

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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

DORNES

XXVI-26

DORNES

La carte géologique à 1/50 000
DORNES est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
à l'ouest : ST-PIERRE (N° 135)
à l'est : AUTUN (N° 136)

Sancoins	Decize	Fours
Lurcy- -Lévis	DORNES	Bourbon- -Lancy
Bourbon- -l'Archambault	Moulins	Dompierre- -s-Besbre

MINISTÈRE DE LA RECHERCHE ET DE L'INDUSTRIE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex - France



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

par L. CLOZIER et M. TURLAND
avec la collaboration de R. BELKESSA

1982

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	5
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	5
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	5
DESCRIPTION DES TERRAINS	
<i>FORMATIONS MÉTAMORPHIQUES ET MAGMATIQUES</i>	7
<i>FORMATIONS SÉDIMENTAIRES PALÉOZOÏQUES</i>	19
<i>FORMATIONS SÉDIMENTAIRES SECONDAIRES</i>	19
<i>FORMATIONS SÉDIMENTAIRES TERTIAIRES</i>	22
<i>FORMATIONS SÉDIMENTAIRES PLIO—PLÉISTOCÈNES</i>	30
<i>COLLUVIONS ET COMPLEXES DE FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	38
<i>FORMATIONS ALLUVIALES ET DÉPÔTS QUATERNAIRES ASSOCIÉS</i>	38
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	41
<i>RESSOURCES MINÉRALES ET CARRIÈRES</i>	44
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	45
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	51
AUTEURS	51

INTRODUCTION

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Les levés de terrain ont été exécutés en 1976 :

- pour l'ensemble des formations oligo-miocènes et plio-quaternaires par L. Clozier (B.R.G.M.) ;
- pour les formations éruptives et métamorphiques par M. Turland (B.R.G.M.) ;
- pour les terrains sédimentaires anté-tertiaires par L. Clozier et M. Turland, avec la collaboration de A. Lefavrais-Raymond (B.R.G.M.) pour le Trias et le Jurassique et de R. Feys (B.R.G.M.) pour le Permien.

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 ou le plus souvent occasionnels), soit à l'aide de sondages de reconnaissance stratigraphique de 10 à 25 m réalisés à la tarière dans les formations meubles.

PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille Dornes s'inscrit entre Loire et Allier dans la zone septentrionale de la Sologne bourbonnaise prolongée par l'ancienne province du Nivernais.

La Sologne bourbonnaise s'intègre dans le bassin d'effondrement oligocène de Moulins, limité au Nord-Ouest par un petit massif ancien remonté en « horst » : îlot de Neuville-lès-Decize, à l'Ouest duquel viennent reposer en transgression les assises secondaires de la bordure du Bassin de Paris.

Cette région présente l'aspect d'un plateau très dégradé, entaillé de nombreux vallons et de vallées au cours plus ou moins sinueux.

Les couches géologiques superficielles, constituées pour l'essentiel par des formations meubles et imperméables argilo-sableuses ont donné naissance par érosion à des reliefs mous. Les sols peu propices à la culture sont couverts en majorité de prés et de bois. De nombreux étangs sont implantés dans le fond des vallons.

Le plateau d'altitude moyenne 265 m au Sud, 240 m au Nord, à l'exception de « l'îlot » de Neuville-lès-Decize culminant à 266 m, est entaillé dans l'angle sud-ouest sur une largeur de 3 à 4 km par la vallée de l'Allier et dans l'angle nord-est sur une largeur de 4 à 5 km par la vallée de la Loire.

Ces vallées profondes (l'altitude moyenne du lit vif est respectivement de 197 m pour l'Allier et 192 m pour la Loire) présentent une dénivelée de 68 m pour la rivière et de 73 m pour le fleuve par rapport au plateau. Seuls ces deux tronçons de vallées aux ressources importantes en matériaux (sables et graviers) supportent des sols alluviaux fertiles.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Les roches les plus anciennes reconnues appartiennent au socle cristallin et cristallophyllien constitué par des gneiss et des granites (îlot de Neuville-lès-Decize).

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 et de couches de houille.

Dans les bassins les plus proches de Dornes, à Decize au Nord, Noyant (Sillon houiller) et Bourbon-l'Archambault au Sud-Ouest, seuls sont connus les dépôts du Westphalien (D), pour le premier et ceux du Stéphaniens (B) pour l'ensemble, sur lesquels reposent en légère discordance des sédiments permien (Autunien) constitués de grès, d'arkoses à passées de charbon et de schistes bitumineux à la base et de minces bancs calcaires à divers niveaux.

A l'Autunien, l'aire des dépôts déborde largement les limites des cuvettes houillères.

Les sédiments saxoniens dont l'extension est encore plus importante que celle des dépôts stéphaniens sont représentés, dans l'angle sud-ouest du territoire de la feuille, par des sables et argiles rouges conglomératiques et des grès.

Très bien représentés vers le Nord (Bassin de Paris) les sédiments du Secondaire apparaissent dans le quart nord-ouest du territoire de la feuille avec les dépôts lagunaires du Trias supérieur plus ou moins envahis par des apports détritiques (bordure de bassin), lesquels entrent en contact par faille avec les marnes et calcaires à Gryphées du Sinémurien, dépôt correspondant à la transgression marnie qui, amorcée au Rhétien, envahit progressivement par l'Est le Bassin de Paris.

A la fin de l'Éocène et au début de l'Oligocène, sous l'influence des mouvements orogéniques alpins, s'individualisent de larges fosses subsidentes dans lesquelles s'accumulent d'épaisses séries détritiques et carbonatées.

Dans la fosse de Moulins, prolongement septentrional de la Grande Limagne, des sondages ont révélé la présence de 600 à 800 m environ de sédiments tertiaires attribués à l'Éocène terminal, à l'Oligocène et à la base du Miocène. A l'exception des dépôts stampiens qui, dans la fosse de Riom notamment, ont enregistré des incursions marines, l'ensemble des terrains sédimentaires indique un environnement continental de type lacustre, fluvial ou terrestre.

Les mouvements de subsidence se ralentissent considérablement à partir du Miocène ; l'érosion entaille les dépôts précédents, sans toutefois laisser, sous forme de dépôts, beaucoup de trace de son action. Après l'assèchement des lacs aquitaniens dans lesquels se sont élaborées d'énormes masses de récifs algaires, nous ne connaissons pas, dans le cadre de la feuille, des dépôts attribuables au Miocène post-aquitain comparables aux sables fluviaux de la région clermontoise (sables feldspathiques burdigaliens, sables à chailles pontiens).

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, attribués anciennement à l'Helvétien.

Au Pliocène et à la base du Villafranchien, des dépôts détritiques fluviaux et lacustres, assez considérables par leur épaisseur et la surface qu'ils couvrent, se mettent en place dans les Limagnes d'Auvergne, la Sologne bourbonnaise et le Berry (Fossé de la Loire). La région de Dornes (entre Loire et 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 des 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 MÉTAMORPHIQUES ET MAGMATIQUES

Horst de Neuville-lès-Decize

Le socle cristallin et cristallophyllien apparaît au Nord-Ouest de la feuille, dans une zone de 30 km² environ, allongée du Nord au Sud et s'élargissant vers le Nord.

Limité par des failles à l'Ouest et à l'Est, le socle s'ennoie au Nord sous le Trias et au Sud sous les Sables du Bourbonnais.

La structure de ce horst est dissymétrique : sa faille bordière à l'Est est rectiligne, très nette, souvent accompagnée d'une importante cataclase et met l'Oligocène en contact avec le socle, tandis qu'à l'Ouest la limite avec le Trias est floue : les contacts sont bien tectoniques, mais très affectés par de petits accidents transverses, et le granite a été retrouvé en sondage aux Sapins sous un mince placage arkosique.

Aucun témoin de la couverture sédimentaire n'a été observé sur le horst en dehors des bordures nord et sud où le socle s'ennoie. Toutefois, une intense rubéfaction, probablement liée à la surface anté-triasique, affecte la bordure nord sur 1 à 2 km.

Par contre, les altérites de ce socle et les formations superficielles subautochtones qui en dérivent sont extrêmement étendues, souvent épaisses, et le socle n'affleure guère qu'à la faveur des carrières ou terrassements et dans de rares vallons ou lits de cours d'eau.

Cette couverture quasi générale de formations superficielles a rendu difficile la cartographie du horst cristallin : vers le Nord en particulier, la couverture limoneuse n'a pas permis d'en définir la limite ni d'analyser les rapports entre les unités géologiques concernées.

Structure générale du horst de Neuville-lès-Decize

Ce horst de socle est assez complexe, malgré son étendue restreinte : il est constitué d'un ensemble métamorphique varié, recoupé par deux intrusions granitiques.

Pour l'essentiel, les roches métamorphiques passent d'une composition relativement alumineuse au Nord-Est (micaschistes feldspathiques) à des leptynites potassiques au Sud, avec des gneiss silico-alumineux dans la zone intermédiaire. Elles ont subi un métamorphisme polyphasé : méso- à catazonal, suivi de rétro-morphoses dans les conditions de l'épizone. Ces rétro-morphoses, intenses au Nord-Est, deviennent plus discrètes vers le Sud. Des phénomènes migmatitiques paraissent affecter l'ensemble des terrains métamorphiques, mais ils sont généralement discrets et ne deviennent importants qu'à l'extrême Nord-Ouest (les Tardys), de part et d'autre de la limite de la feuille Decize.

Les deux massifs granitiques observés sont de nature différente :

- le principal, que nous appellerons « granite de Neuville », est une granodiorite assez hétérogène. Son passage à l'encaissant, spécialement sur sa bordure orientale avec les gneiss, se fait par des faciès migmatitiques de transition affectant près de 1 km de large ;
- le second, nettement plus alcalin et beaucoup plus homogène, est visible

sur moins de 1 km² aux Loges-des-Bruyères, à l'extrémité nord-est du horst. A son contact, les micaschistes ne paraissent pas profondément affectés. Ce granite grossier est localement porphyroïde, avec des mégacristaux roses qui rappellent le Granite de Montmarault.

Roches métamorphiques

ξ¹. **Micaschistes à grenats, alumino-siliceux.** Ces roches n'ont été observées qu'au Domaine des Desrués, au Nord-Est de la ferme (petite fouille et labours). Leur contact vers l'Est avec les leptynites est bien tranché et linéaire, marqué d'argiles vertes et rouges (faille probable) ; vers l'Ouest, le contact avec le Granite de Neuville n'a pas pu être observé directement, mais il paraît rapide. Le faciès le plus fréquent est celui de schistes grossiers et irréguliers, amygdalaires, très chloriteux, de teintes vertes plus ou moins foncées à rougeâtres, à niveaux quartzeux peu abondants. Outre la chlorite et le quartz, on y voit de la muscovite ainsi que des grenats de taille variable mais très altérés, sauf les plus petits. Localement, on rencontre un faciès massif de composition semblable, où la chlorite se présente souvent en larges lames hexagonales.

• **En lames minces,** les faciès schisteux présentent une texture granolépido-blastique avec :

- des lits sombres à biotites plus ou moins chloritisées, pseudomorphoses de cordiérite (en chlorites et séricite), grenats, opaques et zircon ;
- des lits sériciteux, initialement feldspathiques ;
- des lits ou lentilles quartzeux, à muscovite.

ξ². **Micaschistes feldspathiques, silico-alumineux : micaschistes à biotite et sillimanite, plus ou moins feldspathiques, rétromorphosés.** Ce sont les roches métamorphiques qui affleurent le moins mal, le long des vallons et dans le lit des cours d'eau, dans la partie nord-est du horst. Elles sont toutefois très altérables et passent progressivement à un épais manteau d'altérites sur les plateaux.

Vers le Nord, les sédiments rougeâtres du Trias recouvrent ces micaschistes, eux-mêmes profondément rubéfiés au voisinage du contact. Cette rubéfaction, visible tant sur la roche que sur les altérites qui en dérivent, se fait sentir jusque vers Neuville, à 2,5 km du contact actuel du Trias ; elle est peu développée ou absente au Nord-Est de l'aire d'extension des micaschistes.

A l'Ouest, au Sud et au Sud-Est, l'épaisse couverture limoneuse, particulièrement bien conservée dans ce secteur boisé, ne permet pas d'observer le contact, ni même de le situer. Au Nord-Est, par contre, on peut observer un contact par faille avec le granite des Loges-des-Bruyères, ce dernier probablement intrusif dans les micaschistes (voir γ²).

Ce sont des roches très planaires, franchement schisteuses le plus souvent, abondamment mais finement micacées, à joints blanchâtres soyeux leur donnant l'aspect de gneiss à sillimanite, avec fins lits feldspathiques altérés de teinte rouge clair (même lorsque la roche n'est pas rubéfiée dans son ensemble). Des passages massifs, plus résistants, s'intercalent parfois dans cette formation schisteuse.

Outre la schistosité principale, généralement orientée N 95 - 105 °E, à pendage sud souvent fort, on observe parfois l'ébauche d'une seconde schistosité beaucoup plus plate (pendage sud de 25° à la Proie), mais de direction voisine de la principale.

Cette formation est très peu migmatitique ; toutefois, on y observe localement quelques mobilisats discrets : lentilles centimétriques granitoïdes ou aplitiques, notamment dans des charnières de plissement. Près de Bachelier, un affleurement présente une veine de granite à muscovite à gros grain (granite anatectique recoupant ?).

• **En lames minces**, ce sont des micaschistes plagioclasiques à biotite et muscovite, à texture granolépidoblastique, à foliation bien marquée, parfois plissée. Les faciès massifs, toutefois, présentent une texture granoblastique engrenée et une foliation peu marquée.

Quartz abondant, souvent dominant, plus ou moins étiré suivant la foliation, avec inclusions aciculaires de muscovite et de sillimanite.

Feldspaths : plagioclases séricitisés, rares feldspaths potassiques.

Biotites plus ou moins chloritisées, conformes ou obliques à la foliation.

Muscovites pseudomorphosant des agrégats de sillimanite, ou blastiques (incluant les fantômes de sillimanite qui matérialisent une schistosité primitive).

Minéraux accessoires : opaques, apatite, zircon.

Ces roches semblent dériver de grès micacés plus ou moins arkosiques. On y trouve la marque de deux épisodes métamorphiques avec deux foliations :

- 1^{re} déformation avec paragenèse biotite + silicate d'Al ± feldspaths K ;
- 2^e déformation avec rétomorphose des biotites et des silicates d'Al et cristallisation de muscovite tardive.

• **Faciès induré et silicifié** en bordure du granite grossier à deux micas. En bordure nord du granite à deux micas des Loges-des-Bruyères, on rencontre un cailloutis formé de micaschistes indurés, associés à des quartz en abondance et à des fragments de pegmatite à feldspaths roses, quartz blanc à noirâtre et tourmaline noire. Ces micaschistes indurés (qui n'affleurent pas) sont plus ou moins envahis par du quartz formant des amygdales ou un réseau de filonnets. Ce faciès est visible en deux endroits, dont l'un au moins disposé en placage sur le granite ; il pourrait représenter le résidu d'une mince « auréole » développée au contact de ce granite, lui-même affecté non loin de là par une cataclase synchrone de la mise en place.

En lame mince, il n'apparaît pas de nette différence avec les faciès normaux, non indurés, si ce n'est la cataclase, fréquente, pouvant aboutir à une tendance mylonitique avec filonnets millimétriques recoupants de quartz en mosaïque.

ξ². **Gneiss grossiers à plagioclases, silico-alumineux : gneiss plagioclasiques à biotite et silicates d'alumine (cordiérite, sillimanite, grenat), rétomorphosés.** Ces roches ne sont guère visibles qu'à la faveur d'affleurements artificiels. On peut les observer dans les carrières abandonnées des Colas (2 km au Sud-Est de Neuville-lès-Decize). Elles sont très altérables et donnent des altérites fines, argilo-sableuses, de teintes plus ou moins ocre. Le manteau d'altérites ne permet pas de connaître les rapports de ces gneiss avec les autres formations métamorphiques : micaschistes ξ² au Nord, leptynites λ²⁻³ au Sud ; avec le Granite de Neuville, par contre, ils s'observent relativement bien : le contact s'effectue par l'intermédiaire d'une zone de transition hectométrique où, associés à des faciès plus ou moins granitoïdes, subsistent des passages franchement gneissiques.

Ces gneiss sont des roches généralement massives, à foliation grossière, irrégulière, parfois peu visible ou même absente. Leur cassure est sombre en raison de l'abondance de biotite (et cordiérite).

Les carrières des Colas, au voisinage de la faille bordière, sont affectées par la fracturation et les pendages sont perturbés. Néanmoins, beaucoup de mesures donnent une direction N 25 °E avec pendage sud-est très fort.

Cette formation est discrètement mais nettement migmatitique ; la roche, gneissique le plus souvent, présente localement des phénomènes de remobilisation : par endroits, la foliation se brouille et disparaît, processus pouvant aboutir à des traînées granitoïdes sombres, ou bien, au contraire, il se forme des lentilles granitoïdes plus claires (leucosome imparfait ?) ; on observe aussi des passages plissotés avec minces lits de leucosome épaissis aux charnières.

Aux Triboulets (500 m au Sud des carrières des Colas) des veines de granite aplitique à muscovite recourent le gneiss sombre, granitoïde ou plissoté.

• **En lames minces**, ces gneiss à biotite et silicates d'Al ont une texture granoblastique à granolépido-blastique plus ou moins foliée, parfois plissotée.

Quartz abondant parfois dominant.

Plagioclases (oligoclase) en proportion variable, plus ou moins séricitisés, parfois antiperthitiques.

Feldspaths potassiques généralement peu abondants, bordés de bourgeons myrmékitiques bien développés.

Biotites brun-rouge, orientées dans les plans de foliation, instables.

Cordiérite généralement pseudomorphosée par de la muscovite et des chlorites : amas étirés dans les feuillets micacés, prismes isolés ou nodules centimétriques dans les mobilisés, en association poëcilitique avec du quartz.

Pseudomorphoses de sillimanite en muscovite fibreuse.

Parfois grenats plus ou moins chloritisés.

Minéraux accessoires : zircon, apatite, tourmaline, minéraux opaques.

La présence de feldspath potassique et de nodules de cordiérite est l'indice d'un début de migmatisation.

Ces roches peuvent dériver de grès micacés plus ou moins arkosiques.

λ^2-3 . **Leptynites et gneiss leptyniques riches en feldspaths, à biotite, grenat (\pm sillimanite, \pm cordiérite).** Ces roches, pourtant résistantes à l'altération, n'affleurent bien qu'à la faveur des carrières, petites ou grandes, ayant fourni des matériaux pour empiérement. Elles présentent des faciès assez variés, mais sont toujours de teintes claires, souvent d'un blanc rosé, très feldspathiques. Ces roches s'altèrent en donnant des arènes plus ou moins fines, plutôt sableuses en général, apparemment moins épaisses que sur les autres roches métamorphiques. Toutefois, vers le Nord, leur passage aux gneiss ζ^2 (peut-être progressif ?) est totalement masqué par ces arènes.

Au Nord-Ouest, près du Granite de Neuville, on n'observe pas de passage transitionnel des leptynites au granite. Ce granite présente bien ses faciès de bordure, mais sous leur aspect habituel, sombre, avec passages gneissiques à biotite-cordiérite. Un contact tectonique peut donc être envisagé, en relation avec la limite linéaire des leptynites avec les micaschistes ξ^1 au Domaine des Desrués.

Au Sud enfin, les leptynites passent aux Sables et argiles du Bourbonnais, mais les rapports ne sont pas clairs : il semble que le socle s'enneige rapidement sous les sédiments, mais l'influence d'une déformation tectonique n'est pas exclue.

Dans cet ensemble de roches, toujours très leucocrates, on observe notamment :

- des gneiss leptyniques, passant à des leptynites rubanées à lits quartzo-feldspathiques roses, épais et irréguliers, alternant avec des minces lits micacés noirâtres (carrière des Roches) ;

- des leptynites à grain plus fin, peu foliées et plus mobilisées, avec souvent de petits grenats visibles à l'œil nu (chez Barré, à l'extrémité sud du horst) ;

- des gneiss clairs granitoïdes assez riches en biotite (Ouest des Veslins).

Dans les principales carrières, situées au voisinage immédiat de la faille bordière orientale, les roches sont intensément fracturées. Les mesures de foliation donnent des valeurs très dispersées au voisinage de cette faille, plus cohérentes lorsqu'on s'en éloigne un peu. Ainsi, on peut retenir quelques indications :

- carrière des Roches : directions N 120 à 150 °E, pendages assez forts, généralement au Sud-Ouest ;

- chez Barré : direction N 20 °E, pendage ouest très fort (une seule mesure) ;

- les Daubois : direction moyenne E-W, pendages nord faibles ou forts.

Comme les gneiss ξ^2 , ces leptynites sont localement migmatitiques :

- foliation qui se plissote, se brouille et parfois disparaît, aboutissant à un granitoïde rose très leucocrate à gros grain ;

- plissements complexes évoquant un milieu pâteux (plis ptygmatisés) ;

- veines, traînées, bouffées de pegmatite rose, passant progressivement à la roche encaissante.

• **En lames minces**, les leptynites présentent une texture granoblastique, plus ou moins hétérogranulaire, souvent planaire, tandis que les gneiss leptyniques sont granolépido-blastiques et franchement foliés, cette foliation étant généralement marquée par les biotites.

Quartz : xénomorphes engrenés, tendant à s'allonger suivant la foliation dans les gneiss leptyniques. Dans les leptynites rubanées des Roches, des lits essentiellement quartziques existent à côté de lits quartzo-feldspathiques ou de petits lits à biotite et (ou) grenats.

Feldspaths potassiques, généralement dominants : mésoperthitiques, présentant souvent le quadrillage du microcline.

Plagioclases en proportion très variable : parfois réduits à un peu d'albite interstitielle ou, au contraire, très abondants, séricitisés, plus acides et plus frais en bordure ; parfois quelques reliques d'antiperthites.

Bourgeons myrmékistiques parfois associés à des bourgeonnements d'albite.

Biotite généralement peu abondante et souvent même absente, parfois associée à des grenats.

Grenats fréquents, souvent plus ou moins transformés en stilpnomélane ou agrégats chloriteux et pouvant inclure poëcilitiquement du quartz et du feldspath potassique.

Sillimanite (fibrolite) : présente dans beaucoup d'échantillons, plus ou moins transformée en muscovite, et parfois en relique associée aux biotites (les Veslins).

Des pseudomorphoses de cordiérite en produits serpentiniteux et phyllites, à texture maillée, s'observent en bordure nord-ouest de ces leptynites (les Desrues, la Châtaigneraie).

Symplectites muscovite-quartz.

Minéraux accessoires peu abondants : souvent apatite et sphène, mais aussi zircon, ilménite, hydroxydes.

L'anatexie qui se développe dans les types plus quartzo-feldspathiques aboutit à des granitoïdes roses à grenat, plus ou moins de cordiérite, dans lesquels la foliation s'estompe.

Dans l'ensemble, ces roches paraissent moins rétro-morphosées que les autres roches métamorphiques du horst, en particulier à l'extrême Sud.

Deux origines peuvent être envisagées pour cette formation :

- paradérivée, à partir de grès arkosiques peu évolués ;
- orthodérivée, à partir de roches ignées.

Son caractère uniformément leucocrate, sans variations brusques, plaiderait plutôt pour cette seconde hypothèse. A noter l'aspect des leptynites rubanées qui évoque certains tufs acides.

M^{ξ2}. Gneiss migmatitiques : gneiss silico-alumineux à cordiérite, parfois sillimanite, rétro-morphosés et associés à des « yeux » ou passées très leucocrates à quartz et plagioclases. Ces roches ne sont bien visibles que près des Tardys, 3 km au Nord-Ouest de Neuville, dans plusieurs petites carrières abandonnées au Sud-Ouest de la ferme. Des altérites épaisses, à faciès de limon ocre pâle à verdâtre parfois rubéfié, recouvrent tout ce secteur presque entièrement boisé et masquent complètement les rapports avec les autres formations du socle. Avec les terrains triasiques situés à l'Ouest, les rapports s'observent mieux : un contact par faille est probable.

Le degré de migmatisation de ces gneiss est très variable. En se référant aux quelques affleurements visibles sur la feuille Dornes et la bordure de celle de Decize, on est conduit à envisager un gradient vers le Nord de la migmatisation :

- au Sud-Est de Poissat, des gneiss sont visibles dans le lit du ru, mais très altérés, à consistance argileuse ;
- au niveau des Tardys, ce sont des gneiss à larges passées granitoïdes sombres et quelques leucosomes ;
- près de la digue de l'étang aval, l'affleurement (métrique) est de composition leucocrate homogène ;
- enfin, sur la feuille Decize, à 100-200 m de sa limite, plusieurs affleurements hétérogènes évoquent plutôt des diatexites.

En dehors des faciès franchement migmatitiques, ces gneiss présentent des ressemblances avec ceux des Colas (ξ^2) : ce sont des gneiss ou micaschistes à biotite chloritisée (et parfois muscovite secondaire), généralement plagioclasi-ques, à silicates d'alumine (cordiérite, parfois sillimanite) rétro-morphosés.

Dans les anciennes carrières des Tardys, d'ailleurs très tectonisées, se développent largement, associés aux gneiss, des faciès granitoïdes sombres à plagioclases subautomorphes. On y rencontre aussi des passages granitoïdes clairs à grain fin, certains kaolinisés.

A la digue de l'étang amont (200 m au Sud des carrières), les gneiss et micaschistes présentent seulement des petits leucosomes : yeux, amygdales, minces lits locaux de granitoïde à grain variable et muscovite abondante.

Par contre, près de la digue de l'étang aval (300 m au Nord-Ouest des carrières) on voit seulement un granite leucocrate arénisé, assez grossier, à muscovite dominante et biotite.

Enfin, à 600 m au Nord-Ouest des Tardys (feuille Decize) apparaissent plusieurs affleurements hétérogènes, très altérés. L'un d'eux montre un granitoïde aplitique rose très feldspathique à muscovite, dans une roche arénisée plus grossière, plus sombre et plus micacée. Les ravinements voisins recoupent le socle arénisé hétérogène où alternent des passées granitoïdes claires, d'autres plus sombres et plus micacées. Dans ce secteur, le stade des diatexites paraît atteint ; la présence d'une faille NE-SW, suggérée par la morphologie près de la ferme des Tardys, pourrait être impliquée dans ce passage rapide aux diatexites.

Les éléments structuraux sont rares : les carrières des Tardys sont trop tectonisées. Ailleurs, on peut indiquer :

- une foliation N-S subverticale des gneiss altérés au Sud-Est de Poissat ;
- des directions N 40° à 55° E avec pendages nord-ouest de 45-55° environ à l'étang amont des Tardys.

• **En lames minces**, les faciès varient en fonction des types reconnus à l'œil et aussi à l'intérieur de ceux-ci.

— *Les gneiss (et micaschistes) typiques* (étang amont des Tardys) présentent une structure granolépido-blastique foliée à alternance de lits ferro-magnésiens et de lits leucocrates.

Quartz en grandes plages xénomorphes, étirées.

Plagioclases (oligoclase) séricitisés, en grandes plages xénomorphes souvent associées au quartz.

Feldspath potassique moins abondant.

Biotite plus ou moins décolorée.

Muscovite : en association symplectique avec le quartz, en grandes lamelles associées aux biotites, en feutrages au sein des amas biotite-muscovite (pseudomorphose de sillimanite fibrolitique).

Minéraux accessoires : leucoxène, oxydes et hydroxydes, zircon.

— Dans la carrière des Tardys, on trouve une *anatexite sombre* à nodules centimétriques de cordiérite en association poëcilitique avec du quartz et incluant des reliques de sillimanite. Les restites gneissiques sont à quartz, plagioclases, sillimanite, biotite. Cordiérite et feldspaths sont largement muscovitisés. La présence de tourmaline et l'abondance de la muscovite traduisent des phénomènes hydrothermaux.

— *Faciès granitoïde sombre* (anatexite ?) (carrière des Tardys). Texture grenue hypidiomorphe, à grain assez grossier (environ 0,5 cm). Quartz dominant, xénomorphe. Plagioclases subautomorphes séricitisés. Pas de feldspaths potassiques. Symplectites muscovite-quartz. Muscovite blastique. Pseudomorphoses de cordiérite en muscovite et chlorites : amas largement cristallisés, subrectangulaires à ovoïdes. Minéraux accessoires : oxydes, apatite.

— *Granite d'anatexite leucocrate* un peu hétérogène en amygdales dans les gneiss et micaschistes de l'étang amont des Tardys. En lame mince, c'est un granite riche en plagioclase, à tourmaline, à texture grenue hypidiomorphe hétérogranulaire.

Plagioclases subautomorphes à automorphes, plus ou moins séricitisés, zonés.

Feldspaths potassiques beaucoup moins abondants que les plagioclases.

Muscovite : en association symplectique avec le quartz, en gerbes, associée à de la biotite en pseudomorphoses de cordiérite.

Tourmaline zonée en prismes brisés.

Minéraux accessoires : hématite, peu abondante.

— *Granite aplitique rose* affleurant sur le territoire de la feuille Decize, à 600 m au Nord-Ouest des Tardys. En lame mince, c'est une monzonite à texture grenue hypidiomorphe, hétérogranulaire.

Plagioclases dominants (> 50 %) subautomorphes, \simeq An 28.

Feldspaths potassiques xénomorphes, souvent en mégacristaux altérés présentant la macle du microline, extinction onduleuse et incluant des plagioclases.

Quartz peu abondant (< 3 %) souvent inclus dans les plagioclases.

Minéraux ferromagnésiens peu abondants (< 5 %) : surtout des muscovites. Biotites dispersées, altérées, plus ou moins chloritisées.

Minéraux accessoires : apatites trapues, leucopxène.

Cavités (visibles à l'œil nu) bordées de petits feldspaths potassiques automorphes.

Ce granite a subi une cataclase qui se traduit par des déformations et une recristallisation partielle des minéraux.

• **En ce qui concerne l'origine** des gneiss et micaschistes de cette formation, comme pour les gneiss des Colas (ξ^2), il est difficile de préciser si elle est ortho- ou paradérivée ; toutefois, la tendance aux micaschistes observée par endroits fait plutôt penser à des roches paradérivées.

Roches magmatiques

γ^2 . **Granite grossier à deux micas (biotite dominante), subalcalin, localement porphyroïde.** Ce granite affleure essentiellement aux environs du hameau des Loges-des-Bruyères, au Nord-Est du horst de Neuville. Relativement peu altérable, il affleure fréquemment en dalles ou en « boules » apparaissant au milieu d'une arène grossière, devenant plus fine et limoneuse sur les hauteurs. En plusieurs points, il a fait l'objet de petites extractions dont la plus importante, aux Loges-des-Bruyères, vient d'être reprise récemment (1980).

Vers le Nord, ce granite paraît « intrusif » dans les micaschistes avec fracturation et silicification partielle de ces derniers au voisinage du contact, tandis que le granite lui-même présente une cataclase synchrone de la mise en place (voir paragraphe ξ^2 : faciès indurés et silicifiés).

Vers l'Ouest, malgré les mauvaises conditions d'affleurement, on peut déduire un contact par faille avec les micaschistes.

Vers l'Est, la disparition du granite est d'origine tectonique, liée à deux failles normales successives avec un compartiment intermédiaire où le granite présente une couverture formée successivement de Trias (argiles rouges ou bariolées, grès), puis d'Oligocène (argiles et marnes verdâtres).

Vers le Sud, la couverture limoneuse ne permet plus d'observations, mais le granite n'atteint pas les Bruyères-Paray où des terrassements ont atteint des

roches métamorphiques (ξ^2 ou ξ^2 ?). Cette couverture limoneuse recouvre peut-être aussi des placages sédimentaires.

Le granite des Loges-des-Bruyères est une roche à gros grain, relativement homogène, d'un gris rosé, à biotite peu abondante, muscovite accessoire. Localement, la roche devient porphyroïde, avec mégacristaux rosés souvent allongés ; son aspect rappelle alors le Granite de Montmarault. Une fracturation bien marquée, orientée sensiblement E—W, affecte l'ensemble de ce granite. Une fracturation d'un autre type, fine et serrée, bien révélée par l'altération, est visible dans un ancien point d'extraction, 350 m au Sud-Ouest de Bonnet (cataclase liée à la mise en place du granite ?).

• *En lame mince* (carrière des Loges-des-Bruyères), c'est un granite leuconate à deux micas (biotite dominante) à texture hétérogranulaire à tendance porphyrique (gros grains de 3-4 mm et, pour le fond, 0,3 mm).

— *Gros grains* : plagioclase non zoné, subautomorphe, inclus dans le microline (An 20-25) ; microline perthitique plus abondant que le plagioclase, en grandes plages xénomorphes incluant biotite, plagioclase et quartz ; quartz xénomorphe en grandes plages ; biotite se transformant en muscovite ; muscovite surtout secondaire ; minéraux accessoires : zircon, apatite.

— *Le fond*, isogranulaire, est constitué de quartz, microline, plagioclase (An 10-15) et de la majeure partie des minéraux ferro-magnésiens.

Par sa texture, cette roche peut constituer une bordure figée, légèrement cataclasée lors de sa mise en place. Composition alcaline à subalcaline.

γ^3 . **Granite de Neuville, grossier, à biotite, monzonitique à granodioritique.** Ce granite, avec ses faciès de bordure, occupe environ 10 km² dans la partie occidentale du horst, suivant une disposition sensiblement elliptique, tronquée vers l'Ouest par un système de failles. Mais, il faut noter que le granite a été retrouvé à très faible profondeur à l'Ouest de ces failles, aux Sapins (3,5 km à l'E.NE de Toury-sur-Jour). Particulièrement sensible à l'arénisation, il ne donne pas d'affleurements naturels si ce n'est dans ses faciès de bordure un peu plus résistants. Le cœur du massif reste donc peu connu.

Des arènes grossières recouvrent toute cette zone. On peut les classer en deux types :

— sur les pentes : arènes grossières peu évoluées, avec parfois des fragments d'aplite (au Nord-Est du Rechiné par exemple) ;

— sur les surfaces les plus élevées : sables limoneux fins à éléments d'arène granitique ou sables terreux plus grossiers à fragments centimétriques de feldspaths roses. Ces faciès évoquent des remaniements et aussi, dans des proportions variables, des apports étrangers au granite (sables fins notamment). Exemples : environs du château d'eau de Corcelles (sablo-limoneux), le Village, près Neuville (arène grossière terreuse).

Dans l'intérieur du massif, les rares affleurements (artificiels) dont on dispose montrent que ce granite n'est pas homogène, de composition minéralogique ni de grain.

Près de Neuville, au Sud-Est du village, le lit artificiel du ru, entaillé dans la pente méridionale, montre des affleurements plus ou moins arénisés mais étendus. On y voit un granite gris équant, mais variable de grain (moyen à grossier) et aussi de coloration, avec, en particulier, des zones lenticulaires (décimétriques à métriques) devenant progressivement sombres et dont le cœur très riche

en biotite (souvent grande et automorphe), à petits feldspaths blancs, présente une structure discrètement orientée. En aval, un passage décimétrique plus sain est constitué d'un granite sombre à cordiérite, à tendance orientée. Enfin, des filons apliques blanchâtres (dont l'un, métrique, assez grossier) recoupent l'ensemble.

L'arénisation croît en fonction de la taille du grain. Les aplites s'altèrent peu.

Au Nord-Est du Rechigné, lors de l'approfondissement de l'étang, une large surface affleurante, plus ou moins arénisée, permettait de voir un granite gris riche en biotite, équant, très grossier, passant à une roche granitoïde noirâtre très biotitique, de grain moyen à fin et, recoupant le granite, une traînée filonienne d'aplite à biotite.

Ces faciès hétérogènes présentent des analogies avec le Granite de Tréban.

A l'approche du faciès de bordure, entre Neuville et les Colas, en rive gauche du vallon, apparaissent quelques affleurements naturels (mais ayant fait l'objet de petites extractions). Le granite y présente un faciès assez différent : plus leucocrate, souvent rosé ou rougeâtre, à tendance porphyroïde (parfois franchement, avec mégacristaux rosés : aspect du Granite de Montmarault).

• *En lame mince*, le faciès le plus grossier de Neuville est une granodiorite à texture équante, hypidiomorphe, très légèrement porphyrique.

Quartz peu abondant, xénomorphe.

Plagioclases dominants automorphes zonés (An 25 - 35), \pm séricitisés ; présence d'antiperthites ; inclusions de quartz et biotites.

Feldspaths potassiques peu abondants, interstitiels, maclés microline, légèrement perthitiques. Bourgeons myrmékitiques discrets.

Biotites abondantes, déformées et plus ou moins chloritisées. Également en association symplectique avec le quartz. Chlorites interstitielles. Apatites et zircon inclus dans les biotites. Oxydes Fe, Ti.

— *Parmi les faciès plus périphériques*, le granite à tendance porphyroïde, entre Neuville et les Colas, ne diffère du type sombre granodioritique que par la présence de rares mégacristaux centimétriques de feldspaths potassiques et de plagioclases. Le quartz est plus abondant. Son chimisme peut se rapprocher d'une monzonite quartziq.

— *Dans le granite de l'étang* au Nord-Est du Rechigné, se développent de grandes plages de quartz et de feldspaths potassiques (microline mésoperthitique, maclé Carlsbad). Plagioclases et biotites moins abondants.

Faciès de bordure du Granite de Neuville. Ils sont visibles dans quelques affleurements naturels situés aux flancs des vallons ou dans le lit des ruisseaux qui recoupent cette auréole, ainsi que dans quelques anciens points d'extraction. Il s'agit d'une zone de passage mal individualisée entre les granites et les gneiss, où des roches granitoïdes, à peine orientées ou même équantes, passent localement et progressivement à des faciès nettement orientés ayant plus ou moins conservé une structure gneissique ; dans ce cas, il s'agit souvent de gneiss à cordiérite, anatectiques. Ce sont des roches grises plus ou moins foncées à noirâtres, à grain moyen et assez constant que la roche soit orientée ou non, pas très altérables. Les faciès les plus sombres, un peu orientés en général, sont riches en grandes biotites à tendance automorphe. Des taches de cordiérite sont parfois visibles dans ces diverses variétés. Ces faciès correspondent à la zone d'anatexie granitoïde.

• **En lame mince**, un échantillon de granitoïde assez sombre à grain relativement fin et cordiérite visible (vallon entre Neuville et les Colas) présente une texture grenue équante (grain 1-3 mm).

Quartz xénomorphe (> 20 %).

Plagioclase dominant, peu zoné, An 20-25, altéré. Microline peu perthitique.

Biotite (\simeq 10 %) xénomorphe, se transformant localement en chlorite et muscovite.

Muscovite primaire rare, en symplectite avec le quartz. Muscovite secondaire : sur et autour du feldspath potassique.

Grenat : en grains arrondis inclus dans les plagioclases.

Cordiérite abondante (pseudomorphosée en produits serpentiniteux et pinite avec structure maillée) distribuée irrégulièrement dans la roche, parfois incluse dans les plagioclases.

Minéraux accessoires : zircon, apatite, rutile, opaques.

— *Échantillon orienté* (migmatite à biotite) à 20 m du précédent. Quartz xénomorphe, plus ou moins allongé suivant la foliation.

Plagioclases de deux types :

— automorphes à subautomorphes (2-3 mm) en voie d'altération, avec double macle fréquente ; An 25-30. Quelques rares cristaux montrent des antiperthites ;

— subautomorphes (\simeq 1 mm), limpides ; An 0-10.

Microline subautomorphe à xénomorphe (1-2 mm). Présence de bourgeonnements d'albite entre plagioclase et microline.

Biotite abondante en lits fins suivant la foliation et moulant les plagioclases.

Minéraux accessoires : zircon, apatite abondante, grenat (en grains dans la biotite).

— *En bordure sud* (la Châtaigneraie), un passage gneissique subvertical orienté N 45 °E (dans un faciès granitoïde à tendance orientée) est un gneiss à cordiérite (rétrormorphosée) à texture granoblastique planaire.

Quartz : grandes plages xénomorphes, fissurées, étirées.

Plagioclases séricitisés et muscovitisés ; fantômes d'antiperthites.

Biotites brun-rouge plus ou moins chloritisées.

Pseudomorphoses de cordiérite en muscovite, étirées selon la foliation et incluant souvent des biotites orientées.

Muscovite secondaire abondante.

Minéraux accessoires : zircon, sphène, hydroxydes.

Remarque : malgré la proximité des leptynites potassiques, la composition de la bordure du granite de ce secteur ne paraît pas faire transition avec cette formation, mais plutôt à des gneiss à cordiérite comme au Sud-Est de Neuville. Le contact leptynites/granite pourrait donc être tectonique.

Roches filoniennes

$r\gamma^2$. **Granite fin à un ou deux micas et cordiérite, subalcalin.** En deux points à l'intérieur du Granite de Neuville, ce type de granite, vraisemblablement filonien, a pu être observé :

— une petite carrière abandonnée, en partie comblée, au bord de la D 201, à 1 km au Sud-Ouest de Neuville. On y voit un granite blanchâtre à grain assez fin, à muscovite abondante à exclusive, passant brutalement au granite grossier à biotite ;

— un affleurement (blocs en cours d'arrachage en 1976) à 100 m au Nord-Ouest du Rechainé, montre un granite rosé, sain, à deux micas, à grain moyen à fin, au milieu de labours dans le granite grossier à biotite, arénisé.

- **En lames minces**, la première roche (Sud-Ouest de Neuville) présente une structure grenue, équante, hypidiomorphe, hétérogranulaire (1 à 3 mm).

Quartz xénomorphe à extinction roulante.

Feldspaths potassiques, maclés microline, xénomorphes, abondants ; extinction roulante ; perthitiques ; présence d'albite secondaire, soulignant les déformations. Certaines plages montrent une déstabilisation en muscovite et quartz (symplectites).

Plagioclases subautomorphes, à extinction irrégulière (oligoclase), plus acides en bordure. Albite secondaire entre feldspaths potassiques et plagioclases. Quelques bourgeons myrmékites.

Biotites rouges instables, déformées, plus ou moins transformées en muscovite.

Pseudomorphoses de cordiérite.

Minéraux accessoires : sphène, opaques, zircon, apatite.

— *La roche du Rechainé* présente un faciès plus aplitique à texture grenue, équante, xénomorphe (grain de 0,5-1 mm).

Quartz xénomorphe. Microline perthitique dominant. Plagioclase (An 20, à bordure plus acide) peu abondant. Rares biotites chloritisées. Rares grenats. Reliques de cordiérite. Minéraux accessoires : apatite, zircon.

Ces deux roches présentent des analogies : ce sont des granites fins à biotite (où la muscovite, quand elle existe, est d'origine secondaire), potassiques, à cordiérite. Leurs conditions d'affleurement ainsi que le faciès indiquent un gisement vraisemblablement filonien, mais ne permettent pas de suivre ni même d'orienter les éventuels filons. La photo-interprétation n'apporte guère plus. L'existence d'autres gisements de ce type est très probable, sous la couverture aréno-limoneuse.

Il est possible que ces gisements représentent seulement des filons plus puissants appartenant au réseau aplitique qui recoupe la partie interne du Granite de Neuville.

μη. Microdiorite quartzifère à tendance lamprophyrique. Dans les deux carrières des Roches, on peut observer plusieurs filons (au moins trois) de faible puissance (1 m maximum) de roches sombres à grain plus ou moins fin, altérées (d'autant plus fines et moins altérées que les filons sont minces), verdâtres à rousses. L'orientation de ces filons est sensiblement la même que celle de la faille bordière est du horst, toute proche. La feuille à 1/80 000 Saint-Pierre signale une roche identique aux Loges-des-Bruyères, dans le granite à deux micas. Elle n'a pas été retrouvée. Dans les filons fins, la roche présente de rares phénocristaux, petits et « rouillés », dans un fond uniforme à grain très fin, gris-vert. Dans le plus gros filon, la roche, verte et microgrenue en éponte, devient finement grenue, micacée, au cœur du filon (aspect de lamprophyre altéré).

- **En lame mince**, le faciès le mieux cristallisé, mais profondément altéré, pré-

sente une texture microgrenue porphyrique, presque intersertale, à phénocristaux de 1-1,5 mm et fond de 1/8 mm.

Phénocristaux automorphes de plagioclases, en lattes, complètement altérés. Feldspaths potassiques ?

Quartz interstitiel.

Ferromagnésiens (amphiboles ?) complètement transformés en biotite, chlorite, produits phylliteux et argileux.

Biotite abondante, elle-même déstabilisée.

Minéraux opaques et oxydes rouges.

Composition chimique voisine de celle d'une diorite quartzique.

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES PALÉOZOÏQUES

r2. Saxonien. Sables et argiles rouges conglomératiques, grès. Extrêmement réduits sur le territoire de la feuille (angle sud-ouest) où ils sont recouverts par les Sables et argiles du Bourbonnais, les dépôts permien occupent vers l'Ouest et le Sud-Ouest une aire d'extension importante. Très diversifiées sur les feuilles voisines (Moulins, Bourbon-l'Archambault, Lurcy-Lévis), ces formations ne sont ici représentées que par des sables et argiles rouges conglomératiques et des grès.

D'après R. Feys (communication orale, 1977) le faciès de ces sédiments continentaux se rapporte au Saxonien.

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES SECONDAIRES

t9-10. Trias supérieur. Argiles bariolées, localement carbonatées ; accessoirement grès, dolomies. Le Trias est représenté dans le quart nord-ouest de la feuille. De part et d'autre de l'îlot de socle de Neuville-lès-Decize, les dépôts détritiques observés s'identifient à ceux d'une marge de bassin ; notamment en limite occidentale du « horst » où les arkoses sont associées à des argiles ocre, grises (altération), saumon, blanches ou lie-de-vin ainsi qu'aux environs de Toury-sur-Jour où les argiles rouges alternent avec des passées de silts, de sables quartzo-feldspathiques ainsi que des galets et localement des grès verts à lie-de-vin.

Des niveaux comparables affleurent sur les versants qui bordent les rives de la Dornette. Dans la forêt du Perray, des sondages courts à la moto-tarière n'ont traversé que des dépôts meubles ou argilo-silteux à sableux micacés, rarement marneux, mauves, rosâtres à rougeâtres ou lie-de-vin parfois bariolés de vert. Aux environs des Loges-Fraillons, des argiles rouges et vertes parfois marneuses admettent des grès fins à grossiers souvent micacés en bancs ou plaquettes localement dolomitiques. Un seul indice de gypse a été relevé dans un labour en rive droite du ruisseau de Saint-Genet à l'Ouest des Loges-Fraillons. Les dépôts de ce secteur semblent témoigner d'un environnement à tendance lagunaire.

Il est malaisé, en l'absence de coupes et de sondages, de situer avec précision ces couches dans les séries du Trias régional.

Néanmoins, une vague similitude des éléments de stratigraphie ainsi qu'une certaine analogie des faciès semblent permettre un rattachement au Trias supérieur de la région de la Loire (voir fig. 1).

N.B. : *Problème des arkoses parfois silicifiées et des silixites observées en bor-*

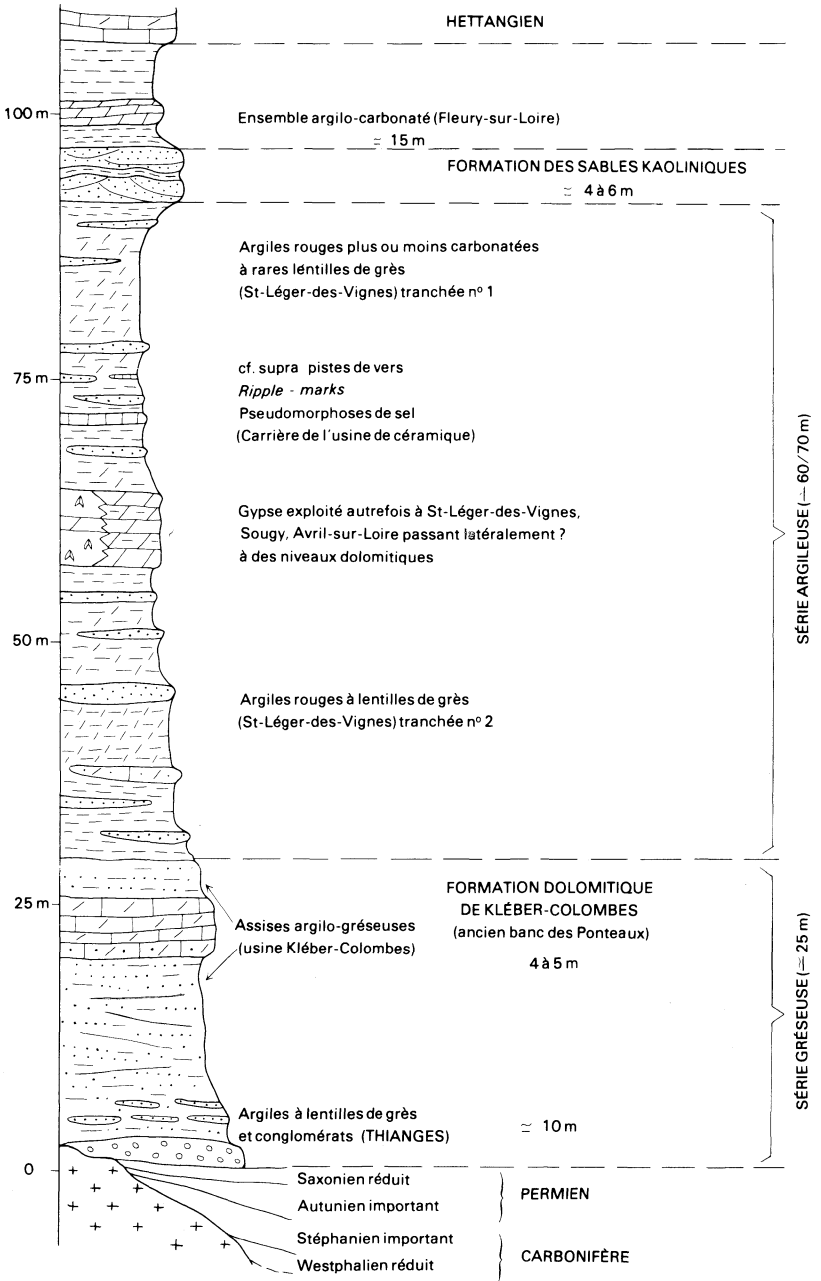


Fig. 1. — Trias de la région de la Loire.

Extrait de la Thèse de 3^e cycle de G. Pichonnet 1967. Étude sédimentologique et interprétation paléogéographique du permio-trias sur la bordure nord du Massif Central (du Morvan à la Marche). Volume I.

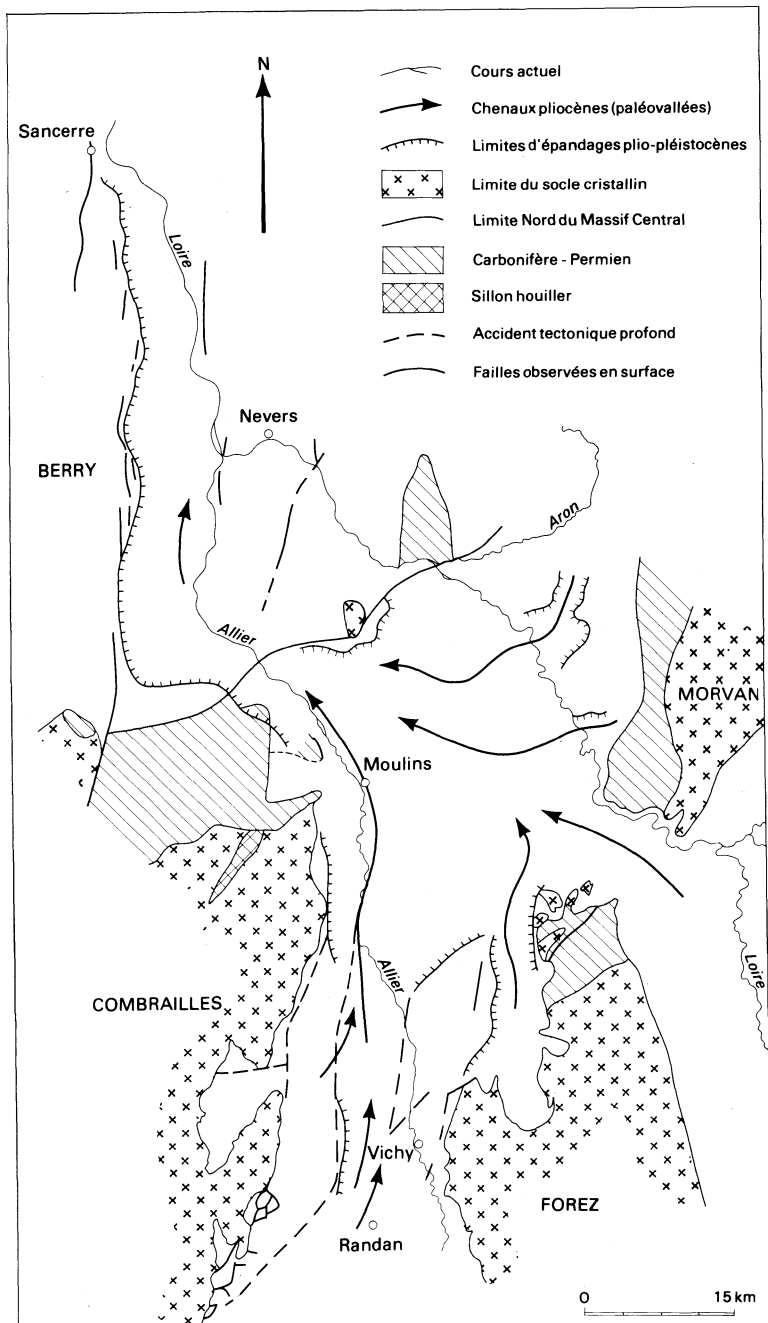


Fig. 2. — Carte schématique. Éléments structuraux.

duer ouest du horst de Neuville (le Crot-Maçon, Corcelle, les Sapins, etc.). Ces roches plus ou moins silicifiées n'ont jamais été trouvées en place, mais toujours en pierres volantes (parfois abondantes) dans les formations superficielles et dans les labours. Le sondage carotté des Sapins, qui a été implanté dans la zone où ces cailloux arkosiques sont les plus fréquents, ne traverse pas de bancs arkosiques bien constitués, mais passe progressivement des formations superficielles classiques à fragments arkosiques (3-4 m ?) à un granite rose grossier très altéré, devenant plus sain en profondeur. Il est donc permis de penser que la zone cartographiée t₉₋₁₀ (1) sur la carte à 1/50 000 soit constituée par du socle granitique (massif de Neuville) ayant conservé les vestiges d'un épais paléosol silicifié, d'âge inconnu, mais antérieur aux derniers mouvements tectoniques qui ont soulevé le horst de Neuville.

l_{3.4}. **Sinémunien (s.l.). Calcaires à Gryphées, marnes.** Dans l'angle nord-ouest de la feuille, de part et d'autre de la rivière la Colâtre, affleurent des marnes jaunes et beiges associées à des calcaires bleus fossilifères : Gryphées, Bélemnites, Ammonites. Leur extension est limitée par une faille SW—NE qui les met en contact avec le Trias supérieur.

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES TERTIAIRES

Après une très longue période couvrant l'ère secondaire et la quasi-totalité de l'Éocène (de — 260 à — 40 M.A. 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 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 (*cf.* carte structurale schématique, fig. 2).

Données géologiques régionales

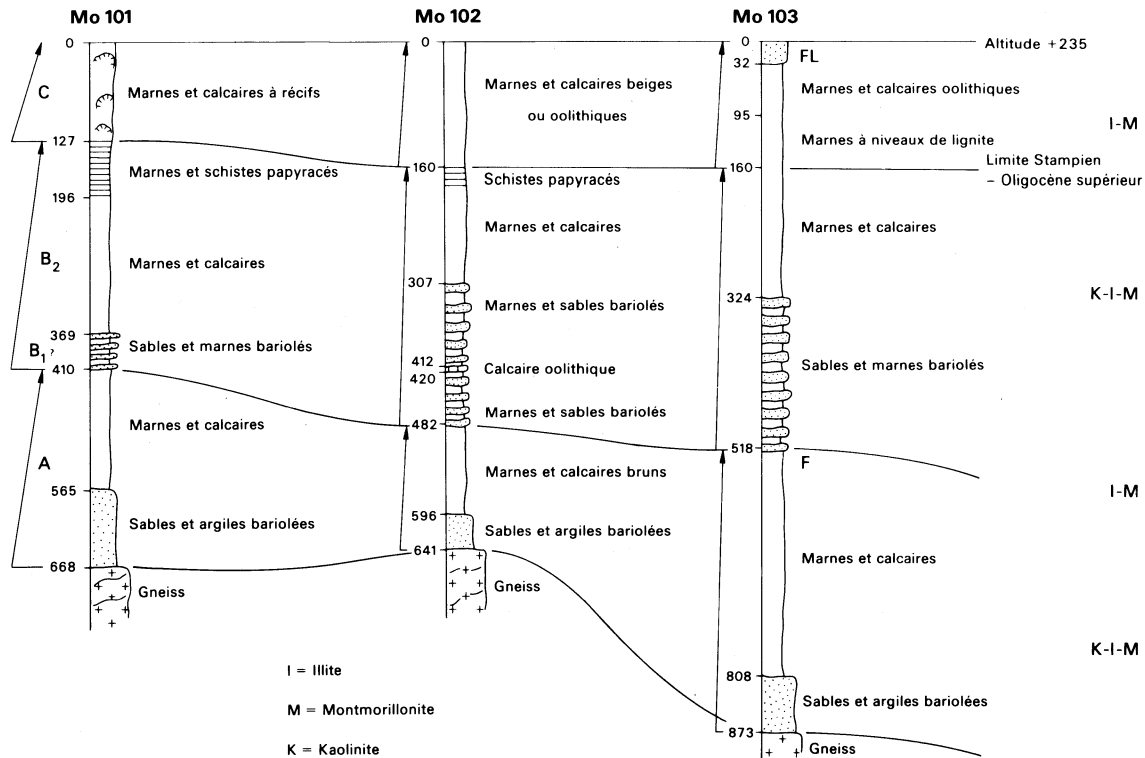
Les principales variations minéralogiques, paléontologiques et climatiques de la série tertiaire des Limagnes, reconstituées à partir des données de la surface et des sondages profonds sont résumées sur la figure 3.

Plusieurs cycles sédimentaires se superposent et peuvent localement être incomplets ou absents ; la figure 4, essai de corrélation entre les sondages profonds les plus proches du périmètre de la carte, est très démonstrative à cet égard. Les lacunes de certains faciès et les variations d'épaisseurs sont vraisemblablement liées à des arrêts ou des 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, elle est complète avec un terme inférieur détritique bariolé et un terme argilo-carbonaté supérieur. Sur les bordures, généralement seul existe le terme détritique. Elle peut localement être absente. Sa mise en place succède à une phase tectonique majeure.

La séquence B, caractérisée par ses dépôts salifères (sous-séquence B₁), n'est bien développée que dans la fosse de Riom, seule zone où apparemment la subsidence s'est maintenue tout au long du Stampien. Par ailleurs le terme

Fig. 4. — Sondages profonds du bassin de Moulins (RAP 1960).



salifère disparaît. Cette séquence B₁ ne s'étend pas vers le Nord au-delà du seuil de Saint-Pourçain.

Au cours de l'Oligocène, une nouvelle phase tectonique majeure intéresse tout ou partie du bassin et permet le dépôt de la séquence B₂-C dont le terme inférieur B₂, d'âge stampien et de caractère lagunaire, a une aire d'extension comparable à celle de la séquence A. Le terme supérieur continental C (Oligocène supérieur—Aquitanien) a une aire de répartition beaucoup plus réduite. La régression est progressive : les terrains attribués aux deux zones stratigraphiques inférieures « Cournon et Pont-du-Château » existent encore depuis Saint-Sandoux (1/50 000 Veyre-Monton), au Sud de Clermont, jusqu'à Saint-Menoux (1/50 000 Bourbon-l'Archambault) et Trevol (1/50 000 Dornes), respectivement à l'Ouest et au Nord de Moulins ; l'épaisseur des sédiments, considérable à l'aplomb de la fosse de Riom, tend probablement à se réduire au niveau de la fosse de Vichy. Sur la feuille Vichy, une lacune ou au moins une très forte réduction d'épaisseur de la formation rapportée à la zone de Cournon doit être envisagée.

Le niveau de Moulins n'est à l'heure actuelle identifié que dans la partie nord-ouest de la Limagne (1/50 000 Moulins et Saint-Pourçain-sur-Sioule), 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 (1/50 000 Saint-Pourçain-sur-Sioule). Il semble toutefois que les formations aquitaniennes (marnes et argiles à Mélanies) de Gergovie (1/50 000 Clermont-Ferrand et Veyre-Monton) doivent lui être rattachées.

Postérieurement aux dépôts carbonatés lacustres dont les dernières manifestations, limitées à des aires réduites, sont d'âge aquitanien, et antérieurement aux grands épandages fluviaux des Sables et argiles du Bourbonnais, se sont localement mis en place des dépôts essentiellement sableux, parfois argilo-carbonatés.

La formation de Vendat (Vichy), découverte à l'occasion des levés cartographiques, constitue avec d'autres, tels les sables feldspathiques et les sables à chailles de Clermont, les sables et argiles rouges d'Ebreuil, les sables de Givreuil (Moulins) et d'autres hypothétiques placages argilo sableux (Vichy—Maringues), des jalons qui permettent d'esquisser l'histoire de la période miocène fort peu connue.

Dans le bassin de Moulins, les formations tertiaires sont largement masquées par des dépôts plus récents plio-quatérnaires ; néanmoins elles affleurent sur les flancs des vallées, entaillées par l'érosion liée à leur creusement. Leur observation directe est toutefois rendue difficile par la présence fréquente de formations superficielles diverses. En outre, des dépôts alluviaux récents constituent de larges zones aveugles et les nombreuses marnières qui ont été jadis exploitées sont aujourd'hui toutes abandonnées. Seuls affleurent les horizons supérieurs (Oligocène supérieur—Miocène basal) à l'exception de niveaux à *Potamides lamarcki* à Dompierre-sur-Besbre (Stampien). L'absence à l'affleurement, sur le territoire des feuilles Dornes et Bourbon-Lancy à l'Est, de séries détritiques bariolées et de dépôts attribuables au Stampien montre que l'Oligocène supérieur est transgressif sur ces séries au moins dans cette partie nord et est du Bassin de Moulins.

Terrains non affleurants

Des renseignements sur les couches tertiaires profondes nous sont donnés dans le Bassin de Moulins par trois sondages (R.A.P., 1960) ayant atteint le

socle de nature gneissique probable : Moulins 101 (621-6-1) sur la feuille Saint-Pourçain, Moulins 102 (598-6-1) et 103 (598-4-1) sur la feuille Moulins.

Chaque sondage a montré l'existence de deux séquences complètes à base détritique et sommet carbonaté, dont la corrélation semble possible. La figure 4 résume les caractéristiques principales des formations traversées.

Description des sondages

• *Moulins 102* (R.A.P., 1960) — 598-6-1 — $x = 681,520$; $y = 166,270$; $z = + 235$

0—59 m	Marne verte ou gris-vert, plastique, à nombreuses empreintes d'Ostracodes.
59—159 m	Marne comme ci-dessus et nombreux niveaux de calcaire blanchâtre oolithique et de calcaire beige.
159—187 m	Marne verte, parfois blanchâtre vers la base, rares niveaux de schistes papyracés.
187—255 m	Marne gris-vert et quelques intercalations de calcaire oolithique ou plus ou moins marneux gris verdâtre.
255—266 m	Calcaire crayeux gris.
266—307,50 m	Marnes gris-vert à quelques niveaux de calcaire crayeux beige.
307,50—412 m	Série marno-sableuse : marne bariolée et sables grossiers à conglomératiques.
412—418 m	Calcaire blanchâtre oolithique et calcaire crayeux blanchâtre.
418—482,50 m	Marne rougeâtre et sables grossiers localement arkosiques, lignite à 433 mètres.
482,50—543 m	Alternances de calcaire beige à brun crayeux, parfois finement gréseux et marne verte.
543—596 m	Marne gris-vert, gris-bleu ou blanchâtre, parfois sableuse à petites passées de calcaire crayeux gris-beige à gris-brun.
596—641 m	Sable argileux grossier, à grains anguleux à ciment d'argile parfois abondant, nettement arkosique dans les trois mètres de la base.
641—650,80 m	Socle métamorphique probablement gneissique.

• *Moulins 103* (R.A.P., 1960) — 598-4-1 — $x = 689,750$; $y = 177,700$; $z = + 234$.

0—32 m	Sables du Bourbonnais : sables grossiers à conglomératiques, jaunâtres.
32—95 m	Calcaire oolithique passant localement à du calcaire crayeux et de la marne grise.
95—160 m	Marne gris-vert, bancs de lignite et niveaux calcaires.
160—221 m	Marne plastique gris-vert et rares niveaux calcaires.
221—252 m	Calcaire crayeux et intercalations marneuses.
252—324 m	Marne plastique verte ou gris-vert, quelques rares bancs calcaires.
324—518 m	Sables arkosiques grossiers et marnes bariolées brun rougeâtre et vertes.
518—607 m	Calcaire beige ou brun, crayeux, à débris zoogènes et marne blanchâtre à verdâtre.
607—640 m	Marne grise à verdâtre avec quelques niveaux de calcaire crayeux.

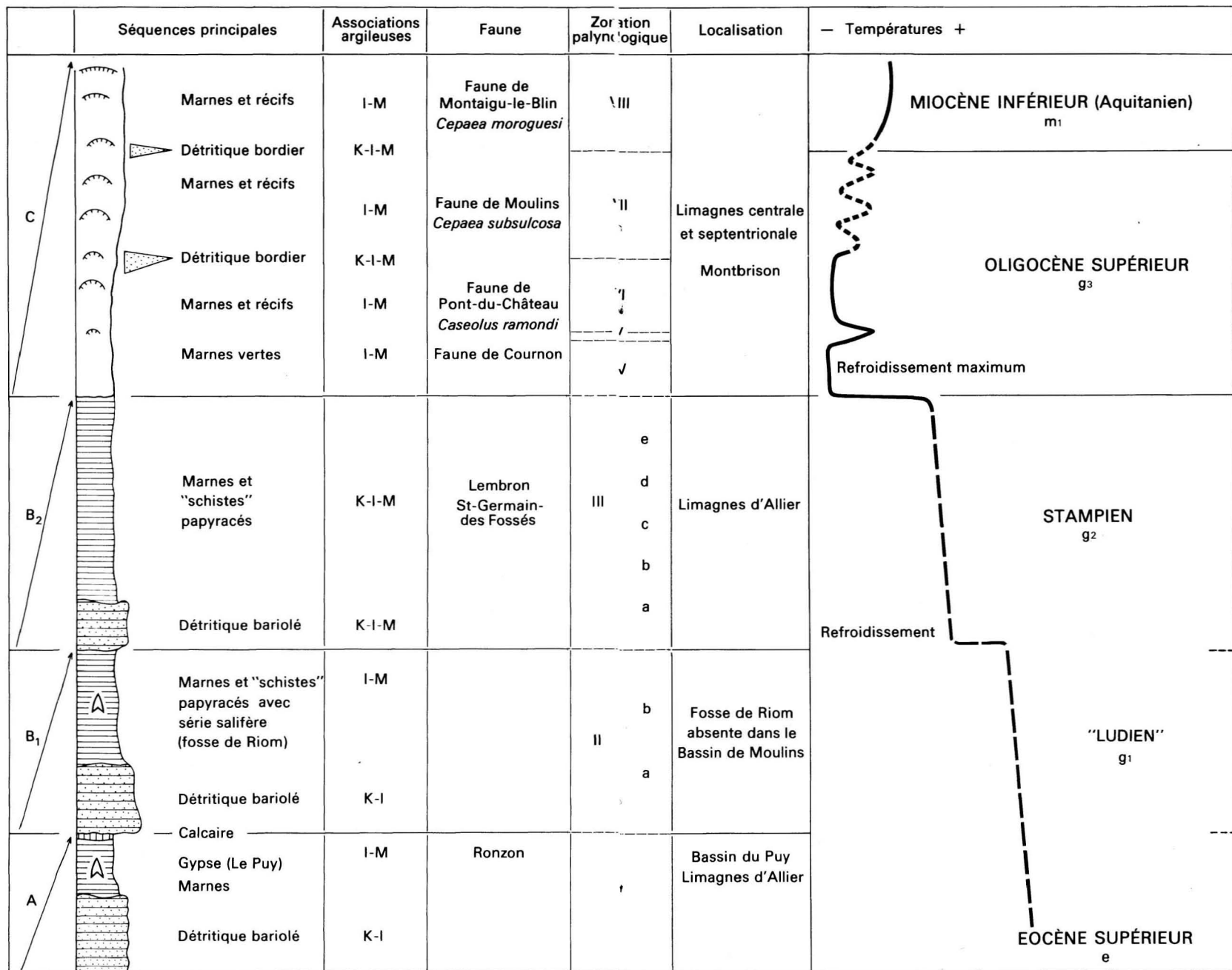


Fig. 3. — Variations minéralogiques, paléontologiques et climatiques de la série tertiaire des Limagnes.

- 640—691,5 m Calcaire gris à débris zoogènes ou calcaire beige crayeux et marne gris-vert localement gréseuse.
- 691,5—808 m Marne verte à empreintes d'Ostracodes et grains de *Chara* et niveaux de calcaire gris crayeux.
- 808—873,5 m Sable blanc ou vert, grossier, à grains anguleux et argile bariolée sableuse.
- 873,5—886,9 m Socle métamorphique (probablement gneissique).

Les résultats (en dixièmes) de l'analyse diffractométrique de la fraction argileuse extraite d'échantillons de carottes sont regroupés sur le tableau suivant.

Profondeur en mètres	Kaolinite	Montmorillonite	Illite	Irréguliers I/M
326,60	5		3	2
327,80	6		3	1
328,80	7		2	1
329,80	4		4	2
330,80	5		4	1
474,60	4	3	3	
475,10	4	3	3	
476,10	4	3	3	
477,10	4	4	2	
478,10	4	3	3	
480,60	5	2	3	
481,60	4	3	3	
482,60	4		3	3
483,60	4		3	3
484,60	4		3	3
581,90				10
582,70			10	
586,60		6	4	
587,80	1	1	8	
719,30	3		7	
720,30	4		6	
721,30	4		6	
722,30	4		6	
723,30	4		6	
818,40	3		5	1
824,40	2		7	1
825,90	1		8	1
874,90	3	3	4	

La séquence inférieure (de 482 à 641 m de profondeur pour Mo 102 et de 518 à 873 m pour Mo 103) correspond très vraisemblablement à la séquence A de la grande Limagne.

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 B 1, 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 B 2 (de

(*) Les données climatiques utilisées sont établies à partir des études palynologiques (travaux de J.-J. Châteauneuf et G. Gorin).

160 à 482 m dans Mo 102 et de 160 à 518 m dans Mo 103). L'ensemble supérieur C, attribué à l'Oligocène supérieur, à dépôts exclusivement lacustres ou localement fluviatiles, est scindé sur des critères essentiellement paléontologiques (Mollusques, Vertébrés, microflore). On y distingue du sommet vers la base :

- 4 — Niveau de Saint-Gérand-le-Puy—Montaigu-le-Blin
- 3 — Niveau de Moulins
- 2 — Niveau de Pont-du-Château
- 1 — Niveau de Cournon.

Le niveau de Cournon n'affleure pas sur le territoire de la feuille Dornes ; son existence dans les sondages de la feuille Moulins est probable au-dessus de la profondeur 160 mètres. R. Rey (1972) signale sa présence sur la bordure ouest du bassin à proximité de Saint-Menoux (feuille Bourbon-l'Archambault). Le niveau de Saint-Gérand n'a jamais encore été signalé ; il semble essentiellement limité au quart sud-est de la feuille Saint-Pourçain-sur-Sioule.

Terrains affleurants : g₃-m_{1a}

En raison de la dispersion et de la rareté relative des gîtes fossilifères ainsi que du caractère relativement constant des dépôts rapportés à la partie supérieure de la série tertiaire, la cartographie chronostratigraphique n'a pu être effectuée.

Seuls seraient représentés les horizons de Pont-du-Château. Bien que l'horizon de Saint-Gérand n'ait pas été identifié, la rareté des gîtes fossilifères n'ayant pas permis son identification, la notation g₃-m_{1a} a été employée (g₃ = Oligocène supérieur ; m_{1a} = Miocène basal : Aquitanien), l'horizon de Moulins pouvant être considéré comme un terme de passage entre l'Oligocène et le Miocène.

La cartographie a été basée essentiellement sur les faciès lithologiques regroupés en un seul ensemble.

- **Marnes vertes et calcaires à petits récifs.** Cet ensemble est principalement constitué de marnes tendres vertes ou verdâtres à beige blanchâtre à l'affleurement, vertes, grises, brunes ou beiges, parfois panachées d'ocre en sondages avec de rares passées noires.

Les faciès varient dans la zone bordière où les petites constructions récifales algaires sont plus fréquentes. Des calcaires massifs remplacent (Trevol) ou s'interstratifient localement dans les marnes (Saint-Germain-Chassenay, Toury-Lurcy, château de Charrin) ; parfois en bancs ou plaquettes beiges à verdâtres, ils présentent fréquemment un aspect travertineux ; ils s'enrichissent en matériel détritique argilo-quartzo-feldspathique et héritent de teintes bariolées rouges à lie-de-vin et vertes à proximité des affleurements triasiques (rive gauche de la Dornette à Saint-Parize-en-Viry). Des niveaux oolithiques s'interstratifient localement dans des passées détritiques carbonatées (Chevalier, commune de Saint-Germain-Chassenay).

Malgré l'existence de produits détritiques en position de bordure, l'ensemble des dépôts traduit un environnement lacustre où les gîtes fossilifères sont rares. Les faunes récoltées ne permettent pas de datation précise, excepté à la carrière des Griffons à Trevol où R. Rey a reconnu *Helix ramondi*, très abondant, *Helix subsulcosa*, *Helix hortulana*, *Helix osculum*, *Planorbis cornu*, *Abida subvariabilis*.

L'étude du contenu polynologique de quelques échantillons (G. Farjanel, B.R.G.M.) semble indiquer que seule la zone de Pont-du-Château soit représentée, montrant que ces sédiments se seraient déposés sous un climat froid (90 à 95 % de Conifères) qui se serait installé en Europe au début de l'Oligocène supérieur.

Points datés : carrière de Trevol. La Font-Barre (Villeneuve-sur-Allier). Sondage 8-1 : 214 et 212 mètres.

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES PLIO-PLÉISTOCÈNES

Formation des Sables et argiles du Bourbonnais

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

Généralités. L'ensemble connu sous le nom de Sables et argiles du Bourbonnais ou Sables à cailloux du Bourbonnais (L. de Launay, 1923, carte géologique à 1/80 000) occupe en surface les 3/4 de la carte Dornes. Aucune différenciation n'avait été faite sur la carte à 1/80 000, au sein de cet ensemble considéré comme pliocène ou mio-pliocène.

Sur la présente carte à 1/50 000, il a été distingué plusieurs sous-ensembles, constituant autant d'unités cartographiques, caractérisées par leur dominante argileuse ou sableuse, la présence ou non de galets. Cet essai de différenciation lithologique déjà élaboré sur les feuilles du Sud (Moulins et Saint-Pourçain-sur-Sioule), alors qu'il procédait presque uniquement des observations de surface, s'est trouvé précisé sur Dornes du fait de quelques sondages réalisés à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Les données géométriques ainsi acquises permettent l'établissement d'une lithostratigraphie valable à l'échelle régionale. Cependant l'irrégularité structurale, consécutive à la genèse de cet ensemble, laisse prévoir un schéma général souffrant de nombreuses variantes locales. C'est ainsi qu'il existe des difficultés de corrélation d'une coupe de sondage à une autre ou de part et d'autre d'une vallée.

D'autre part, la rareté des affleurements, les remaniements superficiels, l'évolution dissymétrique des versants, les effets de la pédogenèse rendent malaisée la définition d'une coupe-type, notamment à la partie supérieure de la série. C'est donc avec réserves qu'il faut interpréter la coupe synthétique suivante, où deux séquences sédimentaires se superposent le plus souvent.

Toutes deux présentent à la base un terme grossier et au sommet des matériaux fins argileux. La série se développe sur 40 mètres environ.

On distingue de la base au sommet :

- une formation sableuse à galets de 10 à 20 m d'épaisseur,
- une série fine (sables fins, silts, argiles) de 6 à 12 m,
- des sables grossiers quartzo-feldspathiques, à galets sur les bordures puis une alternance d'argiles, sables argileux (10 à 25 m),
- des argiles à tendance évolutive au limon en surface (2 à 5 m).

D'une manière générale, à l'intérieur de chaque séquence la granulométrie décroît simultanément de la base au sommet et latéralement en s'éloignant des zones d'apports situées sur les bordures.

Sur l'ensemble de la série, on remarque la grande constance des apports détritiques. Les éléments proviennent d'altérites élaborées sur le socle granitique et métamorphique avec localement une empreinte plus ou moins marquée de matériel volcanique et de silex (chailles). Parmi les apports détritiques, il faut noter qu'une partie est issue de sédiments bordiers tertiaires.

En Limagne et en Sologne bourbonnaise, les Sables et argiles du Bourbonnais s'inscrivent dans la limite des bassins d'effondrement oligocènes. Vers le Nord (Bassin de Paris) leur extension est limitée au fossé de la Loire encadré de failles nord-sud, où ils reposent sur les terrains du Mésozoïque.

La mise en place de chacune des deux principales séquences détritiques grossières correspond à une phase tectonique majeure (rejeu des failles N—S) associée à des modifications climatiques (climat plus humide). Elle se traduit par un vaste épandage fluvial réparti selon deux cours principaux qui préfigurent en grande partie ceux de la Loire et de l'Allier. Un réseau de collecteurs secondaires s'y raccorde annonçant les principaux affluents (voir carte schématique, fig. 2). Individualisés de part et d'autre du Forez, ces deux fleuves aboutissent dans une vaste plaine (territoire de la feuille Dornes) située entre Loire et Allier, où l'ensemble du réseau converge. Cette zone de confluence correspond à une structure de bassin subsident à l'Oligocène (Bassin de Moulins).

En aval de cette structure, après avoir franchi le seuil jurassique du Veudre, l'écoulement en nappe se poursuit vers le Nord, drainant la majeure partie des matériaux de la Loire et de l'Allier dans le fossé de l'Aubois prolongé en aval du bec d'Allier (confluence Loire-Allier) par le fossé de la Loire.

Les matériaux se mettent en place à partir des bordures suivant de vastes chenaux anastomosés ou non, dans lesquels dominent les apports locaux. L'écoulement longitudinal permanent de type fluvial l'emporte nettement au pied des reliefs de la bordure occidentale du Morvan (vallée de la Loire) et des massifs cristallins de l'Ouest (vallée de l'Allier). Cette chenalisation préférentielle est parallèle à l'axe des fossés, eux-mêmes commandés par le jeu des failles bordières réactivées. Sous l'effet de modifications morpho-climatiques (bassin en partie comblé, peu de pentes, climat plus frais), des sédiments fins argileux viennent recouvrir les unités grossières et leur correspondent pour partie latéralement dans les zones distales.

La dynamique de transport liée au système hydrographique qui s'établit là encore à partir des bordures tendant à devenir progressivement nulle quand on s'en éloigne, seules vont se déposer des argiles. On remarque que leur extension s'inscrit à l'intérieur des limites des dépôts grossiers auxquels elles se superposent. On observe également qu'elles progradent du Sud vers le Nord.

Sur le territoire de la feuille Dornes l'ensemble se développe au maximum sur 42 m dans le Sud-Est de la feuille à la verticale du lieu-dit les Sabots (sondage 8-1, complété par le sondage 8-2) et sur 43 m dans le Sud-Ouest à la verticale de la forêt de Munet (sondage 6-2 complété par le sondage 5-3), se réduisant à 16 m au bois de Beauvoir (Nord de la carte). La série serait tronquée à la base et au sommet dans le secteur nord-est de la feuille, surmontant en discordance les marnes oligocènes.

Il faut distinguer à la base de l'ensemble et au toit des formations marneuses une formation sableuse à galets, très caractéristique dont l'épaisseur peut atteindre 12 mètres. Elle s'observe dans la vallée de l'Allier, laquelle semble épouser le tracé de ce vaste épandage constituant un paléochenal. Elle passe progressivement vers l'Est à une formation à sables grossiers quartzofeldspathiques plus ou moins argileux épais de 4 à 6 mètres.

Dans la vallée de l'Allier, au-dessus de la formation à galets viennent quelques mètres de sable fin traversés en sondage, surmontés par des matériaux de granulométrie encore plus fine (alternance de sables fins, silts, argiles) dont la puissance très variable peut atteindre 12 mètres. Vers l'Est, les sables fins passent latéralement pour partie à un banc d'argile grise à noire, assez constant, de 0,50 m à 2 m auquel se superposent le plus souvent des sables grossiers quartzofeldspathiques, admettant des galets vers la bordure, d'une puissance de 5 à 6 m au maximum.

Les sondages exécutés dans la partie sud-est de la feuille montrent qu'une séquence fine semble se substituer à cet ensemble plus grossier, surmontant

directement les argiles noires (5 à 8 m). Fait suite à ces dépôts fins des bassins versants de la Loire et de l'Allier une masse de sables grossiers quartzo-feldspathiques à cordons de petits galets de quartz centimétriques admettant des lentilles ou des bancs silteux ou argileux, atteignant une dizaine de mètres d'épaisseur, passant à l'Ouest, vers le haut de la série, à une argile sableuse où la fraction grossière est dominante (4 à 5 m). Vers la Loire cette série passe à une alternance de silts, silts argileux, argiles, sables fins. Enfin, la série se termine par des argiles accessoirement sableuses à tendance évolutive au limon en surface (1,5 à 3 m).

Formations à galets. Les formations à galets situées à la base de l'ensemble prennent une grande extension de part et d'autre de la vallée de l'Allier. Elles disparaissent vers l'Est où leur correspond latéralement une formation à sables grossiers quartzo-feldspathiques, reconnue en sondages. Un épandage du même type, synchrone, existe sur les rives de la Loire et de la Besbre (feuille Dompierre-sur-Besbre).

Ces formations, reconnues en coupe dans de nombreuses carrières, sont considérées comme des 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 et les sondages montrent cependant qu'il s'agit bien d'un niveau stratigraphique suivi dans les vallées adjacentes jusqu'à ses limites altimétriques. La pente générale au N.NW est voisine de 1°/100, soit entre 230 m au Sud et 220 m à l'W.NW. C'est au sein de cette formation que le régime sédimentaire fluvial est le plus marqué. En coupe, la stratification est tantôt horizontale, tantôt oblique, voire entrecroisée pour ce qui concerne les sables qui accompagnent les galets. Ceux-ci sont disposés en cordons relativement continus alternant avec des sables fins ou grossiers plus ou moins argileux. L'épaisseur est en moyenne d'une dizaine de mètres environ. Il a été relevé 12 mètres au sondage 5-3 (le Bois-Clair). Il est possible de les observer sur plusieurs mètres dans certaines carrières :

- 4 m de coupe à la station de pompage des Sanciotis au Nord-Est de Trevoil où l'on peut observer le passage vers l'Est d'une partie de la formation à galets aux sables grossiers qui leur correspondent,
- 4 m de coupe à la carrière des Croisettes,
- 4 m de coupe à la carrière de Champfroid,
- 2,5 m de coupe dans le bois de la Paire au Sud du château de Balaine.

La taille des galets est comprise entre 2 et 5 cm. Il en est de dimensions exceptionnelles : 10 cm dans une carrière située au Sud-Ouest de « les Grillets » (Arouër).

D'une manière générale la taille moyenne diminue légèrement d'amont en aval (notamment dans l'axe des principaux chenaux), de la base au sommet (fin de remplissage d'un bassin), avec de notables exceptions, principalement en marge du bassin où le stock grossier est constamment renouvelé par les apports locaux issus des bordures. Ces galets sont essentiellement de quartz, de silex, beaucoup plus rarement de granites, exceptionnellement de roches volcaniques. Le quartz est blanc, parfois rougeâtre, notamment dans les cailloutis de surface. Le silex est blond, à patine noire, mate et/ou luisante et présente souvent des traces en coup d'angle.

Pour le silex aussi, une patine rougeâtre apparaît parfois en surface. Des boules silteuses parfois micacées, de quelques centimètres à plusieurs décimètres, de couleur grise à gris-vert, sont emballées dans les sables à galets. La matrice

sableuse, quartzo-feldspathique, contient dans les fractions grossières des feldspaths blancs ou roses. Le problème de l'origine des matériaux se pose pour les silex. Dans la vallée de l'Allier, leur proportion semble, compte tenu des observations faites sur les feuilles du Sud, croître vers le Nord et vers la bordure occidentale. Parmi ces silex il faut distinguer les chailles provenant du Jurassique et constituant le matériel dominant, des silex d'âge primaire.

Formations à sables grossiers. Il existe dans la série deux formations à sables grossiers, l'une située à la base qui semble correspondre latéralement aux formations à galets des prévallées de la Loire et de l'Allier, les surmontant localement, surtout reconnue en forages ; elle affleure cependant en rive droite de l'Allier. L'autre, plus constante et plus extensive, affleure fréquemment : elle constitue un excellent repère et fait l'objet de nombreuses petites exploitations familiales destinées à l'entretien des chemins. Parmi ces sables quartzo-feldspathiques peuvent se rencontrer des petits galets de 1 à 2 cm de quartz, des silex altérés gris, des rhyolites, des roches volcaniques, ainsi que des lits, ou des boules d'argile ou de silt gris-vert ou roux, souvent micacés.

Le caractère nettement fluvial de ces deux formations est fortement souligné par la constance de figures sédimentaires entrecroisées. Au Nord-Ouest de la feuille, l'héritage de matériaux empruntés au Trias est sensible au sein des formations à sables grossiers qui sont affectées de teintes bariolées, comme aux environs de Nonay et de Toury-sur-Jour.

Formations argileuses et sableuses indifférenciées. Cette unité cartographique peut représenter soit des sables argileux, généralement fins, qui assurent la transition entre les sables grossiers et les argiles qui terminent la série, soit des alternances centimétriques à décimétriques de sables fins, de silts et d'argiles, notamment dans la partie orientale de la carte où dominait un régime lacustre alors que sur les bordures (vers l'Allier) ou à l'Est de la Loire (hors carte) persistait un régime fluvial. Enfin, ces formations argilo-sableuses indifférenciées correspondent souvent à des aires masquées où les renseignements restent très ponctuels. La représentation particulière de ces formations en regard de plusieurs caissons, dans la légende, illustre le fait que cette unité peut, surtout dans le centre du bassin (zone distale), se développer en puissance au détriment de tout ou partie des autres unités plus grossières auxquelles elle semble par ailleurs correspondre.

Des renseignements sur l'épaisseur de ces dépôts à dominante de matériaux fins nous sont donnés par les sondages :

- 5-3, le Bois-Clair (Trevol) : 6,50 m entre les cotes 233,5 et 240 ;
- 6-3, Rond-Point des Bédaires (Trevol) : 11 m entre les cotes 232 et 243 ;
- 7-1, les Mathés (Gennetines) : 12 m entre les cotes 228 et 240 ;
- 7-2, Rateau (Chézy) : 8,50 m entre les cotes 226 et 234,5 ;
- 8-2, les Roys (Chevagnes), 8-1, les Sabots (Chevagnes) : 10,50 m entre les cotes 225,5 et 236 ;
- 5-4, la Motte (Arouër) : 8 m entre les cotes 227 et 235 ;
- 1-8, le Chaumets (Dornes) : 7,5 m entre les cotes 226 et 233,5 ;
- 2-5, les Filleux (Dornes) : 17,5 m entre les cotes 221,5 et 239 ;
- 6-1, la Maison-Neuve (Saint-Ennemond) : \geq 8,5 m entre les cotes 222,50 et 231 (cote au sol) ;
- 7-1, la Tuilerie des Coquats (Lucenay-lès-Aix) : \geq 5,2 m entre les cotes 224,30 (base forage) et 229,50 ;
- 8-1, Grand-Malle (Lucenay-lès-Aix) : \geq 7,50 entre les cotes 222,5 et \geq 230 ;
- 8-3, le Bois-Piou (Paray-le-Frésil) : \geq 3 m entre les cotes \geq 220 et 223 ;

3-6, bois de Beauvoir (St-Germain-Chassenay) : 10 m entre les cotes 226 et 236 ;

4-26, le Louage-Bleu (Lucenay-lès-Aix) : 19 m entre les cotes 211 et \geq 230 (cote au sol).

Alors que les silts et les sables fins le plus souvent argileux dominent dans les sondages occidentaux 5-3, 6-3, 5-4, 5-2, les argiles et silts argileux sont prépondérants dans les forages 7-1, 7-2, 8-3, 8-1, 4-26, 3-6, tandis que ceux du centre de la feuille 2-5 et 7-1 indiqueraient en alternance sables fins, silts, argiles. Les teintes affectant ces dépôts généralement beiges, jaunâtres, gris, verdâtres, ocre, accusent localement le rose, le mauve, lie-de-vin, le vert ou le marron, notamment dans la partie centre-nord ou centre-ouest de la feuille, soulignant ainsi la prédominance des apports locaux, dont le socle granitique (Neuville-lès-Decize) et le Trias sont à l'origine.

Associé à ces matériaux fluvio-lacustres un banc argileux, parfois subdivisé en deux, se distingue parfaitement dans cet ensemble où il apparaît à la base le plus souvent, interstratifié parfois. Du fait de sa faible puissance (1 à 2 mètres maximum), il est souvent malaisé de le découvrir autrement qu'en sondage. Ce niveau d'argile grise, blanche ou noire, très compacte, cireuse, emballant des débris de bois, constitue un excellent repère stratigraphique. Sa pente générale au Nord-Est est voisine de 1/1 000. Les cotes du toit de ce niveau argileux indiquent que le centre du bassin se situerait aux environs du sondage 4-26 à 217 m, se relevant progressivement vers le Sud-Ouest à 235 m au sondage 5-3, vers le Nord-Est (hors carte) à 235 m à la carrière de la Duguette et 237 m à la carrière des Terres Blanches, toutes deux situées sur la commune de Montambert (feuille Bourbon-Lancy) où elles sont encore exploitées de même qu'à Diou (les Charbonnières) et à Beaulon (feuille Dompierre-sur-Besbre).

La fraction argileuse $< 2 \mu$ comprend : kaolinite : 60 à 80 %, illite : 0,5 à 10 %, smectite : 10 à 30 %. Tandis que l'échantillon tout-venant contient des feldspaths potassiques : 4 à 12 %, du quartz : 20 à 32 %, du mica : 4 à 12 %, et des argiles : 48 à 68 %.

Formations à sables et galets dominants du centre et de l'Est de la feuille. Il existe dans la série deux formations à sables grossiers et galets synchrones des sables grossiers décrits précédemment. L'une est située à la base et bien mise en évidence dans la vallée de l'Allier (base de la première séquence). L'autre, d'environ 5 mètres d'épaisseur, est bien représentée dans l'Est de la feuille, moins constante dans la partie centrale (base de la 2^e séquence). Elle surmonte les dépôts fins associés aux argiles à bois fossiles ou repose directement en discordance sur l'Oligocène marneux, dans la moitié nord de la carte. Le passage, pour partie ou en totalité, aux sables grossiers dont il a été question plus haut est de plus en plus sensible vers l'Ouest. Diverses petites exploitations sont ouvertes dans cette formation et permettent de suivre la pente du dépôt, sensiblement de 1/1 000 du S.SW au N.NE.

La stratification est tantôt horizontale, tantôt oblique, voire entrecroisée pour ce qui concerne les sables, lesquels sont toujours feldspathiques (feldspaths blancs et roses), à matrice sensiblement plus argileuse dans le centre de la feuille.

Les galets sont disposés en cordons relativement continus alternant avec des sables fins ou grossiers. La taille des galets est comprise entre 1 et 5 cm ; il en est de dimensions exceptionnelles : 5 à 10 cm par exemple dans la forêt de Reugny. Variés dans leurs formes : galets plats (chailles généralement), blocaille émoussée, galets d'aspects tuberculés et vacuolaires, ils sont constitués de silice blonds à patine noire, blancs cacholonisés à leur périphérie, de chailles, de

quartz blanc ou rougeâtre, de roches grises poreuses (silex épuisés *) vers la Loire, roches volcaniques très altérées vers l'Allier), plus rarement de granites ou de rhyolites. La granulométrie apparaît faiblement décroissante du Sud au Nord, plus fortement d'Est en Ouest, ce qui semble indiquer une prédominance des apports latéraux avec cependant un écoulement longitudinal vers le Nord. Le lever des feuilles situées à l'Est et au Sud-Est (travaux en cours) corrobore ces observations et précise l'origine des matériaux grossiers qui dans leur majorité appartiendraient aux assises jurassiques.

Sables fins dominants (bassin versant de la Loire). Assez peu représentables sur la carte en tant qu'unité lithologique parce que souvent reconnus en sondages sur de faibles épaisseurs (quelques décimètres tout au plus) ils sont intégrés dans les « formations argileuses et sableuses indifférenciées » où ils sont le plus souvent observés.

Cependant, il a été possible de cerner une aire où ils s'individualisent particulièrement bien, à l'Est et au Nord de la Chapelle-aux-Chasses. Surmontant les sables à galets décrits antérieurement, ils semblent assurer le passage progressif des sables grossiers du Sud-Est (Bel-Air, les Clayeux) aux dépôts plus fins du Nord-Est (les Places, Créjeux, les Crots-Maillots).

Au sondage 8-3 (Bois Piou), il a été relevé 7 m de sable fin admettant des éléments de granite, plus grossiers, et 4 m au sondage 8-1 (Grand Malle) où il est plus fin et micacé.

Argiles dominantes. Les zones à dominante argileuse ont été délimitées chaque fois que cela était possible, surtout lorsque l'épaisseur des bancs argileux ou argilo-silteux était suffisante pour en permettre la représentation ou que l'affleurement en surface avait une extension assez importante. Leur répartition dans l'ensemble FL est un peu anarchique. Même si certains de ces bancs affichent une certaine continuité, ils apparaissent plus fréquemment en lentilles dans une unité lithologique plus grossière dont le caractère ravinant explique que tout ou partie de ces argiles ou silts argileux ait pu disparaître localement.

A l'Ouest, aux abords d'Aurouër, se développe vers le haut de la série, entre 245 et 250 m, une argile généralement verte à vert pâle, grise ou marron parfois (6-2, les Bruyères-du-Chaumas), plastique, très compacte, de quelques mètres de puissance.

Dans le centre et au Sud-Est, d'autres argiles se situant très probablement dans la série des formations argileuses ont été individualisées sur la carte.

Observées entre 225 et 230 m, elles apparaissent grises à gris verdâtre, à traces ocre ou rougeâtres, ou encore blanches à traces mauves ou lie-de-vin, extrêmement compactes, emballant fréquemment des éléments millimétriques esquilleux de feldspaths blancs.

Argiles compactes sableuses (sables grossiers). Seule la présence de sables grossiers quartzo-feldspathiques plus ou moins micacés permet d'établir une distinction entre les argiles intéressant le haut de la série, décrites précédemment, et celles-ci. Les affleurements, relativement riches en matériel grossier (quartz atteignant 1 cm) vers l'Ouest, s'appauvrissent vers le centre de la carte. Les éléments de feldspaths blancs ou roses sont abondants. Les traces d'oxydation affectant les argiles de teintes jaunâtres à rougeâtres sont fréquen-

(*) Silex épuisé : roche siliceuse blanche ou grisâtre, poreuse, provenant de l'altération d'un silex dont une partie de la silice a disparu en laissant une trame de microquartz et de calcédonite.

tes. Les épaisseurs suivantes ont été relevées : 10 m au sondage 5-2 (les Bruyères-du-Chaumas), 5 m au sondage 6-2 (forêt de Munet), 9 m au sondage 7-1 (la Tuilerie-des-Coquats).

Formations argileuses, accessoirement sableuses, des plateaux. Les formations argileuses des plateaux terminent la série fluvio-lacustre. En continuité avec l'unité précédente qui aurait subi les effets de la pédogenèse, il semble qu'on puisse admettre une tendance évolutive au limon argileux des plateaux, accessoirement sableux. Cependant, eu égard à la puissance locale développée, il ne semble pas qu'une évolution pédogénétique puisse à elle seule expliquer leur formation.

Variations minéralogiques principales et âge des formations fluvio-lacustres du Bourbonnais. L'analyse minéralogique de nombreux échantillons (J. Tourenq, travaux en cours) montre comme pour les minéraux lourds une évolution d'Ouest en Est. Les dépôts orientaux (Ouest de la Loire) plus fins sur l'ensemble de la série sont à kaolinite dominante ; les dépôts occidentaux plus grossiers sont à smectite prépondérante, alors que la zone intermédiaire, située entre Loire et Allier, montre une association où kaolinite et smectite sont en proportion équivalente.

L'étude des relations entre les différentes espèces de minéraux lourds par l'analyse factorielle des correspondances (J. Tourenq, V. Rohrlich et D. Ambroise), portant sur des échantillons de sondages et d'affleurements naturels ou occasionnels, précise l'origine des matériaux constituant le dépôt des Sables et argiles du Bourbonnais.

D'une manière générale, le cortège minéralogique varie d'Est en Ouest. Les prélèvements effectués dans la partie orientale de la feuille Dornes sont à dominante de zircons qui trouvent leur origine dans les roches granitiques de la bordure occidentale du Morvan, des monts du Forez, des Bois-Noirs et de la Madeleine.

A l'inverse, les échantillons occidentaux sont dominés par la présence de minéraux métamorphiques : disthène, staurotide, grenat, sillimanite et andalousite fournis par les roches cristallophylliennes provenant des massifs qui bordent à l'Ouest la vallée de l'Allier. La partie centrale de la carte est caractérisée par la superposition, en alternance, des deux influences de zones d'apports. En outre, les dépôts grossiers situés à la base de la série contiennent dans le domaine occidental (bassin de l'Allier) des minéraux volcaniques tels la hornblende et l'augite, généralement aciculaires, qui seraient libérées par altération des galets de roches volcaniques. En effet, la présence de ces minéraux est toujours associée à l'existence de matériel grossier d'origine volcanique. Du fait de leur origine détritique, ces minéraux ne constituent pas un bon repère chronologique. Il en va différemment des minéraux « éruptifs » issus de phases explosives et dispersés par voie éolienne. En 1971, R. Clocchiatti et J. Tourenq considérant que les quartz bipyramidés à inclusions vitreuses contenus dans les sédiments du Bourbonnais provenaient des nappes de ponce du Mont-Dore, rapportaient la partie supérieure de cette formation au Pliocène moyen ou supérieur. En 1972, les travaux de H. Bellon et de ses collaborateurs se rapportant à la grande nappe de ponces rhyolithiques de Rochefort (Mont-Dore) indiquent un âge de 3,32 M.A. Un âge de 2,5 M.A. paraît actuellement comme plus vraisemblable (J.-C. Baubron et J.-M. Cantagrel, Ac. des Sc., 1980, et Bulletin B.R.G.M., 1981).

Les sphènes et les zircons « éruptifs » (J. Tourenq, travaux en cours) sont localement concentrés dans les dépôts du Bourbonnais. Cette concentration

correspond très probablement à une phase d'émission paroxysmale. Il semble donc que l'on puisse les utiliser comme repères chronologiques. Des études récentes de géochronologie absolue opérées sur les sphènes (J. Couthures, travaux en cours) contenus dans les sables grossiers de base de la séquence supérieure indiquent un âge de 3,2 M.A. Dans l'hypothèse où cet âge serait confirmé il faudrait considérer que les quartz de ponces admis dans le « Bourbonnais » et stratigraphiquement subordonnés aux niveaux à sphènes ne proviendraient pas de la grande nappe de Rochefort datée d'environ 2,5 M.A. D'autre part, postérieurement à leur incorporation directe au domaine fluvio-lacustre, qui apparaît dans le cailloutis de base, alors que les dépôts antérieurs (type Vendat) n'en contiennent pas, des remaniements se sont inmanquablement produits ; en outre, certains quartz ont pu être libérés (comme les augites et les hornblendes) d'un galet de ponce altéré.

L'analyse palynologique des argiles grises ou noires à bois fossiles qui caractérisent la fin du premier remblaiement a montré l'existence de nombreuses spores et d'abondants pollens (travaux de G. Farjanel, B.R.G.M.). On distingue :

- des types tertiaires, le plus souvent accessoires ;
- des types de transition représentés de façon constante par *Tsuga* et accessoirement par *Pinus haploxyton*, *Carya*, *Pterocarya*, *Eucommia* et *Castanea* ;
- un groupement sylvatique représenté en majorité par des conifères (*Pinus diploxyton*). Parmi les feuillus, *Alnus* domine nettement, parfois associé à *Ulmus* ou à *Betula*. La strate herbacée est dans l'ensemble faiblement représentée, alors que les Ptéridophytes sont souvent présentes à abondantes.

Compte tenu du caractère tempéré froid de la végétation où la sylve est largement prépondérante sur la végétation herbacée, un âge pliocène supérieur équivalent du Prétiglien dans les étages nordiques semble pouvoir être avancé.

Nous constatons donc que plusieurs indications d'âge nous sont proposées par la palynologie, la téphrochronologie et la géochronologie absolue. Le caractère provisoirement contradictoire des résultats connus à ce jour ne permet donc pas de conclure sur un âge très précis.

CFL. Colluvions dérivées des formations fluvio-lacustres : à dominante sableuse ou à dominante argileuse. 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 le substrat oligocène (C₁). Leur épaisseur est tout au plus de quelques décimètres. Les caractères généraux sont ceux de la roche-mère.

Les colluvions des versants à pente faible, essentiellement orientés au Nord et au Nord-Est, sont plus extensives et plus épaisses que les précédentes. 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 du Sud ou de l'Ouest. Les colluvions extensives représentent certainement une mise en place complexe dans laquelle sont intervenus plusieurs facteurs : solifluxion, ruissellement, voire transports éoliens. Leur âge probable est quaternaire.

COLLUVIONS ET COMPLEXES DE FORMATIONS SUPERFICIELLES

CF. Colluvions et alluvions indifférenciées : argiles, sables, graviers.

Cette unité cartographique a une notation différente de celle donnée aux colluvions de fonds de vallons malgré l'existence de relations étroites entre les colluvions et les alluvions, soit dans la partie supérieure des thalwegs, soit latéralement de part et d'autre des alluvions proprement dites.

Dans le premier cas, la double notation peut indiquer le passage du phénomène colluvial au phénomène alluvial. Dans le second cas, il s'agit de colluvions superposées ou imbriquées avec des alluvions. Celles-ci peuvent appartenir à une nappe Fx comme en rive droite de l'Acolin (la Boube) et en rive gauche de l'Ozon (les Duriaux).

C. Colluvions diverses des bas versants et des fonds de vallons. Les colluvions qui comblent les fonds de vallons et, dans certains cas, les bas de versants, sont évidemment 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, plus rarement de marnes.

La gleyification est fréquente dans les fonds. L'épaisseur des colluvions est de 2 à 3 mètres dans l'axe des thalwegs.

C1. Colluvions dérivées des formations fluvio-lacustres et (ou) d'alluvions indifférenciées : argiles, sables, galets. Parmi les colluvions pelliculaires une mention particulière doit être faite pour celles alimentées essentiellement par les galets de la formation FL et par les alluvions anciennes qui, à une altitude inférieure à celle de leur formation *in situ*, s'observent sur de grandes surfaces à l'état résiduel reposant sur le substrat marneux tertiaire

$\frac{C_1}{g3 - m_{1a}}$

B. Limons dérivés pour l'essentiel des matériaux du substratum. Dans le Nord-Ouest de la feuille, l'ensemble des terrains éruptifs et métamorphiques ainsi que le Trias sont recouverts en position de plateau ainsi que sur les versants nord et est surtout, par un manteau limono-argileux épais de quelques décimètres à plusieurs mètres. L'évolution des profils réalisés en sondages à la moto-tarière semble montrer qu'il s'agit d'une altération sur place de la roche-mère sous-jacente aboutissant en surface à un limon parfois très argileux beige ou jaunâtre.

FORMATIONS ALLUVIALES ET DÉPÔTS QUATERNAIRES ASSOCIÉS

Généralités. Le réseau hydrographique dans le périmètre de la feuille Dornes se partage en deux bassins versants, celui de la Loire étant le plus important en superficie. Tous les affluents de la rive gauche de la Loire drainent le plateau entre Loire et Allier du Sud au Nord, tandis que ceux de la rive droite de l'Allier, orientés NE—SW, plus encaissés, collectent les eaux d'un bassin plus réduit.

Vallée de l'Allier

Dans les limites de l'angle sud-ouest de la feuille, il est possible de définir cinq nappes alluviales. Leur distinction procède notamment de critères altimétriques et morphologiques. La chronologie relative est exprimée en indice par une lettre de l'alphabet, de la plus ancienne (v) à la plus récente (z).

(Fu). **Surface d'érosion alluviale.** En rive droite de l'Allier un épisode fluvial à caractère essentiellement ravinant a déblayé une partie de la formation des « Sables et argiles du Bourbonnais » (FL) déterminant une surface plane à l'aspect caractéristique de terrasse. Les matériaux sont essentiellement remaniés ou résiduels du Bourbonnais avec une concentration en surface des éléments les plus grossiers pouvant atteindre exceptionnellement 10 cm. La limite de l'entaille, bien visible depuis le Sud de Trevol jusqu'à Beaugis, favorisant le drainage, crée une sorte de dépression orientée SE—NW, parallèle au cours de la vallée actuelle. Les cotes décroissent de 238 m à Beaucagny à 231 à Beaugis, dominant le lit de l'Allier d'une quarantaine de mètres. L'épaisseur des matériaux est à peu près constante et de l'ordre d'une dizaine de mètres, reposant directement sur l'Oligocène. Si les galets de quartz et de silex constituent les éléments dominants, les granites et les microgranites sont fréquents mais souvent altérés, auxquels s'associent des galets de roches volcaniques très altérés.

La fraction sableuse est fine à grossière, quartzo-feldspathique, souvent mica-cée, beige à jaunâtre, parfois argileuse, montrant de belles figures sédimentaires entrecroisées bien visibles à la carrière de l'étang de la Combe (Treval).

L'étude des minéraux lourds (J. Tourenq, 1977) indique la présence de hornblende et de zircon volcaniques, tandis que le sphène est dominant et la staurotide abondante.

Fv. Sables et galets de quartz et de silex, remaniés de FL. Au Nord de Villeneuve-sur-Allier, une étroite bande d'alluvions composées essentiellement de matériaux grossiers empruntés aux Sables et argiles du Bourbonnais entaille ces derniers, ravinant les marnes oligocènes aux environs de 217-218 m aux Clayeux. Les cotes supérieures s'abaissent de 229 à Bellevue à 223 m vers l'Arboretum de Balaine dominant la vallée d'une trentaine de mètres.

Il semble que cette terrasse prenne davantage d'extension vers l'Ouest (feuille Lurcy-Lévis). Les matériaux observés en carrière sont à dominante de galets de quartz et de silex noirs à traces de chocs, de roches grenues souvent très altérées, de 2 à 5 cm en moyenne, disposés en cordons dans un sable beige à jaune rougeâtre quartzo-feldspathique. Des lentilles d'argile ou de silt micacé peuvent s'observer dans cet ensemble. Le cortège minéralogique comprend tourmaline, zircon, sphène, staurotide, épidote.

Fwa. Limons argileux, sables fins. La nappe Fwa entaille nettement le Bourbonnais fluvial ravinant même le substrat oligocène aux environs de 220 m à Beaugard (Sud de Treval).

Elle se biseaute vers le Nord-Ouest, entamée par le niveau Fwb. Sensiblement dégradée, on distingue à la base une formation sableuse à galets de quartz et de silex remaniés de FL, de 4 à 5 m d'épaisseur, surmontée par 1,5 à 2 m de limon argileux. Son altitude décroît de 226 m au Nord de Beaugard à 220 à Lanterneau près du château d'Avrilly.

Fwb. Sables et galets de quartz et silex dominants. Emboîtée dans l'unité précédente, elle est composée de matériaux grossiers : galets de quartz et de silex de 3 à 5 cm, disposés en cordons dans un sable grossier quartzo-feldspathique à belles figures sédimentaires entrecroisées. Cette nappe surmonte les marnes oligocènes localement altérées et remaniées aux environs de la cote 214-215 m aux Vignes-Mouton. Le toit de la nappe alluviale s'abaisse de 218 m au Sud à 210 m à Villeneuve-sur-Allier, supportant le tracé de la Nationale 7.

Fx. Sables et graviers. En rive droite, le niveau Fx est représenté par une étroite bande qu'emprunte la voie ferrée dont les divers remblais rendent malaisée l'identification de la nature des matériaux qui la compose. Les observations de surface montrent un mélange de matériaux volcaniques et de matériaux granitiques sous forme de sables grossiers et de graviers roulés mêlés à un sable fin plus ou moins argileux brun roussâtre. De 210 m au Sud le toit de la nappe s'abaisse à 205 m près de Villeneuve-sur-Allier.

Fy. Sables et galets. Après avoir déblayé une partie des alluvions Fx, la nappe Fy a subi à son tour l'action des cours d'eau actuels et les témoins qui en subsistent constituent des îlots dominant l'Allier de 5 à 6 mètres. Une couverture limono-sableuse, localement argileuse (limons de débordement), supporte des sols très fertiles surmontant des sables quartzo-feldspathiques à galets de granite, de gneiss, de quartz et de roches volcaniques.

L'épaisseur de cette nappe, reconnue en sondages, atteint 9 à 11 m à Moulins (feuille du Sud).

Fy-z, Fz. Sables, graviers et galets. Le remodelage par l'Allier d'une large part des alluvions Fy a amené à adopter une notation compréhensive Fy-z. La zone ainsi cartographiée représente une surface Fy partiellement érodée et remaniée ou entaillée par un réseau de cheneaux récents.

La plus basse nappe des alluvions (Fz) occupe le lit mineur et les zones inondables de la plaine alluviale actuelle, large de 1 à 2 km dans le tronçon de vallée qui traverse la feuille Dornes.

L'altitude des alluvions Fz varie entre 198 et 200 mètres. Les matériaux sont à nette dominante sableuse.

A la fraction inférieure à 10 mm qui représente les trois quarts du sédiment s'ajoutent des graviers et des galets de quartz, de granite, de gneiss et de roches volcaniques. L'épaisseur de la nappe, assez bien connue aux environs de Moulins (feuille au Sud), varie de 7,5 à 12 m dans le Fy-z et de 6 à 8 m dans le Fz.

Vallée de la Loire

Sur le territoire de la feuille Dornes, dans l'angle nord-est, les terrasses du fleuve apparaissent symétriques par rapport à celles de l'Allier.

Au-dessus du niveau actuel remblayé d'alluvions récentes (Fz), quatre niveaux ont été distingués sur des critères altimétriques.

Après avoir déblayé les matériaux détritiques du fluvio-lacustre bourbonnais, l'encaissement progressif de la Loire est à l'origine du dépôt de terrasses étagées ravinant l'Oligocène marneux.

Fw. Sables gris limoneux surmontant des sables et galets. La terrasse la plus ancienne culmine à 225 m au lieu-dit les Veillats, s'abaissant à 216 m dans la forêt de Reugny. Elle entaille les formations du Bourbonnais suivant une ligne orientée S.SE—N.NW, érodant les marnes oligocènes aux environs de 210 m près des Ouillères. Sa base est constituée de sables et de galets remaniés pour l'essentiel des formations du Bourbonnais, de 5 à 6 m d'épaisseur, surmontés par 2 à 3 m de sable fin limoneux. Les minéraux lourds comprennent principalement : tourmaline, zircon, staurotide, sillimanite, épidote, hornblende aciculaire verte et brune ; la biotite est abondante : carrière des Gaulards (les Ouillères) et du ruisseau Pommier (Sud de Craux).

Fx_a. Limons argileux surmontant des galets. Cette nappe, dont l'altitude varie entre 214 m au Sud-Est et 203 m au Nord-Ouest, entaille la terrasse Fw dans sa partie amont, les marnes oligocènes dans sa partie aval, les ravinant depuis la cote 205 à la Font-Saint-Jean à la cote 201 aux Dariats. L'épaisseur de la nappe Fx_a est comprise entre 5 et 7 mètres dont 1,5 à 2 mètres de dépôts fins limono-argileux reposant sur 3 à 5,5 m de sables quartzo-feldspathiques à galets de quartz, de silex, de granite, de rhyolite, de 3 à 6 cm en moyenne, avec des silex de taille exceptionnelle (10 à 15 cm).

Le cortège des minéraux lourds est identique à celui de la nappe Fw.

Fx_b. Argile surmontant des galets. Emboîtée dans l'unité précédente, celle-ci en diffère uniquement par l'altitude inférieure de 2 à 3 m et par sa conformation correspondant à un ancien méandre.

Fy. Sables et graviers. Étroite bande orientée SE—NW, elle entaille les marnes oligocènes dans sa partie amont et le niveau Fx dans sa partie aval. Son toit décroît du Sud-Est au Nord-Ouest de la cote 201 à la cote 195, dominant le cours actuel de la Loire de 3 à 6 mètres. Les matériaux sont en majorité d'origine granitique, conférant à cette nappe un ton rougeâtre caractéristique. Les indications d'épaisseur font défaut.

Fz. Sables, graviers et galets, limons argileux. La plus récente nappe d'alluvions (Fz) occupe, sur une largeur de 3 à 4 km, le lit mineur et la plaine inondable de la Loire. En surface, les matériaux sont soit essentiellement sableux avec graviers et galets soit essentiellement argileux (limons de débordement). L'épaisseur du matériel alluvial est de l'ordre de 10 mètres. Il a été relevé 11 mètres à la station de pompage de Gamay-sur-Loire (hors carte). L'altitude décroît de 196 m à 189 m dans le tronçon de vallée situé sur la feuille Dornes.

Autres vallées

Fw_D, Fw_{Ab}, Fw_O, Fw_{Ac}, Fx_D, Fx_{Ab}, Fx_O, Fx_{Ac}. Alluvions des cours d'eau d'importance secondaire (la Dornette, l'Abron, l'Ozon, l'Acolin). Les formations fluvio-lacustres du Bourbonnais ainsi que le substratum oligocène sont drainés par un réseau assez dense d'affluents secondaires aboutissant à la Loire. Des témoins de nappes anciennes subsistent, principalement en rive gauche des cours actuels, dominant ces derniers de 15 à 20 m (Fw) et 8 à 12 m (Fx). Dans ces alluvions, remaniant essentiellement les formations du Bourbonnais, on distingue des sables grossiers quartzo-feldspathiques avec ou sans galets de quartz et de silex, des placages argileux.

Les dépôts colluviaux des thalwegs (C) passent progressivement à des dépôts mixtes colluvio-alluviaux (CF) puis à des alluvions récentes Fz ou Fy-z.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

La grande région naturelle du Bourbonnais se termine sur le territoire de la feuille par les plaines de la Loire et de l'Allier situées à cheval sur les départements de la Nièvre (partie nord) et de l'Allier (partie sud).

Les différentes unités géologiques distinguées sur cette feuille ne se traduisent géographiquement que par des zones peu différenciées, drainées par un réseau hydrographique assez dense qui s'écoule vers le Nord pour les rivières principales, l'Acolin et la Dornette, affluents de la Loire ; quelques petits ruisseaux se dirigent vers l'Ouest pour rejoindre l'Allier. Le territoire de la feuille appartient en très grande partie (75 % environ) au bassin versant de la Loire.

Le climat de type continental est marqué par des précipitations mensuelles faibles en hiver (30 à 40 mm), fortes et orageuses en été (70 à 80 mm). La moyenne annuelle est de 800 mm. Les températures présentent des écarts importants entre l'hiver et l'été.

Liées à ces facteurs climatiques, les ressources en eau souterraine dépendent également des caractéristiques hydrauliques des terrains du périmètre de la feuille.

Formations du socle

Elles apparaissent au horst de Neuville-lès-Decize ; de faible extension, elles sont limitées à l'Est et à l'Ouest par des failles et s'effondrent rapidement sous le Trias au Nord et les Sables du Bourbonnais au Sud. La présence d'une couverture arénisée sur l'ensemble de cette unité permet l'apparition de quelques sources au débit faible et inconstant. La nappe peut offrir un peu plus d'intérêt dans les zones faillées de bordure.

Formations anté-tertiaires

Situés à la périphérie du horst granitique, ces terrains généralement argileux sont peu aquifères ; quelques horizons gréseux peuvent faire exception mais leur ressource demeure négligeable.

Formations oligo-miocènes

Cet ensemble dominé par le faciès marneux correspond au comblement de la fosse de Moulins ; largement masqué par les dépôts plio-quadernaires, il forme les plaines entre Loire et Allier et s'étend à la presque totalité de la feuille. L'intérêt hydrogéologique de cet ensemble réside plus particulièrement dans les niveaux calcaires ou détritiques qui, localement, s'interstratifient dans la série ; parfois, dans la zone bordière, les marnes sont remplacées par des calcaires massifs (Trevol) : c'est seulement dans ce cas que peuvent se développer des horizons aquifères beaucoup plus intéressants mais la discontinuité du phénomène rend leur localisation difficile. Quelques exemples sont fournis par des forages situés sur la feuille Moulins, au Sud, où ces horizons aquifères ont fourni un débit artésien de 5 à 30 m³/h. La nappe des terrains marno-calcaires n'offre, dans la majorité des cas, que de faibles débits (0,5 à 1 m³/h).

Formations des Sables et argiles du Bourbonnais

Ces terrains, par leur extension et leur puissance (40 m et peut-être plus), caractérisent le domaine géologique de la feuille ; dans la série, deux séquences sédimentaires ont été distinguées : le plus souvent elles se superposent et pré-

sentent toutes deux un horizon grossier à la base et des matériaux plus fins au sommet. Il en résulte, pour la tranche aquifère, une certaine discontinuité des caractéristiques hydrauliques pouvant expliquer la grande variabilité des débits des nombreuses sources exploitées dans les cas favorables pour l'alimentation de petites installations communales (lavoir, fontaine...); le plus souvent la nappe, située à une profondeur de 5 à 10 m, est sollicitée par des puits fermiers.

Une exception notable est fournie par la source des Sanciotis à Trevol où un débit, en moyenne de $60 \text{ m}^3/\text{h}$, est capté pour l'alimentation en eau potable du Syndicat Nord de Moulins; les prélèvements sont de $0,35 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$. Dans ce cas on peut avancer l'explication suivante: les dépôts plio-quaternaires, plus grossiers et moins argileux probablement, masquent des dépressions creusées dans les formations tertiaires qui jouent le rôle de véritables drains, en rassemblant les écoulements souterrains. Cette eau, bien que légèrement agressive, est de bonne composition du point de vue potabilité chimique.

Le débit de l'Acolin mesuré à la station de jaugeage de Chassenay représente à l'étiage l'apport des nappes à l'écoulement de la rivière; il est de $3,5 \text{ l/s/km}^2$, terrains tertiaires et plio-quaternaires confondus.

Formations alluviales de la Loire et de l'Allier

Alluvions anciennes. Plus développés dans la vallée de la Loire, ces dépôts faiblement perméables forment un aquifère alimenté essentiellement par infiltration des précipitations et parfois par des apports de bordure; la nappe, profonde de quelques mètres, offre de faibles débits à partir de puits fermiers ou de quelques sources ($1 \text{ à } 2 \text{ m}^3/\text{h}$); elle se déverse dans les terrasses inférieures.

Alluvions modernes de la vallée de la Loire. Les plages alluvionnaires s'étalent largement, sur 5 km environ, sur les deux rives du fleuve; le substratum est constitué par les terrains tertiaires imperméables. La puissance des alluvions est de 6 à 8 m et la Loire draine la nappe.

Les caractéristiques hydrauliques de l'horizon aquifère sont:

- transmissivité = $1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
- débit spécifique = $65 \text{ m}^3/\text{h/m}$.

Ces résultats ont été obtenus au champ captant du Syndicat du Val d'Aron (17 communes) situé en rive droite sur la commune de Charrin (lieu-dit la Crevée); les prélèvements en 1979 ont été de $0,27 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Alluvions modernes de la vallée de l'Allier. L'extension des alluvions, uniquement en rive droite, est plus réduite que dans la vallée de la Loire; leur puissance reste cependant comparable, 10 à 12 m, et celle de la nappe est en moyenne de 8 mètres. L'Allier draine la nappe.

Le potentiel hydraulique *a priori* important n'a pas fait l'objet d'études systématiques; les caractéristiques hydrauliques de l'horizon aquifère ne sont connues que dans la zone de Moulins située immédiatement à l'amont de la feuille Dornes:

- transmissivité: $5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ (moyenne);
- coefficient d'emmagasinement: 5 % (moyenne).

La nappe est exploitée au lieu-dit les Drives (commune de Trevol) par 3 forages au débit unitaire de 100 m³/h ; elle alimente en eau potable le Syndicat Nord de Moulins (4 communes) et les prélèvements en 1980 ont été de 0,20.10⁶ m³.

RESSOURCES MINÉRALES ET CARRIÈRES

sab, sgr, sgal. Sables, graviers et galets. Intensément exploités dans toutes les plages alluviales de l'Allier, de la Loire et de ses principaux affluents (Acolin, Ozon, Abron), les matériaux sablo-graveleux sont également de plus en plus recherchés dans les horizons grossiers des Sables du Bourbonnais. Ils font l'objet d'une exploitation en nombreuses petites carrières à caractère familial ou artisanal temporaire.

Les sables sont généralement employés pour l'entretien des chemins ; les sables à galets servent comme remblai routier. Dans ce cas, ils sont exploités à la pelle mécanique sur plusieurs mètres de puissance.

mar. Marnes, calcaires. En de nombreux points, les niveaux marneux oligocènes ont été, au siècle dernier, utilisés par les agriculteurs comme amendement calcaire. Les formations calcaires oligocènes ont autrefois été exploitées dans plusieurs carrières pour la fabrication de la chaux. La plus importante semble avoir été celle des Griffons à Trevol où les calcaires marneux ont été exploités sur 7 m environ.

arg. Argiles. Les formations du Bourbonnais (FL) constituent un matériel très favorable à la fabrication des tuiles et briques. Chaque habitation est généralement construite à proximité du lieu d'exploitation des matériaux qui ont servi à son édification. La région de Lucenay-lès-Aix (tuilerie Voidoux, tuilerie des Coquats) était autrefois le siège d'une activité de carrière relativement importante.

Un niveau d'argile réfractaire, peu épais (quelques mètres tout au plus), discontinu parfois, existe sur l'ensemble du territoire de la feuille et pourrait servir à la fabrication de produits céramiques. Son exploitation a cessé récemment à Thiel-sur-Acolin, aux Loges de Saint-Pourçain et à l'étang de la Fin (feuille Moulins).

grn. Granite. L'exploitation de la petite carrière des Loges-des-Bruyères a récemment fait l'objet d'une reprise temporaire pour fournir des blocs rocheux destinés à stabiliser les rives de la Loire là où les berges sont érodées et pour remplacer partiellement les alluvions de la Loire.

Certains terrains du socle métamorphique comportent des roches dures ayant donné lieu à quelques extractions. En particulier deux carrières ont été ouvertes par les Ponts et Chaussées, puis abandonnées :

- les Colas (commune de Saint-Parize-en-Viry) dans les gneiss, où il ne reste plus de réserves de matériaux durs ;
- les Roches (commune de Dornes) dans des gneiss leptyniques hétérogènes qui donnent un matériau pollué, seulement utilisable pour couches de fondation.

Il faut noter également quelques extractions de taille réduite dans les leptynites près de Dornes : chez Barré (ancienne) et au Nord-Ouest des Daubois, ouverte récemment pour l'empierrement des chemins de l'exploitation agricole. Tous ces matériaux peuvent être utilisés pour l'entretien des voiries à faible circulation.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

BIBLIOGRAPHIE

Cartes consultées

Carte géologique à 1/80 000 : feuille Saint-Pierre.

• édition de 1888 (rééditée en 1941) par E. Dagincourt, L. de Launay et Busquet.

Carte géologique à 1/320 000 : feuille Bourges

- 1^{re} édition (1935) par P. Lemoine et P. Jodot.
- 2^e édition (1968) par J. Labourguigne.

Carte géologique du département de la Nièvre à 1/120 000 (1860)
par Bertera et Ebray.

Ouvrages et documents

BAUBRON J.-C. et CANTAGREL J.-M (1980) — Les deux volcans des Monts Dore : arguments chronologiques. *C.R. Acad. Sc., Volcanologie.*

BELLON H. (1971) — Datation absolue de laves d'Auvergne par la méthode Potassium-Argon. Orsay, thèse doct. 3^e cycle, p. 1-58.

BERTRAND-SARFATI J., FREYTET 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., 7 série, t. VIII, p. 652-662.*

BORNAND M., CALLOT G., FAVROT J.-C. (1966) — Étude pédologique du val d'Allier. Rapport INRA, Service étude des sols.

BORNAND M., CALLOT G., FAVROT J.-C., SERVAT E. (1966) — Les sols du val d'Allier (feuille Moulins). INRA, Centre de recherches agronomiques du Midi, Service d'étude des sols, Montpellier.

BOULANGER (1844) — Statistique géologique et minéralogique du département de l'Allier. Moulins, Chez Desrosiers Ed., 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., 7^e série, t. V, p. 472-482.*

BOUT P. (1967) — Problèmes du volcanisme II. Augite en dents de scie. *Revue d'Auvergne, t. 81, n° 81, n° 427 (1), p. 69-75.*

BUSSAC G. de (éditeur) (1976) — État de nos connaissances géographiques sur le Massif Central français.

- BUSSIÈRES P., PELLETIER H. (1973) — Nouvelles données pour une classification des sables anciens et récents de la Limagne d'Auvergne. *Revue d'Auvergne*, t. 87, n° 3, p. 170-202.
- CEA (1964) — Carte inédite : Nord-Est du Massif Central à 1/200 000 par H. SANSELME.
- CHICHERY M. (1937) — Étude géologique du bassin primaire de l'Ardoisière. D.E.S. Clermont-Ferrand.
- CHICHERY M. (1938) — Stratigraphie des formations dinantiennes du bassin de l'Ardoisière près de Vichy. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 206, p. 263-265.
- 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. Sci.*, Paris, t. 273, p. 2453-2455.
- COUREL L. (1964) — Identification de Trias marin sur la bordure nord du Massif Central. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 2, p. 87-88.
- COUREL L. (1970) — Trias et Rhétien de la bordure nord et est du Massif Central français. Modalités de la transgression mésozoïque. Dijon, thèse doct. ès. Sc., 1970, 616 p.
- COUREL L. (1973) — Modalités de la transgression mésozoïque : Trias et Rhétien de la bordure nord et est du Massif Central Français. *Mém. Soc. géol. Fr.*, vol. 52, n° 118, p. 1-150.
- 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.*, 5^e série, t. III, p. 381-385.
- 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.
- DIDIER J. (1964) — Étude pétrographique des enclaves de quelques granites du Massif Central français. *Ann. Fac. Sci. Clermont-Ferrand*, n° 23, p. 254.
- DI NOTA R. (1970) — Étude comparée des lambeaux dévono-dinantiens de la Montagne Bourbonnaise dans le NE du Massif Central français. Thèse 3^e cycle, Clermont-Ferrand.
- DOLLFUS G. (1894) — Recherches géologiques sur les environs de Vichy (Allier), p. 65, 5 pl. (Ed. Comptoir géologique de Paris).
- DOLLFUS G. (1910) — Notes géologiques sur le Bassin tertiaire de Saint-Gérand-le-Puy, Montaigu-le-Blin et de la vallée de la Besbre. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XXI, n° 128, p. 16-23.
- DOLLFUS 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 de Limagne (Massif Central français). Thèse 3^e cycle, univ. Paris VI, 197 p., 14 fig., 1 carte h.-t.

Résumé par M. DONSIMONI et D. GIOT dans *Bull. B.R.G.M.*, (2) sect. 1, 1977-2, p. 131-170.

- EBRAY Th. (1858) — Études géologiques sur le département de la Nièvre. Paris, J.-B. Baillière et fils.
- ETIENNE R. (1977) — Sur l'existence de deux phases sédimentaires postoligocènes dans le bassin tertiaire bourbonnais (région de Varennes-sur-Allier). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 285.
- FAURE J. (1967) — Nouvelles observations sur le métamorphisme de contact de la région de Ferrières-sur-Sichon (Allier). *Rev. Sci. nat. Auvergne*, vol. 33, p. 61-68.
- FORESTIER F.-H. (1973) — Calcaires et dolomies dans les séries granulitiques du haut Allier et d'Armorique méridionale. Réunion annuelle des Sc. de la Terre, Paris, p. 190.
- GARDE G. (1931) — Les anciens cours de l'Allier et de ses affluents, sur la feuille de Gannat, pendant le Pliocène supérieur et durant le Quaternaire. Note présentée par M. DE LAUNAY. *C.R. Acad. Sci.*, 1931, t. 192.
- 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.
- 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. (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.*, 4^e série, t. 16, p. 127-129.
- GORIN G. (1974) — Étude palynostratigraphique des sédiments paléogènes de la Grande Limagne (Massif Central, France). Avec applications de la statistique et de l'information. Thèse de la faculté des Sciences de l'université de Genève, 1974.
- GROLIER J. et TCHIMICHKIAN G. (1963) — Connaissances nouvelles sur la géologie du socle de la Limagne d'après les sondages de la Régie autonome des pétroles. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, V, p. 930-937.
- GROLIER J., LETOURNEUR J. (1968) — L'évolution tectonique du grand Sillon houiller du Massif Central français. 23^e intern. géol. Congr., 1, p. 107-116.

- GUILLOT L. et REY R. (1968) — Un niveau à *Potamides lamarcki* dans l'Oligocène moyen de Saint-Germain-des-Fossés (Allier). *Revue scient. Bourbonnais*, p. 56-66.
- GUILLOT L., REY R. (1973) — L'Oligocène du Bourbonnais. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 276, p. 1803-1811.
- 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 labo. Géologie, Fac. Lyon*, Notes et Mémoires n° 50, p. 1-61.
- JUNG J. (1935) — Démonstration de l'âge post-viséen des intrusions granitiques dans le bassin de Ferrières (Allier). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, p. 246.
- JUNG J., CHICHERY M., VACHIAS D. (1939) — Contribution à l'étude stratigraphique, magmatique et tectonique de la Montagne bourbonnaise et du Forez. *Mém. Soc. géol. Fr.*, Paris, n° 38, 1 vol., p. 28.
- JUNG J. (1946) — Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 1 vol., 372 p.
- KURTBAS K. (1972) — Les granites de la Montagne bourbonnaise (Massif Central français), leur évolution pétrographique et géochimique. Thèse, Nancy.
- LARUE J.-P. (1979) — Les nappes alluviales de la Loire et de ses affluents, dans le Massif Central et dans le Sud du Bassin parisien : étude géomorphologique. Thèse de géomorphologie, doctorat d'État, Clermont-Ferrand, 1979.
- 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, 3^e fasc.
- LAUNAY L. de (1887-1888) — Les dislocations du terrain primitif dans le Nord du Plateau Central. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), t. XVI, p. 1045-1063.
- LAUNAY L. de (1888) — Étude sur le terrain permien de l'Allier. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e série, t. XVI, p. 296-337.
- LAUNAY L. de (1913) — Les gîtes minéraux et métallifères : tome 1. Ch. Béranger Ed., Paris.
- LAUNAY L. de (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 Sc. 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.

- LEFAVRAIS A. (1955) — Lias du Nivernais d'après les sondages des Houillères de Decize. Rapport B.R.G.G., n° 847, p. 1-19.
- LE GRIEL A. (1978) — Alluvions anciennes de l'Allier et sables du Bourbonnais au Nord de la Grande Limagne. *Revue de Géographie de Lyon*, 1978/3.
- LETOURNEUR J. (1953) — Le grand Sillon houiller du Plateau Central français. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 238 (cf. introduction).
- 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.
- MEILHAUD R. (1956) — Les minéraux lourds des alluvions néogènes et quaternaires de l'Allier à hauteur de Clermont-Ferrand. D.E.S., Université de Clermont.
- 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., VILLEMEN 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. 285-308, Plein-Air Service Édit., Clermont-Ferrand.
- PECOIL R. (1960) — Esquisse géologique et hydrogéologique du département de l'Allier. *Bull. INH*, n° 2, p. 339-366.
- PELLETIER H. (1968) — Nouvelles observations sur l'augite aciculaire et étude critique. *Revue d'Auvergne*, 1968, t. 82, n° 432, p. 121-126.
- PELLETIER H. (1969) — Étude morphologique de l'augite denticulée dans les projections volcaniques du massif du Mont-Dore (Massif Central français). *Bull. hist. et scient. de l'Auvergne*, 1969, n° 622, p. 182-186.
- PELLETIER H. (1970) — Sur quelques sables de la région riomoise. *Bull. hist. et scient. de l'Auvergne*, 1970, n° 627, p. 395-404.
- PELLETIER H. (1971) — Sur les minéraux lourds transparents des alluvions anciennes et récentes de la Limagne d'Auvergne. Thèse, université de Clermont.
- 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.*, 2^e série, t. III, p. 376-385.
- PRICHONNET G. (1967) — Étude sédimentologique et interprétation paléogéographique du Permo-Trias sur la bordure nord du Massif Central (du Morvan à la Marche). Thèse 3^e cycle, Fac. sc. Bordeaux.

- REY R. (1964) — L'Oligocène et le Miocène inférieur de la Limagne bourbonnaise. *Revue scientifique du Bourbonnais*, p. 56-81.
- REY R. (1966) — Essais de corrélations entre bassins oligocènes de l'Europe occidentale, à l'aide des Gastéropodes continentaux. Thèse, Rennes.
- 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. *In* 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. 64-110.
- RIBAULT L. Le, TOURENQ 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. Sci.*, Paris, t. 274, p. 528-531.
- RICOUR J., HORON O., LIENHARDT G. (1960) — Le Trias du Jura, de la Bresse et de la bordure nord du Massif Central. *Bull. Soc. géol. Fr.*, vol. 2, p. 156-167.
- RUDEL A. (1953) — La faune quaternaire des terrasses de l'Allier à Pont-du-Château. *Revue Sci. nat. d'Auvergne*, 1953, p. 43-47.
- RUDEL A. (1963) — Les minéraux lourds des terrasses quaternaires de Limagne d'Auvergne et les éruptions mont-doriennes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, V, 1963, p. 468-469.
- TOURENQ J., AMBROISE D., ROHRLICH V. (1978) — Sables et argiles du Bourbonnais : mise en évidence des relations entre les minéraux lourds à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances. Réunion annuelle des Sc. de la terre, Orsay : Société géologique — B.R.G.M.
- TOURLONIAS D. (1965) — Les cornes vertes de la montagne Bourbonnaise, Massif Central français. D.E.S., Clermont-Ferrand.
- VAILLANT L. (1872) — Sur les crocodiles fossiles de Saint-Gérard-le-Puy. *C.R. Acad. Sci.*, t. LXXIV, p. 872-875.
- VIALETTE Y. (1973) — Âge des granites du Massif Central. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7) XV, 1973, n° 3-4, p. 260-270.
- VIRET J. (1925) — Sur la faune de Rongeurs de Saint-Gérard-le-Puy (Allier). *C.R. Acad. Sci.*, t. 181, p. 337-339.
- VIRET J. (1926) — Nouvelles observations relatives à la faune de Rongeurs de Saint-Gérard-le-Puy. *C.R. Acad. Sci.*, 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

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

— pour le département de l'Allier, au S.G.R. Auvergne, 22, avenue de Lempdes, 63800 Cournon-d'Auvergne ;

— pour le département de la Nièvre, au S.G.R. Bourgogne, Immeuble Caisse d'Épargne, 32, bd du Maréchal Joffre, 21100 Dijon ;

— ou encore au B.R.G.M., 191, rue de Vaugirard, 75015 Paris.

AUTEURS

Cette notice a été rédigée par Léopold CLOZIER, géologue au B.R.G.M., pour les formations sédimentaires et Michel TURLAND, ingénieur géologue au B.R.G.M., pour les formations métamorphiques et magmatiques, avec la collaboration de Radouane BELKESSA, hydrogéologue au B.R.G.M., pour l'hydrogéologie.

Des renseignements complémentaires sur l'utilisation des matériaux du socle ont été fournis par le Laboratoire régional des Ponts et Chaussées d'Autun.

L'étude pétrographique des roches métamorphiques et magmatiques a été effectuée par Anne-Marie HOTTIN et Alain MAROT, ingénieurs géologues au B.R.G.M.