



# CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

## DOUVAINE

par  
R. VIAL  
avec la collaboration de  
M.A. CONRAD, J. CHAROLLAIS

### DOUVAINE

La carte géologique à 1/50 000  
DOUVAINE est recouverte par la coupure  
THONON (N° 150)  
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

Morez Bois-d'Amont		
St-Claude	DOUVAINE	Thonon Châtel
St-Julien en Genevois	Annemasse	Samoëns Pas-de-Morignin



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



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

**par**

**R. VIAL**

**avec la collaboration de M.A. CONRAD, J. CHAROLLAIS**

**1989**

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

– *pour la carte* : OLIVE P., VIAL R., ALAIN Y., CONRAD M.A., VERNET J.P., (1987) – Carte géol. France (1/50 000), feuille DOUVAIN (629) – Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières. Notice explicative par VIAL R. et coll. (1989), 24 p.

– *pour la notice* : VIAL R., avec la collaboration de M.A. CONRAD, J. CHAROLAIS (1989) – Notice explicative, Carte géol. France, (1/50 000), feuille DOUVAIN (629) – Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 24 p. Carte géologique par OLIVE P., VIAL R., ALAIN Y., CONRAD M.A., VERNET J.P., (1987).

© BRGM, 1989. Tous droits de traduction et de reproduction réservés. Aucun extrait de ce document ne peut être reproduit, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit (machine électronique, mécanique, à photocopier, à enregistrer, ou tout autre) sans l'autorisation préalable de l'éditeur.

N° ISBN : 2 - 7159 - 1629-9

## SOMMAIRE

	<b>Pages</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	5
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	6
<b>DESCRIPTION DES TERRAINS</b>	<b>6</b>
<i>SECONDAIRE</i>	6
<b>Nappe des Préalpes médianes</b>	<b>6</b>
<b>Jura</b>	<b>7</b>
<i>TERTIAIRE</i>	10
<b>Éocène et Oligocène anté-molassique</b>	<b>10</b>
<i>Nappe du flysch du Gurnigel</i>	10
<b>Jura</b>	10
<b>Molasse autochtone (Oligocène et Miocène)</b>	<b>10</b>
<i>QUATERNAIRE</i>	11
<b>Pléistocène</b>	<b>11</b>
<b>Holocène</b>	<b>13</b>
<b>PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES</b>	<b>14</b>
<i>TECTONIQUE</i>	14
<i>ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE</i>	16
<b>RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS</b>	<b>18</b>
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	18
<i>SUBSTANCES UTILES</i>	18
<b>DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE</b>	<b>19</b>
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	19
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	19
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	21
<b>AUTEURS</b>	<b>22</b>

## INTRODUCTION

### PRÉSENTATION DE LA CARTE

La carte géologique Douvaine jouxte, à l'Est, la carte Thonon-Châtel, au Sud, la carte Annemasse, et à l'Ouest, la carte Saint-Claude. Elle se situe au Nord des Alpes françaises, à cheval sur trois unités structurales distinctes : le Jura, le bassin molassique suisse et les nappes des Préalpes du Chablais.

Le tiers de la superficie de la carte est couvert par le lac Léman, creusé dans le bassin molassique.

Du Nord-Ouest au Sud-Est, on rencontre :

- le Jura, formé de terrains jurassiques et crétacés, plissés et affectés de failles et de décrochements ;
- la molasse du bassin lémanique, d'âge oligocène et miocène, transgressive sur le Jura, peu déformée à son contact, mais assez fortement plissée vers le Sud-Est, au contact des Préalpes ;
- les Préalpes du Chablais, affleurant dans le coin sud-est de la feuille, composée de deux nappes superposées :
  - la nappe du Gurnigel, à matériel de type flysch, d'âge éocène ;
  - la zone frontale de la nappe des Préalpes médianes, chevauchante sur la précédente et formée, sur le territoire de la feuille, de terrains triasiques à liasiques, fortement plissés en anticlinaux et synclinaux, plus ou moins déversés vers le Nord-Ouest.

En rive gauche du lac, la molasse et la nappe du Gurnigel ne sont que peu affleurantes car elles sont recouvertes par un épais manteau quaternaire d'origine glaciaire (Riss, Würm et Tardi-glaciaire) ; celui-ci est caractérisé par les formes glaciaires suivantes : vallums morainiques, drumlins, terrasses fluvio-glaciaires, chenaux péri-glaciaires...

*Le réseau hydrographique* présente deux directions privilégiées : SE-NW, en direction du lac Léman et SW-NE, parallèlement aux structures du substratum.

*La végétation* est essentiellement composée de forêts de feuillus sur le plateau s'étendant entre la zone Bons-en-Chablais—Perrignier et le lac Léman, puis de conifères au-dessus de 850 m d'altitude.

*La population* s'élève à environ 60 000 habitants, doublant en été dans les centres de thermalisme de Thonon-les-Bains et Évian-les-Bains.

*L'agriculture et l'élevage* prédominent (vins de Crépy à Douvaine, cassis, framboises, maïs), mais *l'industrie* commence à s'implanter (Thonon, Douvaine) car la situation géographique de la région est assez privilégiée pour les échanges commerciaux avec la Suisse (Genève et Lausanne) et l'Italie, par le tunnel du Mont-Blanc.

*Le tourisme* est en plein essor avec la proximité des stations de ski des Préalpes en hiver et l'attrait du lac Léman, en été.

## HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Le terrain appartient au plateau occidental ; il est limité au Nord par les chaînes jurassiennes et au Sud par les Préalpes.

*A la fin du Crétacé*, différents types de molasses se déposent sur le plateau.

*A l'Oligocène*, elles émergent, et un système fluvio-lacustre s'installe. Des cours d'eau l'érodent profondément et se jettent dans un proto-Rhône s'écoulant d'Est en Ouest. Aujourd'hui, on observe un paysage typiquement glaciaire avec un lac de surcreusement (?), le Léman ou pour les puristes le lac de Genève.

*Dès le Quaternaire*, le plateau lémanique subit l'influence de deux glaciations différentes, l'une venant des Alpes et l'autre du Jura. Les retraits et les avancées, ainsi que l'interaction de ces glaciers, ont laissé des empreintes typiques qui nous permettent de comprendre la succession des étapes, mais pas de dater dans l'absolu ces événements.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### SECONDAIRE

#### Nappe des Préalpes médianes

Sur la feuille Douvaine, dans la zone frontale de la nappe, n'affleurent que les terrains allant du Trias au Dogger.

tK. **Cargneules, dolomies blondes, argilites vertes.** Les dolomies, en bancs de 0,50 m d'épaisseur, alternent avec des argilites vertes (épaisseur : environ 15 m). Cargneules de couleur jaune, souvent vacuolaires (épaisseur : 10 m).

tG. **Gypse.** De couleur variant du blanc au rouge, il se présente sous diverses formes : saccharoïde, rubané... Au front de la nappe, il est responsable de quelques entonnoirs de dissolution, affectant les terrains quaternaires.

t10. **Rhétien. Calcaires noirs et marnes.** Le Rhétien est représenté par des calcaires et des schistes noirs. Au col de Cou, on trouve des marnes noires à intercalations de calcaires dolomitiques gris-noir à patine claire.

l1-6. **Lias inférieur et moyen. Calcaires siliceux.** C'est une épaisse série (100 à 200 m), formant les falaises de la région : Crêt Vernay, Le Devant, Pointe de Targaillon, Mont Forchat. Elle est représentée par des calcaires noirs à patine grise, très siliceux en bancs décimétriques, alternant avec des petits bancs de schistes gris.

Au Mont Forchat, la base de la série montre des calcaires spathiques blancs à roses. Au col de Cou, la base du Lias comprend des calcaires beiges à pâte fine, puis des calcaires beiges oolithiques (Hettangien).

l7-j3. **Lias supérieur et Dogger. Calcaires argileux et marnes.** Cette série forme le fond du synclinal des Moises où elle est cachée, en majeure partie par la moraine glaciaire. C'est une alternance de calcaires argileux et siliceux et de marnes jaunes.

## Jura

Dans la région jurassienne de la feuille Douvaine, les terrains les plus anciens sont d'âge Portlandien. Les terrains d'âge Kimméridgien affleurent toutefois immédiatement au-delà de la limite occidentale de la carte, dans le chaînon boisé du Mont de Barie, sur la feuille Saint-Claude, en territoire français. Le Kimméridgien affleure aussi particulièrement bien sur territoire suisse dans la région du Cuvaloup de Saint-Cergue, peu au-delà de la limite septentrionale de la feuille Douvaine. Pour cette raison une description succincte des terrains kimméridgiens est comprise dans cette notice. Les terrains plus anciens n'ont été traversés par aucun sondage connu dans la région considérée.

**Kimméridgien inférieur** (115 m visibles au Cuvaloup de Saint-Cergue). Le Kimméridgien inférieur daté par ammonites affleure à quelques centaines de mètres au-delà de la limite occidentale de la carte, au Nord de la Barraque de la Combe de l'Eau. Il est formé de calcaires fins déposés en milieu marin profond, beiges à gris, en bancs de 0,30 m à 1,30 m séparés par des délits marneux. Outre les ammonites (*Ataxioceras oppeli*; dét. R. Enay, inédit) on y rencontre des lamellibranches et des brachiopodes.

**Kimméridgien supérieur** (50 m). Il affleure dans la même région. On distingue les trois ensembles suivants, successivement de bas en haut :

- 21 m. Calcaires fins beiges, peu oolithiques, à petites pelotes de vers (*Serpula quadricristata*);
- 23 m. Calcaires fins beiges, plus ou moins finement plaquettés, comprenant plusieurs intercalations de dolomies brunes, saccharoïdes;
- 6 m. Calcaires graveleux blancs ou rosés, riches en débris de coraux.

Le Kimméridgien supérieur s'est déposé en milieu marin peu profond. Les calcaires graveleux à débris de coraux sont interprétés comme résultant du démantèlement d'un récif (Bernier, 1984).

j9. **Portlandien. Calcaires à tubulures (Couches du Chailley), calcaires flammés et dolomies** (160 m). Une coupe à peu près complète du Portlandien peut être relevée le long de la route du Mont de Barie, à la limite orientale de la feuille Saint-Claude. On distingue successivement de bas en haut les six ensembles suivants (M.A. Conrad, levers inédits) dont les épaisseurs sont données à titre indicatif. Tous correspondent à des milieux marins de plate-forme protégée très peu profonde :

- 12 m. Calcaires beiges à rudistes (*Diceras*), coraux, et hydrozoaires (*Cladocoropsis mirabilis*);

- 40 m. Dolomies brunes et calcaires dolomitiques, en parties bioturbés ;
- 8 m. Calcaires bioturbés (tubulures du type thalassinoides) intercalés de deux niveaux marneux. Lamellibranche (*Exogyra virgula*) et feuilles de palmier (*Zamites* sp.) ;
- 30 m. Calcaires variés gris ou beiges, à foraminifères et dasycladacées. Quelques nérinées ;
- 30 m. Calcaires gris ou beiges, calcaires dolomitiques et dolomies saccharoïdes subordonnées ;
- 40 m. Calcaires fins gris flammés et laminites dolomitiques beiges.

**jP. Faciès purbeckien (Portlandien inférieur à Berriasien inférieur). Calcaires lacustres, marnes, calcaires argileux** (20 à 30 m). Affleure très mal à l'extrémité nord-ouest de la carte. Calcaires gris à characées, calcaires bréchiques, dolomies laminées et brèches polygéniques à matrice marno-dolomitique. Dans la région considérée, le Purbeckien est un faciès mixte, marin peu profond, lacustre et évaporitique. Il correspond grosso modo au Portlandien supérieur, au Berriasien inférieur, et à la base du Berriasien moyen.

**n1b. Berriasien moyen et supérieur. Formation de Pierre-Châtel. Calcaires beiges massifs.** Le Berriasien moyen, le Berriasien supérieur, et à sa suite le Valanginien et l'Hauterivien, affleurent dans l'anticlinal du Mont Mussy, au-dessus de Divonne, ainsi que dans le synclinal du Vuarne à l'extrémité nord-ouest de la carte, en territoire suisse. Des travaux récents entrepris à l'échelle régionale permettent de préciser l'âge des formations correspondantes (Clavel, Charollais et Donze, 1986). Le Berriasien moyen et la base du Berriasien supérieur sont représentés par la Formation de Pierre-Châtel (23 m), formée de calcaires massifs beiges, oolithiques à la base, puis fins et riches en foraminifères benthiques et dasycladacées. Le milieu est marin protégé, très peu profond.

**n1c. Berriasien supérieur. Formation de Vions. Calcaires roux, p.p. gréseux et argileux.** La partie moyenne du Berriasien supérieur (zone à Picteti) est représentée par la Formation de Vions (39 m), formant une petite combe caractéristique visible dans le synclinal du Vuarne. Il s'agit de calcaires roux ou beiges, en partie gréseux et argileux, fortement bioturbés et contenant en abondance de la matière organique et des hydroxydes de fer. A la base de la formation, on rencontre un niveau peu épais (1-2 m) contenant un foraminifère porcelané caractéristique : *Keramosphaera allobrogensis*. Les milieux sont marin peu profond et marginolittoral.

**n2a. Berriasien terminal—Valanginien basal. Formation de La Chambotte.** Le Berriasien terminal et le Valanginien basal sont représentés par la Formation de La Chambotte (15 m), constituée de calcaires massifs, bioclastiques, blancs, parfois légèrement rosés, et contenant un foraminifère caractéristique : *Pfenderina neocomiensis*. Le milieu est marin protégé, très peu profond.

**n2. Valanginien inférieur. Marnes d'Arzier et Calcaire roux.** Le toit rubéfié de la Formation de La Chambotte est surmonté de façon discontinue par les Marnes d'Arzier (0-5 m), d'âge Valanginien inférieur. Il s'agit de marnes gri-

ses, jaunes ou vertes, très fossilifères dans leur localité-type située en dehors de la carte en territoire suisse, mais pratiquement stériles au-dessus de Divonne et au Vuarne.

Les Marnes d'Arzier sont surmontées par le Calcaire roux (35- 40 m), également d'âge Valanginien inférieur, formé de calcaires oolithiques et échinodermiques plaquetés, localement riches en bryozoaires et en débris d'huîtres (*Alectryonia rectangularis*).

Les Marnes d'Arzier et le Calcaire roux se sont déposés en un milieu marin ouvert et peu profond.

La discontinuité sédimentaire située au mur des Marnes d'Arzier ou du Calcaire roux est interprétée comme résultant d'une lacune intra-Valanginienne d'extension régionale (Steinhauser et Charollais, 1971). Quant au Valanginien supérieur, sa présence a été reconnue en dehors de la région considérée, dans le Jura vaudois, où il est fortement condensé à l'extrême base des Marnes d'Hauterive.

n3. **Hauterivien. Marnes, calcaires plaquetés, calcaires pseudo-noduleux.** On distingue trois ensembles lithologiques, tous déposés en milieu marin ouvert, et qui sont décrits successivement de bas en haut.

- **Marnes d'Hauterive** (23 m). Datées de l'Hauterivien basal (zone à *Radiatus*), les Marnes d'Hauterive forment une combe caractéristique et sont généralement masquées par des dépôts récents. Il s'agit de marnes bleues, puis jaunes, séparées par quelques mètres de calcaires échinodermiques glauconieux. A la base surtout, les Marnes d'Hauterive sont très fossilifères : brachiopodes, huîtres, lamellibranches, échinides, céphalopodes (*Nautilus*), gastéropodes, etc.

- **Pierre Jaune de Neuchâtel** (40 m). Successivement : calcaires plaquetés à stratification oblique, échinodermiques et glauconieux, riches en bryozoaires ; marnes ; puis calcaires plaquetés. L'âge est Hauterivien inférieur.

- **«Urgonien inférieur» auct.** (20 m). Les « Calcaires urgoniens inférieurs » sont visibles au nord d'Arbère. Il s'agit de calcaires pseudo-noduleux beiges, parfois un peu argileux, partiellement oolithiques et contenant des coraux, des bryozoaires, des spongiaires, des brachiopodes et des échinides. Des travaux récents fondés sur les récoltes d'échinides et d'ammonites en dehors du territoire considéré (Clavel, Busnardo et Charollais, 1986) permettent d'attribuer un âge hauterivien inférieur à cette formation, qui correspond à l'installation et à la progradation de la plate-forme urgonienne vers le SW et le SE. Cette installation se poursuit à l'Hauterivien supérieur.

n4. **Barrémien («Urgonien supérieur» auct).** L'«Urgonien supérieur» affleure au Mont de Mussy, au Nord d'Arbère. Il s'agit de calcaires blancs massifs, essentiellement bioclastiques, contenant des débris de rudistes et déposés en milieu marin protégé, très peu profond. Dans la partie moyenne de l'Urgonien supérieur s'intercalent des parties crayeuses grises, brunâtres et mouchetées de blanc. L'épaisseur dépasse 50 m et semble avoir été réduite par des érosions anté-éocènes.

## TERTIAIRE

### Éocène et Oligocène anté-molassique

**Nappe du flysch du Gurnigel** (*improprement dénommée « nappe du flysch ultrahelvétique » dans la légende de la carte*).

e<sub>5C-6</sub>. **Éocène. Série du Vouan (flysch supérieur)**. Seule n'apparaît que la série supérieure de la nappe du flysch du Gurnigel (à l'exception, peut-être des trois petits affleurements de Fessy, Lully et Cervens, qui correspondraient à la série inférieure). Cette série comprend, de bas en haut, un puissant conglomérat (conglomérat du Vouan), à galets polygéniques (granite, porphyre, granulite, pegmatite, gneiss, grès calcaires), en bancs métriques alternant avec des bancs gréseux, de couleur beige. L'observation de ce conglomérat se fait facilement dans les différentes carrières de la colline des Allinges, où il est possible de récolter des échantillons d'ambre jaune dans les niveaux gréseux. Le sommet de la série est formé par des grès très altérés et difficilement observables. Le faciès de cette série supérieure est peu différent de la série inférieure des Voirons.

L'épaisseur de la série du Vouan serait d'environ 300 m. D'après A. Lombart (1940), son âge serait Lutétien supérieur à Priabonien.

### Jura

eS. **Éocène. Grès et marnes sableuses sidérolitiques, croûtes calcaires à *Microcodium***. Au Nord d'Arbère et à l'Ouest de Grilly, le Barrémien contient un nombre restreint de poches karstiques, remplies ou ayant été remplies par des grès ferrugineux et marnes sableuses rougeâtres d'origine continentale. Leur âge est probablement Éocène inférieur. Toujours à Grilly (Ducloz, 1983) la surface altérée de l'Urgonien inférieur est recouverte par une croûte calcaire dont l'épaisseur varie entre 10 et 70 cm, riche en *Microcodium*, un organisme *incertae sedis* indiquant un milieu continental. L'âge de la croûte est probablement Lutétien supérieur (Ducloz, *ibid.*).

e-g. **Oligocène moyen-supérieur. Marnes gompholitiques et Calcaires de Grilly**. Ils forment la base de la molasse oligocène. A Arbère ils reposent sur la surface karstifiée de l'Urgonien supérieur, épais ici de 40 m environ (Morel, 1946). Plus à l'Ouest dans la région de Grilly, l'Urgonien n'est épais que de 6-7 mètres seulement. Au-dessus de l'Éocène mentionné ci-dessus, il est surmonté par un placage de marnes gompholitiques gris blanchâtre, puis rougeâtre, à éléments remaniés de calcaire urgonien et de croûte éocène. A son tour, cette gompholite est surmontée par des calcaires lacustres, des marnes et des marno-calcaires gréseux. L'ensemble est épais de deux mètres environ (Michel, 1966). La présence d'une *Plebecula ramondi*, permet d'attribuer les Calcaires de Grilly au Chattien.

### Molasse autochtone (Oligocène et Miocène)

g3. **Oligocène supérieur (Chattien). Grès et marnes à gypse**. Sous la série aquitanaïenne, vient une série, formée de marnes bariolées à intercalations

de calcaires bruns et d'anhydrite, reconnue sur 150 m d'épaisseur au forage du Mont de Boisy. Cette série a été dénommée par D. Kissling, « série des grès et marnes à gypse ».

m1a. **Molasse aquitaniennne**. C'est une série à faciès saumâtre, représentée au sommet, par des marnes argileuses bariolées (gris, vert, rouge, violacé), à passées gréseuses, puis par des grès gris-vert, en bancs métriques, alternant avec des marnes argileuses bariolées. Cette formation a été attribuée à l'Aquitanienn par A. Jayet, comme dans le sondage pétrolier du Mont de Boisy, mais, d'après des études géophysiques récentes (Buchli, Paquin, Donze, 1976), il semblerait que le flanc sud-est du Mont de Boisy soit constitué par la molasse chattienne. Sur la carte, la limite Chattien—Aquitanienn a été tracée en fonction de l'apparition des gros bancs gréseux.

## QUATERNAIRE

### Pléistocène

#### Riss

Gx. **Moraine rissienne (S. Hermance)**. A. Jayet a trouvé, dans la carrière de Chevrens, sous les argiles grises, une moraine de fond, attribuée à la glaciation rissienne. Cette moraine, formée d'argile à blocaux, serait également visible en bordure du lac par très basses eaux, au lieu-dit La Tuilière, sous le village de Chevrens.

#### Interglaciaire Riss-Würm

FGx-y. **Argiles grises et sables**. Sous les graviers de progression du Würm basal et limités à la zone Chevrens—Hermance—Nant de Chamburaz, s'observent des argiles feuilletées grises à noires, légèrement sableuses, mica-cées et à intercalations de sables jaunes, correspondant à l'interglaciaire Riss-Würm. Ces argiles ont été retrouvées en bordure du lac, à quelques mètres au-dessus de l'eau, au lieu-dit Saint-Joseph-du-Lac. Elles ont été également notées à la base de la carrière de Chevrens par A. Jayet.

#### Complexe wurmien

GyP. **Moraines caillouteuses profondes**. Ces moraines se situent sous l'argile à blocaux et n'affleurent que dans la région d'Hermance (carrière de Chevrens, Nant de Chamburaz). Ce sont des graviers sableux cimentés, à litages légèrement entrecroisés, à galets ne dépassant pas 30 cm de diamètre. L'épaisseur de ces graviers est de 25 m à Chevrens et 10 m dans le Nant de Chamburaz. Ces graviers se sont déposés au front du glacier rhodanien, lors de son avancée, au début du Würm.

Gy. **Argiles à blocaux (moraine argileuse)**. C'est la moraine de fond typique de la région. Le faciès est très constant : argiles bleues, jaunes quand elles sont altérées, à galets striés et blocs quelquefois volumineux (1 à 2 m). Cette moraine a perdu, parfois, son argile par délavage et le matériel restant

est peu différenciable des sédiments des terrasses de Thonon, si ce n'est l'absence de stratification entrecroisée.

A 1 120 m d'altitude, au lieu-dit Ramble, ont été trouvés, dans cette argile, des restes de conifères, datés au radiocarbone de 27 000 ans B.P.

Sur le territoire de la feuille Douvaine, la morphologie glaciaire a été bien conservée et est représentée par des vallums latéraux, latéro- frontaux et drumlins.

FGyT. **Terrasses de Thonon-les-Bains. Würm terminal.** Lors de la fonte du glacier rhodanien, à la fin du Würm, des lacs de barrage périglaciaires se sont formés entre le glacier et le versant. Ces lacs étaient alimentés par les torrents descendant des Préalpes. Les alluvions, transportées par ces torrents se sédimentaient dans ces lacs de barrage, sous forme de deltas. Le glacier fondant sur ces marges latérales, se retirait en direction du futur lac Léman. Les lacs de barrage suivaient cette lente progression vers la vallée lémanique, mettant, au fur et à mesure, à l'air libre, les différents deltas précédemment formés.

Actuellement, au Sud de Thonon-les-Bains, on observe ainsi 14 terrasses emboîtées, s'étagant entre 730 m et 410 m d'altitude. Ces terrasses sont souvent creusées par des dolines périglaciaires (kettles), appelées dans la région *vouas*. Ce sont des dépressions circulaires à elliptiques, provenant de la fonte de blocs de glace détachés du glacier et emprisonnés dans les matériaux détritiques des terrasses.

Les matériaux de ces terrasses sont essentiellement gravelo-sableux. La composition pétrographique montre une prédominance des galets préalpins sur les galets de roches cristallines et métamorphiques. En certains endroits (Brens, Lauzenette, Draillant, Le Villard), les graviers sont fortement cimentés.

L'épaisseur de ces graviers fluvio-glaciaires varie de quelques mètres à une trentaine de mètres. La formation de ces terrasses a duré environ 5 à 6 000 ans. La terrasse de Chez Roch (feuille Thonon-Châtel) a été datée de 14 000 ans B.P. par la méthode du radiocarbone (datation faite sur une molaire d'*Elephas primigenius*).

FLy. **Argiles fluvio-lacustres, argiles feuilletées.** A trois endroits (tuileries du Loyer, de Brecorens, de Crevy) peuvent s'observer des argiles feuilletées, fluvio-lacustres, varvées, de couleur bleue à beige, ayant sédimenté dans des lacs périglaciaires. Leur épaisseur, à Brecorens, est de 3 m.

GLy. **Argiles de récurrence glaciaire.** Elles sont rares et se rencontrent sur les graviers des hautes terrasses de Thonon (Draillant, Le Planet). Ce matériel glaciaire serait daté de l'interstade de Allerød et dû à une réavancée de glaciers locaux descendant des Préalpes.

### **Terrasses tardi-würm à Holocène**

30. **Terrasse du niveau 30 m, glacio-lacustre tardi-würm (cailloutis, sables et limons).**

**10. Terrasse du niveau 10 m, transition tardi-würm - Holocène (sables et graviers, argiles et limons).** Ces terrasses sont formées de matériel graveleux et sableux. La terrasse de 30 m est peu visible et l'on n'en rencontre que quelques lambeaux (Excenevex, Corzent). La terrasse de 10 m est représentée sur tout le pourtour du lac, surtout entre Yvoire et Thonon-les-Bains.

### Holocène

**3. Terrasse du niveau 3 m (sables, graviers et limons).** La terrasse de 3 m s'observe fréquemment (Excenevex, Bonnatray, Sechex, Anthy, Thonon-les-Bains) et ne se différencie pas quelquefois de la bordure actuelle du lac.

**C. Remplissage limono-argileux de dépressions wurmiennes.** Ce sont des argiles colluvionnaires, fines, bleues devenant beiges par l'altération et se rencontrant le plus souvent sur les graviers fluvio-glaciaires des grandes dépressions (plaines de Chens-sur-Léman, de Douvaine, de Veigy). Elles proviennent du délavage des moraines argileuses wurmiennes.

**Cône de déjection.** Ils sont peu nombreux et de faibles extension. Ils se situent, en général, au pied des versants des Préalpes. En bordure du lac, des petits cônes ont été édifiés par quelques ruisseaux (Redon, Paquis).

**FZ. Zone inondable, alluvions récentes et actuelles.** Elles correspondent aux alluvions actuelles des ruisseaux. Elles sont formées de graviers plus ou moins grossiers, provenant du démantèlement des moraines et des terrasses fluvio-glaciaires.

**Marais.** Ils sont généralement situés dans les dépressions morainiques ou dans les anciens chenaux périglaciaires : Marais de Chilly, du Grand-Verger, de Zusinge...

**T. Tourbières.** Les tourbières cartographiées correspondent à d'anciens marais asséchés : Château-Chanterelle, Croix-de-Crevy. La formation de ces tourbières aurait débuté à la fin du Pléistocène (Becker, 1952).

**E. Éboulis.** Ils sont bien développés à la base des falaises liasiques des Préalpes médianes (Crêt-Vernay, Le Devant), mais aussi sur le flanc nord du Mont de Boisy et de la Colline des Allinges (éboulement du châlet) et dans la nappe du Gurnigel.

**Glissement, solifluxion.** Les glissements de pente, dans la moraine argileuse, sont fréquents, mais ils sont généralement de faible amplitude. Seul, le glissement de versant d'Argence (moraine sur flysch et gypse triasique) a été mentionné. Ils ne jouent guère de rôle dans la morphologie de la région.

**D. Dunes : sables d'Excenevex.** Entre le village d'Excenevex et la rivière le Foron, des sables calcaires jaunes se sont accumulés sous forme de dunes. L'origine est, selon les auteurs (Dussart, Juget et Sitarz, 1959), fluviatile, puis éolienne. Les courants du lac amèneraient les sables depuis la côte suisse (région de Lausanne) et, sous l'action du vent de Nord-Est, ces sables

se déposeraient dans le domaine de Coudrée. Il est à noter que, par basses eaux du lac, un « cordon littoral » s'observe, à environ 200 m de la côte, entre Excenevex et Coudrée.

U. **Tuf calcaire (Chavannes-des-Bois)**. Au lieu-dit Chavannes-des-Bois, un petit placage de tuf calcaire a été indiqué. Il est lié à des sources carbonatées du fluvio-glaciaire.

## PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

### TECTONIQUE

L'interprétation structurale de la région est rendue difficile par l'épais manteau de Quaternaire recouvrant le substratum. Plusieurs campagnes géophysiques ont permis de préciser la tectonique de la région, ainsi que du lac Léman.

#### Rive gauche du lac Léman

Du Nord-Ouest au Sud-Est, on rencontre les unités suivantes :

- la molasse autochtone ;
- la nappe du Gurnigel ;
- la nappe des Préalpes médianes.

#### La molasse autochtone.

Cette unité peut se subdiviser en deux zones :

- la zone Anières—Messery—Yvoire—Excenevex—Douvaine ;
- la zone de Boisy—Thonon.

#### **Zone Anières—Messery—Yvoire—Excenevex—Douvaine**

Cette zone, à ossature molassique, représente approximativement la presqu'île d'Yvoire. La géophysique a mis en évidence un anticlinal à axe parallèle au Petit Lac : l'*anticlinal de Messery*, affecté de failles transverses à son axe. Cet anticlinal se poursuit au Nord-Est d'Yvoire, dans le Grand Lac où, brusquement, il est décalé vers le Nord par la prolongation de l'accident jurassien de Pontarlier. Il réapparaît ensuite sur la rive suisse, à Morges. Le décalage est de l'ordre de 6 km.

Au Sud de cet anticlinal, il a également été décelé le *synclinal de Douvaine*, parallèle à l'anticlinal de Messery, au niveau de Veigy. Son axe s'incurve ensuite en direction de la baie de Sciez.

#### **Zone Mont de Boisy—Thonon**

Bien que la structure du Mont de Boisy ne soit pas totalement élucidée, il semblerait, d'après les études récentes que cette colline serait un anticlinal

molassique chevauchant la molasse de la plaine de Douvaine. La retombée de cet anticlinal s'observe dans la rivière, le Foron, à environ 200 m à l'amont d'Excuvilly.

Au Nord Est de la petite rivière du Dronset, la molasse s'ennoye sous le Quaternaire, mais reste toujours à peu de profondeur (50 m maximum). La géophysique et les sondages ont montré que ce bombement molassique se poursuit, vers le Nord-Est, par Thonon et le delta de la Dranse.

Au Sud-Est du Mont de Boisy, le contact molasse—nappe du Gurnigel est totalement caché. Peut-être s'intercale-t-il également, entre la molasse et la série du Gurnigel, une écaille de molasse parautochtone, comme à Langin (limite des feuilles Douvaine—Annemasse).

### **La nappe du Gurnigel**

Cette unité forme le massif des Voirons (feuille Annemasse) qui est un vaste monoclin de direction N 10° au Signal des Voirons, s'ennoyant sous le plateau quaternaire de Bons-en-Chablais—Perrignier. Elle n'apparaît alors qu'à la faveur de quelques pointements (Lully, Vaudalon, Château-de-la-Rochette, Allinges) où elle prend une direction de N 50° et un pendage de 50° SE. Cette nappe forme ensuite le ressaut de Chavannes (feuille Thonon).

### **La nappe des Préalpes médianes**

Elle chevauche la précédente, le contact s'observant au col de Cou où le flysch du Gurnigel présente une direction de N 50° et un pendage de 50° SE et la nappe des Préalpes, une direction de N 15° et un pendage de 50° E.

Cette nappe présente, à son front, un style tectonique souple (« médianes plastiques ») à plis symétriques (anticlinal du Mont d'Hermone, anticlinal du Mont Forchat) ou déversés vers le Nord-Ouest.

### **Région jurassienne**

Au Nord-Ouest de la feuille Douvaine, la région jurassienne s'articule en quatre unités morphologiques bien distinctes, échelonnées du Sud au Nord :

- en territoire français la colline du Mont Mourex—Mont Mussy, qui culmine à 754 m à l'Ouest de Divonne ;
- le vallon de Vesancy ;
- à cheval sur la frontière franco-suisse le chaînon boisé de Vesancière—Barillette, culminant à 1 528 m ;
- en territoire suisse le vallon du Vuarne, entre les sommets de la Dôle et de la Barillette.

*La colline du Mont Mouret—Mont Mussy* est le témoin bien visible d'un avant-pli du Jura, dont l'ossature est formée d'assises du Néocomien. Selon

P. Morel (1946), la colline forme le flanc sud-est d'un anticlinal secondaire orienté et plongeant légèrement vers le Nord-Est. Cet anticlinal est éventré par le vallon de Vesancy, véritable combe empâtée de dépôts glaciaires. Sa retombée nord-ouest est visible en-dehors du territoire de la carte, à l'Ouest de la chapelle de Riamont. Sa retombée sud-est, très redressée, est bien visible à l'Ouest de Divonne. L'extrémité septentrionale de l'anticlinal du Mont Mourex—Mont Mussy butte contre un important décrochement senestre, approximativement orienté Est-Ouest, qui prend en écharpe le *vallon de Vesancy* et se prolonge vers l'Ouest jusque dans la région de Septmoncel.

Au Nord du décrochement, des assises du Jurassique supérieur forment l'ossature du *chaînon boisé de Vesancière—Barillette* correspondant à l'anticlinal du même nom, qui butte au Nord-Est contre le décrochement dextre de Saint-Cergue. Sa retombée sud-est, tout d'abord en pente structurale, est ensuite très fortement redressée et même renversée dans la région de la Petite-Côte, au Nord-Ouest de La Rippe, où affleurent plusieurs pointements de terrains du Néocomien. L'anticlinal est affecté de plusieurs accidents, essentiellement dextres et transversaux ; il culmine dans la région de la Barillette.

Les assises du Purbeckien et du Néocomien affleurent dans le *vallon du Vuarne*, correspondant au synclinal du même nom. Une excellente description en a été fournie par H. Lagotala (1920). Le synclinal du Vuarne correspond à une digitation du synclinal de la Valserine. Orienté vers le Nord-Est, il est affecté par plusieurs accidents transversaux qui l'abaissent progressivement vers le décrochement de Saint-Cergue.

## ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE

### Mise en place des dépôts quaternaires du retrait wurmien

La région de Douvaine—Thonon montre de beaux exemples de sédimentation fluvio-glaciaire, dans des lacs de barrage sur les marges latérales du glacier rhodanien.

La morphologie glaciaire et l'étagement des terrasses ont permis de déterminer différents stades d'arrêt du glacier lors de son retrait dans la haute vallée du Rhône.

#### ● **Stade 1**

Le premier signe de retrait du glacier, sur la feuille Douvaine, est le dépôt par celui-ci du vallum latéral Rézier—Le Lyaud, avec formation des terrasses de La Capite et du Lyaud dans un lac de barrage.

#### ● **Stade 2**

En fondant sur ses marges latérales, le glacier se retire progressivement en direction du lac. Au Sud du Mont de Boisy et de la colline des Allinges, il

subsiste, à ce stade, deux langues de glace marquées par le dépôt des vallums latéro-frontaux de Chez Moachon—Perrignier et Macheron—Les Blaves.

Sur le versant nord-ouest du Mont de Boisy et de la colline des Allinges, il y a formation, par le corps principal du glacier, des vallums de Senoche et Marcorens. A ce stade, correspond la sédimentation des terrasses fluvio-glaciaires de Macheron, Villard, Draillant, Cervens, Pessinges et, sur le plateau des Blaves (feuille Thonon) du Bois de la Cour, de la zone des vouas et de Trossy.

### ● **Stade 3**

La fonte s'accroissant, les deux langues régressent, mais, au Sud du Mont de Boisy, un lac de barrage subsiste toujours, permettant les dépôts des terrasses deltaïques de Perrignier, Bons et Langin. Le glacier du Rhône est toujours adossé au Mont de Boisy et à la colline des Allinges, permettant sur le plateau de Thonon—Blaves, la construction des terrasses de Sur Lonnaz, de l'Ermitage et des Chavannes. A ce stade, on a également le creusement du chenal Maugny—Perrignier, alimentant la terrasse de Perrignier.

### ● **Stade 4**

Le glacier se situe au pied du Mont de Boisy (vallums de Chilly, Mas-songy—La Citadelle—Jouvernex—Margencel—Ferme de Genevray) avec formation des terrasses de la Versoie et de la Lauzenette.

### ● **Stade 5**

Dans ce stade, trois phases sont à différencier :

— le corps du glacier rhodanien se situe au droit du Petit Lac, mais déborde sur sa rive gauche, avec édification des vallums d'Anière—Chevrens—Chens—le Pont-Vereitre—Messery ;

— le glacier se retire peu à peu, mais recouvre encore largement la zone Messery—Yvoire (vallum de Messery—Esserts et Chapponex—Coiry—Chevilly). Vers Thonon, la limite des glaces est marquée par les moraines latérales de La Citadelle—Tuilière—Ronzuaz—Morcy. En bordure de la glace, s'édifient les terrasses de Genevray, Crête de Fontenaille, alors que se remplissent de matériaux graveleux, les plaines de Douvaine, Chens-sur-Léman, Chens-le-Pont, Veigy ;

— une petite langue glaciaire résiduelle à Aubonne—Ballavais régresse totalement, laissant comme dernier témoin, le petit vallum du Contet.

### ● **Stade 6**

Le glacier rhodanien quitte le Petit Lac et laisse, en rive gauche, les vallums d'Yvoire—Excenevex et d'Anthy—Marclaz. A ce stade, on a la formation des terrasses du Funiculaire et Concise, à Thonon, de Séchex, de Sciez et du ruisseau des Blaches.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### *HYDROGÉOLOGIE*

Les terrains aquifères de la région Thonon—Douvaine sont, essentiellement, liés aux dépôts quaternaires. Les sources, sortant du substratum, sont peu nombreuses et de faibles débits.

Les principaux aquifères, dans le Quaternaire, sont les terrains gravelo-sableux du Würm basal, des interstades du Würm (sur le plateau de Thonon et d'Évian) et des terrasses de Thonon.

#### **Les différentes nappes du complexe quaternaire de Thonon**

Le sondage de Chessy (limite des feuilles Douvaine et Thonon) a permis de mettre en évidence plusieurs nappes superposées :

- entre 0 et -3,70 m, la nappe supérieure des terrasses de Thonon ;
- entre -23 et -32 m, une nappe captive et artésienne, située également dans les terrasses de Thonon ;
- entre -52 et -55 m, une nappe captive dans un niveau sablo-argileux interstadiaire ;
- entre -68 et -102 m, une quatrième nappe dans un deuxième niveau interstadiaire sablo-graveleux.

Les eaux des trois premières nappes sont bicarbonatées calciques et légèrement magnésiennes, tandis que la dernière nappe présente des teneurs plus faible en calcium, mais plus fortes en sodium et sulfates. La perméabilité de cette dernière nappe est de 10-4 cm/s et le temps de renouvellement, calculé par les teneurs en tritium, est de 20 ans.

#### **Les sources minérales de la région Thonon—Douvaine**

Deux sources de la région ont été classées comme eaux minérales. Ce sont les eaux de la source de la Versoie à Thonon et les eaux du captage de Chens-le-Pont. La source de la Versoie est bicarbonatée calcique, avec des teneurs en nitrates assez élevées (13 mg/l). Les eaux sont captées dans la nappe des terrasses de Thonon. Les eaux minérales de Chens-le-Pont sont captées dans les sables de l'interglaciaire Riss-Würm du Nant de Chamburaz. Elles sont bicarbonées (365 mg/l), magnésiennes (36 mg/l), sodiques (41 mg/l) et légèrement sulfatées (98 mg/l).

### *SUBSTANCES UTILES*

Il y a peu de substances utiles sur la feuille Douvaine.

Les graviers des terrasses de Thonon et les graviers de la base du Würm sont activement exploités en carrières.

A Brécœrens, une tuilerie exploite les argiles fluvio-lacustres.

Quelques carrières ont été ouvertes dans les grès et conglomérats du flysch du Gurnigel, mais ne sont plus exploitées actuellement.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

Dans la série des **Guides géologiques régionaux** (Masson éd.) le guide : **Alpes, Savoie et Dauphiné** (J. Debelmas, 1970) pourra guider le promeneur, géologue ou non, dans les Préalpes du Chablais.

### BIBLIOGRAPHIE

BADOUX H., MERCANTON (1962) — Essai sur l'évolution tectonique des Préalpes méridionales en Chablais. *Écl. geol. Helv.*, 55, vol. 1.

BERNIER P. (1984) — Les formations carbonatées du Kimméridgien et du Portlandien dans le Jura méridional. Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 92/1, p. 1-443.

BLAVOUX B., DRAY M. (1969) — Les sondages dans le complexe quaternaire du Bas-Chablais et leurs enseignements stratigraphiques. Leur intérêt pour l'hydrogéologie et l'hydrochimie régionales. *Rev. Géogr. Phys., Géol. Dyn.*, 13, 1.

BOURDIER F. (1961) — Le bassin du Rhône au Quaternaire. Géologie et préhistoire. Thèse, Paris.

BRUN A. (1977) — Données floristiques et paléoclimatologiques du Pléistocène supérieur dans le Chablais. Résultats synthétiques et chronostratigraphie. *Bull. A.F.E.Q.*

BUCHLI H., DONZE A., PAQUIN R. (1976) — Étude géoélectrique et gravimétrique du Chablais, entre Anières et Évian. Thèse Lausanne.

CLAVEL B., BUSNARDOR., CHAROLLAIS J. (1986) — Chronologie de la mise en place de la plate-forme urgonienne du Jura au Vercors (France). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 302, série II, n° 8.

CLAVEL B., CHAROLLAIS J., DONZE P. (1986) — Précisions stratigraphiques sur le Crétacé inférieur du Jura méridional. *Écl. geol. Helv.*, Vol. 79/2, Bâle.

DRAY M. (1970) — Étude hydrogéologique du Quaternaire de la région de Thonon-les-Bains. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Paris.

DUCLOZ C. (1983) – Les croûtes calcaires des environs de Genève : comparaisons avec les encroûtements du Jura oriental, de l'Allemagne méridionale et du Sud-Est de la France. *Arch. Sci.*, Genève, vol. 36/2, p. 265-289.

FALCONNIER A. – Levers inédits, effectués pour la Commission géologique suisse entre 1948 et 1961.

GAGNEBINE E. (1937) – Les invasions glaciaires dans le bassin du Léman. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 59.

JAN DU CHENER., GORING., VAN STUIJVENBERG J. (1975) – Étude géologique et stratigraphique des Grès des Voirons. *Bull. BRGM*

JAYET A. (1964) – Notice explicative de la feuille Coppet (1281) de l'Atlas géologique de la Suisse au 1 : 25 000.

KISSLING D. (1974) – L'Oligocène de l'extrémité occidentale du bassin molassique suisse. Stratigraphie et aperçu sédimentologique. Thèse, Genève.

LAGOTALA H. (1920) – Étude géologique de la région de la Dôle. Mat. Carte géol. Suisse. NS, Livraison XLVI (4), Berne.

LAGOTALA H. (1920) – Carte géologique de la région de St-Cergue – La Dôle, 1/25 000. Carte spéciale n° 88 publiée par la Commission géologique suisse.

LOMBARD A. (1940) – La géologie des Voirons. *Mém. Soc. Helv. Sci. Nat.* 74, 1.

MEYBECK M., HUBERT P., OLIVE P., SIWERTZ E. (1969) – Nouvelles données obtenues par la sismique continue sur la structure de la cuvette lémanique. *C.R. int. C.R.G. Thonon*.

MICHEL R. (1966) – Les calcaires oligocènes de Grilly (Ain, France). *C.R. des Séances, SPHN Genève*, vol. 18/3, p. 706-711.

MOREL P. (1946) – Étude de quelques avant-plis du Jura gessien. Carte géologique au 1/10 000. *Bull. Soc. Arch. Nat. Ain*.

MOREL L. (1946, 1947) – Riamont, Mt-Mourex, Mt-Mussy. Étude de quelques avant-plis du Jura gessien. *Bull. Soc. Naturalistes et Archéol. Pays Ain*. N° 60, p. 86-117, n° 61, p. 37-46.

OLIVE P. (1972) – La région du lac Léman depuis 15 000 ans : données paléoclimatologiques et préhistoriques. *Rev. Géogr. Phys. Dyn.*, 14, 2.

P.R.E.P.A. – Forages pétroliers de Messery et du Mont de Boisy.

RIGASSID. (1957) – Le Tertiaire de la région genevoise et savoissienne. *Bull. Vers. Schweiz. Petrol. Geol. u. Ing.*, 24, 66.

S.A.E.M.E. — Études géophysiques et forages. Rapports internes.

SERRUYA C., LEENHARDT O., GLANGEAUD L. (1964) — Structure et évolution post-oligocène de la région du Lac Léman. *C.R.Ac., Sci.*, Paris, 259, 1752-1755.

SIWERTZ E. (1973) — Étude expérimentale par le tritium et l'oxygène 18 de l'infiltration sur les lysimètres et le bassin de Thonon-les-Bains. Thèse Paris.

STEINHAUSER N., CHAROLLAIS J. (1971) — Observations nouvelles et réflexions sur le « Valanginien » du Jura neuchâtelois. *Geobios*, Vol. 4/1, p. 7-59. Lyon.

VERNET J.P., MEYBECK M., PACHOUD A., SCOLARI G. (1971) — Le Léman : une synthèse bibliographique. *Bull. BRGM*, 4, 2.

VIAL R. (1976) — Études géologique et hydrogéologique de la région de Thonon — Douvaine. Thèse Grenoble.

#### **Carte géologique de la France à 1/80 000**

Feuille *Thonon* (1950) par E. Gagnebin.

#### **Carte géologique de la France à 1/50 000**

Feuille *Thonon-Châtel* (1965) par H. Badoux.

#### **Carte géologique de la Suisse à 1/200 000**

Feuille *Genève-Lausanne* (1949).

#### **Atlas géologique de la Suisse à 1/25 000**

Feuille *Coppet* (1964) par A. Jayet.

Feuille *Genève* (1965) par A. Lombard.

### *DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES*

Travaux de H. BADOUX, B. BLAVOUX, F. BOURDIER, A. BRUN, H. BUCHLI, A. DONZÉ, M. DRAY, E. GAGNEBIN, L. GLANGEAUD, R. JAN DU CHENE, A. JAYET, D. KISSLING, A. LOMBARD, M. MEYBECK, P. OLIVE, R. PAQUIN, P.R.E.P.A. (Sondages), J. SAUVAGE, C. SERRUYA, D. RIGASSI, E. SIWERTZ, S.A.E.M.E. (Sondages), J.P. VERNET, R. VIAL.

La banque de données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Ces documents peuvent être consultés au Service géologique régional Rhône-Alpes, 29, boulevard du 11 novembre, 69600 Villeurbanne ou bien au BRGM, Maison de la Géologie, 77, rue Claude-Bernard, 75005 Paris.

## AUTEURS

Cette notice a été rédigée par R. VIAL, avec la collaboration de M.A. CONRAD et J. CHAROLLAIS pour la région jurassienne.

