



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

LURCY-LÉVIS

par

R. FLEURY, G. LABLANCHE, A. LEFAVRAIS-RAYMOND, Y. GROS,

V. MATHIS, R. BELKASSA

LURCY-LÉVIS

La carte géologique à 1/50 000
LURCY-LÉVIS est recouverte par la coupure
ST-PIERRE (N° 135)
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

Dun-sur-Auron	Sancoins	Decize
Charenton-du-Cher	LURCY-LÉVIS	Dornes
Hérisson	Bourbon-l'Archambault	Moulins



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



**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
LURCY-LÉVIS A 1/50 000**

par

**R. FLEURY, G. LABLANCHE, A. LEFAVRAIS-RAYMOND,
Y. GROS, V. MATHIS, R. BELKESSA**

1989

Éditions du BRGM - BP 6009 - 45060 ORLÉANS Cedex 2 - FRANCE

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	5
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	5
HISTOIRE GÉOLOGIQUE	6
DESCRIPTION DES TERRAINS	8
<i>TERRAINS CRISTALLINS ET CRISTALLOPHYLLIENS</i>	8
<i>PRIMAIRE</i>	8
<i>SECONDAIRE</i>	9
<i>TERTIAIRE</i>	13
<i>PLIO-QUATERNAIRE</i>	18
<i>QUATERNAIRE</i>	23
TECTONIQUE	27
RESSOURCES DU SOUS-SOL	30
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	30
<i>SUBSTANCES UTILES</i>	31
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	33
<i>COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES PROFONDS ANCIENS</i>	33
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	34
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	38
<i>DÉTERMINATIONS ET ANALYSES</i>	39
AUTEURS DE LA NOTICE	39

INTRODUCTION

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Les levés sur le terrain commencés en 1979 ont été parachevés d'avril 1983 à novembre 1984. Le tracé des contours a été réalisé à partir des observations faites sur le terrain complétées par les indications fournies par les sondages de reconnaissance réalisés à la tarière dans les formations meubles, plus particulièrement dans certaines zones boisées.

La cartographie a été essentiellement basée sur des critères lithostratigraphiques mais en tenant compte toutefois des précisions d'ordre chronostratigraphique apportées par la macropaléontologie, la micropaléontologie et la palynologie.

Le travail sur le terrain a été complété grâce à diverses techniques de laboratoire : étude de lames minces, études des argiles...

PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille Lurcy-Lévis représente le Nord-Ouest du département de l'Allier. C'est une région située au Nord-Ouest de la ville de Moulins, avec seulement quelques localités : Saint-Plaisir - Franchesse au Sud, Bagneux — Chantenay-Saint-Imbert - Azy-le-Vif à l'Est, Saint-Pierre-le-Moùtier au Nord, Lurcy-Lévis - Coulevre à l'Ouest, pour les plus importantes.

Du point de vue physique c'est un pays de bocages tourné vers l'élevage auquel s'ajoute un peu d'agriculture. Les altitudes s'étagent entre 320 m au Sud (colline de Franchesse) et 180-200 m sur le cours de la rivière Allier qui traverse cette feuille. Trois ensembles forestiers occupent la partie sud, les forêts de Champroux et de Civrais à l'Ouest, celle de Bagnolet à l'Est. Les forêts de Mussy et de Chabet couvrent l'angle nord-est.

L'habitat est essentiellement rural. La population ne dépasse pas 18 habitants/km².

Sur le plan industriel, l'activité est modeste (vente de bétail, travail de la porcelaine à Coulevre, etc.).

Données hydrologiques. Cette partie du bassin de Bourbon-l'Archambault est traversée par la rivière Allier qui coule en direction du Nord, seulement alimentée par quelques affluents (Bieudre au Nord de Saint-Plaisir, Burge vers Couzon).

Du point de vue hydrogéologique, l'unique réservoir aquifère majeur est constitué par les *niveaux gréseux du Trias supérieur*, en particulier vers Saint-Plaisir où ils sont tectonisés ("Avreuil").

Des eaux artésiennes ont aussi été observées à Couzon et à l'Est de Franchesse ("les Bichons", "le Grand Etang"). En forêt de Civrais, elles s'associent à des venues gazeuses (CO₂) en relation avec les accidents de Sancoins. D'une manière générale, les terrains triasiques, jurassiques à tertiaires, sont le siège d'intenses silicifications sur la bordure est de ces accidents.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Après la mise en place des granites au Dévono-Westphalien, pendant le jeu du décrochement senestre de Sancerre - Sancoins prolongeant l'anomalie magnétique du Bassin parisien et le mouvement senestre du Sillon Houiller qui oblique vers le Nord-Est, un bassin stéphanien supérieur embryonnaire est donc né en régime compressif aux confins de ces deux accidents, au pied des massifs cristallins occidentaux. Il peut être qualifié d'intramontagneux (limnique), à accumulations sédimentaires plus intenses vers l'Ouest, au droit des failles vivantes : brèches, conglomérats et quelques niveaux de type palustre, déposés sous un climat tempéré, humide.

A partir de l'époque autunienne, il se produit des changements brusques, dus à des variations climatiques importantes (apparition du climat chaud et très humide), mais aussi à la relâche des contraintes tectoniques (régime distensif) qui est à l'origine de l'accroissement du bassin vers l'Est et le Nord-Est. Ainsi une tectonique synsédimentaire s'est manifestée durant tout l'Autunien.

Les dépôts organiques ont alors proliféré au sein des sédiments fluvio-torrentiels à fluvio-lacustres.

Durant l'*Autunien gris*, des veines de charbon se forment au Sud, dans le "bassin de l'Aumance", au sein de dépôts fluvio-lacustres. A l'Ouest de cette feuille, les dépôts sont fluvio-palustres.

A l'*Autunien rouge*, le climat tropical se marque par des saisons sèches prolongées, à dépôts fluvio-deltaïques dominants interrompus par des épisodes fluvio-lacustres de plus en plus développés dans le temps.

A la fin de cette période autunienne, une nouvelle crise climatique se produit : les dépôts fluvio-lacustres disparaissent, toute organisation séquentielle s'efface, le caractère oxydant s'accroît.

Au cours de la période suivante attribuée au *Saxonien*, le climat devient aride, la rubéfaction des roches se généralise. Les dépôts sont très ravinants (discordance), brutaux, sans transport prolongé, à feldspaths détruits, enrichis en silice.

Les apports grossiers dominant à l'Est de Bourbon-l'Archambault (aires d'apports différentes). Il s'agit le plus souvent de comblements de vallées.

A l'époque permienne, va succéder une phase majeure d'érosion (pénéplanation permo-triasique), longue période pendant laquelle, du Trias inférieur jusqu'au Trias moyen, aucun sédiment continental ne se dépose sur la bordure nord du Massif central.

L'époque triasique voit l'apparition des premiers termes marins transgressifs, très discordants, à faciès gréseux de type plages surmontés par des niveaux lagunaires à gypse (marnes irisées du Keuper). Ils constituent vraisemblablement la bordure sud de la mer germanique qui a envahi le bassin de Paris.

Les dépôts de grès kaoliniques sont, dans le Nivernais, traditionnellement attribués au *Rhétien*. Ils semblent constituer des apports fluviaux et continentaux, peu triés, issus du socle proche, mais aucun argument paléontologique ne permet de les dater avec certitude.

Au début du Lias, à l'*Hettangien*, c'est une mer peu profonde, riche en lamellibranches et crinoïdes qui s'installe sur le Nivernais et le Morvan. Vers l'Ouest elle donne, entre Lurcy-Lévis et Argenton-sur-Creuse, des faciès presque lagunaire (argilites vertes et dolomies) alors que vers le bassin de Paris les argiles noires à ammonites, trouvées en sondage, témoignent de conditions de mer plus profonde et plus ouverte. Le sommet de l'étage voit d'ailleurs sur la carte de Lurcy-Lévis apparaître des faciès de comblement : calcaires perforés, pistes, croûtes ferrugineuses, cordons de galets, tous indicateurs d'une faible tranche d'eau.

Le *Sinemurien* est plus franchement marin. Il est constitué de faciès littoraux et agités avec faune assez riche de lamellibranches, crinoïdes et ammonites. Des passées argileuses apparaissent au Lotharingien annonçant les faciès du Lias moyen.

La faille de la Loire (Sancerre - Sancoins), déjà active à cette époque, provoque des variations intéressantes. D'une épaisseur globale à peu près constante (20-25 m), le *Sinemurien* comprend un *Sinemurien* inférieur plus épais à l'Est qu'à l'Ouest, un *Lotharingien* qui varie en sens contraire.

Le *Carixien*, épais et marneux, constitue une gouttière du bassin de Paris (liée à la faille de la Loire) qui pénètre dans le Massif central. Il est possible qu'à cette époque la mer du bassin de Paris rejoigne celle du Massif central, annonçant la submersion quasi complète du Domérien (voir cartes de faciès publiées par le Groupe français du Jurassique, 1980), en effet, aucun faciès côtier n'est connu à cette époque en bordure du Massif central.

Cette submersion par des mers peu profondes, épicontinentales, déposant tantôt des détritiques fins (argiles du Domérien et du Toarcien), tantôt des calcaires plus ou moins bioclastiques (Domérien supérieur, Bajocien, Bathonien) dure vraisemblablement jusqu'au Jurassique supérieur (Kimméridgien) mais aucun affleurement jurassique postérieur au Carixien n'a été conservé.

Le Crétacé n'est pas connu et n'a probablement pas été déposé.

A l'Eocène - Oligocène des fossés d'effondrement liés, à l'Ouest à la faille Sancerre - Sancoins, à l'Est à celle de Saint-Parize-le-Châtel, se créent et sont le siège de dépôts lacustres.

Ces failles, qui ont joué postérieurement à la mise en place des calcaires lacustres, favorisent l'accumulation (40 m environ en forêt de Chabet) de sédiments essentiellement argilo-sableux attribués au Pliocène. Vers l'Ouest, légèrement au Nord de Coulevre, dans les limites effondrées du bassin tertiaire, ces mêmes dépôts ont été partiellement déblayés et remplacés par les sables et argiles du Bourbonnais. Au Sud de Coulevre, cette formation argilo-sableuse a localement entaillé et raviné les calcaires ludiens ou stampiens parfois sur toute leur épaisseur.

Au Pliocène supérieur et au Quaternaire, les sables et argiles du Bourbonnais vont largement se déposer.

Postérieurement, alluvionnement et érosion vont se poursuivre, donnant à la région sa physionomie actuelle.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS CRISTALLINS ET CRISTALLOPHYLLIENS

Le socle n'a pas été rencontré, ni à l'affleurement, ni en sondages, toutefois, la géophysique révèle encore sa présence à l'Est de Franchesse où il arme l'antiforme.

A l'Est, la proximité du granite de Neuville-les-Decize se signale par une amorce anticlinale proche de Chantenay-Saint-Imbert.

PRIMAIRE

La cartographie géologique du bassin stéphano-permien de Bourbon-l'Archambault, souvent pauvre en affleurements, est tirée, pour la partie nord, des travaux du BRGM, associés pour le Sud (secteur de Gouzou - Lurcy-Lévis — Couleuvre -Saint-Plaisir) à ceux de la COGEMA (cartographie, sondages, géophysique) pour recherches uranifères.

h4. Stéphanien. Inconnu à l'affleurement (à l'Ouest sa puissance est supérieure à 140 m). Des sondages ont montré qu'il forme une zone haute depuis l'Ouest de Couleuvre jusqu'à Lurcy-Lévis, au-delà des accidents de Sancoins, assurant ainsi la fermeture au Nord du petit bassin de Cérilly d'âge autunien gris : brèches vertes à éléments de socle cristallophyllien.

r1. Autunien gris. Inexistant à l'affleurement, il a été traversé sur seulement 31 m en forêt de Civrais, jusqu'à une profondeur de 400 m. C'est un ensemble argilo-gréseux gris à influences fluviales.

De plus, à l'Ouest des accidents de Sancoins, ces dépôts ne se sont pas déposés sur le soubassement stéphanien du Nord-Ouest de Couleuvre.

r2. Autunien rouge (localement appelé "Renières A et Renières B") :

- Autunien rouge inférieur (puissance égale à 25 m en forêt de Civrais, supérieure à 21 m à l'Est de Franchesse). Le système est à dominante fluviale, grés-argileux, gris (noté r2a) ;
- Autunien rouge supérieur (puissance comprise entre 170 et 225 m à l'Ouest, proche de 250 m en forêt de Civrais, supérieure à 300 m à l'Est de Franchesse). Ce sont des dépôts fluvio-deltaïques remarquables à la base, comme au Sud du bassin, avec des niveaux à tendance fluvio-lacustre vers le sommet. La limite Saxonien - Autunien est souvent difficile à préciser en raison du manque d'organisation de l'Autunien supérieur et à la rubéfaction généralisée observée dans les sondages destructifs de la région de Couzon.

L'Autunien alternant qui correspondrait ici à l'Autunien rouge est connu par sa partie supérieure ("Renières B"), représentée par des niveaux deltaïques passant vers le sommet à des termes fluvio-lacustres, corrélables avec ceux de la feuille Bourbon-l'Archambault.

Ces derniers ont livré des écailles de poissons sur des schistes carton. Des restes végétaux (*Callipteris conferta*) et des restes de poissons (*Actinodon* et *Palaeoniscus angustus*), caractéristiques des schistes d'Autun (Autunien moyen) ont été recensés.

La partie inférieure ("Renières A") située à des profondeurs généralement supérieures à 400 m, voire même 500 m vers Coulevre, n'a pas été atteinte par sondages excepté au Nord-Est de Franchesse, à partir de 480 m, et en forêt de Civrais sur 25 m à partir d'une profondeur de 345 m.

r3. **Saxonien** (puissance très variable qui pourrait dépasser 90 m). Conglomérats et niveaux argileux rouge brique. Deux affleurements remarquables se rencontrent à l'Est de Franchesse, l'un au Sciau, l'autre entre Gate Pays et Bouquetraud. Sur le coteau de Franchesse il est réputé silicifié. Les sondages ont montré qu'il s'agit de dépôts de comblement de vallées, à décharges brutales, sous un climat s'aridifiant.

SECONDAIRE

t. **Trias**. Grès blanchâtres à lits de jaspes rouges ou bariolés, grès à ciment calcaire, sables et argiles rouge vif à violacé, particulièrement silicifié en forêt de Civrais, au voisinage des accidents de Sancoins.

Les terrains du Trias sont largement représentés dans la synforme occidentale où leur épaisseur avoisine 190-200 m région de Coulevre, contre 29 m vers "La Bucharie" (au Nord-Ouest de Coulevre) à l'Ouest des accidents de Sancoins. Au niveau de Lurcy-Lévis, les écarts sont analogues, avec respectivement à l'Est et à l'Ouest 241 m et 70 m, ce qui implique un rejet vertical de faille d'environ 170 m.

Sur l'anticlinal central, à pente nord, autour d'un noyau échancré permien, le long flanc ouest plonge doucement avec des épaisseurs qui varient de 85 m vers Limoise à 120 m en direction de Pouzy — Mésangy et 100 m en forêt de Civrais. Le flanc est, court montre seulement 30 à 40 m de Trias vers Couzon.

A l'Ouest de Lurcy-Lévis, dans le secteur de la Plâtrière, la série triasique renferme sur une vingtaine de mètres d'épaisseur des passées et des rognons gypsifères localisés soit dans des bancs de grès micacés rouges ou gris soit dans des niveaux argilo-gréseux. Au-dessus, on observe une quinzaine de mètres d'argile et de bancs de grès bigarrés à ciment argileux, altérés, et de minces passées de grès dur à ciment calcaro-dolomitique. Viennent ensuite environ 10 m d'argile avec de rares bancs gréseux à ciment calcaire. Les 20 derniers mètres sont constitués par des grès bigarrés et des argiles à bancs de grès durs pouvant atteindre 2 ou 3 m d'épaisseur, blancs ou verdâtres, à ciment argileux ou siliceux.

L'étude de plaques minces, effectuées sur des échantillons provenant d'un forage inédit réalisé dans cette région, permet de dire que cette série semble appartenir à des éléments de séquence du type fluviatile laguno-lacustre. Ceci est illustré entre les cotes altimétriques 180 et 175 par la succession de faciès lithoclastiques et quartzeux, dolomitisés, qui évoquent des niveaux laguno-lacustres peu lithifiés, remaniés par un épisode fluviatile (en milieu bordier exondé ou en plaine d'épandage) qui devient nettement prédominant vers la cote 200. On observe ensuite (vers les

cotes 210-220) des aréno-rudites de milieu fluvatile auxquelles succèdent des dépôts de plaine d'épandage ou de débouché fluvatile (222 m), puis des carbonates (dolomite et calcite) gypseux, de facture nettement lagunaire évaporitique. En outre, cette étude des faciès souligne l'absence totale de bioclastes, même à l'état de fantômes, ce qui laisse présumer un climat et des milieux de dépôt particulièrement peu favorables à la vie.

t10. Rhétien. Grès, argiles, sables kaoliniques. Epaisseur de 12 m au sondage d'Azy-le-Vif (4-22), 25 m dans les carrières de la Barre. La formation attribuée au Rhétien (aucune preuve paléontologique à ce jour) débute dans ces carrières par 2,70 m de sables feldspathiques à matrice argileuse. Ces sables sont grossiers, les grains de quartz dépassant souvent le centimètre surtout vers la base.

D'après l'exploitant, ce niveau est le plus riche en kaolin. L'étude des argiles (G. Panczer, 1984) indique 16 % de ce minéral avec 25 % d'illite et 59 % de smectite. Les minéraux lourds associés sont représentés par de la muscovite, biotite, tourmaline, zircon, rutile, anatase, brookite, monazite. Au-dessus 0,60 m d'argiles vertes, très compactes, séparent le premier niveau d'un second épais de 3 m, toujours constitué de sables grossiers, feldspathiques et argileux. Seuls ces deux niveaux sont exploités pour le kaolin. Viennent ensuite 3,50 m de sables grossiers blanchâtres, feldspathiques, avec des intercalations d'argiles vertes compactes, parfois sableuses, micacées. Puis on observe 3 m d'argiles vertes et rouges (prédominantes) avec des passées sableuses, et 2 m de sables grossiers, grisâtres à blanchâtres, peu argileux. Succèdent à ces sables grossiers, 1 m d'argiles vertes alternant avec des niveaux sableux. Au-dessus 3 m de sables grossiers blanchâtres à ocres, avec des éléments argileux montrent des stratifications entrecroisées. La série se termine par 4 m d'argiles vertes et rouges, les rouges étant nettement dominantes. Aux argiles rouges font suite des calcaires dolomitiques, jaunes, cargneulisés, que nous attribuons à l'Hettangien. La formation qui renferme les sables kaoliniques est donc bien individualisée, car elle sépare les séries argileuses rouges du Trias de la série carbonatée de l'Infralias.

Nous continuerons de la considérer rhétienne comme l'on fait avant nous R. Mouterde (1952), G. Prichonnet (1967), L. Courel (1970), puisque, jusqu'à ce jour, nous ne possédons pas d'élément de datation (voir histoire géologique).

Au Sud d'Azy-le-Vif, d'anciennes carrières aujourd'hui noyées et dans lesquelles on a autrefois exploité du kaolin ont été notées ponctuellement (t10) sans plus de distinction.

Les sables kaoliniques n'ont pas été rencontrés en rive gauche de l'Allier. Dans l'angle nord-ouest de la feuille, le Rhétien est représenté par un niveau d'argile verte de quelques mètres d'épaisseur qui sépare les argilites rouges du Trias des premiers bancs calcaires hettangiens. Il est probable que ces argiles vertes soient déjà hettangiennes (pas de datation) et dans ce cas le Rhétien ? serait absent en rive gauche de l'Allier sur la feuille à 1/50 000 Lurcy-Lévis.

11-2. Hettangien. Calcaires et calcaires dolomitiques jaunâtres. Epaisseur supérieur à 25 m dans une coupe effectuée au pont de Veurdre (x = 654,7 ; y = 2195,8).

La base de la formation débute par des calcaires argileux, grisâtres à beiges, au sein desquels s'intercalent des marnes gris verdâtre (cette partie est envahie par la végétation). La série continue par un banc de 1 m de puissance de calcaires grisâtres à débit onduleux, à débris fossilifères. Au-dessus, on observe 4 m de calcaires pseudo-oolithiques à pellets et petites gravelles micritiques sombres avec localement des traces de petits quartz. Les bioclastes abondants sont constitués de fins débris de bivalves encroûtés ou de fragments d'échinides, d'ophiuridés, de tiges de crinoïdes, lamellibranches, brachiopodes ponctués et de micro-gastéropodes. Vient ensuite un banc (1 m) de calcaires bioclastiques très durs, dont la base forme une véritable lamachelle de lamellibranches. Des échinodermes (surtout crinoïdes), des ostracodes et de rares foraminifères (nodosariidés) leurs sont associés. Sur 10 m environ, des calcaires grisâtres à blanchâtres, durs, bioclastiques avec des gravelles et des plages d'oolithes, localement riches en gastéropodes et bivalves alternent avec des calcaires argileux jaunâtres, tendres, d'aspect poudreux. Au sommet de cet ensemble, sur 1,20 m, des calcaires jaunâtres à brunâtres, très fracturés, se débitent en plaquettes onduleuses de 3 à 5 cm et se terminent par une multitude de pistes, toutes remplies. Après une lacune de visibilité peu importante (quelques mètres), la coupe se poursuit avec un banc de 1 m de calcaires grisâtres, durs, bioclastiques. Le sommet du banc, perforé de terriers, pistes, croûte ferrugineuse (hard ground) est surmonté par 2 m de calcaires jaunâtres à brunâtres, très durs, à petits pellets micritiques brunâtres, à bioclastes constitués de nombreux bivalves, ostracodes, petits gastéropodes, plus rares échinodermes. Viennent ensuite 0,30 m de marno-calcaires blanchâtres surmontés par 1,50 m de calcaires à pâte fine alternant avec des niveaux plus argileux. La série se termine par un banc (0,20 m) de calcaires dolomitiques, jaunes, caverneux. Ce dernier est surmonté par un ensemble constitué de 0,60 m de marne et d'un banc de calcaires de même puissance à pâte fine, jaune clair, que R. Mouterde (1952) attribue au Sinémurien inférieur grâce à la présence de *Coroniceras rotiforme*. Nous n'avons pas trouvé de faune en place dans ces niveaux.

La limite Hettangien -Sinémurien aurait pu être prise soit à la base du hard ground à pistes, terriers, croûte ferrugineuse qui a une importance régionale (carrière de Livry $x = 655,80$; $y = 2197,125$; carrière Rosemain $x = 657,600$; $y = 2197,200$), soit à la base du banc calcaire (de même faciès qu'au-dessus) à *Coroniceras rotiforme*, soit à la base des calcaires entroquitiques bleus qui seront décrits dans le paragraphe suivant. Ces calcaires qui s'identifient parfaitement sur le terrain ont été pris comme limite entre le Lias et l'Infralias comme l'avaient fait les auteurs de la carte à 1/80 000. Toutefois il est évident que le Sinémurien commence dès la base de la zone à Rotiforme.

13. **Sinémurien. Calcaires gris-bleu.** L'épaisseur du Sinémurien inférieur est de 25 m dans le sondage 4-22 de la forêt de Chabet. Elle semble beaucoup plus réduite vers l'Ouest, en rive gauche de l'Allier où elle peut être estimée à 5 - 10 m. Au-dessus des niveaux marneux et des calcaires jaune clair signalés ci-dessus, on trouve un banc de 10 cm de calcaires brun-ocre, dans lesquels on observe des filets dus à la compaction, imprégnés de produits ferrugineux. On constate également une importante porosité de dissolution. Ces calcaires renferment des échinodermes (crinoïdes) dominants, des gastéropodes, et des bivalves. Au-dessus de ce

banc, un petit niveau (5 cm) de calcaires gris-bleu, avec quelques cristallisations de pyrite oxydée, est très riche en gastéropodes, échinodermes (crinoïdes), les plus nombreux, lamellibranches, ostracodes, avec quelques nodosariidés et spicules calcaires. Le banc suivant de 0,20 m d'épaisseur, dont la base est pétrie d'entroques, est constitué de calcaires gris-bleu. Cartographiquement, c'est cet ensemble très riche en entroques, qui, sur le terrain, a servi à tracer la limite Hettangien - Sinémurien. Viennent ensuite des calcaires gris-bleu, en petits bancs réguliers (0,10 à 0,20 m) séparés par des délits marneux. Ces calcaires renferment de très nombreuses gryphées, tel que *Gryphea arcuata*.

Quelques ammonites ont été récoltées dans les champs, dont : *Coroniceras* cf. *rotiforme*, *Coroniceras* gr. *bucklandi*, *Coroniceras* cf. *subrotiforme*.

14. Lotharingien. Calcaires grisâtres à jaunâtres, argileux. L'épaisseur attribuée au Lotharingien dans le sondage 4-22 d'Azy-le-Vif est de 5 m. Elle semble beaucoup plus importante (20 à 25 m) vers l'Ouest, au Sud de Montvrin. Il semble donc qu'un certain réajustement s'établisse d'Est en Ouest entre Sinémurien inférieur et Lotharingien donnant à l'ensemble de l'étage une épaisseur apparemment constante. La limite entre le Sinémurien inférieur et le Lotharingien (de même que celle entre le Carixien et le Domérien) peut paraître aléatoire. La distinction repose en effet essentiellement sur des critères paléontologiques qui peuvent manquer. Malgré la fragilité des corrélations il nous a paru cependant utile de différencier ces deux sous-étages.

Le Lotharingien semble complet, puisque les trois zones d'ammonites sont représentées. Il débute avec la zone à *Obtusum*, par des calcaires argileux jaunâtres, tendres, alternant avec des marnes. L'ensemble est très riche en gryphées.

Ces niveaux ont livré *Asteroceras* cf. *obtusum*, *A.* cf. *stellare*, *A.* cf. *olamanicum*.

Le Lotharingien moyen, zone à *Oxynotum*, qui affleure particulièrement bien dans le lit de l'Allier au lieu-dit "Le Bouy", est constitué par des niveaux marneux noirâtres (à débit feuilleté et indurés à la base) entrecoupés de bancs de 10 à 30 cm de calcaires grisâtres, très durs. Cet ensemble fossilifère, a livré des ammonites : *Oxynoticeras* gr. *oxynotum*, *Oxynoticeras* sp., *Crusilobicerias* ? gr. *densinodum*, *Cheltonia accipitum*, *Bifericeras* gr. *bifer*, *Paleochioceras* sp. (= forme primitive de *Plesechio-ceras*) ; des brachiopodes : *Zeilleria (Cincta) cor.*, *Z. (Zeilleria) perforata*, *Z. (Zeilleria) vicinalis*, *Lobothyris* cf. *sinemuriensis*, *Spiriferina* cf. *walcotti*, *Piarorhynchia juvenis* ; des bivalves *Plicatula* sp., et *Gryphea maccullochli*.

Le Lotharingien supérieur, zone à *Raricostatum*, est constitué par la même, alternance de niveaux marneux et de bancs calcaires déjà rencontrés au Lotharingien moyen. Les ammonites sont représentées par *Hemimicroceras* gr. *subplanicosta*, *Echioceras raricostatoïdes*, *E. edmundi*, *Plesechio-ceras*, auxquelles sont associés de nombreux brachiopodes dont *Cuneirhynchia oxynoti* et *Piarorhynchia juvenis*.

L'étude palynologique de deux niveaux marneux, appartenant, l'un au Lotharingien moyen, l'autre au Lotharingien supérieure, a livré, pour le premier, quelques débris ligneux et grains de pollen de gymnospermes dont d'abondants *Classopollis classoides* et *Classopollis* sp., pour le second

Classopollis classoides, *C. sp.*, des pollens disaccates, des pollens inaperturés tels *Inaperturopollenites hiatus*, *Perinopollenites elatioides*, *Cerebropollenites mesozoicus*, et des spores lycopodiacées. Notons également la présence d'acritarches (*Michrystridium*) et de dinoflagellés (*Moesi-dinium* ?) indiquant une influence marine.

15. **Carixien. Marnes grisâtres.** Epaisseur égale à 12 m dans le sondage 4-22 de la forêt de Chabet. Cette formation affleure très mal : fossés et mares sont les seuls points d'observations. Essentiellement marneux, avec quelques alternances de bancs calcaires, le Carixien a pu être individualisé grâce à une riche faune d'ammonites. Toutefois, la zone à Jame-soni n'a pu être mise en évidence. Au-dessus, la zone à Ibex a livré : *Acanthopleuroceras maugenesti*, *A. valdani*, *A. carinatum*, *Metaderoceras venerense*. Dans la zone à Davoei nous avons récolté : *Tragophylloceras loscombi*, *Aegoceras maculatum* et de très nombreux *Aegoceras cf. capricornu*. On y recueille également une grande quantité de bélemnites : *Hastites clavatus*. L'analyse palynologique des marnes récoltées dans les petits forages exécutés par la SNCF en bordure du tunnel ferroviaire (Sud de Saint-Pierre-le-Moûtier) a livré des grains de pollen dont : *Classopollis classoides*, *C. torasus*, *Alisporites sp.*, *Perinopollenites elatioides*, des spores : *Glecheniidites senonicus*, *Deltoidospora minor*, et des acritarches : *Michrystridium*.

16. **Domérien. Marnes grisâtres à bancs de calcaires argileux jaunâtres.** 40 m d'épaisseur dans le sondage 4-22 de la forêt de Chabet. La formation débute par des marnes gris-bleu dans lesquelles s'intercalent des plaquettes, de 1 à 2 cm d'épaisseur, d'argile silteuse, ferrugineuse, indurée, de couleur ocre ($x = 659,30$; $y = 2198,700$). Quelques ammonites pyriteuses, le plus souvent très mal conservées, ont été récoltées dont *Amaltheus stokesi* et *A. bifurcus*, auxquelles étaient associés des rostrés de bélemnites non déterminables spécifiquement. Le passage au Domérien supérieur est progressif. Ce niveau demeure très marneux excepté quelques bancs de calcaires argileux jaunâtres qui renferment *Pecten aequivalvis* et de très nombreux *Pleuroceras gr. spinatum*. *Pleuroceras hawskerense* a été trouvé dans les champs.

TERTIAIRE

e5-7. **Consolidation gréseuse, parfois arkosique, localement rubéfiée.** Epaisseur de 15 m dans un forage SNCF proche du tunnel ferroviaire, situé au Sud de Saint-Pierre-le-Moûtier.

Ce complexe détritique, attribué à l'Eocène supérieur (pas d'éléments de datation) est constitué par des graviers, des sables et des argiles le plus souvent consolidés (grès, conglomérats). Les matériaux constitutifs sont des grains de quartz hétérométriques, plus ou moins émoussés, laiteux enfumés ou incolores. En forêt de Civrais ($x = 644,125$; $y = 2180,700$) des éléments de cuirasse ferrugineuse de 1 à 5 cm de diamètre leurs sont associés. L'ensemble est consolidé par un ciment argileux ou le plus souvent siliceux. Localement la formation est partiellement rubéfiée (le Champ du Pain, les Emprunts au NW de Saint-Plaisir), ou en totalité (bordure de la D 272, près de la ligne SNCF au Sud de Saint-Pierre-le-Moûtier) lui donnant une couleur rouge brique.

e5-7 Fe. **Argile à minerai de fer pisolitique ou en grains.** Le seul affleurement d'argile à minerai de fer pisolitique reconnu est lié à la faille NNE-SSW située au Nord de Coulevre séparant l'Hettangien (à l'Est), du Trias (à l'Ouest). Piégé dans une poche d'une vingtaine de mètres de diamètre, le minerai fut vraisemblablement exploité. Il ne reste aujourd'hui qu'une excavation en partie remblayée sur les bordures de laquelle subsistent de très nombreux pisolithes associés à un limon argileux ocre.

A l'Est de Saint-Pierre-le-Moûtier, vers l'Equarrissage, les champs sont constitués par des limons roux pétris de petits morceaux ferrugineux de 2 à 5 cm de diamètre. Ces éléments sont très souvent soudés entre eux par un ciment ferrugineux et constituent alors des blocs, mal agglomérés, atteignant 40 cm de diamètre. Localement, la charrue atteint des argiles grisâtres à verdâtres, ocres ou rouges.

e7-g2. **Ludien à Stampien.** Deux ensembles géographiquement distincts sont cartographiés sous cette notation : les calcaires du bassin de Coulevre en rive gauche de l'Allier, ceux de la bordure nord de la forêt de Chabet en rive droite.

• **Les calcaires du bassin de Coulevre**

Généralités

Le bassin de Coulevre est limité à l'Ouest par le prolongement de la grande faille méridienne Sancerre — Sancoins. A l'Est il n'atteint pas les berges de l'Allier, ni celles de son affluent de gauche la Bieudre. Il est cependant plus étendu que ne le laisse supposer la cartographie de ses affleurements. Le calcaire lacustre a en effet été rencontré sous 19,50 m de sables et argiles du Bourbonnais près de la limite de la feuille Sancoins, au lieu-dit "Les Genetais" sur le territoire de la commune de Lurcy-Lévis (sondage 1-6). Au Sud, il est présent à Gennetines, commune de Saint-Plaisir (sondage 5-17), masqué par la couverture p épaisse, à cet endroit, de 24 mètres.

Malgré l'étendue du bassin les conditions d'observation de la formation sont mauvaises. Les rares affleurements provoqués (talus artificiels ou anciennes carrières) ne suffisent pas à compenser la médiocrité des affleurements naturels toujours dégradés et fréquemment silicifiés.

Une description des calcaires de Coulevre à partir des éléments de surface serait sujette à des interprétations d'autant plus incomplètes ou erronées que des mouvements tectoniques et des ravinements ont bouleversé la géométrie initiale de la formation.

Les données stratigraphiques les plus complètes, qui n'ont d'ailleurs pu être traduites cartographiquement, sont fournies par un sondage (5-18) implanté au lieu-dit "la Prélaterie" sur le territoire de la commune de Coulevre.

Le sondage de la Prélaterie

La série calcaire repose sur le substratum triasique ou jurassique soit directement, soit par l'intermédiaire d'une formation argilo-sableuse rubéfiée, incluant des pisolithes de fer et puissante de quelques mètres.

De tels produits détritiques, parfois grossiers (1 cm de diamètre), s'observent à la base de l'ouvrage profond de 44,20 mètres. Les argiles

vertes sablo-graveleuses de base supportent une alternance calcaire-marneuse non fossilifère qui pourrait correspondre au Ludien moyen qui, à cette place, serait épais d'environ 10 mètres.

L'alternance, également calcaire-marneuse, qui succède, dépourvue d'éléments détritiques, riche en gastéropodes déterminés par C. Cavelier, à livré : petits hydrobiidés (très abondants), *Nystia* cf. *plicata*, *Nystia duchasteli*, *Bithynia mouthiersi*, *Bithynia epiedsensis* spécifiquement du Ludien supérieur. La charoflore de ces mêmes niveaux, déterminée par J. Riveline, a fourni : *Chara* sp. A., *Gyrogona caelata*, *Gyrogona oehlerti*, *Gyrogona caelata fasciata*, *Gyrogona caelata monolifera*, *Gyrogona wrighti*, *Stephanochara*, *Tolypella*, *Chara* gr. *friteli*, *Rhabdochara* cf. *cauticulosa*, qui caractérisent la partie moyenne ou supérieure de la zone de Benbridge et confirment ainsi un âge ludien supérieur.

A noter que les rares fossiles observés à la partie supérieure du Ludien sont fréquemment recristallisés et difficiles à identifier.

Au-dessus, les calcaires sont très blancs à pâte fine. Disposés en bancs de 0,30 à 0,60 m, d'épaisseur, ils alternent avec des niveaux décimétriques d'argile grumeleuse grisâtre à verdâtre et de marne blanchâtre.

Ils ont fourni quelques gastéropodes : *Potamides lamarki*, cf. *Hydrobia dubuissoni* vel *sandbergeri*, *Pseudamnicola* cf. *helicella*, *Lymnea* sp. (petite espèce allongée) et quelques hydrobiidés qui datent le Stampien supérieur. La charoflore associée, représentée par : *Gyrogona wrighti medicaginata*, *Psilochara* cf. *acuta* et *Chara* sp., appartient à la zone de Fontainebleau (Stampien supérieur).

Dans ce sondage la limite entre Ludien et Stampien est incertaine (marge d'imprécision d'environ 4 m) aussi ne peut-on attribuer que des épaisseurs approximatives à chacun des étages traversés soit 30 à 35 m pour le Ludien et 7 à 12 m pour le Stampien qui a pu subir une érosion plus ou moins marquée lors de la mise en place de la couverture déritique (p), atteignant, au sondage de la Prélaterie, 3 m d'épaisseur.

Les intercalations argileuses et marneuses

D'autres sondages implantés dans l'ensemble du bassin confirment l'alternance des différents termes lacustres : calcaires cohérents, marnes et argiles mis en évidence à la Prélaterie. Ils dévoilent en outre leur disposition lenticulaire.

Dans différents secteurs : les Gandons, les Dumys, marnes et argiles prennent de l'importance au détriment des calcaires.

La fraction argileuse des marnes blanchâtres et les argiles les plus fréquentes du bassin de Coulevre, de couleur généralement vert pâle sont constituées d'attapulgites.

Quelques minces intercalations de smectites recourent localement ces dernières. Moins fréquentes, des sépiolites sont également présentes dans les quelques passées d'argile brune feuilletée rencontrées en sondage

Lorsque leur épaisseur cumulée devient plurimétrique, ces marnes et argiles représentent un matériau marchand recherché pour ses propriétés absorbantes tant par l'industrie que pour ses usages domestiques.

Remarques sur l'âge des calcaires de Coulevre

L'examen des carottes du sondage de la Prélaterie indique sans ambiguïté l'existence de calcaires du Stampien supérieur reposant sur d'autres calcaires du Ludien supérieur eux-mêmes superposés à une base présomée représenter le Ludien moyen.

Les fossiles de la partie sommitale du Ludien portent des traces de recristallisation que l'on peut considérer comme témoins d'une période d'exondation. A noter que le Stampien inférieur n'est pas identifié.

Historiquement les calcaires de Couleuvre ont successivement été rattachés :

- au calcaire du Berry (niveau du calcaire de Brie) par E. Dagincourt ;
- au calcaire à potamides d'Ebrouil et de l'Auvergne par L. de Launay (Stampien inférieur ou Rupélien) alors que les déterminations de G. Dollfus l'assimilaient plutôt au calcaire de Beauce.

Plus récemment R. Rey (1964-1968) d'après l'étude des fossiles récoltés par A. Guillot, réfutait la présence de *Potamides lamarcki* et rapportait la totalité des calcaires de Couleuvre au Tongrien supérieur.

La présence de *Potamides lamarcki* à la Prélaterie atteste cependant de l'existence de sédiments stampiens indubitables à Couleuvre.

• **Les calcaires de la bordure nord de la forêt de Chabet**

En rive droite de l'Allier ces dépôts ont comblé un fossé limité à l'Ouest par la faille de Saint-Parize-le-Châtel (feuille à 1/50 000 Sancoins), à l'Est par une faille sub-parallèle à cette dernière passant par Azy-le-Vif mais qui n'a pu être matérialisée sur le terrain par manque d'observation.

Ces calcaires affleurent sur les pentes situées au Nord et à l'Est du château de Lorgue. Trois sondages (4-31, 4-26 et 4-24) implantés dans le forêt de Chabet les retrouvent respectivement aux cotes 217, 209 et 215, soit sous une épaisseur considérable (16 à 37 m) de matériel détritique noté p.

Les échantillons recueillis, tant à l'affleurement qu'en sondage, n'ont fourni aucun fossile. Aussi la notation retenue ne tient-elle qu'à une similitude de faciès avec les calcaires de la rive gauche (bassin de Couleuvre).

Compte tenu de ce que l'on connaît au Nord sur la feuille Sancoins, où la formation est notée e7g, il est toutefois fort probable que le Stampien supérieur n'est pas représenté sur cette rive.

g3-m1a. Oligocène terminal à Miocène. La partie supérieure de la série calcaire des Limagnes est représentée sur le territoire couvert par la feuille Lurcy-Lévis.

Les affleurements, rares, dispersés, d'extension réduite, sont généralement situés à proximité de l'Allier, sauf au voisinage de Chantenay-Saint-Imbert où ils prennent une certaine extension en rive droite de la rivière.

Le faciès le plus commun est une marne beige ou blanc verdâtre à blanc grisâtre, incluant une fraction variable d'éléments détritiques, essentiellement des quartz et des feldspaths, grossiers et abondants à l'amont (Bagneux), moins fréquents et de taille réduite à l'aval (la Tuilerie près RN 7, commune de Saint-Pierre-le-Moûtier). Dans ces marnes, les consolidations, en masses informes de toutes tailles ou en dalles sensiblement horizontales et d'épaisseur centimétrique à métrique, sont fréquentes.

Un bloc très dur, à l'aspect travertineux, extrait d'une fouille exécutée en rive droite de l'Allier, près du pont de la D 133, entre Villeneuve-sur-Allier et Bagneux, a fourni *Wenzia ramondi minor*, espèce représentative de la zone de Cournon (base de l'Oligocène supérieur soit Chattien inférieur g3).

La faune aquitaniennne m1a (moules internes de *Limnea subbulata*), originaire du lieu-dit la Tuilerie, déjà cité, et mentionnée dans la notice de la carte Saint-Pierre-le-Moûtier à 1/80 000 (édition 1888), n'a pas été retrouvée.

Sans argument autre que leur similitude d'aspect avec le matériel précédemment décrit, les calcaires issus des mauvais affleurements représentés par les anciennes excavations situées en rive gauche du ruisseau la Vilaine, près de la D 139, à 1 km au Sud-Est de Saint-Léopardin-d'Augy, ont été cartographiés sous la même notation compréhensive (g3-m1a).

p. Sables, silts, argiles et termes intermédiaires de couleur beige blanchâtre, rose verdâtre, saumon, lie-de-vin d'âge pliocène présumé.

• **Rive droite de l'Allier**

L'importante épaisseur de matériaux détritiques (37 m au sondage 4-26 en forêt de Chabet) qui reposent sur les calcaires lacustres à la cote 210-215 indique à l'évidence que les failles de Saint-Parize-le-Châtel et d'Azy-le-Vif, scellées à l'Eocène supérieur par les calcaires lacustres ludiens, ont joué postérieurement, créant ainsi un nouveau piège pour la formation p.

Les différentes coupes de sondage établies dans cette formation montrent une certaine homogénéité entre elles quant à la nature du matériel constitutif.

A la base on observe des sables grossiers, quartzo-feldspathiques au-dessus desquels repose un ensemble argileux, finement sableux, micacé (biotite et muscovite) épais de 5 à 8 m. Après un niveau d'argile lenticulaire brunâtre à noirâtre, riche en matière organique, également présent dans les sondages 4-24 et 4-25, on observe des argiles sableuses, micacées (muscovite) qui prennent des teintes saumon à violacé. Au-dessus le matériel détritique devient prépondérant, plus ou moins grossier, quartzo-feldspathique, ocre à rougeâtre alternant avec des silts argileux, grisâtres à verdâtres, très micacés et des niveaux pluridécimétriques d'argile compacte grisâtre. Toutefois, vers l'Ouest (sondage 3-33) les éléments détritiques se raréfient et sont remplacés par des argiles compactes, bariolées, mauve violacé et bleu verdâtre vers la base, cote 220. Il faut retenir pour cette formation l'abondance des micas et l'absence de galets dans le matériel détritique.

• **Rive gauche de l'Allier**

Limité à l'Ouest par le prolongement de la faille Sancerre - Sancoins ou ses satellites, la formation p, comme les calcaires lacustres du bassin de Coulevre sur lesquels elle repose le plus souvent, n'atteint pas vers l'Est les berges de la Bieudre, affluent de l'Allier.

Comme pour les failles de Saint-Parize-le-Châtel et d'Azy-le-Vif en rive droite de l'Allier, seul un mouvement post-Eocène supérieur ou Stampien supérieur de la faille Sancerre — Sancoins et de ses satellites, a pu permettre l'accumulation de plus de 20 m de sédiments.

Le sondage situé le plus au Nord (6-4) traverse la formation sur 24 m d'épaisseur et montre une série constituée par des sables grossiers, quartzo-feldspathiques, localement légèrement micacés, grisâtres, blanchâtres à verdâtres à rares lentilles d'argile verte. A l'inverse, les autres

sondages situés au Sud ou à l'Ouest du précédent indiquent la présence (24 m en 5-17) d'une argile sableuse, compacte, bariolée, rose saumon surtout vers la base, gris-beige et jaune-brun. Localement on observe une coloration rouge brique à lie-de-vin, avec une fraction de sable fin variable (cote 246-256). Au-dessus, les argiles sableuses prennent des teintes vert amande, beige, blanchâtre. Quelques coupes transversales effectuées à l'aide des sondages ont montré que ces dépôts détritiques ont parfois fortement raviné et même déblayé en totalité les calcaires lacustres sous-jacents pour se retrouver directement au contact du substratum jurassique.

• **Age de la formation**

Deux échantillons issus des niveaux riches en matière organique des sondages 4-24 (18,50 m de profondeur) et 4-25 (23,50 m profondeur) de la rive droite de l'Allier et dans une moindre mesure un troisième échantillon récolté dans le sondage 5-9 (8,50 m de profondeur) exécuté au lavoir de Couleuvre (rive gauche), ont fourni une microflore fossile ou abonde *Pinus diploxylon* (60 % environ des formes).

Les taxons représentés ont une large extension stratigraphique et l'ensemble du spectre palynologique, peu caractéristique, se différencie peu de celui des sables et argiles du Bourbonnais.

Cette flore se retrouve en effet de l'Oligocène supérieur au Pléistocène moyen. Toutefois les espèces chaudes du Miocène sont absentes. Compte tenu des indications et des données stratigraphiques et géométriques, la formation (p) recouvrant les calcaires du Stampien supérieur (rive gauche de l'Allier) et ceux du Miocène inférieur (rive droite), pourrait appartenir à une période indéterminée du Pliocène, antérieure au dépôt des sables et argiles du Bourbonnais qui l'entaillent.

PLIO-QUATERNAIRE

FL. Formation des sables et argiles du Bourbonnais. Les sables et argiles du Bourbonnais intéressent la moitié environ du territoire de la feuille Lurcy-Lévis. Généreusement répartis en rive gauche de l'Allier ils n'occupent, en rive droite, qu'une bande large de 2 à 3 km portant la localité de Chantenay-Saint-Imbert.

R. Boulanger, en 1844, en a donné (p. 218-224) la première description d'ensemble sous le nom de terrain tertiaire supérieur. Le long de l'Allier la formation se suit en rive gauche de la rivière de Randan (feuille Maringues) jusqu'à Bec d'Allier au confluent Loire -Allier. En rive droite elle n'apparaît qu'en bordure nord de la dépression du Boucé (Saint-Pourçain-sur-Sioule). Un peu en aval de ce secteur elle s'interstratifie avec une formation homologue et synchrone intéressant la vallée de la Loire pour former un vaste ensemble détritique occupant la presque totalité de l'interfluve Loire - Allier.

En rive droite de la Loire la formation est connue sur le territoire des feuilles Dompierre-sur-Besbre, Fours et Decize. En rive gauche elle se suit de Bec d'Allier à Saint-Bouize, en limite des feuilles la Charité-sur-Loire et Sancerre.

En dehors de ces secteurs elle n'est pas connue ou n'est pas identifiée comme telle.

Les premières éditions à l'échelle du 1/80 000 des cartes géologiques Gannat, Moulins, Saint-Pierre (le Moutier), publiées, la première en 1894, les autres en 1888, délimitent de façon assez précise l'extension de cette formation connue, depuis, sous le nom de sables et argiles du Bourbonnais.

Les premiers levés exécutés pour la cartographie géologique à 1/50 000 ont mis en évidence le caractère mixte, fluvial et lacustre, de leur sédimentation. D'amont et aval ces caractères se sont confirmés et ont permis à L. Clozier, auteur de la cartographie de la formation sur le territoire de différentes cartes avoisinantes, de distinguer plusieurs sous-ensembles lithostratigraphiques. Cette différenciation apparaissant à l'échelle du bassin n'est pas perceptible dans le cadre géographique limité du 1/50 000 Lury-Lévis. Les 20 sondages de reconnaissance à la tarière mécanique, implantés dans les sables et argiles du Bourbonnais de la rive gauche de l'Allier, plus spécialement ceux localisés près des bordures, ne mettent en évidence que deux lithofaciès constants :

- un horizon sablo-caillouteux (base de la formation) ;
- un ou plusieurs niveaux fluvio-lacustres, superposés à l'horizon sablo-caillouteux ou interstratifiés dans celle-ci.

• **Horizon fluvial sablo-caillouteux**

Corps sédimentaire principal des sables et argiles du Bourbonnais, il est constitué pour l'essentiel de sables quartzo-feldspathiques, hétérométriques, grossiers, mal roulés, dans lesquels s'individualisent d'autres sables, assez bien classés ceux-là, et disposés en strates peu épaisses bien nettes ou en loupes aux contours diffus. D'une passée à l'autre le calibre de ces sables interstratifiés peut varier du fin au très grossier. Le matériel fin est plus évolué, plus quartzueux, mieux lavé, débarrassé de la plupart des feldspaths qui subsistent plus volontiers dans les fractions grossières. Les gros éléments de cet horizon de base sont presque exclusivement des quartz et des silex disséminés dans la masse sableuse ou disposés en cordons soulignant ou recoupant les figures de stratification. On note une nette concentration des gros éléments à la base de la formation.

Les quartz sont blancs et généralement bien roulés ; leur taille la plus commune varie de 30 à 40 mm. Les silex, blonds à la cassure, sont moins bien roulés que les quartz mais de plus grande taille ; des éléments de 70 à 80 mm de taille maximale sont fréquents. Sous leur patine noire luisante, très caractéristique, apparaissent de nombreuses cupules de choc. Au front de taille des carrières sont parfois visibles quelques rares boules (galets ?) d'argile silteuse et micacée gris verdâtre, parfois brunâtre, et de rares roches volcaniques complètement décomposées, poudreuses, gris violacé, inidentifiables. Les roches grenues sont complètement arénisées et n'apparaissent plus à l'état cohérent.

Des silex de plus grande taille (jusqu'à 250 mm), en blocailles aux arêtes faiblement émoussées, ayant parfois l'aspect de dalles de 80 à 100 mm d'épaisseur, s'observent dans certaines carrières, inclus dans l'horizon sableux de base, assez souvent au toit des assises les plus caillouteuses. On les rencontre généralement dans les affleurements de bordure. Ils sont, semble-t-il, empruntés aux silicifications locales affectant toutes les formations du substrat. Les exploitations proches de Pouzy-Méssagy en sont assez riches.

Un matrice argileuse gris brunâtre ou rousse enrobe localement certains niveaux de l'horizon sablo-caillouteux. Parfois simple imprégnation provenant de l'altération *in situ* des feldspaths, la fraction argileuse peut, ailleurs, devenir plus importante, voire prédominante et constituer des petits niveaux argileux interstratifiés dans les sables comme fréquemment observé dans les sédimentations fluviales.

L'épaisseur des sables et graviers de base est très variable. Elle croît des bordures vers le milieu du chenal où la puissance du niveau fluviale s'établit en moyenne à une douzaine de mètres.

Des épaisseurs supérieures ne sont pas exceptionnelles mais semblent très localisées ; de plus elles paraissent compensées par une moindre puissance de l'horizon fluvio-lacustre sus-jacent.

En l'absence d'horizon fluvio-lacustre superficiel, la partie supérieure des dépôts sablo-caillouteux, lorsqu'elle est affleurante, témoigne d'une activité fluviale plus réduite qu'à la base de la formation. Les sables sont dans l'ensemble moins grossiers ; les figures de stratification obliques ou entrecroisées tendent à disparaître. Les graviers et galets, moins fréquents et plus petits qu'à la base, sont généralement disposés en minces cordons sensiblement horizontaux. Localement les silex noirs sont absents ; les grosses biocailles ont totalement disparu.

• *Horizon fluvio-lacustre supérieur : sables, silts, argiles*

A la séquence détritique relativement grossière de base, typiquement fluviale, succède, sans coupure marquée, une sédimentation plus calme où le régime fluviale, moins actif que précédemment, subit des influences lacustres d'intensité et de durée variables.

Les matériaux mobilisés par ce régime sédimentaire mixte sont des sables et des argiles, accessoirement des silts. Les sables sont fins à très grossiers, mal ou assez mal roulés pour les seconds, essentiellement quartzueux, accessoirement feldspathiques. Les argiles qui donnent leur couleur au matériau sont en général gris ou gris verdâtre, fréquemment marquées de taches, de marbrures ou de plages d'oxydation jaunâtres à brunâtres.

A la partie supérieure de l'horizon fluvio-lacustre le matériel argileux, à fraction sableuse, compact, prend l'aspect marbré gris jaunâtre des limons très évolués. Il supporte un sol limoneux, accessoirement sableux, de couleur beige blanchâtre lorsqu'il est sec, chargé localement de boulettes pulvérulentes d'oxydes de fer.

En profondeur, au-delà de deux mètres, sables et argiles sont moins intimement mélangés ; les variations lithologiques deviennent plus perceptibles, souvent soulignées par un changement de couleur.

L'épaisseur de l'horizon supérieur fluvio-lacustre varie de 1 à 5 m ; elle est le plus fréquemment comprise entre 2 et 3,5 m.

• *Horizon(s) fluvio-lacustre(s) intermédiaire(s)*

Localement la masse sablo-caillouteuse est coupée d'un, exceptionnellement de deux niveaux fluvio-lacustre(s) interstratifié(s), constitué(s), comme pour l'horizon supérieur, de sables hétérométriques, quartzueux, parfois feldspathiques, d'argiles généralement grises ou gris verdâtre, souvent jaunâtres à brunâtres. Plus rarement les teintes des argiles rappellent celles des terrains encaissants, tons pastel de la couverture tertiaire (p) : rose, saumon, vert pâle, ocre jaune ou rouge, gris clair, beige ou

blanchâtre, ou colorations plus accusées du Permo-Trias environnant : rouge brique, lie-de-vin ou vert. Les silts, moins fréquents que les sables et les argiles, sont également très diversement colorés comme ces dernières. Ils se distinguent par l'importance de la fraction micacée qu'ils recèlent.

Le mélange dans les proportions variables des trois constituants de base produit une grande variété lithologique n'intéressant que des niveaux minces ou lenticulaires qui ne peuvent être suivis ou corrélés d'un point à l'autre.

L'activité lacustre, attestée par l'existence locale de quelques litages millimétriques observés sur des échantillons silto-argileux et que l'on attribue généralement à une sédimentation soumise à un rythme saisonnier en milieu calme, a toujours été plus réduite que l'activité fluviale.

Les argiles présumées lacustres, suffisamment puissantes pour se prêter à exploitation, assez fréquentes dans l'aire d'influence de la Loire, ne se rencontrent qu'en un seul point du territoire de la feuille Lurcy-Lévis, au sondage 2-3 entre 13,50 et 15,00 m de profondeur.

L'épaisseur du niveau fluvio-lacustre intermédiaire (les épaisseurs cumulées dans le cas de deux niveaux) sont généralement comprises entre 2,50 à 4 m, variant de 1 à 6,50 mètres. Cette épaisseur maximale a été reconnue au sondage 2-3 déjà cité.

• *Age des sables et argiles du Bourbonnais*

Les indications chronologiques les plus significatives, généralement représentées par des restes fossiles de mammifères, de micromammifères ou de mollusques, font presque totalement défaut (une seule découverte significative) dans les sables et argiles du Bourbonnais, probablement détruites par l'acidité du milieu sédimentaire. Aussi l'âge de cette formation est-il, encore actuellement, l'objet de publications.

R. Boulanger (1844- p. 129) attribue un âge pliocène aux sables et argiles du Bourbonnais superposés au Tertiaire lacustre et contenant des basaltes originaires des volcans d'Auvergne.

Pour L. de Launay (1923- p. 103) ils seraient burdigaliens en raison de leur continuité (?) avec les sables de Sologne, mais l'auteur admet qu'un âge pliocène n'est pas à exclure.

Se basant sur la découverte de quartz bipyramidés, originaires des laves ponceuses de la nappe supérieure du Mont-Dore, R. Clochiatti et J. Tourenq (1971) rapportent la partie supérieure de la formation au Pliocène moyen et supérieur. Cette référence au volcanisme du Massif central, plus particulièrement mondorien, restera désormais l'argument principal de datation des sables et argiles du Bourbonnais.

Depuis cette date des mesures d'âge absolu par la méthode du potassium-argon ont été faites sur les laves de la grande nappe rhyolithique du Mont-Dore (ou nappe supérieure) supposée à l'origine des quartz bipyramidés inclus dans le Bourbonnais.

L. Clozier (notice des cartes géologiques Dornes et Sancoins à 1/50 000) signale différents travaux. Ceux de H. Bellon, R. Brousse, B. Mervoyer et S. Biais qui, en 1972, proposent pour cette émission un âge $3,2 \pm 0,2$ Ma portés, en 1973, à $3,32 \pm 0,24$ Ma par les deux premiers auteurs cités et ceux de J.C. Baubron et J.M. Cantagrel qui, en 1980, indiquent, pour la même nappe, un âge de 2,5 Ma. Signalons toutefois, que d'autres émissions ponceuses ont été à même de fournir des quartz bipyramidés. En 1977, J.C. Besson, Meng Hour Ly, J.M. Cantagrel, A. de Goër de

Hervé et P.M. Vincent rappellent que les trois nappes de ponces anté-quaternaires (7,5 - 4,7 et 3,2 Ma), signalées par la note de 1972 déjà citée, sont caractérisées par leur composition ryolithique avec présence constante de quartz bipyramidés

La crédibilité de la méthode implique donc que la parenté entre le minéral de référence prélevé dans le Bourbonnais et la roche-mère qu'on lui attribue soit indiscutablement établie.

Une autre méthode de datation est proposée par A. Chambaudet et J. Couthures. Douant de la fiabilité des datations obtenues sur les roches poncesuses par la méthode potassium-argon, ces auteurs ont obtenu, en 1981, par la méthode dite des traces de fission, six datations sur des sphènes prélevés par sondages dans les sables et argiles du Bourbonnais. Les âges moyens proposés varient de 2,86 à 3,41 Ma mais les valeurs extrêmes relevées, respectivement 0,88 à 16,6 Ma, incitent à une certaine prudence d'interprétation. A noter que tous les auteurs de travaux originaux datant les sables et argiles du Bourbonnais par les minéraux volcaniques qu'ils recèlent admettent une dispersion de ces éléments de référence par voie éolienne sous forme de nuées ardentes synchrones de la sédimentation.

Constatons que l'hypothèse est fort peu argumentée et qu'une alimentation par alluvionnement direct est plus vraisemblable compte tenu, d'une part, de la répartition des espèces minéralogiques dans le bassin bourbonnais; et d'autre part, de la localisation géographique des coulées supposées à l'origine des minéraux volcaniques de référence.

En conclusion, et compte tenu des réserves exprimées précédemment, la sédimentation de l'horizon supérieur des sables et argiles du Bourbonnais, incluant des éléments issus d'une émission ponceuse datée, selon les auteurs, de 3,32 à 2,5 Ma, serait intervenue postérieurement à la dégradation de cette roche-mère, à une période indéterminée se situant probablement à la fin du Pliocène.

Ces propositions complètent celles découlant des examens de la microflore pratiqués sur des échantillons d'argiles de la partie médiane de la formation.

Une étude palynologique, portant sur 4 échantillons d'argile prélevés dans les carrières de Diou et du Beaulon (Dompierre-sur-Besbre) et de Thiel-sur-Acolin (Moulins), a été effectuée en 1973 par J.J. Chateauneuf. Cette première étude a été complétée en 1980 par G. Farjanel à partir de nouveaux échantillons (13 en tout) prélevés par L. Clozier sur les anciens sites et sur de nouveaux : carrière de Montambert (Bourbon-Lancy) et sondages implantés sur le territoire des feuilles Lurcy-Lévis, Dornes, Nevers et Dompierre-sur-Besbre. Le nouveau matériel s'est parfois montré pauvre ou aphytique (carrière de Montambert et sondages de Lurcy-Lévis par exemple). Pour caractériser la flore du Bourbonnais il a été fait référence à la classification en groupes para-sociologiques définis par A. Brun (1971) dans le massif du Mont-Dore, région la plus voisine de la zone étudiée. Selon les comptages effectués, les formes de transition (1,7 à 6,6 % de l'ensemble) sont représentées de façon constante par *Tsuga*, et les formes tertiaires accessoires par *Pinus haploxylon*, *Carya*, *Pterocarya*, *Eucommia*, cf. *Castanea*. Parmi les arbres, les conifères (essentiellement *Pinus diploxylon*) sont majoritaires (jusqu'à 82,6 %). Les feuillus sont surtout représentés par *Alnus*, accompagné par *Ulmus* et *Betula*.

Les herbacées sont faiblement représentées alors que les Ptéridophytes sont souvent très abondantes en particulier aux carrières de Beaulon et de Thiel-sur-Acolin.

Selon J.J. Chateauneuf et G. Farjanel, cet ensemble végétal serait à rapporter au Prétiglien de l'échelle palynologique nordique de W.H. Zagwijn.

Enfin il convient de rappeler la molaire d'*Elephas meridionalis* dont l'existence est signalée par E. Chaput (1917). Si cette unique pièce paléontologique "trouvée à Randan", provient bien des carrières de la localité entaillant le Bourbonnais, la découverte intéresse la partie supérieure de la formation dont la sédimentation correspondrait alors au Tiglien de la chronologie climatique du Nord de l'Europe.

En conclusion, il est présentement permis d'avancer qu'aux argiles prétiigliennes (J.J. Chateauneuf et G. Farjanel) situées dans la partie médiane de la formation, au-dessus de la base grossière caillouteuse, succèdent des dépôts sableux tigliens (*E. meridionalis* de Randan), cette dernière proposition rejoignant celle de R. Clochiatti et J. Tourenq attribuant au Pliocène moyen à supérieur la partie terminale des sables et argiles du Bourbonnais.

QUATERNAIRE

Formations alluviales et morphologies associées

Le réseau hydrographique du territoire de la feuille Lurcy-Lévis appartient pour l'essentiel au bassin de l'Allier. Une petite partie située dans l'angle NE aboutit directement à la Loire. Le tracé des principaux collecteurs schématise assez bien les accidents tectoniques majeurs du secteur qui, très probablement, sont également à l'origine de la nette dissymétrie transversale qui affecte le val d'Allier et que traduit l'observation des différentes nappes alluviales.

Vallée de l'Allier

F. Surface d'érosion fluviatile. Un épisode fluviatile, essentiellement érosif selon les apparences, à marqué, à une altitude légèrement supérieure à celle des alluvions les plus anciennes, le toit des sables et argiles du Bourbonnais, y déterminant, de part et d'autre de la vallée, une surface à l'aspect caractéristique de terrasse alluviale.

Cependant, cette terrasse (au sens morphologique du terme) n'est constituée que de matériaux remaniés des sables et argiles du Bourbonnais sous-jacents.

Les roches volcaniques, en particulier les basaltes, témoins d'apports longitudinaux lointains, que l'on trouve en abondance dans les hautes terrasses de l'Allier (feuilles Maringues et Vichy) font, ici, totalement défaut.

Cet arasement prend naissance, à Chemilly, en rive gauche de l'Allier, sur le territoire de la feuille Moulins. Il ne semble pas se poursuivre en aval du Veudre. L'étranglement qui affecte la vallée de l'Allier au droit de cette localité a peut être joué un rôle dans la genèse de cette surface dont l'altitude relative au-dessus de la plaine alluviale de l'Allier est toujours comprise entre 25 et 30 mètres.

Fw. Les alluvions Fw ne subsistent qu'en témoins discontinus. En rive droite, ces vestiges très dégradés, dont l'altitude relative au-dessus de la plaine alluviale varie de 12 à 16m, sont présents jusqu'au hameau du Boudet ; absents au-delà ils ne réapparaissent qu'à l'aval du confluent Loire-Allier. En rive gauche les alluvions Fw sont moins dégradées ; leur altitude relative est établie à 20 m au-dessus de la basse plaine.

A l'exception de quelques témoins de rive droite reposant sur le calcaire lacustre (g3-m1a), les alluvions Fw sont emboîtées dans les sables et argiles du Bourbonnais et une bonne part de leurs constituants sont empruntés à cette formation : sables grossiers et galets de quartz auxquels s'ajoutent quelques silex. L'essentiel du matériau est toutefois constitué de galets de granite très altéré voire complètement décomposé et constituant alors l'abondante matrice de sables hétérométriques quartzo-feldspathiques. Les éléments volcaniques sont fréquents mais très altérés. On identifie quelques galets d'andésite et plus rarement des basaltes bien conservés.

Au hameau de Courbelou et à proximité, les alluvions Fw sont résiduelles et pelliculaires de part et d'autre d'une faille mettant en contact le Trias et l'Hettangien.

Fx. La nappe alluviale Fx n'est présente qu'en rive droite. Ses témoins situés au Sud-Est de Chantenay-Saint-Imbert, et dont l'altitude relative au-dessus de la plaine alluviale varie de 10 à 13 m, accusent une déclivité transversale assez marquée.

Ces alluvions sont essentiellement sableuses à forte dominante de matériaux volcaniques gris à gris noirâtre. Les gros éléments, généralement disposés en cordons ou en minces lits et dont la taille moyenne excède rarement 20 à 30 mm sont des quartz, des silex et quelques éléments volcaniques de type andésite. Fréquemment la masse sableuse est oxydée donnant au matériau de cette terrasse sa teinte foncée gris brunâtre caractéristique. Les meilleures observations peuvent être faites au Nord de Tresnay et au lieu-dit Le Moulin Neuf à proximité de la RN 7.

Les nappes alluviales Fx situées à l'Ouest de Saint-Pierre-le-Moûtier, d'altitude relative 11 à 12 m sont plus étendues, mais seraient peu épaisses selon les renseignements archivés au titre du code minier (sondage 3-15, 3-16 et 3-17) donnant respectivement 0,3-1,4 et 0,3 m d'alluvions.

Fy. Les alluvions Fy sont représentées de part et d'autre de l'Allier. En rive gauche elles sont dispersées en témoins isolés. Plus étendu, l'unique affleurement de rive droite est situé au SW de Chantenay-Saint-Imbert ; il domine la plaine alluviale de 4 à 7 mètres.

Les matériaux de la nappe Fy, dont l'épaisseur varie de 10 à 14 m (rive droite), sont des sables mélangés, non argileux, quartzo-feldspathiques et volcaniques incluant une fraction grossière (1/4 à 1/3 du sédiment global) représentée par des graviers et des galets, sains ou peu altérés, de quartz, de granite, de gneiss, de roches volcaniques noirâtres et de silex souvent peu transportés.

Fy-z-Fz. Les alluvions Fy-z et Fz ont une épaisseur généralement comprise entre 10 et 15 m.

Ce sont des sables non argileux, à dominante quartzo-feldspathique, débarrassés de leur éléments altérés, enrobant des éléments sains de quartz, granite, gneiss et silex. On y rencontre également quelques roches volcaniques. L'ensemble des gros éléments représente 30 à 40 % du tout venant.

Le niveau Fy-z, intermédiaire entre la nappe Fy et la plaine Fz domine celle-ci de 2 à 3 mètres.

Localement le matériel y est plus riche en éléments volcaniques.

Sur le territoire couvert par la feuille Lurcy-Lévis la basse plaine alluviale perd 13 m de l'amont vers l'aval passant de 197 à 184 m, ce qui représente une déclivité longitudinale proche de 0,5 ‰.

Autres vallées

Fy-z. Alluvions des cours d'eau d'importance secondaire. Toutes ces alluvions sont riches en sable quartzo-feldspathique fourni par les sables et argiles du Bourbonnais, la couverture (p) et le Trias.

Les gros éléments sont en général des quartz bien roulés, plus rarement des petites blocailles siliceuses émoussées d'origine locale. Dans l'angle sud -ouest du territoire cartographié on trouve parfois en lit vif de quelques collecteurs (ex. : ruisseau de Civrais) des grosses blocailles siliceuses empruntées aux diverses silicifications qui affectent les formations de ce secteur.

La partie supérieure de ces alluvions (alluvions holocènes Fz ?) est le plus souvent constituée d'argiles à fraction sableuse variable, gris noirâtre à brun noirâtre, à fréquentes taches d'oxydation. Localement, à proximité immédiate des calcaires lacustres, les sols des plaines alluviales sont carbonatés.

Colluvions et complexes de formations superficielles

CF. Colluvions et alluvions indifférenciées. Les dépôts de ce type assurent la transition entre les colluvions (C) qui occupent le cours amont des petits collecteurs et les alluvions proprement dites. Sont cartographiés également sous cette notation les dépôts de caractères parfois marécageux, largement étalés en amont des petits obstacles naturels, ou accumulés dans les dépressions.

Quelques fosses peu profondes entaillent le niveau supérieur des dépôts CF. Les matériaux que l'on observe sont identiques ou presque à ceux des alluvions actuelles, essentiellement des argiles plus ou moins sableuses, de couleur grisâtre, fréquemment oxydées. Disséminés dans l'argile, ou disposés en strates distinctes, les débris végétaux y sont toutefois plus abondants.

c. Colluvions des fonds de vallons. Ces dépôts occupent le fond en berceau des vallons secs constituant la partie amont des collecteurs d'importance secondaire. En raison de leur intérêt limité en tant que source de matériaux ils sont mal connus.

Quelques abreuvoirs peu profonds entaillent des matériaux d'origine strictement locale dont la disposition n'indique aucun transport longitudinal.

B. Limons dérivés pour l'essentiel des formations du substratum. Dans l'angle nord-ouest de la feuille, au Nord de Limoise et au Sud d'Azy-le-Vif en bordure de la feuille Dornes, les terrains triasiques sont recouverts, en position de plateau, par un manteau argilo-limoneux épais de quelques décimètres à trois ou quatre mètres. Cette formation, de couleur jaunâtre, observée en talus, silto-limoneuse en surface, devient de plus en plus argileuse en profondeur. En outre elle renferme de nombreux éléments centimétriques de grès ferrugineux. Ces "limons" passent très

progressivement au substratum sous-jacent. Il s'agit sans nul doute d'une altération sur place de la roche-mère.

Au Nord de Bruyères-des-Granges, on observe toutefois un cailloutis polygénique, peu roulé, allochtone, constitué de quartz, de sable quartzo-feldspathiques, de grès et de beaucoup de roches silicifiées à l'aspect bréchoïde, de silix, l'ensemble enrolé dans une matrice argilo-sableuse.

On observe également au Nord de Pouzy-Mesangy, des terrains très argileux, renfermant de nombreux éléments siliceux pouvant atteindre 10 cm de diamètre associés à des galets d'origine inconnue.

Sables granitiques reconnus localement

Le sondage 7-8 exécuté au lieu-dit les Ombres sur la commune de Saint-Léopardin-d'Augy a rencontré superficiellement 2,5 m de sables quartzo-feldspathiques et de galets de granite complètement arénisés.

Une petite fouille située à 2,5 km au Nord-Ouest de Couzon, en bordure de la route de Limoise (lieu-dit Bois Blanc) montre sur une épaisseur d'environ 3 m des éléments semblables très oxydés, dépourvus de silix, incluant de rares quartz.

Ces matériaux superficiels forment de petits affleurements dont l'extension réelle est masquée par le sol limoneux environnant. L'existence d'autres affleurements de ce type est probable.

L'âge et l'origine de ces matériaux ne sont pas connus. Reposant sur le Trias en bordure des sables et argiles du Bourbonnais ils n'ont pas l'aspect de ceux-ci et témoignent probablement d'un épandage détritique plus ancien.

Silicifications

Les terrains occupant l'angle sud-ouest du territoire de la feuille de Lury-Lévis sont affectés par d'intenses silicifications qui s'observent dans un vaste secteur triangulaire limité, à l'Ouest par le prolongement de la grande faille Sancerre — Sancoins, au Nord par le parallèle de Pouzy-Mesangy et au Sud-Est par une ligne joignant cette localité à la rive orientale de la forêt de Civrais.

Les silicifications, dont l'origine diagénétique est soulignée par la conservation des textures originelles des lithofaciès, affectent indifféremment le Permo-Trias, le Jurassique et les calcaires lacustres tertiaires.

De nombreux sondages de reconnaissance ont permis de constater qu'elles sont liées à la topographie, telle que nous la connaissons actuellement.

Il est apparu, plus particulièrement pour ce qui concerne les calcaires lacustres, objets d'une attention particulière, qu'un niveau, silicifié à l'affleurement sur les pentes, s'avérait généralement meuble et non induré lorsque l'investigation était pratiquée par sondages à travers la couverture (p), à partir du plateau ou des interfluves.

Lorsqu'elles se manifestent les silicifications internes d'une formation sont d'extension, de fréquence et d'intensité très réduites comparées à celles de ses affleurements, comme l'ont confirmé quelques sondages carottés.

Ces observations tendent à suggérer une silicification tardive, contemporaine ou postérieure au modelage du relief actuel. Toutefois, à l'encontre de cette orientation il faut signaler que le phénomène n'a pas

été observé dans les formations détritiques les plus récentes (p et FL) respectivement d'âge pliocène et plio-quaternaire.

L'origine des silicifications reste hypothétique. Leur localisation dans un secteur très affecté par la tectonique laisserait supposer la contribution d'une activité hydrothermale considérable en relation avec les accidents d'importance régionale (faille Sancerre - Sancoins) ou locale (failles secondaires). Mais une origine strictement climatique n'est pas à exclure compte tenu de leur caractère relativement superficiel et peu puissant. Rien n'indique d'ailleurs que toutes les silicifications sont contemporaines les unes des autres, les conditions favorables à ces mutations épigéniques ayant pu se répéter.

TECTONIQUE

Structure

Le territoire couvert par la feuille Lurcy-Lévis représente une région de plate-forme occupant une position intermédiaire entre le bassin de Paris et les Limagnes. L'ensemble des formations rencontrées constitue une série monoclinale subhorizontale ou très faiblement pentée et seule la fracturation vient perturber cet agencement.

La feuille se situe sur le prolongement sud du fossé de la Loire, vaste fossé d'effondrement subméridien d'âge probablement éocène supérieur - oligocène qui, dans le Nivernais et le Sancerrois, guide le cours de la Loire.

Les grandes fractures qui découpent ce secteur présentent éventuellement des directions subméridiennes.

A l'Ouest, le faisceau de fractures de Sancoins constitue le prolongement sud de la faille Sancerre. Cette faille se poursuit au-delà du territoire de la feuille Lurcy-Lévis par l'accident de Theneuille.

Elle entraîne l'abaissement du compartiment est, son rejet vertical apparent peut être évalué à 170 mètres. Les terrains les plus récents affectés par cet accident sont constitués par les calcaires lacustres d'âge ludien à stampien observés à l'Ouest de Lurcy-Lévis. Un jeu normal d'âge oligocène peut lui être attribué par une triple signature : magnétique, gravimétrique et sismique (N. Debéglija et S. Debrand-Passard, 1980). Les données géophysiques permettent de prolonger l'accident de Sancerre - Sancoins par la faille de Theneuille séparant le bassin permien de Bourbon-l'Archambault à l'Est des massifs granitiques de Cérilly et Montmarault à l'Ouest.

Cette fracture apparaît ainsi étroitement conditionnée ou guidée par une discontinuité du socle qui a pu fonctionner en cisaillement senestre dès le Wesphalien (C. Castaing *et al.*, 1984).

A l'Est, le prolongement sud de la faille de Saint-Parize-le-Châtel s'observe jusqu'au niveau de l'Allier sur la feuille Lurcy-Lévis. Cet accident de direction NNE-SSW constitue pratiquement le rebord oriental du fossé de la Loire, il introduit également un affaissement du compartiment oriental. Cette faille met en contact le Lotharingien et les marnes et calcaires lacustres du Nivernais d'âge possible éocène supérieur à oligocène inférieur. Cette structure est cachetée par un recouvrement argilo-détritique noté p (sables et argiles de Saint-Parize-le-Châtel sur la feuille Sancoins).

Au Nord de la feuille, à l'Ouest de Saint-Pierre-le-Moûtier et région de Livry, deux fractures NNW-SSE se marquent également par un jeu apparent normal avec abaissement du compartiment oriental.

Au Sud, le Permien constitue un horst limité par des fractures NNE-SSW et N-S.

Analyse structurale

Bien que les conditions d'affleurement ne soient pas a priori très favorables aux études tectoniques (dépôts superficiels et topographies molles), cette région a fait l'objet de plusieurs études microstructurales de la fracturation (S. Debrand-Passard et Y. Gros, 1980 ; Y. Gros et P. Martin, 1981 ; F. Bergerat, 1984 ; J. Lorenz *et al*, 1984 ; G. Lerouge *et ai*, 1986). Les résultats de ces travaux sont très proches et plusieurs épisodes de déformation cassante, correspondant à plusieurs états de contrainte, peuvent être distingués.

Une distension N-S

Dans l'Autunien s'observent de très nombreuses failles dont le jeu normal est la manifestation d'une phase de distension. Ces failles normales présentent une orientation comprise entre ENE-WSW et NW-SE. Les pendages de ces structures sont de l'ordre de 30 à 60°, dirigés tantôt vers le Nord, et tantôt vers le Sud. Les stries portées par ces failles sont généralement disposées suivant la ligne de plus grande pente des plans ; le mouvement en faille normale est donc très probablement synchrone de la formation des fractures. Ces fractures peuvent être jalonnées par des injections de grès (mine de l'Aumance), ces injections ou filons clastiques s'effectuent aussi bien latéralement que de haut en bas ou de bas en haut (Y. Paquette, 1980). La majorité des auteurs admet que de tels phénomènes se sont formés pendant la diagenèse et la compaction des sédiments. La distension N-S apparaît ainsi syndiagenétique, elle peut être rapportée à la fin de l'Autunien.

Une distension E-W

Sur les plans de failles normales créés lors de la distension N-S, une deuxième génération de stries présente une direction moyenne ESE-WNW. Ces stries caractérisent toujours un mouvement à forte composante horizontale dextre et senestre. Dans les formations plus récentes, notamment dans l'Hettangien (carrière de Claire-Fontaine au NE du Veudre) cette distension génère des petites failles normales de direction N 10° à N 70°E à pendage faible dirigé vers l'Est ou vers l'Ouest. Cette distension affecte le Permien et les terrains liasiques mais elle ne s'observe pas dans les formations plus récentes. Un âge jurassique inférieur peut lui être attribué (Y. Gros et P. Martin, 1981).

Une distension N-S

Cette distension se ressent dans l'ensemble des formations mais les observations ont été effectuées plus particulièrement dans l'Hettangien (G. Lerouge, 1984). Les structures induites par cet épisode correspondent à de petites failles normales de direction N 70° à N 130°E à pendage nord ou sud. Les stries portées par ces plans indiquent une direction d'extension comprise entre N 160°E et N 20°E. Un âge jurassique supérieur à crétacé peut être attribué à cet épisode distensif (G. Lerouge, 1984).

Une compression N-S

Des systèmes de décrochements conjugués dextres NW-SE à NNW-SSE et senestres NE-SW s'observent dans les formations calcaires (carrière de Claire-Fontaine). L'état de contrainte lié à ces décrochements se caractérise par des contraintes principales maximales et minimales sub-horizontales respectivement N-S et E-W (S. Debrand-Passard et Y. Gros, 1980 ; J. Lorenz *et al.*, 1984). A ces fractures est associée une intense stylolithisation (pics stylolithiques N-S) et la formation de fentes d'extension N-S.

Une distension ENE-WSW

Postérieurement à l'épisode compressif, la région est soumise à une distension ENE-WSW qui provoque le fonctionnement en failles normales des fractures subméridiennes. Cette distension est responsable du jeu en faille normale des grandes structures qui s'observent sur le territoire de la feuille Lurcy-Lévis. C'est notamment le cas pour les failles de Sancoins et de Saint-Parize. Cette distension à l'origine de la formation du fossé de la Loire semble guider la répartition des dépôts lacustres d'âge ludien à stampien qui s'orientent suivant des directions N-S à NE-SW.

Un âge éocène supérieur à oligocène peut lui être attribué (S. Debrand-Passard et Y. Gros, 1980 ; J. Lorenz *et ai*, 1984 ; F. Bergerat, 1984).

Une compression WNW-ESE

Cet épisode est peu marqué, il se caractérise par des rejeux en coulissement senestre des décrochements NW-SE apparus lors de la compression N-S.

Une distension NW-SE

Dans les formations sablo-argileuses du Bourbonnais dont l'âge est de 2,5 Ma environ ont été observées sur une dizaine de mètres des failles normales dont le rejet, variable selon les points d'observations, peut atteindre 60 cm (carrière de Lurcy-Lévis : $x = 646,675$; $y = 193,450$ et Chantenay-Saint-Imbert : $x = 663,375$; $y = 194$). L'orientation de ces failles normales varie de NNE-SSW à ENE-WSW avec un pendage de 60° à 70° E, dirigé tantôt Nord et tantôt Sud. La direction d'extension, déduite de ces systèmes simples de fractures, apparaît de direction NW-SE à NNE-SSW. Un âge pliocène supérieur (fin Reuverien à début Prétiglien) est proposé pour cette distension (L. Clozier et Y. Gros, 1985).

Régime tectonique actuel

Des rejeux actuels sont connus le long de la faille de Sancerre-Sancoins. Ils s'expriment par des séismes de magnitude 3 à 3,5, région de Sancerre (P. Godefroy, 1980). Le calcul de ces mécanismes au foyer se caractérise en mouvement éventuellement décrochant senestre avec une composante verticale qui induit l'abaissement du compartiment ouest.

RESSOURCES DU SOUS-SOL

HYDROGÉOLOGIE

Les caractéristiques hydrogéologiques des principaux terrains affleurant sur le territoire de la carte dépendent essentiellement de leur faciès et des accidents tectoniques (failles, cassures...). La hauteur d'eau annuelle de pluie efficace, disponible pour l'alimentation des aquifères et le ruissellement, est de l'ordre de 300 mm.

Sables, grès et argiles rouges de l'Autunien - Saxonien

Peu de renseignements sont disponibles concernant ces terrains, généralement réputés peu perméables à cause de la présence de nombreux niveaux argileux ; seuls quelques puits fermiers, peu profonds, exploitent cette nappe.

Formations du Jurassique, du Trias et du Lias

Des études hydrogéologiques ponctuelles pour l'alimentation de certaines communes de la région, signalent plusieurs sources au débit voisin de 11/s.

Quelques sondages ont fait apparaître deux niveaux aquifères de quelques mètres d'épaisseur, séparés par une couche d'argile compacte. Dans certains cas la nappe est en charge. Le débit obtenu en pompage a été de l'ordre de 20 m³/h par ouvrage.

En l'état actuel des données disponibles, une estimation de la ressource reste difficile à appréhender : il faudrait préciser s'il ne s'agit là que de nappes captives localisées dépendant de structures lenticulaires sablo-gréseuses réparties dans la masse d'argile et de grès compacts imperméables.

Cependant, un ouvrage récent, exécuté sur la commune de Limoise (Allier), au lieu-dit La Garde, donne des résultats qui laissent supposer que ces formations du Trias peuvent fournir des débits d'exploitation intéressants ; en effet, l'approfondissement d'un ancien puits par forage à 120 m de profondeur a rencontré entre 39 et 54 m un niveau gréseux aquifère capable de fournir un débit d'exploitation de 35 m³/h environ. Les résultats de l'analyse chimique conduiraient à attribuer une origine relativement superficielle à une eau qui apparaît incrustante et peu filtrée.

Les calcaires du Lias donnent naissance à des sources abondantes (10 à 20 l/s), principalement en Nivernais, à la limite du département de l'Allier.

Formations oligocènes

Les horizons aquifères de ces terrains présentent une certaine discontinuité due à des variations incessantes et mal connues des faciès auxquelles s'ajoute l'influence de la tectonique.

L'étude de ces terrains est a priori difficile et de peu d'intérêt pour l'alimentation des collectivités, surtout si l'on considère la qualité des eaux de minéralisation élevée.

Les sables et graviers du Bourbonnais

De nature géologique et de puissance variables, le système aquifère de ces formations est dans son ensemble mal connu. Quelques sources qui apparaissent au contact des marnes oligocènes ont un débit le plus souvent inférieur à 1 l/s. Seuls des puits fermiers exploitent la nappe avec de faibles débits.

Formations alluviales quaternaires

Elles constituent le principal réservoir d'eau souterraine du territoire de la carte ; cependant, du point de vue hydrogéologique, il y a lieu de distinguer les alluvions anciennes des alluvions modernes.

Alluvions anciennes. Les renseignements concernant l'épaisseur de l'aquifère et sa productivité sont très fragmentaires ; a priori l'intérêt de ces nappes est restreint compte tenu de leur position par rapport à la rivière qui exclut la possibilité de réalimentation induite. Les débits que l'on peut espérer y trouver sont, dans le meilleur des cas, de quelques m³/h.

Alluvions modernes. Elles constituent un ensemble cohérent, principal magasin de la nappe alluviale. L'épaisseur de la nappe augmente progressivement d'amont en aval, passant en moyenne de 8 m dans la région de Bagnaux, à 10 m dans la région du Veudre. Le débit spécifique des ouvrages peut atteindre 90 à 100 m³/h. Ces ouvrages situés à Bagnaux et au Veudre desservent le syndicat Nord-Ailier. La consommation globale moyenne est de l'ordre de 1 200 000 m³/an à Bagnaux et de 520 000 m³/an au Veudre. Le syndicat de la Sologne bourbonnaise (Nièvre) est desservi par un puits unique situé en rive droite de l'Allier, au lieu-dit la Ferté, sur la commune de Chantenay-Saint-Imbert ; l'ouvrage d'une dizaine de mètres de profondeur est exploité au débit de 70 à 80 m³/h. Les prélèvements atteindraient 350 000 m³/an. Il faut signaler le risque important de colmatage des ouvrages dû à une granulométrie des alluvions beaucoup plus fine que celles des zones situées en amont de Moulins ; deux forages de reconnaissance situés sur la rive gauche du ruisseau de Jour ont donné lieu à des pompages succincts sans précision de résultats.

SUBSTANCES UTILES

Huiles et gaz

La présence de produits bitumineux et de venues gazeuses a été signalée dans l'ancien sondage de la Ferté, vers Chantenay-Saint-Imbert, aux profondeurs 302,10-302,89 m (marnes du Trias) et 711,50-745,53 m, puis jusqu'à 1 006,75 m (niveaux stéphano-permiens).

Uranium

Des occurrences uranifères ont été rencontrées au sol, sous la forme d'indices, et en sondages, dans les terrains autuniens du Sud de cette feuille (Ouest de Saint-Plaisir entre Franchesse et Couzon).

Gypse

Du gypse a été découvert dans les formations du Trias en 1832, près du hameau des "Charmes" situé à 4,5 km à l'Ouest de Lurcy-Lévis.

Sa mise en exploitation en souterrain (puits -descenderies -galeries) a suivi de près sa découverte. Dès 1840, la production atteignait 4 000 t/an.

Après avoir été poursuivie pendant plus d'un siècle, l'exploitation a cessé en 1948. Durant les périodes d'activité les plus intenses, de 1880 à 1914 et de 1919 à 1924, les niveaux de production atteints étaient de l'ordre de 10 000 t/an.

Une couche unique, sub-horizontale, de 2,5 m d'épaisseur, fut exploitée en souterrain, couvrant une superficie d'une vingtaine d'hectares d'un seul tenant. La production totale estimée est de l'ordre de 600 000 t, le gypse étant essentiellement destiné à la fabrication de plâtre (plusieurs fours artisanaux : lieu-dit "La Plâtrière").

Kaolin

A la Barre, sur la commune de Livry, les Ets Genty exploitent depuis 1929, dans une carrière à ciel ouvert deux couches de sable kaolinique attribué au Rhétien utilisé dans les industries de la céramique (porcelaine, faïence, carreaux et sanitaire). Actuellement, plus de 20 000 tonnes sont extraites par an. Ce même niveau a été exploité autrefois en carrière souterraine au Pont du Veurdre, et à ciel ouvert, sur la bordure ouest de la forêt de Chabet, au Sud d'Azy-le-Vif.

La porcelainerie de Coulevre aurait utilisé à ses débuts, vers 1788, des argiles issues des formations p et FL, prélevées notamment aux domaines des Blanchet et du Taillis de la Grenouille (Nord-Est de Coulevre). Plus tard, elle s'est approvisionnée en kaolin à Livry dans la Nièvre (carrière de la Barre) ; enfin, à Echassières et à Saint-Yrieix dans la région de Limoges.

Calcaire

Au pont du Veurdre, en rive droite de l'Allier, les calcaires hettangiens ont été exploités jusqu'en 1954 pour la fabrication de granulats. Quelques bancs de calcaire jaunâtre, à pâte fine, situés à la partie supérieure de la formation étaient exploités comme moellons de construction.

A Livry, ainsi qu'à l'Ouest de Lurcy-Lévis, ces mêmes calcaires ont servi essentiellement à la fabrication de granulats.

Argiles

Les argilites rouges du Trias ont été exploitées pour la confection des briques au lieu-dit Bomplein, à l'Ouest de Couzon.

Sables et graviers

Les alluvions quaternaires de l'Allier et les sables et argiles du Bourbonnais représentent deux sources potentielles de matériaux sablo-graveleux :

- les premières, exploitées à le Veurdre fournissent des matériaux lavés pour la construction ;
- les seconds, recherchés en tant que remblais, sont l'objet de multiples exploitations dont l'activité est tributaire des besoins locaux.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES PROFONDS ANCIENS

Chantenay-Saint-Imbert, lieu-dit "La Ferté" (Code minier : 4-02)
x = 662,300 ; y = 192,100 ; z = 200, exécuté entre 1933 et 1935 pour
rechercher du pétrole. Les terrains recoupés ont été interprétés ainsi :
de 0 à 16 m : sables et alluvions de l'Allier
16 à 126,90 m : Pliocène, argiles avec rognons de calcaire
126,90 à 306,20 m : Autunien rouge probable, argilo-gréseux
306,20 à 1079,70 m : Stéphanien à conglomérats, grès, argiles, jusqu'à la cote altimétrique - 880

Chantenay-Saint-Imbert, lieu-dit "Le Billard" (Code minier : 4-01)
x = 664,500 ; y = 194,600 ; z = 215, exécuté entre 1920 et 1921 pour
rechercher de la houille. L'étude détaillée de ce forage a été réalisée par
P. Termier :
de 0 à 88 m : Pliocène, argiles sableuses et sables
88 à 257 m : Trias, argiles et marnes bariolées, parfois gypseuses avec bancs de grès
257 à 912,90 m : Permien, alternance d'argiles rouges, grès, schistes noirs
912,90 à 952,20 m : terrain cristallin : mylonite verdâtre à bariolée jusqu'à 930 m passant graduellement à un microgranite blanc verdâtre

Azy-le-Vif, forêt de Chabet (Code minier : 4-22) x = 666,500;
y = 219,820; z = 230, exécuté de 1918 à 1919 pour rechercher de la
houille, coupe détaillée réalisée par J. Dareste de la Chavanne :
de 0 à 90,90 m : Pliocène, argile sableuse et marnes blanches à verdâtres
90,90 à 131 m : Lias moyen, Domérien : marnes gris-bleu, micacées
131 à 143 m : Lias moyen, Pliensbachien : calcaires marneux gris-bleu
143 à 177 m : Lias inférieur, Lotharingien (5 m), calcaires gris-bleu
177 à 198 m : Infralias, Hettangien (13 m) ; calcaires gris. Rhétien, arkose sableuse kaolinique, marnes et argiles
198 à 369 m : Trias, alternance de marnes, argiles à passées de gypse
369 à 743,90 m : Permien (Saxonien ?) probablement 294 m d'Autunien rouge et 81 m d'Autunien gris partiellement traversé jusqu'à la cote altimétrique - 514.

Le sondage tarière (4-26), très proche, a rencontré à la cote altimétrique + 209 des marnes et calcaires attribués au Ludien ou au Stampien (e7-g2) visibles à l'affleurement un peu plus au Nord. L'attribution au Pliocène d'une épaisseur de 90 m de sédiment, proposée par Dareste de la Chavanne est donc une interprétation erronée.

De même, il est probable que l'épaisseur de 110 m attribuée au Pliocène dans le sondage de "La Ferté" est également inexacte. Les rognons calcaires signalés dans ce niveau appartiennent plus vraisemblablement à la série lacustre des Limagnes noté g3-m1a.

BIBLIOGRAPHIE

BAUBRON J.C., CANTAGREL J.M. (1980) - Les deux volcans des monts Dore (Massif central français) ; arguments chronologiques. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, Volcanologie.

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

BELLON H., BROUSSE R., MERVOYER B., BLAIS S. (1972) - Age absolu du massif volcanique du Mont-Dore. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 274, sér. D, p. 2740-2743.

BELLON H., BROUSSE R. (1973) - Age des formations volcaniques périphériques situées au Nord du massif du Mont-Dore. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 277, sér. D, p. 707-708.

BERGERAT F. (1984) - La fracturation nivernaise : influences bourguignonne et centralienne sur la structuration du Nivernais. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, vol. 21, n° 4, p. 27-31.

BESSON J.C., MENG HOUR LY, CANTAGREL J.M., de GOËR de HERVÉ A., VINCENT P.M. (1977) - Une coulée de ponces post-villafranchiennes sur le versant oriental du Mont-Dore (Massif central français). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 284, sér. D, p. 1875-1878.

BONNION S. (1983) - Structuration du bassin houiller de l'Aumance (Allier). Analyse structurale des dépôts de charbon et stérile, géophysique. Thèse univ. Dijon, 268 p., 190 fig.

BONNION S., COUREL L., GELARD J.P., PAQUETTE Y. (1983) - L'organisation des dépôts de charbon et de stérile dans le bassin de l'Aumance (Allier) : tectonique synsédimentaire et syndiagénétique. *Mém. Géol. Univers. Dijon*, n° 8, p. 87-97, 8 fig.

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.*, le série, t. V, p. 472-482.

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

BROUSSE R., LEFEVRE C. (1966) - Nappes de ponces du Cantal et du Mont-Dore. Leurs aspects volcanologique, pétrographique et minéralogique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7e série, t. VIII, p. 223-245.

BRULHET J. (1982) - Le bassin de Bourbon-l'Archambault, exemple des relation tectonique -sédimentation -climat régissant la vie d'un bassin autunien du Nord du Massif central. Rapport inédit COGEMA, 30 p. 17 fig.

BRULHET J., GUILLERON F., UGI I., LAVERSANNE J., PRATO H., TEDESCO C, ZIEGLER V. (1980) - Gisements d'uranium dans le Permien d'Europe. 26e C.G.I., excursion C095, p. 15-18, 2 fig.

CANTAGREL J.M., BAUBRON J.C. (1983) - Chronologie des éruptions dans le massif volcanique des monts Dore (méthode Potassium —Argon). Implications volcanologiques. *Géologie de la France*, Ed. BRGM, n° 1/2, p. 123-142.

CAPUS G. (1979) - Matières organiques et minéralisations uranifères : exemples des bassins permio-carbonifères de l'Aumance (Allier et de Lodève (Hérault)). Thèse, Nancy, 374 p., 57 fig., 59 tabl.

CASTAING C. avec la collaboration de AUTRAN A., DELPONT G., TURLAND M. (1984) - Evolution des différents contextes tectoniques et géodynamiques du socle du bassin de Paris depuis le protérozoïque. Nouvelles hypothèses sur la nature de l'anomalie magnétique. Colloque national. Programme géologie profonde de la France. Thème 2. *Doc. BRGM*, n° 81-2.

CHAMBAUDET A., COUTHURES J. (1981) - Datations par traces de fission de gisements plio-pléistocènes de la périphérie des monts Dore (Massif central, France). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 293, sér. II, p. 67-72.

CHAPUT E. (1917) - Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire. Thèse université de Lyon.

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

CLOZIER L., GROS Y. (1985) - Présence de failles normales dans les sables et argiles du Bourbonnais d'âge pliocène supérieur (Nord du Massif central). Essai d'interprétation. *Géologie de la France*, n° 4, p. 395-398, 2 fig.

CONNAN J., LANDALS P. (1980) - Relation uranium - matière organique dans deux bassins permien français : Lodève (Hérault) et Cérilly -Bourbon-l'Archambault (Allier). *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine*, 4,2, p. 709 à 757,23 fig.

COQUEL R., DOUBINGER J., LOBOZIAK S. (1975) - Les microspores guides du Westphalien à l'Autunien d'Europe occidentale. *Revue Micropaléontologie*, vol. 18, n° 4, p. 200-212, 2 tabl.

COUREL L. (1970) - Trias et Rhétien de la bordure nord et est du Massif central français - modalités de la transgression mésozoïque. Thèse Doctorat és Sc., Dijon., 3vol.

COUREL L. (1982) - Les faciès de transgression du Trias sur la bordure nord-est du Massif central français. *Geologische Rundschau*, 71, 3, p. 773-781, 4 fig.

COUTHURES J., PASTRE J.F., VILLEMANT B. (1982) - Les nappes de ponces des monts Dore (Massif central, France) : arguments chronostratigraphiques et géochimiques. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 295, sér. II, p. 1165-1168.

DARESTE de la CHAVANNE (1919) - Feuille de Bourges au 1/320 000 (feuille de Saint-Pierre au 1/80 000). *Bul. des serv. de la carte géol. de Fr. et des topographies souterraines*. n° 140, t. XXIV, p. 19-32.

DEBGLIA N., DEBRAND-PASSARD S. (1980) - Principaux accidents tectoniques issus des corrélations entre les données de géophysique et les données de terrain (au sens-large), dans le Sud-Ouest du bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.* (7), t. XXII, n° 4, p. 639-646.

DEBRAND-PASSARD S., GROS Y. (1980) - Fracturation de la Champagne berrichonne. *Bull. Soc. géol. Fr.* (7), t. XXII, n° 4, p. 647-653.

DEBRIETTE P. (1985) - Etude géologique du bassin permio-carbonifère de la Queune (Allier). D.E.R., univ. Dijon, 176 p. 77 fig.

DELPONT G. (1981) - Etude de la photo-fracturation et des linéaments dans la région du Bourbonnais. Comparaison avec les cartes structurales géophysiques disponibles. Rapport BRGM 81 SGN 714 GEO.

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) - Etude des calcaires concrétionnés lacustres de l'Oligocène supérieur et de l'Aquitainien de Limagne (Massif central, français). Thèse 3e cycle, univ. Paris VI, 197 p., 14 fig., 1 carte h.t.

ENAY R., MANGOLD C., CARIOU E., CONTINI D., DEBRAND-PASSARD S., DONZE P., GABILLY J., LEFAVRAIS-RAYMOND A., MOUTERDE R., THIERRY J. (1980) - Synthèse paléogéographique du Jurassique français par le Groupe français d'Etude du Jurassique. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, H.S. 5,210 p., 1 fig., 3 tabl., 42 cartes.

GODEFROY P. (1980) - Apport des mécanismes au foyer à l'étude sismo-tectonique de la France. Un exemple de distribution des contraintes en domaine intraplaque. Rapport BRGM 80 SGN 032 GEG.

GROS Y., MARTIN P. (1981) - La fracturation de la bordure nord du Massif central (région des horsts de la Machine, Neuville, Saint-Pierre-le-Moûtier). Etude géométrique, cinématique et chronologique. Rapport BRGM 81 SGN 859 GEO.

GUILLOT L. (1946) - Le bassin oligocène de Couleuvre (Allier). *Revue scientifique du Bourbonnais*.

GUILLOT L., 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. Sc.*, Paris, t. 276, p. 1803-1811.

LAUNAY (de) L. (1923) - Etude sur le plateau central. Note sur le terrain tertiaire de la Limagne bourbonnaise. *Bull. Serv. Carte géol., Fr.*, n° 147, t. XXVI.

LE GRIEL A. (1978) - Alluvions anciennes de l'Allier et sables du Bourbonnais au Nord de la Grande Limagne. *Revue de Géographie de Lyon*, n° 3.

LE GRIEL A. (1983) - Age et principales étapes du dépôt des sables et argiles du Bourbonnais. *Revue de géologie dynamique et de géographie physique*, Paris, vol. 24, fasc. 5, p. 425-433.

LE RIBAUT L., 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. Sc.*, Paris, t. 274, p. 528-531.

LE ROUGE G., FREYTET P., LORENZ C., LORENZ J. (1986) - Proposition d'une chronologie des événements tectoniques, sédimentaires et morphologiques néogènes et quaternaires dans le Sud du bassin de Paris et le Nord-Ouest du Massif central français. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 303, sér. II, n° 19.

LORENZ J., BERGERAT F., DELANCE J.H., LORENZ C., OBERT C. (1984). Manifestations tectoniques et sédimentologiques affectant la couverture sédimentaire dans la zone sud de l'anomalie magnétique du bassin de Paris. Colloque national. Programme de géologie profonde de la France. Thème 2. *Doc. BRGM*, n° 81-2.

LY MENG HOUR, CANTAGREL J.M., de GOËR de HERVÉ A., VINCENT P.M. (1982) - Colloque sur le Villafranchien méditerranéen. Lille 9-10 Déc. 1982, p. 407-422.

MENARD J.J. (1979) - Contribution à l'étude pétrogénétique des nappes de ponces du massif volcanique du Mont-Dore (Massif central français). Thèse 3e cycle, université de Paris-sud, centre d'Orsay, 1979.

MOUTERDE R. (1952) - Etude sur le Lias et le Bajocien des bordures nord et nord-est du Massif central français. *Bull. Serv. carte géol. Fr.*, L, n° 236, 455 p., nombr. fig.

PANCZER G. (1984) - Le Rhétien et le Lias du Berry oriental (feuille de Lurcy-Lévis et de Dun-sur-Auron à 1/50 000). Minéralogie du Rhétien, géochimie du Lias inférieur et tectonique. D.E.A., université P. et M. Curie, Paris VI. BRGM Orléans. Inédit.

PAQUETTE Y. (1980) - Le bassin autunien de l'Aumance. Sédimentologie (charbons cinérites), tectonique syndiagénétique. Thèse 3e cycle Dijon.

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. (1972) - Nouvelles extensions du calcaire de Moulins dans le département de l'Allier. *Revue scientifique du Bourbonnais*, p. 64-110.

SANTOIRE J.P., BROUSSE R., BELLON H. (1977) - Le Puy de Bessoles, enregistreur des épisodes volcaniques du massif du Mont-Dore. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 285, sér. D, p. 19-22.

TERMIER P. (1922) - Note sur les recherches de Houille. *Annales des Mines*. (12), I, n°4, p. 257-265.

VINCENT P.M. (1979) - Un repère chronologique dans la caldéra des monts Dore (Massif central français) : les pyroclastites du dôme de la Gacherie. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 289, sér. D., p. 1009-1012.

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 1/50 000

- Feuille *Dornes*, 1981, par L. CLOZIER, M. TURLAND, A. LEFAVRAIS-RAYMOND, R. FEYS.

- Feuille *Sancoins*, 1982, par L. CLOZIER, C. LORENZ, J.H. DELANCE, J.F. INGARGOLIA, S. DEBRAND-PASSARD, J. LORENZ, F.BERTAUX, M. JUGUET, G. LABLANCHE, CF. MOREAU, B. BOUZOU.

DOCUMENTS CONSULTABLES

La Banque de données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés : au SGR Bourgogne, 32 boulevard du Maréchal Joffre, 21100 Dijon, ou au SGR Auvergne, Campus universitaire Cézeaux, BP 186,63174 Aubière cedex, ou encore au BRGM, Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, 75005 Paris.

DÉTERMINATIONS ET ANALYSES

- C. CAVELIER (BRGM) : gastéropodes tertiaires.
J.J. CHATEAUNEUF (BRGM) : palynologie plio-quaternaire et autunienne.
J.H. DELANCE (laboratoire de géologie, faculté des Sciences, Dijon) : brachiopodes jurassiques.
J.L. DOMMERGUES (laboratoire de géologie, faculté des Sciences, Dijon) : ammonites.
J. DOUBINGER (CNRS, Strasbourg) : palynologie autunienne.
G. FARJANEL (BRGM) : palynologie tertiaire et plio-quaternaire.
D. FAUCONNIER (BRGM) : palynologie jurassique.
M. GRÈS, P. LE BERRE (BRGM) : minéraux argileux.
A. LEFAVRAIS-RAYMOND (Mas de la Croix - Bédier 46100 Figeac) : ammonites.
P. MARTEAU (BRGM) : pétrographie.
C. MONCIARDINI (BRGM) : micropaléontologie.
J. RIVELINE (laboratoire de géologie, faculté des Sciences, Paris VI) : characées tertiaires.

AUTEURS DE LA NOTICE

- R. FLEURY pour les formations quaternaires et tertiaires.
G. LABLANCHE pour les formations triasiques (*p.p.*), jurassiques et tertiaires (*p.p.*) avec la collaboration de A. LEFAVRAIS-RAYMOND pour la paléogéographie du Mésozoïque et Y. GROS pour la tectonique.
V. MATHIS pour le Stéphano-Permien et le Trias (*p.p.*), auteur de la coupe et du schéma tectonique. R. BELKESSA pour l'hydrogéologie.

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

- pour la carte : CLOZIER L., FLEURY R., LABLANCHE G., BRULHET J., MATHIS V., ROBIN M. (1988) - Carte géol. France (1/50 000), feuille LURCY-LÉVIS (574) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières.
Notice explicative par FLEURY R., LABLANCHE G., LEFAVRAIS-RAYMOND A., GROS Y., MATHIS V., BELKESSA R. (1989), 39 p.
- pour la notice: FLEURY R., LABLANCHE G., LEFAVRAIS-RAYMOND A., GROS Y., MATHIS V., BELKESSA R. (1989) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille LURCY-LÉVIS (574) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 39 p.
Carte géologique par CLOZIER L., FLEURY R., LABLANCHE G., BRULHET J., MATHIS V., ROBIN M. (1988).