



ST-POURÇAIN - -SUR-SIOULE

La carte géologique à 1/50 000
ST-POURÇAIN-SUR-SIOULE est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :

- à l'ouest : MOULINS (N° 146)
- à l'est : CHAROLLES (N° 147)

BOURBON- -L'ARCHAMBAULT	MOULINS	DOMPIERRE- -SUR-SEIGNE
MONTMARIAULT	ST-POURÇAIN- -SUR-SIOULE	LE DONJON
GANNAT	VICHY	LAPALISSE

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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

ST-POURÇAIN- -SUR-SIOULE

XXVI-28

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



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	2
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	2
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	2
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	3
DESCRIPTION DES TERRAINS	4
<i>FORMATIONS ÉRUPTIVES ET MÉTAMORPHIQUES</i>	4
<i>FORMATIONS SÉDIMENTAIRES OLIGO-MIOCÈNES</i>	7
<i>FORMATIONS DES SABLES ET ARGILES DU BOURBONNAIS</i>	15
<i>COLLUVIONS ET COMPLEXES DE FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	19
<i>FORMATIONS ALLUVIALES ET DÉPÔTS QUATERNAIRES ASSOCIÉS</i>	19
GÉOLOGIE STRUCTURALE – TECTONIQUE	27
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	28
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	28
<i>RESSOURCES MINÉRALES ET CARRIÈRES</i>	29
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	30
<i>SITES CLASSIQUES</i>	30
<i>COUPES RÉSUMÉES DES PRINCIPAUX FORAGES</i>	31
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	31
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	35
AUTEURS	35

INTRODUCTION

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Après une préparation photo-géologique effectuée par J.P. Scanvic (B.R.G.M.), les levés de terrains, coordonnés par D. Giot (B.R.G.M.) ont été exécutés en 1973 : pour le socle paléozoïque par P. Gentilhomme (collaborateur), pour les sédiments oligocènes par D. Giot, pour les formations du Bourbonnais par R. Bouiller (B.R.G.M.) et L. Clozier (B.R.G.M.) et pour les dépôts alluviaux par R. Fleury (B.R.G.M.).

Dans les formations sédimentaires tertiaires et quaternaires, un effort tout particulier a été apporté à la définition et à la cartographie d'ensembles lithologiques dont l'observation systématique a été réalisée soit sur des affleurements (naturels et le plus souvent occasionnels), soit à l'aide de sondages courts à la moto-tarière dans les formations meubles.

PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille Saint-Pourçain s'inscrit dans la zone occidentale de la Limagne bourbonnaise, en bordure du socle paléozoïque (massif de Montmaranet-Tréban) largement étendu sur les feuilles voisines Bourbon-l'Archambault (597), Montmarault (620) et Gannat (645).

La Limagne bourbonnaise, aux paysages intermédiaires entre ceux de la Sologne bourbonnaise au Nord et ceux de la Limagne au Sud, s'intègre dans le bassin d'effondrement oligocène à la limite entre le bassin de Moulins et celui de Vichy.

Les paysages étroitement liés à l'histoire géologique de cette région varient très rapidement. A l'Ouest, le plateau cristallin dont l'altitude moyenne est de 420 m sur la feuille voisine n'est représenté que par sa bordure, aux pentes adoucies par l'érosion et couvertes de pâturages. Dans le bassin, trois types de paysages, liés directement aux formations géologiques se distinguent : la côte bordière (en limite du socle) et le pays des buttes (Montaigu-le-Blin, Saint-Gérand-le-Puy) dont les principaux reliefs sont constitués par les massifs calcaires oligo-miocènes, le plateau alluvial plio-quaternaire lié aux Sables et argiles du Bourbonnais, les dépressions tapissées d'alluvions dans les vallées (Allier, Sioule, Bouble, Besbre) ou de dépôts alluviaux et colluviaux dans certaines cuvettes (dépression de Boucé).

La bordure cristalline, bien qu'en pente douce, est nettement marquée dans le paysage ; dans le cadre de la feuille son altitude n'excède que rarement 340 mètres. En raison de la nature argilo-sableuse des sols, développés sur des produits d'altération du socle, cette région est couverte essentiellement de pâturages ; l'habitat y est très dispersé.

Les formations calcaires et localement sableuses (bordure occidentale au Nord de Saint-Pourçain) oligo-miocènes constituant le remplissage du bassin limagnais n'affleurent que sur la bordure ouest et dans le quart sud-est du territoire de la feuille. Les constructions *récifales* algaires, abondantes dans ces horizons, dégagées partiellement par l'érosion, confèrent à ces régions un relief particulier en côte (Saint-Pourçain) ou en buttes et *turraux* (Montaigu-le-Blin) dont l'altitude n'excède pas 300 m au Nord (Bresnay) et peut atteindre 340 m au Sud (Langy). L'altération des roches calcaires a donné naissance à des sols très fertiles intensément cultivés.

Les dépôts détritiques plio-quaternaires (FL), meubles et généralement imperméables, constituent un plateau dégradé par l'érosion dont l'altitude varie de 310 m au Sud (forêt des Mouzières) à 295 m au Nord de la feuille. Les sols qui en dérivent, généralement peu fertiles, sont le plus souvent couverts de prairies et de forêts.

Les rivières entaillent au Quaternaire les dépôts anciens, ouvrant de larges et profondes vallées. L'Allier est encaissé de près de 90 mètres au Sud (Créchy) et de 70 mètres au Nord ; la plaine alluviale, large en moyenne de 5 km, s'étale sur 12 km au confluent de la Sioule.

La vallée de l'Allier, grâce à sa position géographique (voie d'accès), à ses ressources importantes en matériaux de construction (sables et graviers) et en eau, à la fertilité de ses sols, constitue l'axe économique principal de la région.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Établir l'histoire géologique de la région de Saint-Pourçain implique de déborder largement le cadre de la feuille vers l'Ouest notamment.

Dans cette direction, les roches les plus anciennes reconnues appartiennent à une série très métamorphique constituée par des gneiss à biotite et biotite-cordiérite datés de 640 M.A. près d'Aubusson et Neuvic (Briovérien probable) et de granites dont l'âge (anté-dinantien) et les relations avec les gneiss sont encore mal connus.

Au Carbonifère, des mouvements tectoniques (orogénèse hercynienne) ont provoqué la surrection de reliefs et l'individualisation de bassins qui ont été le siège d'une sédimentation continentale essentiellement détritique avec intercalations de produits volcaniques divers et de couches de houille.

Dans le bassin le plus proche (Sillon houiller), seuls sont connus les dépôts du Stéphaniens moyen (B) sur lesquels reposent, plus au Nord (bassin de Buxière), en légère discordance et de plus large extension, des sédiments permien (Autunien) constitués de grès, d'arkoses à passées de charbon et schistes bitumineux à la base (limite stéphano-autunienne) et de minces bancs calcaires à divers niveaux.

Alors que, vers le Nord (bassin de Paris), les sédiments de l'ère secondaire sont largement représentés, ceux-ci sont inexistantes en Limagne ou tout au plus représentés dans les sédiments récents par des silex dont l'origine précise reste très hypothétique.

Dans la région intéressée, il faut attendre la fin de l'Éocène et l'Oligocène, pour voir, sous l'influence des mouvements orogéniques alpins, s'individualiser de larges fosses subsidentes dans lesquelles vont s'accumuler d'épaisses séries détritiques et carbonatées.

Des sondages, réalisés jusqu'au socle, ont traversé des sédiments attribués à l'Éocène terminal, à l'Oligocène et à la base du Miocène. Les dépôts, essentiellement fluvio-lacustres, montrent au Stampien une tendance lagunaire.

Après l'assèchement des lacs *aquitaniens* dans lesquels se sont élaborées d'énormes masses de récifs algaires, nous ne connaissons que fort peu, dans la région, de dépôts attribuables au Miocène post-aquitainien si ce n'est éventuellement la formation des sables de Vendat (feuille Vichy, travaux en cours). Dans le bassin de Moulins, l'unique dépôt connu de cette période est constitué par les sables fossilifères piégés dans une cavité karstique de la région de Givreuil (feuille Moulins) attribués anciennement à l'Helvétien (de Launay, 1922, p. 87).

Au Pliocène et à la base du Villafranchien, des dépôts détritiques fluviatiles et lacustres, considérables par leur épaisseur et la surface qu'ils couvrent, se sont épanchés dans les dépressions et tout particulièrement dans les Limagnes. La Sologne bourbonnaise (au Nord de Varennes-sur-Allier) doit à cette formation dite des Sables et argiles du Bourbonnais ses principales caractéristiques.

Au cours du Quaternaire, l'encaissement progressif des cours d'eau est à l'origine du dépôt de terrasses étagées. Le modelé du relief actuel, lié en majeure partie à l'action de mécanismes alluviaux, résulte également de l'intervention de divers processus de dégradation périglaciaire ; ceux-ci, par colluvionnement ou solifluxion, sont à l'origine du déplacement sur les pentes des matériaux meubles.

DESCRIPTION DES TERRAINS

FORMATIONS ÉRUPTIVES ET MÉTAMORPHIQUES

Généralités

Le socle constitue, de Verneuill-en-Bourbonnais à la limite nord de la feuille, une zone en léger relief, régulièrement inclinée vers l'Est, avec une pente assez constante de 3 %. Il porte le point culminant de la feuille à 353 m (0,8 km au Sud de Meillard).

Le contact socle-couverture s'établit généralement au voisinage de la cote + 280.

Du point de vue de l'hydrographie, deux phénomènes apparaissent essentiels :

— l'orientation uniforme W—E à W.SW—E.NE de tous les cours d'eau, nombreux d'ailleurs, qui dissèquent le socle en panneaux allongés et en font un *château d'eau* naturel pour tout le quart nord-ouest du territoire de la feuille Saint-Pourçain ;

— le caractère composite du réseau hydrographique : le Vezan, le ruisseau des Bordes et le Douzenan, encaissés et sinueux, s'écoulent avec une pente faible (1,2 à 1,5 %), alors que les autres cours d'eau, à thalweg évasé, ont un tracé plus rectiligne et une pente plus prononcée (2,6 à 4,1 %) : leur installation apparaît plus récente et, en tous cas, postérieure à l'abaissement de la ligne de base responsable de l'encaissement des trois ruisseaux précédents.

Le bocage s'affirme comme le paysage cultural dominant sur le socle, mais la corrélation entre présence de socle et présence de bocage n'est pas suffisamment parfaite pour être utilisée en tant que critère géologique dans les secteurs dépourvus d'affleurements.

A l'échelle régionale, cette bande de socle se rattache, en continuité directe, à un vaste ensemble cristallin (limité par deux structures tectoniques majeures : le grand Sillon houiller à l'Ouest et la faille occidentale de la Limagne à l'Est) qui comprend essentiellement :

— le massif granitique de Tréban, dont le granite à biotite ne représente que l'un des faciès (type *la Fauchère*, J.L. Duthou, 1967) ;

— les gneiss à cordiérite et biotite, qui forment une couronne quasi continue autour du granite de Tréban ;

— les leptynites de Breuilly—Cesset (5,5 km W.SW de Saint-Pourçain-sur-Sioule, feuille Montmarault 7-8), dont un diverticule réapparaît à Verneuill-en-Bourbonnais.

Ces trois types lithologiques constituent la majeure partie des formations de socle, présentes sur la feuille Saint-Pourçain ; des gneiss à biotite et un leucogranite à muscovite ont également été reconnus ; leur importance reste très minime.

Description des formations

γ_b^3 , γ_b^3 . **Granite à biotite.** Le granite en place, de couleur grise lorsqu'il est frais, n'apparaît que sur les versants des thalwegs. Il ne montre ni porphyroblastes, ni phénocristaux ; le grain est moyen (0,5 à 2,5 mm), la texture macroscopiquement équate.

Partout ailleurs, sur les plateaux, n'affleurent que des arènes et des blocs altérés remontés par des labours (γ_b^3).

Dans la roche saine l'étude pétrographique indique la présence des minéraux suivants :

- quartz interstitiel, pouvant constituer de petits amas,
- orthoclases généralement très altérés : microcline, orthose (?),
- oligoclase finement maclé, parfois sub-automorphe,
- biotite abondante : ses cristaux, en majorité frais, montrent un début d'arrangement en cloisons,
- muscovite rare, dans les orthoclases et les fissures,
- apatite, zircon,
- myrmékites.

Cette association est celle d'un granite monzonitique commun.

Ce granite est en outre remarquable par l'absence, à l'affleurement du moins, d'enclaves et de filonnets (aplitiques, pegmatitiques ou quartzeux).

Cette roche présente localement un aspect migmatitique (ferme des Chiroux : $x = 670,90$; $y = 156,05$) : des lits gneissiques, discontinus et très contournés, isolent des amas granitoïdes à texture équate. Les relations géométriques de ce panneau avec le granite ne peuvent être précisées, faute d'affleurements continus.

γ^{1-2} , $A \gamma^{1-2}$. **Leucogranite à muscovite.** Il s'agit d'une roche de teinte blanche à rosée, grain moyen à grossier, riche en muscovite ; elle est localement affectée par un début de kaolinisation.

Composition minéralogique : quartz, orthose et oligoclase altérés, muscovite, (biotite).

Les affleurements sont très fortement diaclasés, à l'exception d'une partie de la carrière de la Basse Brenne ($x = 670,20$; $y = 156,70$).

Un mode de gisement filonien est très vraisemblable, bien que les contacts avec l'encaissant (granite et gneiss à cordiérite) ne soient pas visibles.

ξ_{B-C}^3 , $A \xi_{B-C}^3$. **Gneiss à cordiérite et biotite.** Sous cette dénomination, sont regroupées les roches présentant l'ensemble des caractères suivants, typiques :

- richesse en cordiérite, absence d'orthoclases,
- paragenèse quasi invariable : quartz, plagioclase, cordiérite, biotite, (almandin),
- muscovitisation tardive,
- présence constante de malacon.

À l'affleurement, ces roches massives, de couleur verdâtre, sont souvent fortement dégradées par l'altération supergène, jusqu'à une perte de cohésion presque totale. Litage et linéation y sont inconnus ; l'existence d'un plan de foliation est exceptionnelle (*).

Assemblage minéralogique :

- quartz, peu abondant, en amas polycristallins,
- plagioclase très altéré, macles rares (oligoclase ?),
- cordiérite : minéral dominant quantitativement, en grains arrondis (0,5 à 3 mm) ; de leur structure partielle peut résulter un embryon de texture en réseau. La cordiérite inaltérée subsiste parfois au cœur des grains,
- biotite : commune à rares inclusions d'apatite et de zircon ; la chloritisation y est partielle ou totale,
- muscovite diablastique, répartie irrégulièrement au sein de la roche, associée à la séricite le long des fractures,
- malacon en amas granuleux, interstitiel et non pas inclus dans les minéraux précédents.

La présence de grenat almandin n'a été constatée qu'une fois.

La texture est pan-xénomorphe et granoblastique.

ξ_B^3 . **Gneiss à biotite.** Ce type pétrographique n'est représenté que par deux groupes d'affleurements exigus, l'un de gneiss banal à foliation plane (0,25 km au Nord-Ouest des fermes de Longeville), le second de gneiss migmatitiques (versant droit du thalweg du Douzenan).

L'altération est beaucoup moins intense dans ces derniers.

La composition minéralogique ne révèle pas de dissemblances significatives entre les deux faciès : quartz, oligoclase, biotite, (cordiérite).

À l'affleurement, les gneiss migmatitiques semblent passer en continuité aux gneiss à cordiérite et biotite, par une homogénéisation texturale et un enrichissement en biotite progressifs.

(*) Mesure de foliation : direction $N 133^\circ E$, pendage $60^\circ W$ (ferme de Puron : $x = 670,35$; $y = 154,20$).

$\lambda_1 - \lambda_2$. **Leptynites.** Roches à grain fin (de l'ordre du dixième de millimètre), de couleur uniformément blanchâtre, les leptynites sont extrêmement homogènes et massives : absence générale de litage, de foliation et de linéation, et pratiquement inaltérées, à l'examen macroscopique.

L'affleurement principal (carrière de Verneuil-en-Bourbonnais) est affecté de nombreuses diaclases, souvent à enduit ferrugineux dans les parties hautes du front de taille, et traversé de bandes de cataclasites. Celles-ci se différencient par leur teinte verdâtre et leur aspect lustré (en raison de la cristallisation de chlorites uniorientées, parallèles au plan de cataclase) ; des traces de pyrite garnissent localement quelques diaclases.

La composition minéralogique se singularise par la présence de diverses reliques, témoins d'une histoire métamorphique complexe :

- quartz, avec trois générations : grains à extinction très irrégulière et lentilles tronçonnées perpendiculairement à leur allongement,
- remplissage de fractures sigmoïdales antérieures à l'altération des feldspaths, quartz resoudant des plagioclases brisés et altérés,
- albite-oligoclase altérés, macles pectiniformes très fréquentes,
- orthoclases : microcline frais, orthose (?) très dégradée abondante ; reliques de mésoperthites,
- disthène : rares cristaux à extrémités émoussées, auréolés de séricite par la rétro-morphose,
- grenats globuleux très petits (diamètre inférieur à 0,5 mm) et peu nombreux,
- biotite : un seul cristal frais, préservé dans un grain de quartz,
- chlorites : rares amas comprenant en outre : malacon, aiguilles de rutile, facules d'albite (produits de rétro-morphose de la biotite) et chlorites très pâles essentiellement fréquentes dans les cataclasites,
- muscovite : lattes diablastiques sécantes sur les chlorites, muscovite/séricite en feutrage dans les diaclases,
- malacon : amas diffus avec reliques de zircon frais,
- rutile dispersé,
- baryte tardive, remplissant des fractures ouvertes.

Les inclusions fluides, essentiellement monophasées, sont très abondantes dans le quartz et se révèlent riches en gaz carbonique CO_2 .

La texture est granoblastique, secondairement cataclastique.

Six phases sont discernables dans l'histoire métamorphique et tectonique des leptynites de Verneuil :

- réalisation d'un assemblage à dominante quartzo-feldspathique : quartz - plagioclase acide - orthoclases - disthène - almandin - rutile, appartenant au faciès granulite. Les caractères les plus typiques y sont l'absence de minéraux hydroxylés, l'existence de mésoperthites, l'individualisation du titane en rutile. Simultanément, semble-t-il, une cataclase modérée facilite le piégeage du fluide dominant, CO_2 , dans les fissures du quartz.
- épisode discret de cristallogénèse et de rétro-morphose : apparition de faibles quantités de biotite.
- phase de distension, créant des fissures cicatrisées par la remobilisation de quartz.
- rétro-morphose sévère dans le faciès *schistes verts*, cataclase localisée mais intense : chloritisation, muscovitisation, cimentation par du quartz de plagioclases tronçonnés ; redistribution des fluides inclus, contaminés par l'eau, maintenant dominante.
- muscovite tardive.
- dépôt de baryte.

L'analyse chimique souligne le caractère extrêmement acide de ces leptynites :

SiO ₂	: 73,00 %	CaO	: 0,55 %	FeO	: 0,10 %	TiO ₂	: 0,16 %
Al ₂ O ₃	: 12,20	Na ₂ O	: 2,15	MgO	: 0,75	BaSO ₄	: 3,65
Fe ₂ O ₃	: 0,50	K ₂ O	: 5,15	MnO	: < 0,02	P.F.	: 2,15

Total : 100,38 %(*)

Les caractères minéralogiques et texturaux, ceux de l'évolution métamorphique régressive et de la composition chimique des leptynites de Verneuil-en-Bourbonnais sont remarquablement semblables à ceux des leptynites de Breuille-Cesset, étudiées par l'auteur dans le cadre de la feuille voisine Montmarault, et se rapprochant également de ceux des granulites acides du haut Allier (J. Marchand, 1973).

Ces remarques laissent à penser que les leptynites actuellement connues en Allier sont les reliques d'un assez vaste domaine granulitique, comprenant aussi des roches carbonatées (F.H. Forestier, 1973) et des roches basiques et ultrabasiques (B. Lasnier, 1973).

Cγ. Colluvions. Les produits, généralement peu remaniés, de l'altération des formations cristallines ont été regroupés sous le même figuré sans distinction d'origine. Ils donnent naissance à des accumulations de versants et de bas-fonds argilo-sableuses plus ou moins riches en fragments anguleux de roche. Les faciès les plus argileux sont parfois appelés localement *gore*.

Structures tectoniques

Très rares sont les accidents cassants discernables sur les affleurements, en raison d'une occupation très ancienne des sols qui nivelle les inégalités géomorphologiques.

La tectonique cassante doit cependant être assez développée, si l'on en juge par l'importance des plans de cataclase qui traversent les leptynites de la carrière de Verneuil-en-Bourbonnais.

Cette hypothèse est étayée par l'examen stéréographique des photographies aériennes, qui révèle l'existence d'un important réseau de fractures anciennes (elles ne se prolongent jamais dans la couverture tertiaire). La direction N 40° E est de loin la plus fréquente. Les orientations W.NW—E.SE, N—S et E—W ne se manifestent guère que dans le *champ de fractures* compris entre Verneuil et les fermes de Valnaud (x = 670,10 ; y = 152,50).

Les gneiss et les leptynites, dépourvus de foliation et de litage, ne montrent aucune trace d'éventuelles déformations souples.

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES OLIGO-MIOCÈNES

(g3-m1a)

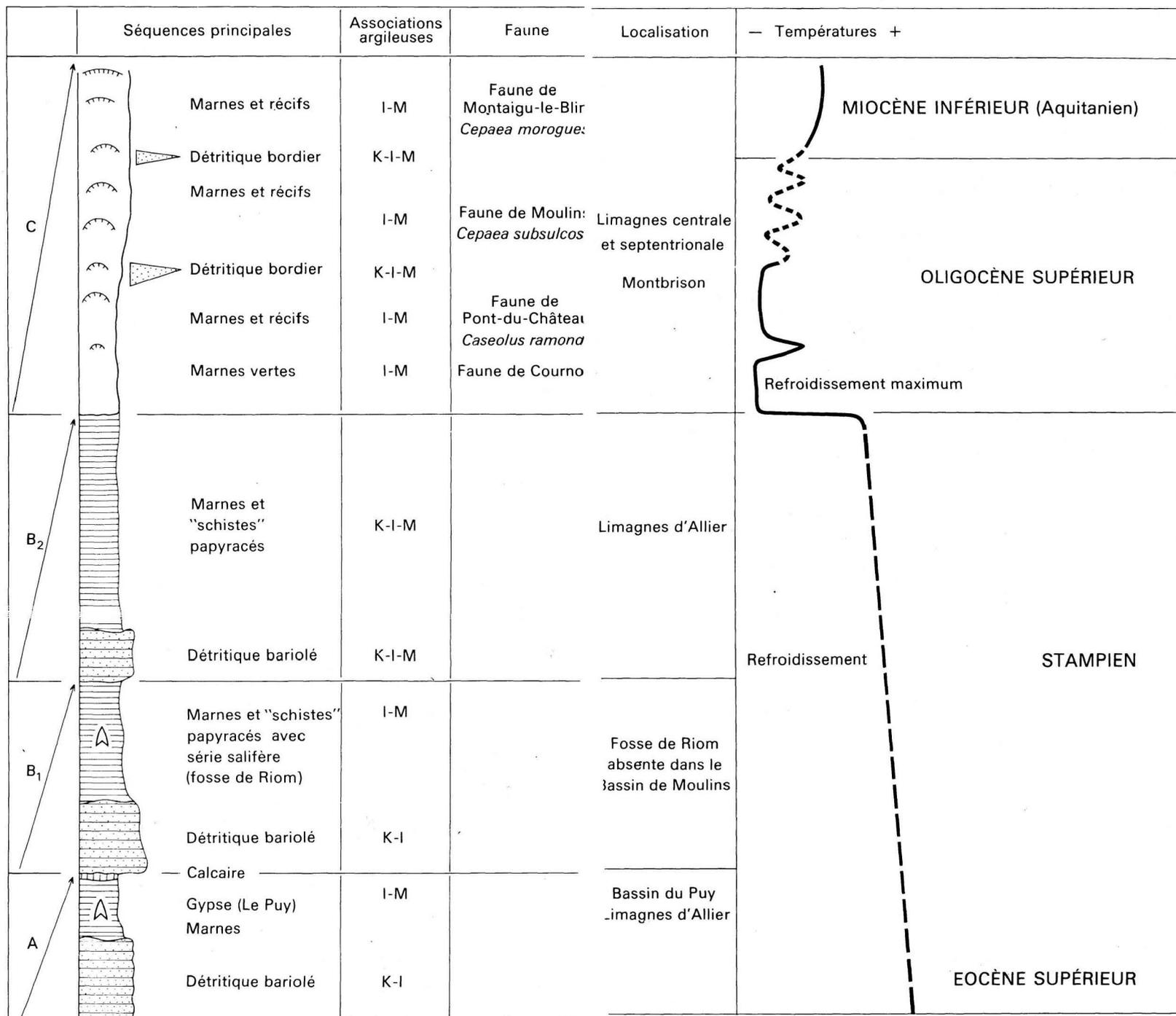
Généralités

Après une très longue période couvrant l'ère secondaire et la quasi-totalité de l'Éocène (de - 260 à - 40 MA environ), des aires fortement subsidentes ont pris naissance, sous l'effet des contrecoups de l'orogénèse alpine, dans maints endroits du Massif Central et notamment sur l'emplacement des Limagnes.

Des études géophysiques et des sondages profonds, réalisés dans le cadre de la recherche d'hydrocarbures (Régie autonome des Pétroles), ont permis de mettre en évidence la complexité de la structure profonde des Limagnes constituées en fait de plusieurs fosses séparées par des seuils. Un haut-fond situé approximativement vers

(*) Analyse effectuée par le B.R.G.M., référence : Ver 3.

Fig. 1 – Variations minéralogiques, paléontologiques et climatiques de la série tertiaire des Limagnes



Saint-Pourçain a permis l'individualisation, au Nord, du bassin de Moulins dont l'histoire géologique est légèrement différente de celle du bassin complexe de Vichy—Clermont-Ferrand au Sud.

Données géologiques régionales

Les principales variations minéralogiques, paléontologiques et climatiques de la série tertiaire des Limagnes, reconstituées à partir des données de la surface et des sondages profonds sont résumées sur la figure 1.

Plusieurs cycles sédimentaires se superposent et peuvent localement être incomplets ou absents. Les lacunes et variations d'épaisseur sont vraisemblablement liées à des arrêts ou ralentissements de la subsidence dans tout ou partie du bassin.

La séquence A est présente à la partie inférieure de la série tertiaire, au niveau des fosses principales, sur l'ensemble du bassin depuis Brioude jusqu'à Moulins, sa mise en place succède à une phase tectonique majeure.

La séquence B, caractérisée par ses dépôts salifères, n'est bien développée que dans la fosse de Riom, seule zone où apparemment la subsidence s'est maintenue tout au long du Stampien.

A une époque encore imprécise de l'Oligocène, une nouvelle phase tectonique majeure intéresse l'ensemble du bassin et permet le dépôt de la séquence principale B₂-C dont le terme inférieur B₂, d'âge stampien supérieur et de caractères lagunaires, a une aire d'extension comparable à celle de la séquence A. Le terme supérieur lacustre C (Oligocène supérieur—Aquitaniens) a une aire de répartition beaucoup plus réduite. La régression est progressive : les zones inférieures « Cournon et Pont-du-Château » existent encore depuis Saint-Sandoux (Veyre-Monton) au Sud de Clermont jusqu'à Saint-Menoux (Bourbon-l'Archambault) et Trévol (Dornes) respectivement à l'Ouest et au Nord de Moulins, l'épaisseur des sédiments étant encore considérable à l'aplomb de la fosse de Riom (400 à 500 m).

Le niveau de Moulins n'est à l'heure actuelle identifié que dans la partie ouest de la Limagne bourbonnaise, celui de Saint-Gérand-le-Puy—Montaigu-le-Blin n'est signalé que dans la proximité immédiate de ces localités et ne déborderait pas, vers le Nord, Tréteau et Jaligny. Il semble toutefois que les formations aquitaniennes (marnes et argiles à Mélanies) de Gergovie doivent lui être rattachées.

Dans le bassin de Moulins et une partie du bassin de Vichy, les formations tertiaires, largement masquées par des dépôts plus récents plio-quaternaires, sont, à l'exception de quelques points isolés (Chareil-Cintrat, Saint-Germain-des-Fossés, Dompierre-sur-Besbre) où affleurent les niveaux à *Potamides lamarki*, représentées par les horizons supérieurs (Oligocène supérieur—Miocène basal).

Terrains non affleurants

Des renseignements sur les couches tertiaires profondes nous sont donnés dans la Limagne par une série de sondages (Régie autonome des Pétroles) ayant atteint le socle, un seul d'entre eux est implanté sur la feuille Saint-Pourçain : Moulins 101 (621-6-1).

Une tentative de corrélation entre les sondages du bassin de Moulins et ceux du bassin méridional est esquissée sur la figure 2.

Les corrélations entre ces sondages sont délicates à établir, deux d'entre eux Barberier 101 (Bb 101, feuille Vichy) et Brout-Vernet 101 (BV 101, feuille Vichy) se situant sur un seuil bordier à l'Ouest de la fosse de Vichy. Sur ces *hauts-fonds* l'épaisseur des sédiments se réduit, les séquences inférieures tendant à disparaître.

La différence essentielle entre les deux bassins : Moulins et Vichy—Clermont réside dans la disparition d'une séquence (B₁) dans le bassin nordique. Dans le sondage Mo 101, dont la description détaillée est donnée en marge de la carte, la séquence inférieure (de 410 à 668 m de profondeur) correspond vraisemblablement à la séquence A de la grande Limagne.

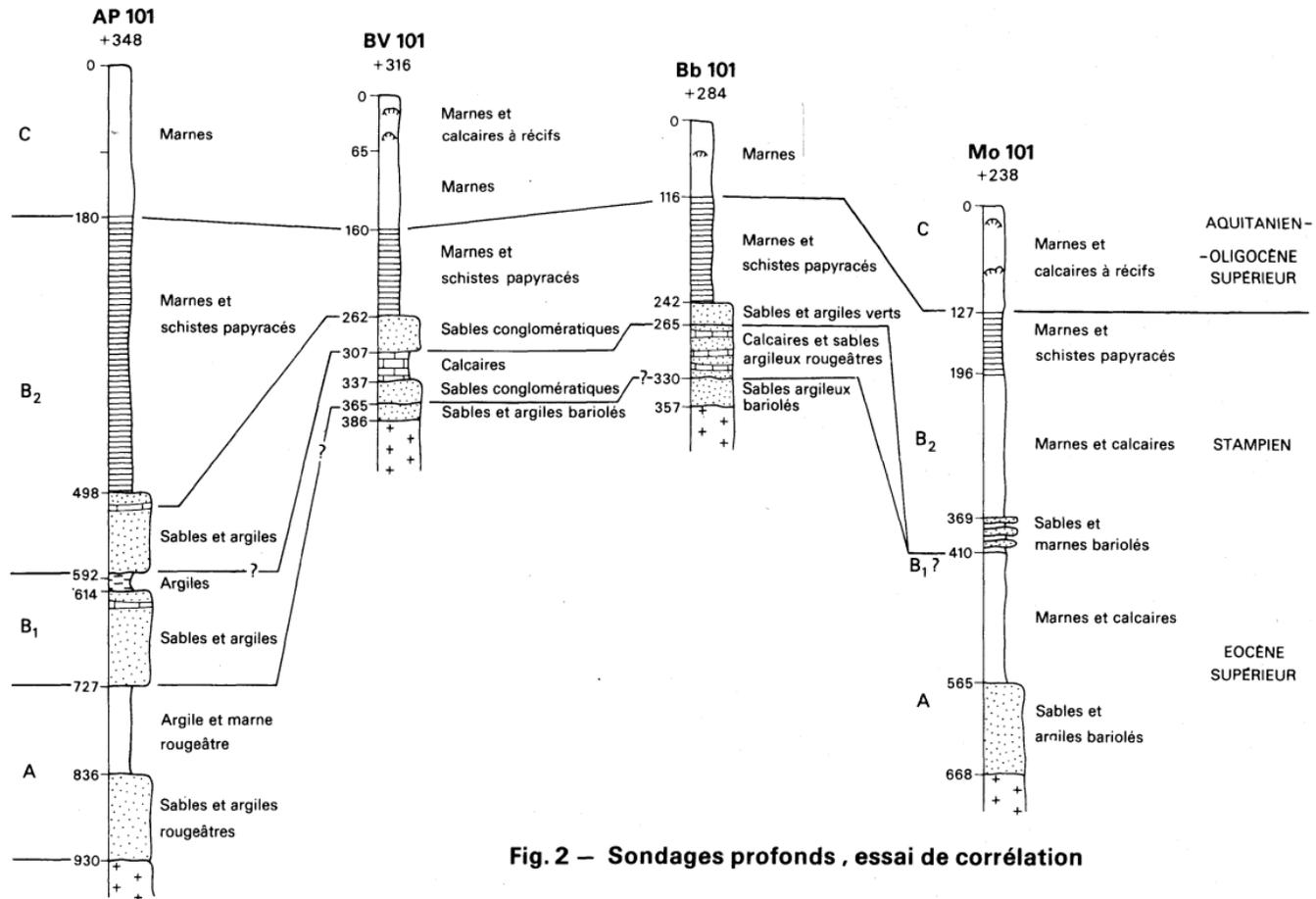


Fig. 2 — Sondages profonds, essai de corrélation

La séquence supérieure est très comparable à la séquence B-C connue en grande Limagne ; la coupure entre B et C, basée sur des considérations d'ordre minéralogique et paléontologique, correspond à une variation climatique très importante observée à l'échelle de l'Europe^(*).

La séquence salifère B₁ connue uniquement en sondages dans la fosse de Riom n'a pas été identifiée dans le bassin de Moulins ; sur la séquence A se développe directement la séquence B₂ (de 127 à 410 m de profondeur).

L'étude régionale de l'ensemble C, à dépôts exclusivement lacustres ou localement fluviatiles, a abouti à la distinction sur des bases essentiellement paléontologiques (Mollusques, Vertébrés, microflore) de quatre niveaux, du sommet vers la base :

- | | |
|--|-------------------------|
| 4 - niveau de Saint-Gérand-le-Puy—Montaigu-le-Blin | Aquitanien |
| 3 - niveau de Moulins | |
| 2 - niveau de Pont-du-Château | -----
Oligocène sup. |
| 1 - niveau de Cournon. | |

Les trois niveaux supérieurs affleurent dans le cadre de la feuille ; le niveau de Cournon a été signalé au Nord du bassin de Moulins et est largement représenté au Sud aussi son existence en profondeur est-elle très probable.

Terrains affleurants

En raison de la dispersion et de la rareté relatives des gîtes fossilifères, ainsi que du caractère relativement constant des dépôts, la cartographie chrono-stratigraphique n'a pu être effectuée. Les formations, bien que rapportées au sommet de l'Oligocène supérieur (g₃) et au Miocène basal (m_{1a} Aquitanien) ont été regroupées sous la notation compréhensive g₃-m_{1a}. La cartographie a été basée essentiellement sur les faciès lithologiques regroupés en ensembles ; ceux-ci sont au nombre de quatre principaux.

Sables et argiles à passées marneuses. Les faciès détritiques se sont principalement développés dans deux régions : sur la bordure occidentale du bassin où ils affleurent depuis Bransat jusqu'à Bresnay et dans la région de Saint-Gérand-le-Puy—Servilly. Généralement à intercalations carbonatées, ces sédiments détritiques sont représentés par des sables quartzo-feldspathiques et micacés, blanchâtres lorsqu'ils ne sont pas argileux (bordure occidentale), localement consolidés (grès calcaireux), le plus souvent verdâtres lorsqu'ils sont argileux. De minces niveaux conglomératiques existent entre Verneuil et Bresnay.

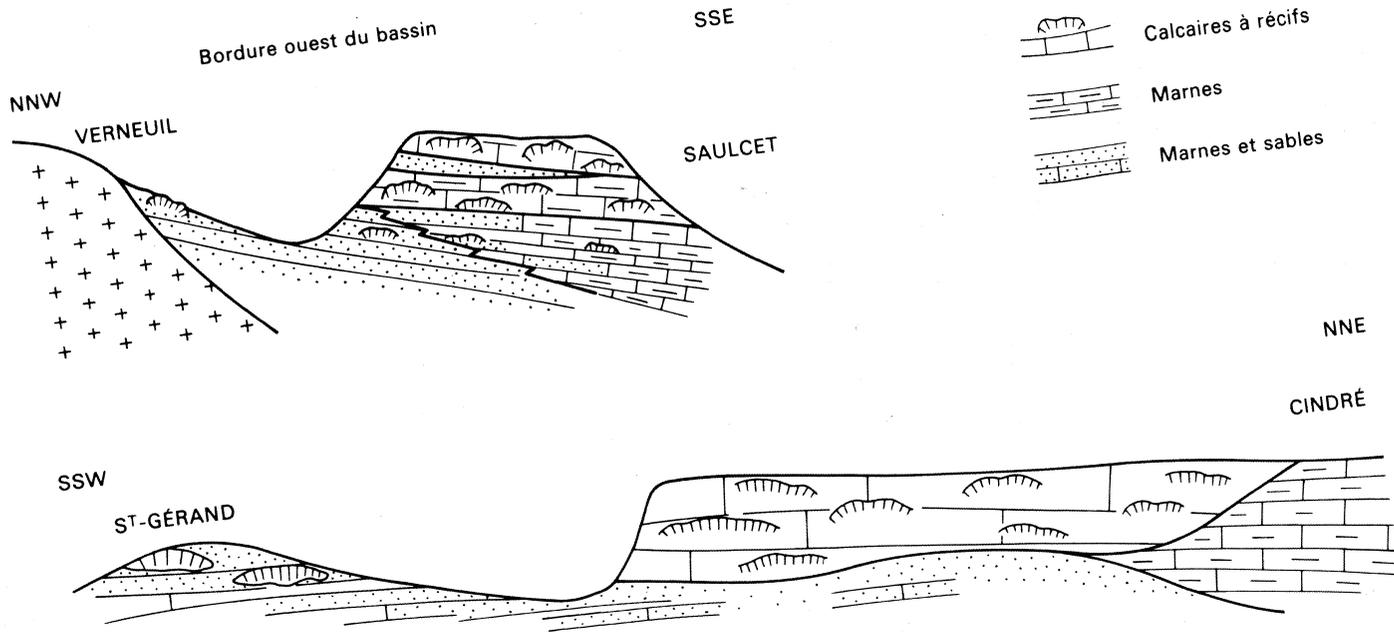
Parmi les minéraux constituants on note l'absence ou la grande rareté de feldspaths plagioclases. Les sables sont mêlés à des argiles vertes plus ou moins sableuses ou calcaires constituées pour l'essentiel de montmorillonite et d'illite et exceptionnellement de kaolinite.

Les épandages sableux aux caractères fluviatiles et fluvio-lacustres sont parfois observables à la base des séries affleurantes et s'intercalent dans les sédiments carbonatés à divers niveaux. Les relations entre sédiments détritiques et carbonatés sont schématisées sur deux profils, l'un établi dans la zone bordière vers Saint-Pourçain, l'autre vers Saint-Gérand-le-Puy (fig. 3).

Marnes à horizons récifaux. Les marnes, beiges, blanchâtres, grises ou verdâtres représentent le dépôt le plus largement étendu ; régulièrement litées en bancs décimétriques à métriques, de dureté variable liée aux proportions relatives argiles-carbonates, essentiellement calcitiques mais parfois dolomitiques leur fraction argileuse est exclusivement constituée de montmorillonite et d'illite. Très peu fossilifères dans les zones centrales du bassin à l'exception des Ostracodes, elles contiennent dans les zones bordières des formations récifales algaires en petites constructions éparées.

(*) Les données climatiques utilisées sont établies à partir des études palynologiques (travaux en cours J.J. Châteauneuf, G. Gorin).

Fig. 3 – Coupes schématiques



Marnes et calcaires localement détritiques. L'individualisation de cet ensemble a été justifiée par la fréquence des passées détritiques dans la partie supérieure des marnes de la région de Monétay. Cette série, étudiée en plusieurs points, se présente sous une allure très particulière de marnes brunes et beiges à passées lenticulaires ou en minces bancs de sables quartzo-feldspathiques. Les caractéristiques minéralogiques sont comparables à celles des autres ensembles (calcite, montmorillonite, illite, quartz, plagioclase). Très souvent, des concentrations secondaires de calcite constituent des petits rognons irréguliers centimétriques et des dalles lenticulaires discontinues très dures qui, en section, peuvent atteindre une épaisseur de plusieurs décimètres et en longueur de plusieurs mètres.

Marnes et calcarénites à grosses masses récifales. De cet ensemble, nous n'observons le plus souvent que les énormes masses de calcaires construits, jadis exploités en de nombreux points comme pierre à chaux. Dégagées par l'érosion, ces masses récifales confèrent à la région de Montaigu-le-Blin, où elles sont le plus largement développées, un relief très particulier en buttes et *tureauux* (Pays des Buttes).

La genèse de ces travertins^(*) est liée en majeure partie à une prolifération organique végétale (Algues bleues, Mousses, Végétaux supérieurs,...) et animale (larves d'Insectes, Gastéropodes,...). Les sédiments encaissants dégagés par l'érosion ou recouverts de produits d'altération ne sont que très rarement observables. En 1973 trois coupes seulement permettent de les étudier : la carrière de Montaigu-le-Blin au lieu-dit les Pérards, le long de la N 7 au Nord de Saint-Gérand-le-Puy au lieu-dit les Tureauux, la carrière abandonnée de Bransat (Cluzel) décrite par J. Bertrand-Sarfati *et al.* (1967). Dans les deux premiers cas les sédiments sont constitués de marnes beiges et vertes souvent bioclastiques et de sables calcaires bioclastiques très riches en Gastéropodes (Hydrobies et autres,...) et en fragments variés d'encroûtements. Dans la région de Saint-Pourçain des apports détritiques peuvent être importants. Les caractéristiques minéralogiques de cet ensemble sont identiques à celles des formations déjà décrites.

Données stratigraphiques. Sur la base de l'étude des malacofaunes, R. Rey distingue quatre niveaux ; seuls les trois supérieurs sont représentés ici, de la base vers le sommet : le niveau de Pont-du-Château caractérisé par *Caseolus ramondi* (Chattien moyen), le niveau de Moulins caractérisé par *Cepaea subsulcosa* (Chattien supérieur) et le niveau de Montaigu-le-Blin caractérisé par *Cepaea moroguesi* (Miocène inférieur). L'étude du contenu palynologique de ces horizons (G. Gorin, J.J. Châteauneuf) confirme les distinctions : les sédiments de la zone de Pont-du-Château se seraient déposés sous un climat relativement froid (90 à 95 % de Conifères) qui se serait installé en Europe à la base de l'Oligocène supérieur, ceux de Montaigu sous un climat nettement plus chaud. La microflore de la zone de Moulins montre des caractères intermédiaires. Les coupes étudiées révèlent de fréquentes alternances entre climat *chaud* et climat *froid* aboutissant à une tendance générale de net réchauffement. Compte tenu du changement climatique intervenant à la limite des niveaux de Pont-du-Château et de Moulins, et en accord avec Cl. Cavelier (1972), le niveau de Moulins est considéré comme appartenant à la base du Miocène (Aquitainien inférieur).

Çg₃-m_{1a}. Colluvions. Les sédiments tertiaires, meubles (sables détritiques,... calcarénite) ou peu cohérents (argiles, marnes) libèrent par altération des matériaux calcaro-argilo-sableux incluant souvent des fragments de calcaire (Côtes de Saint-Pourçain, Pays des Buttes). Les produits, accumulés sur la plupart des pentes ou dans les dépressions n'ont été représentés sur la carte que lorsque leur épaisseur et leur extension rendaient impossible toute observation directe du substrat.

(*) M. Donsimoni et D. Giot, travaux en cours.

FORMATIONS DES SABLES ET ARGILES DU BOURBONNAIS

(PLIO-QUATERNAIRE)

FL. Ensemble fluvio-lacustre d'argiles, sables, galets et matériaux alluviaux

Généralités

L'ensemble connu sous le nom de Sables et argiles du Bourbonnais (carte géologique à 1/80 000), ou Sables à cailloux du Bourbonnais (L. de Launay, 1923), occupe, en surface, environ la moitié du territoire de la carte Saint-Pourçain. Les formations comprises dans cet ensemble se situent essentiellement dans les parties nord et nord-est de la carte et se prolongent sur celle de Moulins.

Aucune différenciation n'avait été faite sur la carte à 1/80 000, au sein de cet ensemble, habituellement considéré comme pliocène ou mio-pliocène et que de récents travaux tendent à rajeunir (limite Pliocène—Villafranchien).

Sur la présente carte à 1/50 000, il a été distingué plusieurs sous-ensembles, constituant autant d'unités cartographiques, caractérisés par leur dominante argileuse ou sableuse, la présence ou non de galets. Cet essai de différenciation lithologique procède essentiellement des observations de surface, les coupes des sondages réalisées sur ce territoire, malaisées à interpréter, apportent peu de renseignements.

Les données géométriques acquises au cours des levés esquissent une lithostratigraphie déjà soupçonnée par les anciens observateurs (L. de Launay notamment) et qui est confirmée par les levés de la carte Moulins. Néanmoins, l'irrégularité structurale, consécutive à la genèse d'un tel ensemble, laisse prévoir un schéma général souffrant de nombreuses variantes locales. Des difficultés de corrélation existent d'ailleurs entre rive gauche et rive droite de l'Allier ainsi qu'avec la butte de Briailles. D'autre part, les remaniements superficiels, l'évolution dissymétrique des versants, les effets de pédogenèse rendent malaisée la définition d'une coupe-type que l'absence de sondages profonds ne permet pas de vérifier. C'est donc avec beaucoup de réserves qu'il faut interpréter la coupe synthétique suivante, valable surtout au Nord-Est.

A la base de l'ensemble et au toit des formations marneuses, apparaît une argile verte épaisse de quelques décimètres à 1 mètre. Au-dessus viennent des sables plus ou moins argileux puis une formation à galets très caractéristique dont l'épaisseur peut atteindre une dizaine de mètres. Ces galets sont surmontés de sables fins plus ou moins argileux, ou de sables grossiers, sur une dizaine de mètres environ. La série actuellement visible se termine par des sables argileux et des argiles qui couronnent tous les sommets (1 à 5 m).

L'ensemble se développerait donc sur 25 à 30 m, mais il est évident que la série peut être tronquée aussi bien vers la base qu'au sommet.

Bien que cette lithostratigraphie se vérifie à l'échelle de la carte, et comme règle générale de répartition des sous-ensembles, les données restent trop ponctuelles et imprécises pour permettre l'établissement d'une carte proprement stratigraphique. Les seules formations observées, et représentées, sont pour l'essentiel des formations superficielles comprenant des argiles ou des sables *in situ*, mais aussi des colluvions qui en dérivent plus ou moins directement. Les données stratigraphiques ont été ménagées et soulignées, chaque fois que cela était possible, de manière à conserver à la carte son objectif traditionnel. C'est ainsi que des bancs argileux sont localement mis en évidence au sein des sables. De même, les bancs de graviers sont soulignés et la traduction cartographique de cette donnée immédiate du terrain est particulièrement importante, en raison de la grande dispersion en surface des graviers ou des galets.

Argiles et sables situés à la base de l'ensemble

Les formations situées au toit des marnes oligocènes s'observent trop ponctuellement pour être individualisées sur la carte. La question peut d'ailleurs se poser, en particulier pour l'argile verte qui repose généralement sur les marnes, de savoir

quelle est la part éventuelle de formations résiduelles post-aquitaniennes mais antérieures au dépôt fluvio-lacustre bourbonnais. Cette argile verte, qui semble exister aussi entre les marnes et certaines alluvions, pourrait résulter en partie d'une décalcification des marnes. Un échantillon prélevé aux Quatre Chevrons (Treteau) sous une couverture sableuse de 8 m a donné : kaolinite 30 %, smectite 30 %, illite 40 %.

Les sables, argileux ou non, qui par ailleurs semblent constituer la base de l'ensemble fluvio-lacustre, sont très rarement visibles en coupe.

Formations à galets

Les formations à galets sont bien développées de part et d'autre de la vallée de l'Allier. Elles disparaissent dans le quart nord-est du territoire de la carte où l'altitude est légèrement plus élevée pour reparaître entre le château des Gouttes et Goyette (Thionne), sur le versant de la Besbre. Plusieurs carrières entament ces formations à galets interprétés comme *alluvions anciennes* sur la carte géologique à 1/80 000. De fait, la concentration en surface des galets aboutit à des *cailloutis* qui occupent souvent des glacis peu inclinés, assimilables à des terrasses très dégradées. Les levés montrent cependant, et la représentation est suggestive à cet égard, qu'il s'agit bien d'un niveau stratigraphique, suivi dans les vallées adjacentes jusqu'à ses limites altimétriques. Quelques anomalies sont restées inexplicables : ainsi la brusque disparition à l'Est de Cachera (Gouise).

La pente générale nord est de l'ordre de 0,001. Les galets se situent vers 300 m d'altitude sur la butte de Briailles, vers 265 m à Saint-Loup et 260 m au Nord-Ouest de Saint-Gérard-de-Vaux. Sur la rive gauche, il est noté 300 m à la Billonnière (Contigny) et 255 m au Nord-Ouest de Châtel-de-Neuvre, (cotes du toit des marnes).

Le décalage, entre rive gauche et rive droite, du niveau de base de la formation à galets, de l'ordre de 15 mètres sur la feuille Moulins, s'accroît vers le Sud et est environ 30 à 40 m au niveau de la Billonnière et Briailles. Localement, sur une même rive entre Monétay et Châtel-de-Neuvre, un approfondissement de 35 m du toit des marnes a été observé. D'une façon comparable, l'extension vers l'Ouest des formations FL est limitée par une remontée rapide du substratum. Les variations rapides du toit des marnes peuvent s'interpréter comme étant la conséquence de jeux tectoniques ou comme représentant les rives bordant *la plaine alluviale pliocène*.

La stratification est tantôt horizontale, tantôt oblique voire entrecroisée pour ce qui concerne les sables. Les galets sont disposés en cordons relativement continus qui alternent avec des sables fins ou grossiers. L'épaisseur est en moyenne d'une dizaine de mètres, avec un ou deux cordons principaux. La dispersion des galets sur tous les versants rend malaisée la limitation inférieure de la formation comme le dénombrement exact des cordons.

La taille des galets est comprise en moyenne entre 2 et 5 centimètres. Certains quartz atteignent une dizaine de centimètres à Briailles.

Quartz, silex et granites constituent pour l'essentiel les galets. Le quartz est blanc, parfois rougeâtre, notamment dans les cailloutis de surface. Le silex est blond à patine noire, mat ou luisant. Le cortex des rognons présente de nombreuses cupules. Pour le silex aussi, une patine rougeâtre apparaît parfois en surface. Les roches granitiques comprennent des granites à grain fin et des microgranites ou des rhyolites. A ces galets abondants s'associent, plus rarement, quelques roches volcaniques très altérées, indéterminables. La matrice sableuse, quartzo-feldspathique, contient dans les fractions grossières de gros feldspaths blancs ou roses.

Des boules silteuses de quelques centimètres à plusieurs décimètres, de couleur grises ou gris-vert, sont parfois emballées dans les sables à galets (les Gravoches, Châtel-de-Neuvre). Elles se regroupent fréquemment dans un même niveau qui correspond souvent à une coupure granulométrique. Du point de vue minéralogique, il s'agit de kaolinite 40 %, smectite 30 % et illite 30 %.

Les constituants essentiels quartz, silex, roches granitiques, sont en proportion variable. Il est néanmoins possible de cerner une aire où les granites sont très

abondants et une tentative est faite sur la carte pour représenter cette répartition. Dans tout le périmètre concerné (entre Saint-Loup et le Nord de la carte), les carrières révèlent la superposition assez constante de sables à galets de quartz, de silix et de granites sur une formation analogue pratiquement dépourvue de granite. La même particularité s'observe au Nord dans le cadre de la carte Moulins. Il était même permis de se demander si la disparité, ainsi mise en évidence dans l'alimentation des formations à galets, ne correspondait pas à une entaille ultérieure de l'Allier. En d'autres termes, *la formation à galets granitiques* pouvait représenter d'anciennes nappes alluviales de l'Allier qui, précisément, font défaut dans ce tronçon de vallée. Cela semble néanmoins assez improbable eu égard à l'importance, ici ou là, du recouvrement de ces formations à galets par des sables jugés *in situ* et rapportés à l'ensemble fluvio-lacustre.

Le problème de l'origine des matériaux se pose aussi pour les silix. Leur proportion croît en allant vers le Nord (carte Moulins) ; beaucoup moins abondants vers le Sud, ils s'observent encore malgré tout sur la butte de Briailles.

Formations essentiellement sableuses

Des formations essentiellement sableuses se rencontrent à divers niveaux. Cette désignation générale n'exclut pas une certaine teneur en argile, voire des lits argileux. Il faut noter aussi, dès à présent, que les sols lessivés accusent toujours plus de sable, granulométriquement parlant, que la roche-mère. Ceci peut constituer une source d'erreurs dans l'appréciation des formations sous-jacentes.

Ces formations, peu caractéristiques, sont mal connues en raison de la rareté des coupes.

Bancs silteux ou argileux

Des bancs silteux ou argileux se rencontrent à divers niveaux dans l'ensemble FL. Ils ont été délimités chaque fois que cela était possible, c'est-à-dire dans tous les cas où ils ne sont pas masqués par des colluvions. Du fait de leur faible épaisseur, il est en effet souvent malaisé de les découvrir.

Contrairement aux bancs argileux délimités sur la carte Moulins, ceux de la Tuilerie (Châtel-de-Neuvre), les Jots et Saint-Voir, n'ont pu être replacés dans une stratigraphie d'ensemble.

Formations à sable grossier

Les sables grossiers, feldspathiques, constituent une unité cartographique aux environs de Treteau et dans l'angle sud-est de la carte (Servilly). Alors que sur la carte Moulins ces sables occupaient une position stratigraphique précise, il n'a pas été possible de dégager semblable relation ni à Treteau, ni vers Servilly. Néanmoins, ils semblent bien se situer au mur des sables argileux et des argiles qui terminent la série. Ils prennent une grande extension au Sud sur le territoire de la carte Vichy.

Parmi ces sables quartzo-feldspathiques peuvent se rencontrer de petits galets (1 à 3 cm) de quartz ou, plus rarement, de roches granitiques.

Formations argileuses et sableuses indifférenciées

Cette unité cartographique regroupe deux cas. D'une part, des sables argileux immédiatement sous-jacents aux argiles des plateaux, d'autre part, des alternances de sables et de lits d'argiles, plus ou moins mêlés en surface et par conséquent difficiles à représenter individuellement sur la carte.

Ces formations argilo-sableuses indifférenciées correspondent souvent à des aires masquées où les renseignements restent très ponctuels : fréquemment aussi un banc d'alias se forme dans les niveaux superficiels.

Formations argileuses, accessoirement sableuses des plateaux

Les formations argileuses des plateaux terminent la série fluvio-lacustre. Il ne semble pas qu'une évolution pédogénétique puisse à elle seule expliquer leur formation.

Il s'agit d'argiles, parfois sableuses, très compactes, dont la composition minéralogique est en général : kaolinite 30 %, smectite 30 à 50 %, illite 20 à 30 %. La présence de chlorite est reconnue à la Tuilerie et les Charbonnières (Thionne).

Variations minéralogiques principales

L'étude des minéraux lourds et de la phase argileuse de ces sédiments (J. Tourenq, travaux en cours) fait apparaître sur l'ensemble de la formation une évolution d'Ouest en Est. Ainsi en bordure de l'Allier, les dépôts sont caractérisés par une association à staurotide et autres minéraux de métamorphisme dominants (30 à 50 %), et un cortège argileux à smectites prépondérantes. Vers l'Est, le zircon devient largement prédominant (> 50 %) en même temps qu'apparaissent de fortes proportions en kaolinite (> 50 %).

Un niveau à sphène et hornblende, développé surtout dans la zone occidentale, pourrait correspondre à des projections éoliennes en relation avec un épisode volcanique montdorien.

CFL. Colluvions dérivant des formations fluvio-lacustres

Les colluvions sont abondantes dans tout le domaine fluvio-lacustre sans qu'il soit toujours possible de les cerner avec précision du fait de leur ressemblance avec la roche-mère. Il en existe deux catégories principales reliées par des types intermédiaires : les colluvions *pelliculaires* des versants à forte pente et les colluvions des versants nord et nord-est à pente faible.

Les colluvions *pelliculaires* ne sont généralement pas représentées sur la carte, sauf lorsqu'elles recouvrent un substrat, identifié ou non, distinct du fluvio-lacustre bourbonnais. Leur épaisseur est décimétrique. Les caractères généraux sont ceux de la roche-mère. Une mention particulière doit être faite des galets qui, en-dessous de la « formation à galets » *in situ*, s'observent sur de grandes surfaces.

Les colluvions des versants à pente faible, essentiellement orientés au Nord et Nord-Est, sont plus extensives et plus épaisses que les précédentes. Elles restent mal définies en raison de la rareté des coupes. Leur délimitation a été faite à partir des sols caractéristiques qui les surmontent habituellement. La démonstration de leur existence est exprimée par la disparition des niveaux-repères sur les versants nord et nord-est. La cartographie de ces colluvions souligne d'ailleurs la remarquable dissymétrie des versants : opposition entre les pentes faibles vers le Nord et l'Est, par rapport aux pentes plus redressées vers le Sud ou l'Ouest.

Les colluvions *pelliculaires* résultent, probablement en majeure partie, d'une dynamique récente, voire de phénomènes anthropiques.

Les colluvions extensives, qui correspondent en outre à la dissymétrie des versants, représentent certainement une mise en place complexe dans laquelle sont intervenus plusieurs facteurs : solifluxion, ruissellement, voire transports éoliens. Leur âge probable est quaternaire, le modelé final étant surtout dû aux dernières périodes, Würm principalement.

Age des formations fluvio-lacustres du Bourbonnais

Boulanger (1844) décrivait les formations fluvio-lacustres du Bourbonnais comme « terrain tertiaire supérieur (période pliocène) ». Cet âge fut souvent discuté. Commentant l'assimilation par la carte géologique au millionième des Sables du Bourbonnais aux sables burdigaliens de la Sologne, L. de Launay exprime son hésitation entre un rattachement au Miocène ou au Pliocène. Très objectivement, il ne manque pas de présenter les arguments en faveur de l'une ou l'autre période et suggère en tout cas des remaniements.

Récemment, la découverte de quartz, caractéristique des nappes de ponce du Mont-Dore, permettait de rajeunir ces formations, en en rapportant la partie supérieure au Pliocène moyen ou supérieur (J. Tourenq et L. Le Ribault, 1972). Plus récemment encore, l'analyse pollinique portant sur des échantillons prélevés dans le niveau d'argile grise, à débris de bois (Thiel-sur-Acolin pour la feuille Moulins, Diou et Beaulon pour

la feuille Dompierre-sur-Besbre), a livré de nombreux spores et d'abondants pollens dont *Sphagnaceae* (*Stereisporites*) 20 % à Diou ; *Stereisporites* (*Sphagnum*), *Pinus* type *sylvestris*, *Pinus haploxylon*, Séquoïa, *Tsuga*, *Nyssaceae* à Thiel-sur-Acolin, indiquant un âge villafranchien inférieur (Pléistocène inférieur) en terme continental ou Pliocène supérieur (échelle marine) (déterminations de J.J. Châteauneuf, 1973).

COLLUVIONS ET COMPLEXES DE FORMATIONS SUPERFICIELLES

K. Complexe des dépressions. Les dépressions de Boucé, Paray-sous-Briailles et Saint-Pourçain sont comblées de colluvions diverses imbriquées ou non avec des alluvions, justifiant une représentation globale en *complexe*.

A Boucé, les coupes observées vers les Loges montrent des colluvions argilo-calcaires de couleur gris clair recouvertes par un sol argilo-sableux iso-humique noirâtre. L'épaisseur est supérieure à 2,5 mètres.

A Paray-sous-Briailles, le complexe K dépasse 6,5 m dont 2,40 de colluvions argilo-calcaires surmontant 4 m de sables grossiers qui contiennent encore des débris calcaires (4 à 6 %).

Au N.NW de Saint-Pourçain, un sondage (moto-tarière) a traversé 2 m de colluvions diverses et de sable roux à granules calcaires purs, sous un banc de 0,5 m d'argile calcaire et d'argile brune ou bleue, des sables grossiers très argileux sur 3 mètres. La mise en place du complexe K relève probablement de processus divers en relation avec les périodes climatiques du Quaternaire moyen et supérieur.

C1a, C1. Colluvions diverses des bas de versants et des fonds de vallons. Les colluvions qui comblent les fonds de vallons et, dans certains cas, les bas de versants sont évidemment assez hétérogènes. Suivant la nature des formations qui les alimentent, il s'agit d'argiles, de sables ou de galets noyés dans une matrice argilo-sableuse. La glyfification est fréquente dans les fonds. D'une manière générale, ces formations s'épanouissent à la tête des thalwegs, constituent même parfois des *formations suspendues* sans relation actuelle directe avec les colluvions situées plus en aval. Les indications d'épaisseur manquent.

CF. Colluvions et alluvions indifférenciées. Une formation argilo-sableuse en partie colluviale et alluviale passant progressivement à des dépôts de type C1 a été individualisée du fait de l'ambiguïté de son origine sur la basse vallée du Valençon à son débouché de la dépression de Boucé vers la vallée de l'Allier à l'Est de Varennes.

C2. Complexe de pente. Cette unité cartographique regroupe des formations diverses plus ou moins imbriquées et surtout malaisées à individualiser.

C'est ainsi que, sur la rive gauche de la Besbre, peuvent se rencontrer : des alluvions anciennes résiduelles, des colluvions actuelles ou sub-actuelles de ces alluvions, des colluvions dérivant du fluvio-lacustre bourbonnais, d'autres des marnes oligocènes qui constituent le substrat.

FORMATIONS ALLUVIALES ET DÉPÔTS QUATERNAIRES ASSOCIÉS

Les alluvions sur le territoire de la feuille Saint-Pourçain-sur-Sioule ont une grande importance tant sur le plan géologique et hydrogéologique que sur le plan économique.

Trois rivières d'importance inégale (Allier, Sioule, Bouble), à écoulement vers le Nord, ont entaillé les sédiments tertiaires et quaternaires anciens et déposé dans leurs lits successifs des nappes de sables et galets que l'on retrouve à l'époque actuelle, perchées à des altitudes fonction de leur âge relatif.

Au-dessus du lit actuel remblayé d'alluvions récentes (Fz), six niveaux ont été distingués sur des critères altimétriques. Les nappes anciennes sont tantôt bien conservées (F), tantôt très dégradées (RF), il ne subsiste alors plus, sur une surface relativement horizontale, qu'un mince dépôt résiduel de galets.

Leur âge relatif est exprimé par l'adjonction en indice de lettres de l'alphabet, de la plus récente z, à la plus ancienne v. La notation RF (sans indice) désigne des résidus d'alluvions qui n'ont pu être, pour des raisons diverses, replacés avec certitude à un niveau déterminé de l'échelle chronologique relative.

Dans les zones de confluence, des nappes sub-contemporaines ont été distinguées en ajoutant la lettre initiale du nom de la rivière dont elles sont originaires, par exemple S pour Sioule, A pour Allier, etc.

Généralités

Les rivières principales drainent des régions géologiquement distinctes, entraînant des matériaux dont la différence essentielle réside dans les proportions relatives entre éléments du socle et éléments de roches volcaniques récentes.

Ainsi la Besbre provenant des Monts du Forez ne charrie que des éléments du socle paléozoïque ; l'Allier drainant les massifs volcaniques montdorien et clermontois entraîne en abondance des galets de roches effusives ; la Sioule bien que s'écoulant depuis le versant ouest de la chaîne des Puys n'apporte qu'assez peu d'éléments volcaniques ; enfin les alluvions de la Bouble, provenant de la région cristalline de Montmarault, en sont totalement dépourvues.

Vallée de la Besbre

Cette vallée, encaissée d'une cinquantaine de mètres dans les formations calcaires oligo-miocènes ne possède que peu d'alluvions anciennes. Les nappes généralement très dégradées (RF), constituées en majeure partie de galets et graviers, n'ont pu être rattachées aux niveaux distingués dans la vallée de l'Allier.

Une haute nappe très dégradée se situant à 30 mètres environ au-dessus du lit actuel est présente tout au long de la rive gauche. Ses éléments, galets et graviers, remaniés sur les pentes, alimentent pour partie une formation complexe de versant (C2). Dans les nappes inférieures, trois niveaux ont été distingués :

- F_x formant un ressaut très étroit et irrégulier, sur la rive gauche uniquement, est constitué de matériaux grossiers généralement très oxydés,
- F_y et F_z constituant une plaine alluviale relativement étroite dans laquelle aucune exploitation de matériaux n'est implantée.

De ce fait leur composition est mal connue, les données font défaut également quant à leur épaisseur.

Vallée de l'Allier

L'Allier draine la Limagne jusque dans ses confins méridionaux ; elle a entraîné des matériaux arrachés aux dépôts tertiaires, au socle paléozoïque, aux massifs volcaniques anciens (mio-pliocène et quaternaire ancien) pour les nappes les plus élevées et aux formations volcaniques récentes pour les nappes les plus basses.

F_u. La nappe F_u largement représentée sur la feuille méridionale (Vichy) est ici limitée, si l'on excepte la formation de Rongères, qui pourrait lui être rattachée à son extrême pointe vers Loriges. Les matériaux, d'épaisseur non reconnue, sont comparables à ceux de la formation de Rongères.

F_{vA}. Cette nappe est limitée à la région de Loriges. L'altitude de son toit varie entre 253 et 268 m ; son épaisseur minimale serait en ce point voisine de 15 mètres. Les matériaux, en l'absence d'affleurement dans le cadre de la feuille, ont été définis plus au Sud (1/50 000 Vichy). Ils sont constitués dans l'ordre décroissant de granites altérés, de quartz, de roches volcaniques (basaltes) et de rares silex, englobés dans une matrice sableuse grossière peu abondante.

F_w. L'épisode w a été subdivisé, sur des critères lithologiques et altimétriques, en deux horizons : l'un supérieur ($\frac{F_{wa}}{g}$) correspondant essentiellement à une phase d'érosion, l'autre inférieur F_{wB}A correspondant à la phase principale d'alluvionnement.

($\frac{F_{wa}}{g}$). Un épisode fluvial essentiellement érosif, à l'aval de la confluence Sioule—Allier, a entaillé les formations tertiaires et quaternaires anciennes (FL,

g3-m1a) en constituant une surface plane, ne portant que des matériaux originaires des formations érodées (sables et galets du Bourbonnais).

En rive droite, cette entaille apparaît au Nord de Varennes sur l'Allier vers les cotes + 250-255 et peut être suivie de façon discontinue vers le Nord. En rive gauche, elle est moins développée et apparaît de façon sporadique à la pointe nord de la butte de Briailles à l'altitude 255-258 m et au Nord de Châtel-de-Neuvre. Cette surface d'érosion peut être observée jusqu'au delà de Moulins.

FwbA, RFwbA. Ce niveau est, parmi les nappes anciennes, le plus haut présentant un degré de conservation et une extension d'importance notable. Il est représenté en rive gauche par des matériaux essentiellement grossiers et en rive droite en majeure partie par des sables. L'altitude de son toit varie du Sud au Nord respectivement de 255-258 m à 240-244 mètres. Son épaisseur totale n'a pas été reconnue ; des sondages l'ont traversé sur six mètres sans atteindre le substrat.

En rive droite la formation est essentiellement constituée de sables grossiers localement argileux, quartzo-feldspathiques, contenant quelques graviers de quartz, de granite et exceptionnellement de basalte. Localement des niveaux supérieurs plus fins (silts-argiles) ont favorisé le développement de sols d'aspect limoneux en surface.

En rive gauche, les matériaux plus grossiers sont constitués en majeure partie par des galets de granites altérés, les galets de quartz, roches volcaniques et silex étant toutefois présents. Certaines coupes ont permis d'observer quelques rares galets de gneiss et micaschistes altérés.

Au pied de la butte de Briailles, l'épaisseur de la formation est supérieure à 8 mètres. Entre 0,30 et 0,80 m de profondeur des accumulations d'oxyde de fer (alios) sont fréquentes. Des zones humides (mouillères) localisent généralement ces concentrations.

Au Nord de Châtel-de-Neuvre la nappe *wb*, très dégradée, n'est plus représentée que par un placage de galets (RFwbA) laissant apparaître souvent le substrat marneux.

FxA. Le niveau F_x est largement développé ; il a été moins érodé en rive droite qu'en rive gauche. L'altitude de son toit varie du Sud au Nord, respectivement de 250 à 220 mètres. Il est important de noter que la pente des niveaux inférieurs et supérieurs est voisine de 0,80 pour mille. Cette variation laisse supposer une reprise importante de l'érosion liée soit à une variation du niveau de base soit à un bombement tectonique situé approximativement entre Varennes-sur-Allier et Saint-Germain-des-Fossés (feuille Vichy).

Les matériaux sont composés pour l'essentiel de sables, de graviers et galets. La phase grossière est constituée à forte dominante de roches volcaniques (basaltes, andésites) ; les éléments de socle (granites, quartz plus rares), minoritaires, peuvent toutefois atteindre des tailles supérieures (40 mm) à celle des galets volcaniques.

Dans la zone sud les matériaux volcaniques et granitiques sont disposés en lits alternants alors que vers le Nord le mélange s'opère et s'accompagne d'une diminution de la taille moyenne. L'argile, peu fréquente dans l'ensemble, se localise en fines strates lenticulaires dans la masse des sables et graviers.

Dans le secteur nord rive droite, un placage superficiel argileux gris-brun, épais de 1,5 à 2 m, recouvre les sables et graviers ; son origine pourrait s'expliquer par des apports latéraux (Luzeray et ruisseau du Moulin).

Les renseignements sur l'épaisseur de cette nappe sont peu nombreux : de Varennes à Créchy des observations de surface permettent de supposer une épaisseur supérieure à 8 m ; elle ne serait que de 3 m au Nord-Est de la butte de Briailles. Par contre à la Ferté-Hauterive un profil de sondages électriques donne des épaisseurs variant de 8,5 m près de la voie ferrée à 11,5 m près du bourg.

Les dépôts F_x de l'Allier ont entaillé les dépôts correspondants de la Sioule auxquels ils se superposent. Ce phénomène s'observe suivant un tracé joignant Contigny à la pointe nord de la butte de Briailles en passant par le hameau les

Ducloux. En aval du confluent vers Contigny, l'influence de la Sioule, par ses apports plus grossiers, ne se fait sentir qu'en rive gauche jusqu'à Châtel-de-Neuvre. En rive droite la terrasse de l'Allier a conservé ses caractères propres.

Au Sud de Paray-sous-Briailles, des matériaux fins du niveau F_x ont été observés en superposition d'une part au complexe K sur 2 m d'épaisseur et d'autre part au niveau F_w .

F_y . Encore bien représenté dans la partie sud de la feuille, le niveau F_y ne constitue plus qu'une mince bande dans la partie nord. L'altitude moyenne de son toit varie du Sud au Nord de 238 à 221 mètres. Les matériaux, non argileux, essentiellement constitués de sables hétérométriques fins (grain moyen 1 mm), quartzeux, légèrement feldspathiques, contiennent en quantité importante (30-40 %) des graviers et galets (granites et gneiss 50 %, quartz 35 %, roches volcaniques 15 %). Les éléments ne présentent aucune trace d'altération. La phase finale de la sédimentation est représentée par des sables fins et argileux déposés dans d'anciens chenaux et bras morts isolant quelques buttes de la formation principale sus-décrite. En rive gauche, au Nord de Châtel-de-Neuvre, les matériaux sont très différents, un héritage colluvial local en modifie les compositions. Essentiellement argilo-sableux ils ne contiennent que de rares galets (provenant du Bourbonnais) concentrés à la base de la formation.

Les données sur les épaisseurs sont peu nombreuses et localisées à la zone de confluence Allier-Sioule. La formation atteint en ce point une épaisseur variant entre 5 et 6 m ; à Contigny elle ne serait plus que de 3 ou 4 mètres.

F_{y-z} , F_z . Une large part des dépôts originaux F_y a été remodelée par l'action du cours d'eau actuel. Ces zones, annotées F_{y-z} , sont représentées par une surface intermédiaire résultant de l'érosion et du remaniement partiels du niveau F_y , ou par un réseau parfois complexe de chenaux entaillant profondément ce même niveau.

La plus basse nappe des alluvions (F_z) occupe le lit mineur et les zones inondables de la plaine alluviale de l'Allier dont les divagations actuelles restent importantes. Les altitudes varient du Sud de 235-236 m au Nord à 217-220 mètres. Les matériaux comparables à ceux de la nappe F_y ne présentent également aucune trace d'altération. La fraction inférieure à 10 mm, représentant près des trois quarts du sédiment global, est constituée de sables quartzeux et feldspathiques auxquels se mêlent des galets et graviers de granites et de roches volcaniques.

Dans la zone inondable, des dépôts de crues (sables fins) constituent des placages discontinus de quelques décimètres d'épaisseur.

Vallée de la Sioule

Avant d'atteindre le bassin sédimentaire oligocène, la Sioule, prenant sa source dans des terrains cristallophylliens et granitiques, draine des formations géologiques diverses. Parmi la variété des matériaux transportés, les basaltes, originaires de l'Ouest de la chaîne des Puys, constituent un marqueur permettant de différencier les nappes alluviales de la Sioule et de la Bouble, celles déposées par cette dernière en étant dépourvues.

F_{vS} . Le niveau F_v , dont le toit se situe vers l'altitude 262 m, a entaillé le niveau correspondant de l'Allier sur 2 m environ ; très peu sableux il est constitué par des galets à dominante de granites souvent altérés, de quartz et de rares basaltes. L'épaisseur n'a pas été reconnue.

F_{wS} . La nappe w dont le toit se situe vers 256-258 m a été entaillée par le niveau w de l'Allier sur environ 5 mètres. Les matériaux généralement très altérés, peu sableux, sont constitués de galets (ϕ : 30-70 mm) à dominante de granites et gneiss, de quartz peu abondants et de roches volcaniques rares. Localement s'intercalent quelques lentilles sableuses ou argileuses. L'épaisseur, reconnue en sondage, est de 15 m à proximité d'Ambon (feuille Vichy), à 1 km vers le Sud de la limite de la feuille (P. Geny, 1962).

F_{xS}. La nappe F_x est la plus largement représentée des nappes déposées par la Sioule ; elle ne subsiste qu'en rive droite. L'altitude de son toit, atteignant 250 m à la limite sud, s'abaisse jusqu'à 236 m aux Ducloux près du confluent avec l'Allier. Au début de cette phase alluviale, la Sioule s'écoulait au Sud de la butte de Briailles rejoignant l'Allier vers Paray. Après avoir été capturée par la Bouble dont elle emprunte le lit, elle abandonne progressivement son cours initial. Dans ce bras, elle dépose des matériaux de plus en plus fins, alors que les éléments grossiers, caractéristiques du niveau, se déposent dans le nouveau lit à l'Ouest de la butte de Briailles.

Les matériaux du lit principal, dont la taille excède rarement 50 mm, sont constitués par 80 % de roches cristallines, le reste étant essentiellement des roches volcaniques et du quartz. La matrice sableuse grossière représente une faible part du sédiment total.

Vers l'Est dans le *bras mort* les matériaux grossiers disparaissent progressivement, pour faire place à des éléments fins sableux puis argileux, mêlés en quantité notable à des produits calcaireux.

Les niveaux argilo-calcaires, par altération pédogénétique, ont donné naissance à des sols noirs, qui, par ailleurs, constituent les horizons supérieurs du complexe K (dépression de Boucé). Les dépôts du bras mort, bien que d'origine exclusivement alluviale, ont été du fait de la présence de ces sols représentés sur la carte en complexe K.

Localement la présence d'argile noirâtre, non calcaire, reposant directement sur les alluvions grossières, constitue un secteur intermédiaire séparant ces dernières des alluvions fines du complexe K.

Au Nord-Ouest de la butte de Briailles, un niveau sablo-argileux, dont l'épaisseur n'excède jamais 1,50 m, recouvre les alluvions à galets de la Sioule et représente probablement un dépôt de confluence.

Les épaisseurs reconnues dans les alluvions grossières du lit principal varient de 6,5 m à 4,6 mètres. Dans le bras mort, le substrat marneux n'a été atteint que vers 12 et 13 m de profondeur ; cet important surcreusement est confirmé par le sondage pétrolier (Moulins 101) implanté à Villemouze où 18 m d'alluvions auraient été traversés.

F_y. Faiblement représentée en amont de la confluence avec la Bouble, cette nappe prend une certaine importance en aval. En rive droite les matériaux présentent des caractères identiques à ceux du niveau F_x. En rive gauche, l'influence de la Bouble se manifeste par l'adjonction de très gros éléments du socle.

L'épaisseur n'a pas été reconnue, toutefois Delaunay (1923, p. 76) signale, près de la gare de Saint-Pourçain, les marnes oligocènes dans une tranchée, ce qui laisse supposer un faible recouvrement alluvial.

F_{y-z}, F_z. La présence de plusieurs barrages près de Saint-Pourçain gêne considérablement l'observation des alluvions actuelles de la Sioule. Un niveau intermédiaire F_{y-z} résultant de l'érosion partielle de la nappe F_y domine de deux à trois mètres les alluvions F_z.

Les matériaux sont grossiers, sains, riches en roches cristallines. Les éléments volcaniques partout présents sont plus abondants en amont du confluent avec la Bouble. L'altitude du toit des alluvions F_z varie de 246 m à la limite sud de la feuille à 240 m au confluent Sioule—Bouble et à 230 m au confluent Allier—Sioule.

Vallée de la Bouble

La Bouble prend sa source dans des terrains cristallins qu'elle ne quitte qu'à Chantelle, à 15 km au Sud-Ouest de Saint-Pourçain, où elle atteint les formations sédimentaires. Les matériaux qu'elle a déposés sont peu variés ; on y note en particulier l'absence de roches volcaniques et de silex. Comparativement à l'Allier et à la Sioule la déclivité des nappes alluviales de la Bouble est très accentuée.

Fv. Nappe des Brosses. Le matériau essentiellement sableux, verdâtre à la base, emballé un maigre cailloutis de quartz dominant plus ou moins roulé, de granites et de gneiss, ces derniers parfois très altérés. Absentes vers l'amont, les très rares roches volcaniques que l'on trouve vers les Brosses sont probablement les vestiges du démantèlement de la nappe résiduelle plus ancienne du Domaine Simon. La présence régulière de quelques silex bruns est plus difficilement explicable, cet élément faisant, en principe, totalement défaut dans le bassin drainé par la Bouble.

Bien que, pour une grande part, le sable soit d'origine locale, provenant des assises oligocènes détritiques, on doit cependant admettre qu'une notable partie des matériaux a emprunté l'étroit goulet ménagé entre Chareil-Cintrat et la croupe oligocène située au Nord.

Le rattachement à l'ensemble alluvial de la Bouble de cette terrasse des Brosses dont l'altitude décroît de 285 à 275 mètres est donc incertain.

FwB. En rive droite la nappe n'existe qu'à proximité du Coudray au Sud de la feuille. Son toit est à 275 m d'altitude. Les matériaux sont très grossiers ; les quartz très abondants s'observent à tous les stades d'usure ; les plus gros éléments, bien roulés, atteignent souvent 150-180 millimètres. Les galets de granites et de gneiss sont fréquents. La matrice de sable très grossier représente une faible part du sédiment. En rive gauche la terrasse est mieux représentée. L'altitude de son toit varie de 270 m au Sud à 260 m au bourg de Saint-Pourçain. Contrairement à ce que l'on observe en rive droite, la matrice sableuse est très abondante, héritée pour une large part de la nappe supérieure Fv. Outre les gros éléments rencontrés au Coudray, on trouve quelques silex et roches volcaniques, matériaux dont la présence est mal expliquée.

FxB. Les alluvions Fx ne sont bien représentées qu'en rive gauche à hauteur du confluent avec la Sioule. En amont, sur les deux rives, elles sont discontinues et partiellement dégradées. D'amont en aval l'altitude de leur toit varie de 258 à 255 mètres.

Le quartz et les roches d'origine cristalline constituent l'essentiel du sédiment. Les galets de granites et de gneiss dont le diamètre maximal est de 50-60 mm sont souvent altérés. Des niveaux sableux riches en feldspaths dégradés s'intercalent dans les galets.

Fy. La diminution de la taille des éléments, déjà constatée dans le niveau supérieur, liée probablement à l'atténuation du caractère torrentiel s'accroît dans les alluvions Fy.

Les dépôts essentiellement fins, sablo-argileux, n'emballent plus que quelques galets. Ils proviennent du démantèlement de la nappe précédente et des apports argileux résultant de la dégradation des assises oligocènes du golfe d'Ébreuil.

Localement, en surface, des traînées de sédiments fins calcaires d'origine en partie colluviale ont subi une évolution pédogénétique aboutissant à la formation de sols noirâtres.

La nappe Fy est assez bien développée surtout en rive gauche. L'altitude de son toit varie de 248 à 244 mètres.

Fz. On retrouve dans la plus basse nappe Fz les matériaux du niveau Fy débarrassés d'une partie de leur argile et de leurs éléments altérés. Ces sédiments fins reposent en général sur un cailloutis quartzueux grossier emballé dans une argile bleutée que l'on observe au fond du lit mineur dont l'entaille fait localement apparaître, en amont, les marnes oligocènes. La déclivité de cette nappe est forte. L'altitude de son toit varie de 246 m en limite de feuille à 240 mètres au confluent avec la Bouble.

Alluvions résiduelles

A différentes altitudes, couronnant des buttes tertiaires, des vestiges de nappes alluviales anciennes subsistent dans la moitié sud du territoire de la feuille. Situées en rive droite de l'Allier ou en rive gauche de la Sioule, leur rattachement à l'une ou l'autre de ces rivières est difficile à établir faute d'éléments déterminants. L'altitude et

la composition actuelle de ces lambeaux ont été prises en tant que critères de différenciation ou de regroupement.

RF1. Niveau 280-290 mètres. Les nappes résiduelles les plus hautes ont leur base comprise entre 278 et 285 mètres. Bien que géographiquement très dispersées, elles ont été regroupées en raison de leurs compositions voisines. A Rongères, une subdivision en deux niveaux est possible, les lambeaux du Pérou et des Essues étant situés quelques mètres plus bas que ceux de Beaulieu et de Pré Collin. Le niveau RF1 semble devoir être rattaché à la nappe F_{ua} (feuille Vichy) largement développée plus au Sud. Dans ces cailloutis, le quartz en éléments parfois très gros (120-150 mm) constitue l'élément dominant. On trouve également, mais en bien moindre quantité et dans des proportions variables d'une butte à l'autre, des basaltes, des granites et des gneiss, des silex bruns à patine brune ou noire. La matrice est un sable grossier à quartz dominant, parfois argileux (Rongères).

RF2. Niveau 278-288 mètres. Lieu-dit Bel Air. A 1 km au Sud-Est de Nérignet un cailloutis de faible extension couronne la butte de Bel Air. Si son altitude est comparable à celle des alluvions résiduelles RF1, sa nature en est très différente. Des quartz, à tous les stades d'usure, et des silex de couleurs variées, plus ou moins roulés, s'y rencontrent, associés à d'exceptionnels galets de socle et de roches volcaniques. La taille maximale des éléments est de l'ordre de 50 millimètres.

RF3. Niveau 265-275 mètres. Nérignet. Ce niveau aux constituants comparables à ceux des niveaux RF1 pourrait correspondre à une reprise par la Bouble, à une époque contemporaine des dépôts wB, d'un niveau ancien de la Sioule contenant des éléments basaltiques. L'influence de la Bouble est confirmée par la taille élevée des galets de socle (120-150 mm).

RF4. Niveau 260-270 mètres. Probablement contemporains des niveaux v de l'Allier, les matériaux sont constitués de galets (ϕ maxi : 70-80 mm) de quartz et basalte dominant, de granites englobés dans une matrice sableuse, grossière, quartzreuse, riche en granules basaltiques.

RF. Galets et graviers résiduels, d'âge relatif indéterminé. Généralement liés à de petits affluents, des dépôts alluviaux anciens d'âge relatif non déterminé existent en plusieurs points. Sur le Gaduet, une nappe vers la cote + 250 est constituée de galets de quartz anguleux ou très roulés, de gneiss et granites peu roulés et de quelques silex. Sur le Vezen au moulin de Larce, un dépôt riche en blocs de socle est probablement d'origine alluviale.

Alluvions des cours d'eau d'importance secondaire

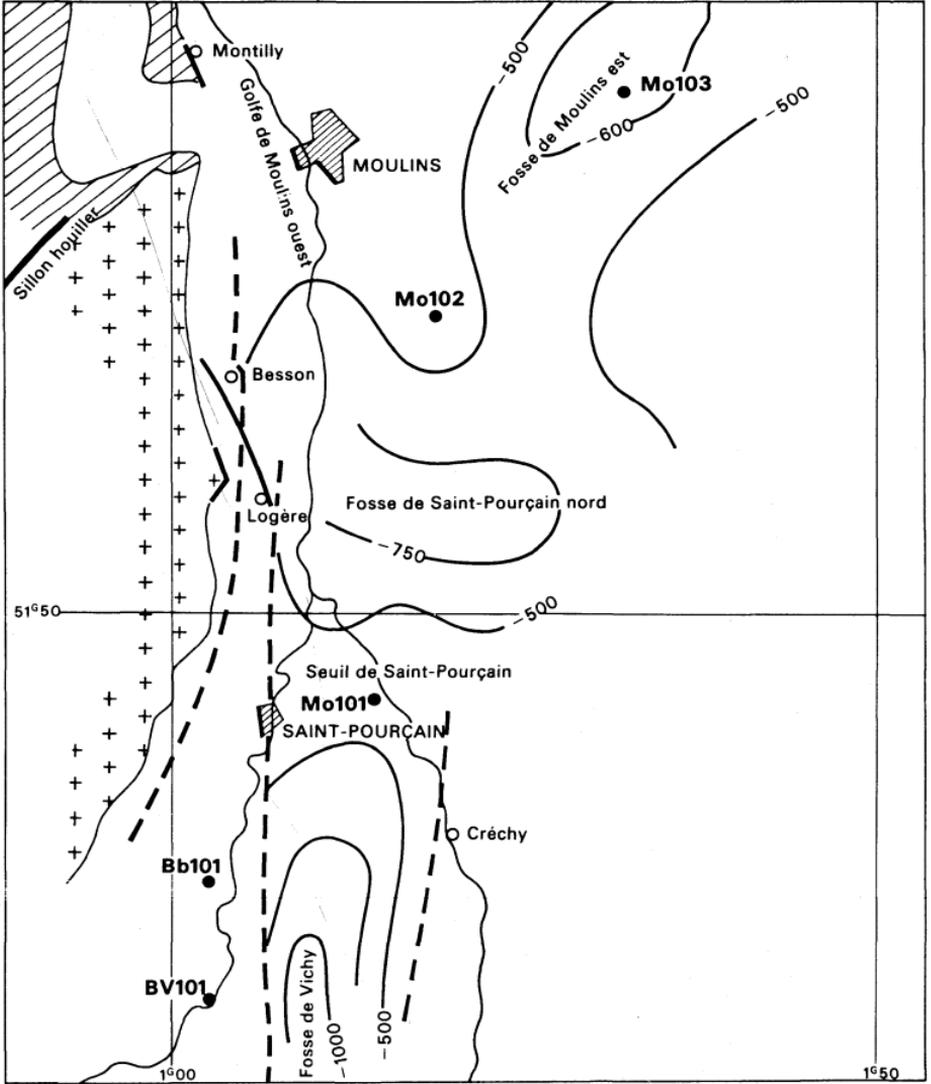
Lorsque les collecteurs drainant la formation fluvio-lacustre du Bourbonnais acquièrent quelque importance, les matériaux déposés au fond des vallons perdent leur caractère ambigu colluvio-alluvial. Ils ont été représentés sur la carte en alluvions actuelles F_z ou même F_{y-z} si, localement, deux niveaux s'y distinguent. Exceptionnellement, pour le ruisseau le Vezen des lambeaux de dépôts plus anciens F_x subsistent près du confluent avec l'Allier.

Ces étendues alluviales occupées par des prairies sont généralement imperméables en raison de l'importante fraction argileuse mêlée aux sables et graviers quartzeux.

Cas particuliers de recouvrements alluviaux

F
K
F. Alluvions d'âge indéterminé du Gaduet. Des alluvions sableuses mêlées à quelques graviers et galets ont entamé et recouvert une partie du complexe K comblant les dépressions situées à l'Ouest de Saint-Pourçain. Ces dépôts s'observent de part et d'autre d'une butte oligocène séparant le nouveau et l'ancien cours du Gaduet dont les traces subsistent au Nord de cette butte. L'épaisseur du recouvrement croît à proximité du lit mineur.

Fig. 4 - Carte structurale schématique



LÉGENDE



Oligocène



Carbonifère-Permien



Formations cristallines



Isohyèses de la base des formations tertiaires



Failles profondes présumées



Failles observées en surface



Principaux sondages

$\frac{F_y}{F_{xS}}$ et $\frac{F_y}{F_{xA}}$. **Alluvions F_y (sables et argiles) du Douzenan.** Les alluvions sableuses F_y du Douzenan ont raviné et recouvert les nappes F_x de la Sioule et de l'Allier dans la zone de confluence. Près de la ferme les Taxins on observe sous un sol argilo-sableux noirâtre 1,50 m de sable moyen, roux, reposant sur des alluvions grossières à galets caractéristiques du F_x de la Sioule ($\frac{F_y}{F_{xS}}$). Au Sud de Contigny, dans un secteur plus réduit, les sables roux du Douzenan entaillent les gravillons volcaniques de l'Allier ($\frac{F_y}{F_{xA}}$).

GÉOLOGIE STRUCTURALE — TECTONIQUE

Cette feuille ne recouvre que fort peu de formations anciennes ; les événements géologiques principaux ne peuvent y être observés. La mise en place d'un réseau très dense de fracturations et de roches filoniennes dans le socle granitique et gneissique est attribuée à l'orogénèse hercynienne.

A la fin de l'Éocène et au cours de l'Oligocène, les mouvements alpins provoquent l'effondrement de larges graben d'orientation générale nord-sud. Les accidents majeurs, cause de la formation de ces profonds bassins, se sont généralement développés sur des réseaux de fractures anciennes, hercyniennes pour la plupart, et ne sont en surface que difficilement décelables, les niveaux oligocènes les plus récents sont généralement transgressifs et affectés de rejeux tardifs peu importants.

L'exploration par les méthodes géophysiques et les sondages permet de se faire une idée approximative de la structure profonde (fig. 4). Un seuil vers la cote — 450 au niveau de Saint-Pourçain sépare la fosse de Saint-Pourçain (— 800), dépendance du bassin de Moulins, de la fosse de Vichy (— 1250), prolongement nordique du bassin clermontois. Les fosses sont encadrées à l'Est et à l'Ouest d'accidents nord-sud provoquant un affaissement en palier du socle. A Verneuil (fig. 5), le socle s'ennoie sous les sédiments vers la côte + 340 pour atteindre — 70 aux sondages Bb 101 et Bv 101 (feuille Vichy). Une faille située entre la bordure et Saint-Pourçain provoquerait ce décrochement ; elle n'a pas été identifiée en surface dans la portion sud de la feuille ; vers le Nord elle pourrait être prise en relai par un accident légèrement oblique, depuis les Maisons-Neuves jusqu'à Givry. Une faille majeure se développe au niveau de Saint-Pourçain et limite vers l'Ouest l'extension des fosses principales (Saint-Pourçain—Moulins : — 800 m ; Vichy : — 1250 m). En surface, elle correspond à une partie des vallées de la Sioule et de l'Allier. Au niveau de Créchy, la remontée du socle vers l'Est s'amorce au niveau d'une faille dont la manifestation de surface pourrait être la côte abrupte limitant la vallée (non matérialisée sur la carte).

Les rejeux tectoniques se sont produits à différents époques. Les dépôts éocènes et oligocènes présentent quatre épandages détritiques principaux, chacun d'eux correspondant à une phase tectonique, la dernière se situant à l'Oligocène supérieur. Des discontinuités observées entre certains horizons de l'Oligocène supérieur et du Miocène laissent supposer l'existence de lacunes sédimentaires avec érosion et dépôt en emboîtement, ou de failles locales à faible rejet. Certaines failles « bordières » ont rejoué avant le dépôt des formations du Bourbonnais (Givry—les Maisons Neuves), d'autres après (système de failles Sioule—Allier) provoquant une dénivellation des séries plio-villafranchiennes entre rive gauche et rive droite. A une époque encore plus récente la dépression de Boucé s'est individualisée sous l'effet de phénomènes de subsidence liés à des structures transverses sud-ouest—nord-est marquées dans la formation oligocène par des changements de faciès importants.

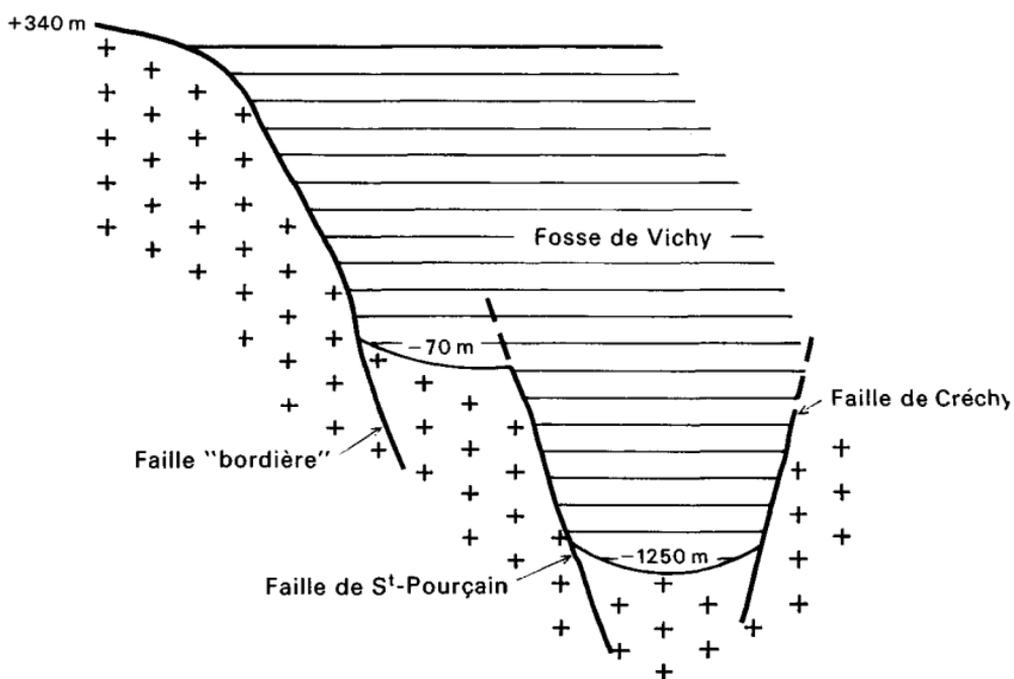


Fig. 5 – Profil schématique NW-SE

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATION

HYDROGÉOLOGIE

Les ressources en eau souterraine liées aux facteurs climatiques et aux caractéristiques hydrogéologiques des terrains sont très variables dans le cadre de la feuille Saint-Pourçain.

On distingue trois unités hydrogéologiques :

Formations cristallines et cristallophylliennes. Ces formations affleurent sur la bordure occidentale de la moitié Nord de la feuille. Les sources, liées à la pénétration des eaux de précipitation dans la couverture arénisée, sont éparées et inconstantes. Elles constituent une ressource maigre et peu exploitable.

Formations de la Limagne bourbonnaise. Sables et argiles du Bourbonnais ne présentent que peu d'intérêt au point de vue hydrogéologique dans les limites de la feuille Saint-Pourçain, malgré le caractère privilégié du contact de ces sables et des marnes oligocènes. Quelques puits d'une profondeur maximale de 1,5 m exploitent ce niveau aquifère.

Les nappes profondes pouvant exister dans les niveaux sableux intercalés dans les dépôts carbonatés oligocènes n'ont fait jusqu'à présent l'objet d'aucune recherche. Le coût de l'exploitation et les aléas possibles liés à la qualité chimique, les débits, l'alimentation de ces nappes,... sont des éléments défavorables à une prospection de cette ressource.

Formations alluviales. Les nappes alluviales constituent l'essentiel des ressources en eau mais celles-ci sont surtout limitées aux alluvions modernes F_Y et F_Z de l'Allier, le potentiel hydraulique des alluvions anciennes ainsi que celui des formations alluviales récentes des autres rivières étant négligeable.

Alluvions anciennes de l'Allier. Les formations les plus anciennes, F_u et F_v , sont extrêmement dégradées et réduites à l'état de lambeaux résiduels. Les dépôts F_w ont un meilleur état de conservation, mais c'est surtout la terrasse F_x qui, de toutes les alluvions anciennes, présente la plus grande extension avec une puissance d'environ 10 m pour une épaisseur mouillée de 5 mètres en moyenne. L'alimentation de cette nappe se fait directement par les précipitations et par les apports latéraux des versants ; les transmissivités, dont les valeurs se situent dans la gamme de 10^{-3} m²/s, ne permettent pas d'entrevoir la possibilité d'obtenir des débits importants. Les anciens puits captant cette nappe (aujourd'hui inutilisés) atteignaient jusqu'à 15 mètres de profondeur et suffisaient aux exploitations familiales.

Alluvions modernes de l'Allier. Seules les alluvions récentes correspondant aux formations F_y , F_{y-z} et F_z , présentent un réel intérêt économique : c'est là que sont implantés les captages importants des A.E.P. de la rive gauche de l'Allier ainsi que ceux de Saint-Pourçain-sur-Sioule, Saint-Gérand-le-Puy et Varennes-sur-Allier.

La largeur moyenne des formations alluvionnaires récentes est de 2 km. L'extension de la plage F_{y-z} varie relativement peu le long de l'Allier dans les limites de la carte. Par contre, la formation F_z est nettement plus développée à l'aval du confluent de la Sioule qu'en amont et inversement pour F_y . La puissance moyenne de ces alluvions qui reposent sur le substrat marneux oligocène est de l'ordre de 8 m, pour une épaisseur mouillée de 5 à 6 mètres.

Les transmissivités, de l'ordre de 1 à $5 \cdot 10^{-2}$ m²/s, permettent d'obtenir des débits de plus de 100 m³/h pour des rabattements de quelques mètres, en particulier dans la zone de confluence Sioule—Allier, à l'aval du pont de Chazeuil et à proximité du cours d'eau en général, en raison des possibilités importantes de réalimentation induite.

RESSOURCES MINÉRALES ET CARRIÈRES

sgf. Sables et graviers. Les sables et graviers présents en grande abondance dans la région sont exploités dans les alluvions quaternaires de la vallée de l'Allier et dans certains horizons de sables et argiles du Bourbonnais.

Dans cette dernière formation, ils font l'objet d'une exploitation en nombreuses petites carrières à caractère artisanal et temporaire, les matériaux ne sont généralement employés, à l'échelle locale, que pour l'entretien des voiries et plus rarement comme remblai routier ; pour ce dernier usage, sont surtout exploités les sables à galets.

Les sables et graviers des alluvions quaternaires sont exploités industriellement dans les basses nappes (F_{y-z} , F_z) de l'Allier, en lit vif par dragage à point fixe (Chazeuil) et dans la plaine alluviale à l'aide d'engins mobiles. Les matériaux exploités, constitués de quartz, de débris de roches éruptives, métamorphiques et volcaniques non altérées, sans matrice argileuse, sont essentiellement sableux, les éléments grossiers n'excédant que rarement 50 mm de diamètre.

Ils sont le plus souvent employés pour la construction, la fabrication d'enrobés bitumeux routiers (Chazeuil) et comme remblai. L'épaisseur de cette nappe reconnue dans le cadre de la feuille est en moyenne de 8 mètres.

Vers Créchy le niveau F_x est temporairement exploité sur plus de 6 m d'épaisseur ; ses matériaux légèrement argileux sont employés comme remblai. Les nappes plus anciennes de l'Allier et l'ensemble des alluvions de la Sioule, en raison de l'altération de certains de leurs constituants, ne sont exploitées que pour des utilisations locales.

cal. Calcaires. Les formations carbonatées récifales ont fait jadis l'objet d'une intense exploitation, le plus souvent artisanale, pour la fabrication de la chaux, notamment dans le Pays des Buttes et le long de la vallée de la Besbre. Actuellement une importante cimenterie implantée à Billy (feuille Vichy) exploite ces calcaires en plusieurs points, l'une des carrières se situant à Montaigu-le-Blin. Une petite exploitation artisanale pour la fabrication de chaux agricole subsiste au Moulin de Poncenat.

Ba. Baryte. Dans la carrière de Verneuil-en-Bourbonnais, les leptynites sont riches en baryte blanche ; il s'agit, non d'un filon unique et bien délimité, mais plutôt du remplissage *per descensum* d'un réseau complexe de fractures à faible ouverture. La même remarque s'applique à la minéralisation barytique de la rive droite du Douzenan, visible dans l'abrupt dominé par l'ancienne église de Verneuil-en-Bourbonnais.

La direction est-ouest portée sur la carte correspond à celle des filonnets les plus puissants (10 à 15 cm), à baryte crétée et quartz automorphe limpide.

Sb. Stibine. L'antimoine a été exploité au XVIIIème siècle dans l'extrémité nord-ouest du territoire de la feuille ; la caisse filonienne comprenait, dans un granite à muscovite, du quartz, de la stibine et, en surface, des oxydés d'antimoine. Le filon de Montmalard ($x = 668,56$; $y = 157,60$, feuille Montmarault), de direction N 160° E, fut reconnu en 1763 et abandonné en 1776 ; il se prolongeait, d'après les anciens levés, sur le territoire de la feuille Saint-Pourçain. Les seules traces d'activité sont quelques haldes au lieu-dit la Mine, près de Montmalard. Le filon des Bergerats ($x = 669,75$; $y = 158,70$), d'orientation N 140° E, fut également abandonné peu après sa concession en 1783.

F. Fluorite. Un faible indice de fluorite violette (variété antozonite) a été reconnu à 0,6 km au Nord de Verneuil. Ce minéral tapisse les fissures d'une roche d'aspect granito-gneissique, très altérée, apparaissant au sein des leptynites.

Remarque. De nombreuses petites carrières ont jadis été ouvertes, tant dans les formations du socle que dans les dépôts sédimentaires, à des fins d'utilisation locale. Elles ont été reportées sur la carte lorsqu'elles étaient encore visibles.

Une curiosité minéralogique mérite d'être signalée : il s'agit d'un amas de cristallisations évaporitiques, découvert dans une anfractuosité de la carrière de Verneuil-en-Bourbonnais.

Un échantillon analysé a donné la composition suivante : H₂O : 46,60 %, SO₃ : 31,30 %, Al₂O₃ : 9,90 %, Fe₂O₃ : 0,50 %, FeO : 0,65 %, MgO : 6,75 %, total : 96,70 %.

La composition minéralogique calculée à partir des résultats d'analyse correspond à :

Pickeringite : Mg Al ₂ (SO ₄) ₄ 22 H ₂ O	} dominant
Epsomite : Mg SO ₄ 7 H ₂ O	
Webstérite : Al ₂ (SO ₄) (OH) ₄ 7 H ₂ O	

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES

Quelques points sur cette feuille présentent un intérêt géologique en raison des faciès qu'ils présentent ou pour les nombreux travaux qui leur ont été consacrés.

Les leptynites de Verneuil-en-Bourbonnais offrent l'intérêt d'être minéralisées en baryte et fluorite ; elles sont bien visibles dans une carrière située en rive gauche du Douzenan.

Les différents faciès de l'Oligocène supérieur et du Miocène basal peuvent être observés en de nombreux points : les séries calcaro-détritiques de bordure dans une dépression nord-sud le long du socle depuis Barbery jusqu'à Bresnay, les marnes le long des vallées de la Bouble (Domaine Simon, Nérignet), de la Sioule (butte de Briailles) et de l'Allier (Varennes-sur-Allier, de Contigny à Châtel-de-Neuvre), les marnes à récifs en de très nombreux points à l'Ouest de Saint-Pourçain, dans le Pays des Buttes et le long de la vallée de la Besbre. Les horizons les plus élevés, particulièrement fossilifères, pourront être observés pour la zone de Moulins le long de

la N 7 vers Langy et pour la zone de Saint-Gérand-le-Puy dans une carrière en activité à Montaigu-le-Blin.

Les niveaux de base à graviers de la formation du Bourbonnais sont visibles dans de nombreuses petites carrières disséminées sur l'ensemble de la feuille.

COUPES RÉSUMÉES DES PRINCIPAUX FORAGES

Moulins 101 (RAP 1960) 621-6-1 $x = 678,350$; $y = 146,980$; $z = 238,10$, voir coupe détaillée en marge de la carte.

BIBLIOGRAPHIE

Cartes consultées

Carte géologique à 1/80 000, feuille Moulins :

- 1ère édition (1888) par L. de Launay
- 2ème édition (1940) par A. Randouin.

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

Feuille Clermont (1960), coordination par F. Permingeat.

Carte pédologique du Val d'Allier à 1/100 000 (1969) par M. Bornand, G. Callot, J.C. Favrot, I.N.R.A., Montpellier.

Ouvrages et documents

BERTRAND-SARFATI J., PREYTET P., PLAZIAT J.C. (1966) — Les calcaires concrétionnés de la limite Oligocène—Miocène des environs de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Limagne d'Allier). Rôle des Algues dans leur édification ; analogie avec les Stromatolithes et rapport avec la sédimentation. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7ème série, t. VIII, p. 652-662.

BORNAND M., CALLOT G., FAVROT J.C. (1966) — Étude pédologique du Val d'Allier. Rapport I.N.R.A., Service Étude des Sols.

BORNAND M., CALLOT G., FAVROT J.C., SERVAT E. (1968) — Les sols du Val d'Allier (feuille Moulins). I.N.R.A., centre de Recherches agronomiques du Midi. Service d'études des sols, Montpellier.

BOULANGER (1844) — Statistique géologique et minéralogique du département de l'Allier. Moulins, chez Desrosiers éd., 483 p.

BOUT P. (1963) — Le Quaternaire du bassin supérieur de la Loire, des bassins moyen et supérieur de l'Allier et de leurs marges. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7ème série, t. V, p. 472-482.

CEA (1964) — Carte inédite : Nord-Est du Massif Central à 1/200 000 par H. SANSELME.

CLOCCHIATTI R., TOURENQ J. (1971) — Présence de quartz des ponces du Mont-Dore d'âge pliocène dans les argiles sableuses du Bourbonnais. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 273, p. 2453-2455.

COMBLE (de la) J., KOENIGUER J.C., PRIVÉ C. (1973) — Présence d'un bois de pin dans le Néogène de Diou-sur-Loire. *Bull. Soc. Hist. nat. d'Autun*, n° 65.

- DANGEARD L. (1933) — Quelques observations sur le Tertiaire de la Limagne bourbonnaise. Importance de phénomènes karstiques dus à la présence des calcaires concrétionnés. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5ème série, t. III, p. 381-385.
- DARESTE DE LA CHAVANNE J. (1913) — Sur l'Oligocène de la vallée de la Besbre (Allier). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4ème série, t. 13, p. 224-231.
- DEWOLF (1962) — Étude des problèmes posés par la formation dite « des sables et argiles du Bourbonnais ». *Bull. Ass. Fr. Et. Sols*, n° 6-7, p. 337-342.
- DOLFUS G. (1910) — Notes géologiques sur le Bassin tertiaire de Saint-Gérard-le-Puy, Montaigu-le-Blin et de la vallée de la Besbre. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XXI, n° 128, p. 16-23.
- DOLFUS G. (1923) — Notes paléontologiques sur l'Oligocène de la Limagne. Mollusques. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XXVI, n° 147, p. 150-221.
- DONSIMONI M. (1975) — Étude des calcaires concrétionnés lacustres de l'Oligocène supérieur et de l'Aquitaniens du Bassin de Limagne (Massif Central, France). Thèse 3ème cycle, Paris VI.
- DUTHOU J.L. (1967) — Étude du massif de granite de Tréban (Allier). Thèse 3ème cycle, Clermont-Ferrand, 1 carte h.t.
- ELF — Rapports et logs de sondages inédits, sondages Moulins 101-102-103, RAP 1960.
- FORESTIER F.H. (1973) — Calcaires et dolomies dans les séries granulitiques du Haut-Allier et d'Armorique méridionale. Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Paris, p. 190.
- GARDE G. (1937) — Les formations alluviales et les conglomérats trachytiques de la vallée de l'Allier. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 231.
- GENTILHOMME Ph. (1972) — Contribution à l'étude géologique de la région de Fleuriel (Allier). D.E.A., Orléans, non publié.
- GENTILHOMME Ph. — Existence de roches granulitiques rétro-morphosées en Bourbonnais : les leptynites et quartzites de Breuilly-Cesset (Allier). *A paraître*.
- GENY P. (1962) — Contribution à l'étude hydrogéologique et pédologique des terrasses alluviales de l'Allier et de la Sioule, en amont de Saint-Pourçain-sur-Sioule (Allier). Thèse 3ème cycle, Centre de Recherche et d'expérimentation du génie rural Antony. Laboratoire de Géographie physique et de Géologie dynamique. Fac. Sc. Paris.
- GINSBURG L. (1967) — L'âge relatif des gisements de Mammifères de la Limagne d'Auvergne. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 325.
- GIRAUD J. (1902) — Études géologiques sur la Limagne (Auvergne). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XIII, n° 87.

- GLANGEAUD Ph. (1907) — L'Allier miocène. Un gisement de vertébrés miocènes près de Moulins. *C.R. Acad. Sc.*, t. 145, p. 1363-1365.
- GLANGEAUD Ph. (1916) — Les alluvions pliocènes et quaternaires de l'Allier aux environs de Pont-du-Château, Randan (Puy-de-Dôme) ; Vichy, La Ferté-Hauterive (Allier), *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 4ème série, t. 16, p. 127-129.
- GROLIER J. (1965) — Contribution à l'étude géologique des séries cristallophylliennes inverses du Massif Central français : la série de la Sioule (Allier, Puy-de-Dôme). Thèse de doctorat d'État, Clermont-Ferrand, cartes h.t., bibliographie très complète. *Mémoires B.R.G.M.*, n° 64.
- GUILLOT L. (1959) — Bois fossiles de Thiel-sur-Acolin (Allier). *Rev. Sc. Bourbonnais*, p. 47-48.
- GUILLOT L., REY R. (1973) — L'Oligocène du Bourbonnais. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 276, p. 1809-1811.
- HUGUENEY M. (1972) — Les Talpidés (*Mammalia, Insectivora*) de Coderet-Bransat (Allier) et l'évolution de cette famille au cours de l'Oligocène supérieur et du Miocène inférieur d'Europe. Documents lab. géologie, Fac. de Lyon, *Notes et Mémoires*, n° 50, p. 1-81.
- JUNG J. (1946) — Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 1 vol., 372 p.
- LAKATOS C. (1959) — Bibliographie géologique et minière des départements du Puy-de-Dôme, du Cantal, de la Haute-Loire et de l'Allier. *Annales Fac. Sc. Univ. Clermont*, n° 1, 3ème fasc.
- LAUNAY (de) L. (1888) — Étude sur le terrain permien de l'Allier. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3ème série, t. XVI, p. 298-337.
- LAUNAY (de) L. (1913) — Les gîtes minéraux et métallifères : tome 1, Ch. Béranger éd., Paris.
- LAUNAY (de) L. (1923) — Étude sur le plateau central. Note sur le terrain tertiaire de la Limagne bourbonnaise. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 147, t. XXVI.
- LASNIER B. (1973) — Roches basiques et ultrabasiques dans le faciès granulite en Haut-Allier et Armorique méridionale. Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Paris, p. 256.
- LAVOCAT R. (1951) — Révision de la faune des Mammifères oligocènes d'Auvergne et du Velay. Édit. Sciences et Avenir, Paris.
- MARCHAND J. (1973) — Granulites acides en Haut-Allier et Armorique méridionale. Leur rétro-morphose et leur mobilisation en gneiss et anatexites mésozonaux. Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Paris, mars 1973, p. 286, volume de résumés.

- MÉLINE L. (1973) — Analyse pollinique des argiles à kaolin de Diou-sur-Loire. *Bull. trim. de la Soc. d'Hist. nat. et des amis du Muséum d'Autun*, nouv. sér., 65, p. 24-27.
- MORANGE A., HÉRITIER F., VILLEMIN J. (1971) — Contribution de l'exploration pétrolière à la connaissance structurale et sédimentaire de la Limagne, dans le Massif Central. in *Géologie, Géomorphologie et structure profonde du Massif Central français*. Symposium Jean Jung, p. 295-308. Plein Air Service édit. Clermont-Ferrand.
- PÉCOIL R. (1960) — Esquisse géologique et hydrogéologique du département de l'Allier. *Bull. I.N.H.*, n° 2, p. 339-366.
- PERREAU A. (1950) — Les alluvions à chailles de la vallée de l'Allier. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, nouv. sér., t. 16, n° 14, p. 3-6.
- POMEL A. (1846) — Sur les animaux fossiles découverts dans le département de l'Allier. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2ème série, t. III, p. 378-385.
- REY R. (1966) — Essais de corrélations entre bassins oligocènes de l'Europe occidentale, à l'aide des Gastéropodes continentaux. Thèse Rennes.
- REY R. (1968) — Le niveau à *Cepaea subsulcosa* de Moulins. *Revue scientifique du Bourbonnais*, p. 34-55.
- REY R. (1970) — Rôle d'*Helix ramondi* dans la classification de l'Oligocène. *Revue scientifique du Bourbonnais*, p. 65-81.
- REY R. (1971) — Biostratigraphie des bassins tertiaires du Massif Central. *Géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français*. Symposium Jean Jung. Plein Air Service édit. Clermont-Ferrand, p. 309-330.
- REY R. (1972) — Nouvelles extensions du calcaire de Moulins dans le département de l'Allier. *Revue scientifique du Bourbonnais*, p. 84-110.
- RIBAUT (Le) L., TOURENO J. (1972) — Mise en évidence de trois types d'apports détritiques dans les sables et argiles du Bourbonnais, d'après l'examen de la surface des grains de quartz au microscope électronique à balayage. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 274, p. 528-531.
- VAILLANT L. (1872) — Sur les crocodiles fossiles de Saint-Gérard-le-Puy. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. LXXIV, p. 872-875.
- VIRET J. (1925) — Sur la faune de Rongeurs de Saint-Gérard-le-Puy (Allier). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 181, p. 337-339.
- VIRET J. (1926) — Nouvelles observations relatives à la faune de Rongeurs de Saint-Gérard-le-Puy. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 183, p. 71-72.
- VIRET J. (1929) — Les faunes de Mammifères de l'Oligocène supérieur de la Limagne bourbonnaise. Thèse, *Ann. Univ. de Lyon*, fasc. 47.

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

Toutes les observations de terrains et les résultats analytiques obtenus à partir des études de laboratoire sont regroupés dans un *dossier cartographique* consultable au Service géologique régional Massif Central (63800, Cournon-d'Auvergne) et à la Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. (45018, Orléans La Source).

D'autre part, la Banque des données du sous-sol détient aussi l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés, soit au S.G.R. Massif Central, 22 avenue de Lempdes, 63800 Cournon-d'Auvergne, soit au B.R.G.M., 17-19 rue de la Croix-Nivert, 75015 Paris.

AUTEURS

Cette notice a été rédigée par :

D. GIOT (B.R.G.M.) avec la participation de P. GENTILHOMME (collaborateur) pour les formations paléozoïques anté-dinantiennes, de R. BOUILLER (B.R.G.M.) et L. CLOZIER (B.R.G.M.) pour les formations fluvio-lacustres du Bourbonnais et les complexes de formations, de R. FLEURY (B.R.G.M.) pour les formations alluviales et de G. GAGNIÈRE (B.R.G.M.) pour l'hydrogéologie.

Les déterminations malacologiques ont été réalisées par R. REY (C.N.R.S.), les études palynologiques par J.J. CHÂTEAUNEUF (B.R.G.M.), les analyses de minéraux lourds par J. TOURENQ (Fac. Sc. Paris VI), les études diverses par le Service sédimentologique et le Département laboratoire du B.R.G.M.