien moins grossier.

Au Nord de Sermaize (carte Saint-Bonnet) une carrière ( $x = 754,65$ ;  $y = 2162,4$ ) montre une épaisseur de 10 à 20 m de sable au-dessus desquels un banc marneux de 1 à 2 m aurait fourni *Plicatula hettangiensis* Terq. (R. Mouterde). Il constitue donc la base de l'Hettangien.

C'est d'ailleurs à Sermaize mais un peu plus au Sud ( $x = 754,8$ ;  $y = 2161,4$ ) que nous avons trouvé au sommet d'un affleurement de sables rhétiens des blocs de calcaire argileux avec *Psiloceras planorbis*.

Dans la région d'Ozolles, le sondage des Brosses bouchées [624-1-2] ( $x = 754,25$ ;  $y = 2156,4$ ) a donné d'après L. Courel, la coupe suivante (profondeurs) : 67,8 à 73,8 m : grès friable à ciment calcaire et argileux ;

73,8 à 85,7 m : alternance de grès quartzeux et feldspathiques à ciment argilo-calcaire et localement siliceux et d'argiles jaunâtres à verdâtres dont certains niveaux atteignent 2 m d'épaisseur ;

85,7 à 87 m : calcaire gris finement cristallin à enclaves d'argiles vertes.

— La route qui descend de Saint-Martin à Ozolles ( $x = 755$ ;  $y = 2155,85$ ) recoupe des grès rhétiens en plaquettes, très fins et pulvérulents.

● **Mâconnais.** Le Rhétien se compose de l'alternance classique de grès fins et d'argiles noires. Ces dernières ont fourni à de nombreux auteurs des *Avicula contorta* qui confirment l'attribution stratigraphique (en particulier dans la région de Couches-les-Mines, carte Autun d'après J. Ricour, O. Horon, G. Lienhardt en 1960).

Les sondages ont permis d'attribuer à l'étage une dizaine de mètres d'épaisseur.

La coupe du sondage [624-4-9], MA 20 (Sologny;  $x = 779,95$ ;  $y = 2156$ ) est la suivante (profondeur) :

13,05 à 14,02 m : grès sableux à ciment calcaire ;

14,02 à 14,55 m : argiles noires à débris coquilliers ;

14,55 à 15,15 m : calcaire gréseux ;

15,15 à 18,25 m : calcaire marneux à passées gréseuses et argilites noires ;

18,25 à 18,95 m : argile gréseuse verdâtre ;

18,95 à 23,15 m : grès fin à ciment calcaire ;

23,15 à 25,10 m : argiles noires à petits lits gréseux (*in* Couchot, Lhégu, Paquier, 1966).

En affleurement, seuls les grès sont généralement visibles. On peut les observer en particulier :

— sur la voie express en ( $x = 771,5$  —  $y = 2154,1$ ) où ils reposent sur des argiles rouges à bancs dolomitiques du Trias,

— à l'Ouest de Saint-Point (en particulier en  $x = 774,85$  —  $y = 2150,5$ ) où ils constituent une bande très discontinue de grès très fins, pulvérulents.

● **Conclusions.** Si le Rhétien de la bordure orientale du Morvan a toujours été facilement mis en corrélation avec le Rhétien de l'Est et du Jura, en particulier grâce

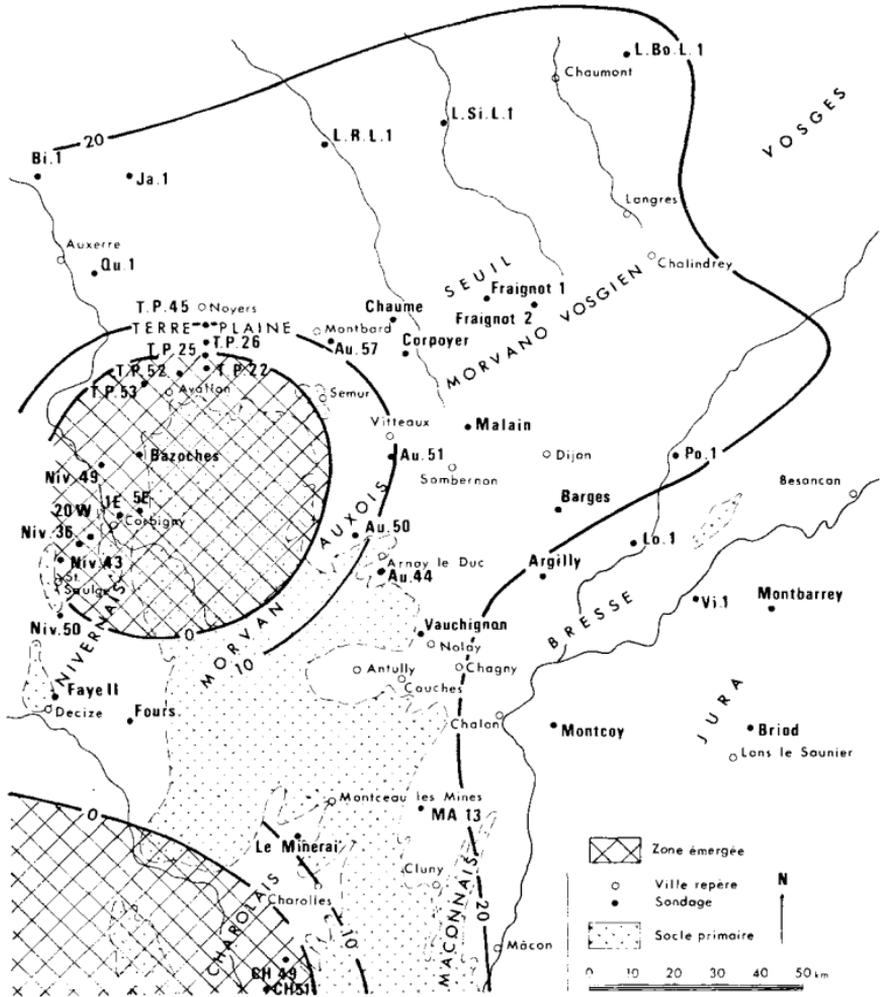


Fig. 5 - Isopaches du Rhétien

à ses niveaux à *A. contorta*, il n'en est pas de même du « Rhétien » de la bordure occidentale qui n'avait jamais fourni de faune.

En 1968, un élément nouveau est apparu : la palynologie des niveaux attribués au Rhétien dans l'Ouest du Morvan était caractéristique de l'Hettangien.

Le Rhétien vrai était daté par la palynologie seulement dans la région de Blanzly.

On est donc conduit à dissocier les deux bordures, celle du Morvan au Nord, celle du socle plus méridional qui constitue Charolais et Brionnais. On a vu que J. Ricour suggérerait un golfe qui faisait pénétrer le Trias dans le Mâconnais ; J. Courel pense qu'il peut exister en tous cas au Rhétien. La diminution d'épaisseur des faciès vers l'Ouest (sur la carte Charolais le sondage CH 23 montre seulement 3 m de grès et 1 ou 2 m d'argiles), le fait qu'ils deviennent aussi plus grossiers semblent corroborer l'envahissement par l'Est de tout ou partie du socle mâconnais (\*).

(\*) À noter la ressemblance entre les grès fins du Charolais et les sables kaoliniques du Nivernais qui pourraient constituer des faciès littoraux de bordure.

D'autre part, la découverte de *Psiloceras planorbis* dans les faciès sus-jacents aux sables montre bien que ceux-ci sont antérieurs à l'Hettangien inférieur.

## Lias

### I 1-2. Hettangien. Calcaires dolomitiques et marnes claires

● **Charolais.** L'Hettangien affleure très mal ; calcaire, il constitue la base de la falaise sinémurienne ; seul un replat humide et herbeux trahit les argiles qui limitent Rhétien et Hettangien.

Cependant quelques blocs de calcaires dolomitiques sont parfois visibles dans les labours en particulier au Nord de Pommier ( $x = 754,65$ ;  $y = 2161$ ).

Cet Hettangien est érodé au sommet : un *hard ground* le sépare du Sinémurien ce qui pourrait indiquer une érosion de la zone à *Angulata*. En tous cas à la base, la zone à *Planorbis* existe bien comme l'a démontré la trouvaille de *Psiloceras planorbis* Sow ; au-dessus des sables rhétiens au Sud de Sermaize ( $x = 754,8$ ;  $y = 2161,4$ ). Les sondages de la feuille Charolles situés non loin de la bordure de la feuille Cluny (CH 23 et CH 19) traversent 5 à 10 m d'Hettangien.

● **Mâconnais.** Les calcaires marneux de l'Hettangien donnant une altération noduleuse se voient assez bien à Brandon dans la tranchée de la route express ( $x = 771,5$ ;  $y = 2154,15$ ) et à Montagny-sur-Grosne ( $x = 771,55$ ;  $y = 2152,7$ ).

Mais à la limite des cartes Cluny et Mâcon, R. Mouterde donne deux coupes (à Pierredos et Berzé-le-Châtel) qui montrent un Hettangien de 4 à 5 m où les diverses zones sont représentées (*Planorbis*, *Liasicus*, *Angulata*).

Les sondages implantés dans la région du Bois-Clair traversent un Hettangien similaire de 6 m d'épaisseur :

Le sondage 624-4-9, MA 20 ( $x = 779,95$ ;  $y = 2156$ ) donne la coupe suivante :

6,9 à 8 m : calcaire beige, fin, à oolithes ferrugineuses,

8 à 9 m : calcaire ocre, fin, à oolithes ferrugineuses un peu lumachellique à la base,

9 à 10 m : calcaire gréseux, quelques oolithes ferrugineuses à 9,53 m,

10 à 11 m : calcaire lumachellique,

10,7 à 11 m : passée gréseuse, lumachelle à la base,

11 à 13,05 m : calcaire fin et marnes noires, à la base 15 cm de lumachelle à petits quartz (*in* Couchot, Lhégu, Paquier, 1966).

À noter dans l'Hettangien supérieur un niveau à oolithes ferrugineuses qui fait suite à celui qui a été exploité dans la région de Nolay.

● **Conclusions.** Sur tout le territoire de la carte Cluny, l'Hettangien a le même faciès dolomitique et marneux et la même épaisseur que dans les régions voisines : Bourgogne-Auxois.

Charolais et Brionnais ne participent pas au mouvement d'approfondissement de l'Ouest du Morvan où les dépôts deviennent rapidement plus épais.

### I3-4. Sinémurien. Calcaire à Gryphées

Le Sinémurien se présente partout sous le faciès classique de calcaire à Gryphées. Il s'agit d'un calcaire gris bleuté cristallin, s'ordonnant en bancs noduleux assez réguliers de 10 à 30 cm d'épaisseur. Les bancs sont séparés par des petits lits de marnes noires. Les Gryphées, *Gryphaea arcuata* Lmk, sont toujours très abondantes sauf à la base.

● **Charolais.** Ce calcaire a été exploité en petites carrières pour la construction locale surtout au Nord de Chaugne ( $x = 754,3$ ;  $y = 2161,05$ ) et au Nord d'Ozolles ( $x = 754,7$ ;  $y = 2157$ ).

A moins de 300 m de la bordure ouest de la carte Cluny, sur le territoire de la feuille Charolles, une grande carrière a exploité le calcaire sinémurien pour alimenter des fours à chaux ( $x = 751,89$ ;  $y = 2161,10$ ); R. Mouterde (p. 348) y signale un Sinémurien inférieur et un Lotharingien complet d'une dizaine de mètres d'épaisseur.

● **Mâconnais.** Sur la bordure orientale de la carte, les calcaires sinémuriens affleurent assez largement à l'Ouest de Cluny et forment une bande continue très redressée de Saint-Point à Tramayes.

Dans la région du Bois-Clair, le Sinémurien est constitué par une dizaine de mètres de calcaires cristallins reposant sur le *hard ground* de l'Hettangien. Les coupes que R. Mouterde donne dans cette région (feuille Mâcon, région de Berzé-la-Ville) montrent :

Un Sinémurien complet : zone à Rotiforme à Gryphées rares, 3 à 4 m, zone à Bucklandi à gros *Coroniceras* (6 m), zone à Semicostatum à nodules phosphatés et nombreux *Arnioceras* (2 m); le Lotharingien plus marneux n'a que 3 ou 4 mètres mais on y reconnaît les zones : Obtusum, Oxynotum, Raricostatum avec leurs faunes classiques d'*Asteroceras*, d'*Oxynoticeras*, d'*Echioceras* et de *Plesechioceras*.

● **Conclusions.** Le calcaire à Gryphées qui existe en Brionnais et Charolais comme en Mâconnais et dans les régions voisines : Bourgogne-Auxois, seuil morvano-vosgien, est un faciès de peu de profondeur.

Vers le Nord-Ouest et le Sud-Est, le Sinémurien *s. lato* devient plus marneux, atteint des épaisseurs assez considérables (50 à 100 m) dans les sondages du Bassin de Paris.

#### 15-6. Carixien—Domérien. Argilites finement micacées et passées calcaires à la base

● **Carixien.** Le Carixien est très mince (1 à 2 m) aussi il est très rare de le voir en affleurement et il est passé inaperçu en sondage.

— **Charolais.** D'après R. Mouterde, qui donne une bonne coupe de l'étage à moins d'un kilomètre au Nord de la carte à Vandenesse-lès-Charolles, la zone à Jamesoni manque mais les zones à Ibex et à Davoei sont représentées par des calcaires marneux riches en Bélemnites.

— **Mâconnais.** La zone à Jamesoni est présente, mais le faciès de l'ensemble est identique.

Le seul affleurement fossilifère est représenté au Sud-Est de Montagny-sur-Grosne (x = 771,4; y = 2152,4) par un lambeau de calcaires gris clair et de marnes riches en Bélemnites coincé entre deux failles et reposant sur le calcaire bleu massif du Sinémurien.

Nous y avons trouvé *Lytoceras fimbriatum* Sow, *Predactylioceras davoei* Sow, *Oistoceras*, nombreuses Bélemnites.

— **Conclusions.** Comme à l'Hettangien et au Sinémurien, Charolais et Brionnais ne participent pas à la zone d'approfondissement située à l'Ouest du Morvan où le Carixien est complet et dépasse 10 mètres d'épaisseur. Mâconnais et Charolais n'ont que 1 ou 2 m de Carixien.

● **Domérien.** Le Domérien inférieur se compose d'argilites feuilletées, micacées qui n'affleurent pratiquement pas mais donnent par altération des argiles ocre visibles dans les chemins ou les mares.

— **Charolais.** Ces argilites semblent avoir été exploitées au Nord d'Ozolles, au lieu-dit la Tuilerie (x = 754,6; y = 2157,5).

Le sondage des Brosses bouchées [624-1-2] (x = 754,25; y = 2156,4) en traverse une cinquantaine de mètres.

— **Mâconnais.** Au Sud de Mazillé, au lieu-dit les Mouilles (x = 774,1; y = 2156), ces marnes sont visibles sur 3 à 4 m et ont pu être exploitées.

Ce niveau a été traversé sur 60 m à Martigny-le-Comte (601-5-4, x = 752,6; y = 2170,6) et est estimé par R. Mouterde de 50 à 70 mètres.

Cet auteur signale dans le Charolais des *Amaltheus margaritatus* Mont. et dans le Mâconnais en plus des Amalthées de formes plus méridionales comme les *Protogrammoceras*.

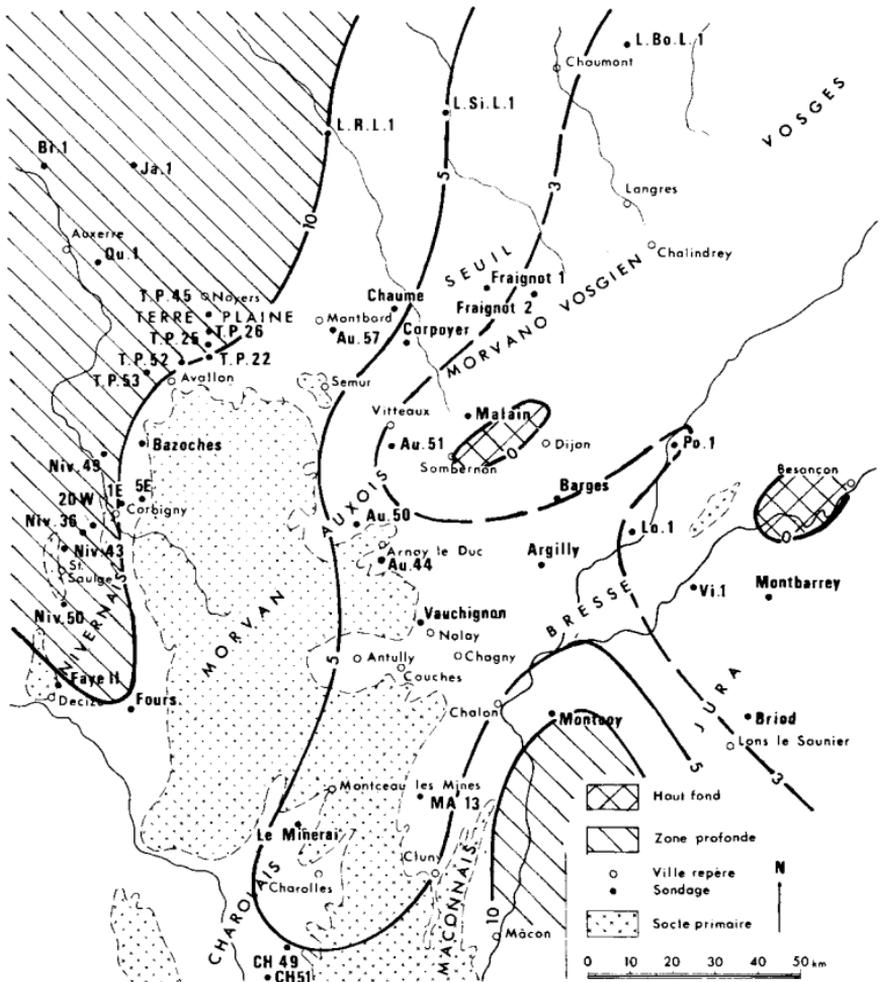


Fig. 6 - Isopaches du Carixien

Domérien supérieur. Les marnes du Domérien sont couronnées par un banc calcaire plus ou moins marneux qui n'a qu'un mètre au Nord de la carte (sondage de Martigny-le-Comte, feuille Saint-Bonnet) et à l'Ouest (affleurement de Pont de Bord, carte Charolles) d'après R. Mouterde.

Il a été trouvé dans une tranchée d'adduction d'eau à la limite ouest de la carte Cluny (x = 752,30; y = 2155,30) : c'est un calcaire roux à Bélemnites, *Gryphaea gigantea* Sow, *Pseudopecten aequivalvis* Sow. Dans le Mâconnais on peut le voir dans la tranchée de l'ancien chemin de fer de Tramayes à Saint-Point (x = 774,8; y = 2147,8; R. Mouterde) et en x = 775,2; y = 2149 (d'après nos recherches).

— **Conclusions.** Le Domérien inférieur épais et marneux correspond à des dépôts de mer calme qui soulignent la submersion totale du Morvan. Mais le Domérien supérieur témoigne de nouveau d'une mer agitée et peu profonde qui dépose des faciès biodétritiques presque littoraux.

## 17-8. Toarcien. Marnes noires et calcaires argileux

● **Charolais.** Nous n'avons trouvé dans la région occidentale de la carte Cluny que des affleurements du Toarcien supérieur. Les coupes que donne R. Mouterde dans la région de Charolles décrivaient d'ailleurs le même niveau. À la limite de la carte Charolles ( $x = 752,3$ ;  $y = 2155,3$ ) au-dessus du calcaire domérien à surface supérieure très ferruginisée, nous n'avons trouvé que des miches à nombreux *Pseudogrammoceras*, puis des calcaires phosphatés à *Dumortieria* et à *Pleydellia*.

Ces dernières se retrouvent en  $x = 752,5$ ;  $y = 2154$  et en  $x = 752,3$ ;  $y = 2153,2$ .

● **Mâconnais.** La série est plus complète en Mâconnais qu'en Charolais.

Des calcaires marneux lités à *aptychus* nombreux et *Dactylioceras* ont été trouvés au-dessus du Domérien dans une tranchée d'eau ( $x = 773,7$ ;  $y = 2155,65$ ). Ils avaient été signalés par R. Mouterde dans la tranchée de la voie ferrée Tramayes—Cluny en  $x = 774,8$ ;  $y = 2147,8$ . C'est tout près de là que Lissajous en 1912 avait attribué 1 m à ce niveau ( $x = 775,2$ ;  $y = 2149$ ).

Au-dessus de la zone à *Falciferum*, on trouve partout la zone à *Hildoceras bifrons* avec l'espèce-indice et de nombreuses Bélemnites : *B. acuarius* dans la tranchée d'eau signalée plus haut, à des *Coeloceras* gr. *crassum* peu au-dessus du Domérien supérieur de Montagny-sur-Grosne ( $x = 771,15$ ;  $y = 2153,6$ ).

La faune du Toarcien supérieur est en Mâconnais aussi, abondante. Dans la tranchée de la voie ferrée ( $x = 775,2$ ;  $y = 2149$ ) nous avons trouvé des *Grammoceras*, *Pseudogrammoceras* cf. *fallaciosum* Bayle, associés à des *Lytoceras*, des *Trochus subduplicatus* à très peu de distance du *Hildoceras bifrons* Sow. *Hildoceras bifrons* et *Pseudogrammoceras* ont été trouvés dans les déblais d'une mare ( $x = 775$ ;  $y = 2147,8$ ) et des *Pseudogrammoceras* dans une tranchée d'eau ( $x = 773,7$ ;  $y = 2155,65$ ) remontés par faille contre le Domérien.

Les zones à *Dumortieria levesquei* et à *Pleydellia aalensis* se présentent sous l'aspect de calcaires marneux à nodules phosphatés et ont été trouvées par R. Mouterde dans la tranchée de la voie ferrée à l'Est de Tramayes.

● **Conclusions.** Les sondages les plus proches qui traversent le Toarcien sont situés à une vingtaine de kilomètres au Sud de Charolles (la Boudure à Saint-Laurent-en-Brionnais in Mouterde, p. 366; CH 51 : Saint-Julien-de-Jonzy in Le Calvez, Lefavrais, Lhégu, p. 45).

Ils traversent 20 à 30 m de Toarcien, ce qui montre déjà une réduction importante par rapport aux épaisseurs de cet étage en Auxois ou en Nivernais. Il est possible que, dans le Charolais proprement dit, cette réduction soit encore plus sensible, ce que tendrait à prouver l'absence de *Hildoceras bifrons* dans les récoltes d'Ammonites faites jusqu'ici.

En ce qui concerne le Mâconnais, la série est plus complète mais serait peu épaisse : une dizaine de mètres d'après M. Lissajous (in Mouterde, p. 299).

## Dogger

### Charolais

Les affleurements du Jurassique moyen sont très limités sur la bordure charolaise de la feuille Cluny.

**19-j1a. Aalénien—Bajocien.** Calcaires à entroques à stratifications obliques. Le Bajocien inférieur affleure sous le faciès de calcaire à entroques en deux localisations principales :

- il forme une falaise à l'Est du cours de l'Ozolette au Nord d'Ozolles;
- il constitue les hauteurs dominant les pâturages au Nord de Colombier-en-Brionnais.

Ce calcaire se montre, dans la région de Charolles, d'après R. Mouterde, épais d'une vingtaine de mètres et correspond à l'Aalénien et au Bajocien inférieur et

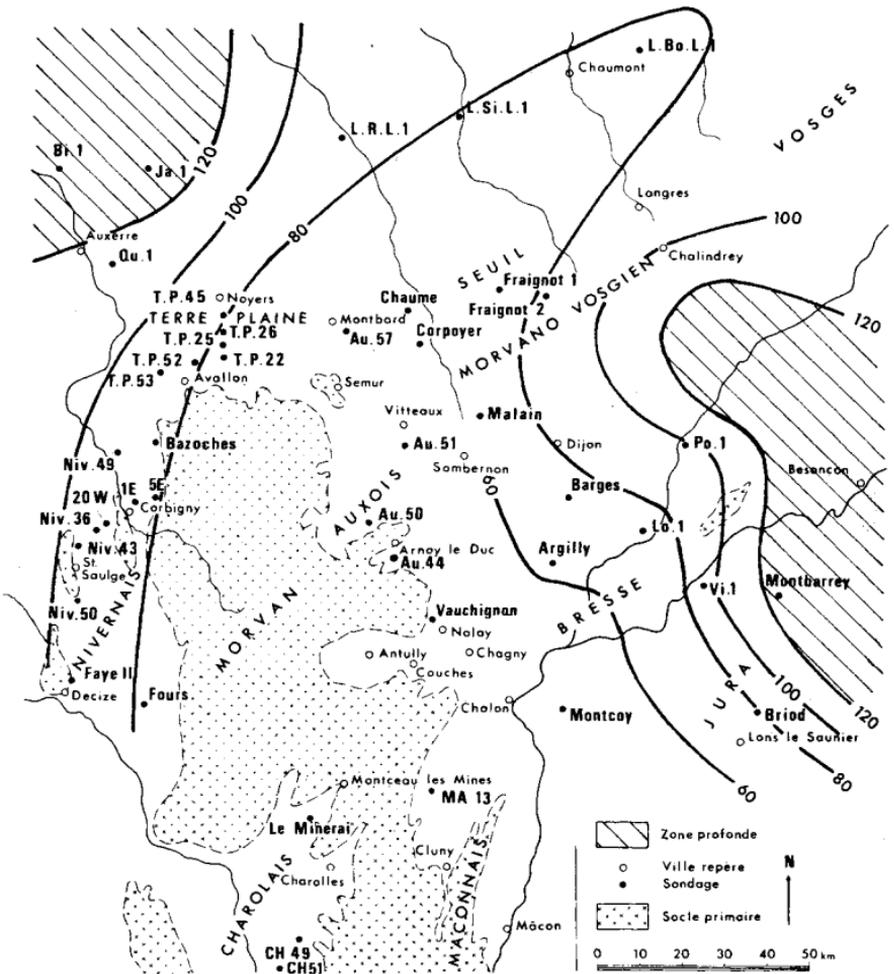


Fig. 7 - Isopaches du Toarcien

moyen. R. Mouterde y signale des faunes allant de la zone à Murchisonae à celle à Humphriesianum.

Tout autour de Barrier (x = 753; y = 2158), ce calcaire à entroques, très fossilifère, est riche en Lamellibranches et en Ammonites : en particulier, *Stephanoceras* de toutes tailles parmi lesquels des *Stephanoceras humphriesianum* adultes.

### Mâconnais

A l'Est, les affleurements sont plus nombreux mais très fragmentés.

**19-j1a. Aalénien—Bajocien. Calcaires à entroques.** Appartenant à la zone à Murchisonae un calcaire à silex branchus est visible à la Roche (x = 775,8; y = 2152,2); c'est sous ce niveau que R. Mouterde aurait trouvé le long de la route de Saint-Point à Tramayes (x = 775,25; y = 2150,4) *Leioceras uncinatum* Buck.

Le calcaire à *Amussium pumilus* n'a pu être mis en évidence mais le Calcaire à entroques inférieur est bien visible, comme le signale P. Roche (p. 368) à l'Est de

Tramays dans le mamelon couronné par une statue de la Vierge et R. Mouterde a ramassé dans ce niveau sur le territoire de la feuille Mâcon des faunes de la zone à Concavum. C'est un calcaire bioclastique assez fin gris-brun à délits rouges avec lits d'oolithes ferrugineuses aplaties. Plus au Nord, au mont Saint-Pierre, au Nord de Jalogny, il montre de remarquables stratifications entrecroisées.

Comme l'avait vu P. Roche, il est ici difficile de distinguer un Calcaire à entroques supérieur du précédent. L'ensemble forme une masse de 20 à 30 m semble-t-il.

**j1b. Bajocien. Calcaires marneux.** Des calcaires marneux reposent sur le faciès précédent (avec une surface de discontinuité?). Ils sont riches en fossiles : grosses Térébratules comme *Terebratula philippii* Morris et Ammonites : *Strenoceras*. Ces formes caractérisent la zone à Niortense.

**j1c. Bajocien. Calcaires à bioturbations.** Au-dessus des calcaires marneux vient un calcaire massif à Polypiers recristallisés et bioturbations rougeâtres. Ce niveau semble avoir de 5 à 10 m d'épaisseur et a fourni vers sa base une Ammonite très abîmée. Zone à Garantiana.

**j1d. Bajocien. Marnes à Brachiopodes.** Sur le calcaire à Polypiers reposent des marno-calcaires riches en Brachiopodes : *Terebratula ferryi* y abonde avec des Rynchonelles (\*) et des Ammonites, c'est la zone à Parkinsoni.

#### Jurassique supérieur

Les affleurements du Jurassique supérieur sont tous situés à Cluny ou à proximité immédiate de cette ville. Trois formations mal datées peuvent être distinguées.

**j4. Oxfordien inférieur. Marnes noires à Ammonites pyriteuses.** Des témoins de cette formation d'ordinaire peu visible ont pu être observés dans des déblais de fondation. Ils étaient constitués de marnes noires et grises riches en débris pyriteux mais à rares Ammonites. Parmi celles-ci un exemplaire de *Creniceras renggeri*, en mauvais état, indique un âge oxfordien inférieur.

L'étude palynologique effectuée sur ces marnes a montré que l'association sporopollinique atteint 60 % de l'ensemble. Les Inaperturés (*Speripollenites scabratus*), *Classopolis classoides*, *Tsugaepollenites mesozoicus*, *Pinuspollenites minimus* et *Callialasporites dampieri* sont parmi les pollens les plus importants.

Le microplancton contient des kystes de *Tenua* sp., *Gonyaulacysta cladophora*, *Systematophora areolata*, *Taeniophora* sp. et *Michrystidium fragile*.

Pour les raisons indiquées ci-avant, la puissance de la formation ne peut être évaluée. Elle semble toutefois supérieure à 10 mètres.

**j5. Oxfordien moyen ? Marnes et calcaires beiges.** La formation est constituée par une alternance de marnes et de calcaires de teinte grise en bancs pluridécimétriques localement visibles dans des tranchées d'adduction d'eau ou en bordure de route. La faune très pauvre en espèce et en individu est constituée pour l'essentiel par des Lamellibranches et quelques Brachiopodes. Elle n'a pas permis de dater cette formation. La puissance également inconnue peut être estimée à une dizaine de mètres.

**j6. Oxfordien supérieur ? Calcaires fins.** A la base un horizon discontinu à Spongiaires et rares Ammonites (les Coignys : x = 778,0 ; y = 2 161,1 ; z = + 282 m NGF ; les Platanes : x = 777,5 ; y = 2 161,1 ; z = + 285 m NGF). Didier Marchand nous a déterminé *Trimarginites* sp. Par ailleurs deux Périssphinctidés recueillis en déblais à proximité avaient le cachet des faunes de la zone à Transversarium, sous-zone à Parandieri.

(\*) *Rhynchonella edwardsi*, Chapuis et Dewalque, détermination Delance.

L'âge de ces niveaux serait donc oxfordien moyen. A signaler une erreur sur la carte, au Sud du lieu-dit les Platanes, où les marnes et calcaires beiges de l'Oxfordien moyen n'ont pas été représentés alors qu'ils affleurent jusque vers la cote + 180 m NGF.

Sur l'horizon à Spongiaires reposent des calcaires lités à pâte fine, de teinte claire, en bancs pluridécimétriques séparés par des niveaux marneux pluricentimétriques. Quelques rares Lamellibranches et une Ammonite (*Glochiceras* sp.) ont pu être recueillis.

## FORMATIONS SUPERFICIELLES, TERTIAIRES ET QUATERNAIRES

**Avertissement.** À l'exception des formations de la vallée de la Grosne, des alluvions et colluvions des vallons et des vallées, et de quelques indications très localisées, la feuille Cluny ne figure pas les formations superficielles. Une rapide reconnaissance de l'ensemble de la feuille permet seulement d'éliminer l'éventualité de formations superficielles très remaniées, très épaisses et très étendues. Pour l'essentiel des domaines sédimentaires, granitiques et volcaniques, les multiples générations d'altérites engendrées au cours de l'évolution continentale, au Tertiaire et au Quaternaire, ne semblent porter *actuellement* que la trace de faibles remaniements à l'échelle des versants.

C'est ainsi que les formations d'altération présentent le plus souvent une certaine « transparence ». Dans le domaine des granites, sur certains versants de très faible pente, une telle transparence est cependant parfois mise en défaut par un manteau de formations superficielles particulièrement riches en limons. Généralement peu épaisses, ces formations reposent soit directement sur le granite peu altéré soit sur des arènes plus ou moins puissantes. Sur la rive droite du Valouzin, le granite de Bourgvilain fournit quelques exemples de ces divers cas.

L'épaisseur des altérites *in situ* est sans doute très variable, de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres sur les granites. Les observations dispersées qu'il est possible de faire à la faveur des tranchées, carrières, etc., ne rendent pas compte des variations souvent très brutales d'épaisseurs. De telles variations traduisent l'alternance, prévisible mais incontrôlable sans le secours de nombreux sondages, d'altérites *pénétrantes* et d'altérites *pelliculaires* (\*). Fréquemment associées à certains accidents mais pas à tous, les premières peuvent être masquées par l'apparente continuité des secondes.

### Formations résiduelles, colluvions

**RtG. Complexe sablo-argileux à pisolithes ferrugineux (alios) dérivant du Trias gréseux.** Cette formation est identique à celle décrite dans la notice de la feuille à 1/50 000 Saint-Bonnet-de-Joux sous le symbole **RtG**. Sa puissance est métrique.

Son origine est liée à l'altération des arkoses du Trias gréseux sous-jacent qui libère des sables grossiers aux feldspaths blanchis par l'altération, tandis que les seconds donnent des sables plus ou moins fins. En général, les sables peu épais associés aux affleurements de grès et aux chaos de blocs sont peu argileux, de couleur grise à jaune. À mesure que la formation s'épaissit et que corrélativement les blocs se font rares, la couverture **RtG** devient plus argileuse, prend une couleur jaune-ocre et se charge d'abondants granules et pisolithes ferrugineux.

Les nombreuses granulométries faites lors du levé de la feuille à 1/50 000 Saint-Bonnet-de-Joux sur la matrice de ce complexe n'ont pas été renouvelées.

(\*) cf. J.-C. Flageolet. Notice de la feuille géologique Ambazac à 1/50 000 et *Formations superficielles... dans les massifs anciens cristallins : l'exemple du Limousin* (thèse, juin 1976).

Le tableau ci-dessous en rappelle les résultats

Dimensions des éléments constitutifs	fraction < à 0,002 mm	0,002 à 0,05	0,05 à 2 mm
Pourcentage	40 à 60	10 à 20	15 à 45

Parmi les éléments constitutifs des sables le quartz prédomine. S'y ajoutent les feldspaths et les minéraux micacés et argileux. Dans la fraction la plus fine, la kaolinite (60-70 %) prédomine sur les minéraux micacés et la montmorillonite ou sur les minéraux argileux interstratifiés.

**Rc-FC. Complexe résiduel argileux à éléments conglomératiques siliceux, débris de cuirasse, silex, recouvert de limons fluviaux.** Ce complexe partiellement démantelé, d'âge éocène, est constitué d'argile, de chailles et silex, parfois rubéfiés, localement quartzifiés formant alors des blocs dont le diamètre peut dépasser 50 centimètres. Des débris de cuirasse sont visibles dans les déblais frais. Ils sont associés à des chailles et des silex également rubéfiés ce qui, en l'absence d'observation *in situ*, tend à laisser supposer qu'il s'agit de cuirasse non remaniée *a posteriori*.

À la fin de l'Éocène ou au début de l'Oligocène, une partie des dépôts a été piégée par la création du « graben » de Cluny et ainsi partiellement soustrait à l'érosion.

Postérieurement, au Plio-Quaternaire des limons fluviaux ont recouvert ce complexe. C'est donc l'ensemble Éocène—Plio-Quaternaire qui est représenté sur la carte sous la notation **Rc-FC**.

**C. C. Colluvions sur le Jurassique supérieur, le Lias et le Trias.** Il s'agit de dépôt fin s'accumulant sur des épaisseurs parfois importantes dans des points bas privilégiés tels par exemple certains confluent de ruisseau ou petite rivière sur substratum argileux.

À Cluny l'installation d'un collecteur d'égout (été 1978) nous a permis d'effectuer la coupe suivante. De haut en bas :

- 50 cm de terre végétale,
- 10 à 20 cm riches en fer (alios ?),
- 150 cm de limon gris-vert clair.

**CTG. Colluvions de Trias gréseux.** Elles sont constituées pour l'essentiel de sables, cailloutis et blocailles liés au démantèlement du Trias gréseux.

**Formations détritiques anciennes : alluvions anciennes, épandages quaternaires**

*Discussion.* La Grosne et, dans une moindre mesure, le Valouzin entaillent une ou plusieurs formations détritiques, discontinues, souvent dégradées. C'est sur la rive gauche de la Grosne, à l'Est et au Nord-Est de Cluny, que le problème de la discussion de ces formations se pose avec d'autant plus d'acuité que la vallée de la Grosne se situe en ce point à la limite des quatre feuilles à 1/50 000 Saint-Bonnet-de-Joux, Tournus, Mâcon et Cluny.

La feuille Mâcon de la carte géologique à 1/80 000 indique dans la région de Cluny une formation indifférenciée, notée **A**. Une telle notation s'applique à des « formations superficielles diverses, en rapport avec le modelé récent ».

Au Nord-Est de Cluny, la feuille Tournus à 1/50 000 distingue d'une part « des limons, sables, graviers, etc. » notés **Fu**, « sans valeur stratigraphique précise », d'autre part « des formations quaternaires d'âge indéterminé », notées **CRj**. Cette notation s'applique soit à des « formations quaternaires » alimentées par le Jurassique, soit à de « grands épandages, surtout argileux mais avec des passées plus

grossières». Ces épandages se prolongent sur le territoire de la feuille Mâcon à 1/50000 par une formation notée **K**, comprenant des faciès « argileux, parfois siliceux, avec des passées conglomératiques de galets calcaires anguleux gélivés... ». Enfin, la feuille à 1/50000 Saint-Bonnet-de-Joux (carte géologique des formations superficielles) désigne par la notation **F**, alluvions anciennes non différenciées, un ensemble d'argiles, sables, galets, blocs d'origines diverses.

Sans préjuger de leurs relations, la feuille Cluny à 1/50000 distingue deux formations notées **F** et **K** pour tenir compte de faciès notablement différents, du moins dans la région de Cluny même, et, dans une certaine mesure, au Sud-Est, le long de la Grosne.

**F, RF. Alluvions anciennes non différenciées.** À l'Est de Cluny, la tranchée de la voie de chemin de fer permet d'observer une formation argilo-sableuse à galets très émoussés (**F**), qui domine les alluvions récentes de la Grosne.

Plus ou moins riche en galets, souvent très dégradés (**RF**), fréquemment dissimulée par les colluvions des bas versants, cette formation est visible de manière discontinue, le long de la Grosne, mais plus particulièrement sur la rive gauche, entre Sainte-Cécile et Saint-Léger-sous-la-Bussière.

**K, RK. Épandages d'âge quaternaire indéterminé.** À l'Est de Cluny, les formations **K** de la feuille 1/50000 Mâcon ou **CRj** de la feuille Tournus se poursuivent par des épandages argilo-sableux à débris, généralement peu émoussés de roches diverses, sédimentaires et cristallines.

C'est à l'Est de Cluny et au lieu-dit la Ferdière, au Sud de Clermain, grâce à quelques tranchées, que la distinction entre le faciès **F** à gros galets très émoussés et le faciès **K** à graviers peu émoussés apparaît le plus justifié. En d'autres points et en particulier plus à l'amont, la carte n'esquisse cette distinction que de manière discrète. Bien développées au Nord de Cluny, notamment sur la rive droite de la Grosne, les formations détritiques ne sont plus en effet observées au Sud de la ville qu'à l'état de témoins de plus en plus dégradés.

#### **Remplissage récent des vallons et des vallées**

Le passage des colluvions des fonds de vallons aux alluvions récentes des vallées se fait de manière progressive, raison pour laquelle leurs limites sont le plus souvent indiquées avec discrétion par la carte.

**CV. Colluvions des fonds de vallons.** La forme en berceau, fréquente pour la plupart des petits vallons, traduit l'accumulation plus ou moins importante de matériaux dont la mise en place résulte d'apports latéraux prédominants.

Il est rarement possible d'observer des coupes complètes et de préciser des épaisseurs. Dans le domaine des granites, la disposition suivante semble être la règle générale :

- à la partie supérieure, quelques dizaines de centimètres de sables argileux, jaune brunâtre, contiennent parfois des débris de granites sains ;
- à la partie inférieure, des sables argileux gris bleuâtre à gris verdâtre, d'épaisseur variable, reposent soit sur la roche faiblement altérée, soit sur des arènes plus ou moins profondes.

L'horizon inférieur à gley ou à pseudogley est particulièrement développé dans les zones hydromorphes des vallons, le plus souvent associées aux « biefs » donc à l'amont de seuils rocheux.

Ces arènes remaniées de l'horizon supérieur passent progressivement aux colluvions des versants qui les alimentent.

**Fz. Alluvions récentes de fonds de vallées.** Seules les vallées principales portent de telles alluvions : vallées de la Grosne et de ses affluents majeurs, la Noue, Audour, le Valouzin pour l'essentiel ; vallées de la Semence, de l'Ozolette, de la Genette, du Sornin, etc.

Ces alluvions sont très mal connues faute de coupes. Toutefois des sondages effectués à l'Est et au Sud de Cluny fournissent quelques indications sur l'entaille de la Grosne. Les plus profonds d'eux atteignent en effet le substrat vers 6 m après avoir traversé d'abord des formations argilo-sableuses sur 2,50 à 3,50 m puis des alluvions grossières (graviers).

## PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

### MÉTAMORPHISME

#### Métamorphisme régional

Le Dévonien supérieur est affecté par un métamorphisme régional de type : faciès des schistes verts, zone de la biotite avec trémolite, actinote, quartz, albite, épidote.

Le Viséen, lui, ne semble pas affecté par un métamorphisme régional appréciable (anchizone?).

#### Métamorphisme de contact

Un métamorphisme de contact affecte l'ensemble des formations du Paléozoïque, jusqu'aux massifs de microgranite inclus.

Malgré l'importance de la masse des granites qui l'engendrent, ce métamorphisme de contact apparaît relativement discret dans les formations viséennes et dans les massifs de microgranite ; il est par contre beaucoup plus intense dans les formations dévoniennes.

Cette différence d'intensité notable suivant les formations affectées pose un problème.

**Dévonien.** Dans ces formations, se développent localement des cornéennes à cordiérite, orthose.

**Viséen.** Dans les roches 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 andalousite ; il est à noter que les silts, assez fréquents dans le Viséen sédimentaire, sont très rarement tachetés. Dans les faciès volcaniques, on observe une recristallisation plus ou moins intense de la mésostase et des cristaux et, surtout, de la biotite.

**Massifs de microgranite.** On a là presque uniquement une recristallisation des biotites et, plus rarement, une ébauche de recristallisation du fond microgrenu.

Dans l'ensemble des faciès du Viséen, et plus particulièrement dans les faciès volcaniques, et dans les massifs de microgranite, c'est donc la biotite qui porte la marque la plus évidente et la plus généralisée du métamorphisme de contact. Elle apparaît souvent entièrement recristallisée en petites paillettes de biotite néoformée, fraîche, à disposition anarchique, dont le regroupement évoque le cristal automorphe initial. Ces biotites recristallisées sont souvent chloritisées ultérieurement.

### TECTONIQUE

#### Tectonique affectant les terrains paléozoïques

Les diverses formations du Paléozoïque sont soit dépourvues, soit pauvres en éléments structuraux mesurables autres que les failles. Par ailleurs, lorsqu'ils existent, ces éléments sont trop dispersés pour qu'il soit possible de mettre en évidence des structures détaillées ; tout au plus, peut-on essayer de dégager les grands traits structuraux :

— une première phase, d'âge anté-viséen moyen, responsable du métamorphisme

avec acquisition d'une schistosité et localement d'une foliation dans les formations du Dévonien supérieur ;

- une phase responsable des méga-structures actuelles des formations dévono-dinantiennes constituant la terminaison septentrionale du faisceau synclinal de la Loire. Sur le territoire des feuilles Cluny—Mâcon et Beaujeu—Belleville, au Sud, ces formations constituent un vaste synclinal partiel, orienté N.NE dont l'axe s'infléchit vers le Sud pour devenir Nord-Est. Sur la seule partie sud, depuis Saint-Léger-sous-la-Bussière et plus au Sud, on peut observer le flanc oriental complet de ce synclinal avec successivement, d'Est en Ouest, les formations volcaniques du Viséen supérieur, les formations sédimentaires du Viséen moyen et leur socle dévonien avec plus à l'Ouest les granites sécants.

Dans sa partie médiane ce synclinal est recoupé par le granite porphyroïde de Bourguilain ( $2\gamma^2$ ) et, plus accessoirement, par des petits massifs de microgranite ( $1\gamma^2$ ) et de leucogranite ( $3\gamma^1-2$ ), l'ensemble formant une large bande granitique orientée nord-est, suivant sensiblement l'axe du synclinal ;

- une phase, dont la chronologie avec la précédente n'est pas précisée, peut être responsable d'ondulations transverses d'axe sud-est, qui pourrait justifier l'allure des formations sur le flanc occidental du synclinal majeur, en particulier depuis Saint-Léger-sous-la-Bussière à l'Ouest jusque vers Cenves à l'Est.

**Zones cataclasées.** Sur la feuille Cluny les cataclasites s'allongent suivant une bande de 30 km de long sur 4 à 5 km de large, orientée NE—SW. Les différents granites sont affectés par cette cataclase mais celle-ci est beaucoup plus marquée dans les faciès grossiers et porphyroïdes.

Les roches engendrées par cette déformation cassante de type cisailant sont essentiellement, d'après la classification de A. Spry (1969), des protocataclasites, des cataclasites avec quelques lentilles de schistes mylonitiques.

**Protocataclasites et cataclasites.** Les granites porphyroïdes sont les plus affectés par la cataclase. Macroscopiquement le granite est massif sans orientation et présente à la cassure un aspect *sale* dû essentiellement à la déformation et à la déstabilisation des biotites. Les phénocristaux de feldspaths potassiques sont très souvent cassés.

Au microscope, la déformation cassante se manifeste par une réduction importante de la granulométrie de la matrice originelle ainsi que par une fracturation et altération des phénocristaux.

La roche donne l'image anarchique d'un broyage mécanique dont les produits sont d'autant plus fins que le processus a été plus poussé. Simultanément à ce broyage il peut se développer une rétomorphose partielle, dont les produits toujours fins se tiennent mêlés à la purée de broyage. Le microcline est arrondi ou fracturé ; le plagioclase très séricitisé est fracturé et constitue des débris granuleux entourant les phénoclastes. La biotite toujours chloritisée est tordue, déchiquetée. Le quartz très granulé présente toujours une extinction onduleuse. Dans toutes ces roches la recristallisation est toujours peu importante et n'intervient que pour souder les fragments et maintenir la cohérence.

**Schistes mylonitiques.** Ils se présentent sous forme de lentilles qui s'allongent suivant une direction NE—SW (D 152 entre Buffières et Château). Ces roches se caractérisent par une texture schisteuse bien marquée de direction moyenne N 45° E avec un fort pendage de l'ordre de 80° vers le Nord-Ouest.

Au microscope nous distinguons deux parties : des phénoclastes et une mésostase ou trame finement cristalline.

- Les phénoclastes font figure d'épaves entraînées dans un flot de granules ; leur nature est variée. Le feldspath potassique est peu altéré et présente souvent des formes arrondies. Le plagioclase est en grande partie cassé ou fragmenté mais souvent cette destruction est incomplète et il subsiste des résidus phénoclastiques très séricitisés. Le quartz est très sensible à la cataclase ; il se présente en bandes

allongées moulant les phénoclastes. Ces bandes sont formées d'un assemblage équigranulaire de petits polygones jointifs d'une dimension de 100 à 150  $\mu$ .

— La mésostase forme un assemblage cryptocristallin qui moule les phénoclastes; on note la néocristallisation de minéraux en grains, mêlés aux produits de la facturation : quartz, albite, épidote avec parfois un peu de biotite.

Cette importante bande cataclasée correspond probablement à un accident de socle de type cisailant. Cet accident antétriasique et postérieur à la tectogenèse varisque appartient probablement à la phase de fracturation tardihercynienne connue dans tout le Sud-Ouest de l'Europe (Arthaud, Matte, 1975).

Une zone blastomylonitique de direction semblable et datée de 280 MA a été mise en évidence plus au Nord sur le territoire de la feuille Saint-Bonnet-de-Joux. Il est possible de penser qu'une même phase tectonique cassante ait pu donner d'une part les cataclasites et d'autre part les blastomylonites. La recristallisation plus ou moins intense observée dans ces roches serait en rapport avec l'intensité de la tectonique cassante.

### **Tectonique affectant les terrains sédimentaires post-paléozoïques**

● *Région de Charolles.* Les éléments structuraux les plus nets sont des failles d'orientation diverse liées pour partie aux mouvements d'enfoncement des Limagnes et de relèvement du Morvan, pour partie à des rejeux d'accidents plus anciens.

● *Région de Cluny.* Le fait majeur est l'individualisation, au droit de la ville, d'une zone d'effondrement complexe, sorte de « graben » dissymétrique.

Plus au Sud ces effondrements se poursuivent d'une part selon une direction N 10° E le long de la vallée du Valouzin, d'autre part selon un système plus complexe le long de la vallée de la Grosne. Ces accidents témoignent de la persistance des mouvements subsidents jusqu'à l'Actuel ou du moins une époque liée à la mise en place du réseau hydrographique actuel.

L'âge de ces mouvements n'est pas connu avec certitude toutefois l'existence dans la région de Cluny de lambeaux d'une formation éocène parfois sidérolitisée indique des mouvements pour partie postérieurs à cet Eocène, mouvements bien évidemment liés à ceux qui à la même époque affectaient la Bresse.

● *Secteur du Bois-Clair (Mâconnais).* De très nombreux accidents souvent de direction N 10° E affectent ce secteur qui se rattache directement à la bordure bressanne.

## **RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS**

### *EAUX SOUTERRAINES ET HYDROGRAPHIE*

La pluviosité moyenne varie entre 800 et 1000 mm par an sur les hauteurs. Le maximum se situe dans les mois d'été avec les pluies d'orage et en octobre — novembre.

Les écoulements souterrains prédominants s'exercent en milieu fissuré, dans lequel il faut distinguer la partie altérée à porosité secondaire d'interstice et la partie saine à fissures altérées.

Les formations altérées superficielles sont faiblement perméables; elles jouent principalement un rôle d'emmagasinement; les fissures créent un milieu de perméabilité variable selon leur degré de colmatage.

Dans ce schéma, une partie des eaux pluviales va pouvoir s'infiltrer et s'écouler lentement, selon les lignes de plus grande pente, pour donner naissance à des émergences, dont la plupart sont captées pour l'alimentation en eau potable, ou se diriger vers les fonds de vallées qui constituent les niveaux de base des appareils aquifères. À partir d'une certaine aire de drainage, la section perméable des fonds

de vallées, dont une partie est constituée de roches meubles, ne peut plus absorber les volumes d'eau drainée. Apparaissent alors les écoulements de surface qui iront grandissant avec l'augmentation du bassin-versant.

La vallée de la Grosne à l'amont de Cluny possède une épaisseur alluviale voisine de 6 mètres, dont 2 sont constitués de sables et graviers. Ce niveau contient une nappe exploitée par champ captant pour l'alimentation en eau potable de la ville.

La ligne de séparation des eaux des systèmes hydrographiques Loire et Saône suit une direction sensiblement méridienne. Elle passe par Saint-Bonnet-des-Bruyères, le col de la Croix d'Auterre, la montagne de Saint-Cyr, la Maison-Brûlée, la Croix aux Ducs, le col des Vaux, Champ-Colon et Suin.

## RESSOURCES MINÉRALES

### Matériaux divers

On utilise, pour faire des granulats concassés, les tufs volcaniques exploités en carrières, la plus importante étant celle située au Sud de Sainte-Cécile.

### Minéralisation : gîtes primaires

Les gîtes minéraux connus sur le territoire de la feuille Cluny sont tous sans intérêt économique démontré à ce jour et appartiennent pour certains à des types caractéristiques de la formation géologique qui les encaisse.

Des indices de minéralisation stratiforme sont relevés dans le niveau de base du Trias gréseux.

Dans la carrière du Bois-Clair (commune de Sologny, 4-4002), un banc plus ou moins conglomératique reposant sur le socle renferme sur une épaisseur de 20 cm des amandes de galène, des géodes tapissées de cubes de fluorite jaune et plus rarement de barytine; la cérusite occupe les fissures de la roche. Un sondage effectué à 100 m de l'affleurement n'a pas retrouvé cette couche minéralisée.

À Ruère (commune de Pierreclos, 8-4001), une minéralisation analogue avec barytine, galène, cérusite et accessoirement pyromorphite a été reconnue par une descenderie d'une dizaine de mètres de profondeur effectuée en 1884. Ces travaux ne sont plus représentés que par quelques haldes.

Au lieu-dit la Communauté, près des Monterrains, dans la commune de Serrières (8-4002), on rencontre de gros blocs « volants » de barytine sur des aires d'affleurements du grès triasique. Ce minéral est également signalé aux Guérins, dans la même commune.

À l'Ouest de Clermain (3-4001), la barytine et la cérusite cimentent parfois le grès triasique ou y forment des placages.

Au moulin la Cour, commune de Marcilly-la-Gueurce (1-4001), la galène et de très petites mouches de chalcopryrite sont signalées dans les grès.

Dans les terrains volcano-sédimentaires dévono-dinantiens sont connus des indices de chapeau de fer. Celui de la Nation ou en Charrette à la limite des communes de Saint-Bonnet et de Matour (6-4002) a fait l'objet de quelques fouilles superficielles au cours de la première guerre. Les analyses faites à l'époque auraient révélé la présence de cuivre.

Les autres indices de minéralisation connus dans le cadre de la feuille sont de type filonien.

Au lieu-dit Lury près de Montgeraud, commune de Cenves (8-4004), des travaux miniers de faible ampleur auraient été effectués au XVIII<sup>e</sup> siècle sur un filon de quartz minéralisé en galène.

Dans la carrière de Pari-Gagné, commune de Trambly (7-4001), était connu un banc de quartz bréchiq ue de 1 à 1,50 m de puissance, suivi sur un allongement de 20 à 30 mètres, dirigé nord-sud, minéralisé en galène et pyromorphite. Ce banc a été entièrement décapé lors de l'exploitation de la carrière.

Dans la commune de Montmelard sont signalés des indices comparables : filons de quartz de 2 m de puissance avec traces de pyromorphite à Vauzelle (5-4001) et brèches quartzueuses de 10 m de puissance avec minéralisation en fluorite et barytine à proximité de Villard.

Le filon de quartz de Monnet, commune de Dompierre-les-Ormes (6-4001), de 1 m de puissance, suivi sur 100 mètres et de direction nord-est, renferme de petites concentrations de barytine.

Derrière la ferme des Cusses, commune d'Ozolles (1-4003), affleure un filon quartzo-barytique de 1,50 mètre de puissance.

Un peu plus au Nord, au lieu-dit des Forgeats (1-4002), se rencontrent des volantes de barytine provenant vraisemblablement d'un petit filon encaissé dans le granite.

La prospection de la plupart de ces indices a été reprise récemment par la Compagnie française des minerais d'uranium dans l'optique de la recherche de fluorite. Trois permis exclusifs de recherche avaient été institués au profit de cette compagnie : Ozolles concernant les indices de cette commune, Beaubery concernant les indices voisins de Montmelard, Brandon concernant les indices de Pari-Gagné et Clermain. Le permissionnaire vient de renoncer à ces titres avant l'échéance normale. On peut en conclure assez défavorablement sur le résultat de ses recherches.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

#### Carte Cluny

624-1-2	<b>Les Brosses bouchées, Ozolles</b> (x = 754,25; y = 2 156,4) [*]			
	0-1,7 m	Alluvions		
	1,7-44,7 m	Argile plastique pyriteuse	Domérien	
	44,7-46,8 m	Calcaire cristallin gris-noir Brachiopodes et Lamellibranches.	Carixien ?	2 m
	46,8-51,5 m	Nodules de calcaires blancs (phosphate ?) et rostrés de Bélemnites.	Lotharingien ?	4,7 m
	51,5-59,5 m	Calcaire à Gryphées	Sinemurien	8 m
	59,5-65 m	Calcaire marneux.		
	65-67,7 m	Argile	Hettangien	8,2 m
	67,7-73,8 m	Grès.		
	73,8-85,7 m	Grès et argiles.	Rhétien	19,3 m
	85,7-87 m	Calcaire gris à enclaves d'argiles vertes.		
	87-89 m	Argile bariolée		
	89-91 m	Grès		
	91-93 m	Argiles dolomitiques vertes et lie-de-vin	Trias	6 m
624-4-1	<b>Château</b> (x = 774,79; y = 2 162,17)			
	0-13 m	Grès. Trias		
	13-16 m	Schistes durs rougeâtres. Fissures		
	16-21 m	Granite dur rougeâtre		

Interprétation A.L.

Interprétation L.Courel

[\*] L'interprétation de ce sondage montre que les contours de la carte sont légèrement erronés. Le Domérien ne se ferme pas si vite sur la faille puisqu'on le retrouve dans la rivière.

- 624-4-2 **Cluny** (x = 778,57; y = 2 160,45)  
 0-5,8 m Alluvions  
 5,8-6,2 m Marne verte et jaune (?). Argovo-Oxfordien ?
- 624-4-3 **Cluny, la Prairie** (x = 778,32; y = 2 160,18)  
 0-5,7 m Alluvions modernes  
 5,7-21,6 m Marnes grises. Argovo-Oxfordien  
 21,6-60 m Marnes et calcaires. Callovien
- 624-4-4 (x = 779,10; y = 2 161,03)  
 0-16,8 m Alluvions  
 16,8-17,7 m Grès quartzitique. Trias
- 624-4-5 (x = 778,80; y = 2 162,23)  
 0-3,80 m Argiles et sables  
 3,8 m Gros galets
- 624-4-7 (x = 778,43; y = 2 162,05)  
 0-5,7 m Argiles, galets à la base  
 5,7-6,2 m Marne calcaire bleue. Argovo-Oxfordien ?
- 624-4-8 (x = 778,65; y = 2 162,05)  
 0-9 m Argile et galets  
 9-19 m Calcaire marneux bleu compact. Argovo-Oxfordien ?
- 624-4-9 **MA 20, sondage B.R.G.M., Sologny** (x = 779,95; y = 2 156)  
 0-6,90 m Calcaire gris foncé à Gryphées. Sinémurien  
 6,9-13,05 m Calcaire et marnes. Hettangien  
 13,05-25,10 m Grès, argiles et calcaires. Rhétien  
 25,10-112,10 m Marnes et grès (25,10 à 90,85 M., 90,85 G.). Trias  
 112,10 m Socle
- 624-4-11 **MA 23, sondage B.R.G.M., Sologny** (x = 779,80; y = 2 155,35)  
 0-12 m Grès et argiles. Rhétien  
 12-77,2 m Argiles et grès (12 à 66,55 A., 66,55 à 77,2 G.) Trias  
 77,2 m Socle
- 624-4-12 **Sondage S.N.C.F. 7 900.1** (x = 779,2; y = 2 156,35)  
 1-6 m Marnes bariolées  
 6-16,5 m Grès  
 16,5-27 m Tuf rhyolithique
- 624-4-13 **Sondage S.N.C.F. 8 000.2** (x = 779,25; y = 2 156,30)  
 0-1 m Terre  
 0,1 à 2,20 m Marnes bariolées. Trias  
 2,2-15,6 m Grès gris ± siliceux  
 15,6-32 m Tuf rhyolithique
- 624-4-14 **Sondage S.N.C.F. 8 050.2** (x = 779,3; y = 2 156,2)  
 0-10 m Marnes bariolées  
 10-30 m Tuf rhyolithique
- 624-4-15 **Sondage S.N.C.F. 8 200.1** (x = 779,35; y = 2 156,15)  
 0-19,5 m Marnes bariolées  
 19,5-20 m Grès bréchiq.ue  
 20-42 m Socle diaclasé altéré
- 624-4-16 **Sondage S.N.C.F. 8 250.2** (x = 779,35; y = 2 156,10)  
 0-23 m Argiles rouges  
 23-24,5 m Grès  
 24,5-28,8 m Socle
- 624-4-17 **Sondage S.N.C.F. 8 400.2** (x = 779,4; y = 2 155,95)  
 0-12 m Marnes bariolées  
 12-16,5 m Grès-conglomérat à la base  
 16,5-36 m Tuf rhyolithique

- 624-4-18 **Sondage S.N.C.F. 25 ter** (x = 779,5; y = 2 156,05)  
 0-6 m Marnes bariolées  
 6-7 m Calcaire silicifié  
 7-7,8 m Marnes bariolées  
 7,8-9 m Calcaire très silicifié  
 9-14 m Microgranite quartzifère à oligoclase altéré sur 2 m
- 624-4-19 **Sondage S.N.C.F. 8 600.1** (x = 779,5; y = 2 155,75)  
 0-7 m Marnes bariolées  
 7-16,5 m Grès  
 16,5-17,5 m Brèche à éléments anguleux de grès dans une pâte marneuse  
 17,5-22,5 m Grès arkosiques fracturés  
 22,5-23,5 m Socle
- 624-4-20 **Sondage S.N.C.F. 9 250.2** (x = 779,8; y = 2 155,2)  
 0-16 m Calcaire à Gryphées. Sinémurien  
 16-16,7 m Oolithes de fer } Hettangien  
 16,7-21,5 m Marnes }  
 21,5-27 m Marnes à passées grossières gréseuses. Rhétien  
 27-35,1 m Argiles vertes, grès fins, argiles noires } Trias  
 35,1-40 m Argilite vert clair }
- 624-4-21 **Sondage S.N.C.F. 9 450.2** (x = 779,90; y = 2 155)  
 0-5 m Calcaire plus ou moins en place. Hettangien  
 5-20,5 m Grès. Rhétien  
 20,5-40 m Argiles, gypse à la base. Trias
- 624-6-1 **Saint-Cyr, Dompierre-les-Ormes** (x = 761,5; y = 2 150,7)  
 0-0,70 m Terre plus ou moins sableuse  
 0,70-1,10 m Sable grossier  
 1,10-2,4 m Blocs dans argile sableuse  
 2,4 m Granite
- 624-6-2 **Audour** (x = 765,30; y = 2 150,68)  
 0-0,6 m Terre  
 0,6-2,2 m Sable  
 2,2 m Granite

**Carte Charolles (\*)**

- 623-4-10 **CH 23, Vaudebarrier** (x = 751,70; y = 152,50)  
 623-4-8 **CH 21, Marcilly** (x = 750,46; y = 156,50)  
 623-4-7 **CH 18, Saint-Julien-de-Civry**  
 623-4-8 **CH 22, Saint-Julien-de-Civry** (x = 747,37; y = 156)  
 623-4-8 **CH 19, Marcilly** (x = 750,45; y = 156,75)

**Carte Mâcon (\*)**

- 625-1-3 **MA 22, Sologny** (x = 780,15; y = 155,35)  
 625-1-4 **MA 24, Sologny** (x = 780,45; y = 155,20)  
 625-1-5 **MA 25, Sologny** (x = 780,60; y = 155)  
 625-1-6 **MA 26, Sologny** (x = 780,50; y = 155,10)  
 625-1-7 **MA 27, Sologny** (x = 780,55; y = 155,05)  
 625-1-2 **MA 21, Sologny** (x = 780,65; y = 154,90)  
 625-5-7 **MA 31, Pierreclos**

**Carte Saint-Bonnet (\*)**

- 601-8-2 **MA 8, Lournans** (x = 777,10; y = 164,52)  
 601-8-1 **MA 7**  
 601-5-4 **Martigny-le-Comte** (x = 752,6; y = 170,60)

(\*) Sondages implantés dans le périmètre des feuilles voisines et auxquels il est fait allusion dans le texte de la notice.

BIBLIOGRAPHIE

- AMIEL M. (1963) — Les tufs viséens et les microgranites de la région de Mangat. D.E.S., Paris.
- ARCELIN F. et ROCHE P. (1936) — Les Brachiopodes bajociens au Monsard. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. XXX, Mém. 25, p. 107.
- ARTHAUD F., MATTE Ph. (1975) — Les décrochements tardi-hercyniens du Sud-Ouest de l'Europe. Géométrie et essai de reconstitution des conditions de la déformation. *Tectonophysics*, 25, p. 139-171.
- BARDIN D. (1971) — Les amas pyriteux de Sain-Bel liés au groupe spilites-kératophyres de la Brévenne. *Bull. B.R.G.M.*, n° 6.
- BAZOT G. (1970) — Association magmatique dinantienne des Combrailles dans le Nord du Massif Central français. Thèse, Clermont-Ferrand.
- BEBIEN J. (1970) — Étude pétrographique et géochimique des formations volcaniques dévono-dinantiennes de l'extrémité sud-ouest du faisceau synclinal du Morvan. Thèse, Nancy.
- BERNARD-GRIFFITHS J. (1965) — Étude des terrains primaires et des microgranites dans la région de Saint-Just-en-Chevalet (Loire). Thèse, Clermont-Ferrand.
- BLANC A. (1968) — Étude pétrographique des tufs anthracifères et des roches associées de la région de Roanne. Thèse, Paris.
- BOULADON J. (1971) — Quelques caractéristiques des trois phases volcaniques principales du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur dans le Nord du Massif Central. Rapport B.R.G.M.
- BOUTRAY B. de (1961) — Étude géologique du granite de Saint-Maurice-lès-Châteauneuf et ses bordures. D.G.P., Clermont-Ferrand.
- CARQUILLE C. (1970) — Étude des tufs anthracifères de la région de Thury. Thèse, Besançon.
- CARRAT H.-G. (1969) — Le Morvan cristallin. Thèse, Nancy.
- CARRAT H.-G. (1969) — Évolution de la granitisation et du volcanisme dans le Morvan. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), XI, p. 574-587.
- CHABANEL A. (1975) — Le paléovolcanisme acide et les microgranites de Montruilon. Thèse, Paris.
- CHICHERY M. (1938) — Stratigraphie des formations dinantiennes du bassin de l'Ardoisière près de Vichy. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 206, p. 236-265.
- CHIRON J.-C. (1972) — Rapport préliminaire sur la géologie et la métallogénie de la série dévono-dinantienne dans le Nord-Est du Massif Central. Rapport B.R.G.M.
- CLAVAUD B. et RATSIMBA G. (1972) — Versant oriental des monts du Forez. Granites et formations associées. Thèse, Clermont-Ferrand.
- CONIL R., LYS M. (1964) — Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de la Belgique et de la France (Avesnois). *Mém. Inst. Géol. Université de Louvain*, XXII.
- CONIL R., GROESSENS E., LYS M. (1973) — Étude micropaléontologique de la nouvelle tranchée du chemin de fer d'Yves Gomezée. *Bull. Soc. géol. belge*, t. 82, fasc. 1, p. 201-239.
- COUCHOT J.-P., LHÉGU J., PAQUIER J. (1966) — Résultats d'ensemble de la prospection de la couverture secondaire du Morvan et du Charolais. Rapport B.R.G.M., D.R.M.M. 66A.

- COUREL L. (1970) — Trias et Rhétien de la bordure nord du Massif Central français. Thèse, Dijon.
- DEDIANNE Y. (1975) — L'habitat rural dans le canton de Cluny. In *Société des Amis des Arts et des Sciences de Tournus*, t. LXXIII, p. 89-105.
- DI NOTA R. (1971) — Étude comparée des lambeaux dévono-dinantiens de la montagne Bourbonnaise dans le Nord-Est du Massif Central français. Thèse, Clermont-Ferrand.
- ECCHAVARRI A. (1966) — Étude pétrographique des tufs anthracifères et des roches associées au Sud de la région de Roanne (Loire). Thèse, Paris.
- GUFFROY J. (1957) — La série dinantienne du Morvan. *C.R. Acad. Sc.*, sér. D, t. 244, n° 5, p. 632-635.
- JULIEN A. (1896) — Le terrain carbonifère marin de la France centrale. 1 vol., Paris.
- JUNG J. et VACHIAS O. (1937) — Sur le volcanisme du complexe dit des Cornes Vertes dans le Forez et la montagne Bourbonnaise. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*
- KUTUL KURTBAS (1972) — Les granites de la montagne Bourbonnaise. Thèse, Nancy.
- LE CALVEZ Y., LEFAVRAIS A., LHÉGU J. (1969) — Le Morvan et le détroit morvano-vosgien au Trias et au Lias. *Bull. B.R.G.M.*, 2<sup>e</sup> série, sect. 1, n° 4, p. 1-46, 16 fig., 6 pl. photo.
- LEFAVRAIS-RAYMOND A., LHÉGU J., RENAUD L., SCOLARI G. (1965) — Contribution à l'étude géologique et métallogénique du Nivernais septentrional. *Bull. B.R.G.M.*, n° 2, p. 1-22, 11 fig.
- LILLE R. et SCOLARI G. (1968) — Phénomènes de diagenèse précoce dans les sédiments terrigènes des bordures triasiques mâconnaise et sous-cévénole. *Bull. B.R.G.M.*, 2<sup>e</sup> série, sect. IV, n° 4, p. 67-88.
- LISSAJOUS M. (1923) — Étude sur la faune du Bathonien des environs de Mâcon. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, Mém. 3, fasc. III et V, p. 286.
- MAMET B. (1968) — Sur quelques microfaciès carbonifères du Morvan et du Forez. *Bull. B.R.G.M.*, sect. I, n° 2.
- MICHEL-LÉVY A. (1907-1908) — Les terrains primaires du Morvan et de la Loire. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 120, t. XVIII.
- MICHEL-LÉVY A. (1908) — Terrains primaires du Morvan et de la Loire. *C.R. Acad. Sc.*, sér. D, t. 146, p. 430-432.
- MICHEL-LÉVY A. (1913) — L'âge limite du granite dans les monts du Mâconnais et du Beaujolais. *C.R. Acad. Sc.*, série D, t. 157, p. 954-955.
- MICHEL-LÉVY A. (1938) — Formations dinantiennes et substratum granitique des monts du Beaujolais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, VIII, fasc. 1, 2, p. 111-132.
- MOUTERDE R. (1953) — Études sur le Lias et le Bajocien des bordures nord et nord-est du Massif Central français. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 236, t. L.
- PETERLONGO J.-M. (1960) — Les terrains cristallins des monts du Lyonnais. Thèse, Clermont-Ferrand.
- RICOUR J. (1962) — Contribution à une révision du Trias français. Paris, *Mém. Serv. Carte géol. de la France*.
- RICOUR J., HORON O., LIENHARDT G. (1960) — Le Trias du Jura, de la Bresse, de la plaine de la Saône et de la bordure nord du Massif Central. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7<sup>e</sup> série, t. II, n° 2, p. 156-167.
- ROCHE P. (1939) — Aalénien et Bajocien du Mâconnais et de quelques régions voisines. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. XXXV, Mém. 29, 355 p.

- SOBA DJALLO (1964) — Contribution à l'étude des monts de la Madeleine - Loire. D.E.S., Clermont-Ferrand.
- SPRY A. (1969) — Metamorphic textures. Pergamon press, Oxford, 350 p.
- TEMPIER P. (1962) — Étude géologique du prolongement nord du granite de Saint-Maurice-lès-Châteauneuf. Thèse, Clermont-Ferrand.
- TOURNOLAIS D. (1965) — Les Cornes Vertes de la montagne Bourbonnaise. D.E.S., Clermont-Ferrand.
- VALIZADEH M.-V. (1969) — Étude pétrographique des granites, microgranites et des lamprophyres de la région de Thiers. Thèse, Clermont-Ferrand.
- VIALETTE Y. (1971) — Âge des granites du Massif Central. Symposium J. Jung.
- YAMA NKOUNGA A. (1973) — Granites, granophyres et rhyolites de la région de Boën-sur-Lignon. Thèse, Clermont-Ferrand.

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

Feuille *Mâcon* :

1<sup>re</sup> édition (1885), par E. Delafond, A. Michel-Lévy, E. Jacquot;

2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> éditions (1941, 1965), par E. Chaput, G. Mazonot, A. Michel-Lévy, S. Viret.

Feuille *Charolles* :

1<sup>re</sup> édition (1892), par A. Michel-Lévy, E. Delafond;

2<sup>e</sup> édition (1940), par A. Michel-Lévy, A. Chabrol.

#### **Cartes géologiques à 1/50 000**

Feuille *Mâcon* (1969), par A. Jauzein, J.-P. et M. Perthuisot.

Feuille *Saint-Bonnet-de-Joux* (1971), par J. Barrère, G. Scolari, A. L'Homer, G. Neau, A. Lefavrais, R. Lille, B. Alabouvette, D. Chaillou, H. Sanselme, J. Despois.

### **DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES**

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

Les documents peuvent être consultés :

- pour le département de la Saône-et-Loire, au S.G.R. Bourgogne, 19, rue Jeannin, 21000 Dijon ;
- pour le département du Rhône, au S.G.R. Rhône-Alpes, 43, boulevard du 11 Novembre, B.P. 6 083, 69604 Villeurbanne—Croix-Luizet ;
- ou encore au B.R.G.M., 6-8, rue Chasseloup-Laubat, 75015 Paris.

## AUTEURS

Cette notice a été rédigée :

- pour les formations paléozoïques, par : J. ARÈNE (B.R.G.M.) avec le concours de A. et M. TEGYEY (B.R.G.M.) pour l'étude pétrochimique, Y. GROS (B.R.G.M.) pour les zones cataclasées et C. GIGOT (B.R.G.M.) pour l'étude paléontologique,
- pour les formations secondaires par : A. LEFAVRAIS-RAYMOND (B.R.G.M.) pour le Trias, le Lias et le Dogger et S. DEBRAND-PASSARD (B.R.G.M.) pour le Jurassique supérieur et la tectonique des terrains sédimentaires.
- pour les formations superficielles, tertiaires et quaternaires, par : J.-P. LAJOINIE (B.R.G.M.) et S. DEBRAND-PASSARD,
- pour les minéralisations, par : J.-P. CARROUÉ (B.R.G.M.),
- pour les eaux souterraines, l'hydrographie et les substances utiles, par : J. PUTAL-LAZ (B.R.G.M.).

Responsables des études de laboratoire :

J.-J. CHATEAUNEUF (B.R.G.M.) : palynologie.

A. LEFAVRAIS-RAYMOND (B.R.G.M.) : macrofaune du Lias.

M. LYS (faculté d'Orsay) : micropaléontologie du Viséen moyen.

D. MARCHAND et H. TINTANT (laboratoire de géologie, faculté des sciences, Dijon) :  
Ammonites du Jurassique supérieur.

J.-Y. SCANVIC (B.R.G.M.) : étude photogéologique.