



LYON

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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

LYON

XXX-31

2^e ÉDITION

La carte géologique à 1/50 000
LYON est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord : BOURG (N° 159)
au sud : LYON (N° 168)

*Mont d'or
Lyonnais*

AMPLEPUIS	VILLEFRANCHE	AMBERIEU - EN-BUGEY
TARARE	LYON	MONTLUEL
ST-SYMPHORIEN - -SUR-COISE	GIVORS	BOURGAIN

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



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	2
APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE	2
INTRODUCTION	3
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	3
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	3
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	4
DESCRIPTION DES TERRAINS	5
<i>TERRAINS NON AFFLEURANTS</i>	5
<i>TERRAINS AFFLEURANTS</i>	8
Roches métamorphiques	8
Roches plutoniques	10
Terrains sédimentaires secondaires de couverture du Massif Central . . .	11
Terrains sédimentaires tertiaires de remblaiement du Fossé rhodanien .	17
Terrains alluviaux et éoliens plio-quaternaires	19
Formations superficielles	25
OCCUPATION DU SOL	26
<i>SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES</i>	26
<i>URBANISME ET GÉOTECHNIQUE</i>	27
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	30
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	30
<i>RESSOURCES MINÉRALES, MINES ET CARRIÈRES</i>	31
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	32
<i>DESCRIPTION DE SITES ET D'ITINÉRAIRES</i>	32
<i>COUPES DE SONDAGES</i>	32
<i>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	34
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	35
<i>TABLEAUX D'ÉQUIVALENCE DES NOTATIONS</i>	35
<i>GLOSSAIRE</i>	38
AUTEURS DE LA NOTICE	39

AVANT-PROPOS

La feuille Lyon (1ère édition) a été levée entre 1946 et 1952 par G. Mazonoff, R. Mouterde, M. Pelletier, Ph. Russo et M. Thoralf. Le fond topographique utilisé était celui des plans directeurs de 1902 et de l'agrandissement à 1/20 000 des premières cartes à 1/50 000 de l'IGN : on était assez loin de la précision à laquelle les cartes modernes nous ont habitués.

Cette 1ère édition fut publiée en 1957 et un nouveau tirage en quadrichromie, de médiocre qualité, fut réalisé en 1966.

La présente 2ème édition n'est pas une refonte complète de la carte : de nouveaux levés systématiques n'ont pas été exécutés à l'exception du Mont-d'Or (S. Elmi) et des rectifications de contours des formations plio-quaternaires du Plateau lyonnais et de l'Est lyonnais (G. Demarcq et L. David). Mais pour la quasi-totalité de la feuille seules les notations et les interprétations ont été adaptées aux idées acquises depuis 1952 (en particulier travaux de J. Peterlongo pour le socle cristallin et de L. David pour le Quaternaire).

La révision intégrale des terrains et de leurs contours n'interviendra donc que pour une 3ème édition future.

APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE

La région lyonnaise est géologiquement hétérogène ; la feuille Lyon n'en couvre qu'une partie mais correspond à quatre régions naturelles :

— à l'Ouest, une fraction du Massif Central, le *Plateau lyonnais* étalé au pied de la chaîne montagneuse de direction nord-sud appelée Monts du Lyonnais. Alors que ces derniers culminent vers 1 000 m, le Plateau n'est qu'un replat d'érosion vers 300 m d'altitude. Les directions structurales sont surtout SW-NE (varisque) et aussi S.SE-N.NW. Les rivières qui entament le Plateau lyonnais sont guidées par ces directions. Tous les terrains sont cristallins et cristallophylliens ;

— sur la bordure de ce Massif Central subsistent quelques témoins des terrains sédimentaires secondaires de sa couverture, buttes-témoins ou panneaux effondrés. Le *Mont d'Or* est le plus grand, le plus haut, le plus célèbre : il domine le Plateau et le val de Saône du haut des 625 m du mont Verdun, selon un relief de côtes monoclinales caractéristiques. Les annexes sont les lambeaux du *Paillet*, petit et effondré, et de *Civrieux-d'Azergues* plus vaste et en partie en relief. De l'autre côté du val d'Azergues, dans l'angle nord-ouest de la carte débute les beaucoup plus vastes massifs de terrains secondaires du Bas-Beaujolais : c'est la région de Saint-Jean-des-Vignes ;

— au Nord-Est, la *Dombes* est un vaste plateau triangulaire d'altitude voisine de 300 m, dominant les fleuves actuels par une côtère abrupte (Ain, Saône, Rhône). Sa surface est d'une remarquable régularité car sa structure est homogène : terrains tertiaires horizontaux recouverts uniformément par un manteau morainique. Seules les bordures sont entaillées par quelques ravins peu importants sauf pour connaître les terrains tertiaires ;

— au Sud-Est enfin, le *Bas-Dauphiné*, vaste pays tertiaire et en partie quaternaire, vient se terminer dans la boucle du Rhône par la plaine de l'Est lyonnais aux collines radiales si particulières. C'est une plaine entièrement couverte par les formations glaciaires et fluvio-glaciaires ne laissant guère deviner les molasses miocènes sous-jacentes remplissant le fossé d'effondrement rhodanien.

Ces quatre ensembles géologiques s'opposent, avec des paysages assez contrastés, par des ressources différentes donc des habitats différents. Cette diversité fait la richesse du carrefour lyonnais.

INTRODUCTION

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

La 1ère édition fut établie dans l'esprit des anciennes cartes à 1/80 000, en introduisant le détail et la précision qui manquaient à celles-ci. L'ensemble est avant tout descriptif, un minimum d'interprétation ayant été ajouté par M. Thorat pour les dépôts quaternaires.

La présente 2ème édition se caractérise beaucoup plus par les interprétations qu'elle apporte que par des modifications dans les contours.

Pour les *terrains cristallins* (Ouest de la feuille) aucun levé moderne n'a été effectué. A partir des contours de la 1ère édition l'interprétation de J. Peterlongo (1958) a été introduite : un tel procédé conduit à des insuffisances certaines. Par ailleurs les idées sur la pétrogénèse ont évolué ainsi que celles sur le dispositif structural du Massif Central : seul un nouveau levé précis apportera tout ce qui est nécessaire à une carte détaillée et moderne. Néanmoins, si sur le plan de la géologie les interprétations sont déficientes, sur le plan géotechnique la carte permet une utilisation satisfaisante.

Pour les *terrains secondaires* les progrès de la stratigraphie ne se traduisent pas sur la carte car les diverses formations pouvant être représentées étaient connues depuis longtemps. Par contre ces progrès et surtout de meilleurs levés sur un meilleur fond topographique ont permis une interprétation structurale fort différente du massif du Mont-d'Or (S. Elmi). Durant vingt années ce massif a servi d'école de terrain pour les étudiants débutants de l'université de Lyon et ainsi s'est développée une exploration d'une rare précision. Les autres témoins de terrains secondaires (Paillet, Civrieux et Saint-Jean-des-Vignes) verront certainement une transformation similaire dans le futur ; ils sont laissés inchangés en attendant.

Les *terrains tertiaires et quaternaires* du plateau de Dombes sont restés inchangés avec les contours établis par G. Mazenot. Seules les datations ont été modifiées à la suite des découvertes de gisements fossilifères dans le Mio-Pliocène et pour harmoniser l'interprétation des alluvions quaternaires.

Les *formations superficielles et alluviales* qui recouvrent sporadiquement le Plateau lyonnais ont été assez profondément modifiées en fonction de l'existence de trois niveaux d'érosion dans le Villafranchien (G. Demarcq, L. David).

Partout l'interprétation des *dépôts glaciaires et périglaciaires* a été harmonisée avec les données de la synthèse régionale mise au point depuis une dizaine d'années (L. David).

Enfin les *terrasses fluviales* de l'Azergues, de la Saône et du Rhône n'ont presque subi aucun changement mais les anciens cours ou bras du fleuve rhodanien ont été inscrits sur la carte.

PRÉSENTATION DE LA CARTE

La carte Lyon ne coïncide pas avec une région naturelle mais recouvre deux grands ensembles géologiques et géographiques :

— la moitié ouest est une minuscule partie de l'immense *Massif Central français*. Ce massif ancien, antéhercynien et hercynien, est constitué de roches cristallines, métamorphiques et plutoniques. Son relief est celui d'une pénéplaine réalisée dès avant le début de l'ère secondaire mais il fut rajeuni au cours du Tertiaire par le jeu d'effondrement du fossé rhodanien et de soulèvement de la chaîne alpine. Cette bordure, ou vussoir oriental, du Massif Central montre une orographie nord-sud selon une crête montagneuse monts du Tararais—monts du Lyonnais qui est située immédiatement à l'Ouest de la carte : celle-ci ne recouvre que le Plateau lyonnais, surface d'érosion tertiaire arasée vers 300-350 m d'altitude. Le sous-sol est pauvre, le relief tourmenté

typique des pays cristallins, d'où une implantation humaine difficile malgré la proximité de la ville de Lyon dont une partie est installée sur le rebord du Plateau lyonnais.

Sur le Plateau lyonnais subsistent quelques restes de la couverture sédimentaire secondaire du Massif Central. C'est le célèbre massif du *Mont-d'Or*, butte-témoin en relief (600 m), et ses annexes (*Paillet* et *Civrieux*) effondrées entre failles dans la surface du plateau. Ces trois lambeaux sont les derniers témoins vers le Sud de la bordure sédimentaire du Massif Central conservés depuis la Bourgogne jusqu'au Méconnais et au Beaujolais dont le petit massif de Saint-Jean-des-Vignes (angle nord-ouest de la carte) est la terminaison méridionale.

Le réseau hydrographique est conditionné par les directions structurales du massif ancien et par la paléogéographie tertiaire ;

— la moitié orientale correspond à un fragment du grand fossé d'effondrement *rhodanien* qui relie les plateaux de haute Saône à la Méditerranée. Plus ou moins subsident, ce fossé, de direction rigoureusement nord—sud, est remblayé par des terrains tertiaires surtout oligocènes et miocènes.

Surtout sableux et argileux les terrains tertiaires ne montrent qu'une morphologie peu différenciée bien que deux cycles sédimentaires successifs (Miocène et Pliocène) avec les creusements des réseaux hydrographiques correspondants viennent compliquer un peu l'interprétation.

Au Nord du Rhône, le quart nord-est de la carte, est le plateau de Dombes qui a très simplement conservé cette morphologie tertiaire malgré son recouvrement par un mince manteau de formations glaciaires.

Au Sud du Rhône (ainsi d'ailleurs que sur le rebord du Plateau lyonnais), le pays dit de l'Est lyonnais est caractérisé par l'emprise des glaciers quaternaires et l'action de leurs eaux de fusion. C'est un pays d'alluvions aux formes de collines et de vallées.

La *Saône* coule du Nord au Sud dans l'axe de la carte, au pied du Plateau lyonnais c'est-à-dire sur le bord occidental du fossé d'effondrement ; le *Rhône* vient directement de l'Est pour buter aussi contre le rebord du plateau et confluer ainsi avec la Saône. *L'agglomération lyonnaise* s'est installée dans la zone du confluent, d'abord sur le rebord des plateaux dombiste et lyonnais (Croix-Rousse, Fourvière), puis dans la plaine de confluence (basses et très basses terrasses) ; enfin, elle se développe faiblement sur les plateaux et intensément vers l'Est dans les couloirs fluvio-glaciaires.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

L'histoire géologique de la région est relativement facile à résumer si l'on s'en tient au territoire couvert par la carte.

Le domaine restreint couvert par les terrains cristallins ne permet pas une vue d'ensemble (d'ailleurs encore bien incertaine) de l'histoire anté-hercynienne. La série des monts du Lyonnais paraît d'âge briovérien inférieur et moyen (Antécambrien) : elle aurait été métamorphosée lors de la phase domnonéenne de l'orogénèse cadomienne. La série de la Brévenne serait beaucoup plus récente (Dévonien) et son métamorphisme correspondrait à la phase bretonne de l'orogénèse hercynienne. Les massifs granitiques se seraient mis en place avant la fin des mouvements hercyniens sans exclure la possibilité de granités anciens hérités d'orogénèses plus anciennes.

La région fut très fortement marquée par l'orogénèse hercynienne et ce n'est qu'au cours du Stéphanien (Carbonifère) que, dans les dépressions de la chaîne montagneuse, occupées par des lacs, se sont déposés les sédiments du complexe houiller. Ce Houiller, relativement puissant car subsident, a été affecté par les dernières phases hercyniennes (saalienne, palatine) et se présente sous la forme de synclinaux complexes et failles.

L'érosion généralisée de la chaîne hercynienne a conduit à une pénéplaine dont on ne retrouve trace qu'au-dessous du Trias.

L'épisode triasique correspond à la reprise de la sédimentation : elle est tardive (Trias moyen) et se situe en bordure d'un continent émergé d'où sa faible puissance et ses faciès plus continentaux que marins.

La transgression secondaire se développe progressivement tout au long du Jurassique. Elle s'étale sur une vaste plate-forme (Jura) en direction du continent occidental (Massif Central) devenant haut-fond avant d'être largement noyé. Les sédiments du Lias puis du Dogger montrent les irrégularités de cette transgression et les variations correspondantes dans la sédimentation. C'est l'érosion qui, ayant fait disparaître en partie la série jurassique, conditionne la connaissance des termes supérieurs. La connaissance de la période crétacée demeure aléatoire.

Avec le Tertiaire débute une période avant tout continentale : Éocène exceptionnel, lacustre ou sidérolithique, témoignant d'un pays érodé, karstifié dans ses régions calcaires. A partir de l'Oligocène une dépression nord-sud longe le Massif Central, devient subsidente et de grandes fractures méridiennes vont lui donner la structure d'un fossé d'effondrement. Les sédiments conglomératiques, les argiles bariolées, les calcaires lacustres (les évaporites ailleurs) montrent l'érosion, l'alternance des eaux douces et saumâtres, la subsidence différentielle.

Avec le Miocène et la première surrection de la Chaîne alpine se développe une transgression en un bras de mer reliant le golfe du Lion au bassin autrichien de Vienne. Il s'étale largement sur la région lyonnaise où ses sédiments, parfois épais (subsidence), de faciès sableux dominant, constituent le soubassement quasi continu des alluvions quaternaires. Ce bras de mer miocène avait son rivage occidental contre le rebord du Plateau lyonnais, entaillé par quelques estuaires. Le comblement progressif du bassin marin se traduit par des faciès d'eau saumâtre puis douce.

A cette phase de comblement succède une phase de creusement qui voit l'établissement d'un réseau hydrographique pré-rhodanien.

La mer du Pliocène envahit ce réseau jusqu'au Nord de Givors ; l'envasement des vallées est réalisé par des argiles bleues, puis des sédiments sableux et ensuite conglomératiques comblent toute la dépression périalpine. Ce nouveau comblement dure jusqu'au Villafranchien et, à partir de là, commence une nouvelle phase de creusement (Villafranchien—Quaternaire) qui dure encore.

Durant le Quaternaire le phénomène glaciaire vient perturber la régularité du creusement. Les sédiments glaciaires, fluvio-glaciaires, fluviatiles et péri-glaciaires couvrent la quasi-totalité de la moitié orientale du territoire de la carte. On peut suivre fort bien les phases de retrait du glacier à partir de son maximum d'extension au Würm tandis que les phénomènes plus anciens sont difficiles à analyser.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS NON AFFLEURANTS

La densité des sondages profonds, c'est-à-dire ayant atteint le socle cristallin, est suffisante sur le territoire de la ville de Lyon (problèmes géotechniques) et dans la plaine de l'Est lyonnais (problèmes de bassin houiller) pour qu'on puisse tenter de tracer des cartes des divers terrains du fossé d'effondrement rhodanien.

Les figures 1 et 2 sont des essais de reconstitution en courbes de niveau de la disposition du socle cristallin et des terrains houillers.

Le *Carbonifère* est certainement la série la plus intéressante en dehors même du fait que la recherche du Houiller fut à l'origine des divers sondages. Le bassin houiller débute dans la région de Communay (carte Givors) et se développe en direction du Nord-Est, atteignant une largeur de 30 km et une profondeur supérieure à 1 000 mètres. La puissance totale du Houiller reconnu dépasse 700 m en bien des points.

Fig. 1 - Carte schématique en courbes de niveau (NGF) du substratum anté-hercynien (cristallin) de la région lyonnaise : socle anté-houiller

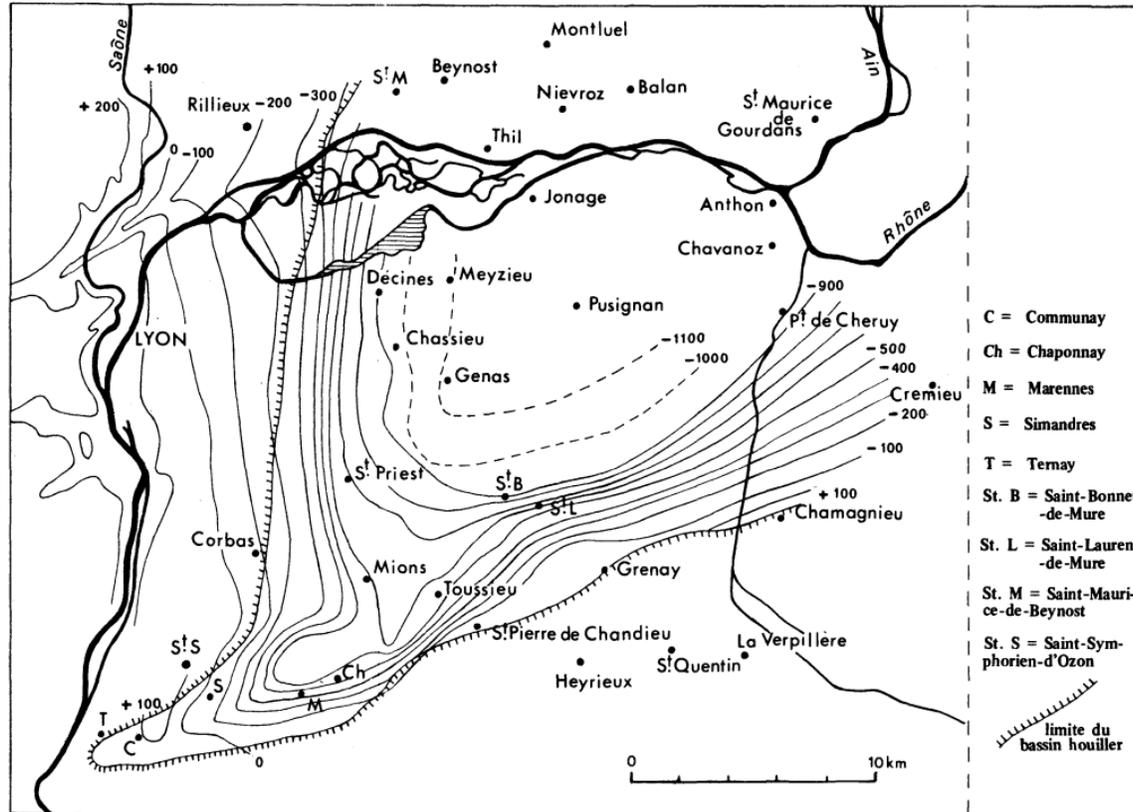
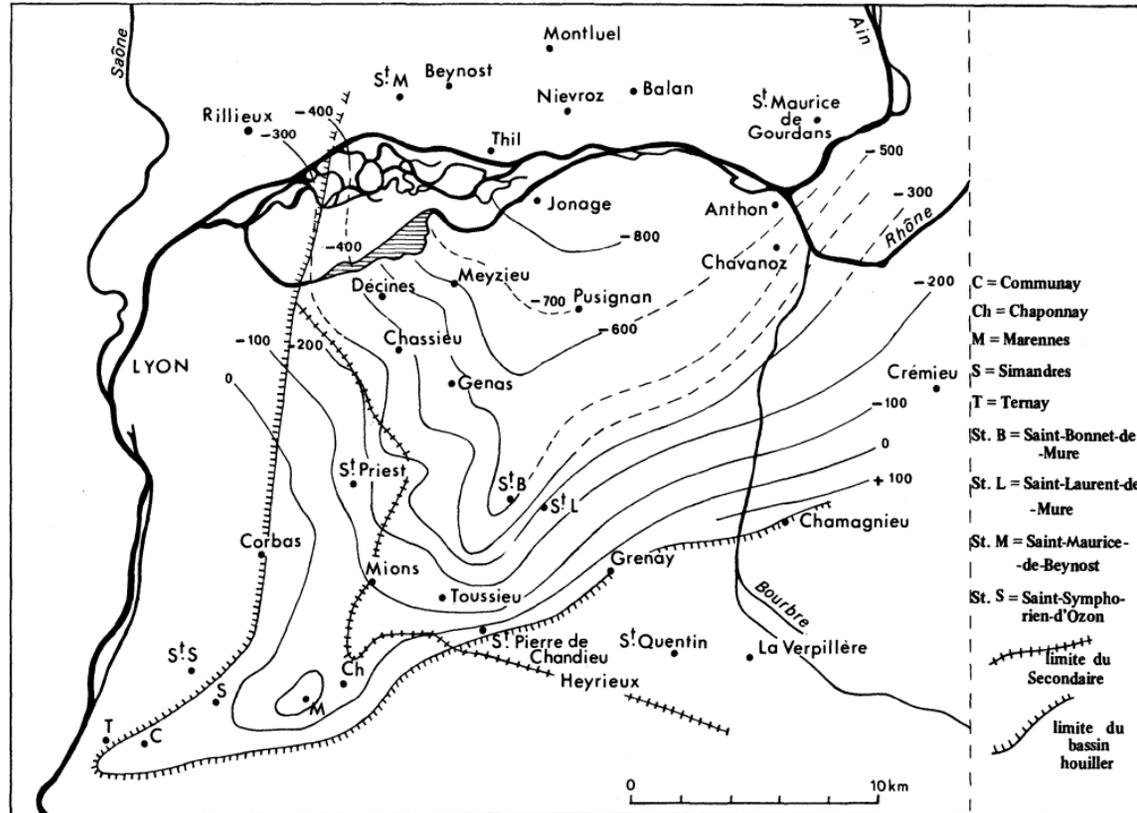


Fig. 2 - Carte schématique en courbes de niveau (NGF) du substratum anté-triasique ou anté-tertiaire : toit du Houiller



Le bassin de l'Est lyonnais peut être considéré comme le prolongement de celui de Saint-Etienne. La série stratigraphique n'est pas connue dans le détail. D'après les flores recueillies il s'agit de Stéphanien et les assises suivantes peuvent être reconnues :

— l'assise inférieure est formée de conglomérats plus ou moins grossiers, parfois de grès ; elle est stérile ;

— l'assise moyenne est une alternance classique de grès et de schistes avec veines de houille ; le charbon est gras, bien cokéfiable, en couches de 1 à 1,50 m d'épaisseur moyenne (jusqu'à 3,40 m), sans que le total paraisse dépasser 8 m sur une même verticale ;

— l'assise supérieure débute par un gore blanc en plusieurs couches de 0,70 à 0,80 m sur une épaisseur totale de 1 à 3 m ; elle est formée de grès fins alternant avec des schistes noirs feuilletés et bitumineux ; la houille est absente ou non exploitable mais les hydrocarbures sont importants.

Cette succession est reconnue dans tous les sondages. Il est difficile d'espérer plus de précision et la géométrie même du bassin n'est pas connue : les limites exactes sont imprécises ; la structure reste hypothétique (une faille au S54) ; les variations de faciès ne sont pas décelables...

Le Jurassique et le Trias sont mal connus car la plupart des sondages profonds ne sont pas carottés. On peut dire simplement que la série secondaire est respectée jusqu'à l'Oxfordien et qu'elle semble proche de celle connue dans le Jura.

L'Oligocène est pratiquement inconnu à l'affleurement d'où l'intérêt des sondages de l'Est lyonnais. Il semble être réparti en deux bassins distincts compte tenu de la subsidence originelle et de l'érosion ultérieure.

Le faciès principal est un conglomérat pouvant aller du poudingue à la brèche ; les galets sont des quartz et toutes les roches du socle anté-houiller des Alpes ; le ciment est une marne rouge micacée.

A part quelques passées sableuses ou argileuses, l'autre faciès caractéristique est un calcaire lacustre blanchâtre, en plaquettes.

Il faut noter que le conglomérat présente localement (au Sud-Est, vers Saint-Bonnet-de-Mure) un enrichissement en fer et manganèse pouvant aller jusqu'à un véritable minerai : une couche inférieure d'hématite manganésifère peu épaisse, une couche d'oxyde de manganèse (2,75 m à 34 % Mn) ; enfin une puissante assise supérieure d'hématite (12 m à 30-43 % Fe) ; le minerai est très siliceux, non soufré ni phosphoreux.

TERRAINS AFFLEURANTS

Les terrains affleurants sont d'âge et de nature très divers :

1 — terrains cristallins du Massif Central

+ roches métamorphiques :

. série des monts du Lyonnais

. série de la Brévenne

+ roches plutoniques

2 — terrains sédimentaires secondaires de couverture du Massif Central

3 — terrains sédimentaires tertiaires de remblaiement du Fossé rhodanien

4 — terrains alluviaux et éoliens plio-quadernaires

5 — formations superficielles

Roches métamorphiques

Série des monts du Lyonnais

λ^1 . **Leptynites polymorphes à biotite.** Gneiss d'allure massive, assez pauvres en mica. Ensemble de roches complexes massives, claires et souvent rosées, de grain irrégulier.

D'après J. Peterlongo la paragenèse est la suivante : quartz développé, parfois en plaquettes, feldspath alcalin (microcline), oligoclase basique, biotite, grenat, cordiérite ou muscovite sporadiques. Leur texture est variable ce qui permet de distinguer plusieurs types de roches qu'il n'est pas possible d'isoler sur la carte :

- leptynites s.s. et gneiss leptyniques roses à texture régulière et grain en général fin ;
- leptynites granitoïdes à grain variable, avec lits micacés largement et irrégulièrement plissés ou bien nébulitiques ;
- leptynites œillées, caractérisées par l'éparpillement anarchique et peu dense de petits phénocristaux de feldspath alcalin, ou bien à faciès d'anatexie.

Composition chimique de rhyodacite.

Nombreux filons granitiques ou pegmatitiques qui recourent les bancs et ne sont pas différenciés sur la carte.

Ces leptynites couvrent de grandes étendues dans les monts du Lyonnais, en particulier sur le territoire de la carte Givors et c'est leur terminaison nord-est qui s'étend sur la carte Lyon, autour de Chaponost et jusqu'à Brignais et Francheville.

M². Anatexites à biotite ou à deux micas. Roches claires, blanches ou roses, à texture très caractéristique : la biotite, en lits discontinus, décrit des arabesques ou parfois se disperse pour donner un aspect nébulitique.

Composition minéralogique : quartz, microcline et oligoclase en quantités à peu près égales (30 %), biotite (6 %), muscovite et grenats sporadiques.

Composition chimique de rhyolite calco-alcaline.

Ces anatexites s'étendent sur de vastes surfaces dans la partie nord-est des monts du Lyonnais et par conséquent constituent la majeure partie du Plateau lyonnais couvert par la feuille Lyon.

M². Anatexites grenues à biotite et à cordiérite. Gneiss massif et dur rappelant le granite dans son aspect (disparition de la foliation). La biotite est encore en partie en traînées discontinues ; la cordiérite est rassemblée en gros nodules.

Composition minéralogique : quartz, microcline et oligoclase, biotite souvent chloritisée, cordiérite, sillimanite et grenat sporadiques.

Ces roches constituent en quelque sorte le cœur de la structure anticlinale lyonnaise vers Saint-Symphorien-sur-Coise et on retrouve une terminaison nord-est à Craponne de l'autre côté de la faille du Garon.

δ¹¹. Amphibolites (et porphyrites). Dans les leptynites du Sud-Ouest de la carte, avaient été repérés par M. Pelletier d'assez importants filons d'amphibolites. Il s'agit en fait, comme cela était d'ailleurs indiqué dans la légende de la 1^{ère} édition, de zones étroites de gneiss à amphibole passant à de vraies amphibolites.

Ces roches correspondent à la terminaison vers le Nord-Est de l'important niveau de gneiss et amphibolites de Riverie (cartes Saint-Symphorien et Givors).

Deux types de texture peuvent exister : amphibolite banale, schisteuse et à grain fin, ou bien à gros grain, litée ou faciès d'anatexie. Le premier type est plus fréquent.

La composition minéralogique est la suivante : quartz, feldspath allant de l'oligoclase basique au labrador, hornblende verte, biotite dans le faciès à gros grain, parfois augite ou grenat.

Série de la Brévenne

ξC. Groupe de Courzieu—Sain-Bel. La série complexe de la Brévenne n'est représentée que dans l'extrême angle nord-ouest du territoire de la carte par le groupe de Courzieu—Sain-Bel qui constitue la base de la série, au contact de la série lyonnaise.

La majeure part est constituée par des schistes verts avec intercalations variées telle des amphibolites ou schistes amphiboliques et des formations volcaniques.

• **Schistes verts** : roches schisteuses de couleur claire évoquant les chloritoschistes mais renfermant en fait amphibole et épidote (la chlorite est accessoire). Le quartz

est rare ou absent ; l'albite est abondante sous forme de microlithes allongés, déformés et brisés, soit orientés, soit en cristaux irréguliers. La roche serait donc une ancienne lave fluidale et d'anciens tufs ayant subi un métamorphisme léger

• *Amphibolites et schistes amphiboliques* : surtout fréquentes à la base de la série, ces roches sont à grains fins. Elles sont composées de hornblende et de plagioclase. Elles doivent correspondre à des roches éruptives originelles.

• *Intercalations volcaniques* : laves plus ou moins fluidales et roches albitiques à structure intersertale intercalées en concordance dans les schistes. Les structures sont celles de laves ou de tufs. Les compositions varient mais toujours domine l'albite, accompagnée d'épidote, chlorite, calcite, quartz...

Roches plutoniques

γ. **Granites.** Ils correspondent à quatre massifs, du Sud au Nord :

- celui de Montagny dont le granite d'Oullins pourrait être la terminaison ultime ;
- celui de Soucieu qui vient se terminer entre Francheville et Craponne ;
- celui de Charbonnières—Limonest entièrement sur la carte Lyon ;
- celui de Civrieux-d'Azergues le long de la faille de Lentilly.

Tous ces massifs sont allongés dans la direction hercynienne (SW—NE) et ont, peu ou prou, tendance à prendre une texture orientée. Les contours des massifs sont tantôt assez nets, de type intrusif, tantôt plus diffus. La mise en place serait, classiquement, antérieure à la fin des mouvements hercyniens.

• *Le granite d'Oullins* (massif de Montagny) est un granite à biotite à grain moyen, plus ou moins leucocrate, porphyroïde et orienté. Sa composition minéralogique est : quartz, orthose, oligoclase, biotite, rare muscovite, parfois apatite, zircon, magnétite.

• *Le granite de Soucieu* a un contact franc sur son bord nord mais devient gneissique au Sud (γξ). La tendance porphyroïde est un peu plus forte et la composition minéralogique est la même. Des zones aplitiques ne sont pas rares.

• *Le granite de Limonest* est un beau granite porphyroïde à gros grain ; souvent, comme à Charbonnières, il renferme des passées migmatitiques ou à texture plane. Composition minéralogique : quartz, anorthose, oligoclase, biotite, muscovite parfois, cordiérite souvent (ou séricite), myrmékite... Dans le tunnel de Limonest-la Garde ont été traversés trois faciès de diorite quartzifère à biotite et hornblende entourant l'andésine. Les faciès à deux micas ne sont pas rares.

• *Le granite de Civrieux* est encore un granite à gros grain et texture plane. Composition minéralogique : quartz, oligoclase à tendance automorphe, orthose poecilitique, biotite et muscovite entourant les feldspaths. Sa forme est en ellipse allongée régulière.

Les zones ou filons à muscovite étaient repérés sous le nom de granulites (γ^ξ).

γξ. **Granite gneissique syncinématique.** Le long de la dislocation de Soucieu, accident longitudinal majeur des monts du Lyonnais qui se suit de la vallée de la Loire à celle de la Saône, le granite devient orienté puis gneissique. Sa structure est alors cataclastique et étirée, mais la biotite reste fraîche et il subsiste parfois des porphyroblastes peu déformés de feldspath alcalin. Ceci évoque une mise en place du granite contemporaine de la déformation (granite syncinématique).

C'est le cas pour la bordure sud du massif granitique de Soucieu, développé sur le territoire de la feuille Givors et dont la terminaison arrive jusqu'aux abords de Francheville.

γ¹⁻². **Granite orienté à deux micas.** Il enveloppe l'ellipse granitique de Civrieux. C'est un granite à deux micas, fin et orienté, de composition analogue au granite à gros grain de l'ellipse avec simplement la muscovite plus abondante. La structure est hétérogranulaire, cloisonnée par les micas. La myrmékite est abondante.

On rencontre des faciès roses, très leucocrates, sans biotite, à allure de pegmatite, avec tourmaline. Parfois s'individualisent des passées embréchitiques.

σ. **Vaugnérite.** Roche grenue sombre constituant soit un faciès de bordure du granite à biotite auquel elle passe alors progressivement, soit des enclaves à limites nettes de ce granite (massif de Soucieu en particulier).

Composition minéralogique : hornblende verte, biotite abondante, oligoclase—andésine zoné, apatite aciculaire très fréquente ; le tout englobé dans de grands cristaux de microcline ; quartz absent ou rare.

Composition chimique de syénite leucocrate à mésocrate.

La vaugnérite a été définie en 1836 par Fournet aux environs de Vaugneray en liaison avec le massif granitique de Soucieu. C'est cette apophyse du granite de Soucieu qui affleure très peu dans l'angle sud-ouest du territoire de la feuille Lyon.

Q. **Quartz filonien** (quartz et galène, quartz et barytine). D'assez nombreux filons de quartz laiteux, massif ou bréchiforme, parcourent les roches métamorphiques du Plateau lyonnais et parfois traversent le Trias du Mont-d'Or (âge liasique ?). Seuls les plus importants ont été reportés sur la carte.

Au Nord-Ouest du Mont-d'Or quelques filons avec barytine et galène argentifère auraient jadis été exploités. A l'Ouest de l'église de Lozanne existent des filonnets purement barytiques dans le Trias.

Terrains sédimentaires secondaires de couverture du Massif Central

L'histoire géologique de la région lyonnaise durant l'ère secondaire peut être retrouvée avec une assez grande précision grâce à un certain nombre de témoins de terrains sédimentaires tels le Mont-d'Or.

A la fin de l'ère primaire la chaîne hercynienne a subi une érosion intense qui l'a amenée à l'état de pénéplaine presque parfaite couvrant la majeure partie de l'Europe continentale. Celle-ci tend à se déformer suivant de grandes ondulations : le Massif Central est une aire à tendance à la surélévation. Les transgressions secondaires partiront donc des fosses océaniques pour venir recouvrir plus ou moins loin les zones émergées. La carte couvre une région située dans la zone littorale des transgressions venues de l'Est et du Sud-Est.

t. **Trias (et Rhétien).** Grès, calcaires, argiles. Le Trias marque le début de la reprise de sédimentation. Il repose en discordance sur les terrains cristallins des monts du Lyonnais et affleure sous les séries jurassiques selon un talus abrupt et boisé. Il n'existe nulle part de coupe complète du Trias : il n'a pratiquement jamais été exploité et les affleurements naturels de cet ensemble grés-argileux sont rares. Les meilleurs se situent dans le secteur de le David—Castel-Gris pour la partie inférieure et moyenne et dans celui de la Font-Poivre et de Vide-Pot pour les assises médianes et supérieures.

L'ensemble du Trias, à l'exception du Rhétien, constitue un cycle sédimentaire complet traduisant l'avancée d'une transgression, « phénomène qui apparaît ici complexe, hésitant et pulsatoire ». Ces pulsations sont inscrites dans la succession lithostratigraphique.

• Les assises de base sont des grès grossiers, blancs, plus ou moins feldspathiques à ciment carbonaté. Vers le haut, ils deviennent plus fins, admettent des passées argileuses noires de plus en plus nombreuses et les traces de cristaux de sel (« pseudo-morphoses ») sont fréquentes. La stratification, assez régulière à la base, est souvent entrecroisée au-dessus. L'épaisseur est estimée à 25-30 mètres. Quelques exploitations anciennes ont utilisé les grès pour pavage. Les seuls fossiles sont des traces de locomotion de Vertébrés découvertes jadis sur le chemin de Saint-Fortunat à Létra puis récemment dans une carrière au-dessus de Chasselay. Ces empreintes correspondent à des Amphibiens stégocéphales et à des Reptiles de groupes lacertoïdes, crocodyloïdes et dinosauroïdes. L. Courel rapporte cette formation de base des « grès in-

férieurs» au Muschelkalk moyen (d'autres y voient l'équivalent d'une partie du Buntsandstein).

- Par dessus vient une série carbonatée, épaisse de 8 à 10 m, la formation des *Calcaires ou carbonates roses de Font-Poivre*, dans laquelle domine les calcaires dolomitiques en bancs décimétriques parfois séparés par des interlits argileux et affectés par une fine lamination horizontale. Les fossiles sont rares et sous forme d'empreintes. Sur la route de Saint-Didier à Limonest, au lieu-dit la Font-Poivre, on a découvert jadis une petite faune de dents de Poissons et de coquilles (*Myophoria goldfussi*) ; le gisement est perdu mais les assises triasiques se voient le long du CD 73, en face de la maison baptisée Castel-Gris, dans un abrupt où l'on a trouvé des dents, des débris d'Echinodermes, des Foraminifères et des Mollusques (*M. goldfussi*, *Lingula tenuis-sima*). D'après L. Courel, ces «carbonates roses de Font-Poivre» doivent appartenir au sommet du Trias moyen (Muschelkalk).

- Viennent ensuite des argiles bariolées, rouges et vertes, plus ou moins sableuses ou dolomitiques, finement aleuritiques. Elles renferment des nodules et des bancs carbonatés de teinte vive (rose, violet, jaunâtre). Rarement visible, cet ensemble à dominante argileuse a le plus souvent été reconnu dans des fondations. Par corrélations latérales, L. Courel le date du Keuper. L'épaisseur est de l'ordre de 12 mètres.

- Les grès supérieurs sont à nouveau grossiers, feldspathiques, à ciment carbonaté. Ils alternent avec de minces lits argileux et avec des grès argileux fins à pseudomorphoses de sel gemme. Ils sont en stratification entrecroisée ou oblique. Leur épaisseur est estimée de 25 à 40 mètres. Leur attribution au Keuper (Trias supérieur) est raisonnable. Les affleurements sont rares ; il en existe un au-dessus de Limonest sur la route qui monte à la Barollière ; la nouvelle route qui relie Limonest à la Glande (ferme et carrière) entame les Calcaires de Font-Poivre, les argiles et les grès supérieurs sur la plus grande partie de son trajet et permet un bon examen sédimentologique. C'est dans cette série que l'on trouve encore sporadiquement l'empreinte de cristaux de sel : le sel a disparu mais on a la preuve ainsi d'une mer ou d'une lagune très peu profonde.

- La série se termine par des couches de passage avec le Lias qui correspondent à ce que l'on appelle le Rhétien. La meilleure coupe du Rhétien a été vue au moment de la construction de l'église de Saint-Cyr. Depuis on en a trouvé une bonne succession dans le sondage du mont Verdun. Au début alternent des grès, des marnes et des cargneules dont les fossiles sont des débris de Poissons (*bone-bed*) et quelques empreintes de Mollusques. Ensuite viennent des assises dolomitiques, puis une alternance de grès, d'argiles et de calcaires. Les calcaires sont souvent riches en débris de coquilles (*Avicula contorta*). Ils renferment aussi des écailles et des dents de Poissons. La calcite est largement cristallisée donnant des cristaux moirés. Partout abonde la pyrite.

11-2. **Hettangien. Calcaires et marnes.** Il n'y a pas de limite entre Trias et Lias : le Rhétien se comporte comme une série de passage sans aucune discontinuité lithologique et avec de trop rares fossiles pour placer une limite paléontologique.

L'Hettangien correspond à la base de la première barre calcaire du Lias régional que complète le Sinémurien. Cette barre est un relief abrupt et boisé.

La meilleure coupe de l'Hettangien est visible dans le talus de la route CD 92 à l'Ouest de la Croix-de-Prese ; de bons compléments peuvent être relevés dans la partie haute des combes Saint-Paul et aux environs du Narcel. Au siècle dernier, E. Dumortier put récolter d'abondantes faunes dans le bois de la Glande. Actuellement la partie supérieure est rarement exposée si ce n'est à la faveur de nouvelles fondations. On peut établir la succession suivante, de bas en haut :

- les premiers calcaires visibles à la base sont de véritables lumachelles (*Ostrea sublamellosa*, *Isocyprina porrecta*), puis viennent des calcaires argileux gris, un peu graveleux contenant des Plicatules et *Pecten fallax* ; d'épaisseur très variable ce premier ensemble atteint 10 m au maximum ;

- au-dessus se trouve le *choin-bâtard* (environ 5 m) qui correspond à des calcaires beiges ou bruns, sublithographiques, en bancs minces ; à la partie supérieure *Psiloceras*

planorbis indique l'existence de communication avec la mer ouverte mais ces influences sont alors éphémères puisque le *choin-bâtard* se termine par un banc qui marque le retour de conditions littorales. Ce banc montre des laminations organisées suivant des réseaux de rides entrecroisées, une surface perforée et localement, en lames minces, on peut y reconnaître des coprolithes de Crustacés et des « sédiments géopètes » développés dans des conditions d'émersion momentanée. Ce banc perforé affleure particulièrement bien sur le chemin qui mène de la Croix-de-Prezie à la tour du Narcel. Là, très localement, on note une lacune du niveau suivant. Dans la région de Saint-Jean-des-Vignes et à Civrieux-d'Azergues, le niveau laminé et perforé est annoncé par des passées de calcaires finement oolithiques ;

— Calcaire à *Chlamys valoniensis* contenant encore *Psiloceras planorbis* près de sa base ; ce sont des calcaires beiges ou bruns, riches en débris et en coquilles de Lamellibranches et de Gastéropodes ; dans le cadre du Mont-d'Or les variations d'épaisseur sont notables (lacune sur le flanc est du Narcel ; 2 m le long du CD 92 ; plus de 4 m à Létra près de Saint-Fortunat). Ces variations sont à mettre en liaison avec les perforations du sommet du *choin-bâtard* et avec la lacune probable de tout l'Hettangien moyen (zone à *Liasicus*) ;

— marnes et calcaires argileux blanchâtres, rognonneux (1 m) contenant *Schlotheimia angulata* (Hettangien supérieur) ;

— au-dessus viennent les Calcaires à grains de quartz dont la plus grande partie est sinémurienne mais dans lesquels E. Dumortier signale encore des *Schlotheimia* : ces dernières peuvent encore subsister au début du Sinémurien.

En conclusion, l'Hettangien marquant les débuts de la transgression jurassique est très variable : après une avancée marine franche, des tendances régressives s'amorcent dès la fin de l'Hettangien inférieur.

13-4. **Sinémurien s.l. Calcaire à grains de quartz, Calcaire à Gryphées.** Le Sinémurien s.l. marque une évolution vers un milieu plus franchement marin et largement ouvert sur le large. Il débute par les Calcaires à grains de quartz et se poursuit par le Calcaire à Gryphées. Ce dernier a été autrefois activement exploité. On pouvait en extraire de grandes dalles d'épaisseur diverse, très résistantes, qui ont servi à construire les escaliers, les linteaux de portes et de fenêtres des vieilles maisons lyonnaises. Les carrières sont particulièrement importantes dans le vallon de Saint-Fortunat et à la Barollière. Ces dernières sont d'ailleurs exploitées pour matériaux d'empierrement.

On peut relever dans ces carrières des coupes détaillées banc par banc. Il s'agit cependant d'un ensemble assez homogène, épais d'environ 12 m, de calcaires gris, extrêmement riches en Gryphées (véritable lumachelle). Les variations consistent, à la base en la présence de grains de quartz dispersés ou en lentilles, au milieu en la présence de minces bancs à grains fins interrompant la régularité des assises (« banc savonneux »), au sommet en la raréfaction des Gryphées et en l'apparition d'indices de perturbations sédimentaires.

Le Sinémurien inférieur (= Sinémurien des anciens auteurs) commence donc avec les Calcaires à grains de quartz (zone à Rotiforme) avec, à la base, *Vermiceras* cf. *cordieri* et, plus haut, *Coroniceras rotiforme*. Épais de 2,50 à 3 m, cet ensemble est caractérisé par l'abondance des lentilles gréseuses ; la taille des grains de quartz peut atteindre plusieurs millimètres. F. Vitry (1964, inédit) a montré que ces passées gréseuses s'organisaient rythmiquement, le sommet des rythmes étant marqué par des ravinements.

Au-dessus, vient un excellent repère, le banc à *Cardinies*, lumachelle épaisse de 0,20 m appartenant encore à la zone basale à Rotiforme. Puis une première partie des calcaires à Gryphées correspond à 4 m de calcaires cristallins à *Gryphaea arcuata* ; elle contient des Ammonites de la zone à *Bucklandi* (*Coroniceras bucklandi* de grandes dimensions, *C. bisulcatum*, *C. gmuendense*). La faune associée (Gastéropodes, Bivalves, Brachiopodes, Echinodermes) est riche et variée. On note l'abondance des entroques (20 à 50 %). Par contre, le banc savonneux (0,10 m) qui vient au-dessus en

est dépourvu ; il s'agit d'un calcaire à grain fin, encadré par deux interlits marneux, autrefois utilisé par les carriers pour faire glisser les bancs.

Le Sinémurien inférieur se termine par 4 m de calcaire cristallin à *Gryphaea arcuata* dans lequel des *Amioceras* permettent de reconnaître la zone à *Semicostatum*.

Le Sinémurien supérieur (= Lotharingien des anciens auteurs) commence par 4 m de calcaire légèrement plus argileux, en bancs plus épais mais toujours riche en Gryphées qui sont cependant plus larges (*G. cymbium*). Des *Asteroceras*, des *Amioceras* et des *Microderoceras* indiquent la zone à *Obtusum*. Le Sinémurien se termine par des niveaux (1 à 2 m) déposés dans un milieu plus perturbé que celui qui avait régné pendant la formation des calcaires à Gryphées. Ce sont des calcaires argileux, glauconieux, bruns ou roux dans lesquels apparaît, vers le haut, du matériel phosphaté et ferrugineux. Le dernier niveau contient des oolithes ferrugineuses. Ces assises perturbées, soumises à l'action des courants marins forment transition avec les formations suivantes. Elles livrent des Ammonites des zones à *Oxynotum* et à *Raricostatum*.

15-6. **Pliensbachien. Marnes, argiles et calcaires argileux ; « lumachelle ».** Le Pliensbachien correspond à la série argileuse séparant les deux barres calcaires du Lias et par conséquent offre un relief en pente douce couvert de prairies.

Le régime d'instabilité sédimentaire, apparu à la fin du Sinémurien supérieur, se poursuit pendant le Pliensbachien inférieur ou Carixien.

Le *Carixien* forme un niveau assez facile à repérer au-dessus du Calcaire à Gryphées : on l'observe aisément des carrières de Saint-Fortunat et de la carrière haute de la Barollière. Les premiers bancs de calcaires marneux, bruns ou rouges, à oolithes ferrugineuses et encroûtements de fer et manganèse sont encore du Lotharingien (*Echioceras*, *Gagaticeras*, *Oxynoticeras guibali...*). Ensuite le faciès est celui d'un calcaire marneux, gris ou brun, noduleux, glauconieux et ferrugineux ; les fossiles abondent, souvent à l'état de nodules phosphatés, et permettent de reconnaître la présence successive des zones à *Jamesoni*, *Ibex* et *Davoei*. Dans tous les bancs dominant les Bélemnites d'où le nom local de *Lias rouge à Bélemnites*. L'épaisseur à Saint-Fortunat est au maximum de 1 m, à la Barollière de 0,50 m, à Civrieux de 0,30 m ; dans le lambeau du Paillet l'épaisseur atteint 2 m dans la vieille carrière au Sud-Ouest du fort. Le Carixien a donc une épaisseur variable mais très faible : il s'agit de niveaux condensés.

Le *Domérien* (= Pliensbachien supérieur) comporte deux ensembles lithologiques. Le premier, qui correspond à une période de stabilité accompagnée de subsidence, est formé essentiellement par une épaisse série de marnes (60 à 100 m) ou, plutôt, d'argiles légèrement calcaires et pyriteuses. Couverte de prairies, cette série argileuse ne s'observe que dans trois exploitations : l'ancienne carrière de Saint-Romain sur le versant nord du mont Cindre, la nouvelle carrière de la Glante sur le versant nord du mont Verdun et la carrière du Bouquis dans le lambeau du Paillet. Dans cet ensemble homogène, les niveaux de base sont plus rouges ou violacés et les fossiles sont pyriteux (Ammonites, Bivalves, Gastéropodes, Crinoïdes...). Les argiles sont ensuite grises et renferment des nodules calcaires de plus en plus nombreux vers le sommet. On note la présence de *Tisoa siphonalis*, concrétions calcaires développées autour de tubes probablement dus à des Annélides. Au Mont-d'Or, les argiles sont plus riches en grains de quartz et en micas.

L'ensemble marneux contient des Ammonites du Domérien inférieur et moyen : *Amaltheus bifurcatus*, *A. stokesi*, *A. margaritatus*.

Les niveaux terminaux (Domérien supérieur) témoignent du début d'une nouvelle crise sédimentaire qui se poursuivra jusqu'à l'Aalénien inférieur. Il s'agit de niveaux plus compacts, parfois franchement calcaires, très variables horizontalement et verticalement. Au Paillet, on note une alternance d'argiles et de minces bancs calcaréomarneux, visible sur 10 à 15 mètres. Les bancs calcaires sont teintés par des oxydes de fer et prennent une couleur lie-de-vin ; ils peuvent être perforés et contenir des galets calcaires perforés et encroûtés de serpules. A Saint-Romain l'alternance marnes—

argiles n'a que 2 m d'épaisseur ; elle est suivie par des bancs de calcaires cristallins, gris-bleu, riches en débris d'organismes. C'est la *Lumachelle* à *Harpax laevigatus* épaisse ici de 1,60 mètres. Vers le Nord du Mont-d'Or cette lumachelle devient plus calcaire, elle affleure sous forme de bancs compacts avec nombreux fossiles phosphatés (Vinouve près Couzon ; col du mont Thoux ; affleurement de la nouvelle route du mont Thoux ; le Pavillon à Poleymieux). Ce faciès massif est aussi connu dans le sondage du mont Verdun et au tennis de Tourvayon à Collonges. *Pleuroceras spinatum* a été récolté au col du mont Thoux et au Pavillon. Au sommet, les traces de ravinement par les assises toarciennes sont nettes quand la série affleure bien (le Pavillon ; Tourvayon). L'épaisseur de la Lumachelle varie beaucoup : 5 m dans le sondage du mont Verdun, plus de 10 m au mont Thoux et il est possible que, localement, les faciès calcaires fassent défaut.

La puissance totale du Domérien est difficile à estimer en raison de l'absence d'affleurements. D'autre part, malgré l'homogénéité apparente du faciès, il est probable que les variations locales sont importantes ainsi qu'on peut le supposer d'après l'étude des couches terminales. Dans le sondage du mont Verdun, l'épaisseur totale est de 105 mètres. Les variations rapides d'épaisseur des assises supérieures annoncent la fin de la période de stabilité.

17.9a. **Toarcien -Aalénien inférieur. Marnes et calcaires à oolithes ferrugineuses.** Les couches du Toarcien et de l'Aalénien inférieur sont profondément affectées par l'instabilité sédimentaire amorcée au Domérien supérieur. Les coupes montrent des variations rapides et les faciès, dominés par la présence des oxydes de fer et des oolithes ferrugineuses, changent très vite. Au Mont-d'Or, l'instabilité est aussi illustrée par la lacune de Toarcien inférieur (zones à *Tenuicostatum* et à *Falciferum*) qui est par contre connu sous forme de calcaires à Poissons à Saint-Jean-des-Vignes.

Les assises sont peu épaisses et rarement visibles : les affleurements pérennes sont ceux de la carrière de Saint-Romain, du col du mont Verdun, du chemin de la Barollière, du moto-cross de la Garenne et de la nouvelle route du mont Thoux. Les meilleures coupes connues jadis sont cependant celles résultant des fouilles faites à proximité des anciennes mines de fer de Saint-Romain et celles des puits creusés à la base des carrières de Couzon.

Le Toarcien débute généralement par un niveau de marnes noires, pouvant admettre des passées plus calcaires, ferrugineuses et rouges. Il s'agit de Toarcien moyen à *Hildoceras bifrons*, Ammonite que l'on retrouve aussi dans l'assise de minerai de fer oolithique rouge qui lui succède. Au-dessus, les calcaires contiennent des oolithes plus grosses et des fossiles souvent phosphatés. Viennent ensuite des niveaux marno-calcaires encore ferrugineux. On y a reconnu toutes les zones du Toarcien moyen et supérieur et de l'Aalénien inférieur (= zone à *Opalinum*).

En fait, les diverses coupes montrent d'importantes différences d'épaisseur : 7 m à Saint-Romain, 1,50 m au col du Verdun, 1 à 2 m au Paillet. Il s'agit donc de niveaux condensés dont la caractéristique dominante est le faciès ferrugineux oolithique. Jadis des travaux de recherche de minerai de fer avaient été entrepris dans le secteur de Saint-Romain mais sans succès à l'inverse de ce qui se passe plus à l'Est, à Saint-Quentin-Fallavier et en bordure méridionale de l'île Crémieu.

19b. **Aalénien moyen. Calcaire à *Cancellophycus*, Calcaire de Couzon (base).** C'est la base de la plus importante barre calcaire du Mont-d'Or : celle qui lui a donné son nom ; celle qu'on désigne sous le nom de *Calcaire à entroques* ou plus souvent de *Calcaire de Couzon* ; celle qui couronne les sommets de la butte-témoin et lui donne son relief caractéristique en cuestas.

Ces premières assises correspondent à un calcaire jaune rosé en surface, gris en profondeur, feuilleté, en bancs minces et irréguliers dont la surface est couverte de *Cancellophycus*. Les entroques sont finement broyées et on note l'absence d'accidents siliceux. Les Ammonites sont localement abondantes et elles indiquent le début de la zone à *Murchisonae* : *Ludwigia haugi*, *L. crassa*, *Staufenia sinon*, *Planammatoceras romani*.

Les *Calcaires à Cancellophycus* constituent un excellent repère stratigraphique et cartographique ; leur épaisseur varie de 4 à 10 mètres.

19c. **Aalénien supérieur. Calcaire de Couzon (sommets).** La partie moyenne du *Calcaire de Couzon* correspond au calcaire à entroques proprement dit : calcaire finement cristallin, en bancs épais mais toujours en stratification entrecroisée, avec très nombreux accidents siliceux (chailles ou *charveyrons*). Les fossiles déterminables sont fort rares à l'exception du petit *Amussium pumilum*. Le passage entre la zone à Murchisonae et la zone à Concavum se fait au sein de cette masse homogène (30 à 40 m).

Enfin la partie supérieure de la masse calcaire est une roche à plus gros débris parmi lesquels on reconnaît aisément des Bryozoaires, des Spongiaires, des Echinodermes, etc. (15 m environ). De rares Ammonites permettent de reconnaître la zone à Concavum (*Graphoceras costum*).

Tout à fait au sommet, on peut trouver quelques bancs de calcaire ou marno-calcaire, peu épais (0,30 m), à croûtes ferrugineuses, renfermant des Mollusques divers et en particulier de grandes Trigonies. C'est un nouveau niveau condensé, indice d'une phase d'instabilité marine qui commence. Les ravinelements qui affectent la partie terminale des Calcaires de Couzon sont de grande amplitude (on a mesuré des chenaux de plus de 2 m de profondeur dans l'affleurement situé derrière l'hospice des vieillards d'Albigny).

j1. **Bajocien moyen et supérieur. Marno-calcaires rognonneux, ciret.** En certains points de la surface perforée et encroûtée de l'Aalénien terminal, existent des lambeaux de Bajocien moyen : nulle part on n'a trouvé du Bajocien inférieur. Les lentilles condensées, marno-calcaires rognonneux à pisolithes ferrugineux, n'existent que dans les creux où les courants marins les ont respectées : on en a décrit en particulier au sommet de la grande carrière de Couzon, à Curis et sur la route de Poleymieux à Couzon.

Épais de 0 à 2 m, ces niveaux renferment *Teloceras bladgeniforme*.

A la suite de cette nouvelle et très longue phase d'instabilité marine, le Bajocien supérieur correspond à une épaisse série de calcaire marneux, tendre, gris bleuté, plus ou moins siliceux, connu sous le nom de *ciret*. Il n'y a que de rares coupes naturelles de ces assises qui couronnent les sommets du Mont-d'Or et ainsi se rencontrent sous forme de longues accumulations de pierres rassemblées par l'Homme. On peut les observer cependant sur la route de Poleymieux à la Croix-de-Prese et sur celle de Poleymieux à Couzon. La faune est pauvre mais on peut la recueillir dans des blocs à fossiles silicifiés alors très bien conservés : *Parkinsonia arietis*, *P. cf. parkinsoni*, *Garantia garanti*, *G. baculata*, *Strenoceras niortense*... et groupes divers.

Bien souvent, le *ciret* débute directement au-dessus de la surface durcie des calcaires à entroques. Cela ne signifie cependant pas toujours qu'il y ait lacune du Bajocien moyen puisqu'on connaît localement des *Stephanoceras* à la base du *ciret* (route militaire du mont Verdun).

Enfin, dans des calcaires cristallins jaunâtres emballés sous forme de galets dans la brèche récente du Paillet, il a été trouvé des *Parkinsonia* de cachet plus récent.

L'épaisseur est difficile à évaluer en raison de l'érosion : on admet 60 à 80 mètres.

j2. **Bathonien. Calcaire oolithique à chailles.** Au Paillet la série se termine avec la base de la barre calcaire de l'Aalénien ; au Mont-d'Or elle s'achève avec le Bajocien ; à Civrieux et à Saint-Jean-des-Vignes le Bathonien a été respecté par l'érosion.

C'est une importante et massive série de calcaire blanc oolithique, avec chailles dans la partie supérieure, dont on ne connaît pas la base donc le contact avec le Bajocien, ni le sommet enlevé par érosion. Jadis ce calcaire, dont on voit quelques dizaines de mètres d'épaisseur, a été exploité dans les carrières de Lissieu qui montrent assez bien la roche mais sont célèbres pour leurs fentes remplies d'argile sidérolithique avec faunes de Vertébrés éocènes et miocènes.

Terrains sédimentaires tertiaires de remblaiement du Fossé rhodanien

Les formations tertiaires sont épaisses dans les parties subsidentes du fossé rhodanien où elles sont bien conservées. Sur les bordures elles sont à la fois beaucoup plus minces et en grande partie déblayées par l'érosion : elles ne subsistent que sous forme de lambeaux peu importants.

eC. **Calcaire pisolithique (âge ?)**. Dans l'angle nord-ouest du territoire de la carte, sur le Lias moyen du massif de Saint-Jean-des-Vignes, subsiste un lambeau de calcaire rognonneux, pisolithique, blanc ou rosé, sans fossiles. Son âge est inconnu.

g. **Brèches diverses (âge ?)**. En relation avec les terrains secondaires et presque toujours formées directement à leurs dépens (calcaires), existent des formations grossièrement détritiques, bréchiques consolidées, jaunes ou rouges. Les principales recouvrent le lambeau du Paillet ; la plus connue est celle de Curis.

Aucune n'a livré de fossile : leur âge est strictement inconnu bien qu'on pense couramment à l'Oligocène en raison de l'analogie de faciès avec les importantes séries conglomératiques trouvées en sondages dans l'Est lyonnais.

mC. **Formation caillouteuse de la Croix-Laval (âge ?)**. Confondue jadis avec les formations résiduelles, la formation dite de la Croix-Laval recouvre le plateau situé au Nord-Ouest de Charbonnières. C'est une formation caillouteuse profondément altérée, sans fossiles donc d'âge strictement inconnu, respectée par l'érosion sur le Plateau lyonnais.

Sidérolithique : p. Pliocène ; m. Miocène ; e. Éocène. Le résidu de l'érosion des séries sédimentaires secondaires se retrouve en remplissage des réseaux karstiques creusés dans les barres calcaires. Ceci est le résultat de la longue période d'émersion du Crétacé et du début des temps tertiaires : les phénomènes d'érosion ont été considérables puisque toutes les karstifications régionales remontent à cette époque et que les surfaces d'érosion acquises alors sont proches des surfaces actuelles.

Quelques témoins de ces remplissages karstiques ont été découverts :

• e — Des fentes et poches karstiques creusées dans les calcaires bathoniens du lambeau de Civrieux, à Lissieu-la-Clôtre ont été remplies par des argiles et sables ferrugineux renfermant des fossiles d'âge lutétien : *Lophiodon rhinoceros*, *Chasmothorium cartieri*, *Propalaeotherium isselanum*, *P. parvulum*... ; *Planorbis pseudoammonius*. L'âge approximatif serait de 42 MA.

• m — Au mont Cindre, dans les calcaires aaléniens, la fente dite de Vieux-Collonges était remplie d'une argile ferrugineuse exceptionnellement riche en Vertébrés d'âge miocène dont les associations caractéristiques sont : *Procervulus*, *Micromeryx*, *Cainotherium*, *Eotragus* pour les gros Mammifères ; *Peratherium*, *Melissiodon*, *Cricetodon*, *Neocometes*, *Spermophilinus* pour les Micromammifères. L'âge approximatif du gisement serait de 18 MA.

A Lissieu (lambeau de Civrieux) une autre fente dans le calcaire bathonien (carrère supérieure) a livré des Vertébrés miocènes bien que nettement plus récents : *Apodemus primaevus*, *Muscardinus vireti*, *Glirulus lissiensis*, *Kowalskia lavocati*. L'âge serait voisin de 7,5 MA.

• p — Dans les calcaires sinémuriens du mont Narcel, une poche karstique remplie d'argile jaune à galets a livré jadis des restes tels *Elephas meridionalis* et *Hippopotamus major* ce qui correspond à un âge pliocène.

m2a. **Miocène inférieur marin. Sables calcaires et micacés.** Très importants dans le sous-sol de l'Est lyonnais les terrains miocènes n'affleurent que peu sur le territoire de la carte, alors qu'ils s'étalent sur de vastes surfaces plus au Sud.

A partir de l'Helvétien, une large transgression partie du bras de mer péri-alpin déborde sur le Bas-Dauphiné, atteint les régions de Lyon et de Pont-d'Ain et fait sentir son influence sur le fossé bressan.

Les sédiments sont avant tout des sables calcaires et micacés, jaune clair ou gris, à grain fin, capricieusement consolidés en molasse et d'origine alpine. Ils envahissent tout le bassin de sédimentation jusqu'à sa rive occidentale. Les balmes de Saint-Fons constituent la localité la plus remarquable pour leur étude (carte Givors) ; la faune est assez pauvre (Bryozoaires, Brachiopodes, Balanes ; voir David, 1967) ; on désigne ce faciès sous le nom de *Sables de Saint-Fons*. Il n'affleure guère qu'à la base de la colline de la Croix-Rousse.

En bordure du rivage, le long du Massif Central existe un faciès détritique allant du conglomérat au sable argileux ; les éléments sont ceux de toutes les roches du Massif Central y compris les calcaires du Lias, alors que le ciment est argilo-ferrugineux. La couleur est rouge, parfois verte. Ce faciès n'existe que dans les estuaires des rivières descendant du Plateau central ; les rivières repérées et de direction SW—NE (varisque) arrivent dans des golfes qui sont du Nord au Sud : golfe de la Belle Allemande au Nord de la Croix-Rousse, golfe de la Mulatière, golfe de Pierre Bénite... Ce faciès d'estuaires est appelé *Cailloutis du Jardin des Plantes*. En effet il est connu sur les pentes de la colline de la Croix-Rousse (funiculaire Croix-Paquet, ex-jardin des Plantes). Les fossiles sont nombreux, en mauvais état de conservation, correspondant à la zone rocheuse littorale (*Balanus, Trochus, Patella, Ostrea, Anomia, Lima*, Bryozoaires, Brachiopodes ; voir Roman, 1926, p. 219). On a retrouvé la même faune à Saint-Paul au pied de la colline de Fourvière, dans le funiculaire de Saint-Jean et dans le tunnel du chemin de fer sous Fourvière.

m2b. **Miocène supérieur continental. Conglomérats, argiles et sables.** La série miocène montre vers le haut le remplacement de l'eau marine par l'eau saumâtre (*Nassa michaudi*) puis par l'eau douce. Le faciès devient peu à peu plus grossier (cailloutis puis conglomérats), plus coloré par les sels de fer. En bordure occidentale du bassin c'est le caractère argileux qui domine. Les coupes classiques de ce Miocène supérieur continental (Tortonien) sont celles du Vernay au Nord-Est du pont de Collonges et celles des funiculaires de la Croix-Rousse. Les formations argilo-sableuses se retrouvent sur les versants de la Croix-Rousse et de Fourvière où elles sont repérées lors des travaux et par sondages ; on leur a donné localement le nom d'*Argile des Chazeaux* et d'*Argile de l'École de tissage*. La faune est importante par place soit comme Mollusques continentaux (*Zonites colonjoni, Helix valentinensis, Planorbis divers, Bithynia leberonensis, Limnaea...*) soit comme Vertébrés (*Hipparion, Rhinoceros, Mastodon, Dinotherium, Tragocerus...*). L'âge des gisements croix-roussiens serait proche de 11 MA.

Tout au long de la côte de Dombes, existe une formation argileuse fréquemment entrecoupée ou surmontée de sables. Entre Neyron et la Boisse cette formation a été classiquement attribuée au Pliocène inférieur (dit de faciès bressan) sur la foi de l'attribution stratigraphique de divers Mollusques. La découverte des Vertébrés et la révision des Mollusques donnent désormais un âge miocène supérieur (Valésien, 10 MA) à la faune dite du « ravin de Sermenaz » ou de Bas Neyron (Mein, Truc et Ballesio, 1972).

Sur le territoire de la carte, il est particulièrement difficile de dresser une stratigraphie et d'apprécier l'épaisseur des séries miocènes. Il n'y a pratiquement aucun affleurement et les seuls renseignements proviennent des sondages et travaux plus ou moins anciens. Vers l'Est, dans l'axe du fossé rhodanien, le Miocène a plusieurs centaines de mètres d'épaisseur (300 m). Sur les bordures du Massif Central, il est plaqué sur un relief préexistant très irrégulier, il est détruit par les érosions ultérieures, donc son épaisseur varie très vite d'un lieu à l'autre.

p1c. **Pliocène. Marnes, argiles, sables et couches de lignites.** Le Pliocène lacustre et fluviatile largement développé en Bresse, loin vers le Nord n'a pas été repéré avec certitude sur la carte. En effet, en cette région, il semble localisé au fond du réseau hydrographique creusé dans le Miocène : alors la similitude des faciès argileux est quasi totale et seule l'étude de fossiles suffisamment caractéristiques (Micromammi-

fières, pollens) peut conduire à séparer les deux formations emboîtées l'une dans l'autre. Ceci explique les attributions anciennes et les rectifications récentes. Le Pliocène est toutefois mieux individualisé dans ses niveaux supérieurs et dans la région de Trévoux (*Sables de Trévoux*). A Reyrieux la faune est datée seulement de 3 MA. En dehors de quelques affleurements dans les vallons de la partie nord du val de Saône, le Pliocène a été rencontré à la sortie ouest du tunnel de chemin de fer de Collonges (*Mastodon arvernensis*) ; il aurait, sans preuves paléontologiques, également été trouvé dans quelques sondages des collines lyonnaises.

Terrains alluviaux et éoliens plio-quaternaires

Le fossé rhodanien, après avoir achevé une longue phase d'enfoncement plio-villafranchienne, subit une période d'exondation. Durant cette période, en principe plus courte que la phase de sédimentation, se déroule une phase de creusement analogue à celle d'âge mio-pliocène : c'est le Quaternaire.

Rien n'aurait dû troubler la succession régulière des étapes du creusement, si le phénomène glaciaire, commencé dès le Villafranchien d'ailleurs, n'avait provoqué l'avancée du glacier rhodanien au travers du fossé d'effondrement et par là même apporté des alluvions que les torrents et fleuves n'ont déblayées qu'en partie.

Les domaines glaciaires, fluvio-glaciaires et fluviatiles seront examinés séparément.

Témoins anciens

Fu₁, Fu₂, Fu₃. **Alluvions fluviatiles villafranchiennes.** La région lyonnaise ayant été quasi entièrement recouverte par la glace lors de la dernière glaciation (Würm), les restes liés à des glaciations plus anciennes ne peuvent être retrouvés que sur les bordures et sur les reliefs du pays englacé.

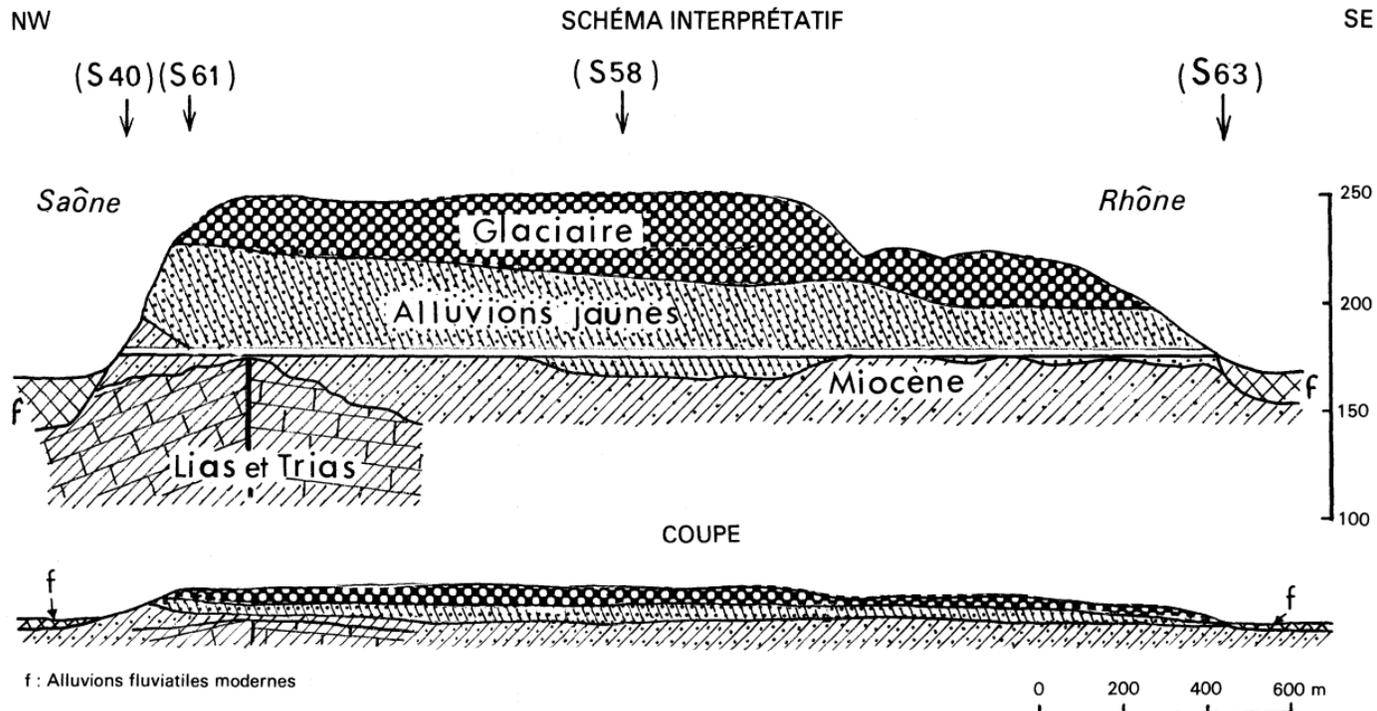
Entre Dardilly, Ecully et Francheville subsistent des alluvions dont le faciès de surface est bien connu : gros galets de quartzites dans une matrice argileuse. Les fossiles recueillis sont quelques Vertébrés (*Mastodon arvernensis*, *Elephas meridionalis*) et des Mollusques dans les faciès aquatiques du lœss accompagnant. Il y a parfaite homologie avec le Villafranchien-type de Chambaran.

Ces alluvions correspondent à la fin du comblement du fossé rhodanien (cycle pliocène). Le creusement quaternaire a laissé l'empreinte de trois paliers qui pour la première fois ont été tracés sur la carte : Fu₁, Fu₂ et Fu₃ ; leurs altitudes respectives sont voisines de 300, 275 et 250 mètres.

Fw. **Alluvions fluvio-glaciaires et fluviatiles anciennes.** Sur les bordures septentrionales, on connaît une formation importante, conservée en lisière de la cône de Dombes : ce sont les « alluvions jaunes » ainsi désignées par les anciens auteurs par opposition aux « alluvions grises » c'est-à-dire au fluvio-glaciaire wurmien. Ces alluvions jaunes paraissent avoir une extension limitée à un chenal est-ouest, de Meximieux au val de Saône, et de largeur assez faible (travaux de G. Monjuvent et A. Brun, 1963, inédits). Une telle répartition correspond sans doute à une vallée Ain-Rhône supérieur anté-glaciaire qui rejoignait la grande vallée Saône-Rhône au droit du Mont-d'Or. Ces alluvions jaunes peuvent être considérées comme un fluvio-glaciaire très distal, ou même comme un fluviatile, lié à une glaciation ancienne (Riss, Mindel ?...), et étalé dans cette vallée est-ouest. Même si aucune datation ne confirme ce point de vue il est séduisant de penser que l'érosion wurmienne aura déblayé une nouvelle vallée plus méridionale, entre la brèche d'Anthon et Lyon, respectant ainsi de façon exceptionnelle la vallée taillée dans le Tertiaire dombiste et remblayée par les alluvions jaunes.

En plus des trop rares affleurements de ces alluvions jaunes, la coupe établie le long du tunnel de chemin de fer de Caluire grâce aux relevés anciens (Cuvier, 1890) et aux sondages récents (David, 1967) donne une bonne idée de cette formation et de ses relations avec les terrains encaissants (fig. 3).

Fig. 3 - Coupe du plateau de Dombes le long du tunnel du chemin de fer de Caluire



Les sondages entre parenthèses ne sont pas sur le trajet de la coupe. Les "alluvions jaunes" comblent une dépression creusée dans le substratum miocène (et secondaire) ; elles sont antérieures au complexe morainique wurmien du plateau et représentent un Quaternaire ancien

Complexes morainiques wurmiens

Sous le vocable de « moraines » sont rassemblés tous les terrains alluviaux liés directement aux glaciers à l'exception des alluvions fluvio-glaciaires ou l'intervention des eaux courantes de fusion est prépondérante.

Les deux faciès principaux sont :

— *les moraines argileuses* (= argile à blocs) de caractère hétérométrique depuis l'argile jusqu'aux blocs erratiques et à galets striés fréquents ; elles tirent leur origine principale des moraines d'ablation (= de surface) du glacier vivant ; comme telles, elles sont souvent superposées au faciès ci-après ; mais elles correspondent aussi aux moraines de Fond ;

— *les moraines caillouteuses* (= moraines à éléments calibrés) ont une structure en lits réguliers dont les éléments sont calibrés et orientés ; ce caractère leur confère un faciès pseudo-fluviatile, source de confusion, mais la structure n'est pas entrecroisée ; elles proviennent des moraines feuilletées (internes).

On a jadis souvent désigné ce faciès caillouteux sous les termes locaux de « Pré-glaciaire » ou « alluvions grises » en le confondant avec des alluvions véritablement fluvio-glaciaires.

Bien sûr existent aussi des formations sous-glaciaires, des kames (terrasses adventives), des dépôts glacio-lacustres, etc. qui font partie du complexe morainique non différencié sur la carte.

Gx1-2. Stades du maximum et de Fourvière. Le glacier du Rhône franchit le rebord du plateau de Dombes et s'étale en un grand arc de cercle, librement vers le Nord hors de la carte. Vers le Sud-Ouest, son front arrive dans la vallée du grand fleuve (Saône actuelle) et évidemment ne peut aller au-delà, les reliefs dressant une barrière infranchissable.

Dans les vallées le remaniement fluvio-glaciaire est tel que toutes les alluvions ont été rangées dans cette catégorie. Sur le plateau de Dombes il n'est pas possible de séparer les deux stades de retrait glaciaire.

Gx2. Phase de Fourvière. Lorsque le glacier abandonne définitivement les vallées périphériques, il se trouve pour un temps, sans doute assez court, suspendu sur une ligne de collines. Il s'arrête sur le plateau dombiste, sur la Croix-Rousse, puis sur les collines de Fourvière, Sainte-Foy, Saint-Genis. Là où les constructions ne sont pas trop denses, les moraines dessinent une topographie très fraîche : crêtes parallèles correspondant à des retraits successifs, crêtes transverses au bord des dépressions où des langues glaciaires descendaient encore plus à l'Ouest, dolines, blocs erratiques géants...

Gx3. Stade de Neyron. Pendant une assez longue période, le glacier va buter contre les collines Fourvière—Millery et, sans doute, la côtière de Dombes, tandis que loin au Sud il dégage déjà les sommets des balmes viennoises. Par ses oscillations il accumule une relativement grande épaisseur d'alluvions contre ces reliefs (Neyron) ; l'eau de fusion y dessine des replats et chenaux à mi-pente (Mulatière = replat du Roule).

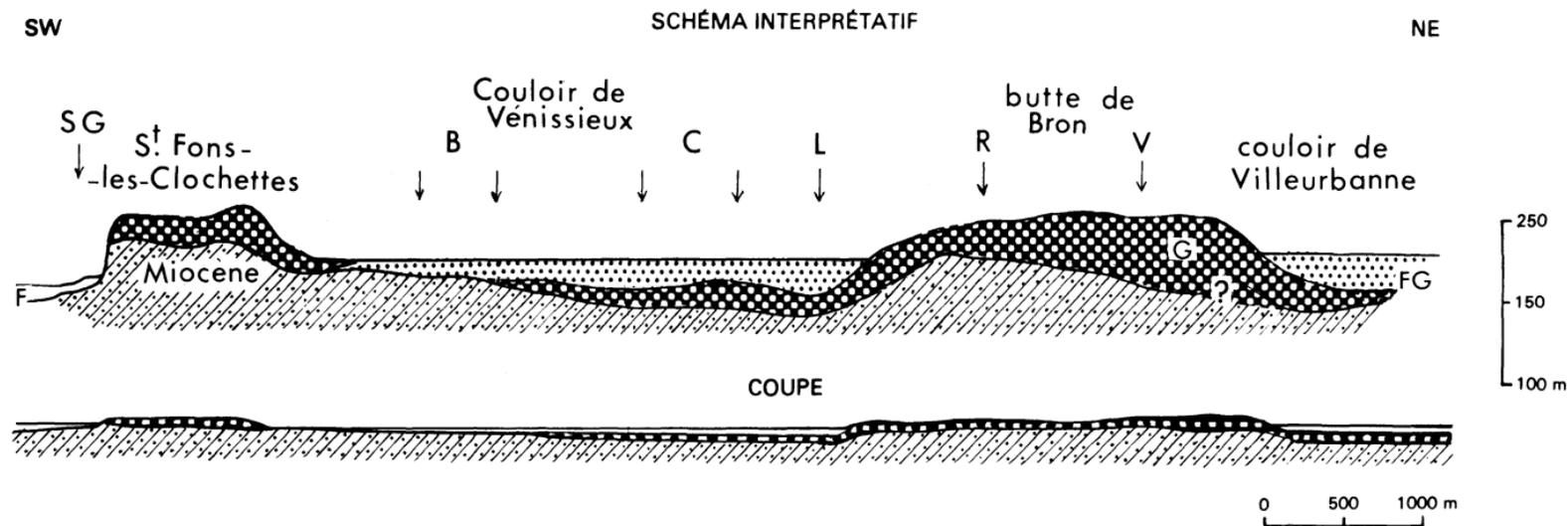
Gx4. Phases de l'Est lyonnais. Dans l'Est lyonnais, les points de repère manquent pour jalonner le retrait du glacier qui devait d'ailleurs être plus régulier (en négligeant quelques vastes oscillations annuelles) qu'en région plus accidentée. Certaines phases particulières ont pu être repérées telle celle qui fit abandonner le couloir de Décines par les eaux de fusion.

Seules les collines radiales portent les moraines de cet âge avec une morphologie identique à celle des collines de Fourvière. Dans le fond des couloirs seuls ce sont les sondages qui ont permis de suivre la continuité du manteau morainique.

Nappes alluviales fluvio-glaciaires wurmiennes

Liées à chacun des stades de retrait du glacier wurmien, d'importantes nappes alluviales fluvio-glaciaires remplissent toutes les anciennes vallées ou dépressions de la région. Elles sont presque toujours bien conservées.

Fig. 4 - Coupe en travers des couloirs et des collines radiales de l'Est lyonnais :
du plateau de Saint-Fons à la plaine de Villeurbanne en passant par le couloir de Vénissieux et la butte de Bron



Sondages : SG, Saint-Gobain ; B, Berliet (2) ; C, Coignet (2) ; L, Lenzbourg ; R, réservoir de Parilly ; V, hospice du Vinatier

F : Alluvions fluviales modernes

FG : Alluvions fluvio-glaciaires

G : Complexes morainiques

La composition de ces nappes alluviales est toujours la même :

- à la base, au fond de la vallée, des dépôts glaciaires, moraines de faciès argileux dominant avec blocs erratiques, datant de la phase immédiatement antérieure ;
- au-dessus, des dépôts liés au complexe glaciaire, de faciès très irrégulier en fonction des avancées et reculs successifs du front glaciaire : moraines de tous faciès, glacio-lacustre, fluvio-glaciaire, etc.
- au sommet, en surface de la plaine, le caractère fluvio-glaciaire s'accroît : les eaux de fusion ont lessivé la partie supérieure des dépôts puis, à mesure que le glacier s'éloignait, elles ont apporté et étalé des alluvions fluvio-glaciaires de plus en plus distales.

L'écoulement de l'eau à la surface de telles plaines se faisait en nappes et non en chenaux, d'où une surface particulièrement plane contrastant avec la surface des terrasses fluviales.

D'autre part la pente longitudinale de ces nappes alluviales est élevée : c'est un écoulement et un étalement par des eaux de fusion extrêmement abondantes, non un dépôt de fleuve déroulant ses méandres sur une pente quasi nulle. La pente est fonction de l'éloignement du front glaciaire par rapport au grand collecteur fluvial rassemblant l'ensemble des chenaux fluvio-glaciaires. Elle varie de 2 à 7/1 000 selon les couloirs.

FGx1-2. Fluvio-glaciaire des vallées périphériques. Les vallées de la Saône en amont de Vaise et de l'Yzeron renferment des nappes fluvio-glaciaires liées aux stades du maximum ou de Fourvière.

Ces nappes sont bien conservées dans la vallée de l'Yzeron ; dans le val de Saône la rivière post-wurmienne a démantelé la formation fluvio-glaciaire (gisements de Rochecardon, Fontaines, Sathonay, Saint-Germain).

FGx3. Fluvio-glaciaire de la côtière de Dombes. Les nappes alluviales liées au stade de Neyron ne sont guère conservées car le glacier butait contre un amphithéâtre de collines quasi continu (côtière de Dombes, collines Fourvière—Millery...). L'écoulement des eaux de fusion était en grande partie sous-glaciaire ; les chenaux latéraux et frontaux ont laissé quelques placages alluviaux au flanc des collines : Neyron, Mulatière.

FGx5. Fluvio-glaciaire des couloirs de l'Est lyonnais. Les nappes alluviales liées aux phases de l'Est lyonnais et au stade de Grenay sont les plus belles de la région. Reconnaissables depuis fort longtemps elles ont été assimilées à des terrasses (15-20 m), puis à des nappes de raccordement ou de comblement fluvio-glaciaires. Ce sont elles qui dessinent un remarquable éventail entre les collines de l'Est lyonnais et descendent des moraines du stade de Grenay jusqu'à la vallée fluviale actuelle. Leur constitution est typiquement celle décrite au titre des caractères généraux des nappes fluvio-glaciaires.

Leur pente varie de 3,3 à 7/1 000, un peu plus forte à l'amont, un peu plus faible à l'aval. Leur altitude au-dessus du lit majeur actuel varie avec la position de l'emboîtement par rapport à l'ancien collecteur fluvial : 9,80 m à Villeurbanne-Cusset, 8 m à Lyon 8^e arr. ; l'altitude du fleuve-collecteur ne devait donc être qu'à environ 5 m au-dessus du Rhône d'aujourd'hui.

Alluvions fluviales wurmiennes

Des terrasses accompagnent les stades de retrait du glacier wurmien : elles sont le prolongement des nappes fluvio-glaciaires avec lesquelles la limite est parfois arbitraire. Lorsque les eaux de fusion glaciaires se rejoignent en un collecteur unique, d'abord est-ouest puis rhodanien, la pente de leur dépôt devient inférieure à 1/1 000, on entre dans le domaine fluvial.

Fx2, Fx3, Fx4, Fx5. Alluvions du confluent Saône—Azergues. Les distinctions établies par P. Russo pour la 1^{ère} édition ont été maintenues. C'est une série de quatre

niveaux qui pour les plus hauts sont simplement recouverts de formations alluviales résiduelles et pour les plus bas correspondent à de vraies terrasses.

A des quartzites et autres roches alpines se mêlent des galets provenant de la Saône et de ses affluents. Une fraction importante est également constituée par des argiles, des sables feldspathiques, des colluvions locales, etc. Quand le faciès est plus caillouteux il a été noté sur la carte.

Fx5v. Terrasse de Villeurbanne. En arrivant à l'extrémité de la butte de Bron (colline radiale), les nappes fluvioglaciales des couloirs de Villeurbanne et de Vénissieux se rejoignent en une terrasse pour laquelle on peut conserver le nom classique de Terrasse de Villeurbanne. Elle correspond donc au stade glaciaire de Grenay. On trouve cette surface alluviale fluviatile dans divers quartiers de Villeurbanne et de Lyon-Montchat ou Monplaisir (3e et 8e arrondissements). Sa limite avec les nappes fluvioglaciales n'a bien sûr pas pu être tracée puisqu'elle est progressive. Elle se retrouve à Oullins sur la rive droite du Rhône. Elle domine la plaine alluviale actuelle de 4 à 8 m environ selon les points (9 m au promontoire de Cusset).

Fx6. Terrasse de la Guillotière. Légèrement en contrebas du niveau de Villeurbanne existe sur une partie des 3e, 7e et 8e arrondissements de Lyon et sur Vénissieux, une terrasse plus basse mais au-dessus de la plaine d'inondation historique. Ce niveau intermédiaire peut être désigné sous le nom de Terrasse de la Guillotière.

On peut imaginer que ce niveau correspond au stade glaciaire de Mostel.

Autres formations quaternaires

Fy-z. Alluvions fluviatiles modernes. Les alluvions post-wurmiennes, jusqu'aux actuelles comprises, existent dans les grandes vallées, Saône et Rhône ; d'autres tapissent également le fond des thalwegs de certains de leurs affluents. Elles n'ont pas fait l'objet de distinctions particulières, mais pour le domaine rhodanien ont été repérés, le plus possible, d'anciens méandres, bras, chenaux, rebords de terrasses, etc. dont l'utilité peut être assez grande aussi bien pour l'urbanisme que pour l'hydrogéologie.

Jy-z. Cônes de déjection torrentiels. Nés dès le départ des glaces wurmiennes sur les pentes des reliefs suffisants, des cônes torrentiels peuvent exister à la base de chaque ravin. Ils sont particulièrement fréquents le long de la côtière de Dombes, surtout côté Rhône, entre Miribel et la Boisse. La plupart s'accroissent encore.

Le matériau constitutif est évidemment d'origine locale et dépend de la nature de la colline à l'endroit même où l'érosion a créé le ravin.

Le cône de Genay (côtière de Saône) est couvert de lœss.

Œu. Lœss villafranchien. Sur le versant occidental du Mont-d'Or existe une couverture de lœss conservée essentiellement entre les thalwegs du plateau cristallin. Une partie de ce lœss est ancienne ; intercalés dans le faciès friable banal existent des lentilles de calcaires lacustres, d'où le nom de « lœss à bancs durcis » donné à la formation. On a récolté jadis quelques Gastéropodes tels *Zonites* et *Tryptichia* prouvant l'âge villafranchien (cf. lœss de Saint-Vallier).

Œu-w. Lœss et limons anciens. Sur le Plateau lyonnais, toujours au Sud-Ouest du Mont-d'Or puisque c'est le seul secteur épargné par la glaciation, il existe des recouvrements de lœss et limons d'âge variable échelonné du Villafranchien au Pré-Wurmien (voir M. Thorat et H. Gauthier, 1949).

A l'ancienne tuilerie-briqueterie de Limonest, sur le socle, existe un limon argileux avec concrétions et taches de limonite ou de manganèse ; par-dessus est un second limon, fendillé, non calcaire, à points noirs, recouverts par un paléosol puis par le lœss wurmien.

Presque tous ces limons résultent de l'évolution de lœss et l'un d'eux est même recouvert par le lœss à bancs durcis villafranchien.

CEX. Læss et limons wurmiens. Dépôt éolien bien connu, fin, friable, siliceux, calcaire et argileux, parfois ferrugineux, formant un revêtement de 0 à 8 m d'épaisseur sur les terrains anté-wurmiens à la périphérie du front glaciaire maximum et sur les dépôts glaciaires de retrait jusqu'au stade de Grenay. Comme pour les læss plus anciens existent quelques rares lits de cailloutis entraînés par le ruissellement et des concrétions de carbonates (*poupées*, rhizocolles). Souvent le læss est décalcifié sinon d'origine du moins secondairement et pour sa partie supérieure : c'est le lehm mais les limites ne sont pas représentables valablement sur la carte.

La faune est partout abondante sauf dans les zones décalcifiées : *Fruticicolla hispida*, *Arianta arbustorum*, *Succinea oblonga*, *Pupilla muscorum*, *Columella columella*... pour les Gastéropodes. On a localement trouvé quelques squelettes de grands Mammifères *Elephas primigenius* à Lyon-Choulans, *Bison priscus* à Saint-Germain-au-Mont-d'Or, *Equus caballus*, *Cervus tarandus*, etc.

Formations superficielles

Une part importante des formations superficielles possède un âge indéci. Si la plupart du temps il s'agit de formations quaternaires en raison de l'importance des phénomènes périglaciaires, on ne doit pas exclure pour quelques unes (résidus caillouteux...) un âge tertiaire ni oublier que beaucoup ont continué à évoluer durant l'Holocène. Pour cette raison et pour ne pas surcharger la carte, l'indice d'âge n'a donc en général pas été indiqué.

RI-j. Formations résiduelles développées sur des formations jurassiques. Localisées dans l'angle nord-ouest du territoire de la carte, sur les terrains secondaires de Saint-Jean-des-Vignes, existent quelques formations résiduelles nées aux dépens de ces terrains sédimentaires : plaquettes calcaires ou siliceuses et chailles tapissent quelques surfaces d'aplanissement.

RC. Formations résiduelles et colluvions du pourtour du Mont-d'Or. Sur le pourtour du Mont-d'Or, des formations résiduelles de même type que ci-dessus sont de plus mêlées à des formations læssiques ou même alluviales. Il en résulte un revêtement très hétérogène, argileux ou limoneux, à plaquettes calcaires, chailles et galets dont la composition et l'épaisseur varient considérablement d'un point à l'autre.

CR. Colluvions et formations résiduelles du Plateau lyonnais. Le Plateau lyonnais est recouvert très souvent de placages d'arènes sablo-argileuses mêlées à des fragments de roches du socle (granites, gneiss, microgranites, quartz...) et à des galets siliceux issus des formations villafranchiennes (ou plus anciennes ?). Cette formation est parfois consolidée par un ciment argilo-ferrugineux (*bétain*).

On distingue de telles formations grâce à la présence d'arène abondante et de roches du socle, à la rareté des galets alpins ; mais il est évident qu'en pays couvert il est parfois délicat de faire la différence avec les placages résiduels des alluvions villafranchiennes. Il y a toutes les transitions avec les formations résiduelles désignées ci-dessus par RC.

ES. Éboulis et dépôts soliflués. Sur tous les versants et surtout à leur pied peut exister un manteau discontinu, parfois épais, de terre argileuse, læss et limon enrobant des fragments de calcaires ou des galets de toute nature. Ces éboulis se forment encore aujourd'hui et les plus anciens remontent au tout début du Quaternaire ; c'est lors des glaciations, en temps que phénomène périglaciaire, que leur formation fut la plus intense. Leurs conditions génétiques, donc leur âge, se retrouvent parfois à travers leur nature observable.

Ainsi sur les pentes du Mont-d'Or existent deux éboulis superposés mis en évidence jadis par G. Mazonot : un éboulis inférieur épais, à matrice partiellement læssique, d'origine périglaciaire et d'âge wurmien ; un éboulis supérieur, mince, formé aux dépens du précédent par ruissellement et décalcification au cours de l'Holocène. L'un des tufs décrits ci-après est associé à l'éboulis supérieur.

Uy. **Tufs post-wurmiens.** Très localement, en particulier sur les pentes des côtières de Dombes, peuvent exister quelques dépôts de concrétionnement calcaires accompagnant des émergences d'eaux souterraines. Ces tufs sont post-wurmiens, ils peuvent se former encore et n'ont donc pas d'âge particulier. Dans le Mont-d'Or des tufs récents sont associés à des émergences qui jalonnent les combes Saint-Paul à Poleymieux : il s'agit de tufs calcaires très poreux, contenant de nombreux moules externes de végétaux. D'autres ont été découverts sur le versant qui domine Couzon ; ils ont livré quelques végétaux mais ne sont guère visibles qu'à l'occasion de travaux (voir David, Méon-Vilain et Samuel, 1974).

Ly. **Dépôts lacustres post-wurmiens. Argiles micacées et sables.** Le grand marais des Echets (Dombes) est en partie remblayé par une argile bleuâtre micacée et un sable siliceux très fin.

Le lac en grande partie artificiel du parc de la Tête-d'Or à Lyon se comble également par un limon argileux très fin mais il a été curé en 1975.

Ty. **Tourbes post-wurmiennes.** Dans la partie basse du grand marais des Echets existe une tourbière infra-aquatique dans laquelle on a reconnu sur 4,30 m d'épaisseur trois phases sylvatiques : 1, coudraie ; 2, chênaie mixte et noisetier ; 3, forêt mixte de bouleau, hêtre et aulne.

X. **Dépôts anthropiques.** Les dépôts artificiels sont de plus en plus nombreux et vastes dans des zones ainsi couvertes par les agglomérations urbaines. Il n'est désormais plus possible de tous les inscrire sur la carte. Seuls les plus importants, les plus épais, et les mieux circonscrits sont repérés : gares de Lozanne et de Saint-Germain, canal de Jonage, autoroute A6... Mais il faut savoir que la quasi-totalité de la presqu'île lyonnaise (1er et 2e arrondissements) est remblayée sur 1 à 6 m d'épaisseur ; sur la rive gauche du Rhône divers secteurs urbains sont également remblayés.

Un symbole spécial a été utilisé pour signaler les anciennes carrières entièrement comblées, mais là encore ce n'est qu'un petit nombre qui a pu être indiqué.

OCCUPATION DU SOL

SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES

Le territoire de la carte est en grande partie occupé par l'agglomération lyonnaise et, par conséquent, les caractéristiques agricoles des sols ne gardent d'intérêt que dans des secteurs localisés.

Les terrains cristallins des monts du Lyonnais ont une décomposition superficielle suffisante pour supporter en alternance des forêts et des prés et champs. Les champs sont consacrés à une polyculture céréalière alors que l'élevage atteint 60 à 80 %. Le paysage du Plateau lyonnais est très composite jusqu'aux portes de la ville, avec des vergers ajoutés à la polyculture. Le sol est un *sol brun acide*, sauf aux abords des massifs sédimentaires ou des placages d'alluvions, par enrichissement latéral en calcium et passage à un sol brun calcaire.

Sur le lœss (Dombes en particulier) on trouve un *sol brun calcaire* à peine décarbonaté dans sa partie superficielle. Il est apte à toutes les cultures et se classe comme le plus riche de tous les sols régionaux. Les éboulis et colluvions lœssiques (Mont-d'Or en particulier) sont aussi recouverts de sols bruns calcaires mais de texture et de nature plus variables. Les séries marneuses ou gréseuses, le bas des pentes calcaires sont aussi couverts de sols bruns.

Sur les moraines c'est encore un *sol brun* peu calcaire avec humus de type Mull qui se développe ; il suit les rapides variations dans la composition de la moraine à faciès argileux. Il est favorable à la culture des arbres fruitiers (collines au Sud et Sud-Est

de Lyon) mais, si le drainage est faible, un horizon à gley peut se développer. Ainsi la Dombes possède surtout des sols compacts et médiocres : 50 % des terres sont en pâtures, 25 % en prés de fauche et 25 % en terres labourables qui alternent avec les étangs selon un système très particulier à la région.

Les sols *alluviaux* couvrent les couloirs fluvio-glaciaires, les vallées du Rhône et de la Saône. On ne peut les classer en fonction de la roche-mère (siliceuse en Saône, calcaire ailleurs) car des apports latéraux peuvent apporter des carbonates, tandis qu'un lessivage peut entraîner une décarbonatation superficielle. Ces sols sont le plus souvent calcaires bien que pouvant descendre au-dessous de 3 % de CaCO_3 . Sur les terres caillouteuses et sèches du Bas-Dauphiné les rendements en céréales sont meilleurs mais polyculture et élevage se partagent aussi le sol. En fait, sur le territoire de la carte, l'urbanisation a fait disparaître la quasi-totalité des exploitations agricoles qui ne subsistent que plus loin vers l'Est.

Les sommets et les pentes des pays calcaires (Mont-d'Or, Saint-Jean, Civrieux) n'ont qu'un sol calcimorphe très réduit (*rendzines*). Les pointements de roches cristallines correspondent à ce qu'on appelle des *sols squelettiques*.

URBANISME ET GÉOTECHNIQUE

Les multiples problèmes liés au génie civil d'une grande agglomération comportent des données importantes d'ordre géologique. En raison de la variété des matériaux constituant le sous-sol lyonnais les problèmes sont trop variés pour être traités ici : ils ne seront qu'évoqués.

Les problèmes de fondation pour les immeubles sont fonction de la nature des roches mais on peut dire que tous les sols régionaux sont bons. La seule difficulté est due au relief : les rebords des plateaux (Plateau lyonnais, Dombes) sont des abrupts de plus de 100 m de hauteur appelés *côtières* ou *balmes* (Fourvière, Croix-Rousse, côtière dombiste de Rhône et de Saône). Leur recouvrement par des terrains tertiaires et quaternaires, leur enveloppe par un manteau plus ou moins glissé ne leur assure pas la stabilité voulue pour les constructions qui se développent pourtant sur leurs pentes. Depuis les éboulements catastrophiques de 1930-1932 les zones les plus sensibles sont interdites à la construction et pour les autres des études préliminaires sérieuses sont conseillées ou imposées.

Plusieurs tunnels existent à Lyon, les uns traversant le promontoire de la Croix-Rousse, les autres celui de Fourvière. On en trouvera quelques coupes schématiques dans les figures 5 et 6.

L'implantation des ponts, le creusement des galeries du métro n'ont intéressé que les zones superficielles et n'ont rencontré que des difficultés dues à l'imprégnation des alluvions modernes par des nappes aquifères très importantes.

Des glissements de terrains peuvent exister en fonction de la nature des roches. La série argileuse du Lias moyen montre, dans le Mont-d'Or, quelques glissements anciens (flanc ouest du mont Verdun). Les moraines de faciès argileux sont bien sûr le terrain le plus propice aux mouvements du sol ; même si l'on fait abstraction des pentes des plateaux évoquées ci-dessus, dès qu'une imprégnation par l'eau, soit naturelle, soit provoquée, est possible en association avec une pente faible, le glissement des moraines argileuses peut se produire (glissement dit de la Gravière à l'Ouest de Trion).

Fig. 5 - Coupe du promontoire de la Croix-Rousse selon le trajet de la rue Hénon

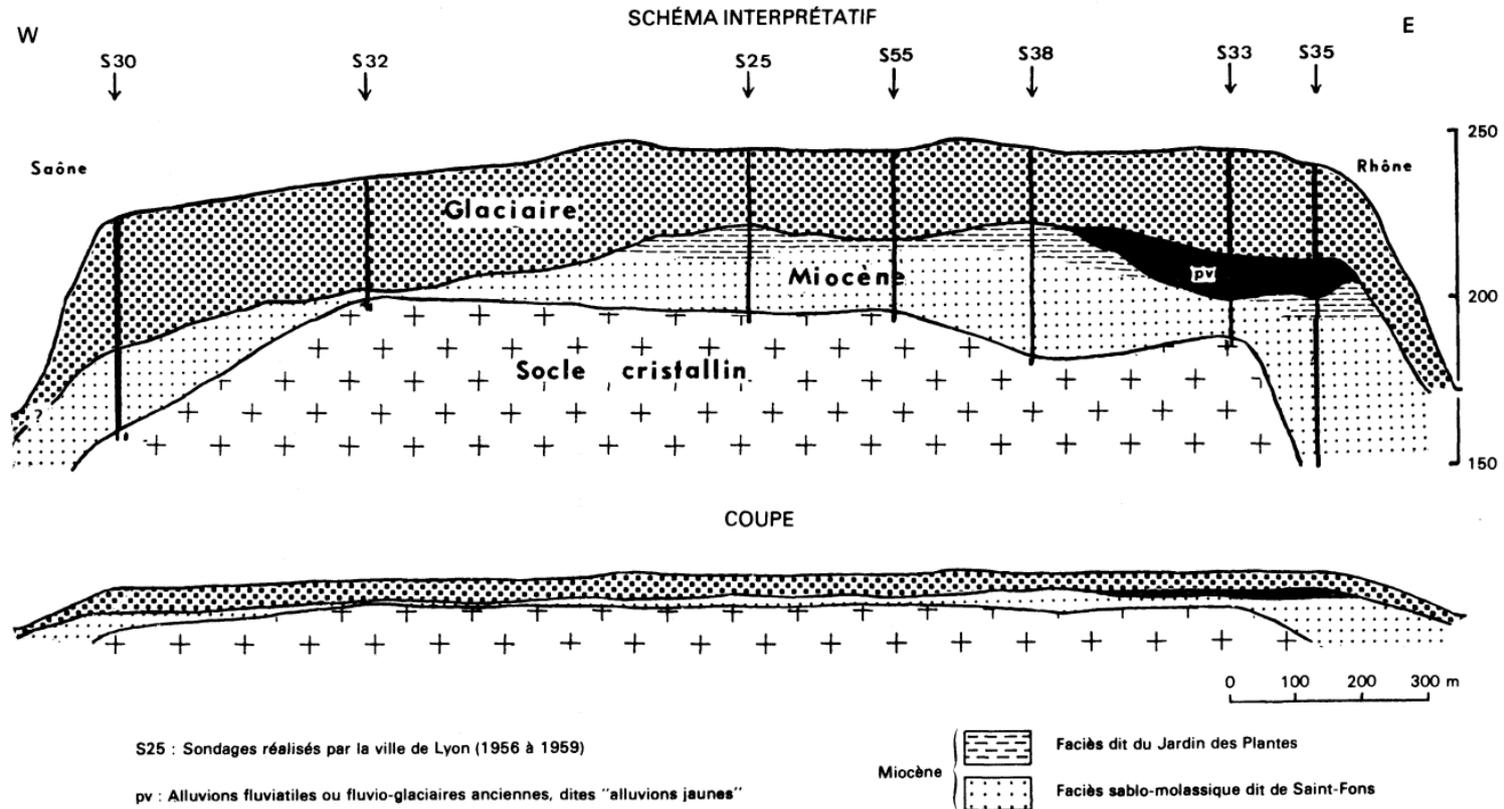
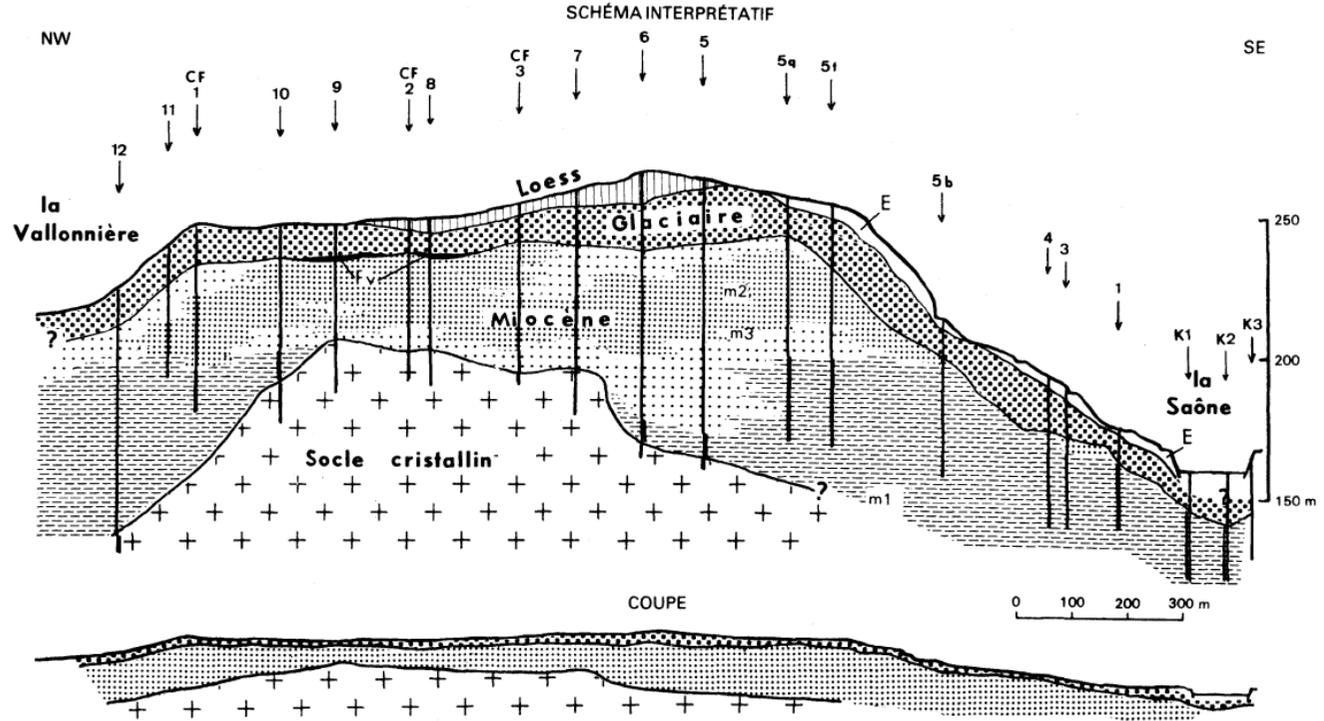


Fig. 6 - Coupe du promontoire de Fourvière le long du tunnel autoroutier



Sondages : Les sondages désignés par un nombre sont ceux réalisés pour les tunnels autoroutiers ; ceux marqués CF correspondent au tunnel du chemin de fer SNCF ; ceux marqués K ont été exécutés pour la reconstruction du pont Kitchener

Miocène

- m1 : Faciès caillouteux et conglomératique du Jardin des Plantes
- m2 : Faciès sableux de Saint-Fons
- m3 : Faciès argileux

Fv : Témoins des alluvions villafranchiennes
 E : Eboulis, terrains glissés et alluvions fluviales modernes

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Le Plateau lyonnais, formé de terrains cristallins sporadiquement recouverts de formations résiduelles argileuses, peut être considéré comme totalement dépourvu de ressources en eau. Ce n'est qu'à l'Ouest du territoire de la carte, dans les monts du Lyonnais, que la couverture arénique est suffisante pour donner naissance à des sources. L'eau est toujours superficielle ; elle est captée par des drains à la limite de la roche saine et du gore. Le débit n'est au mieux que de quelques litres par minute ; le degré hydrotimétrique n'est guère que de 5° et au-dessous ; le pH est voisin de 6,2 à 6,5.

Le massif du Mont-d'Or restitue une partie de l'eau infiltrée dans les séries calcaires sous la forme de quelques sources. En fait la série du Lias inférieur n'est sollicité que par quelques puits privés de Saint-Fortunat et seule celle du Lias supérieur a de l'eau en quantité notable mais de qualité suspecte ou mauvaise. Les sources principales sont celles déjà captées par les Romains (aqueduc du Mont-d'Or) : vallon de Poleymieux (les Gambins), vallons de Saint-Léonard, de Rochau, de Saint-Romain (fontaine d'Arche). D'autres sources existent à Couzon, sous le mont Verdun, etc. ainsi qu'au Paillet et à Civrieux.

Le plateau de Dombes renferme une nappe profonde qui imprègne les alluvions pliocènes ou villafranchiennes ou quaternaires anciennes sans qu'on puisse affirmer le caractère continu et homogène de la nappe. Le long des côtières, des émergences correspondent à cette nappe c'est-à-dire à l'eau qui s'arrête au contact du substratum argileux miocène. Dans le glaciaire sus-jacent existent des nappes locales, discontinues, plus ou moins profondes et polluées. Dans ce cadre il convient de signaler les nappes de la Croix-Rousse et de Fourvière pour leur intérêt historique et géotechnique : vers 230-240 m d'altitude, les argiles du Miocène terminal servent de niveau d'arrêt à une nappe importante nourrissant jadis de très nombreuses sources et aujourd'hui drainée par des galeries soigneusement entretenues.

Les seules nappes aquifères importantes sont donc les immenses nappes des alluvions fluvio-glaciaires et des alluvions fluviales modernes :

— *nappes des couloirs fluvio-glaciaires de l'Est lyonnais*. Chacun des couloirs est parcouru par une nappe aquifère profonde : peu abondante et parfois cloisonnée en amont, homogène et abondante à l'aval où elle rejoint la nappe rhodanienne. Il est aisé de connaître le bassin versant de ces nappes de couloirs, leurs relations réciproques et leur forme. Elles furent et sont encore exploitées de façon anarchique ce qui a conduit depuis très longtemps à un épuisement progressif de la nappe du couloir Heyrieux—Saint-Priest—Lyon 8e. D'autre part l'urbanisation galopante, souvent sans viabilité, de ces secteurs a causé une pollution, locale ou généralisée, qui entraîne l'abandon de tous les captages d'eau potable : il ne reste en 1976 que des captages situés sur le territoire des cartes voisines (Montluel et Givors), tous condamnés d'ailleurs. L'eau est plus minéralisée que celle des alluvions modernes.

— *nappe des alluvions modernes du Rhône*. La vaste plaine alluviale rhodanienne recèle une nappe particulièrement importante puisqu'elle est alimentée latéralement par le plateau dombiste et par tous les couloirs en plus de sa propre alimentation longitudinale par la pluie et le fleuve. Si jadis elle conditionna directement l'essor de la ville de Lyon, elle reste sollicitée par de nombreuses industries et fut ou reste exploitée pour l'eau potable de la Communauté urbaine : captages de Pierre-Bénite (abandonné), de Saint-Clair (en service) et de Vassieux (abandonné) pour la rive droite ; captages du Grand-Champ (abandonné) et de Bois-Perret (en service) pour la rive gauche ; captages de Charmy et de l'île de Rillieux, à l'amont et en plein développement, devant fournir un million de mètres cubes par jour. Il faut aussi ajouter les

captages de Décines et de Meyzieu, de Miribel, de Beynost et région. L'eau dite rhodanienne ne dépasse pas un degré hydrotimétrique total de 20° avec pH de 7,2 à 7,5.

— *nappes des alluvions de la Saône et de l'Azergues*. La nature même des alluvions de la Saône, leur extension plus faible, ne permet pas l'existence de nappes aussi abondantes qu'en domaine rhodanien. Cependant, en amont, diverses localités utilisent encore des captages d'eau potable (Neuville, Fleurieu, Saint-Germain, etc.). Plus au Nord, le secteur de Genay renferme des ressources plus abondantes ainsi que toute la plaine du confluent Saône—Azergues.

Les industries continuent à exploiter aussi activement que possible ces nappes de Saône, en particulier vers Neuville et dans la dépression de Vaise. Ces eaux ont un degré hydrotimétrique moyennement élevé mais une teneur en chlorure de sodium, en sulfate de calcium et même en fer ou manganèse qui peut être très élevée tout en variant considérablement dans le temps et l'espace.

Les eaux minérales ne méritent aucune mention particulière bien qu'elles soient fréquentes (Lyon, Neuville, Saint-Didier...) à l'exception de la seule source reconnue par l'État, celle de Charbonnières-les-Bains. La source Marsonnat, découverte en 1774, fournit une eau bicarbonatée, ferrugineuse, froide (9°5), de faible débit (3 m³/h).

RESSOURCES MINÉRALES, MINES ET CARRIÈRES

Gîtes minéraux

Le territoire de la feuille Lyon recèle plusieurs indices métallifères, signalés de longue date, mais que l'extension des zones urbanisées n'a pas toujours permis de retrouver.

Au Sud de Chasselay, trois filons barytiques à galène et quartz, orientés N 50°E et N 135°E, recoupent les gneiss embréchitiques (numéro d'archivage BSS : 698-2X-4001). Le béryl quant à lui fut signalé par Drian (1849) puis Gonnard (1906) aux environs de Lozanne (lors du percement d'un tunnel) ainsi qu'à Dommartin (698-1X-4001), dans des pegmatites à feldspath rose et muscovite, à l'Île-Barbe aussi (698-6X-4001, 4002) accompagné de tourmaline, d'apatite et de grenat, enfin à Francheville—Chaponost. Dans cette dernière localité a été également signalé un filon de quartz à barytine et galène (698-5X-4001, 4002). Tous ces indices de pegmatites et le filon quartzeux sont encaissés dans les gneiss embréchitiques. L. Burnol (1974) y a mis en évidence, dans le faciès pegmatitoïde d'un granite orienté à deux micas qui passe progressivement à un granite à biotite, entre Lozanne et Dommartin, des teneurs de 8 et 24 g/t Be (2 prélèvements) ce qui est assez élevé pour ce type de roche.

C'est également sur la commune de Chaponost qu'a été découverte, le 13 novembre 1879, la « dumortiérite ». A. Chermette (1977) a relaté les circonstances de cette trouvaille, dont le mérite revient à Ferdinand Gonnard. Le minéral de formule $(\text{SiO}_4)_7 (\text{Al,B})_4 (\text{Al}_2\text{O})_{16}$ a été dénommé ainsi en l'honneur du paléontologiste lyonnais E. Dumortier. Il a été rencontré d'abord au-dessus des anciens aqueducs gallo-romains de Beaunant, dans une petite carrière de gneiss ouverte au premier coude de la route d'Oullins à Chaponost (près de la fabrique Ducarre) ; il s'y présentait en petites masses fibreuses d'un beau bleu violacé, dans de petites veines de pegmatite de 2 à 3 cm d'épaisseur, avec tourmaline noire.

Une minéralisation en blende disséminée dans les calcaires argileux du Jurassique, au Mont-d'Or, n'a pas été retrouvée.

Enfin, l'or natif est connu (orpaillage) depuis le 14^e siècle dans les alluvions du Rhône à Miribel (Drian, 1849 ; Caillaux, 1875 ; Guillemain, 1934 ; Mazenot, 1936).

Carrières

Les carrières abondent ; elles entrent dans trois catégories : celles du pays cristallin, celles des massifs secondaires, celles des alluvions quaternaires.

- Les exploitations de roches cristallines ne sont plus guère qu'un souvenir (granite d'Oullins ou de Limonest par exemple). Aucune grande carrière mais de multiples traces de petites excavations abandonnées. Sur le Plateau lyonnais existent quelques exploitations d'arène à caractère provisoire.

- Les anciennes carrières du Mont-d'Or et de ses annexes étaient avant tout des exploitations de pierre : *choin-bâtard* de l'Hettangien, calcaire à Gryphées, calcaire de Couzon. Les carrières abandonnées sont très nombreuses et souvent de vastes dimensions. On exploite encore sporadiquement le calcaire à Gryphées (la Barollière) et de façon plus permanente le calcaire de Couzon pour dallages et pierres d'appareil (exemple col du Verdun, vallon de Poleymieux). A Saint-Romain (remblayée), au Paillet (arrêtée) et à la Glante existent des carrières d'argile domérienne pour tuilerie.

- Les exploitations de matériaux meubles (sables et graviers) ont pris depuis longtemps le relais des carrières de pierre. Elles s'adressent à toutes les formations glaciaires, fluvio-glaciaires et fluviatiles surtout si leur faciès est dépourvu d'argile. L'Est lyonnais est la région la plus favorable ainsi que la plaine alluviale rhodanienne : en fait c'est un compromis entre le captage des eaux souterraines, l'urbanisation et les gravières qui conditionne la localisation de ces dernières. Elles sont si nombreuses qu'il n'est pas raisonnable de toutes les inscrire sur la carte ; pour l'urbanisation il est plus important de connaître celles qui ont disparu par remblaiement.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

DESCRIPTION DE SITES ET D'ITINÉRAIRES

Quelques livrets-guides inédits décrivent des excursions plus ou moins classiques liées à l'enseignement de l'université Claude Bernard ; quelques ouvrages anciens n'ont plus guère qu'un intérêt historique (Roman, 1926).

On trouvera toutes les descriptions souhaitables d'itinéraires d'excursions dans le Guide géologique régional : Lyonnais—Vallée du Rhône, publié en 1973, par G. Demarcq, professeur à l'université C. Bernard, Masson et Cie, éditeur, Paris.

COUPES DE SONDAGES

Comme toutes les zones densément urbanisées, la région lyonnaise permet de recenser environ un millier de sondages ou travaux souterrains sur le territoire de la carte. Il n'est donc pas question de donner ici la totalité des coupes même résumées des sondages. On trouvera toutes les données auprès du B.R.G.M.

D'autre part les sondages antérieurs à 1967, en général peu profonds mais traversant le Quaternaire, ont été utilisés dans l'ouvrage de L. David consacré aux formations glaciaires et fluvio-glaciaires (1967). Nous en extrayons quelques coupes synthétiques à travers les collines de la Croix-Rousse et de Fourvière, selon les tunnels des chemins de fer et autoroutiers (fig. 3, 5 et 6).

Enfin nous renvoyons au chapitre dans lequel ont été utilisés les sondages profonds pour tracer la carte du substratum hercynien du quart sud-est de la carte (fig. 1 et 2). Voir ci-après le tableau des sondages profonds de la plaine de l'Est lyonnais.

TABLEAU DES SONDAGES PROFONDS DE LA PLAINE DE L'EST LYONNAIS RÉALISÉS POUR LA RECHERCHE DU HOULLER

N° archivage S.G.N.	N°	Commune	Cote NGF orifice	Quaternaire (épaisseur)	Toit du Miocène	Toit du Paléogène	Toit du Secondaire	Toit du Houiller	Toit du Cristallin
698-3-17	55	Neyron	+ 170	(18)	+ 152	+ 100	- 58	- 333	- 345
698-4-88	56	Miribel-Marlieux	+ 170	(12,50)	+ 157,50	?	- 52	arrêt dans Secondaire à - 519	
698-4-13	57	Thil-le-Perron	+ 185	(21,50)	+ 163,50	?	- 271	arrêt dans Secondaire à - 497	
699-5-28	54	Jonage	+ 194,75	(10,40)	+ 184,35	+ 14	- 79(*)	- 835,25	non atteint à - 1092
698-8-80	52	Meyzieux	+ 210	?	?	-	+ 65	arrêt dans Secondaire à - 478	
698-8-79	53	Decines-Molard	+ 189,25	(26,55)	+ 162,70	+ 5	- 116	- 572,75	- 1044,35
698-8-157	41	Decines-Beauregard	+ 194,95	(22)	+ 173	+ 57	- 36	- 323,15	non atteint à - 703
698-8-55	40	Chassieu	+ 204	(27)	+ 177	+ 60	- 69	- 217	- 915
	39	Chassieu-les-Taches	+ 205,60	(50,50)	+ 155	+ 37	-	- 212,90	non atteint à - 980
	42	Genas-Azieu	+ 214	?	?	- 120	- 196	arrêt dans Secondaire à - 596	
698-8-56	38	Genas-Vurey	+ 218	(34,50)	+ 183,50	+ 46	- 220	- 484,50	non atteint à - 1137
	37	St. Priest-Mi-Plaine	+ 214	(26,65)	+ 187,35	- 27	- 211	- 342	non atteint à - 1047
	36	St. Priest-Manicieu	+ 214	(38,50)	+ 175,50	- 66	- 111	- 302	non atteint à - 746

(*) Répétition par faille d'une partie de la série secondaire, rejet 130 mètres.

Les cotes sont NGF ; les épaisseurs sont en mètres ; les numéros sont ceux du dossier Douvillé conservé au Département des sciences de la Terre.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Géologie

Nous ne signalons ci-dessous que quelques ouvrages modernes, synthétiques ou de vulgarisation à partir desquels on pourra trouver une bibliographie régionale plus exhaustive, ainsi que quelques notes citées dans le texte. Tous les ouvrages sur la région peuvent être consultés auprès de la bibliothèque du Département des sciences de la Terre.

DAVID L. (1963) — Sur l'extension d'un faciès marin peu connu du Miocène de la région lyonnaise. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 256, p. 3715-3717.

DAVID L. (1963) — Sur la position stratigraphique des «cailloutis du Jardin des Plantes» dans la région lyonnaise. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 256, p. 3867-3868.

DAVID L. (1967) — Formations glaciaires et fluvio-glaciaires de la région lyonnaise. *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, n° 22, 159 p., 37 fig., 23 pl.

DAVID L. (1967) — La faune helvétique des «sables de Saint-Fons» (Miocène, Rhône). *Bull. Soc. linn. Lyon*, 36e année, n° 1, p. 9-13, 1 fig.

DAVID L. (1973) — Éléments de géologie régionale lyonnaise. Centre rég. Docum. pédag. édit., Lyon, 58 p., 29 fig.

DEMARCO G. (1973) — Lyonnais, Vallée du Rhône ; de Mâcon à Avignon. Guides géol. région., Masson édit. Paris, 175 p., 105 fig., 4 pl.

MEIN P., TRUC G. et BALLESTRO R. (1972) — Age des formations de la côtière de Dombes à la lumière d'éléments paléontologiques nouveaux. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 274, p. 2016-2018.

ROMAN F. (1926) — Géologie lyonnaise. P.U.F. édit. Paris, 356 p., 56 fig.

PETERLONGO J. (1960) — Les terrains cristallins des Monts du Lyonnais (Massif Central français). *Ann. Fac. Sci. Univ. Clermont*, n° 4, fasc. 4, 186 p., 18 fig., 1 carte.

THORAL M. (1952) — Esquisse géologique et hydrogéologique du département du Rhône. *Bull. Inst. nat. Hygiène*, Paris, t. 7, n° 1, p. 237-278, 1 fig.

THORAL M. et GAUTHIER H. (1949) — Les lœss autour du Mont-d'Or lyonnais. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 229, p. 441-443.

Gîtes minéraux

BURNOL L. (1974) — Géochimie du béryllium et types de concentration dans les leucogranites du Massif Central français. *Mémoire BRGM*, 85, p. 51 et 60 et carte annexe XIII h.-t.

CAILLAUX A. (1875) — Tableau général et description des mines métalliques et des combustibles minéraux de la France. Paris, Librairie polytechnique, p. 270 et 287.

- CHERMETTE A. (1977) – Ferdinand GONNARD, minéralogiste auvergnat (1838-1923). *Bull. mensuel Soc. linnéenne Lyon*, 46e année, n° 3, mars 1977, p. XII-XX.
- DRIAN A. (1849) – Minéralogie et pétrologie des environs de Lyon. Charles Savy éd.
- GONNARD E. (1891, 1906) – Minéralogie des départements du Rhône et de la Loire. *Annales Univ. Lyon*, nouvelle série, I, Sciences, Médecine, fasc. 19, p. 50.
- GUILLEMIN (1934) – L'or du Rhône. *Études rhodaniennes*, vol. X, n° 12, p. 92-94.
- LACROIX A. (1893-1919) – Minéralogie de la France. T. 4, p. 805.
- MAZENOT G. (1936) – Les ressources minérales de la région lyonnaise, p. 32-33.

Carte géologique à 1/80 000

- Feuille *Lyon* : 1ère édition (1890), par Michel-Lévy, Delafond, Fontannes et Riche ;
2ème édition (1922), par Depéret, Friedel, A. Michel-Lévy, Riche, Mazeran et Doncieux.

Carte géologique à 1/50 000

- Feuille *Lyon* : 1ère édition (1957), par G. Mazenot, R. Mouterde, M. Pelletier, Ph. Russo, M. Thoral et H. Gauthier.

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

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

Carte des gîtes minéraux de la France à 1/500 000

- Feuille *Lyon* (1978), avec notice, coordination par A. Emberger et J. Méloux.

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

Les matériaux recueillis depuis environ deux siècles sur le territoire de la carte, de nature surtout paléontologique mais aussi lithologique, préhistorique..., se trouvent conservés pour une faible part auprès du Muséum de Lyon et du B.R.G.M. (sondages), pour la majeure part auprès du Département des sciences de la Terre.

Les documents inédits, tels les coupes de sondages, doivent être consultés dans la Banque des données du sous-sol auprès du B.R.G.M.

Adresse des services concernés :

- Université Claude Bernard, Département des sciences de la Terre, 15-43, Bd du 11 novembre, 69621 – Villeurbanne (tél. : 52.07.04).
- Muséum d'Histoire naturelle, 28, Bd des Belges, 69006 – Lyon (tél. : 24.76.56).
- Bureau de Recherches géologiques et minières (BRGM) :
 - S.G.R. Jura-Alpes, 43, Bd du 11 novembre, BP 6083, 69604 – Villeurbanne–Croix-Luizet Cedex (tél. : 52.26.67).
 - 6-8, rue Chasseloup-Laubat, 75015 Paris.

TABLEAUX D'ÉQUIVALENCE DES NOTATIONS

S'il n'est pas utile de chercher les équivalences de notation avec des cartes aux échelles très différentes (1/1 000 000 ou 1/320 000), il semble nécessaire de donner les équivalences entre les deux cartes Lyon à 1/80 000 et les deux cartes Lyon à 1/50 000. Ces équivalences sont données sous forme de tableaux ; pour la commodité du repérage les tableaux seront au nombre de trois (formations superficielles et terrains quaternaires, terrains tertiaires et secondaires, terrains cristallins) et ils seront présentés dans l'ordre de la *légende* de la présente carte.

**TABLEAU DES ÉQUIVALENCES ENTRE LES NOTATIONS DES CARTES A
1/80 000 ET A 1/50 000**

I. Terrains quaternaires et superficiels

	1/80 000		1/50 000	
	1890	1922	1957	Actuel
Dépôts artificiels	-	-	X	X
Tourbe post-wurmienne	-	-	T	Ty
Dépôts lacustres post-wurmiens	-	-	L	Ly
Tuf post-wurmien	-	-	U	Uy
Éboulis et dépôts soliflués	A	A	E	ES
Colluvions et formations résiduelles	-	-	R 3-3	CR
Formations résiduelles et colluvions	-	-	RCE 3	RC
Formations résiduelles	-	-	RI-j	RI-j
Læss et limons wurmiens	A	A ¹	OE + OE'	OEx
Læss et limons anciens	A	A ¹	OEp	OEU-w
Læss villafranchiens	A	A ¹	OEp	OEU
Cônes torrentiels	-	-	J	Jy-z
Alluvions fluviales modernes	a ²	a ²	Fz	Fy-z
Alluvions fluviales wurmiennes	a ^{1b}	a ^{1d}	Fy	Fx6
		a ^{1d}	Fv, Fy	Fx5
		a ^{1c}	Fx	Fx4
		a ^{1b}	Fw	Fx3
		a ^{1a}	Fu	Fx2
Alluvions fluvio-glaciaires wurmiennes	a ^{1b}	a ^{1d}	Ny	FGx5
		a ^{1b}	Nx, Ny	FGx3
		a ^{1a}	Ny	FGx1-2
Complexes morainiques wurmiens :				
Est lyonnais	a ^{1gl} + a ^{1a}	Gl ² + a ^{1tr}	Gx, Ny	Gx4
Neyron	a ^{1gl} + a ^{1a}	Gl ¹ + a ^{1tr}	Gx	Gx3
Fourvière	a ^{1gl} + a ^{1a}	Gl ¹ + a ^{1tr}	Gx	Gx2
maximum	a ^{1gl} + a ^{1a}	Gl ¹ + a ^{1tr}	Gx	Gx1
Alluvions fluviales anciennes	-	p ^{1d}	p2b	Fw
Alluvions fluviales villafranchiennes	p ¹	p ^{1c}	p2a	Fu3
	p ¹	p ^{1b} + p ^{1bl}	p2a	Fu2
	p ¹	p ^{1a}	p2a	Fu1

II. Terrains tertiaires et secondaires

	1/80 000		1/50 000	
	1890	1922	1957	actuel
Pliocène lacustre	p ^{0a}	P ₁ b	p1	p1c
Miocène supérieur d'eau douce	m ⁴	m ^{4b} + m ^{4a}	m3b	m2b
Miocène inférieur marin	m ³	m ³	m3a-2	m2a
Sidérolithique pliocène	m _{///}	—	pR	p
Sidérolithique miocène	m _{///}	✕	m2R	m
Sidérolithique éocène	m _{///}	✕	e5R	e
Formation de la Croix-Laval	p ¹	p ^{1bl}	?	mC
Brèches diverses	m _{///}	m ₁	B	g
Calcaire pisolithique	—	—	e	eC
Bathonien	j _{///}	j _{///}	j2	j2
Bajocien	j _{///}	j ₁ v _a	j1	j1
Aalénien supérieur	j ₁ v	j ₁ v _b	l6b	l9c
Aalénien moyen	j ₁ v	j ₁ v _b	l6b	l9b
Aalénien inf. + Toarcien	l ⁴	l ⁴	l6a-5	l7-9a
Pliensbachien	l ³	l ³	l4	l5-6
Sinemurien	l ²⁻¹	l ²	l3	l3-4
Hettangien	l ²⁻¹	l ¹ pars	l2	l1-2
Trias	l ³⁻¹	l ³⁻¹	t	t
(Rhétien)	l ₁	l ¹ pars	l1	t

III. Terrains cristallins et cristallophylliens

	1/80 000		1/50 000	
	1890	1922	1957	actuel
Groupe de Courzieu (chlorito-schistes)	Xη ¹	Xδ	ΦA	ξc
Leptynites polymorphes à biotite	ξ ¹	ξ ₁ c	ΓΛR	λ ¹
Anatexites à biotite ou à 2 micas	ξ ¹	ξ ₁	ΓΛ	M ²
Anatexites grenues à biotite et cordiérite	ξγ ¹	ξ ₁ c	ΓΛR	M _c ²
Amphibolites	ν ²	ν ²	A	δ ¹¹
(Porphyrites micacées à amphibole)			ε	δ ¹¹
Granites	γ ₁	γ ₁	γΩ	γ
(Granulites)			ν	γ ³
Granite gneissique syncinématique	γ ₁	γ ₁	γΩ	γξ
Granite orienté à deux micas	γ ₁	γ ₁	γΩ	γ1-2
Vaugnérite	γ _{1a}	γ _{1a}	—	σ
Quartz filonien	—	Q ¹	Q	Q
à galène	Q ^{1a}	Q ^{1a}	Q t ₁	Q
à barytine	Q ^{1b}	Q ^{1b}	Q r	Q

GLOSSAIRE

Quelques termes sont utilisés de manière courante dans la région lyonnaise et apparaissent au cours de la présente notice ; leur usage est surtout local et leur sens restreint. Les définitions ci-après sont volontairement concises et schématiques.

Alluvions grises : faciès caillouteux de la moraine wurmienne et par extension une partie du faciès fluvio-glaciaire de cet âge.

Alluvions jaunes : alluvions fluvio-glaciaires distales ou fluviales du Quaternaire ancien, connues dans la partie méridionale de la Dombes.

Argile des Chazeaux, argile de l'École de tissage : faciès argilo-sableux du sommet de la série miocène sur le promontoire de la Croix-Rousse.

Balme : voir côtière.

Banc à Cardinies : calcaire-lumachelle de coquilles de *Cardinia* intercalé à la base de la série sinémurienne du Mont-d'Or (épaisseur 0,20 m).

Banc savonneux : mince banc (0,10 m) de calcaire à grain fin encadré par deux inter-lits marneux et situé au sein de la barre de calcaire à Gryphées.

Bétain : lentilles consolidées par un ciment argilo-ferrugineux au sein des colluvions du plateau lyonnais (parfois aussi appelé *béton bâtard*).

Bone-bed : assises renfermant quelques débris de Poissons (dents, écailles) du sommet du Trias (Rhétien inférieur).

Cailloutis du Jardin des Plantes : faciès d'estuaire, sablo-argilo-caillouteux, interstratifié dans la série miocène le long du Massif Central.

Calcaire à Cancellophycus : faciès de l'Aalénien moyen sous forme de calcaire jaune rosé à stratification entrecroisée et traces bien particulières des *Cancellophycus*.

Calcaire à Chlamys valoniensis : assise très irrégulière de calcaire beige dans la partie supérieure de l'Hettangien.

Calcaire à entroques : appellation du calcaire de l'Aalénien supérieur (= calcaire de Couzon).

Calcaire à grains de quartz : niveaux repères du Sinémurien inférieur du Mont-d'Or caractérisés par la présence de grains de quartz dispersés ou en lentilles.

Calcaire à Gryphées : célèbre faciès du Sinémurien répandu dans tout l'Est de la France.

Calcaire de Couzon : autre appellation du calcaire jaune de l'Aalénien supérieur (= calcaire à entroques).

Calcaire moiré : faciès de calcaire jaune foncé à calcite cristallisée d'âge trias supérieur (Rhétien).

Calcaire rose de Font-Poivre : faciès carbonaté, plus ou moins dolomitique, du sommet du Muschelchalk reconnu sur le versant ouest du Mont-d'Or.

Charveyron : accidents siliceux des calcaires de l'Aalénien supérieur (= chailles).

Choin bâtard : calcaires sublithographiques beiges ou bruns de l'Hettangien jadis susceptibles d'être utilisés comme pierre de taille.

Cîret : Bajocien supérieur sous la forme de calcaire marneux, plus ou moins siliceux, de couleur gris bleuté.

Côtière : rebord des plateaux en particulier de Dombes (côtière dombiste, de Rhône et de Saône) ; on parle aussi de *balme* (balmes de la Croix-Rousse, de Saint-Fons).

Lias rouge à Bélemnites : Carixien supérieur ; calcaire noduleux, marneux, glauconieux et ferrugineux à fossiles phosphatés et Bélemnites.

Læss à bancs durcis : læss de faciès banal mais avec intercalations de calcaires lacustres ; âge villafranchien.

Lumachelle = lumachelle à Harpax : calcaire cristallisé, gris-bleu, riche en débris, terminant le Domérien.

Poupée : concrétion carbonatée dans le læss.

Préglaciaire : alluvions fluvio-glaciaires qui devaient correspondre à la progression du glacier ; en fait équivalent des *alluvions grises*.

Sables de Trévoux : sables grossiers et ferrugineux d'âge pliocène supérieur.

Terrasse de la Guillottière : surface des alluvions fluviales wurmiennes intermédiaire entre le niveau de Villeurbanne (Fy5) et celui des alluvions modernes (Fy-z).

Terrasse de Villeurbanne : terrasse fluviale correspondant aux nappes fluvio-glaciaires du stade de Grenay (Fy5).

AUTEURS DE LA NOTICE

Notice rédigée par L. DAVID, professeur à l'université Claude-Bernard (Lyon), avec la collaboration de S. ELMI, maître-assistant à l'université Claude-Bernard, pour le chapitre « Terrains affleurants—Lias », et de J. FÉRAUD, ingénieur-géologue au B.R.G.M. pour le chapitre « Gîtes minéraux ».

Saint Lambert Imprimeur à Marseille
1er trimestre 1979