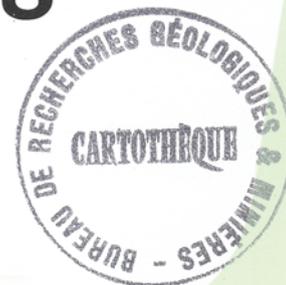


**CARTE  
GÉOLOGIQUE  
DE LA FRANCE  
A 1/50 000**

BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

# ANGERS

XV-22



## ANGERS

La carte géologique à 1/50 000  
ANGERS est recouverte par les coupures suivantes  
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :  
à l'ouest : ANCENIS (N° 105)  
à l'est : ANGERS (N° 106)

SEGRÉ	LE LION- D'ANGERS	BAUGÉ
CHALONNES- SUR-LOIRE	ANGERS	LONGUÉ
CHEMILLÉ	THOUARCÉ	SAUMUR

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



# NOTICE EXPLICATIVE

## SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION.....	2
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i> .....	2
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i> .....	2
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i> .....	3
DESCRIPTION DES TERRAINS .....	6
<i>TERRAINS ATTRIBUÉS AU PRÉCAMBRIEN</i> .....	6
<i>TERRAINS PALÉOZOÏQUES</i> .....	7
<i>MÉTAMORPHISME HERCYNIE</i> .....	20
<i>MAGMATISME HERCYNIE</i> .....	20
<i>TERRAINS CRÉTACÉS</i> .....	21
<i>TERRAINS TERTIAIRES</i> .....	23
<i>FORMATION D'ÂGE INDÉTERMINÉ</i> .....	25
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES ET QUATÉNAIRES</i> .....	26
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS.....	29
<i>HYDROGÉOLOGIE</i> .....	29
<i>RESSOURCES MINÉRALES, CARRIÈRES ET MINES</i> .....	33
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE .....	35
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i> .....	35
<i>COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES</i> .....	36
<i>BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE</i> .....	39
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i> .....	42
AUTEURS.....	42

## INTRODUCTION

### CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Cette première édition de la feuille Angers a été réalisée sous la direction de P. Cavet, par l'équipe qui avait déjà levé, immédiatement à l'Ouest, la feuille Chalonnes-sur-Loire.

Les formations superficielles ont été cartographiées sur l'ensemble de la feuille par M. Gruet, avec la collaboration de R. Brossé pour le tiers oriental. Les terrains cénozoïques et mésozoïques de ce secteur oriental ont été levés par R. Brossé, qui a bénéficié, comme tous les membres de l'équipe, de nombreuses indications fournies par M. Gruet. L. Chauris a prolongé dans l'angle nord-ouest de la feuille les contours qu'il avait dessinés sur la feuille Chalonnes-sur-Loire pour le socle orthogneissique de Saint-Clément-de-la-Place et le Granite de Bécon.

J. Biaise a retrouvé, en lisière nord du territoire de la carte, un *Briovérien* bien différent de celui des Mauges. Il s'est intéressé de très près aux Schistes et arkoses de Bains, bénéficiant, sur le terrain, des conseils de J.-J. Chauvel, de l'Université de Rennes, précieux pour les comparaisons avec la région de Redon, où cette formation a été définie et fait actuellement l'objet de nouvelles recherches. Il a également cherché, en collaboration avec P. Cavet, à définir une polarité au sein des monotones ensembles schisteux du Nord du synclinorium de Saint-Georges-sur-Loire. Les terrains paléozoïques de la région qui va de Mûrs à Juigné-sur-Loire et Brissac, au Sud de la Loire, ont été étudiés par P. Cavet. De leur côté, A. Arnaud et son collaborateur H. Jourdain, travaillant dans le Sud-Ouest de la feuille, y confirmaient la remarquable individualité cartographique, sur les deux rives du fleuve, de la Série de Saint-Georges-sur-Loire, déjà mise en évidence par eux dans le cadre de la feuille voisine. On leur doit également, entre la Meignanne et Avrillé, en lisière septentrionale de la carte, les contours de la partie du synclinorium d'Angers située à l'Ouest de la Maine. À l'Est de la Maine, dans la région d'Angers, Saint-Barthélemy et Trélazé, les formations d'âge ordovicien à dévonien qui appartiennent à cette même unité structurale ont été levées par M. Gruet et H. Lardeux.

Si la cartographie des formations récentes (Crétacé à actuel) n'a pas soulevé de difficultés notables, il n'en a pas été de même pour les terrains *armoricains* (Précambrien et Paléozoïque) de l'Ouest de la feuille. Cela tient non seulement à la rareté ou au mauvais état des affleurements, mais encore, et surtout, à la monotonie lithologique de ces puissants complexes schisto-gréseux, et au fait que ces derniers, en dehors de certains secteurs ou gisements privilégiés, connus d'ailleurs depuis longtemps, n'ont pas livré les fossiles qui permettraient de les tirer de leur anonymat. Dans ces conditions, l'interprétation stratigraphique et structurale présentée ici, d'un commun accord, pour ces complexes armoricains doit être considérée comme hypothétique et provisoire.

### PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille Angers illustre de manière exemplaire l'ennoyage des formations piissées des marges orientales du Massif armoricain sous les dépôts sableux et argilo-calcaires, largement transgressifs et sub-horizontaux, de la bordure sud-occidentale du Bassin parisien. La netteté du contact entre ces deux grandes unités structurales et morphologiques est toutefois atténuée par la confluence du réseau fluvial de la Maine avec celui de la Loire, particularité qui entraîne le développement d'importants niveaux de terrasses et de vastes plaines alluviales.

Les auréoles sédimentaires du Sud-Ouest du Bassin parisien, formées surtout de terrains d'âge crétacé supérieur, affleurent assez largement dans le tiers oriental du

territoire couvert par la feuille, tant au Nord (confins orientaux du Baugeois) qu'au Sud de la Loire (confins du Saumurois). Les argiles, les marnes et les sables, ainsi que la craie-tuffeau, ont été partout aisément affouillés, de sorte que les formes en creux dominant ici nettement. Si le plateau saumurois a été mieux protégé de l'érosion par les dalles gréseuses sénoniennes et éocènes, le plateau baugeois, en revanche, a été profondément démantelé au Quaternaire par le ruissellement et la déflation éolienne ; les buttes de Sarrigné témoignent seules ici de l'ancienne extension occidentale de ce plateau.

Mais ce sont les formations, surtout schisteuses ou schisto-gréseuses, du Massif armoricain qui affleurent le plus largement sur le territoire de la feuille Angers, dont elles occupent près des deux tiers. Elles déterminent de vastes plateaux, d'aspect massif, où les altitudes oscillent entre 50 et 90 m ; les interfluves y sont larges, les vallées étroites et encaissées. La disposition des principaux traits du relief reflète clairement la structure du vieux bâti hercynien, lequel impose, au Nord comme au Sud de la Loire, des directions NW—SE.

C'est en effet aux plissements hercyniens (ou *varisques*) que cette région doit l'essentiel de sa structure. On y reconnaît plusieurs unités structurales, énumérées ci-après du Nord-Est au Sud-Ouest.

- *La bordure méridionale de l'anticlinorium du Lion-d'Angers*, où affleurent les Schistes du Lion-d'Angers, attribués au Briovérien.

- *Le synclinorium d'Angers*, qui représente la terminaison orientale du synclinorium Saint-Julien-de-Vouvantes—Angers. La série stratigraphique y débute avec le Grès armoricain (Arenig) et atteint la zone de passage du Dévonien inférieur au Dévonien moyen. Sur le flanc nord, les assises se présentent en superposition inverse. Celles du flanc sud s'étalent beaucoup plus largement en raison des nombreuses ondulations qui les affectent.

- *L'anticlinal des Ponts-de-Cé* prolonge ici vers l'Est l'anticlinorium de Candé (feuilles Ancenis à 1/80 000 et Chalonnes-sur-Loire à 1/50 000). Il est remarquable par sa structure régulière et par le développement qu'y présente, sous les schistes d'Angers (Ordovicien moyen), le complexe des Schistes et arkoses de Bains, attribué globalement à l'Ordovicien inférieur. Ce complexe serait directement transgressif sur les Orthogneiss de Saint-Clément-de-la-Place, considérés comme précambriens et qui représenteraient la réapparition du massif granito-gneissique des Landes de Lanvaux (Morbihan).

- *Au synclinorium de Saint-Georges-sur-Loire*, on rapporte, du Nord au Sud : les Schistes de Bouchemaine et d'Erigné (dont l'âge peut prêter à discussion), puis la Série de Saint-Georges-sur-Loire, mieux définie stratigraphiquement, et principalement silurienne. Le bassin houiller de Rochefort-sur-Loire s'y présente comme un petit fossé d'effondrement.

- Une faible partie du *Sillon houiller de la Basse-Loire*, séparé par faille de l'unité précédente, est visible tout à fait au Sud-Ouest de la feuille.

## HISTOIRE GÉOLOGIQUE

### Précambrien

On tient généralement l'évolution géologique de cette partie de l'Anjou à la fin du Briovérien (Précambrien terminal) pour inséparable de l'évolution du reste de la *Bretagne moyenne* des géologues (région du Lion-d'Angers, de Château-Gontier, de Rennes, Pontivy et Ploërmel).

On peut dès lors assimiler les Schistes du Lion-d'Angers à un dépôt *flysch*oïde précurseur de l'orogénèse cadomienne. Mais la discordance cadomienne, qui sépare clairement, aux environs de Rennes, le Paléozoïque inférieur transgressif du Briovérien sous-jacent, n'a pas été nettement observée ici.

Quant aux Orthogneiss de Saint-Clément-de-la-Place, on y voit le témoin le plus

oriental d'une puissante cordillère dite *ligérienne* (ou cordillère des Landes de Lanvaux), granitisée vers la fin du Précambrien.

### Paléozoïque

De nombreuses inconnues subsistent encore relativement à l'histoire paléozoïque des environs d'Angers. On peut, toutefois, penser que la sédimentation marine, inaugurée plus ou moins tôt ou plus ou moins tard au cours de l'Ordovicien inférieur, par des dépôts arénacés ou argilo-arénacés, a dû se poursuivre sans discontinuités notables, et sous des faciès principalement péliques, jusqu'à la fin du Silurien, voire jusqu'à la période de transition du Dévonien inférieur au Dévonien moyen.

Le taux de subsidence a dû être nettement plus élevé sur l'emplacement du futur synclinorium de Saint-Georges-sur-Loire qu'à l'aplomb de l'actuel synclinorium d'Angers. C'est ce que suggèrent les fortes différences d'épaisseur que l'on constate en passant d'une unité à l'autre pour des séries présumées de même âge. A cela s'ajoute la localisation stricte des roches volcaniques dans le synclinorium méridional. C'est tout cela que l'on entend suggérer en disant que le synclinorium de Saint-Georges-sur-Loire, contrairement à celui d'Angers, aurait connu, au cours du Paléozoïque inférieur, la condition géosynclinaline. Par analogie avec les régions voisines, on peut tenir pour probable l'hypothèse d'une émergence pendant une partie au moins du Dévonien moyen.

En ce qui concerne le Dévonien supérieur, des affleurements sporadiques de Famennien fossilifère marin sont connus dans la partie orientale du synclinorium Saint-Julien-de-Vouvantes—Angers. En revanche, la présence du Dinantien à faciès *culm* n'a jamais été signalée entre le Bassin de Laval et celui d'Ancenis (cf. feuille Chalonnais-sur-Loire). Ainsi, la mer aurait abandonné la région angevine dès le Dévonien moyen ou, au plus tard, dès le début du Carbonifère, à la faveur d'une phase prémonitoire de style épeirogénique, dite *bretonne*, de l'orogénèse hercynienne.

C'est au cœur d'un territoire à fort relief et en proie à l'érosion continentale que s'est individualisé le long Sillon houiller namurien de la Basse-Loire. La phase paroxysmale de l'orogénèse hercynienne a dû survenir après le Namuro-Westphalien : c'est ce que suggèrent les déformations très intenses qui affectent le contenu du sillon.

Les déformations liées aux paroxysmes orogéniques ont été particulièrement intenses dans la zone de l'anticlinal des Ponts-de-Cé, où elles ont affecté solidairement les orthogneiss, qui leur doivent une bonne part de leurs caractères structuraux, et leur enveloppe de schistes et arkoses. Elles ont été accompagnées par un métamorphisme assez important pour atteindre, au cœur de l'anticlinal, la zone à biotite.

La mise en place du Granite de Bécon et Saint-Lambert-la-Potherie, clairement intrusif, peut être considérée comme post-orogénique. Dès lors, l'Anjou paléozoïque s'est comporté comme un socle inerte dont les mouvements, essentiellement verticaux, ont pu régir le jeu des transgressions et régressions ultérieures sur les marges de l'Armorique.

### Mésozoïque et Cénozoïque

Une lacune considérable s'étend du Permien à la base du Crétacé supérieur. Toutefois le Bajocien, remonté par faille, est connu à l'affleurement de Saint-Maur, dans le cadre de la feuille Longué ; on le retrouve en sondages sur cette même feuille, à Corné ; mais il ne semble pas qu'il soit représenté en profondeur dans la région étudiée ici.

Au début du Crétacé supérieur, le régime continental règne encore sur les marges de l'Armorique. Des formations détritiques d'origine fluviale (les graviers, sables et argiles de Jumelles et de Brissac) s'épandent sur ces bordures continentales, dessinant des chenaux ou des zones marécageuses ; leurs minéraux lourds et phylliteux sont hérités du manteau d'altération qui recouvre le massif ancien. Puis la sédimentation

marine transgressive s'établit en Anjou ; elle se poursuivra sans discontinuité jusque dans le Sénonien inférieur. Les faciès sont essentiellement littoraux, et les variations de faciès, tant verticales que latérales, sont fréquentes. Les dépôts sont d'abord essentiellement détritiques ; puis la sédimentation détritique (sables verts) alternera avec une sédimentation bio-chimique carbonatée, riche en montmorillonite néoformée (Marnes à Ostracées). A un Turonien inférieur calcaire succède un Turonien moyen et supérieur plus détritique. Les dépôts sénoniens, uniquement sableux, soulignent encore le caractère très littoral de la sédimentation et la proximité des rivages armoricains ; ces mêmes dépôts passent en effet latéralement, vers l'Est, aux craies de Blois et de Villedieu.

L'émersion, effective dès avant la fin du Sénonien, se poursuit au cours de l'Éocène ; elle est alors soulignée par la mise en place de formations continentales : simple remaniement des sables sénoniens (conglomérats siliceux et Grès à *Sabalites*) ou dépôts lacustres plus localisés (calcaires et meulière de l'Anjou).

L'Oligocène n'a pas été identifié sur la feuille Angers ; mais on doit signaler l'existence d'horizons stampiens à Auvergne (feuille Noyant), ainsi qu'aux environs de Saumur.

Au Miocène, l'incursion de la mer helvétique dans le golfe des faluns marque le retour momentané du régime marin. La transgression étant venue de l'Atlantique, on tient généralement, sans pouvoir en apporter la preuve paléontologique, les Faluns de l'Anjou pour un peu plus anciens que ceux de la Touraine. La présence de grenats dans les horizons les plus sableux montre que la sédimentation a dû être alimentée principalement par des affleurements du Massif armoricain plutôt que par des apports fluviaux en provenance du Massif Central. Le retrait de la mer au Miocène supérieur rétablit momentanément le régime continental. La dernière transgression qu'ait connue la région angevine s'est produite au cours du Pliocène. Ses témoins (sables coquilliers redoniens, Sables rouges et graviers) sont essentiellement localisés dans le Nord-Ouest du territoire de la feuille.

### **Quaternaire**

Quelques lambeaux de graviers, situés vers 75 m, et dont les quartz sont rougis à cœur, témoigneraient d'un Quaternaire ancien, de climat encore chaud. Par la suite, l'apparition des glaciations induit des phases d'érosion intenses qui, rythmées par les alternances climatiques, creusent ou déblaient les vallées, en y laissant, en amont d'Angers, une série de belles terrasses. A la plus haute d'entre elles, d'âge indéterminé, succèdent deux terrasses probablement rissiennes, puis une terrasse wurmienne ; elles sont datées par quelques outils préhistoriques abandonnés sur les grèves des rivières divagantes.

Des vents de Sud-Ouest apportent, par-dessus la Vendée, des poussières loessiques issues des vastes régions abandonnées par la mer lors des régressions glaciaires. Poussés par ces mêmes vents, les sables de la Loire escaladent les coteaux, y laissant quelques dunes et, surtout, saupoudrent largement les terrains de la rive droite. Sables éoliens et galets façonnés comblent les fentes de gel, puis, lors des périodes de fusion, s'incorporent profondément aux mollisols. Les coulées de solifluxion empâtent les têtes des vallons et adoucissent toutes les pentes exposées au Nord ; coteaux et ravins gardent ainsi jusqu'à maintenant leur relief périglaciaire. En revanche, les vals du fleuve et des affluents importants, par leurs remblaiements épais, formés de matériaux fins et se terminant en de vastes étendues planes, portent la marque de la remontée marine des temps flandriens. Par leurs traces humaines étagées, ces dépôts nous conduisent de la fin des temps glaciaires jusqu'aux temps gallo-romains. La marque de l'Homme, à peu près insensible jusqu'à nos jours, sauf dans les régions minières importantes (ardoisières de Trélazé), tend à s'accuser de plus en plus par les vastes remblaiements ou creusements des zones industrielles à la périphérie d'Angers.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### TERRAINS ATTRIBUÉS AU PRÉCAMBRIEN

ζ<sup>2</sup>. **Les Orthogneiss de Saint-Clément-de-la-Place** paraissent représenter, comme le suggèrent en particulier les données gravimétriques (C. Weber), la réapparition, en boutonnière anticlinale, à l'extrémité orientale de l'Armorique, du massif granito-gneissique de Lanvaux (Morbihan). Leur affleurement s'étend sur une dizaine de kilomètres de long, selon une direction générale W.NW—E.SE, depuis le Bois-Travers (feuilles Chalonnaises) jusqu'au Nord de Beaucouzé ; dans ce dernier secteur, près du hameau des Landes, la rareté des affleurements rend les contours des orthogneiss hypothétiques ; ailleurs, le plus souvent, ce complexe affleure assez largement sous forme de chicots surbaissés au milieu des champs.

Cet ensemble est essentiellement constitué par des granites écrasés (orthogneiss), de faciès assez variés : à gros grain, comme au Frémiau ; à grain fin, comme à la Bourellière ; à biotite seule (la Tansolière), ou plus souvent à deux micas, parfois avec quelques grenats. Ils sont recoupés localement par des veinules de tourmalinite. L'écrasement se manifeste principalement par l'aspect ocellé des feldspaths potassiques et la présence de lentilles quartzzeuses allongées. L'orthogneiss qui affleure près du moulin de la Tansolière a fait l'objet d'une analyse chimique. Il présente de grands feldspaths potassiques, riches en micropertithes, des quartz vermiculés, des plagioclases acides, arrondis, résiduels, de la biotite formant des traînées discontinues sub-parallèles, du quartz en cristaux irréguliers, allongés, engrenés, formant le fond et moulant les feldspaths. L'analyse a donné les résultats suivants (en %) : SiO<sub>2</sub> : 73,40 ; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 14,05 ; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,57 ; FeO : 0,84 ; MnO : 0,05 ; MgO : 1,40 ; CaO : 1,60 ; Na<sub>2</sub>O : 2,50 ; K<sub>2</sub>O : 4,10 ; TiO<sub>2</sub> : 0,17 ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 0,11 ; H<sub>2</sub>O : ±0,65.

Tous ces orthogneiss sont caractérisés par une *linéation* très accusée, d'orientation générale W.NW—E.SE, avec plongement constant, de 10 à 20°, vers l'W.NW ; dans la carrière de Rome, au S.SW de la Meignanne, il est possible d'observer de belles structures en rouleau. Les grès arkosiques (Schistes et arkoses de Bains) qui s'étendent largement à l'Est des orthogneiss présentent une linéation tout à fait comparable, avec même plongement d'axe vers l'W.NW. Cette analogie structurale incite à penser que la linéation des orthogneiss est à rapporter, comme celles des formations paléozoïques voisines, aux mouvements hercyniens qui auraient ainsi affecté, intensément, un ancien granite précambrien et sa couverture.

Les *contacts* des orthogneiss avec les Schistes et arkoses de Bains paraissent faillés. En particulier, aux environs de Beaucouzé, les innombrables quartz observés, en fragments épars, au sein d'une bande W.NW—E.SE dépourvue d'affleurements, semblent jalonner une importante zone de faiblesse (voir : Filons de quartz). Par ailleurs, de nombreuses failles transverses, d'orientation générale N15-20°E, découpent le complexe orthogneissique ; ces failles ont provoqué, au sein des orthogneiss, d'intenses broyages (moulin de la Coudre, les Bas Bouillons). Certaines fractures sont remplies par des filons de quartz (la Changerie) ou, plus souvent, par des filons de microgranites (le Frémiau, la Bourellière, la Croix des Frux, etc.).

b. **Schistes du Lion-d'Angers. Briovérien.** On rapporte au Briovérien (Protérozoïque supérieur) les schistes qui bordent les formations paléozoïques au Nord du synclinorium d'Angers. Ils ne représentent qu'une infime partie du vaste affleurement briovérien constituant l'anticlinorium du Lion-d'Angers. L'analyse de cet ensemble et l'étude de ses relations avec le Paléozoïque sont rendues difficiles par la rareté et le mauvais état des affleurements dans cette partie du territoire de la feuille. On retrouve ici le faciès classique de schistes d'un gris verdâtre dans lesquels s'inscrivent, de façon habituelle, des rythmes grés-grauwackeux millimétriques à centimétriques. Quelques bancs plus épais de grès grossiers ont été notés sur la carte. Leur grain et leur ciment

sont essentiellement quartzeux, mais on observe aussi quelques feldspaths et du mica blanc. Quelques grès plus grossiers passent à de véritables conglomérats, comme à la Cerclère, sur la rive gauche de la Sarthe. Au Nord de Saint-Barthélémy, certains grès grossiers affleurent à proximité de la bande de Grès armoricain du flanc nord. Comme il s'agit d'affleurements isolés, il n'est pas possible de décider s'ils sont inclus dans des schistes briovériens ou si, suivant l'hypothèse de C. Klein (1960), ils appartiennent à la série paléozoïque, dont ils représenteraient la base ; en ce dernier cas, le bord de la série paléozoïque serait ici plus septentrional que ne l'indique la carte. Cependant, là où le contact entre schistes briovériens et Grès armoricain a pu être observé (*cf.* ci-dessous), on n'a pas retrouvé de tels grès dans les formations de base de la série paléozoïque ; on aurait donc plutôt tendance, en l'état actuel des levés, à considérer ces grès grossiers comme partie intégrante de la série briovérienne, au même titre que les grès et conglomérats de même faciès, visibles plus loin du contact et clairement interstratifiés dans des schistes briovériens.

Les schistes briovériens sont affectés de nombreux petits plis que soulignent linéation et schistosité de plan axial. Dans les rares affleurements permettant des mesures, on a noté des directions tectoniques de l'ordre de N 120 à N 140°E, un pendage de schistosité de 40 à 60° vers le N.NE et un plongement de la linéation vers le S.SE. On notera une certaine obliquité des structures du Briovérien sur celles des formations paléozoïques qui le bordent au Sud ; pour ces dernières, on a relevé, en effet, des directions N110 à N120°E et un pendage plus fort vers le N.NE.

Le contact entre le Briovérien et le Grès armoricain du flanc nord du synclinorium d'Angers n'a pu être observé qu'en deux points, d'ailleurs peu éloignés et situés l'un et l'autre sur la rive droite de la Mayenne ; l'un se trouve sur la route joignant Avrillé à la D 107, à 60 m au Nord-Est du carrefour du Liéru ; l'autre contact a été vu au lieu-dit les Vignes, au Nord d'Avrillé, à l'occasion de la construction d'un bâtiment scolaire. En ces deux points, quelques mètres de schistes écrasés, injectés de petits filons de quartz, séparent les deux formations, suggérant l'existence d'un contact anormal. On ne saurait dire, faute d'affleurements, si cet accident se prolonge tout le long du contact Briovérien—Paléozoïque ; dans cette hypothèse, il oblitérerait la discordance cadomienne, si bien mise en évidence dans les synclinaux du Sud de Rennes.

#### TERRAINS PALÉOZOÏQUES

### Synclinorium d'Angers et anticlinal des Ponts-de-Cé

01-2. **Complexe des Schistes et arkoses de Bains (Tremadoc et Arenig ?)**. Les replis anticlinaux du flanc méridional du synclinorium d'Angers et l'anticlinal des Ponts-de-Cé sont occupés par les formations sous-jacentes aux Schistes d'Angers. On rapporte ces dernières au complexe des Schistes et arkoses de Bains, défini beaucoup plus à l'Ouest dans un même cadre structural, aux environs de Redon.

De même que dans la région-type il n'est pas possible d'identifier, dans cet ensemble considéré comme *anté-Ilanvirien*, la succession qui caractérise le Paléozoïque le plus inférieur dans les synclinaux du Sud de Rennes ainsi que sur le flanc nord du synclinorium d'Angers, à savoir, de bas en haut : Schistes et poudingues pourprés (Cambro—Tremadoc), Grès armoricain inférieur, Schistes intermédiaires, Grès armoricain supérieur (Arenig). Ici, comme aux environs de Redon, les grès immédiatement sous-jacents aux Schistes d'Angers passent vers le bas, sans discontinuité discernable, à un ensemble schisto-gréseux qui devient de plus en plus schisteux à mesure que l'on descend dans le complexe, et où l'on voit des schistes alterner avec des grès grossiers, des grès feldspathiques, des arkoses et des grès micacés. Par ailleurs, les rapports existant entre le complexe en question et le socle orthogneissique de Saint-Clément-de-la-Place peuvent être tenus, en toute hypothèse, pour identiques à

ceux que Ton observe, aux environs de Redon, entre les Schistes et arkoses de Bains et la longue bande granito-gneissique des Landes de Lanvaux. Ainsi, l'originalité de ce complexe ne découle pas de simples considérations lithologiques ; elle tient aussi à ce que les affleurements des Schistes et arkoses de Bains sont strictement liés à une étroite zone anticlinale, très allongée suivant son axe, où l'on voit l'un des traits paléogéographiques majeurs de l'Armorique méridionale pour les temps paléozoïques.

Si, pour simplifier, nous avons cru devoir utiliser arbitrairement ici la notation O1-2 (Tremadoc et Arenig), plutôt que k-02 (Cambrien à Arenig), il ne s'ensuit aucunement que nous écartions l'hypothèse de la présence du Cambrien à la base du complexe.

C'est dans l'anticlinal des Ponts-de-Cé, au Sud de la digitation synclinale de l'étang Saint-Nicolas, occupée par les Schistes d'Angers, que les Schistes et arkoses présentent leur plus grand développement et que peuvent être observés leurs horizons stratigraphiques les plus profonds. A l'W.NW, le cœur de cette voûte anticlinale parfaitement régulière est occupé par les Orthogneiss de Saint-Clément-de-la-Place, dont les contacts sont, on le sait, faillés. Vers l'E.SE, l'ennoyage périclinal du pli doit se produire, sous les alluvions de la Loire, à peu près à l'aplomb des Ponts-de-Cé. Les Schistes et arkoses de Bains n'affleurent donc pas sur la rive gauche du fleuve ; mais on les imagine sans peine, présents en profondeur, sous la carapace sub-horizontale des schistes ardoisiers de Juigné-sur-Loire, assimilables aux Schistes d'Angers.

Au Nord de l'anticlinal des Ponts-de-Cé, sur la rive droite de la Maine, les Schistes et arkoses de Bains présentent un développement assez typique au cœur du repli anticlinal du château de la Plesse. Mais, sur l'autre rive, les horizons supérieurs affleurent seuls dans cette position, à la faveur des replis anticlinaux affectant le flanc sud du synclinorium ; pour respecter la tradition, nous avons utilisé ici, pour désigner ces grès supérieurs, la notation conventionnelle du Grès armoricain.

La description du complexe, tel qu'il se présente dans l'anticlinal des Ponts-de-Cé, sera faite ci-dessous, en procédant *de haut en bas*.

Sous les schistes d'Angers qui enveloppent l'anticlinal, on remarque des intercalations gréseuses, d'abord millimétriques, puis de plus en plus puissantes ; on atteint finalement, vers le bas, quelques bancs de grès quartzitiques, épais de quelques mètres, et séparés par des schistes bleus. La présence, à ce niveau supérieur, de grès ferrugineux passant localement à de véritables minerais de fer, doit être soulignée ; ils occupent en effet approximativement la position des minerais de fer du Grès armoricain ; on notera à ce propos la découverte d'un niveau à stilpnomélane dans la tranchée de la voie ferrée Paris—Nantes, immédiatement au Nord du pont de la Croix-Verte, à quelques mètres seulement sous les Schistes d'Angers. Dans cette même tranchée ferroviaire du Sud d'Angers, ainsi que le long du canal de l'Authion, ces *schistes et quartzites supérieurs* surmontent directement l'ensemble grés-arkosique décrit ci-dessous ; leur puissance peut être évaluée à 30 ou 40 mètres. Cette faible épaisseur, jointe à l'absence d'autres coupes favorables, n'a pas permis de tracer objectivement sur la carte la limite inférieure de ces « schistes et quartzites immédiatement sous-jacents aux Schistes d'Angers ». Dans l'anticlinal de la Plesse, des grès grossiers ferrugineux et des quartzites à passées schisteuses paraissent bien occuper la même position stratigraphique ; mais on a dû, ici encore, renoncer à les délimiter vers le bas sur la carte.

Dans l'anticlinal des Ponts-de-Cé, la puissance du complexe détritico sous-jacent atteint plusieurs centaines de mètres. On y note la prédominance de formations que leur granulométrie conduit à considérer comme les plus grossières de celles qui sont représentées dans les Schistes et arkoses de Bains ; elles en constituent d'ailleurs le faciès le plus caractéristique. Il s'agit de grès grossiers, ou de microconglomérats, riches en feldspaths altérés, le plus souvent potassiques ; on observe aussi des grès purement quartzeux, des grès micacés et de vrais psammites. Les affleurements altérés présentent habituellement des teintes vives, bigarrées de rouge et d'ocre. Les grès grossiers feldspathiques sont particulièrement développés, massifs et tectonisés sur le flanc sud de l'anticlinal, où ils ont pu prêter à confusion avec un granite filonien (Granite d'Angers).

Plus bas, les intercalations schisteuses se développent au détriment des formations plus ou moins grossièrement détritiques, et l'on passe à une série essentiellement schisteuse, riche en lits grauwackeux, mais où les grès feldspathiques se font rares. On a affecté sur la carte un figuré spécial à ces dépôts du cœur de l'anticlinal ; mais il faut reconnaître qu'il est en fait très difficile de les séparer nettement de l'ensemble détritique supérieur. En un point toutefois, au Sud d'Angers, entre les lieux-dits Petit Damiette et Mauru, la création d'un nouveau boulevard a permis d'observer une discontinuité stratigraphique franche qui délimite les deux ensembles en question, tout en apportant la preuve que la polarité stratigraphique de la succession analysée doit être tenue pour normale. A cet endroit, les schistes à rares passées grésoconglomératiques qui forment le cœur de l'anticlinal sont recouverts en effet au Nord, sans discordance apparente, par un poudingue qui les remanie. Ce poudingue, d'épaisseur décimétrique, est surmonté par des grès feldspathiques, de moins en moins grossiers vers le haut ; il inaugure un cycle sédimentaire et marque en même temps un réel changement dans la sédimentation ; c'est à partir de ce niveau, en effet, que les formations détritiques grossières deviennent vraiment prépondérantes dans la succession. Pour compléter cette brève description des *schistes inférieurs* il convient de faire mention des petits plis couchés observés à Baurepaire, sur la rive gauche de la Maine, au cœur même de la structurale anticlinale. On notera aussi que ces formations schisteuses présentent de réelles analogies avec les schistes briovériens à intercalations grauwackeuses ou micro-conglomératiques qui affleurent au bord nord du synclinorium d'Angers. Ces analogies expliquent qu'elles aient été attribuées au Briovérien par la première édition de la feuille Angers à 1/80 000 (1906) ; mais J. Péneau devait souligner plus tard (1929, 1946) les « difficultés insurmontables » éprouvées par les anciens auteurs pour tracer la limite supérieure d'un tel *Briovérien*, en raison du « passage graduel entre les schistes qui dominent à la base du complexe anté-llandilien et les couches gréseuses du sommet ».

Les descriptions précédentes faisaient abstraction du *métamorphisme* qui affecte largement les Schistes et arkoses de l'anticlinal des Ponts-de-Cé. Ce métamorphisme croît de manière assez régulière en direction de la partie axiale du pli ; il augmente également de l'E.SE à l'W.NW, c'est-à-dire, cette fois, le long de la zone axiale et à mesure que l'on approche des orthogneiss de Saint-Clément-de-la-Place, eux-mêmes affectés. On conçoit, dans ces conditions, que les isogrades du métamorphisme, tout en s'ordonnant par rapport à la grande structure anticlinale, recoupent obliquement les strates des terrains affectés. On a tracé, sur la carte, l'isograde d'apparition de la biotite. A l'intérieur, la biotite est développée dans les faciès schisteux, où elle va jusqu'à former des porphyroblastes de plusieurs millimètres. Ces schistes à paillettes bien développées de biotite sont particulièrement bien exposés en rive droite de la Maine, au Sud de l'ancienne route de Nantes, dans la tranchée de la nouvelle déviation. Plus à l'Est, les schistes visibles à Baurepaire, sur la rive gauche de la Maine, jalonnent eux aussi l'axe anticlinal ; mais la biotite n'y est qu'à peine discernable à l'œil nu. Plus à l'Est encore, au niveau du canal de l'Authion, où l'on atteint la plaine de la Loire, la biotite n'est plus visible qu'au microscope. Les horizons gréseux et psammitiques associés aux schistes à biotite montrent, comme critallogenèse essentielle, un développement notable de la muscovite. A l'extérieur de la zone à biotite, les schistes présentent un aspect satiné qui témoigne de leur épimétamorphisme.

La *linéation* est toujours bien marquée dans les Schistes et arkoses de Bains de l'anticlinal des Ponts-de-Cé, surtout dans les formations les plus métamorphiques. Dans les dépôts gréseux et psammitiques, elle correspond à un étirement des grains de quartz qui peut être assez considérable et qui confère aux roches un débit *fibreux* ou *en allumettes* bien particulier. Ainsi, dans les niveaux de grès grossiers du campus universitaire de Belle-Beille, les grains de quartz peuvent avoir un allongement qui dépasse le centimètre pour une section millimétrique. La direction de cette linéation est W.NW—E.SE ; elle se confond par conséquent avec celle des grandes structures régionales. Dans les couches entourant les Orthogneiss de Saint-Clément-de-la-Place, et

aussi dans ces orthogneiss eux-mêmes, la linéation plonge, on le sait, d'environ 20° en direction de l'W.NW. Plus à l'Est, la valeur angulaire de ce plongement diminue progressivement, la linéation devenant sub-horizontale sur la rive gauche de la Maine.

**02. Grès armoricain (Arenig) du flanc nord du synclinorium.** La formation du Grès armoricain, dont les rapports avec le Briovérien ont déjà été évoqués, détermine sur les deux rives de la Maine un léger relief au-dessus de la plaine briovérienne. Comme c'est le cas pour tout le flanc nord du synclinorium d'Angers, les assises qui la constituent plongent uniformément au Nord et se succèdent donc en superposition inverse. D'épaisseur nettement plus faible que dans les synclinaux du Sud de Rennes, cette formation présente du moins ici la même constitution tripartite. C'est ce que montre encore clairement, à l'Est de la Maine, immédiatement au Nord des anciennes Verreries mécaniques, la succession relevée dès 1878 par Hermite à la célèbre *tranchée des Granges* (tranchée d'une ligne secondaire reliant la gare Saint-Serge à la ligne Paris—Nantes).

*Le Grès armoricain inférieur*, puissant d'une cinquantaine de mètres, est formé d'une alternance de bancs gréseux ou quartzitiques d'un gris clair, généralement décimétriques, et de schistes gréseux, verdâtres à rouges. Quatre horizons à minerai de fer, atteignant une puissance totale de 7 m, étaient jadis exploités aux Mines du Pavillon. La tranchée des Sept-Sonnettes (à Angers même, sur la route de Paris) a permis d'observer deux horizons à minerai de fer, épais chacun de 2,50 mètres. Ce terme inférieur est assez riche en Bilobites (*Cruziana*), *Rouaultia* et autres pistes énigmatiques.

*Les Schistes intermédiaires* pourraient être nommés Schistes du Pavillon. Leur puissance, qui est d'une soixantaine de mètres à la tranchée des Granges, se réduit à la Bouvinerie (20 m) et sur la rive droite de la Maine (30 m). Ce sont des schistes noirs (beiges par altération), fissiles, azoïques et riches en cubes de pyrite limonitisée.

*Le Grès armoricain supérieur*, dont la puissance n'excède jamais 20 m, est formé de grès souvent tendres, plus ou moins argileux et psammitiques, à débit en plaquettes. Un horizon bréchiq, décimétrique, à éléments phosphatés et débris de Lingulidés, peut être représenté à sa partie supérieure. Les fossiles paraissent très rares, au moins sur le territoire de la feuille. Toutefois, un spécimen de *Neseuretus cf. tristani* a été récolté dans ces grès à la tranchée des Granges.

#### 03-4. **Schistes d'Angers (Llanvirn, Llandeilo, pro parte Caradoc ?)**

*Flanc nord du synclinorium d'Angers* (Schistes d'Angers *sensu stricto*). Le passage du Grès armoricain supérieur aux Schistes d'Angers est habituellement assez brusque. Cette nouvelle formation, puissante d'environ 150 m, est représentée par des schistes fins, d'un bleu-noir, très fissiles, mais dépourvus de qualités ardoisières.

La *partie inférieure* peut être rapportée au Llanvirn. Elle contient, en effet, à faible distance (4-10 m) au-dessus du Grès armoricain supérieur, *Didymograptus murchisoni*. Sur la rive droite de la Maine, où ce Graptolithe est parfois associé à de rares Orthosidés, les gisements fossilifères sont jalonnés par une ligne joignant la Chevalerie, la Beurrerie et Avrillé. Sur l'autre rive, l'horizon à *Didymograptus a* été reconnu entre la Bouvinerie et la Chanterie. Par contre, à la tranchée des Granges, seuls des Orthosidés ont été observés à ce niveau.

*Plus haut*, de part et d'autre de la Maine, des nodules argilo-siliceux de teinte sombre, qui atteignent, dans leur plus grande dimension, de 5 à 10 cm, ont livré une faune trilobitique attribuée au Llandeilo. On citera, entre autres espèces, *Neseuretus tristani* (particulièrement abondante), *Colpocoryphe rouaulti* et *C. salteri*. Diverses observations permettent de penser que la silification qui affecte les nodules pourrait être liée à la présence de matière organique inégalement répartie dans les schistes encaissants.

Ainsi définis, les Schistes d'Angers *sensu stricto* se laissent assez bien séparer, vers le haut, des schistes à nodules gréseux à *Onnia grenieri* (Caradoc), décrits plus loin.

*Flanc sud du synclinorium et anticlinal des Ponts-de-Cé* (Schistes d'Angers *sensu lato*). Contrairement à ce qui vient d'être dit pour le flanc nord, rien ne permet ici, en l'absence de fossiles caractéristiques recueillis en place, de faire la part qui pourrait revenir, respectivement, au Llanvirn, au Llandeilo et au Caradoc dans le complexe monotone de schistes gris bleuté, plus ou moins sombres, fissiles et localement ardoisiers qui surmonte les Schistes et arkoses de Bains. Ces Schistes d'Angers *sensu lato* sont donc mal définis stratigraphiquement.

A l'Ouest de la Maine, ils occupent un certain nombre de gouttières synclinales séparées par des anticlinaux de Schistes et arkoses de Bains. Une ancienne exploitation ardoisière (la Renaissance), pleine d'eau et environnée de déblais, est encore visible à la Grande Planche (1 km au Sud d'Avrillé). Plus au Sud, la dépression de l'étang Saint-Nicolas résulte d'un élargissement artificiel de la vallée du Brionneau en vue de l'extraction d'ardoises. Au flanc sud de l'anticlinal des Ponts-de-Cé, la bande schisteuse la Haye—Beaucouzé traverse la Maine entre l'Hermitage et la Baumette et se prolonge jusqu'à la plaine de la Loire en passant par le Moulin Carré ; ces schistes ardoisiers, à pendages assez raides vers le Sud, déterminent un relief parfaitement rectiligne, bien marqué sur la carte topographique.

A l'Est de la Maine, c'est dans ce contexte stratigraphique et tectonique que sont exploitées, depuis longtemps, les célèbres ardoises d'Angers et de Trélazé (voir *infra*, rubrique Mines). Ces ardoises sont également connues pour avoir livré jadis de nombreuses empreintes déformées de grands Trilobites, et en particulier d'*Iliaenus*. Mais cette faune n'a jamais fait l'objet d'une étude paléontologique sérieuse, de sorte que l'âge des schistes ardoisiers en question n'est pas connu avec certitude (Llanvirn à Caradoc ?). D'après des observations déjà anciennes, il semblerait que la veine nord soit la plus fossilifère. Parmi les fossiles qui en proviennent, on a pu reconnaître *P/acoparia* (*Coplacoparia*) *af. tournemini*, *Dionide formosa* et *Zeliszkeia* (*Zeliszkeia*) *lapeyrei* ; à Traveusot (synclinaux du Sud de Rennes), ces espèces appartiennent au Llandeilo.

05-S3. **Schistes et grès attribués à l'Ordovicien supérieur et au Silurien.** Le cœur du synclinorium est en majeure partie occupé par un ensemble surtout schisteux, dont la puissance serait comprise entre 300 et 500 m, d'âge *anté-dévonien* et *post-llandellien*.

Sur le flanc nord, des schistes gréseux, passant à des psammites, surmontent immédiatement les schistes noduleux à *Neseuretus tristani*. On peut y voir un équivalent de la partie inférieure du Caradoc. Ils renferment en effet, à l'Ouest de la Maine, des nodules gréseux et micacés, souvent rougeâtres, généralement plus petits et plus aplatis que les nodules argilo-siliceux des Schistes d'Angers. Jusqu'à présent, ces concrétions n'ont pas livré de fossiles dans les limites de la feuille ; mais des nodules identiques ont fourni, non loin de là et dans le même contexte, une faune à *Onnia grenieri* (= *Trinucleus seunesi*), *Dalmanitina cf. socialis* et *Kloucekia aff. philippisii*, qui, dans d'autres régions du Massif armoricain, caractérise le Caradoc.

Toutefois, aucun critère ne souligne la limite de l'Ordovicien supérieur et du Silurien, et aucun argument paléontologique ne permet de reconnaître la partie inférieure du Llandovery. Du moins la présence du Silurien est-elle attestée par les fossiles contenus soit dans des intercalations de phanites ou d'ampélites, soit dans des *sphéroïdes*.

Sur le flanc sud, des grès quartziteux, rapportés hypothétiquement au Caradoc, surmontent les *schistes ardoisiers* ; ils affleurent en particulier dans la tranchée de la voie ferrée Angers—Saumur au Nord de la Paperie (Grès de la Paperie). Il s'agit-là de grès clairs, en bancs décimétriques et n'ayant pas fourni de fossiles ; ces mêmes grès, recoupés en travers-bancs dans les ardoisières, sont nettement plus sombres.

Ph. Les *phanites* (Llandovery) ne sont représentés, à l'Est de la Maine, que sur le flanc sud du synclinorium, sous forme de nombreuses et très minces intercalations discontinues à *Monograptus lobiferus*, *M. sedgwicki*, *Petalograptus folium* ; toutefois, sur le flanc nord, des nodules azoïques, constitués de très fines *laminae*, sont très

comparables à ceux qui, sur le flanc sud, paraissent associés aux phthanites.

Sur l'autre rive, deux minces bandes continues, suggérant une répétition par pli, ont pu être distinguées de part et d'autre de l'axe supposé du synclinorium.

Ces divers affleurements représentent les derniers témoins que l'on rencontre, venant du Sud, des Phthanites à *Monograptus lobiferus* dont il sera à nouveau question à propos de la Série de Saint-Georges-sur-Loire.

Sp. On désigne sous le nom de *sphéroïdes* de gros nodules gréseux, d'environ 10 cm de diamètre, souvent aplatis. Très fréquents, sur le flanc nord, dans les affleurements de rive gauche, ils contiennent presque tous des *Orthocères* à l'état d'empreintes et de moules internes, et peuvent être assimilés, même en l'absence de *Monograptus priodon*, à ceux qui, plus à l'Ouest, ont été datés, grâce à ce fossile, du Silurien moyen (Wenlock).

A m. **Des ampélites** constituent des affleurements très réduits, localisés au contact nord des schistes ardoisiers d'Angers et des grès qui les surmontent. Leur faune graptolithique, nettement différente de celle des Phthanites à *Monograptus lobiferus*, permet de les attribuer au Wenlock ; elles ont en effet livré : *Monograptus armoricanus*, *M. dubius*, *Cyrtograptus lundgreni* et *Monograptus cf. priodon*. Les rapports entre ces ampélites et les formations encaissantes sont mal connus. Dans certains cas il y a contact tectonique ; leur position anormale s'explique alors par l'existence de grands compartiments verticaux limités par un jeu de failles orthogonales et parallèles affectant l'ensemble du complexe 03-4. Elles ont été recoupées dans les exploitations d'ardoises d'Angers où les ouvriers leur donnent le nom de *charbonnée*.

Par ailleurs, des pélites sombres, à articles de Crinoïdes, ont été rencontrées en deux points (boulevard H. Dunant, à Angers ; 100 m au Nord-Est des Béjonnrières). Enfin, un banc centimétrique de grès vert micacé a livré, à 400 m au Nord-Est de Saint-Barthélemy-d'Anjou, de rares Brachiopodes et Ostracodes.

### Dévonien inférieur du synclinorium d'Angers

Le cœur du synclinal est occupé par des séries gréseuses, schisteuses et calcaires généralement très fossilifères et rapportées au Dévonien inférieur. On remarquera la nette différence entre les affleurements situés à l'Ouest de la Maine, très discontinus, et ceux situés à l'Est, plus continus, mais très disloqués, et où il est possible de distinguer deux *ensembles*, de part et d'autre d'un important accident directionnel :

1) les formations appartenant au flanc nord du synclinal d'Angers, et comprenant, de bas en haut :

- les Grès à *Platyorthis monnieri* (d 1 b-2a),
- les Schistes, calcschistes, grauwackes et calcaires d'Angers (d2b-f).

2) un complexe à *Nowakia acuarina*, d'âge praguien, calcaire et schisto-gréseux, en contact anormal avec les formations du flanc nord, parfois même séparé de celles-ci par des témoins très réduits de Silurien (d2).

Le Dévonien moyen n'a pas été identifié. Il en est de même, dans les limites de cette feuille, du Dévonien supérieur. Signalons toutefois l'existence d'un calcaire à Conodontes famenniens (II $\alpha$ -III ), visible sur 1,50 m, dans le bourg même de la Meignanne, à 30 m au Sud de la carrière où l'on exploitait autrefois le calcaire praguien à *Nowakia acuarina*, lui-même en contact anormal avec des calcaires noirs et des schistes à gros nodules calcaires du Wenlock supérieur (à *Monograptus flemingi primus* et *Cardiola interrupta*).

d1b-2a. **Grès à *Platyorthis monnieri* (Gedinnien à Siegenien inférieur)**. Ils peuvent atteindre 150 m de puissance et surmontent des schistes plus ou moins gréseux rapportés au Silurien. La partie supérieure du Silurien n'étant pas caractérisée paléontologiquement, le passage Silurien—Dévonien reste mal connu. Cependant, des sphéroïdes fossilifères rapportés au Wenlock ont été récoltés à proximité immédiate du Grès à *P. monnieri* ; l'hypothèse d'une lacune n'est donc pas à écarter. Ces grès,

d'aspect très variable, sont généralement jaunâtres, mais parfois blancs ou rougeâtres ; souvent tendres et sableux, ils peuvent également se présenter comme de véritables quartzites. Ils admettent des passées schisteuses pouvant dépasser 10 mètres. En règle générale, ils sont fossilifères et riches alors en *P. monnieri*. Lamellibranches et articles de Crinoïdes ; les Trilobites sont plus rares : *Acastella rouaulti*, *Homalonotus* sp.

A l'Ouest de la Maine, ces grès sont très mal exposés. L'affleurement fossilifère reconnu autrefois à Angers, au quartier de Reculée, dans le prolongement de celui des Fours-à-Chaux d'Angers, n'a pas été retrouvé. Au Fléchay (= Flécher), à 3 km au Nord-Ouest d'Avrillé, on connaît ces grès par d'abondants débris dans des fossés, au Sud d'une petite excavation pleine d'eau où l'on a exploité un calcaire assimilé aux calcaires d'Angers.

A l'Est de la Maine, ils ont été recoupés à de nombreuses reprises par des travaux de terrassement effectués à Angers et à Saint-Barthélemy-d'Anjou. A Angers, leur puissance atteint 50 à 80 m aux Fours-à-Chaux et 150 m environ boulevard Birgé, où ils comportent deux passées schisteuses d'une quinzaine de mètres. Des grès à articles de Crinoïdes, visibles dans le chemin des Banchais au Nord de la chapelle de la Croix Blanche, pourraient leur être rapportés dans l'hypothèse, adoptée ici, d'une répétition de la série dévonienne au Nord de l'Usine Thomson.

d2b-f. **Schistes, calcschistes, grauwackes et calcaires d'Angers. (Siegenien moyen—Emsien).** Cet ensemble, qui succède en continuité au Grès à *P. monnieri*, est surtout développé à l'Est de la Maine, où des travaux de terrassement l'on recoupé récemment à de nombreuses reprises.

**Les schistes, calcschistes et grauwackes** ont été le plus souvent considérés comme appartenant à des formations peu puissantes (10-15 m), mais bien individualisées (Schistes bleus des Fours-à-Chaux, Grauwackes d'Angers, Grauwackes de Chauffour) et sous-jacentes aux calcaires d'Angers. Mais il s'agit plus vraisemblablement d'un simple faciès latéral de la base de ces calcaires, lesquels peuvent d'ailleurs surmonter directement le Grès à *P. monnieri*. Ces Schistes, calcschistes et grauwackes, qui n'ont guère livré que des Brachiopodes et quelques Trilobites, sont encore visibles dans le chemin qui sert d'accès à la carrière de Chauffour, à Saint-Barthélemy-d'Anjou.

**Les calcaires d'Angers** ont été jadis activement exploités à la carrière des Fours-à-Chaux d'Angers, actuellement presque comblée ; les anciennes petites carrières dites de Saint-Malô ont, de même, été comblées en 1972. De nombreux décrochements affectent ces calcaires entre les Fours-à-Chaux (à l'Ouest) et Saint-Barthélemy. A 100 m au Nord-Ouest du château d'eau de cette dernière localité, leur présence a été constatée dans le talus de l'ancienne voie ferrée. Au-delà du bourg, vers l'Est, les calcaires disparaissent pour ne faire leur réapparition qu'à la carrière de Chauffour, où leur épaisseur atteint une centaine de mètres et où ils sont encore exploités comme matériaux d'empierrement. Ils se présentent ici en bancs lithologiquement variés, puissants de quelques centimètres à un mètre. La roche, le plus souvent finement crinoïdique et d'un gris sombre à noir, présente toutefois des passées encriniques plus grossières et nettement plus claires. La présence, à Chauffour, de *Nowakia acuaria* à l'extrême base des calcaires d'Angers permet de faire remonter à l'Emsien inférieur (Praguien) le début de la sédimentation calcaire. Au sommet, de riches faunes de Brachiopodes et de Trilobites (*Gerastos orbitatus*, *Uncinulus pila*, *Uncinulus tenuistriatus*) indiquent l'Emsien supérieur.

A l'Ouest de la Maine, les calcaires d'Angers ne sont plus représentés que par le petit affleurement du Fléchay, en Avrillé. Ils y affleurent dans une petite excavation pleine d'eau, ainsi que dans le fossé qui s'en détache en direction du château.

**62. Complexe des Schistes et calcaires à *Nowakia acuaria* (Praguien).** La présence de ce complexe a pu être mise en évidence au cœur du synclinal d'Angers. Épais de 50 à 70 m, il est essentiellement caractérisé par des calcaires clairs à grain très fin, bleus ou gris, en banos centimétriques ou décimétriques, et extrêmement riches en *Nowakia acuaria*. Ces calcaires sont associés à des schistes argileux de teintes variées et, plus rarement, à des grès à grain fin.

A l'Est de la Maine, des affleurements, très disloqués, de ce complexe sont en contact, par faille, soit avec le Calcaire d'Angers (carrière Chauffour, en Saint-Barthélémy ; zone industrielle de Saint-Barthélémy ; Angers : boulevard Birgé), soit avec le Grès à *P. monnieri* (bourg de Saint-Barthélémy).

A l'Ouest de la Maine, près de la Meignanne, deux excavations, aujourd'hui inondées, représentent des exploitations jadis ouvertes dans le Calcaire à *Nowakia*. La plus petite est située à 200 m au Sud-Ouest de la ferme du Brisson. La plus grande, qui correspond en fait à deux anciennes carrières réunies par un étroit goulot, se trouve à 350 m à l'Ouest de la Chauvellerie. Ce dernier ensemble, long de 200 m pour une largeur de 50 m, montre des alternances de schistes calcaireux et de bancs, centimétriques à décimétriques, d'un calcaire gris à grain fin, riche en *Nowakia acuarina*. Dans certains bancs, les Nautiloïdes orthocônes sont bien représentés. L'ensemble des couches plonge au Sud de 45 à 60°.

### Synclinorium de Saint-Georges-sur-Loire

De nombreuses incertitudes subsistent relativement à l'interprétation stratigraphique et structurale des monotones séries schisteuses qui occupent la moitié sud-ouest de la feuille, entre la bande Beaucouzé—la Baumette—le Moulin Carré—lie Saint-Maurille—Juigné-sur-Loire, attribuée aux Schistes d'Angers *sensu lato* (au Nord-Est) et le Sillon houiller namurien (au Sud-Ouest). En rapportant tout cet ensemble à un même synclinorium de Saint-Georges-sur-Loire, nous choisissons l'hypothèse selon laquelle seules des formations plus récentes que les Schistes d'Angers seraient représentées ici. Mais cette attitude n'est conforme à l'interprétation traditionnelle que pour la partie sud-ouest du secteur considéré, celle que nous rapportons à la Série de Saint-Georges-sur-Loire, où le Silurien fossilifère est connu depuis longtemps et où la présence du Dévonien inférieur a été signalée récemment. Nous allons voir qu'il n'en va plus de même pour la zone du Nord-Est, occupée par les Schistes de Bouchemaine et d'Erigné.

#### 04-S3. Complexe des Schistes de Bouchemaine et d'Erigné (Ordovicien à Silurien ?).

Sur la seconde édition de la feuille Angers à 1/80 000 (1953), J. Péneau assignait une position synclinale à l'étroite bande schisteuse Beaucouzé—la Baumette—le Moulin Carré, comprise entre l'anticlinal des Ponts-de-Cé et un anticlinal plus méridional occupé d'après la carte, comme le précédent/par les Schistes et arkoses de Bains. Plus au Sud, après l'étroite bande du Grès de Pruniers, assimilée au Grès armoricain et figurée en synclinal pincé, venait un dernier anticlinal, ramenant au jour non plus des Schistes et arkoses de Bains, mais un Briovérien classique. Au-delà débutait le synclinorium d'*Ancenis*, qui s'étendait, vers le Sud-Ouest, jusqu'à l'anticlinorium briovérien des Mauges.

Mais l'attribution au Briovérien des schistes affleurant au Sud du Grès de Pruniers reposait à vrai dire sur des arguments spécieux. En effet, les deux éditions de la feuille Angers à 1/80 000 (1906, 1953) assimilaient certains schistes violacés, bien exposés aux environs de la Piverdière (1250 m Sud de Pruniers), à la série pourprée cambrienne des synclinaux du Sud de Rennes. Dans cette interprétation, les schistes olivâtres ou grisâtres visibles immédiatement au Nord, et au-dessous, ne pouvaient être que briovériens. Mais nos observations, sur les deux rives de la Loire, ont bien mis en évidence le manque de continuité de ces faciès violacés qui forment, en fait, de simples passées, capricieusement développées au sein de schistes indifférenciés. Il faut, de même, dénier toute objectivité aux étroites bandes régulières figurées, par les cartes en question, au Sud des Schistes pourprés de la Piverdière, et attribuées, du Nord au Sud, au Grès armoricain, aux Schistes d'Angers et à l'Ordovicien supérieur.

De même, aucun argument ne justifie le rattachement aux Schistes et arkoses de Bains de l'ensemble schisteux visible immédiatement au Nord du Grès de Pruniers, ensemble dans lequel on n'observe, en particulier, aucun témoin des arkoses et grès grossiers si caractéristiques du complexe en question.

D'autre part, les bancs gréseux situés immédiatement au Sud, et au-dessus, de la bande Beaucouzé—la Baumette (dont l'appartenance aux Schistes d'Angers *sensu lato* n'est pas contestée ici) sont bien différents de ceux qu'elle surmonte directement et qui forment le toit des Schistes et arkoses de Bains de l'anticlinal des Ponts-de-Cé. L'axe de cette étroite zone schisteuse ne saurait donc être assimilé à l'axe d'un synclinal, même déversé vers le Nord.

Quant au Grès de Pruniers, normalement interstratifié, lui aussi, au sein d'un monotone ensemble schisteux à pendages sud, on voit mal comment il pourrait représenter le Grès armoricain, dont il n'a d'ailleurs aucunement le faciès. Et pourtant, on y a récolté, tout récemment encore (à 1200 m au Sud de Beaucouzé, près de la Chauvellerie), des *Bilobites* qui pourraient appartenir au groupe des *Cruziana*.

D'authentiques *Cruziana* viennent d'ailleurs d'être recueillies dans les grès violacés de la forêt de Brissac, que nous considérons comme appartenant, eux aussi, aux Schistes de Bouchemaine et d'Erigné. Ce gisement fossilifère se trouve sur le territoire de la feuille Thouarcé (à moins d'un kilomètre de la limite séparant celui-ci, vers le Nord, du domaine de la feuille Angers), dans une ancienne carrière située à l'Ouest de l'étang de Montayer (2,2 km S.SW de Brissac).

Dans l'hypothèse, généralement admise, où certaines *Cruziana*, au moins, peuvent être tenues pour caractéristiques de l'étage du Grès armoricain, leur présence dans ce contexte viendrait contredire l'interprétation suggérée par les considérations précédentes : celle d'une série monoclinale à pendages sud, comprise stratigraphiquement entre les Schistes d'Angers (Ordovicien moyen), au Nord, et la Série de Saint-Georges-sur-Loire (principalement silurienne), au Sud. Il est clair, par ailleurs qu'adhérer sans réserves à la dite interprétation reviendrait à admettre, pour l'ensemble des dépôts accumulés dans le synclinorium de Saint-Georges-sur-Loire, des épaisseurs difficilement imaginables, même en faisant appel, ainsi qu'il y a assurément lieu de le faire, à une très forte subsidence. C'est dire que l'on ne peut échapper, en dépit des apparences, à l'hypothèse de répétitions tectoniques. C'est dans ce sens qu'il convient d'interpréter la présence des minces intercalations de phtanites graphiteux et de schistes ampéliteux, identiques à celles du Silurien daté, qui sont visibles en place au château d'Erigné et, sous forme de débris, en quelques autres points entre Erigné et Brissac, toujours à faible distance au Sud des Schistes d'Angers. Des ampélites et phtanites affleurant dans cette position au centre du village de Martigneau (2 km au Sud de Juigné-sur-Loire) ont d'ailleurs livré récemment des empreintes reconnaissables de Graptolithes (Monograptidés ?).

Considéré dans son ensemble, le complexe des Schistes de Bouchemaine et d'Erigné présente des pendages parfois très redressés, mais le plus souvent nettement inférieurs à 35° et dirigés de manière à peu près constante vers le S.SW. Les faciès schisteux, de type très banal, jouent évidemment ici le rôle essentiel. Certaines intercalations, ou de simples *passées*, y introduisent toutefois quelque diversité.

C'est le cas, tout d'abord, pour une *roche éruptive* (E)(\*), connue sous les deux rives de la Maine comme au Sud de la Loire, mais seulement dans la zone septentrionale d'affleurement du complexe ; elle forme des intercalations très discontinues dont la puissance n'excède jamais 3 mètres. Cette roche, de teinte claire, grisâtre ou verdâtre, a une texture équante. On y observe de nombreux petits phénocristaux et microlites de plagioclase (oligoclase) et de rares phénocristaux de biotite chloritisée, dans un fond microcristallin à quartz, feldspath, chlorite et séricite. Il s'agirait de sills, plutôt que de coulées.

Le passage, vers le Sud, des Schistes d'Angers de la bande de Beaucouzé—la Baumette à l'ensemble étudié ici est marqué par de minces bancs quartzitiques, intercalés dans des schistes qui deviennent de moins en moins ardoisiers en direction du Sud. La puissance de ces quartzites, assez variable, atteint une dizaine de mètres au rocher de Grézillé (800 m Nord-Est de Pruniers).

L'étroite bande du **Grès de Pruniers** est formée par des grès fins, très impurs et plus

(\*) Cette roche figure dans la légende de la carte sous la mention erronée : **Orthophyres interstratifiés**. (Note ajoutée en cours d'impression).

ou moins recristallisés, à quartz anguleux et matrice argileuse ou phylliteuse. Ces grès plongent assez faiblement vers le Sud-Ouest et deviennent sub-horizontaux au Sud de Saint-Lambert-la-Potherie où ils sont exploités en carrière à Gagné. Ils sont interstratifiés dans des schistes olivâtres à microrhythmes grés-grauwackeux. Des schistes très comparables affleurent dans la zone qui va de Sainte-Gemmes à Brissac, en passant par Erigné et le Nord de Saint-Melaine-sur-Aubance. Dans cette zone, la mince bande gréseuse que l'on suit du château d'Erigné à la Mécrenière correspondrait au Grès de Pruniers. Il en serait de même pour les grès blancs ou jaunâtres, sub-horizontaux, qui forment crête entre le Grand- et le Petit-Beaumont et s'étalent ensuite largement dans l'agglomération de Brissac et à ses abords immédiats.

On a figuré en surcharge les premières passées de *schistes violacés* que l'on rencontre, en venant du Nord, dans le complexe des Schistes de Bouchemaine et d'Erigné. Elles sont surtout développées, on le sait, entre la Piverdière (Sud de Pruniers) et la Roche (Saint-Jean-de-Linières). On les retrouve de manière plus discontinue, dans la région comprise entre Maine et Loire (le Mur Blanc et sortie ouest de l'agglomération de Sainte-Gemmes-sur-Loire). Au Sud de la Loire, la répartition de ces *premières passées violacées* devient plus capricieuse encore. Parmi les plus remarquables, on citera les schistes très fissiles et luisants, sub-verticaux, qui affleurent en bordure immédiate de la plaine de la Loire et du Louet, au pied de la falaise de la Roche-de-Mûrs. Une autre, plus gréseuse, peut être observée au carrefour de la route d'Erigné à Soulaines et de celle qui conduit au Petit-Princé (1,7 km Sud d'Erigné). On citera aussi l'étroit affleurement sub-vertical des Huttières (1,5 km Nord-Ouest de Saint-Melaine), orienté NW—SE et formant relief sur environ 300 m, ainsi que celui du piton de la Croix de Charruau (750 m W.NW de Saint-Melaine).

Au-delà de ces premières passées violacées, on remarque, vers le Sud, un développement notable de schistes fissiles, d'un bleu-noir, particulièrement bien exposés, en falaise, sur la rive droite de la Maine (au Nord de Bouchemaine) et sur la rive droite de la Loire (escarpement de la Roche-de-Mûrs). Ils rappellent assurément par leur faciès les Schistes d'Angers ; mais les passages latéraux à des schistes de type banal sont de règle. Cet ensemble est riche en très minces intercalations gréseuses ; les plus caractéristiques sont des psammites gris en plaquettes de 2 à 3 cm présentant souvent en surface des traces organiques du type des Fucoïdes. Pour la région située au Nord de la Loire, on notera l'absence de passées violacées entre la zone de leur apparition (au Nord) et une ligne W.NW—E.SE joignant le Nord de Saint-Léger-des-Bois, les Grès, Grand-Mont, le Hérisson, la Mindière et le Nord de Bouchemaine. Au Sud de cette ligne, qui a été figurée sur la carte, les teintes violacées redeviennent au contraire fréquentes au sein de schistes gris ou beiges, généralement luisants, où faciès ardoisiers et intercalations gréseuses sont en revanche très rares et où l'on ne connaît pas de phanites.

Ajoutons que les recherches de microplancton entreprises en vue de faire sortir les Schistes de Bouchemaine et d'Erigné de leur anonymat n'ont pas donné de résultats encourageants. Cette remarque vaut aussi pour les faciès schisteux de la Série de Saint-Georges-sur-Loire.

**05-d2. Série de Saint-Georges-sur-Loire, schisto-gréseuse et volcanique (Ordovicien supérieur à Dévonien inférieur).** La notice explicative de la feuille Chalonnnes-sur-Loire à 1/50 000 assignait pour limite inférieure à cette série volcano-sédimentaire le toit des *schistes sub-ardoisiers des Essarts*, alors assimilés aux Schistes d'Angers. Mais il s'agit en fait de simples passées, irrégulièrement développées au sein du complexe étudié ci-dessus. Cette rectification conduit à décaler de près de 2 km vers le Sud la limite recherchée, de manière à la faire coïncider avec la limite septentrionale d'une zone riche en intercalations de grès en plaquettes violacés à brun rougeâtre.

Ce sont les formations sédimentaires, surtout schisto-gréseuses et de type flysch, qui jouent, ici encore, le rôle essentiel ; mais l'abondance des termes effusifs et de leurs tufs témoigne d'une importante activité volcanique contemporaine du dépôt.

**Les schistes.** Habituellement luisants et fissiles, beiges ou grisâtres, et toujours azoïques, les faciès schisteux formeraient près de 60% de la série. Ils ne diffèrent aucunement de ceux qui affleurent dans la partie méridionale du complexe de Bouchemaine et d'Erigné. Les teintes violacées ou vert-amande y sont plus fréquentes, mais tout aussi capricieusement développées. Au microscope, on y voit surtout de la chlorite et du mica blanc, avec un peu de quartz, parfois corrodé.

**G. Les grès.** Les contours proposés délimitent en général non pas de véritables intercalations, mais de simples *zones à dominante gréseuse*. En dehors de grès violacés, en plaquettes centimétriques, dont il a été question un peu plus haut, il pourra s'agir de grès feldspathiques, de grès chloriteux, de psammites et plus rarement de quartzites. On n'y a pas observé d'autres traces organiques que des *Vexillum* (?), visibles en particulier le long de la RN 23, immédiatement au Sud de l'Oliveraie (limite occidentale de la feuille).

**Ph. Les phthanites.** Ces microquartzites graphiteux, finement et régulièrement stratifiés, à cassure esquilleuse, de teinte grise ou noire, sont connus dans toute l'épaisseur de la série, sous forme d'intercalations plus ou moins puissantes et continues. Toutes les bandes septentrionales, de Saint-Martin-du-Fouilloux à Mozé, sont fossilifères ; elles ont livré la faune graptolithique classique des Pthanites de la Loire-Inférieure et du Maine-et-Loire, dite faune à *Monograptus lobiferus*, qui indique la partie moyenne du Llandovery (Silurien inférieur).

**J. Des jaspes** ont été identifiés à 4 km au Sud-Est de Denée, entre les Baunâts et la Planche, où ces roches siliceuses, de teinte rouge et à cassure de silex, forment quatre minces bandes parallèles.

**C. Les calcaires.** Les intercalations calcaires liées à la Série de Saint-Georges-sur-Loire sont toujours de dimensions très réduites et n'ont pas pu être représentées à l'échelle ; elles peuvent être intimement associées à des spilites ou des tufs spilitiques. Au Nord de la Loire, les lentilles du Nord et du Nord-Est de Savennières ont été figurées d'après les données de la feuille Ancenis à 1/80 000 (2ème éd.). Le *Calcaire du Liétron*, associé à des spilites, est bien visible entre Rochefort et Denée dans l'escarpement qui surplombe immédiatement la plaine alluviale. C'est un calcaire rose, puissant d'une dizaine de mètres, en bancs centimétriques à décimétriques ; il a livré, vers son sommet, de petits *Orthis* indéterminables. Le *Calcaire inférieur des Roches* (S4C) affleure dans le talus de la route qui va de la RN 751 à Port-Bitou. Cette roche grise et à grain fin a livré une faune de Conodontes qui permettrait d'envisager un rattachement au Post-Ludlow. Le *Calcaire supérieur des Roches* (d2 C) peut être attribué au Praguien : des fragments de calcaire beige, pétri de Dacryoconarides, rencontrés lors du creusement d'un puits situé à 200 m au Sud du château du Ruau, ont livré en effet *Nowakia acuarina* et *N. cf. praecursor* ; on rapporte à la même formation des schistes calcaireux, riches en Dacryoconarides, qui affleurent non loin de là, dans le talus d'un ruisseau dépendant du château.

#### **Roches volcano-sédimentaires**

Les schistes ou grès à éléments volcaniques sont très fréquents, et l'on connaît tous les termes de passage à de véritables *tufs rhyolitiques*. Ces diverses roches sont riches en débris de cristaux de quartz et de plagioclases acides.

**π. Le Porphyre quartzifère de Saint-Georges-sur-Loire** présente un aspect de quartzite, mais montre à l'œil nu de petites amygdales blanches généralement constituées d'amas felsitiques. Il pourrait s'agir d'un tuf acide ayant subi une dévitrification partielle. Cette roche n'est représentée, en lisière occidentale du territoire de la feuille, que par un pointement isolé ; mais ce dernier appartient au même groupe que d'autres petits affleurements visibles, un peu plus à l'Ouest, dans le cadre de la feuille Chalonnais.

*trβ*. **Les tufs spilitiques**, plus ou moins remaniés, ne sont connus que dans la zone méridionale d'affleurements de la série ; ils y représenteraient les seuls témoins du volcanisme basique.

#### **Roches effusives**

Ces roches peuvent être réparties en deux groupes, représentés à peu près à égalité : roches basiques et roches acides. Ces dernières, plus résistantes en moyenne, jouent de ce fait un certain rôle orographique.

*β*. **Spilites**. Elles se présentent à l'œil nu comme des roches d'un vert plus ou moins sombre, brunâtres par altération et perdant alors rapidement toute cohésion. Il s'agit, suivant les cas, de coulées ou de sills, pouvant atteindre jusqu'à une centaine de mètres. On n'a pas observé, sur le territoire de la feuille, de véritables *débits en coussins* (*pillow lavas*) ; mais il en existe, dans le cadre des feuilles voisines, à proximité immédiate : tranchée du Moulin-Bachelot, en Saint-Georges (feuille Chalennes) et carrière de Pierre-Bise, en Beaulieu-sur-Layon (feuille Thouarcé à 1/50 000). La structure des spilites est souvent franchement doléritique, parfois microlitique. Les éléments essentiels (90% environ) sont l'albite (An 5 à 10%), l'augite (souvent épigénisée en chlorite) et la chlorite ; l'olivine fait toujours défaut. Les minéraux accessoires sont, dans l'ordre d'importance : hématite et pyrite ; épidote, zoïsite et calcite ; quartz ; ilménite (et leucoxène) ; ripidolite ; zircon, etc. La teneur en Na<sub>2</sub>O varie entre 3,43 et 5,60% ; le rapport Na<sub>2</sub>O/CaO, toujours supérieur à 0,52, peut atteindre 1,8.

*ρ*. **Roches acides (rhyolites et microgranites)**. Ce sont des roches dures et compactes, de teinte habituellement claire. Certaines sont aphanitiques, comme la roche du moulin du Gué (1 km Nord-Est de Savennières). D'autres sont porphyriques et montrent des phénocristaux de quartz et de feldspaths ; c'est le cas pour la roche qui forme le piton du Pic Martin (600 m Sud-Ouest de Rochefort-sur-Loire). Il faut mettre à part le *microgranite* exploité en carrière à 300 m au Nord-Est de Mozé-sur-le-Louet ; il est très remarquable par l'abondance des filonnets de calcite, par les enduits de graphite qui tapissent les nombreuses diaclases, et aussi, comme on le verra ci-dessous (rubrique Minéraux), par la minéralisation complexe qui lui est liée. La fréquence des tufs acides associés à ces *microgranites*—*rhyolites* suggère des manifestations volcaniques de type explosif. L'altération et la recristallisation rendent ici délicate la distinction entre les structures microgrenue et hyalo-porphyrique. Les minéraux essentiels sont le quartz (en cristaux sub-automorphes, corrodés et craquelés), les feldspaths alcalins (très altérés) et la biotite (chloritisée). Il s'y ajoute des oxydes de fer, de l'ilménite (leucoxène), du sphène et de l'épidote.

**Remarques structurales**. La structure de la Série de Saint-Georges-sur-Loire, pas plus que celle des Schistes de Bouchemaine et d'Erigné, ne saurait être considérée comme élucidée. Toutefois, la répartition des faciès permet d'y définir cinq zones, allongées de l'W.NW à l'E.SE, pour l'ensemble du territoire couvert par les feuilles Chalennes-sur-Loire et Angers à 1/50 000. Ces zones seront énumérées ci-dessous, du Nord au Sud.

- La zone gréseuse septentrionale, ou zone des grès violacés, est identifiable depuis le Sud de la Cornouaille (feuille Chalennes), où elle serait affectée par un repli synclinal, jusqu'au Sud de Soulaines, en passant par le Nord de Saint-Martin-du-Fouilloux et le Nord d'Epiré.
- Une zone riche en affleurements relativement larges et continus de phanites siluriens fossilifères, avec témoins du seul volcanisme acide ; cette zone peut être jalonnée par Belligné, Villemoisan, le Sud de Saint-Augustin-des-Bois (feuille Chalennes), Saint-Martin-du-Fouilloux, Sud d'Epiré, Denée et Mozé-sur-le-Louet. On notera que c'est à cette zone qu'appartiennent les deux affleurements calcaires des environs des Roches, attribués au Post-Ludlow et au Praguien.
- Une zone où les termes effusifs acides et basiques sont représentés en proportions sensiblement égales et dans laquelle les témoins du volcanisme explosif sont absents

ou rares ; elle passe par Saint-Sigismond, le Nord de Champtocé et Saint-Georges-sur-Loire (feuille Chalonnnes), puis par Savennières, Béhuard et le Sud de Denée.

- Zone schisto-gréseuse, très pauvre en roches volcaniques et en phtanites, voire dépourvue de ces roches, pouvant correspondre à un repli anticlinal, et reconnaissable immédiatement au Nord d'une ligne joignant la Chapelle-Saint-Sauveur à Champtocé (feuille Chalonnnes), puis la Possonnière à Rochefort-sur-Loire.
- Zone méridionale, la mieux individualisée du point de vue cartographique, et butant directement par faille contre le sillon houiller namurien ; elle est surtout remarquable par la prédominance du volcanisme basique, ce qui n'exclut pas toutefois, la présence de nombreux petits pointements lenticulaires de roches acides. Les manifestations volcaniques auraient été ici principalement de style explosif ; ce volcanisme, typiquement superficiel aurait permis la formation de nombreux petits appareils, d'où une certaine irrégularité du fond, pouvant expliquer la très faible extension horizontale des dépôts calcaires ou phtanitiques ; on notera aussi que le Porphyre de Saint-Georges-sur-Loire est inconnu hors de cette zone.

### Sillon houiller de la Basse-Loire

**h3. Houiller productif. Schistes, grès et conglomérats (Namurien).** Une faible portion seulement du long Sillon houiller de la Basse-Loire est visible ici, tout à fait au Sud-Ouest, dans la région d'Ardenay et la Haie-Longue. Les formations continentales, souvent riches en restes végétaux bien conservés, qui se sont accumulées dans ce fossé tectonique appartiennent principalement au Namurien ; mais elles pourraient atteindre la base du Westphalien. A. Carpentier (1928) y a cité, entre autres fossiles récoltés à Montjean (feuille Chalonnnes) et la Haie-Longue : *Sphenopteris dubuissoni*, *Sph. adiantoides*, *Archaeocalamites*, *Calamites*, *Sphenophyllum tenerrimum*, *Lepidodendron veltheimianum*, *Ulodendron minus*, *Pecopteris aspera* ?, *Sphenopteris dicksonioides*, *Sph. dissecta*, *Neuropteris antecedens*. Les faciès sont bien ceux du Houiller productif : poudingues polygéniques, grès grauwackeux ou psammitiques, schistes noirs, intensément plissotés, veines irrégulières d'une houille le plus souvent demi-maigre. La mine des Malécots (la Haie-Longue), qui a cessé toute activité en 1964, aura été la dernière exploitée pour l'ensemble du Bassin houiller de la Basse-Loire (voir rubrique Mines).

Une roche pyroclastique acide, généralement très silicifiée et toujours nettement litée, forme des intercalations relativement puissantes au sein du complexe namurien. La *Pierre carrée* (Pc), ainsi nommée en raison de la cassure parallélépipédique de ses échantillons fins et homogènes, est bien exposée à la Dressière ainsi qu'aux anciennes carrières du Roc et des Malécots. On y récolte de belles empreintes végétales et l'on y observe localement, couchés ou en section, des troncs de Lépidodendrales. Les teintes sont claires, d'un blanc jaunâtre ou verdâtre. La granulométrie varie de celle d'une cinérite extrêmement fine à celle de brèches à gros éléments (parfois plus de 50 cm), en passant par des lapillis. Ces produits d'un volcanisme rhyolitique de type explosif, dont les cheminées et les termes effusifs sont inconnus, paraissent n'avoir subi qu'un transport très peu important. Les critères de polarité mis en évidence dans la bande les Malécots—le Roc indiquent un renversement local de la série namurienne.

### Fossé de Rochefort-sur-Loire

**h4. Schistes et grès à Cordaites (Westphalien).** Discordant sur les terrains de la Série de Saint-Georges-sur-Loire, le Westphalien a été conservé, à 1 km au Sud-Ouest de Rochefort, dans un fossé tectonique encadré par des failles complexes, en marches d'escalier. Les couches sont, dans l'ensemble, assez redressées, les pendages pouvant dépasser 60°. La position tectonique du petit lambeau isolé visible immédiatement à l'Est manque encore de clarté. Un autre lambeau, cité par Cacarié, dans le même

contexte, mais au Nord de la Loire, n'a pas été retrouvé. Le Westphalien de Rochefort est formé de schistes gréseux jaunâtres, alternant avec des grès et psammites de même teinte et des poudingues ; il n'y a pas ici de veines de houille. E. Bureau (1914) a souligné la richesse de ces dépôts en feuilles de *Corda/tes* (*C. principalis*, *C. borassifolius*, *C. goldenbergianus*) ; il a cité, en outre, *Asterophyllites equisetiformis*, *A. longifolius*, *Alethopteris serii*.

### MÉTAMORPHISME HERCYNIEN

Le métamorphisme régional affecte de façon notable les formations de l'anticlinal des Ponts-de-Cé ; c'est pourquoi l'étude des Schistes et arkoses de Bains s'est bien prêtée à l'analyse des variations de son intensité. On trouvera donc à la rubrique consacrée à cette formation l'essentiel des données pétrographiques et structurales concernant le métamorphisme. Rappelons que ce dernier croît régulièrement jusqu'au cœur d'une zone à biotite que l'on a pu individualiser sur la carte en traçant l'isograde d'apparition de ce minéral. Dans la zone épimétamorphique périphérique, les schistes proches de cet isograde présentent un aspect très satiné. Mais, en l'état actuel des études pétrographiques, il n'a pas été possible de tracer des limites de zone au sein de cette enveloppe de métamorphisme léger. Signalons du moins, aux ardoisières de Trélazé, la présence de chloritoïde (F. Boudier et A. Nicolas, 1968), ce minéral indiquant l'anchizone, voire déjà l'épizone.

Le métamorphisme est accompagné de schistosité et d'une linéation minérale toujours très marquée. Il a les caractères d'un thermo-dynamo-métamorphisme régional à gradient assez élevé. On notera qu'il paraît s'ordonner autour des Orthogneiss de Saint-Clément-de-la-Place. L'axe Landes de Lanvaux—les Ponts-de-Cé, qui avait déjà représenté, au cours de la sédimentation paléozoïque, un trait paléogéographique remarquable, aurait donc joué, lors de l'orogénèse hercynienne, comme zone de montée thermique d'un métamorphisme syntectonique, et cela avant la mise en place du granite post-tectonique de Bécon et de Saint-Lambert-la-Potherie.

### MAGMATISME HERCYNIEN

γ<sup>2</sup>. **Le Granite de Bécon et de Saint-Lambert-la-Potherie** affleure à l'Est du petit pointement granitique de Bécon (feuille Chalennes), sur environ 9 km de long et 2 km de large, selon un axe est—ouest, oblique par rapport à la direction structurale majeure de la région (N110°E). Il s'est mis en place dans la partie méridionale de la boutonnière orthogneissique de Saint-Clément-de-la-Place dont il s'écarte progressivement vers l'Ouest. Les limites méridionales du massif sont difficiles à tracer par suite des recouvrements récents. Le granite affleure principalement sous forme de chicots surbaissés, particulièrement abondants au Nord de Saint-Lambert. Ces chicots montrent une roche grisâtre, à grossière structure feuilletée, le plus souvent orientée Est-Ouest (N 95°E à N 110°E) et inclinée au Nord. Ce feuilletage, en lames centimétriques, correspond à un écrasement relativement peu poussé. En quelques points, il est possible d'observer également une orientation antérieure, plus fruste, et qui, à l'inverse de la structure secondaire d'écrasement, semble correspondre à la structure primaire liée à la mise en place du granite. L'examen au microscope montre des plagioclases zonés abondants (An 28 à An 11), parfois tronçonnés, des feldspaths potassiques subordonnés, des amas de cristaux de quartz engrenés, de la biotite déchiquetée, parfois chloritisée et un peu de muscovite. Le granite recoupe le socle orthogneissique de Saint-Clément-de-la-Place et ne présente pas l'intense linéation qui a affecté ces orthogneiss et le Paléozoïque avoisinant. Sur le territoire de la feuille Chalennes, il métamorphise les Schistes et arkoses de Bains, les Schistes d'Angers et la Série de Saint-Georges-sur-Loire ; il est donc certainement post-ordovicien, et très vraisemblablement hercynien.

$\gamma^{1-2}$ . **Leucogranites.** Quelques filons de leucogranites, parfois à tourmaline, dont l'orientation est délicate à préciser, recoupent le granite de Saint-Lambert-la-Potherie, à l'Ouest du bourg de ce nom.

$\mu\gamma^2$ . **Des microgranites** (*sensu lato*) recoupent les Orthogneiss de Saint-Clément-de-la-Place et le granite feuilleté de Saint-Lambert-la-Potherie. Plusieurs filons, localement en relief, on pu être suivis sur près de 1,5 km : la Houssaye—Crois des Frux ; la Bourellière—la Martinière ; le Chauvureau—Naizance, selon une direction générale N 15-20°E ; leur puissance serait supérieure à 10 mètres. D'autres occurrences ont été uniquement observées sous forme de boules éparses et, dans ce cas, leur direction réelle s'avère difficile à préciser (les Marais, Fessine, la Malsoucière, la Filotière, etc.). Ce sont, généralement, des roches de teinte grise à gris-bleu, à grain fin. Les phénocristaux sont essentiellement constitués par des plagioclases zonés (dont la teneur en anorthite varie, suivant les zones, de 18 à 30 %), par du quartz et de la biotite ; ils sont parfois prédominants par rapport au fond cristallin ; la roche présente alors, à l'œil nu, un aspect grenu. Une analyse chimique, effectuée sur un échantillon prélevé près de la Houssaye, a donné les résultats suivants (en %) : SiO<sub>2</sub> : 69,50 ; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 15,90 ; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,80 ; FeO : 1,30 ; MnO : 0,03 ; MgO : 1,20 ; CaO : 2,37 ; Na<sub>2</sub>O : 4,25 ; K<sub>2</sub>O : 3,15 ; TiO<sub>2</sub> : 0,60 ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 0,17 ; H<sub>2</sub>O : ±0,95 (analyse Patureau). Les paramètres de cette roche conduisent à la caractériser comme un *microgranite akéritique* de la classification de Lacroix. Des filons de teinte plus sombre et sans phénocristaux de quartz ont été observés près de Frémiou. La localisation des filons dans des fractures transverses et l'absence totale d'écrasement suggèrent une mise en place tardi-hercynienne.

Des microgranites en tous points identiques forment un ou deux minces filons NW—SE de part et d'autre de Saint-Léger-des-Bois.

**Q. Filons de quartz.** Les filons de quartz sont fréquents, mais, le plus souvent, par suite de la mauvaise qualité des affleurements, leur direction reste difficile à préciser.

De nombreux fragments d'un quartz d'aspect ligneux (quartz *xyloïde*), très écrasé, ont été observés aux environs de Beaucouzé, selon une direction d'ensemble W.NW-E.SE (les Bouillons, Terrières, les Cinq Routes, la Maison Neuve, les Landes, les Moues,...). Ces quartz renferment quelquefois de la tourmaline et, beaucoup plus rarement, de la cassitérite (voir gîtes minéraux). Localisés dans une zone dépourvue d'affleurements, ils semblent souligner une importante zone de *dislocation directionnelle* qui jalonnait la limite du socle orthogneissique de Saint-Clément-de-la-Place. On les suit sur plusieurs kilomètres dans le complexe des Schistes et arkoses de Bains.

D'aspect tout différent sont les filons de quartz jalonnant des fractures transverses. Le plus caractéristique d'entre eux peut être observé à la Changerie, au Nord de Beaucouzé, où il présente une direction approximative N15°E. Il offre un aspect rubané ou une allure fibro-radiée, avec sphérolites dépassant parfois 10 cm de diamètre. Le quartz sphérolithique de la Changerie est localement associé à des gros rhomboïdes de calcite, actuellement silicifiés.

#### TERRAINS CRÉTACÉS

Le Cénomaniens transgressif, qui s'étale largement en discordance sur les terrains paléozoïques, couvre de vastes surfaces dans le Nord-Est et le Sud-Est de la feuille. L'absence, dans ces faciès littoraux, d'Ammonites permettant des datations précises rend délicates les comparaisons avec les régions voisines.

c1-2aj. **Graviers, sables et argiles de Jumelles et de Brissac (base du Cénomaniens régional).** La partie inférieure du Cénomaniens est formée, dans la région de Brissac—Quincé, par des dépôts graveleux, riches en quartz blancs, à matrice sableuse grossière, et interstratifiés de lits d'argiles grises. Ces formations très détritiques prennent une grande extension vers le Sud-Ouest, sur la feuille Thouarcé, où elles surmontent les terrains briovériens des Mauges.

Localement, et en particulier au Nord de la Loire, ce sont des sables fins et jaunes, à minces intercalations d'argiles noires, ligniteuses, feuilletées et micacées, qui forment la base même du Cénomanién, au-dessous des sables glauconieux (Aigrefoin, la Coutardière, tranchée de la route de Briollay à la Croiserie). Ces dépôts sont entièrement dépourvus de glauconie. Les lentilles argileuses intercalées dans les graviers sont formées, pour l'essentiel, de kaolinite et de montmorillonite, ces deux minéraux étant représentés en proportions sensiblement égales ; des micas sont également présents ; l'andalousite vient en tête dans le cortège des minéraux lourds ; viennent ensuite la tourmaline, le disthène et la staurotide. Ces formations graveleuses de Brissac peuvent être rapprochées des Sables et graviers de Jumelles (feuille Longué) ; leur origine est fluviatile et leur provenance armoricaine (J. Louail). Elles dessinent ici un chenal orienté SW—NE. Les horizons les plus fins et les plus argileux correspondent à des zones marécageuses calmes ; ils sont riches en débris végétaux (lignites à Conifères et Ginkgoales).

Il n'est pas exclu, par ailleurs, que ce *Cénomanién inférieur local* représente un équivalent latéral des niveaux inférieurs des Sables du Maine, atteignant ainsi la base du Cénomanién moyen.

**C2a. Sables glauconieux (Cénomanién moyen).** Ces dépôts recouvrent tantôt les graviers fluviatiles, tantôt les formations argileuses précédentes. Franchement marins et riches en glauconie, fins, localement assez argileux et dépourvus de fossiles, ils marquent la première étape de la transgression cénomaniénne. Certains horizons sont cimentés en grandes dalles gréseuses (la Naissance, au Nord-Est de Brissac). Les grains de quartz sont peu émoussés ; la glauconie est associée à la montmorillonite ; parmi les minéraux lourds, la staurotide prédomine sur la tourmaline, l'andalousite et le disthène.

**C2b. Marnes à Ostracées et sables verts (Cénomanién supérieur).** Les Marnes à Ostracées forment une masse résistante, épaisse de 5 à 8 m, déterminant une petite cuesta (Nord de la Loire, Saint-Saturnin). Ces marnes, blanches, glauconieuses, extrêmement fossilifères, ont livré plus de 300 espèces. Deux d'entre elles dominent très largement : *Pycnodonta bauricularis* Lam. (à la base) et *Exogyra columba* Lam. (dans les horizons supérieurs). Parmi les autres espèces les plus fréquemment rencontrées on citera : *Pycnodonta pseudovesicularis* Guéranger, *Exogyra flabellata* d'Orb., *Alectryonia carinata* Lam., *Pecten guerangeri* Farge, *Terebratella menardi* Lam., *Terebratella buplicata* Deffr., *Rhynchonella compressa (alata)* Lam., *Strombus incertus* d'Orb. Les Ammonites sont rares. Parfois, ces bancs marneux s'estompent localement dans le paysage ; on voit alors de minces niveaux lumachelliques s'intercaler au sein de masses sableuses importantes (Brissac, Orgigné). Les niveaux supérieurs sont uniquement sableux et couvrent de grandes surfaces au revers du talus des marnes ; ils sont riches en débris de coquilles finement brisées. Le sommet du Cénomanién est souligné par un niveau argilo-sableux à *Terebratula carentonensis*, à Vers (*Ditrupe deformis* Lam.) et petites Huîtres (*Exogyra columba minor* Lam.). Tout à fait au Nord de la feuille, aux Rittières, le gisement fossilifère figuré sur la feuille indique l'apparition de minces bancs d'un grès calcaire, dit Grès à *Leda*, beaucoup mieux développé, plus au Nord-Ouest, dans la région de Château neuf-sur-Sarthe ; cet horizon-repère souligne le passage au Turonien. Les marnes à *Ostrea bauriculata* correspondent à la zone à *Calycoceras naviculare* ; les niveaux sus-jacents (Sables de Bouse à *Catopygus obtusus*, zone à *Metoicoceras gourdoni*) ne sont pas connus ici.

**C3a. Craie — tuffeau de l'Anjou. — C3b. Niveaux sableux verts supérieurs (Turonien).** On rapporte au Turonien une succession d'assises peu fossilifères où domine le faciès crayeux, plus ou moins riche en éléments détritiques, que l'on connaît sous le nom de Tuffeau d'Anjou. D'épaisseur très réduite dans ses gisements les plus occidentaux (2 m à Saint-Saturnin), ce Turonien est néanmoins toujours présent entre Cénomanién et Sénonien. Vers l'Est, il devient plus épais et plus complet (8 m à Raindron) et dessine une cuesta abrupte en voie de dégagement. Il est, toutefois,

fréquemment masqué par les glissements affectant la masse des sables sénoniens. La partie inférieure est représentée par une craie blanche à *Inoceramus labiatus* Brongniart et *Terebratula obesa* Sowerby. Cette craie, relativement compacte, plus ou moins marseuse ou entrecoupée de lits argileux, est le faciès sous lequel affleure exclusivement le Turonien dans les parties occidentales et septentrionales du territoire de la feuille. La partie moyenne est une craie jaunâtre, glauconieuse, friable et pulvérulente. Elle se charge en éléments détritiques, devient localement sableuse et micacée, et peut emballer des concrétions gréseuses.

Dans la partie sud de la feuille, on rapporte au sommet du Turonien (C3b) une couche, puissante d'un mètre environ, d'un sable fin, vert, micacé, à minces passées argileuses.

**C4. Sables et grès du Sénonien inférieur.** Le Sénonien inférieur est représenté par des formations siliceuses, finement détritiques, dont l'épaisseur atteint une vingtaine de mètres. A la base, on observe une couche d'argile rouge et l'on note la présence de rognons gréseux, remaniés du Turonien sous-jacent. Les niveaux les moins élevés stratigraphiquement sont souvent plus graveleux. Plus haut vient un sable blanc, fin, parfois micacé, et souvent consolidé en un grès siliceux blanc, très dur, donnant de grandes dalles. Les fossiles font le plus souvent défaut dans toute la masse sableuse. Toutefois, on recueillera localement en surface de nombreux Spongiaires siliceux, ainsi que de rares Lamellibranches (*Pecten*) ou Brachiopodes (*Rhynchonella*). Une importante régression s'est produite avant la fin du Crétacé.

#### TERRAINS TERTIAIRES

Les dépôts rapportés au Tertiaire ont des affleurements plus discontinus, et témoignent d'une instabilité paléogéographique plus grande que ceux du Crétacé.

**e6. Grès à *Sabalites andegavensis* (Bartonien inférieur ?).** L'Éocène continental détritique est représenté en Anjou par une formation qui provient de la cimentation des sables sénoniens. Ces grès ne se présentent jamais en bancs continus, mais en masses isolées, de dimensions variables, allant jusqu'à des blocs de plusieurs mètres cubes. Ce sont des roches souvent très dures, brunes, jaunes ou violacées, avec traces verticales de racines fréquentes. Elles ont livré, aux environs immédiats de Saint-Saturnin, lors de leur exploitation pour pavés, une paléoflore caractéristique d'un climat sub-tropical, et comportant une soixantaine d'espèces. N. Vaudois nous a fourni, sur cette flore, les précisions suivantes. Outre le Palmier éponyme *Sabalites andegavensis* Schimper, on peut citer des fruits tropicaux ou sub-tropicaux : *Oncobocarpum decaisneanum* (Crié) (Flacourtiacées) ; *Morindium brongniarti* (Stichler) emend. Vaudois 1972 et *M. sub-brongniarti* Vaudois (Rubiaceées) ; *Juglandicarya grueti* Vaudois (Juglandacées) ; *Leguminocarpon brongniarti* (Watelet) emend. Vaudois 1972 (Légumineuse) ; *Diospyros* sp. (Ebénacées). Des bois fossiles ont pu être attribués aux genres *Palmoxydon*, *Lauroxydon*, *Cornoxydon*, *Cupressoxydon*. Les empreintes de Myricacées (*Myrica*), Moracées (*Ficus*), Lauracées (*Laurus*) sont nombreuses, mais nécessiteraient une révision.

Certains faciès pourraient être plus particulièrement rapportés à la base de la formation ; ce serait le cas pour un poudingue siliceux, à Spongiaires remaniés du Sénonien, d'origine probablement fluviale, dont on rencontre des blocs à Saint-Saturnin et jusque dans l'angle nord-est du territoire de la feuille. Le mode de gisement de ces grès, en blocs épars, éboulés sur les pentes, en rend la représentation cartographique impossible. Les travaux de remembrement et de mise en culture déplacent d'ailleurs les blocs en question de leurs gisements originels, pour les accumuler en lisière des champs. Dans la région de Saint-Saturnin, particulièrement riche en gros blocs, souvent fossilifères, nous avons délimité pour ceux-ci d'une part une *zone large* d'extension, d'autre part une *zone à densité maximum*. Mais il faut souligner que les terrains mésozoïques sont ici systématiquement parsemés de petits

fragments d'un grès siliceux lustré, rappelant aussi bien les grès sénoniens intraformationnels que les grès bartoniens, et dont l'extension n'a évidemment pas été indiquée. La carte signale, en revanche, quelques gisements de blocs éocènes (ou sénoniens ?), dans la partie armoricaine de la feuille, au Sud de la Loire (environs de Grand-Claye et de Souvigné).

**e7. Meulières de l'Anjou (Bartonien supérieur).** Le Bartonien supérieur est représenté en Anjou par un calcaire lacustre aisément observable à Noyant et à Champigny, près de Saumur, où des faciès de silicification (meulières) lui sont intimement associés. Ce sont ces meulières que l'on retrouve seules ici, au Sud de Blaison (Frédélin), sous forme de nombreux débris épars dans les champs. Il faut voir là des témoins de l'extension d'anciens lacs, ou de petites étendues d'eau résultant du morcellement de ces lacs.

**m2a. Faluns de l'Anjou (Helvétien).** Des lambeaux de faluns, respectés par l'érosion, persistent sur l'emplacement de la mer du Miocène moyen. Ils reposent en discordance de ravinement sur les marnes cénomaniennes (le Haguineau) ou sur le tuffeau turonien (le Haut-Coudray). L'attribution à l'Helvétien du lambeau des Touches, récemment découvert en lisière sud du domaine de la feuille, est extrêmement probable, mais non confirmée paléontologiquement. Ces faluns se sont accumulés dans un paléofossé orienté NW—SE ; les lambeaux figurés appartenaient à l'extrémité occidentale de ce fossé, dont le maximum d'extension et de profondeur était atteint dans la région de Doué-la-Fontaine (feuille Saumur). L'épaisseur actuelle des dépôts faluniens n'excède pas ici trois mètres. La masse principale se présente sous forme de sables coquilliers, de couleur jaune, à faciès éminemment littoral. La faune, extrêmement abondante, est surtout remarquable par sa richesse en Bryozoaires, particularité qui caractérise le faciès dit *savignéen* de l'Helvétien. Parmi les autres groupes d'organismes présents, citons des Brachiopodes, Lamellibranches, Echinides, dents de Poissons et ossements de Mammifères, marins ou continentaux. Au Haguineau, on observe à la base de la formation un horizon sableux, riche en grenats d'origine armoricaine et immédiatement superposé aux Marnes à Ostracées dont il remanie les Huîtres et dont il contient des éléments à l'état de galets mous. Ces *sables inférieurs* peuvent se rencontrer, en minces placages dispersés et de faible étendue, à la périphérie des affleurements principaux.

D'autre part, quelques niveaux de graviers quartzeux (gr) sont interstratifiés au sein de ces formations bioclastiques ; après décalcification des faluns, ces graviers peuvent être localement très développés (Nord du Haguineau).

**pR. Sables, marnes et argiles du Redonien (Pliocène fossilifère).** Les minuscules lambeaux redoniens disséminés dans le quart nord-ouest du territoire de la feuille y prolongent le groupe de Saint-Clément-de-la-Place (feuilles Ancenis à 1/80 000, Chalonnes-sur-Loire à 1/50 000). Le lambeau de Bouguelières, en Avrillé, serait le plus oriental des gisements connus du Redonien s'il n'en existait un autre, en position nettement excentrique, à Renauleau—Beugnon (feuille Thouarcé, à paraître). Au Chauvreau (Saint-Clément-de-la-Place), le creusement d'une vaste pièce d'eau a bien montré les passages latéraux des différents faciès attribuables au Redonien : passage du faciès classique de *sables coquilliers*, d'une part à des sables azoïques, puis à des graviers, d'autre part à des marnes coquillières passant elles-mêmes à des marnes azoïques, puis à des argiles grises. Les *argiles de Saint-Lambert-la-Potherie*, jadis exploitées pour la céramique, ont été rapportées à cet ensemble. Il est à noter que le gisement du Pertuis, en Saint-Lambert, a remanié, en de fortes proportions, d'épaisses coquilles d'Huîtres cénomaniennes.

Du point de vue paléontologique, à l'exception du gisement de Chauvreau, ces petits gisements nouveaux sont assez pauvres, ou sont du moins trop consolidés pour que la récolte de fossiles y soit aisée. Nous devons à A. Lauriat les considérations suivantes, relatives à la faune de Lamellibranches : on trouve au Chauvreau des espèces de très petite taille ainsi que des formes juvéniles (Taxodontes, et plus

accessoirement *Carditidae* et *Veneridae*), particularités qui rappellent davantage le gisement des Pierres Blanches, en Chalonnes-sur-Loire, que le célèbre gisement de Saint-Clément-de-la-Place, pourtant tout proche ; au Grand-Moulin (en Saint-Jean-de-Marais), la présence d'une sous-espèce d'*Astarte* (*A. omalii scalaris* Desh.) à affinités nordiques, souligne l'importance des influences boréales au Redonien.

La faune de Foraminifères, étudiée par J.P. Margerel, rappelle, en plus pauvre, celle de la Presselière (Nord de Sceaux-d'Anjou, feuille le Lion-d'Angers) ; les formes caractéristiques du Redonien y sont rares ; l'espèce la plus importante, de type banal, est *Pseudopolymorphina variata* (P., J. et B.).

Sur le reste de la faune, Ph. Brébion, pour qui le Redonien appartiendrait au Miocène supérieur, nous donne les indications suivantes, relatives au seul gisement du Chauverau (celui du Grand-Moulin n'a fourni que des débris de Gastéropodes indéterminables). On compte 36 espèces de Gastéropodes, un Dentale et un Chiton. Ces Mollusques indiquent un milieu marin non littoral ; la faune est de type angevin bien défini ; les coquilles sont généralement petites, sans formes prépondérantes nettes. Plusieurs espèces présentes ici sont inconnues dans le riche gisement de Saint-Clément-de-la-Place, et les formes d'herbiers sont beaucoup moins abondantes. La faune est constituée, pour plus de moitié, par des espèces héritées des Faluns de Touraine et pour la plupart inconnues au Pliocène. Ce sont des espèces endémiques ou à vaste répartition. On notera toutefois qu'*Asthenotoma ornata* (Defr.) pourrait témoigner d'influences nordiques ; par ailleurs, *Gibbula (Forskalea) fanulum* (G.M. in L.), connue ici, n'a pas été signalée au Miocène.

p. **Sables rouges de Basse-Loire et de Haute-Bretagne (Pliocène).** Ces sables marins sont considérés comme les témoins de la dernière transgression pliocène. Ils sont très développés dans la région de Blain et de Châteaubriant ; mais leurs affleurements vont déjà en se raréfiant progressivement d'Ouest en Est dans le cadre de la feuille Chalonnes-sur-Loire ; ils ne sont plus représentés ici que par de très rares et minuscules lambeaux. Celui de la Vilnière, en Beaucouzé, est bien caractéristique par son altitude (82 m), sa rubéfaction intense, sa richesse en feldspath et par la présence de glauconie résiduelle. Au Sud de Denée, non loin de la limite méridionale de la feuille, des graviers quartzeux très rubéfiés pourraient appartenir aussi bien à un Pliocène continental qu'à un Quaternaire très ancien.

### FORMATION D'ÂGE INDÉTERMINÉ

**B. Graviers de la Briderie.** Faute d'avoir pu obtenir la certitude que certains graviers, bien représentés depuis l'Ouest de Brissac jusque dans l'angle sud-ouest de la feuille, sont effectivement assimilables, comme le suggérait la feuille Angers à 1/80 000, aux Sables rouges pliocènes décrits ci-dessus, il a paru préférable de ne pas prendre position relativement à leur âge. En surface, et à l'œil nu, cette formation ne peut être distinguée des graviers fluviatiles, signalés plus haut, de la base du Cénomaniens local. Ils sont, comme ces derniers, essentiellement constitués, et en proportions sensiblement égales, de sable et de dragées de quartz ; il s'y ajoute de rares galets de quartzites paléozoïques caractérisés par une curieuse *double patine* (zones d'un poli parfait confinant immédiatement à des surfaces piquetées). Toutefois, quelques coupes montrent que ces Graviers de la Briderie diffèrent des graviers de base du Cénomaniens par le fait qu'ils remanient des Huîtres caractéristiques des Marnes à Ostracées (Cénomaniens supérieur), ces fossiles étant plus ou moins brisés et décalcifiés, voire silicifiés (orbicules). Par ailleurs, les grains de la phase sableuse sont ici plus émoussés que les grains, sub-anguleux, des sables associés aux graviers fluviatiles cénomaniens. On note également des différences en ce qui concerne les teneurs relatives en minéraux lourds ; c'est ainsi que la staurotide est ici le minéral dominant, comme c'est également le cas pour les dépôts d'âge cénomaniens supérieur et sénonien.

L'hypothèse selon laquelle ces graviers pourraient être assimilés à ceux que l'on dit surmonter les faluns miocènes (notice explicative de la feuille Saumur à 1/80 000) ne saurait, non plus, être retenue. Les faluns sont, en effet, très riches en grenats, minéraux que l'on retrouve dans leurs résidus de décalcification superficiels ; or les grenats ne figurent pas sur la liste des minéraux lourds des Graviers de la Briderie. Il est également remarquable que l'on n'ait jamais rencontré, dans ces derniers, de Spongiaires sénoniens, ni d'éléments de grès sénoniens ou bartoniens.

En définitive, la marge d'incertitude qui subsiste quant à l'âge de cette formation est considérable, puisqu'aussi bien elle va du Cénomaniens supérieur à la fin du Pliocène.

#### FORMATIONS SUPERFICIELLES ET QUATERNAIRES

**Alluvions anciennes.** Sables, graviers et galets. La zone de confluent multiples du Nord d'Angers (Maine, Mayenne, Sarthe et Loir), qui intéresse la présente carte et se prolonge plus au Nord, est véritablement privilégiée pour l'étude des terrasses quaternaires. A l'exception du Flandrien glacio-eustatique, où l'on peut voir la plus basse d'entre elles, toutes ces terrasses sont des terrasses climatiques. Elles sont formées de matériaux grossiers et mal triés, ainsi que de galets divers emballés dans des sables riches en grains éolisés. Les lits sableux permettent parfois d'observer des stratifications entrecroisées révélatrices de chenaux à courant rapide, et il n'est pas rare de rencontrer des blocs *démesurés*, formés de grès locaux, voire de granite sarthois, attestant des transports par radeaux de glace. Des fentes en coin affectent parfois les surfaces ; c'est en particulier le cas pour celles de la terrasse Fw. Malgré les réticences que peut inspirer la classification altimétrique des terrasses, il nous a paru commode de l'adopter ici, compte tenu de l'échelle à 1/50 000 et des faibles surfaces concernées. Nous citerons, le cas échéant, les industries préhistoriques récoltées en place, ces dernières constituant le meilleur des repères chronologiques, à condition de ne considérer que l'objet le plus récent.

Fv. **Groupe de hautes terrasses** (34 m d'altitude relative sur la surface du Flandrien). Ce sont, en rive droite de la Maine, les minces terrasses d'Avrillé et des Capucins, montrant un mélange d'éléments mayennais et sarthois. En rive gauche, on citera d'abord les lambeaux des Perruches, du Tertre et de la Croiserie, dont les éléments proviennent uniquement du Loir, puis ceux du champ de course d'Eventard, où apparaissent des matériaux sarthois.

Fw. **Groupe de moyennes terrasses** (22-25 m d'altitude relative). Ce sont la terrasse de la Doure (Angers rive droite), sartho-mayennaise, et la terrasse de Saint-Sylvain (en rive gauche de la Sarthe), puissante de 4 m et à éléments venant exclusivement du Loir ; cette dernière terrasse a fourni, à Villevêque, hors des limites de la feuille, de l'Acheuléen ancien en place.

Fx. **Groupe de basses terrasses** (12 m d'altitude relative). La vaste terrasse d'Ecouflant (feuille le Lion-d'Angers), morphologiquement remarquable, atteint, vers le Sud, la lisière nord de la feuille Angers dans la région de Port-Launay. Épaisse de 4 à 5 m, elle est formée, pour ses deux tiers supérieurs, par des matériaux du Loir. Plus bas, un lit de galets volumineux, parmi lesquels prédominent les éléments paléozoïques sarthois, montre qu'il y a eu déplacement du confluent. Les galets de granites des Alpes mancelles n'y sont pas rares ; les galets de grès cambriens et ordoviens, ou ceux de calcaires dinantiens (fossilifères), sont plus exceptionnels ; ces divers galets témoignent d'apports longitudinaux lointains. Au-dessus de ce cailloutis on a récolté une industrie à bifaces acheuléens évolués. Au-dessous, à Port-Launay, des argiles et des marnes ont fourni, très localement, non seulement une faune malacologique tempérée, mais aussi des restes de *Rhinoceros mercki*, d'Ours de petite taille, d'un Daim à très grande ramure et d'une Tortue (*Clemys*). Ces rares éléments d'une faunule

interglaciaire sont accompagnés de quelques éclats de silex taillés.

En rive droite de la Maine, la terrasse des Fouassières aurait livré, en surface, de l'Acheuléen.

Sur la rive nord de la Loire, la vaste terrasse de Brain-sur-l'Authion pourrait être plus sableuse, au moins pour sa partie superficielle ; en ce qui concerne les zones plus profondes, les fondations du château d'eau de Narcé y ont montré la présence de galets volumineux ; par ailleurs, un galet granitique long de 25 cm a été récolté dans les alluvions d'Avallou.

Fy. **Très basse terrasse.** Ce niveau, assurément très étendu, est le plus souvent masqué par les alluvions récentes. Il est parfois directement visible dans les eaux de la Loire, là où la *jalle* ne le recouvre pas (la Bohalle, la Daguenière, les Ponts-de-Cé). Aux points où il émerge des alluvions récentes, il les domine au maximum de 3 mètres. On peut observer cette terrasse au Nord d'Avrillé, dans l'île Saint-Aubin, et à Sorges (Sud-Est d'Angers). En ce dernier point, la terrasse, plus sableuse, a incorporé et étalé d'importants apports éoliens. Un biface acheuléen ancien, patiné, a été récolté à ce niveau dans des graviers à l'occasion du creusement du plan d'eau d'Angers—Pruniers. Il semble toutefois que ces très basses terrasses puissent être rapportées au Würmien ; c'est ce que suggère la présence d'objets moustériens à Villevêque (feuille le Lion-d'Angers), et c'est bien ce qui ressort d'une comparaison avec les terrasses de Roc-en-Pail (feuille Thouarcé) et de la Dive.

N. **Sables éoliens.** Issus des grèves de Loire, ces sables, poussés par des vents de Sud-Ouest, ont remonté les pentes de rive droite pour s'étaler vers le Nord jusqu'à 10 km du fleuve, formant un manteau discontinu dont l'épaisseur moyenne ne doit guère excéder 1,50 mètre. Des zones de déflation se reconnaissent à la présence de nids de galets éoliens, dont ceux qui parsèment les hauteurs de Frémur (Sud d'Angers) fournissent un exemple particulièrement remarquable, signalé par A. Cailleux dès 1941. Au Sud-Est d'Angers, ces sables éoliens, colluvionnés (CN), passent au-dessus des terrasses, dont il est difficile de les séparer.

CE. **Loess calcaires.** De vrais loess, calcaires, avec poupées et pseudo-mycelium, occupent en rive gauche de la Loire quelques pentes raides exposées au N.NE ; une telle localisation suppose l'intervention de vents soufflant du S.SW. Leurs lambeaux sont visibles à l'Est de Denée ainsi qu'au Pic Martin (Rochefort-sur-Loire), où leur épaisseur verticale atteint presque 6 mètres. Ils ont livré à la Dressière (angle sud-ouest de la feuille) une industrie moustérienne qui conduit à les rattacher au Würmien.

S. **Dépôts de solifluxion périglaciaire.** Ces dépôts, dont une faible partie seulement a été figurée, abondent particulièrement sur les pentes exposées au Nord ; ils sont de ce fait responsables de la forte dissymétrie des dépressions orientées NW—SE (dépression allant d'Erigné au Nord de Brissac, vallée de l'Aubance, vallée du ruisseau de la Bernardière). Il semble que les fusions, plus brutales sur les pentes ensoleillées, aient permis un meilleur lessivage des roches ; sur l'autre versant, des fusions plus lentes auraient au contraire favorisé les reptations à l'état pâteux. Ces régolites argileux déplacés englobent des jables soufflés et des galets éolisés. En rive gauche de la Loire, de tels débris encombrant littéralement les têtes de vallons. Ce sont ces mêmes débris que l'on rencontre, largement étalés, et accumulés sur des épaisseurs atteignant jusqu'à 3 m (Nord de Guinezert), dans la longue dépression, fort mal drainée, qui va de Saint-Jean-de-Linières à Bécon-les-Granits (feuille Chalonnes-sur-Loire).

**Remarque :** *Sables sénoniens glissés en masse sur les pentes.* De très importants glissements de terrains affectent les sables sénoniens qui, du fait de leur position culminante, sont particulièrement sujets à des déplacements de masse. Mais il n'est pas prouvé que la solifluxion périglaciaire soit nécessairement à l'origine de ces coulées sableuses. Ces dernières masquent souvent complètement la falaise turonienne, s'étalant alors directement sur le Cénomaniens. Les blocs de Grès à *Sabalites* ont d'ailleurs été entraînés solidairement lors de ces glissements (rive gauche de la Loire entre Saint-Sulpice et Blaison).

*L.* **Limons d'altération des terrains paléozoïques.** Dans la région située au Sud de Mozé et de Soulaines, des limons argileux bruns, assez épais, dépourvus d'éléments éoliens et brassés par les cryoturbations quaternaires, traduisent simplement une profonde altération sur place des formations schisteuses du Paléozoïque.

**GP. Complexes périglaciaires.** Les complexes superficiels de l'Est d'Angers sont formés de divers *résiduels*, colluvionnés et brassés par les cryoturbations quaternaires. Ils comprennent, plus ou moins mélangés, des argiles d'altération du socle ancien, des résidus de terrasses, reconnaissables à la présence de silex et de quartz roulés, ainsi qu'une forte proportion de sables et galets éolisés.

**Fz. Alluvions modernes et sub-actuelles. Limons sur sables et argiles (Flandrien).** Dans le réseau Maine—Sarthe—Mayenne, les alluvions actuelles sont de minces limons d'inondation d'un gris noirâtre, répandus jusqu'à 1,60 m au-dessus de l'étiage, et formant le sol des prairies du lit majeur où elles recouvrent, en les continuant, les dépôts flandriens.

Les dépôts flandriens sont connus par de nombreux sondages, particulièrement dans la traversée d'Angers. Ils débutent, au-dessus du lit rocheux paléozoïque, à 10 m sous l'étiage, soit à 4 m seulement au-dessus du niveau de la mer. Formés, à la base, d'un sable fin blanchâtre, ces dépôts montrent, vers le haut, des alternances granulométriques, mais deviennent, dans l'ensemble de plus en plus argileux vers la surface. Une trentaine d'espèces de Mollusques fluviatiles y ont été déterminés par A.L.Germain. A l'exception de *Bythinella denizoti*, disparue, il s'agit d'espèces actuelles ; mais leur nanisme, sauf en surface, et leur répartition, différente de l'actuelle, avec abondance de formes rares aujourd'hui (*Valvées*), montrent que les conditions écologiques étaient différentes. Les ossements de Mammifères sont fréquents dans ces sables vaseux ; les traces humaines, par la profondeur de leur enfouissement, confirment bien la chronologie flandrienne telle qu'elle est connue en Basse-Loire ; le site de l'établissement gallo-romain de l'île Saint-Aubin, à 1,50 m sous la surface, est actuellement submergé presque toute l'année ; les armes de l'âge du Bronze moyen, trouvées lors du creusement du lit artificiel de la Mayenne en amont du pont du chemin de fer, ainsi que les poteries de même âge rencontrées lors de la création du plan d'eau au Nord de Pruniers, sont à trois mètres sous la surface ; les emmanchures néolithiques en bois de Cerf, trouvées dans les alluvions au Nord de la place La Rochefoucauld, avaient un gisement profond, sans qu'il soit possible d'être plus précis.

Dans la vallée de la Loire et de l'Authion, sables et graviers forment l'essentiel des sédiments actuellement transportés. Les galets y sont rares ; les feldspaths, micas et minéraux lourds (pyroxènes) abondent ; l'émoissé de quartz est assez peu prononcé. Les grains de basalte sont bien caractéristiques de ces alluvions, aux plus petites dimensions. Les éléments plus locaux, tels que silex ou débris de calcaires divers, sont très abondants aux dimensions plus élevées. Des flaques d'argile, où prédomine l'illite, forment des placages de faible étendue en surface des bancs de sable. Ces alluvions récentes sont épaisses de 2 à 3 mètres. Nettement plus limoneuses entre Loire et Authion, elles sont peu perméables. Au-dessous, la *jalle*, épaisse de 1 à 3 m, est une argile sombre, riche en débris organiques. Cette couche semi-perméable n'apparaît jamais en surface ; elle forme habituellement le fond même du lit mineur du fleuve, sauf en quelques points où apparaît le dépôt sous-jacent, représenté par une formation grossière à éléments de gneiss et de granites : il s'agit de la portion profonde, plus ou moins remaniée, de la très basse terrasse (Fx). C'est là le niveau aquifère principal ; son épaisseur varie de 2 à 4 mètres.

FZM. « **Montilles** ». On donne le nom de *montilles* à des alluvions récentes formant, dans le lit majeur de la Loire, des buttes qui dominent de 2 à 3 m les alluvions actuelles. Leurs constituants sableux ou graveleux sont identiques à ceux des sédiments actuels du fleuve. Ces buttes insubmersibles représentent les grèves d'un

ancien lit fluvial très récent, postérieur à la très basse terrasse.

Le bourrelet alluvial du confluent Maine—Loire a été assimilé ici à ces montilles.

Déblais modernes. D'importants décapages ont été effectués dans les terrasses fluviales au Nord d'Angers. Nécessités par de grands besoins en matériaux de remblayage et par l'obligation où l'on s'est trouvé de niveler de grandes surfaces à usage industriel, ces travaux ont fait disparaître des volumes énormes de terrasses quaternaires ; on les reconnaît actuellement à des contours géométriques qui délimitent des boutonnières laissant apparaître le socle ancien.

X. **Remblais modernes.** L'extension de la ville d'Angers a provoqué le développement de remblais artificiels, généralement constitués de graviers quaternaires empruntés aux terrasses d'Ecouflant, voire de sables vaseux dragués dans la Maine, de déblais d'ardoisières ou même de schistes briovériens. Ces remblais recouvrent habituellement, sur une épaisseur de 4 m, les alluvions sub-actuelles, dont ils mettent la surface hors d'eau.

Des masses considérables de déchets ardoisiers entourent les anciennes exploitations à ciel ouvert entre Angers et Trélazé ; elles n'ont pas été figurées, non plus que les déblais ardoisiers du Sud d'Avrillé. Il a, par contre, été possible de représenter les déblais des anciennes ardoisières du Sud et du Sud-Est de Juigné-sur-Loire.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### HYDROGÉOLOGIE

En plus des formations alluviales, certains niveaux perméables des sédiments du Bassin de Paris, qui occupent le tiers oriental de la feuille, constituent un réservoir d'eau important et d'exploitation assez facile si les captages sont convenablement réalisés.

A l'Ouest, dans les sédiments paléozoïques et briovériens du Massif armoricain, plus ou moins métamorphiques, et les roches éruptives associées, l'existence de ressources en eau est attestée par de nombreux indices (sources, exhaures de mines, sondages). La complexité de la tectonique et la dureté souvent grande de ces roches ont longtemps gêné le repérage et le captage de ces eaux. Une cartographie plus précise et la mise au point de techniques de forage (marteau fond-de-trou) économiques et efficaces peuvent permettre l'utilisation de ces ressources aquifères. Dans les cas favorables, les débits sont suffisants pour alimenter de petites unités industrielles et des collectivités en eau de bonne qualité. Les possibilités aquifères sont les meilleures dans :

- les roches dures fissurées,
- les zones d'altération de roches grenues (arènes),
- les roches présentant des discontinuités (alternances sédimentologiques, zones de contact, filons),
- les calcaires.

### Alluvions

#### Alluvions récentes de la Loire

• *En amont des Ponts-de-Cé* : les alluvions récentes de la Loire occupent toute la partie du val d'Authion comprise entre le fleuve et son affluent. Elles sont formées de trois horizons distincts, d'épaisseur totale moyenne 10 m :

— au sommet un horizon de sables argileux hétérogènes, mal gradués, assez souvent plus propres à leur base. Il sont peu perméables mais leur coefficient d'emmagasinement est assez fort. Épaisseur moyenne 3 à 4 mètres.

— la *jalle*, couche d'argile noire, verdâtre ou bleuâtre, riche en matière organique, débris végétaux et fer, avec toujours du sable en proportion très variable. L'épaisseur moyenne est de 3 m, mais la jalle peut ne pas exister ou occuper tout l'horizon alluvial. Le plus souvent, le fond du lit actuel de la Loire (canalisé entre les *levées*) repose sur ou dans la jalle, d'où l'étroitesse de la frange d'influence du fleuve (200 à 400 m en moyenne). Ce niveau constitue un écran semi-perméable entre les horizons aquifères.

— à la base un horizon de sables grossiers, en général bien gradués, débutant le plus souvent par une couche de galets. L'épaisseur est variable, de 2 à 4 m en moyenne. Ce niveau a un faible coefficient d'emménagement mais une forte transmissivité. Dans la frange d'influence de la Loire, en période de crue, une nappe inférieure artésienne se distingue de la nappe des alluvions supérieures. Ailleurs, on peut parler d'une seule nappe contenue dans une formation aquifère où les fonctions de réservoir et de conducteur de l'eau sont séparées.

L'écoulement des eaux souterraines se fait de la Loire vers l'Authion. En dehors de la frange d'influence et des zones où la jalle est absente, la nappe des alluvions n'est que faiblement alimentée par la Loire. Les précipitations excédentaires jouent un rôle essentiel et la nappe évolue au rythme des saisons, selon un fonctionnement cyclique régulier, avec niveau le plus haut en février—mars et niveau le plus bas en juillet—août.

Des échanges limités sont possibles, au substratum, seulement avec les graviers de base du Cénomaniens.

Il n'y a pas d'exutoire souterrain vers l'aval, le substratum paléozoïque arrivant presque à l'affleurement près du confluent Loire—Authion.

Les débits pouvant être obtenus à partir d'un forage dans les alluvions inférieures sont, en m<sup>3</sup>/h, au minimum 10, en moyenne 60, au maximum 250. Les alluvions supérieures seules ne fourniraient que 20 m<sup>3</sup>/h au mieux.

L'eau des alluvions contient souvent trop de fer et de manganèse. Si les alluvions supérieures sont très vulnérables aux pollutions, les alluvions inférieures sont relativement protégées par la jalle lorsqu'elle n'est pas traversée par des ouvrages d'égoûts.

• **En aval des Ponts-de-Cé** (val de Rochefort-sur-Loire, île de Saint-Jean-de-la-Croix, val de Champtocé) : les alluvions ont même structure que dans le val d'Authion, mais sont plus puissantes, dépassant 15 m, avec des variations brusques d'épaisseur dues à l'hétérogénéité du substratum armoricain. Les alluvions inférieures peuvent avoir une extension latérale faible. Sur d'assez grandes surfaces, qui paraissent s'aligner suivant le tracé d'anciens bras de la Loire comblés depuis le Moyen-Age, les alluvions supérieures sont grossières et propres, donc très perméables et les transferts Loire—nappe sont augmentés. A ces détails près, les caractéristiques générales de la nappe des alluvions et de l'eau contenue sont comparables à celles notées pour le val d'Authion.

#### **Alluvions récentes des affluents de la Loire** (autres que l'Authion)

Les données manquent sur les possibilités des alluvions de l'Aubance et de la Maine. Des sondages géotechniques dans les alluvions de la Maine montrent, en moyenne, à la base quelques décimètres de sables grossiers et gravier, puis une couche variable de 1 à 5 m de sable plus ou moins limoneux gorgé d'eau, puis de 3 à 8 m d'argile et limon sableux. Les caractéristiques aquifères ne sont pas connues mais pourraient se rapprocher de celles des alluvions supérieures de la Loire. Les petits cours d'eau sur le socle armoricain n'ont que peu d'alluvions très limoneuses.

#### **Alluvions anciennes et terrasses de la Loire**

Les alluvions anciennes sont souvent argileuses (affluents) ; les terrasses de la Loire n'existent plus que sous forme de lambeaux de faibles dimensions, où l'eau est à faible profondeur, sans protection, donc très vulnérable aux pollutions de surface.

Formations sédimentaires se rattachant au Bassin de Paris

Stratigraphie	Lithologie	Possibilités aquifères	Débit possible par forage (m <sup>3</sup> / j - m <sup>2</sup> / h)			Qualité de l'eau. Vulnérabilité à la pollution
			mini.	moy.	maxi.	
Pliocène	Argile ou sable avec niveaux de graviers (0-25 m)	Très aquifères lorsque sables bien développés (surtout argile ici)				
Miocène	Calcaire sableux coquillier (2-23 m)	Très aquifère lorsque gisement important (pas le cas ici)				
Bartonien sup.	Calcaires lacustres et meulrières d'Anjou (20 m)	Faiblement aquifère sauf fissuration importante	1/j		30/h	Nappe libre perchée, très vulnérable
Bartonien inf.	Grès à <i>Sabalites</i> (quelques mètres)	Négligeables, dimensions trop réduites				
Sénonien	Sables fins, plus grossiers à la base, niveaux argileux (20 m)	<i>Formation aquifère.</i> Nappe libre étendue profonde. Difficultés de captage (sable fin)	30/h	50/h	100/h	Minéralisation moyenne, légèrement ferrugineuse et dure. Nappe bien protégée
Turonien	Sable et craie <i>tuffeau d'Anjou</i> sableuse, passées marneuses, surtout à la base (30 m)	Tuffeau très aquifère quand fissuration développée (fonds de vallées). En relation avec nappe des sables sénoniens, nombreuses sources ( <i>Fontaine</i> )	1/h		250/h	Minéralisation moyenne. Eau dure, pouvant être légèrement ferrugineuse. Nappe très vulnérable
Cénomannien sup.	Marnes à Ostracées (10 m)	Imperméable				
Cénomannien moy.	Complexe argilo-sableux à variations de faciès très brutales	Très hétérogène, perméabilité variable faible sauf dans lentilles sableuses	1/j		60/h	Eau ferrugineuse
Cénomannien inf.	Argiles noires feuilletées à lignite et pyrite, lentilles sableuses (0-15 m)  Sables et graviers de base (0-15 m)	Imperméable (sauf lentilles sableuses)  <i>Formation aquifère</i> Bonne perméabilité, mais épaisseur variable	10/h	40/h	300/h	Eau dure, parfois très ferrugineuse  Nappe bien protégée si captive

## Formations du Socle armoricain

Classification lithologique (intérêt hydrogéologique décroissant)	Possibilités aquifères
Grès : dévoniens siluriens ordoviciens	Possibilités très intéressantes, surtout dans les zones fracturées et au contact schistes-grès, moindres dans les zones altérées. 50 m <sup>3</sup> /h au moins ont été obtenus à la faveur d'anciens travaux profonds
Filons de quartz	Grâce à leur fracturation, constituent des drains naturels et peuvent être aquifères
Conglomérats, poudingues : briovériens	Ressources possibles localement au contact des schistes, réserves limitées
Calcaires : dévoniens	Nappes de type karstique, intérêt local étant donné les faibles dimensions des réservoirs
Granites et gneiss	Ressources faibles (quelques m <sup>3</sup> /h) dans les zones arénisées, réserves limitées. Ressources possibles dans les zones fracturées en profondeur
Schistes et grès alternant ou schistes à coulées et tufs vol- caniques : houillers dévoniens ordoviciens briovériens	Si les schistes homogènes donnent des débits de quelques m <sup>3</sup> /h seulement lorsqu'ils sont très fracturés, l'intercalation de bancs de grès, jouant le rôle de drains peut rendre la formation beaucoup plus aquifère. L'hétérogénéité créée par les intercalations volcaniques peut être un facteur d'enrichissement en eau

## Classement des formations aquifères

Aucune des formations aquifères décrites n'est susceptible d'assurer les besoins, tant en débit qu'en volume, d'un réseau comme celui d'Angers (alimenté par l'eau de la Loire prélevée quasi directement). Pratiquement toutes les formations peuvent satisfaire les besoins d'un puits fermier.

Si on considère par contre les besoins de l'irrigation et l'alimentation d'agglomérations moyennes, dont les exigences sont comparables, on peut grouper les formations aquifères de la feuille en trois classes :

- *formations aquifères principales* connues avec assez de précision, perméables, étendues, contenant ou pouvant mobiliser des nappes aux ressources importantes :
  - alluvions du val d'Authion,
  - sables sénoniens,
  - sables et graviers de Jumelles (Cénomaniens).
- *formations aquifères secondaires*: le tuffeau turonien = nappe étendue et importante, mais recherche aléatoire des zones fissurées à débit élevé.

— *formations aquifères accessoires* : nappes peu importantes, à perméabilité faible ou variable, mais dont l'intérêt local peut être grand : calcaires lacustres éocènes, complexe argilo-sableux cénomanien, terrasses et alluvions anciennes et dans des cas particuliers certaines formations du socle armoricain.

**Source minérale.** L'eau de la source de l'Épervière (Nord-Est d'Angers, en Saint-Sylvain-d'Anjou), reconnue *médicinale* dès 1623, n'a cessé depuis cette époque d'être consommée, soit sur place, soit en ville, où on l'apportait en tonneaux vers 1830. La production moyenne actuelle est de 150 000 litres par mois. Cette eau, agréable de goût, est bicarbonatée sodique ; elle contient également du chlorure et du sulfate de calcium, ainsi qu'un peu de fer.

## RESSOURCES MINÉRALES, CARRIÈRES ET MINES

### Carrières

Quelques carrières à ciel ouvert font actuellement l'objet d'une exploitation, pour matériaux d'empierrement, sur le territoire de la feuille.

La carrière de Gagné (750 m E.S.E de Saint-Lambert-la-Potherie) a été ouverte en 1972 dans des grès argileux finement lités et sub-horizontaux du complexe des Schistes de Bouchemaine et d'Erigné ; elle est actuellement abandonnée.

La carrière de Mozé-sur-le-Louet, dont il sera à nouveau question à la rubrique Minéraux, exploite un microgranite porphyrique de la série de Saint-Georges-sur-Loire.

Le Calcaire d'Angers (Emsien) est encore activement extrait à la carrière de Chauffour, en Saint-Barthélemy-d'Anjou. Mais la célèbre carrière de Fours-à-Chaux d'Angers, qui a fourni depuis plus d'un siècle tant de fossiles du Dévonien inférieur, a cessé toute activité depuis 1965.

Les Sables et graviers de Jumelles font l'objet d'exploitations locales en très petites carrières, pour l'empierrement des chemins : carrières de la Briderie (Ouest de Brissac), des Ambillous et d'Aigrefoin (Nord-Est de Saint-Barthélemy).

Par contre, les alluvions actuelles de la Loire sont intensément exploitées par dragage (*dragline*, drague suceuse ou drague flottante à godets) en de nombreuses installations d'extraction échelonnées tout au long du fleuve.

### Mines (\*)

**Ardoisières.** Les schistes ardoisiers d'Angers—Trélazé sont exploités pour la couverture des toits depuis au moins le XI<sup>ème</sup> siècle. Les alignements de larges fosses ovoïdes inondées que montre la carte correspondent à des exploitations abandonnées ; on y utilisait le procédé ancien dit « par gradins droits descendants, à l'air libre » ; certaines fosses ont ainsi atteint une profondeur de 120 mètres.

Vers 1832, l'exploitation est devenue souterraine, tout en conservant d'abord la technique des gradins descendants ; cela conduisit à la création de chambres grandioses mais dangereuses, dont la hauteur atteignait jusqu'à 115 mètres.

C'est en 1877 que l'on commença à pratiquer l'abattage par explosif à la voûte des chambres. Ce procédé, dit « en remontant par gradins renversés », a permis de conserver aux chambres, dont le sol s'élevait progressivement par accumulation et foisonnement des déchets, une hauteur raisonnable, tout en assurant le renouvellement constant de leurs voûtes. On tend actuellement, pour ménager la pierre, à renoncer à l'usage de l'explosif ; on procède alors au sciage au fil d'acier torsadé entraînant des grains de corindon comme abrasif.

(\*) Les auteurs expriment ici leur gratitude à M. Henri Rouillé, ingénieur subdivisionnaire des Mines à Angers, pour l'aide qu'il leur a apportée dans la rédaction de cette rubrique en leur communiquant de nombreux renseignements.

Dans les limites de la carte, depuis l'abandon, voici moins d'un siècle, de l'ardoisière de la Renaissance (près de la Grande Planche, au Sud d'Avril lé), et depuis celui (beaucoup plus ancien) des carrières de Juigné-sur-Loire et Saint-Jean-des-Mauvrets, l'ardoise n'est plus exploitée que par deux compagnies seulement, et dans la seule région d'Angers—Trélazé. La production annuelle est actuellement d'environ 50 à 55 000 tonnes de *produit de couverture* fini. Cinq puits collectent les matériaux extraits dans de nombreuses et vastes chambres d'exploitation. Tout cela fait de cet ensemble, à l'échelle mondiale, le centre ardoisier le plus important.

**Anciennes mines de fer.** Les deux flancs du synclinal d'Angers sont riches en minerais de fer sédimentaires, interstratifiés en minces couches dans le Grès armoricain inférieur (ou dans les formations du sommet des Schistes et arkoses de Bains). Sur le *flanc sud* (où ils n'ont pas donné lieu à des travaux modernes) ces minerais étaient (ou sont encore) visibles, d'Est en Ouest, à Rosseau, à Saint-Léonard, au Palais de Justice, au Jardin des Plantes, rue de la Censerie, au Bois du Roi et à la Bonnardière. Au Bois de Roi, des scories anciennes s'observent à proximité d'excavations creusées dans les couches de minerai ; il en existe aussi aux Bouguelières (Ouest d'Avrillé).

Le *flanc nord* présente également, à l'*Ouest de la Maine*, des traces de travaux anciens dont l'âge n'est pas connu avec précision ; c'est le cas au Tertre du Jau, aux Forges et à l'Étang. Par ailleurs, des recherches ont été entreprises ici en 1807, en 1913 et en 1932 : elles ont conduit, entre autres travaux, à la création de puits (la Petite Garde d'Avrillé, le Raffoux) et à celle d'un travers-banc, encore accessible (l'Étang). Ces recherches ont montré la présence de six couches de minerai dont les deux médianes, seules, atteignent régulièrement l'épaisseur d'un mètre. Sur le même flanc, mais à l'Est de la *Maine*, deux concessions ont été accordées. La plus occidentale, dite du Pavillon, a retrouvé en 1877 des travaux anciens, peut-être proto-historiques (à en juger par la découverte d'un pendentif de pierre polie dans une galerie). L'exploitation (1911-1914) se faisait à partir du puits du Pavillon, profond de 75 m, encore visible à l'heure actuelle. Deux couches exploitables, sur quatre reconnues, ont fourni globalement 100 000 tonnes d'un minerai à 50 % de fer et 14% de silice. La concession de Saint-Barthélemy (1902-1966) n'a pas donné lieu à exploitation. Les travaux de recherche s'y sont traduits par une tranchée au Sud du Colombier, un puits au Sud de la Bouvinerie, un autre (profond de 65 m) à l'Est de bois de Verrières et un troisième (26 m seulement) plus près d'Avallou. Le minerai, moins riche qu'au Pavillon, contient de 45 à 50 % de fer et de 15 à 20 % de silice. La puissance totale utilisable n'excède pas 1,25 mètre.

Tous ces minerais se présentent, en surface, comme des mélanges d'hydroxydes ; mais ils passent, en profondeur, à l'hématite et à la magnétite.

**Anciennes mines de houille.** Une infime partie seulement du bassin houiller de la Basse-Loire est représentée ici (angle sud-ouest de la carte) ; mais il se trouve que c'est dans cette zone réduite qu'étaient localisées les exploitations les plus importantes. Celles-ci correspondaient principalement aux puits n° 1, 2 et 3, encore visibles de nos jours, et alignés au travers de la vallée, au château des Mines. Ces puits ont permis à Pagès de dresser la coupe synthétique du bassin. La profondeur de 650 m a été atteinte. Les grandes difficultés rencontrées à l'occasion du fonçage à travers les alluvions gorgées d'eau de la plaine de la Loire et du Louet ont été à l'origine de l'invention du *caisson pneumatique* par Triger en 1840. Cette concession, dite de Désert, a fourni un maximum de 44 880 tonnes au cours de l'année 1863. En 1875, la production était tombée à moins de 10 000 tonnes ; le puits n° 4 (feuille Chalennes à 1/50 000), alors seul en activité, devait le rester jusqu'à la fin de la première guerre mondiale ; il alimentait alors une fabrique de briquettes.

Par ailleurs, dès le XIII<sup>ème</sup> siècle, les coteaux du Layon avaient été percés de multiples puits et galeries. C'est également en 1863 que la concession de Layon et Loire a atteint sa production maximale (21 270 tonnes). Le puits principal était celui des Malécots, à Ardenay ; il a été foncé à la profondeur de 350 m ; après plusieurs

incendies, il fut fermé en 1875 et la concession ne put se maintenir, avec déficit, que jusqu'en 1882. Un nouveau puits, moins profond, foré en 1943 à proximité immédiate de l'ancien, atteignit la profondeur de 137 m et permit d'extraire régulièrement de 15 à 25 tonnes de houille par jour jusqu'en 1964.

### Minéraux

Quelques petites concentrations, sans valeur économique, de Sn, As, Pb, Zn, Sb, Hg, Cu, B et F, se rencontrent sur le territoire de la feuille.

**La cassitérite**, signalée par l'abbé Jouitteau (1892), à la Hutte près Beaucouzé, se présente en plages de quelques millimètres, de teinte brunâtre, dans un quartz affecté de fortes extinctions onduleuses (*quartz xyloïde*). Elle constitue l'indice le plus oriental de la traînée stannifère Questembert—Nozay—Abbaretz.

**Le mispickel** a été observé dans plusieurs filons quartzeux : près de la Monnière (Sud-Ouest de la Meignanne) ; à la Désière (Sud-Ouest d'Avrillé) où il est associé à la scorodite, la pharmacosidérite et la dufrénite (Lacroix) ; à Angers même (Champ-de-Mars) et à Trélazé.

**La galène** a été recueillie dans la carrière des fours à chaux d'Angers et à la Roche-aux-Moines. La *blende*, associée à la *fluorite*, a été signalée dans les filons de quartz de la Gravelle près Trélazé (Desvaux, 1834). La *stibine*, en grosses baguettes associées à la calcite, a été observée dans la carrière des fours à chaux d'Angers; ce dernier gisement a également fourni un peu de fluorite violette, associée à la calcite. *Baryte* et *fluorite* ont été notées par Desvaux (1834) à Denée.

Dès 1834, Desvaux avait signalé la présence de mercure natif à la butte d'Erigné. Les récentes prospections alluvionnaires du B.R.G.M. (J. Guigues et P. Devismes) ont montré que les indices de cinabre reconnus dans le cadre de la feuille voisine Chalennes se poursuivent ici dans la série volcano-sédimentaire de Saint-Georges-sur-Loire.

Une minéralisation complexe, d'origine hydrothermale, vient d'être découverte sur le front de taille nord-est de la carrière de Mozé-sur-le-Louet, ouverte dans des microgranites de la Série de Saint-Georges-sur-Loire. Surtout riche en *pyrite* et en *baryte*, cette minéralisation comporte également *graphite*, *marcasite*, *chalcopyrite*, *cuivre gris*, *galène*, *bravoïte* et *rutile*.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements et en particulier des itinéraires dans le Guide géologique régional : Val de Loire—Anjou, Touraine, Orléanais, Berry (1976), Masson et Cie, éditeurs.

- Itinéraire n° 9 par G. Alcaydé et L. Rasplus,
- Itinéraire n° 10 par R. Brossé.

COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

N° d'archivage au S.G.N.	Coordonnées Lambert			Prof. (en m)	Coupe sommaire	Stratigraphie	z toit arrondi au mètre
	x	y	z (arrondi au m)				
454-2-2	383	279,94	+ 21	16,5	- Remblai - Vase grise - Sables et graviers - Schistes	Quaternaire  Silurien	+ 21 + 14 + 12 + 6
454-2-3	382,83	280,82	+ 14	15	- Argile sableuse - Sable grossier, gravier - Schistes bleus	Quaternaire Quaternaire Ordovicien	+ 14 + 9 + 4
454-2-4	381,06	278,78	+ 23	12	- T.V. - Sable argileux, galets - Schiste ardoisier	Quaternaire Ordovicien	+ 23 + 23 + 19
454-3-15	388,98	278,34	+ 42	10	- Terre végétale - Gravier - Sable - Argile grise - intercalations de sable ligniteux - Sable avec intercalation d'argile - Schiste altéré	Hauts Terrasses Cénomaniens moyen  Cénomaniens moyen Socle	+ 42 + 41  + 34 + 33
454-3-19	389,43	274,85	+ 17	9	- Sable fin, puis argile brune (2 à 5 m) puis sable fin - Schiste	Alluvions de la Loire  Socle	+ 17  + 10
454-4-32	394,43	276,90	+ 23	27	- Sable limoneux gris - Alternance de sable argileux vert et d'argile noire litée - Schiste altéré	Quaternaire Alluvions Cénomaniens  Socle	+ 23 + 22  + 5
454-4-33	390,94	277,63	+ 26	13	- Sable argileux fin, à débris végétaux plus grossier à la base - Schiste décomposé blanc	Cénomaniens moyen  Socle	+ 26  + 23
454-4-35	393,53	277,28	+ 23	21	- Sable argileux (grossier à la base) et argile noire micacée - Schiste blanc	Cénomaniens moyen  Socle	+ 23  + 6
454-4-36	392,32	277,54	+ 25	13	- Sable argileux fin et argile noirâtre. A partir de 5 m, sable moyen gris, argileux à la base - Schiste blanc	Cénomaniens moyen  Socle	+ 25  + 14
454-4-44	392,73	280,37	+ 37	28	- Marne, argile noire à lentilles sableuses vertes, sable argileux ligniteux - Sable gris moyen siliceux (Socle non atteint)	Cénomaniens sup. à moyen  « graviers de base » du Cénomaniens probables	+ 37  + 15
454-4-49	393,76	275,37	+ 17	14	- Argile grise micacée, puis sable et gravier argileux à partir de 7 m - Schiste altéré	Alluvions de Loire  Socle	+ 17  + 8
454-4-51	394,21	280,42	+ 29	28	- Calcaires, marnes, coquilliers - Marnes noires, argiles, sables argileux, sables grossiers plus fréquents à partir de 23 m	Cénomaniens supérieur Cénomaniens moyen	+ 29 + 20
454-4-52	395,30	277,24	+ 19	25	- Sable argileux - Sable limoneux vert et argile noire micacée - Schiste blanc	Alluvions Cénomaniens moyen  Socle	+ 19 + 16  - 2
454-4-53	393,17	281,93	+ 30	28	- Calcaire marneux et marne coquillier - Marne noire micacée sableuse, Lignite, puis argile et sable vert	Cénomaniens sup.  Cénomaniens moy.	+ 30  + 20

N° d'archivage au S.G.N.	Coordonnées Lambert			Prof. (en m)	Coupe sommaire	Stratigraphie	z toit arrondi au mètre
	x	y	z (arrondi au m)				
454-4-54	390,69	280,47	+ 34	28	- Argile finement sableuse, lignite. Présence de graviers ou sables grossiers intercalés à partir de 14 m - Schiste altéré	Cénomaniens sup. à moyen  Socle	+ 34  + 14
454-4-57	391,38	274,94	+ 17	8	- Sable fin. Argile sableuse de 2 à 3 m - Sable puis schiste	Alluvions  Socle	+ 17  + 10
454-4-59	392,52	274,49	+ 17	8	- Argile sableuse jusqu'à 3 m puis sable devenant plus grossiers à la base - Schiste	Alluvions  Socle	+ 17  + 10
454-4-63	391,23	273,83	+ 18	9	- Argile sur 5 m puis sable très grossier à partir de 7 m - Schiste altéré	Alluvions  Socle	+ 18  + 9
454-4-73	393,60	276,37	+ 23	16	- Sable et graviers - Argile feuilletée micacée pyri- teuse - Graviers  - Socle	Alluvions Cénomaniens moyen  « Graviers de base » du Cénomaniens Socle	+ 23 + 20  + 8  + 7
454-4-79	396,4	279,3	+ 31	36	- Marne coquillière (6 m environ) puis argile et sable vert ligniteux - Graviers et galets	Cénomaniens sup. à moyen  « Graviers de base » du Cénomaniens probables	+ 31   - 5
454-4-80	391,72	278,33	+ 27	10	- Argile jaune - Argile noire - Graviers aquifères  - Socle	Quaternaire Cénomaniens moy. « Graviers de base » du Cénomaniens Socle	+ 27 + 24 + 18  + 17
454-4-82	394,4	274,1	+ 18	9	- Alluvions avec graviers à la base - Schiste rouge	Alluvions Alluvions	+ 18 + 9
454-5-37	374,43	268,40	+ 17	21	- Remblai - Sable avec argile à la base - Sable gris, gros galets à la base - Schistes et grès	Alluvions Alluvions Socle	+ 16 + 4 - 1
454-5-39*	374,65*	267,93*	+ 15 env.	12	- Limon, sable fin, sable grossier jusqu'à 7 m, puis argile (sur 2,50 m) puis graviers - Schiste pourri		+ 15 env.  + 3 env.
454-5-42	371,65	267,8	+ 20	6	- Sable argileux, argile - Schiste sériciteux	Alluvions Ordoviciens	+ 20 + 14
454-5-51	370,72	267,38	+ 19	5	- Sable argileux, graveleux à partir de 4 m - Schiste altéré	Alluvions Ordoviciens	+ 19 + 14
454-6-27	378,86	271,66	+ 17	12	- Alluvions argileuses jusqu'à 6 m, puis sable grossier - « Roches »	Alluvions  Socle probable	+ 17  + 5
454-7-45	384,47	273,17	+ 16	10	- Alluvions - Schiste altéré	Quaternaire Socle	+ 16 + 7
454-7-49	382,82	272,44	+ 18	11	- Alluvions - Schiste	Quaternaire Socle	+ 18 + 9

N° d'archivage au S.G.N.	Coordonnées Lambert			Prof. (en m)	Coupe sommaire	Stratigraphie	z toit arrondi au mètre
	x	y	z (arrondi au m)				
454-7-53	386,23	273,84	+ 18	8	- Argile (5 m) puis sable grossier. Rares galets à la base - Schiste rouge	Alluvions Socle	+ 18 + 11
454-7-54	387,38	273,18	+ 18	11	- Argile et sable verdâtre fin. Rares galets à la base - Schiste rouge	Alluvions Socle	+ 18 + 7
454-7-56	384,73	273,84	+ 18	6	- Limon et argile - Schiste gréseux	Alluvions Socle	+ 18 + 13
454-7-58	386,65	272,96	+ 19	12	- Argile et sable argileux, puis à partir de 10 m environ : sable grossier et gravier - Schiste bleu d'Angers	Alluvions Ordovicien	+ 19 + 7
454-7-60	388,25	273,70	+ 17	6	- Argile ± sableuse - Schiste altéré	Alluvions Socle	+ 11
454-7-71*	385,25	272,57	+ 16	13	- Alluvions - galets et graviers de 10 à 12 m - Argile blanche puis schiste décomposé	Alluvions de Loire Ordovicien	+ 16 + 4
454-7-85	388,55	272,77	+ 18	13	- Argile sableuse (8 m) puis sable fin, argileux, devenant très grossiers vers le bas. Graviers à la base - Argile rougeâtre (schiste altéré)	Alluvions Ordovicien	+ 18 + 5
454-8-32	390,45	269,93	+ 76	46	- Marnes sableuses, micacées et calcaires à <i>Ostrea biauriculata</i> - Sables fins micacés glauconieux avec passées d'argile feuilletée ligniteuse. A partir de 30 m, sables grossiers ligniteux, graviers à la base - Argile sériciteuse gris clair	Cénomanién sup. Cénomanién moy. Paléozoïque	+ 76 + 56 + 36
454-8-34	395,07	270,4	+ 22	12	- Limon argileux - Argile sériciteuse rose	Alluvions Paléozoïque	+ 22 + 16
454-8-36	393,13	271,68	+ 21	13	- Limon argileux sur 6 m, puis sable. Sable grossier et graviers à partir de 8 m - Schiste décomposé rose	Alluvions Paléozoïque	+ 21 + 9
454-8-38	394,6	271,27	+ 19	13	- Limon argileux sur 6 m, puis argile grise - Schiste décomposé sériciteux rose	Alluvions Paléozoïque	+ 19 + 7
454-8-52	392,46	273,02	+ 19	11	- Sables et argiles sur 5 m, puis graviers et sables, galets à la base - Schiste gris	Alluvions Ordovicien	+ 19 + 9
454-8-57	391,66	272,63	+ 19	11	- Argile sableuse jusqu'à 10,50 m, puis sable grossier et galets - Schiste rouge altéré	Alluvions Paléozoïque	+ 19 + 8
454-8-67	395,9	272,4	+ 19		- Argile sableuse jusqu'à 7 m puis graviers et galets - Roche dure	Alluvions Paléozoïque probable	+ 19 + 11
454-8-68	393,80	273,52	+ 19	9	- Argile sableuse jusqu'à 8 m, puis graviers - Schiste	Alluvions Paléozoïque	+ 19 + 10
454-8-74	390,05	266,6	+ 45	8	- Argile, sable argileux - Sable glauconieux - Argile micacée	Quaternaire Cénomanién probable Socle altéré	+ 45 + 40 + 38

(\*) 454-5-39 - Situation approximative - Coupe de sondage relevée par O. COUFFON, 1932 - Rev. Hydrogéol. angevine, 1ère année, n° 4, p. 127.

(\*) 454-7-71 - Sondage du viaduc du chemin de fer des Ponts-de-Cé. Cf. coupe des alluvions de la Loire à ce niveau, in O. COUFFON, 1932 - Revue d'hydrogéologie angevine, 1ère année, n° 2, p. 35.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- ARNAUD A. et PILLET J. (1971) - Sur l'existence du Caradocien à Trilobites dans le synclinal de Saint-Julien-de-Vouvantes—Angers (SE du Massif armoricain). *Mém. B.R.G.M.*, n° 73, Colloque Ordovicien-Silurien, p. 151-161, 3 f. ig., 2 pl.
- BOUDIER F. et NICOLAS J. (1968) - Découverte de chloritoïde dans les schistes ardoisiers d'Angers. *Bull. Soc. fr. Minér.*, 91, p. 92-94.
- BUREAU E. (1910-1914) - Bassin houiller de la Basse-Loire. Fasc. I (1910) : Histoire des concessions, pièces justificatives, description géologique du bassin ; 443 p., Fasc. II, tome 1er (1913) : description des flores fossiles (texte, 417 p.) ; tome 2ème (1914) : description des flores fossiles (atlas de 80 pl.). Étude des gîtes minéraux de la France, Paris.
- CARPENTIER A. (1932) — Description d'un sol de végétation fossile dans la « pierre carrée » du bassin de la Basse-Loire. *Bull. Soc. Sci. nat. Ouest France*, 5ème sér., t. II, 1932, p. 59-64, 1 fig., 2 pl.
- CARPENTIER A. et PÉNEAU J. (1936) - Étude du Carbonifère inférieur entre Rochefort et Chalonnnes (M. et L.). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), V, p. 489-497, fig. 1-3.
- CAVET P., LARDEUX H. et PILLET J. (1965) - Notice stratigraphique sur les formations paléozoïques des synclinoria de Saint-Julien-de-Vouvantes et de Redon—Ancenis (SE du Massif armoricain) à l'Est du méridien de Châteaubriant. *Bull. Soc. Et. sci. Anjou*, nouv. sér., t. V, p. 23-44, 2 fig.
- CAVET P., LARDEUX H. et PILLET J. (1967) - Notice stratigraphique sur les formations paléozoïques des synclinoria de Saint-Julien-de-Vouvantes et de Redon—Ancenis (SE du Massif armoricain) à l'Est du méridien de Châteaubriant; *in Mém. B.R.G.M.*, n° 33, Colloque sur le Dévonien inférieur, p. 301-320, 2 pl.
- CHAURIS L. et LUCAS G. (1964) - Les environs de Bécon-les-Granits (M. et L.) (feuille d'Ancenis au 1/80 000). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 277, t. LX, p. 525-533.
- COUFFON O. (1909) - Les grès à *Sabalites* en Anjou. *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, 38ème année, 1908, p. 9-28, pl. I-VII.
- COUFFON O. (1910) - Les grès à *Sabalites* en Anjou. (Supplément). *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, 39ème année, 1909, p. 21-31.
- COUFFON O. (1910) — L'industrie minérale en Anjou. I : les mines de charbon en Anjou du XIVème siècle à nos jours. *Revue de l'Anjou*.
- COUFFON O. (1922) — L'industrie minérale en Anjou. II : le schiste ardoisier. L'ardoise et l'exploitation des ardoisières en Anjou du XVème siècle à nos jours. *Revue de l'Anjou*, 96 p., 3 fig.
- COUFFON O. (1934) — Précis de Géologie angevine, 199 p., Impr. centrale, Angers.

- COUFFON O. (1936) — La période crétacée en Anjou. *Revue hydrogéol. angevine*, 5ème année, n° 1-4, p. 1-128, fig. 1-88.
- DENIZOT G. (1914) — Description des alluvions des environs d'Angers. *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, 1912-1913, p. 87-111, fig. 1-5.
- DENIZOT G. (1919) — Supplément à la description des alluvions des environs d'Angers. *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, 1918, p. 217-223, fig. 1.
- DENIZOT G. (1920) — Les sondages de la Maine à Angers. *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, 1919, p. 103-107.
- DESMAZIÈRES O. (1891) — Note sur les grès éocènes de la rive gauche de la Loire (en Maine-et-Loire). *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, N.S., XX, 1890, p. 131-138, 1 carte.
- ESTÉOULE J., ESTÉOULE-CHOUX J., LOUAIL J. (1971) - Sur la présence de clinoptilolite dans les dépôts marno-calcaires du Crétacé supérieur de l'Anjou. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 272, p. 1569-1572. 22 Mars 1971.
- GRUET M. (1958) — Deux problèmes géologiques concernant le bassin ardoisier d'Angers-Trélazé. *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, 1954-1957, p. 27-36.
- GRUET M. (Musée de Paléontologie d'Angers). (1964) — Les terrasses du confluent Loir—Sarthe et leurs industries. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7ème sér., t. V, 1963, p. 468-463, fig. 1-3.
- GRUET M. (1969) - Livret-guide de l'excursion C 16 Bretagne-Anjou. VIIIème Congrès INQUA, Paris, 1969 (avec Guilcher, P.R. Giot, et al.).
- GRUET M. (1969) — Présence de loess vrai en Maine-et-Loire. Aperçu sur les actions éoliennes dans cette région. *Bull. Soc. Et. sci. Anjou*, N.S., t. VII, 1967-69, p. 87-91.
- HERMITE H. (1878) — Étude préliminaire du terrain silurien des environs d'Angers. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), VI, p. 531-543, 1 fig.
- JOUITTEAU A. (1892) — Notes pour servir à la Minéralogie du Maine-et-Loire. *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, (2), p. 245-246.
- KLEIN C. (1961) — La transgression ordovicienne sur les marges orientales de l'Armorique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), II, 1960, p. 768-778.
- LARDEUX H. (1969) - Le Dévonien du synclinal de Saint-Julien-de-Vouvantes (SE du Massif armoricain) : état des connaissances et précisions nouvelles. *Bull. Soc. Et. sci. Anjou*, nouv. sér., 7, p. 3-40, fig. 1-19.
- LAUGERY J. (1971) — A propos des sables et graviers rouges de l'Anjou. *Norais*, n° 70, p. 333-335.
- LIMASSET O. et TALBO H. (1971) — Ressources en eaux souterraines dans le Maine-et-Loire. Rapp. BRGM 71 SGN 134 BPL.

- LOUAIL J. (1969) — Étude sédimentologique des sables et graviers de Jumelles (Maine-et-Loire). Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences de Rennes, 1 vol. ronéo., 113 p., 66 fig.
- LOUAIL J. (1974) — Étude sédimentologique des placages sableux du plateau des Mauges. Distinction entre les formations détritiques azoïques céno-maniennes et les sables rouges de l'Anjou. C.R. Congr. Soc. savantes, Nantes, 1972.
- LUCAS G. (1960) — Quelques remarques sur le Silurien de la feuille d'Ancenis. *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, t. II, 89ème année, 1959, p. 84-88.
- PÉNEAU J. (1929) — Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Sud-Est du Massif armoricain. *Bull. Soc. Sci. nat. Ouest France*, 1928, 4ème sér., t. VIII, 300 p., 14 pl.
- PÉNEAU J. (1931) - Sur l'Ordovicien inférieur aux environs d'Angers. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1930, (4), III, p. 253-257, fig. 1-2.
- PÉNEAU J. (1931) — Réunion extraordinaire de la Société géologique et minéralogique de Bretagne à Angers, Châteaubriant, Ancenis (22-26 Avril 1930). Compte-rendu. *Bull. Soc. géol. minér. Bretagne*, 1930-1931, nouv. sér., t. I, fig. 1-19, p. 57-132, pl. 1.
- PÉNEAU J. (1946) — Étude sur l'Ordovicien inférieur (Arenigien = Grès armoricain) et sa faune (spécialement en Anjou). *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, 1944-46, nouv. sér., 74-76ème année, p. 37-106, pl. I-VIII, 3 fig.
- PÉNEAU J. (1947) - Révision de la feuille d'Angers au 1/80 000. Terrains primaires. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 221, t. XLVII, p. 61-66, fig. 1-2.
- PÉNEAU J. (1950) - Contribution à l'étude du Paléozoïque de l'Anjou. *Bull. Soc. Et. sci. Angers*, 1950, IIIème sér., 1.1, 80ème année, p. 11-18, pl. I-II.
- PÉNEAU J. (1952) - Feuille d'Angers au 1/80 000. I : région de Brissac. II : extrémité du synclinal de Martigné-Ferchaud. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 232, t. XLIX, p. 75-77.
- PILLET J. (1973) — Les Trilobites du Dévonien inférieur et du Dévonien moyen du Sud-Est du Massif armoricain. *Mém. Soc. Et. sci. Anjou*, mém. n° 1, 307 p., 64 pl., 152 fig. texte.
- RONDEAU E. (1890) — Étude sur le terrain dévonien des environs d'Angers. *Mém. Soc. Agr. Sci. Arts d'Angers*, (4), VI, p. 155-191, 2 cartes.
- RONDEAU E. (1893) — Description géologique des environs d'Angers. *Mém. Soc. Agr., Sci., Arts Angers*, (4), VI, p. 209-235, 1 carte.
- TALBO H. (1971) - Étude hydrogéologique du bassin de l'Authion et des alluvions de la Loire en aval d'Angers. Rapp. BRGM 71 SGN 004 BPL.
- TOURENQ J., DECAILLOT P., POMEROL C. (1971) - Origine armoricaine de minéraux lourds de la mer des Faluns. Mise en doute de la « capture » de la pré-Loire à l'Helvétien inférieur. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 2, pp. 65-67. 15 Février 1971.

WEBER C. (1967) — Le prolongement oriental des granites de Lanvaux d'après la gravimétrie de l'aéromagnétisme. *Mém. B.R.G.M.*, n° 52 (Contribution de la carte gravimétrique à la géologie du Massif armoricain, p. 82-90).

### **Caries géologiques (et notices explicatives)**

Feuille **Ancenis** à 1/80 000. Première édition (1890), par E. Bureau et L. Bureau. Deuxième édition (1967), par P. Cavet avec la collaboration de A. Arnaud, L. Chauris, J. Cogné, M. Gruet, G. Lucas et J. Péneau.

Feuille **Angers** à 1/80 000. Première édition (1906), par L. Bureau et J. Welsch. Deuxième édition (1953), par G. Denizot et J. Péneau.

Feuille **Chalonnnes-sur-Loire** à 1/50 000. Première édition (1970), par P. Cavet, avec la collaboration de A. Arnaud, L. Barbaroux, J. Biaisé, R. Brossé, L. Chauris, M. Gruet, H. Lardeux et L.M. Rivière.

### **Autres cartes thématiques**

Cartes des gîtes minéraux de la France à 1/320 000. Feuille Nantes (1961), coordination par F. Permingeat.

Carte gravimétrique de la France à 1/320 000. Feuille Nantes (1963).

Carte hydrogéologique du Bassin de l'Authion à 1/50 000 (1971).

### *DOCUMENTS CONSULTABLES*

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés, soit au S.G.R. Bretagne—Pays de la Loire, rue Henri-Picherit, 44000 - Nantes, soit au B.R.G.M., 6-8 rue Chasseloup-Laubat, 75015 Paris.

### **AUTEURS**

Cette notice a été rédigée par P. CAVET (professeur à l'Université de Nantes, laboratoire de Géologie), avec la collaboration de A. ARNAUD (principal du C.E.S. de Baugé, de J. BLAISÉ (chargé de recherches au C.N.R.S., laboratoire de Géologie, Université de Nantes), de R. BROSSÉ (maître-assistant de Géologie à l'Université d'Angers), de L. CHAURIS (maître de recherches au C.N.R.S., laboratoire de Géologie, Université de Brest), de M. GRUET (correspondant, pour le Maine-et-Loire, du Service des Antiquités préhistoriques des Pays de Loire), de H. LARDEUX (maître de conférences à l'Université de Rennes, Institut de Géologie), et du Service géologique régional Bretagne—Pays de la Loire.