

Geologischer Atlas der Schweiz

Atlas géologique de la Suisse

1:25 000

Feuille:

1243 Lausanne

Topographie: Carte nationale de la Suisse 1:25 000

(Feuille 85 de l'Atlas)

Notice explicative

par

MARC WEIDMANN

Avec la collaboration de D. RIGASSI

Avec 3 figures et 3 planches

1988

Herausgegeben von der Landeshydrologie und -geologie
Publié par le Service hydrologique et géologique national

PRÉFACE

La feuille Lausanne de l'Atlas géologique de la Suisse 1 : 25 000 jouxte les feuilles Jorat (N^o 27) et Morges (N^o 62), plus indirectement la feuille Cossonay (N^o 5), malheureusement épuisée.

En 1975, Monsieur le D^r M. Weidmann proposa de poursuivre, pour le compte de la Commission Géologique Suisse, ses levés personnels déjà réalisés sur la feuille Lausanne et de compiler l'importante documentation se rapportant essentiellement à la partie urbaine de cette feuille et dispersée dans les archives des divers Instituts, Musées, Services d'Etat et bureaux privés. Avec l'accord et le soutien de la Commission, l'auteur mena à bien avec célérité et efficacité ce travail de compilation, bénéficiant de l'aide bénévole de M. Ph. Choffat †, ing., et acheva ses propres levés en 1984, de sorte que l'original de la feuille Lausanne put être remis à la Commission en automne 1984 déjà.

Les éléments de géologie lacustre touchant au lac Léman ont été aimablement fournis par le Prof. J.-P. Vernet de l'Institut Forel de l'Université de Genève.

A partir du 1.1.1986, les tâches de cartographie géologique assumées jusqu'alors par la Commission géologique ont été confiées au Service hydrologique et géologique national qui a mandaté M. M. Weidmann d'achever les divers documents annexes à la carte et de rédiger la présente Notice explicative. M. D. Rigassi a bien voulu se charger du chapitre concernant les données géophysiques.

La feuille Lausanne de l'Atlas géologique est un exemple de minutie dans le lever et d'une exploitation optimale des informations ponctuelles et temporaires fournies par les travaux souterrains en milieu construit. Elle donne une information géologique très fouillée sur une région qui n'avait pas fait jusqu'ici l'objet d'une cartographie détaillée et d'ensemble. Elle a été donnée à l'impression en été 1986.

Le Service hydrologique et géologique national exprime sa reconnaissance à l'auteur de la feuille Lausanne pour son immense travail et tient à remercier toutes les personnes déjà citées ainsi que toutes celles qui, à un titre ou à un autre, ont contribué à la réalisation de cette carte par la fourniture d'informations ou l'expression de conseils critiques. Notre gratitude va également aux divers organismes officiels et aux bureaux privés qui ont bien voulu ouvrir leurs archives pour donner à l'auteur accès à de véritables trésors d'informations.

Mai 1988

Service hydrologique et géologique national

TABLE DES MATIÈRES

Préface	2
Introduction	4
Stratigraphie	6
Molasse du Plateau	6
Molasse d'eau douce inférieure	6
Molasse marine supérieure	9
Molasse subalpine	10
Molasse d'eau douce inférieure	10
Quaternaire	15
Pléistocène	15
Holocène	19
Archéologie	22
Tectonique	23
Molasse du Plateau	23
Molasse subalpine	23
Matières premières exploitables	27
Sondages pétroliers	30
Hydrogéologie	32
Données géophysiques	33
Bibliographie	37
Liste des cartes	43

INTRODUCTION

Le territoire de la feuille Lausanne n'avait pas fait jusqu'ici l'objet d'une étude d'ensemble, ni d'une carte géologique détaillée et publiée. Par contre, des levés partiels au 1: 25 000 et 1: 10 000, souvent de remarquable qualité, sont conservés dans les archives du Musée géologique cantonal de Lausanne; ils m'ont été fort utiles, notamment pour l'étude des secteurs actuellement urbanisés. Ces travaux inédits sont dûs à:

- *Th. Zollikofer* (1852), Lausanne et environ.
- *E. Renevier* (1850-1890), terrasses lacustres, Lausanne et environ, lignes de chemin de fer.
- *M. Lugeon* (1900-1910), Lausanne.
- *E. Mermier* (1925-1928), Lausanne.
- *A. Bersier* (1940-1950), Savigny-Belmont-Paudex.
- *Ph. Choffat* (1968-1979), Lausanne et sa banlieue ouest.

En outre, de très nombreux rapports techniques et relevés de sondages m'ont été communiqués par des collègues géologues et ingénieurs et par les Archives géologiques suisses à Berne. Sans cette documentation, il m'aurait été impossible de dessiner la géologie des secteurs urbanisés, où l'on n'observe plus que béton, bitume et remblais! A tous ceux dont les observations ont contribué à l'établissement de la feuille Lausanne, j'adresse mes vifs remerciements, avec une reconnaissance particulière pour Arnold Bersier qui m'a initié à la géologie molassique et pour Philippe Choffat qui a consacré les dix dernières années de sa vie à la géologie lausannoise. Ce travail est dédié à leur mémoire.

J'ai en outre tiré grand profit de l'aide et des avis critiques de D. Rigassi (Genève), P. Homewood (Fribourg) et J.-M. Fasel (Romont). Les déterminations de fossiles, publiées ou inédites, sont principalement dues à J.-P. Berger (Lausanne et Fribourg) pour la flore, G. Carbonnel (Lyon) pour les ostracodes, B. Engesser et N. Mayo (Bâle) ainsi que H. Bucher (Lausanne) pour les mammifères.

Du point de vue géologique, le territoire couvert par la feuille Lausanne se divise en trois parties: la Molasse du Plateau au NW, la Molasse subalpine au SE, le lac Léman.

Molasse du Plateau: Il s'agit principalement de la prolongation méridionale du Jorat étudié par BERSIER (1938), qui s'abaisse rapidement depuis sa culmination à 929 m au nord-est du Chalet-à-Gobet jusqu'au Léman (372 m). La Molasse grise de Lausanne et la Molasse marine supérieure dessinent ici un prisme monoclinale incliné vers le sud-est, où il est repris par un anticlinal peu marqué. La bordure ouest de la feuille se rattache à la zone déprimée de la Venoge (VERNET 1956), creusée dans les couches tendres de l'Oligocène supérieur et souvent encombrée d'épais dépôts quaternaires, glaciaires et lacustres. La Molasse du Plateau est certainement découpée par de nombreuses cassures (failles et décrochements), mais la qualité des affleurements ne permet guère de les observer.

Molasse subalpine: Sa limite nord-ouest est une faille inverse complexe de plus de 1000 m de rejet vertical: l'accident de la Paudèze. La Molasse subalpine s'organise en une succession d'écailles orientées SW-NE, soit isoclinales, soit replissées, qui sont en position normale et ne comprennent que des terrains d'âge oligocène sauf la première écaille dont les couches subverticales ou parfois renversées sont d'âge miocène inférieur.

Lac Léman: Les sédiments quaternaires ont été étudiés par VERNET et al. (1974), alors que la prolongation sous-lacustre des structures molassiques est encore fort mal connue.

STRATIGRAPHIE

On trouvera dans le Lexique stratigraphique (HABICHT 1987) une présentation détaillée, avec historique et synonymie, des diverses formations. Il faut souligner que ce travail ne tient pas compte, pour ce qui concerne notre région, des publications postérieures à 1980.

MOLASSE DU PLATEAU

Molasse d'eau douce inférieure

(Oligocène-Miocène)

03y

Grès et marnes gris à gypse

USM

(KISSLING 1974, p.57; = «Chattien» supérieur)

Grès fins surtout marneux et marnes silteuses, toujours bien lités, de teinte générale grise; gypse courant, en rosettes ou fibreux, en lentilles et veines secondaires; quelques minces bancs de calcaire lacustre; quelques filonnets de charbon ont été signalés. Le spectre des minéraux lourds (coupe de la Sorge, moyenne de 5 échantillons) comprend: 27% apatite, 3% zircon, 4% tourmaline, 0,5% spinelle et 0,5% staurotide (en outre 18% grenat); ce spectre se rattache à la «Genfersee-Schüttung» (MAURER 1983, p.42 et données inédites).

Les fossiles sont abondants: - charophytes, fruits, graines, fragments de feuilles indéterminées, - mollusques d'eau douce (Limnées, Planorbes, Unios) et rares mollusques saumâtres (Cyrènes et «*Potamides*»), - ostracodes lacustres et saumâtres, - poissons d'eau douce, - crocodiles; tortues et mammifères sont rares sur la feuille Lausanne.

Les milieux de dépôt indiqués tant par la lithologie et les structures sédimentaires que par les fossiles sont essentiellement lacustres peu profonds et parfois palustres; des influences saumâtres temporaires sont fréquentes.

La formation est épaisse de 200-300 m (KISSLING 1974), mais seule sa partie supérieure affleure sur la feuille Lausanne, dans la région de Villars-Ste-Croix et de St-Sulpice, ou fut reconnue par sondages dans le triangle Ecublens-Chavannes-Dorigny.

Les charophytes la datent de la zone à Notata et probablement aussi de la zone à Nitida (BERGER 1986). Les mammifères datent du niveau de Küttigen (ENGESSER & MAYO 1987). C'est-à-dire du sommet de l'Oligocène supérieur.

Les meilleurs affleurements se situent dans le vallon de la Sorge (533.4/157.6), où s'observe notamment le contact avec la formation suivante:

m₁ **Molasse grise de Lausanne** **USM**
 (DEPÉRET 1893; = «Aquitanien», anciennement «Langhien»,
 PARETO 1865 ou «Lausannien», ROLLIER 1892)

Succession de séquences chenalisées, latéralement discontinues, admirablement décrites par BERSIER (1958 *a* et *b*): grès grossiers à base ravinante – grès fins – marnes silteuses – rarement argiles. La base des grès est parfois microconglomératique (lag deposit); un seul banc de poudingue fin a été observé sur la feuille Lausanne, dans la Vuachère (538.90/151.46, actuellement recouvert). Les marnes silteuses sont très souvent bariolées et montrent des profils de paléosols plus ou moins tronqués: marmorisation, horizon à caliche noduleux, traces de racines, parfois «topsoil» décarbonaté enrichi en matière organique. On ne connaît dans la région qu'un seul niveau de calcaire lacustre, épais de 3–6 cm, dans la Grande Chamberonne, 400 m au nord de la limite septentrionale de la feuille Lausanne (533.77/158.38; BERSIER 1938, coupe 3, p.58); l'épisode à calcaires lacustres signalé par LEMCKE (1963) à 1110–1120 m dans l'«Aquitain» du sondage Savigny-I appartient en fait à la Molasse à charbon. Une unique couche de bentonite, atteignant 30 cm d'épaisseur, a été découverte dans la carrière de Bois Genoud (534.90/157.35; MUMENTHALER et al. 1981): elle est due à une éruption de cendres volcaniques de composition dacitique-rhyolitique, émise par un volcan dont l'emplacement est inconnu.

Le spectre des minéraux lourds de la formation (coupe Sorge-Petite Chamberonne-Mèbre, moyenne de 13 échantillons) est le suivant: 74% épidote, 17% apatite, 2% zircon, 3% tourmaline, 0,5% staurotide (en outre 9% grenat), d'après MAURER (1983, p.42) et données inédites.

Généralement, seuls les grès affleurent; les termes marneux tendres sont, soit affouillés par l'érosion glaciaire et recouverts de moraine (CHOFFAT † & AUBERT 1983, fig.2 et 3), soit glissés sur les versants conformes (BERSIER 1953, fig.1) ou recouverts de dépôts d'altération superficielle. Si bien que, même en suivant des ruisseaux profondément encaissés, il est difficile de se faire une idée de l'ensemble de la formation.

De nombreuses petites carrières artisanales exploitaient au 19^e siècle les grès de la Molasse grise de Lausanne, qui ont livré alors une riche flore (troncs, feuilles, fruits) et des fragments de vertébrés (tortues, Rhinocéros, Suidés, etc); ces trouvailles sont recensées dans de nombreuses notes publiées pour la plupart dans le Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles par Blanchet, Morlot, Renevier, Gaudin, Ph. de la Harpe, Lugeon... Ces données furent synthétisées par HEER & GAUDIN (1861) en ce qui concerne la paléobotanique et par STEHLIN (1914) pour les vertébrés, mais des révisions s'avèrent nécessaires et sont en cours. Plus récemment, la recherche systématique de microfossiles dans les niveaux marneux a permis la découverte de riches gisements de charophytes (BERGER 1983) et de micromammifères (BERGER 1985, Engesser, Bucher et Weidmann, travaux en cours).

Les flores (feuilles, fruits, graines) se répartissent en deux associations principales. La première est dominée par les Lauracées et les Légumineuses; elle correspond à des sols bien drainés (collines sèches, levées). La seconde comprend surtout des

Betulacées, Myricacées et Cypéracées poussant sur les berges des rivières et des marécages. Les plantes lacustres sont très rares. Ces associations témoignent d'un climat tempéré chaud et d'une paléo-altitude probablement inférieure à 100 m (HANTKE 1984; Berger, comm. écrite du 21.2.1987).

La flore, la faune, les structures sédimentaires et l'organisation spatiale des séquences chenalisées permettent de reconstituer les environnements de dépôt de la Molasse grise de Lausanne: vaste plaine d'inondation à très faible relief, le plus souvent boisée, sur laquelle serpentent et vagabondent des rivières à méandres; les sols de la plaine d'inondation sont bien drainés, sauf en quelques points bas marécageux (méandres abandonnés). Dans la partie supérieure de la formation, BERSIER (1938) a mis en évidence de brèves «ingressions marines passagères» annonçant la transgression de la Molasse marine supérieure (OMM) dans des chenaux de marée d'un milieu estuarien, à une altitude très proche du niveau marin (BERGER 1985, p.132). De telles influences saumâtres n'ont jusqu'ici pas été observées sur la feuille Lausanne.

BERSIER (1953) estimait à «2000 m au moins» la puissance de la Molasse grise de Lausanne. Mais la révision des sondages Servion-1 et Savigny-1 suggère une épaisseur de 1030 à 1100 m seulement dans ce secteur proximal et d'environ 800 m dans le secteur plus distal de Villars-Ste-Croix-Romanel-Le Mont. Au-dessus d'une nette discordance de ravinement, la formation débute par un épisode gréseux épais d'une quinzaine de mètres, équivalent latéral possible des Grès de Cuarny (JORDI 1955). Puis les grès et les marnes sont en proportion à peu près équivalente, alors que le tiers supérieur devient ensuite nettement plus gréseux (BERSIER 1938, p.102-103).

La Molasse grise de Lausanne est bien datée par les micromammifères (tous les gisements ne sont pas cités ici):

<i>Position</i>	<i>Gisement</i>	<i>Coordonnées</i>	<i>Niveau de référence</i> (ENGESSER & MAYO 1987)	<i>NM</i>
sommet	Flon 1	540.18/156.09	Vully 1?	limite 2b-3?
sommet	Chandelar 1	542.89/155.20	La Chaux	2b
sommet	Mèbre 698	538.69/158.43	La Chaux	2b
partie médiane	Mèbre 630	537.22/159.24	Fornant 11	2a
partie médiane	Les Bergières	537.10/153.70	Fornant 11	2a
partie médiane	Bois Genoud	534.75/157.15	Fornant 11	2a
base	Les Pierrettes	533.56/151.72	Boudry 2	1

Les charophytes isolées à la base de la formation appartiennent peut-être encore à la zone à Notata. Celles de la partie moyenne datent de la zone à Nitida et celles du sommet, de la zone à Berdotensis (BERGER 1983; comm. écrite du 21.2.1987). La Molasse grise de Lausanne est donc d'âge aquitainien.

Les meilleures coupes, jamais très continues, se trouvent dans les ravins de la Mèbre en aval et en amont de la carrière de Bois Genoud, du Flon en amont de Sauvalbelin, de la Chandelar et du Flon Morand; ces trois dernières coupes exposent en outre le contact transgressif de l'OMM.

Molasse marine supérieure

(Miocène)

m₂ **Molasse marine supérieure, «Burdigalien»** **OMM**
 («Molasse du Mont et d'Epalinges», BERSIER 1938, p. 49)

Grès moyens ou grossiers, glauconieux, gris ou gris-vert, rares intercalations de grès fins ou de silts gris; parfois petits galets dispersés ou en cordons, de 0,5 à 1 cm, exceptionnellement jusqu'à 4 cm. Les bancs de grès coquilliers sont très rares et ne dépassent jamais 1 m d'épaisseur.

La feuille Lausanne est située dans la «province sud-ouest» du bassin de l'OMM, qui est caractérisée par des apports provenant du sud et un cortège de minéraux lourds (ALLEN et al. 1985) à épidote-apatite-hornblende-(pumpellyite-clinopyroxène-serpentine).

La faune marine comprend des foraminifères, ostracodes, moules internes de lamellibranches, débris d'huîtres, tous rares et mal conservés, ainsi que des dents de squales (gisements d'Epalinges, Montenailles, Le Mont, etc: LERICHE 1927, révision par F. Pfeil, in BERGER 1985, p. 65) et une vertèbre de Sirénien (Fontaine des Meules, 540.28/157.83). Les organismes d'origine terrestre transportés et sédimentés en milieu marin sont courants: fréquents troncs et branches flottés, une mandibule de Rhinocéros trouvées dans les anciennes carrières du Mont (538.50/156.45) et quelques médiocres empreintes de feuilles qui témoignent d'un climat tempéré chaud et de sols bien drainés.

Les structures sédimentaires (rides de vagues et de courant, divers types de stratifications planes ou obliques, etc) et l'agencement spacial des corps gréseux indiquent un milieu marin peu profond dominé par les courants de houle et de marée orientés N-S (BERGER 1985, fig.17).

La transgression de l'OMM est parfois soulignée par une discordance de ravinement due à des chenaux de marée, qui sont surmontés, dans la coupe du Flon Morand, par un faciès d'estran: quelques mètres de silts plaquetés à surfaces couvertes de traces de pattes d'oiseaux (WEIDMANN & REICHEL 1979). BERGER (1985) a daté la transgression de l'OMM de la zone N5 (Burdigalien probablement inférieur) à l'aide de foraminifères planctoniques isolés notamment dans le gisement de la Chandelar. Le sommet n'est pas daté sur la feuille Lausanne. La Molasse marine du Jorat est préservée sur 200-300 m (BERSIER 1953), mais seule une centaine de mètres est visible sur notre feuille.

De bonnes sections de l'OMM sont exposées dans les ravins du Flon en amont d'Epalinges, du Flon Morand et du Craivavers (545/157). Il reste fort peu d'anciennes carrières encore facilement accessibles; on signalera celle des Fruitières Demides (545.18/156.44) où affleurent des grès coquilliers.

MOLASSE SUBALPINE

Molasse d'eau douce inférieure

(Oligocène-Miocène)

o₃ **Molasse rouge** USM
(NECKER 1841, WEIDMANN et al. 1982, p.174-176; = «Chattien» inférieur)

Marnes silteuses bariolées, souvent rouges ou lie-de-vin, soit finement litées, avec pistes et fentes de dessiccation, soit fortement marquées par la pédogenèse (marmorisation, bioturbation, horizons à caliche noduleux), épaisses de quelques décimètres à 5 à 7 m, dans lesquelles s'intercalent des grès – soit grossiers, épais, à base ravinante, avec galets mous abondants, stratifications obliques et cicatrices internes – soit fins argileux en bancs décimétriques à stratification plane. De minces passées micro-conglomératiques (lag deposits) n'ont été observées qu'en un point: ancienne carrière de Taborin (547.42/153.94; BERSIER 1936). Les marnes sombres enrichies en matière organique sont rares. Quelques très minces bancs de calcaire lacustre carbonneux étaient visibles dans les terrassements de l'autoroute N9, au-dessus de Bossière (543.70/151.23). Le spectre des minéraux lourds de la Molasse rouge se caractérise par un rapport épidote/apatite très bas, la présence de K-hornblende, staurotite et spinelle, ce qui la rattache à la «Val d'Illiez-Schüttung» (MAURER 1983, fig.21).

Les fossiles sont peu abondants dans la Molasse rouge: quelques empreintes de feuilles, rares charophytes, fragments de mollusques terrestres et très rares restes de vertébrés. Le milieu de dépôt est celui d'une plaine d'inondation boisée, sur laquelle se forment des sols peu profonds en milieu oxydant; les lacs et marais sont rares. De modestes rivières méandrent dans cette plaine et débordent fréquemment, déposant alors leurs sédiments fins dans de vastes étendues d'eau temporaire. Le climat semble avoir été chaud et relativement humide.

La base de la formation n'est pas exposée. Son épaisseur, estimée dans le sondage Savigny-1, est d'environ 750-800 m. Une seule localité à micromammifères a fourni une datation fiable sur la feuille Lausanne: niveau de Fornant 6 dans la Paudèze (ENGESSER et al. 1984, p.35), à environ 150 m sous le sommet de la formation, lequel est visible dans la Paudèze, dans le ruisseau de St-Amour et dans le haut Grenet.

De bonnes sections sont visibles dans la Paudèze au sud-ouest de Belmont, dans le Grenet et ses affluents immédiatement à l'est de Savigny.

o_{3p} **Poudingues du Mont-Pèlerin** USM
(FAVRE & SCHARDT 1887, p.231 et 239; = «Chattien» inf.-sup.?)

Seule la partie distale de la formation affleure sur la feuille Lausanne, entre Rivaz et Puidoux. Les bancs conglomératiques, épais de 1 à 10 m, sont en général seuls visibles, mais ils ne représentent volumétriquement que le 30-50% de la formation,

qui est surtout formée de marnes silteuses bariolées ou grises, de grès argileux en couches minces ou, ce qui est fréquent dans notre secteur, de grès moyens à grossiers, à stratifications obliques. Une couche de charbon irrégulière, épaisse de 5-24 cm, a été exploitée au début du 19^e siècle, au-dessous de Rivaz (approx. 549.40/147.18; RITTER 1924, pl. X; CLAUDE 1974, p.84-88). Une coupe de ce filon a été relevée en 1817 par Alexandre Brongniart, qui signale la présence de calcaire lacustre à Linnées et Planorbes associé au charbon: c'est le seul calcaire connu jusqu'ici dans les Poudingues du Pèlerin (CUIVIER & BRONGNIART 1835, p.204, pl. G, fig.2).

L'analyse des conglomérats par TRÜMPY & BERSIER (1954) montre que la taille des éléments, toujours bien arrondis, ne dépasse pas 10 cm dans notre secteur.

<i>Composition des éléments:</i>	Calcaires siliceux, spongolithes, silex	65%
	Grès et conglomérats du flysch	27%
	Dolomies	6%
	Calcaires divers	2%
	Pas d'éléments cristallins	
<i>Origine:</i>	Flysch et olistholites de la Nappe supérieure des Préalpes (ex-nappe de la Simme)	

Les minéraux lourds sont caractérisés par l'association apatite-staurotide-spinelle, qui définit la «Mont Pèlerin-Schüttung» (MAURER 1983, p.46).

Les Poudingues du Mont-Pèlerin ont livré entre Rivaz et Chexbres une macroflore très riche qui fut étudiée par HEER & GAUDIN (1861) et partiellement révisée par BERGER (1988). Le gisement principal est celui du Moulin Monod (lieu-dit actuel: Le Moulinet, 549.08/147.68; voir coupe de détail dans FASEL 1986, p.41, ainsi que des croquis divers dans HEER & GAUDIN 1861, pl. I, fig.6 et 7). Les associations végétales y sont dominées par les espèces colonisant les berges (Taxodiaceés, Betulacées, Myricacées, Cypéracées, etc), mais les plantes aquatiques sont absentes. Le climat était semble-t-il un peu plus frais que pendant la sédimentation de la Molasse rouge. La localité de Crêt Bérard (549.36/149.40, attribuée à tort à la formation des Grès de la Cornalle par ENGESSER et al. 1984) a livré des mollusques et quelques fragments de dents de mammifères qui n'autorisent pas une datation.

FASEL (1986) décrit les divers environnements de dépôt des Poudingues du Pèlerin:

- large éventail d'épandage fluvial avec un système de rivières tressées où se déposent les conglomérats,
- zones alternativement inondées lors des crues ou boisées (plaine d'inondation),
- aires lacustres-palustres à pH acide, d'où la bonne préservation de la flore dans les sédiments et l'absence de fossiles calcaires bien conservés.

Tous ces milieux étaient étroitement imbriqués et variables dans le temps et dans l'espace. Les calculs paléohydrauliques suggèrent une pente de l'ensemble d'environ 5-10 m/km pour la partie distale de l'éventail.

L'épaisseur de la formation doit dépasser 1000 m en secteur proximal; environ 400 m sont visibles sur la feuille Lausanne. Son âge n'est pas fixé avec précision: la

base, en secteur distal, est datée du niveau de Wynau 1 (gisement du Bois de Tey, ENGESESSER et al. 1984); le sommet n'est pas daté et pourrait se situer dans le «Chartien» supérieur.

03g

Grès de la Cornalle

USM

(MATTER et al. 1980, p.290; = «Chartien» supérieur)

Alternance de marnes plus ou moins silteuses, souvent bariolées et bioturbées, et de bancs gréseux rarement très épais (en moyenne 1 à 4 m). Les grès sont en général fins, mais on note aussi la présence de grès grossiers à base fortement ravinante et stratifications internes de type epsilon, qui sont parfois microconglomératiques (diamètre maximum des éléments: 2 cm; nature des éléments: identique à ceux des Poudingues du Pèlerin). Les marnes grises ou noires palustres sont assez rares en secteur proximal et nettement plus fréquentes en secteur distal. Les calcaires lacustres charbonneux, toujours en couches très minces, sont rares et n'ont été observés que dans des fouilles ou des sondages. Les coupes décrites par FASEL (1986, p. 60 ff.: La Cornalle, Crau Coulet, Riex) permettent d'observer tous les types lithologiques. Le spectre des minéraux lourds des Grès de la Cornalle est caractérisé par l'association apatite-spinelle-staurotide et se rattache ainsi nettement à la «Mont Pèlerin-Schüttung» (MAURER 1983).

Les fossiles sont relativement courants dans les marnes sombres: mollusques et ostracodes d'eau douce, rares fragments de poissons, reptiles et mammifères, charophytes et empreintes de feuilles (surtout Taxodiaceés, Myricacées et Nymphéacées) qui indiquent des milieux soit bien drainés, soit marécageux ou lacustres. L'environnement de dépôt des Grès de la Cornalle est fluvial, avec des rivières à méandres qui courent dans une plaine dont la pente se situe entre 3 et 4 m/km. Les débordements en période de crue alluvionnent les aires boisées et parfois marécageuses occupant l'espace entre les rivières (FASEL 1986).

La base et le sommet de la formation n'affleurent pas. Son épaisseur probable va d'environ 750-1000 m en position distale ou latérale, à plus de 1200 m en position proximale. Les Grès de la Cornalle passent par variation de faciès à la Molasse à charbon, tant en position distale (passage non visible, escamoté par l'accident de la Lutrive) que latérale (passage observable sur la feuille Châtel-St-Denis). La partie supérieure de la formation est seule bien datée, dans la localité-type (547.46/149.62): niveau de Rickenbach (ENGESESSER et al. 1984, p.21). Les rares niveaux à charophytes indiquent la zone à Ungeré.

03c

Molasse à charbon

USM

(FAVRE & SCHARDT 1887, p.233; = «Molasse à lignite», «à gypse», «à graines noires», «à Nérinites» auct.; «Chartien» sup.)

Ensemble marno-gréseux de teinte générale sombre, grise ou beige, très rarement bariolé. Les grès sont peu épais (exceptionnellement plus de 4 m), fins à moyens, rarement ravinants et de faible extension latérale. Les calcaires lacustres, épais de quelques centimètres à 40 cm, sont courants et le plus souvent associés aux

filons de charbon, lesquels ne dépassent pas une vingtaine de centimètres (voir le chapitre «Matières premières exploitables»). L'extension latérale des couples calcaires/charbon peut être kilométrique, contrairement à celle des autres termes lithologiques (BERSIER 1945). La pyrite est courante, sauf dans les grès. On note la présence de gypse en filonnets discordants remobilisés, gypse qui provient peut-être davantage de l'altération de la pyrite plutôt que de conditions de sédimentation évaporitiques (FASEL 1986). La présence de staurotide et la quasi-absence de K-hornblende montrent que la Molasse à charbon appartient encore au domaine d'influence de la «Mont Pèlerin-Schüttung» (MAURER 1983).

Les fossiles sont abondants, surtout dans les marnes sombres: charophytes et empreintes de feuilles, ostracodes, mollusques, poissons, reptiles et mammifères (voir les synthèses et listes fauniques et floristiques de HEER & GAUDIN 1861, ENGESSER et al. 1984, FASEL 1986, BERGER 1986, 1988). La plupart de ces organismes témoignent de conditions palustres ou franchement lacustres en eaux toujours peu profondes. On note cependant des indices de conditions légèrement saumâtres: présence de quelques Cyrènes et «*Potamides*» (MAILLARD 1880, MAILLARD & LOCARD 1892-1893, BAUMBERGER 1931) et d'une dent de squalé (Biro, in RIGASSI 1957).

Selon FASEL (1986), les environnements de dépôt sont presque entièrement lacustres et palustres: nappes d'eau peu profondes à pH alcalin autorisant une bonne préservation des tests calcaires, vastes aires marécageuses temporairement noyées, où la productivité végétale était abondante. L'apport détritique (sables et argiles) est le fait de quelques chenaux fluviaux mineurs qui méandrent à fleur d'eau.

Dans la Paudèze affleurent la base (541.25/151.80) et le sommet (541.34/152.81) de la formation, mais de nombreuses failles empêchent d'en mesurer l'épaisseur. Cette dernière était estimée à 300 m dans le bassin charbonnier Belmont-Paudèze, mais elle s'y situe plus vraisemblablement autour de 500 m; elle est d'environ 600 m dans le ruisseau de St-Amour (sommet non visible!) et de près de 500 m dans le sondage Savigny-1.

La Molasse à charbon est bien datée par d'assez nombreux gisements de petits et grands mammifères: niveau de Fornant 6 à la base et niveau de Küttigen au sommet (ENGESSER et al. 1984). Les charophytes isolées à la base appartiennent peut-être encore à la zone à Unger; le reste de la formation date de la zone à Notata. Le haut Grenet, le ruisseau de St-Amour et la Paudèze offrent de bonnes coupes, jamais très continues, dans la Molasse à charbon.

L'exploitation du charbon a depuis longtemps attiré les géologues dans la région de Paudex-Belmont: la première coupe stratigraphique de Rochette, par ailleurs excellente et précise, fut publiée par RAZOUMOWSKY en 1789 (t. II, p. 50-51). La découverte des restes d'*Anthracotherium* dans le charbon a renouvelé l'intérêt (DELAHARPE 1854), si bien que la structure complexe et la stratigraphie de la Molasse à charbon ont suscité de très nombreux travaux, dont on ne citera que les plus marquants: ZOLLIKOFER (1852), MAILLARD (1880), RENEVIER & GOLLIEZ (1894, «Excursion au bord du Lac et à Rochette» p. 73ff.), DOUXAMI (1896), LUGEON (1901), KISSLING (1903), RITTER (1924), LUGEON (1934).

m₁ Molasse grise de Lausanne
(= «Aquitanien»)

USM

La lithologie de la Molasse grise de Lausanne affleurant au sud-est de l'accident de la Paudèze, dans la Molasse subalpine, ne diffère pas de celle qui a été décrite plus haut, dans la Molasse du Plateau. Il en est de même du spectre de ses minéraux lourds.

La Molasse grise subalpine dessine une longue bande subverticale depuis la Paudèze jusqu'à Servion. Les affleurements y sont toujours très tectonisés et peu fréquents. La série n'est pas datée sur la feuille Lausanne; elle l'est par contre dans sa prolongation nord-est, au-delà de l'accident du Parimbot: NM 1 (?), 2a et 2b (BUCHER 1985). Le contact basal de la formation s'observe, en position renversée, dans la Paudèze (541.34/152.81).

Molasse sous faible couverture

«Il est généralement impossible de distinguer, d'après les seuls indices de surface, le sous-sol morainique du sous-sol molassique» (BERSIER 1953, p.10). C'est dire que ce figuré n'a qu'une valeur assez relative. La «couverture» qui nous cache la molasse est faite le plus souvent des produits de l'altération *in situ* des grès et des marnes, ainsi que des sols parfois profonds qu'ils engendrent. Cette «couverture» peut aussi être une mince pellicule de moraine argileuse ou graveleuse plus ou moins remaniée. Elle est en général sableuse sur la Molasse marine supérieure, très argileuse sur la Molasse rouge et de nature assez variée sur les autres formations molassiques. En principe, son épaisseur ne devrait pas dépasser 1 m, mais ce n'est là qu'une indication assez approximative, qui n'a pu être vérifiée que rarement, à la faveur d'une fouille, d'un labour profond ou d'un sondage.

Diagenèse – Métamorphisme

L'évolution diagénétique des diverses formations molassiques présentes sur la feuille Lausanne est peu avancée comme le montrent les quelques mesures disponibles du pouvoir réflecteur de la vitrinite (KÜBLER et al. 1979; charbons, échantillons de surface):

Molasse grise de Lausanne	3 échantillons,	moyenne 0,41% Ro
Molasse à charbon	5	0,38
Grès de la Cornalle	2	0,45
Poudingues du Mont-Pèlerin	2	0,71

D'autres mesures, faites sur des grès charbonneux des sondages Servion-1 et Savigny-1, donnent pour la plupart des valeurs élevées, supérieures à 1,0% Ro; mais il faut les attribuer à la présence de débris organiques mésozoïques remaniés (British Petroleum Company, London; comm. du 26.7.1984). Ces valeurs relativement faibles sont dues à une sédimentation rapide et au gradient géothermique bas (30-40 m/°C). L'étude des minéraux argileux dans les sondages (MONNIER 1982) indique toutefois une diagenèse un peu plus poussée: le sommet de la fenêtre à huile se situerait vers 2000-2700 m (HOMEWOOD et al. 1988).

QUATERNAIRE

Pléistocène

Q4a Q4g Dépôts inframorainiques argileux et graveleux

Argiles grises et limons sableux finement stratifiés à rares galets isolés, souvent striés: dépôt de type glaciolacustre.

Graviers plus ou moins sableux à stratification horizontale: dépôt de type fluvio-glaciaire.

Ces sédiments remplissent deux profondes vallées façonnées avant la dernière invasion glaciaire et sont recouverts par de la moraine de fond. Les deux vallées ont été partiellement reconnues par sondages mécaniques.

La vallée nord, ou sillon des Losiardes, est recoupée par la Chandelar. Elle est étroite et profonde. Son remplissage paraît être surtout argilo-limoneux avec quelques niveaux graveleux aquifères; on y a trouvé à 13 m de profondeur des os de *Rhinoceros tichorhinus* (Pra Riondet, 542.56/154.43; WEIDMANN 1974, p. 11). A son extrémité aval, sur l'axe de l'autoroute, un sondage profond en donne la coupe suivante, de haut en bas:

0-23,5 m	moraine supérieure, sablo-graveleuse, à blocs,
23,5-39,5 m	argiles et limons stratifiés avec rares et minces intervalles sablo-graveleux: glaciolacustre,
39,5-50,6 m	moraine de fond argileuse compacte.

La vallée sud ou sillon de La Claie-aux-Moines - Les Cases, est beaucoup plus large et son remplissage est surtout graveleux; il a été exploité dans plusieurs gravières et il alimente les sources des Cases. ARN (1984, p.182) en donne une coupe synthétique.

On ignore si le creusement et le remplissage de ces deux vallées sont synchrones et de quand datent ces événements: probablement d'un interstade wurmien (ARN 1984, p.190). Notons encore que l'on n'a pas distingué - sur la carte - la moraine sous-jacente aux couches fluvio-glaciaires et glaciolacustres de celle qui les surmonte.

Q4m Moraine rhodanienne

Cette formation occupe les plus grandes surfaces sur la feuille Lausanne; elle varie beaucoup et rapidement dans sa composition pétrographique, sa granulométrie, ses structures sédimentaires, son degré d'altération superficielle, etc. Le type le plus courant est la:

Moraine de fond ou argile à blocs. «Limon argilo-sableux à graviers, pierres et blocs» le plus souvent striés (ARN 1984, p.13), de teinte généralement sombre, gris-bleu, devenant beige dans les zones superficielles altérées. Les galets et blocs sont d'origine alpine, avec toutefois une proportion souvent non négligeable de débris

molassiques: grès grossiers, microgrès calcaires durs, poudingues du Mont-Pèlerin, calcaires lacustres. La fraction fine est d'origine surtout molassique (GASSER & NABHOLZ 1969; PETERS 1969). La moraine de fond non altérée est surcompactée et imperméable, mais elle peut recéler des niveaux lenticulaires de sable et de gravier meubles et aquifères. Épaisseur très variable: le plus souvent moins de 5 m, localement plusieurs dizaines de mètres. C'est la «moraine alpine» que CHOFFAT † & AUBERT (1983) distinguent de leur:

Moraine molassique ou «matelas» qui s'intercale entre la surface molassique burinée et polie et la moraine de fond «alpine». Elle n'est composée que de matériaux d'origine molassique: sables provenant de la mouture des grès, marnes dilacérées et pétries, morceaux de grès à cassures fraîches, énormes plaques de grès durs détachés de leur banc d'origine et baptisés «radeaux» par Choffat; les galets alpins y sont exceptionnels. Son épaisseur est très variable: du décimètre à plusieurs mètres. La moraine molassique ne s'observe clairement que dans les fouilles et sondages; on ne l'a donc pas distinguée sur la carte, mais elle est présente partout.

Moraine sablo-graveleuse, moraine remaniée

Accumulations irrégulières, localisées et parfois épaisses de sables et graviers plus ou moins limoneux, riches en blocs, avec stratification grossière, aquifères et souvent exploitées anciennement. Issues le plus souvent du délavage de la moraine de fond par les eaux de fonte du glacier ou par les eaux météoriques. Dans les secteurs élevés (Jorat, Savigny, Forel), il s'agit aussi des restes de vallums morainiques complètement démantelés par le ruissellement. Nommée souvent moraine superficielle ou moraine caillouteuse du retrait. Seules les accumulations importantes ont été notées sur la carte.

Vallum morainique

Déjà reconnu en 1841 par NECKER, puis décrits par JACCARD (1869, p.28), des restes de vallums très démantelés jalonnent entre 650 et 700 m le sommet du versant lémanique: c'est le *stade de Bret* (BERSIER 1942, p.10-11). Ils sont particulièrement riches en matériel calcaire de l'Helvétique et encore assez bien conservés aux Monts-de-Lutry (Bois de la Chaux, Echerins). D'après BERSIER (1942, p.11), le stade de Bret correspondrait au vallum de Romanel et aux accumulations morainiques de Vernant-Dessous. Des stades plus anciens (Puidoux, 549/150; Le Mont, 538/156) et plus récents (Valency, 536/153; Vallombreuse, 536/154) ne sont pas corrélables.

Situées à une altitude inférieure et donc plus jeunes, les moraines de Lausanne-Ecublens jalonnent d'après GAGNEBIN (1937, p.344) plusieurs positions successives du retrait du glacier du Rhône, de la plus ancienne à la plus récente:

- Ecublens-Crissier,
- Rue de Bourg-Montbenon-Tivoli-Bourdonnette-Chavannes,
- Château Sec-Montchoisi-(Montriond?), qui débute peut-être à Savuit/Lutry,
- Dorigny-Les Pierrettes, qui correspond peut-être au Châtelard/Lutry.

Les vallums et les produits de leur démantèlement exploités dans diverses gravières ont livré des os et dents de mammoth (*Elephas primigenius*) à Savuit-Bossière, Epenex-Dessus/Renens, Crissier (WEIDMANN 1969, p.237).

Blocs erratiques

Bien peu subsistent après quatre millénaires d'exploitation intensive pour palier à l'absence de bonne pierre de taille et de pierre à chaux en pays molassique: les menhirs néolithiques de Lutry et de Vidy sont des blocs erratiques grossièrement dégrossis et transportés!

Les seuls gros blocs erratiques encore visibles en surface sont pour la plupart accumulés dans des ravins profonds où ils ont glissé et sont demeurés protégés par l'inaccessibilité des lieux. Comme l'exploitation était sélective, les blocs de Poudingue de Vallorcine, de gneiss siliceux fins (trop durs) et de Poudingue du Pèlerin (impropres à la taille) sont sur-représentés actuellement, alors que les blocs de granite ont presque tous disparu, très recherchés pour la confection des meules, des bornes et des bassins de fontaine (DE CHARPENTIER 1841, p.151; BONARD 1977, chap.13).

Deux blocs erratiques sont protégés sur la feuille Lausanne:

- La Pierre aux Vierges, Bois Genoud, 534.60/156.38,
- Le Bloc Vinzio, transporté à la Promenade J.-J. Mercier, 539.25/151.90.

Stries glaciaires

Presque toutes celles qui figurent sur la carte, dans le secteur Lausanne-Renens-Prilly, ont été relevées par Ph. Choffat. Leur importance pour une meilleure compréhension de la dynamique du glacier et des modalités de l'érosion glaciaire est discutée en détail par CHOFFAT † & AUBERT (1983).

Terrasses lémaniques

On ne reprendra pas ici une discussion des problèmes que posent la genèse de ces terrasses, leurs relations avec les niveaux successifs du glacier rhodanien, puis du Léman, ainsi que leur colonisation par des établissements préhistoriques, puis romains: voir le bilan de nos connaissances actuelles publié sous la direction de GALLAY (1983).

La cartographie de ces terrasses se heurte à de grandes difficultés dues aux bouleversements des terrains et de la morphologie que l'activité humaine a imprimés à l'Ouest lausannois au cours des cent dernières années: extraction de matériaux pour les tuileries, terrassements pour les voies ferrées et les routes, remblayages de dépressions, remodelage des rives, etc. L'observation du terrain a donc été largement complétée par des documents anciens dûs à Zollikofer, Renevier et Lugeon et par la carte de M. Burri (VILLARET & BURRI 1965).

q_{4s} Terrasses glaciolacustres élevées

Plusieurs éléments sont regroupés ici; du plus ancien au plus récent:

1. *Dépôts glaciolacustres de la dépression Malley-Renens.* Sédimentés derrière le barrage du vallum Tivoli-Bourdonnette-Chavannes qu'édifiait le glacier. Ils atteignent une quinzaine de mètres d'épaisseur entre Renens et Chavannes et reposent sur la moraine de fond. Sableux ou graveleux à la base, ils sont surtout argilo-limoneux au sommet. Ils ne sont pas datés. Leur surface va de 410 m à l'aval (WNW) à 425 m à l'amont (ESE).
2. *Première terrasse élevée ou terrasse de 30 m supérieure.* Ses sédiments (limons argileux ou sableux) remplissent la plaine Ecublens-Chavannes (surface de 393 à 405 m) et dépassent 25 m d'épaisseur au centre de la cuvette. Ils ont livré à 395 m (terrassements de l'EPFL, 532.95/152.38) des restes d'insectes, ostracodes, characées, débris végétaux typiques d'un climat tardiglaciaire et datés du Dryas I (13 210 ± 180 ans BP [CRG 606], GABUS et al. 1987). A cette terrasse se rattachent probablement celles du Bois-de-Vaux, Cour, Montchoisi, Chamblandes, Pully, dont les sédiments sont nettement plus sableux et graveleux.
3. *Deuxième terrasse élevée ou terrasse de 30 m inférieure.* C'est la terrasse de la Bourdonnette en rive droite de la Chamberonne, dont la surface va de 387 m à l'ouest à 397 m à l'est. Ses sédiments sableux et graveleux viennent se biseauter contre le vallum au nord et deviennent limoneux vers le sud où ils ont près de 20 m d'épaisseur. Les fouilles de la station d'épuration de Vidy ont montré des couches de sable, limon argileux et crayeux riches en débris organiques, inclinées vers le lac; les plus anciennes sont datées du Dryas I supérieur et du Bølling inférieur; elles sont probablement contemporaines de la terrasse de 30 m inférieure (VILLARET & BURRI 1965, GAILLARD et al. 1983).
4. *Terrasses indéterminées.* Les dépôts sablo-graveleux de Paudex, Lutry et Cully ne semblent pas corrélables précisément avec ceux de l'Ouest lausannois, du moins cartographiquement, même s'il est certain qu'une partie se rattache à la Terrasse de 10 m. Le sommet de la terrasse de Cully se situe à 412 m (sondages, hôpital de Lavaux) ou même à 425 m, selon Gagnebin (notes inédites) qui avait observé ces dépôts avant leur exploitation dans la gravière. On y a récolté un bois de Renne (*Rangifer tarandus L.*); ce fossile a été perdu depuis (Rapport annuel pour 1859 sur les collections du Musée cantonal, manuscrit, par Ph. de la Harpe; Archives cant. vaud., K-XIII-34). Signalons en outre la présence, aux environs de la gare de Pully (env. 540.2/151.4) des restes d'une terrasse très élevée que rien ne révèle en surface. Une dizaine de sondages permettent d'en dresser la coupe synthétique, de haut en bas:
 - 1 à 5 m de remblais et limon de pente,
 - 6 à 9 m de sables et limons plus ou moins graveleux, finement stratifiés, avec un niveau oxydé; sommet atteignant 430 m, base vers 420 m,
 - 2 à 9 m de moraine de fond, puis Molasse à charbon.

Holocène

q_{5s} Terrasse lacustre moyenne ou terrasse de 10 m

Sables bien lavés, parfois un peu graveleux, dont le sommet se situe entre 380 et 385 m. Les dépôts terminaux de cette terrasse lacustre (tourbe d'un marais côtier, 534.50/152.85, env. 381 m) sont datés de $10\,520 \pm 140$ ans BP = Dryas III (Ly-3300, GABUS et al. 1987).

q_s Terrasse lacustre inférieure ou terrasse de 3 m

Graviers et sables bien lavés avec fumiers lacustres, datés du Subboréal par C¹⁴ et palynologie (GAILLARD et al. 1983). Le tracé de la ligne de rivage du lac à l'époque romaine est emprunté à GALLAY & KAENEL (1983).

Plage moderne

Résulte pour partie de l'alluvionnement de la Chamberonne et de l'action des courants côtiers, pour partie aussi de remblayages et autres aménagements récents: voir pour exemple MORET (1984).

Sédiments lacustres récents

Lac Léman: En 1983, l'Institut F.-A. Forel (Université de Genève, prof. J.-P. Vernet) a procédé à un échantillonnage à mailles bi-kilométriques des sédiments récents: 39 prélèvements sur la feuille Lausanne. Les analyses granulométriques suivent la classification de Sheppard. La teneur en CaCO₃ de ces sédiments se répartit entre 16,2 et 26,7%, en moyenne environ 21%. Voir GAILLARD et al. (1983, p. 120) pour les analyses polliniques des sédiments lémaniques en général.

Lac de Bret: La géologie sous-lacustre a été relevée par A. Bersier lors des très basses eaux de novembre 1947. L'histoire du lac de Bret et de ses sédiments tardi- et postglaciaires a été publiée par COSANDEY (1948) et récemment reprise par GAILLARD (1984) à l'aide de 10 sondages et d'une analyse pollinique détaillée.

Glissements de terrain et tassements

Fréquents et souvent importants, surtout dans la Molasse subalpine. Ils appartiennent aux divers types distingués par BERSIER (1953, p. 12-14). Le versant lémanique relativement escarpé et ses ravins où les cours d'eau ont un régime torrentiel (Paudèze, Lutrive, ruisseau du Châtelard, Champafion) montrent de nombreux glissements et tassements déjà reconnus par NECKER (1841), qui ont motivé l'ancienne appellation de «coteau ébouleux de Lavaux». Si l'existence de ces mouvements de terrain fut autrefois mise en doute (VOGT & MORTILLET 1856), elle est maintenant amplement démontrée, notamment à la suite des études préluant à la construction de l'autoroute N9 (BERSIER 1972, 1973). Ces glissements-tassements sont de deux types:

1. *Glissements tardiglaciaires stabilisés*: Ils affectent de grandes surfaces, sont très profonds et peuvent inclure, comme celui de Converney-Taillepie, d'énormes panneaux de molasse plus ou moins disloquée (NOVERRAZ & WEIDMANN 1983). Ces glissements sont actuellement stabilisés, mais toujours susceptibles d'être réactivés lors de travaux imprudemment conduits. Le déclenchement de leurs premiers mouvements doit se situer très loin dans le temps, lors de la fonte du glacier du Rhône qui épaulait auparavant les versants et dont la disparition rapide, vers 15 000–13 000 ans av. J.-C. a mis en déséquilibre tout le coteau de Lavaux. Ces mouvements d'ensemble ont semble-t-il cessé après quelques millénaires.
2. *Glissements actifs*: Ils sont relativement localisés, à mouvements lents et brutales accélérations. Exemples: Rochette 1888, 1907, 1954 (BERSIER 1955), La Chenaule 1936, 1983 (ENGEL et al. 1983), Cornalles-Luges avec en moyenne une crise paroxysmale tous les 30 ans au cours du 19^e siècle et jusqu'en 1950 (BERSIER et al. 1975), etc. La plupart de ces glissements sont anciens, comme le montrent la datation au C¹⁴ de bois inclus dans la masse glissée à la Cornalle (209 ans av. J.-C., 210 ans ap. J.-C.) ou au Grabe/Grandvaux (1300 ans av. J.-C., 544.70/150.15).

q₁ Limons de pente

Ces dépôts, parfois épais de plusieurs mètres, sont des argiles et silts souvent riches en matière organique, des sables plus ou moins graveleux, etc. Ce sont les produits de l'altération des diverses molasses, de la moraine de fond ou d'anciens sols qui sont remaniés et rassemblés par les eaux du ruissellement au bas des versants ou dans le fond des vallonnements. Leur sédimentation date pour partie du Tardiglaciaire, alors qu'il n'y avait pas encore de couverture végétale très dense, et pour partie aussi d'époques plus récentes, lors des étapes successives des mises en culture du territoire par déforestation, dès le Néolithique. Ces processus d'érosion et de sédimentation se poursuivent actuellement là où les pratiques culturales modernes sont mal adaptées au type de sol et à la pente (culture intensive du maïs, viticulture).

Eboulis, écroulement, blocs éboulés isolés

Ne se trouvent que dans les Poudingues du Pèlerin, soit en accumulation au pied des falaises déterminées par les bancs de conglomérats, soit en gros blocs isolés qui ont roulé dans les vignes et jusqu'au bord du lac.

Bord d'érosion, bord de terrasse

N'ont été notés sur la carte que là où ils sont particulièrement nets et pas trop défigurés par les constructions et les remblayages.

Cônes d'alluvions

Les plus importants se trouvent au bord du Léman. Ils sont sableux et graveleux à Lavaux (Gerine, ruisseau du Châtelard, Lutrive, Paudèze), mais plutôt argilo-limoneux à l'ouest de Lausanne (Flon, Chamberonne). Leur épaisseur dépasse souvent 10 m et témoigne des anciens niveaux de base lémaniques, inférieurs au 372 m actuels, qui sont supposés à la fin du Bølling et au Subboréal (360-365 m?) et qui sont attestés au Néolithique moyen (368 m), Néolithique final - Bronze ancien (369 m), Bronze final (367-368 m); voir BERSIER (1947), GAILLARD et al. (1983), GALLAY & KAENEL (1983).

Tufs calcaires

Quelques amas peu importants à l'émergence de certaines venues d'eau très carbonatées.

Marais et fonds marécageux

Ils sont actuellement presque tous complètement drainés et mis en culture. Deux d'entre eux (Le Tronchet et St-Laurent/Lausanne) ont été étudiés en détail par GAILLARD (1984) qui a daté leur remplissage par C¹⁴ et analyse palynologique: les argiles plus ou moins silteuses qui recouvrent la moraine de fond datent du Dryas I et leur contenu en pollens montre qu'il se formait déjà à cette époque une légère couche d'humus sur le pays récemment abandonné par la glace; ensuite, vers 13 200 ans BP, le réchauffement du Bølling est marqué par le passage des argiles à la sédimentation de craie ou de gyttja; la fin du Tardiglaciaire se situe vers 10 000 ans BP et voit le passage aux tourbes et l'installation de la forêt à pin-bouleau-thermophiles, puis à la chênaie mixte.

Alluvion récente

De peu d'importance, faite de cailloux morainiques remaniés.

Dépôts artificiels

Outre les remblais nécessités par les voies de circulation, de très importants mouvements de terre ont complètement bouleversé la morphologie originale de certains secteurs, surtout de la région lausannoise: aménagement des rives du lac, comblement des profonds ravins (Sorge, Mèbre, Pétause, Flon, Louve, Paudèze), remblayage d'anciennes excavations, terrils de mine, etc. Seuls les dépôts principaux ont été notés sur la carte.

Ces bouleversements datent surtout de la deuxième moitié du 20^e siècle, mais ils ont en fait débuté au Moyen Age déjà à Lavaux (défrichements et construction des murs de vigne) et à Lausanne (canalisation du Flon et de la Louve, premiers comblements). Voir: GRIVEL (1942), EGLOFF & FARJON (1983).

Morphologie

Le modelé de la région est avant tout le fait de l'érosion et de la sédimentation glaciaire, retouchée localement par l'érosion fluviale. La structure et la lithologie molassiques dictent aussi bien les grands traits que les détails de cette morphologie, comme le montrent les observations publiées par BERSIER (1942), AUBERT (1981), CHOFFAT † & AUBERT (1983). On relira également les quelques pages que BERSIER (1953) a consacrées aux formes du terrain et aux problèmes que doit affronter le géologue-cartographe dans le Moyen-Pays romand.

L'histoire postglaciaire des sols et de la végétation a eu une influence considérable sur la physionomie qu'offrent maintenant nos paysages; elle est exposée dans les travaux de GRATIER & BARDET (1980) et de GAILLARD (1984). Les sols de la région lausannoise ont été plus particulièrement étudiés par BIÉLER (1896) et par BOULENAZ (1930).

Divers

La «météorite de Lausanne» récoltée en 1894 (MERCANTON 1946) s'est révélée n'être qu'un morceau d'acier dépourvu de nickel; son origine n'est certainement pas extra-terrestre (BÜHLER 1986 et comm. écrite du 2.1.1981).

ARCHÉOLOGIE

Les sites reportés sur la carte sont tirés du recensement archéologique des communes vaudoises, entrepris par la Section des monuments historiques, Département des Travaux Publics. On n'a reporté que les principales localités, négligeant les trouvailles isolées et les sites mal connus. Leur répartition fait clairement apparaître que les zones d'altitude élevée (Jorat, Savigny - Forel - lac de Bret) ont été colonisées très tardivement, du 13^e au 17^e siècle d'après les recherches de NICOLAS-OBADIA (1972).

TECTONIQUE

MOLASSE DU PLATEAU

Dans la partie nord-ouest de la feuille, la Molasse du Plateau plonge régulièrement vers le SE depuis l'axe anticlinal Morges-St-Barthélémy. Vient ensuite un synclinal à flancs très doux, d'axe NNE à peu près parallèle à la vallée du Flon. Cette inflexion, très atténuée, se poursuit peut-être vers le nord-est dans le Jorat. L'absence d'affleurements ne permet pas d'en préciser la prolongation méridionale, qui devrait se situer vers Vidy et prendre alors une direction SW-NE.

L'«axe anticlinal de la Molasse», décrit par RENEVIER (1902) et par BERSIER & VERNET (1964), traverse obliquement la feuille Lausanne et ne s'observe pas au-delà de Servion. Il est très net dans la région lausannoise, affecté de nombreuses cassures qui sont temporairement visibles dans des fouilles profondes: décrochements senestres N 160-180°E, chevauchements parallèles à l'accident de la Paudèze inclinés de 35-60°, clivages de fracture. Deux décrochements N 160°E notés sur la carte coupent l'axe anticlinal: ils n'ont jamais été observés, mais leur existence est corroborée par des petits décrochements satellites et par les positions successives décalées, d'une fouille à l'autre, de l'axe anticlinal qui conserve toujours la même orientation.

La Molasse du Plateau est certainement découpée par de nombreux accidents, mais la qualité des affleurements ne permet guère de les observer. Des fouilles profondes et étendues, ainsi que des travaux souterrains, révèlent ponctuellement divers types d'accidents:

- Failles subverticales d'orientations diverses dont les miroirs portent le plus souvent des stries horizontales,
- Décollements avec stries indiquant un mouvement vers le NW (l'un d'eux fut suivi sur plus de 200 m dans une galerie entre Prilly et Renens),
- Chevauchements et failles inverses orientés E-W, SW-NE, SSW-NNE inclinés de 30 à 45°.

Il faut noter qu'un certain nombre de ces accidents peut être attribué à l'action du glacier (glaciotectonique).

Les linéaments mis en évidence par l'analyse de la morphologie (fig.1) ou par celle des photos-satellites livrent déjà un canevas de la fracturation dans la Molasse. Leur étude détaillée, couplée avec celle des données sismiques, n'a jusqu'ici pas été entreprise.

MOLASSE SUBALPINE

L'accident de la Paudèze

C'est une faille inverse complexe dont le rejet vertical total dépasse probablement 1000 m. Le «chevauchement principal» de la Molasse subalpine est en général incliné d'environ 60-70°. Vers Savigny, un profil sismique semble montrer que cet



Fig.1: Linéaments morphologiques principaux d'une partie du plateau vaudois par D. RIGASSI (1980).
Encadré: feuille 1243 Lausanne

accident affecte le substratum mésozoïque, mais avec une composante de faille normale; c'est donc un trait structural majeur, à rejeux normal, puis inverse, avec peut-être aussi une ou plusieurs phases décrochantes senestres (stries horizontales visibles, dans la Paudèze et le Flon de Servion, sur des miroirs de failles-satellites). L'accident de la Paudèze comprend le plus souvent deux failles parallèles enserrant une étroite bande de terrains d'âge oligocène supérieur et miocène inférieur, très tectonisés dans le détail, en position subverticale, tantôt inverse, tantôt normale. De nombreuses autres failles satellites peuvent en outre être observées, sans qu'on puisse les cartographier sur de longues distances. L'interprétation du secteur de Pully (pl. II, profil 4) est fort hypothétique, car elle se fonde sur un seul affleurement (fouilles, chemin de la Senalèche) et sur quelques sondages.

Due à D. Rigassi, l'interprétation structurale du sondage Savigny-1 et de ses environs (pl. I, profil 2) est fondée sur un profil sismique et sur le fait que le log gamma semble indiquer que la Molasse à charbon est en position inverse, puis normale, entre 200 et 600 m; La Molasse rouge sommitale est elle aussi, au moins en partie, en position renversée. Même si cette interprétation est hypothétique, elle est du moins compatible avec les données géologiques et géophysiques disponibles, en surface comme en subsurface. Elle illustre d'autre part les commentaires de LEMCKE (1963): «[die «überschobene Molasse»] könnte nach gewissen Diagrammindikationen sowie nach lithologischen und sedimentpetrographischen Befunden in sich verschuppt sein, doch lässt sich dies nicht sicher nachweisen».

Écaille de Pully-Savigny

Sa structure est bien connue dans le secteur Paudex-Belmont-Landar, grâce aux travaux miniers (NOVERRAZ & WEIDMANN 1983, fig. 3 et 4) qui ont révélé la densité des cassures: failles et décrochements avec rejets de 5-30 m en moyenne. Les plis doux dessinés par le «Grand Filon» (p.27) sont orientés N40°E, avec un plongement axial d'une dizaine de degrés vers le SW. L'analyse détaillée de la tectonique dans les tunnels autoroutiers de Belmont montre la succession suivante:

1. Décollements, avec mouvement vers le NW; en moyenne un décollement tous les 8 m d'épaisseur (puissance des couches traversées par les tunnels: env. 170 m); les plans sont striés avec calcite et hématite et fréquemment soulignés par du gypse fibreux secondaire; il s'y associe parfois un clivage de fracture frustré dans les bancs durs.
2. Légères ondulations des plans de décollement.
3. Système de cassures subverticales orientées N40-50°E (rares) et N110-180°E (très fréquentes) avec rejets horizontaux ou subverticaux apparemment très faibles.

Plus loin vers le nord-est, l'écaille de Pully-Savigny paraît isoclinale, avec faibles ondulations, mais elle est affectée, au moins localement (ruisseau de St-Amour, profil 2), de replis à sa bordure interne.

Ecaille de Lutry

Composée uniquement de Molasse rouge très redressée et replissée, surtout dans la partie externe, jouxtant l'accident de la Lutrive. Ce dernier est une zone complètement écrasée large de plus de 100 m (sondages et piles des ponts autoroutiers entre Le Landar et Les Brûlées). Les plis sont très serrés, à flancs souvent parallèles ou laminés et surfaces axiales plongeant de 40 à 80° en général vers l'ESE; les axes sont variables: N 30°E, N 60-85°E, N 130-150°E avec plongement de 10 à 45° ou davantage en général vers l'E et le NE. Un clivage de fracture et d'innombrables plans de failles, le plus souvent déformés eux aussi, hâchent la série (observations dans les terrassements de l'autoroute N9, entre la Lutrive et les tunnels de Grandvaux). Des plis de même style s'observent aussi, dans de moins bonnes conditions, ailleurs dans l'écaille de Lutry: tunnel CFF de Bartholod/Lutry, ruisseaux à l'est de Savigny, au sud d'Essertes, etc. Le style tectonique de l'écaille de Lutry contraste vivement avec celui des deux écailles qui l'encadrent.

Ecaille de la Cornalle

Elle chevauche sur la précédente par l'accident de Grandvaux: un chevauchement qui semble à peine plus incliné que les couches et qui est replissé (mur ancré amont des Daillettes: 544.4/150.4; pl.II, profil 4). Sur la feuille Lausanne, l'écaille montre des couches isoclinales, avec quelques ondulations peu importantes. La série est affectée par un très grand nombre de décollements, révélés par les travaux autoroutiers et rarement observables sur des affleurements naturels: en moyenne un décollement tous les 5 m d'épaisseur, parfois souligné par un clivage de fracture. On ignore tout de l'ampleur du déplacement de chacun de ces décollements. Comme dans l'écaille de Pully-Savigny, ces chevauchements couche sur couche sont déformés et ensuite recoupés par un système de cassures subverticales N 0-10°E, N 40-60°E, N 110-130°E.

La prolongation sur la feuille Lausanne de l'accident Mionnaz-Grenet (pl.I, profil 2) est hypothétique; elle n'a pas été figurée sur la carte et sur l'esquisse tectonique.

Ecaille du Mont-Pèlerin

Le chevauchement basal du Bois de Tey (ENGESSER et al. 1984, p.20) n'est pas clairement visible dans les pentes raides du Dézaley; le tracé figurant sur la carte limite la terminaison soudaine des conglomérats vers l'ouest. D'autre part un important chevauchement satellite, incliné de 40-45° vers N 135°E et invisible en surface, a été relevé dans les Grès de la Cornalle du tunnel autoroutier du Flonzaley à environ 150 m du portail sud-est.

Les couches plongent régulièrement vers l'ESE; deux décrochements E-W et NNW-SSE sont visibles.

MATIÈRES PREMIÈRES EXPLOITABLES

Charbon

Les minces filons de la Molasse à charbon ont été longuement exploités, le plus souvent par des mines artisanales (CLAUDE 1974) dans le secteur de Pully-Paudex-La Conversion-Corsy-Belmont. La première concession date de 1709, mais il semble que des exploitations plus anciennes aient existé, sans laisser de traces dans les archives. Après une activité presque continue au cours des 18^e et 19^e siècles, la dernière mine est fermée en 1912. Les deux périodes de pénurie de guerre ont vu leur réouverture en 1918-1919, puis en 1940-1947.

Il semble bien que, le plus souvent, on n'a exploité qu'un seul filon, épais de 10-25 cm («Grand filon»), encadré par une veine de 6-9 cm située à 6 m stratigraphiquement au-dessous («Petit filon»), et par un filonnet de 1-3 cm situé 3-4 m au-dessus («Filon indicateur»). Ce même ensemble se poursuit sur plus de 3 km, hâché par de nombreuses failles (BERSIER 1945; rapports inédits de A. Bersier et H. Badoux conservés aux Archives géologiques suisses et au Musée de géologie de Lausanne).

L'extraction se faisait par tailles montantes et descendantes; l'évacuation par galeries en direction et travers-bancs; des puits d'aéragé ont également été foncés. Seuls quelques puits et entrées de galeries sont indiqués sur la carte; tous ces travaux miniers sont par ailleurs remblayés et actuellement invisibles sur le terrain, sauf quelques terrils (Corsy, Landar, Ecaravez, etc). Ce charbon molassique offre les caractéristiques moyennes suivantes: 40% de matières volatiles, pouvoir calorifique 6000-7000 Kcal/kg, teneur en soufre élevée (2-6%), enrichissement parfois notable en éléments variés: Ni, Mo, Sr, U (MARTINI 1961; WEIDMANN 1977). C'est un «Mattbraunkohle» (norme DIN) ou un «Subbituminous C» (norme ASTM).

Bien que les données statistiques soient très lacunaires au cours des 18^e et 19^e siècles, on peut estimer la production du bassin charbonnier Belmont-Paudex:

	CLAUDE (1974)	«Bureau für Bergbau» (FEHLMANN 1919, 1947)
18 ^e siècle	10 000 t.	} 70 000 t.
19 ^e siècle	115 000 t.	
1 ^{ère} guerre mondiale	1 200 t.	224 t.
2 ^{ème} guerre mondiale	24 000 t.	38 819 t.
Total	150 200 t.	109 043 t.

La Molasse à charbon des environs de Savigny ne présente pas de couches de charbon suffisamment épaisses pour permettre une exploitation, même artisanale. La mine de Rivaz, parfois dénommée à tort «Mine de St-Saphorin», a été exploitée de 1809 à 1814, au lieu-dit «Dessous Grousse» (549.40/147.18); sa production n'a pas dépassé quelques centaines de tonnes.

Tourbe

Elle fut exploitée de façon intermittente par les paysans pour leurs besoins domestiques, surtout dès le 18^e siècle, dans divers marais situés pour la plupart sur la Molasse subalpine. Par contre, le marais du Tronchet (545.40/151.80) a connu entre 1830 et 1900 une exploitation de tourbe semi-industrielle (NECKER 1841, p.288; CANTINI 1982; GAILLARD 1984, fig.19). Sur environ 5 ha et 3,5 m de profondeur, la tourbe était extraite, puis séchée avant d'être soit vendue à Lausanne, soit utilisée sur place dans un four à chaux; le calcaire provenait des nombreux blocs erratiques (surtout de l'Urgonien helvétique) qui jalonnent le vallum morainique (stade de Bret) du Bois de la Chaux, le bien nommé, à un kilomètre à l'ouest de la tourbière. Un four à tuiles (lieu-dit La Tuilière, 545.86/151.90) brûlait également la tourbe et on tirait la «terre glaise» des épais limons de pente argilo-silteux qui colmatent la dépression située au sud-est du Tronchet, au pied du versant de la Tour-de-Gourze.

Grès molassique

D'innombrables carrières ont été exploitées jusqu'au début du 20^e siècle pour les diverses variétés de grès. On n'a reporté sur la carte que celles qui sont encore bien visibles, omettant notamment toutes celles qui sont situées en ville de Lausanne.

Grès de la Cornalle: Nombreuses carrières paysannes dans les grès grossiers à stratifications entrecroisées et niveaux microconglomératiques; le «grès de Grandvaux» (544.90/150.20) est une variété à ciment calcaire abondant et tenace, dont la dureté et la résistance à l'altération gélive étaient particulièrement appréciées pour les «couvertes» des murs de vigne.

Molasse rouge: Carrières de Taborin (547.42/153.94), du Daley (543.78/150.84), etc, dans des grès grossiers chenalisés épais.

Molasse à charbon: Seuls quelques bancs de grès relativement durs ont été exploités dans la région de Savigny (En Befey, 544.96/153.68).

Molasse grise de Lausanne: Les gros bancs de grès grossiers, continus, faciles à tailler, mais très altérables, ont été activement exploités, dès le Moyen Age en ville de Lausanne, et dans les environs surtout aux 18^e et 19^e siècles. En ville, toutes ces carrières ont été remblayées, puis bâties au cours des étapes successives du développement urbain, ce qui pose souvent des problèmes imprévus lors des travaux de reconnaissance pour les fondations des nouveaux immeubles. Toutes ces carrières sont trop nombreuses pour être citées. Contentons-nous de signaler celle du Casard/Crissier (534.2/156.9), dont le grès convenait particulièrement bien pour la construction des fours à pain (DELACRÉTAZ 1982).

Molasse marine supérieure. Nombreuses petites carrières pour les besoins locaux et aussi, au 19^e siècle, grandes exploitations alimentant le marché lausannois de la construction: carrières du Mont (538.50/156.45), de Nialin (545.45/155.80), des Fruitières Demides (545.18/156.44), etc.

Blocs erratiques

Exploités pendant des millénaires comme pierre de taille et matériaux d'empierrement (voir p.17).

Marnes et argiles

La grande marnière de Bois Genoud (534.8/157.3; MUMENTHALER et al. 1981) est ouverte dans un important épisode marneux de la Molasse grise de Lausanne; les marnes silteuses extraites servent à la fabrication de tuiles et briques. C'est la seule carrière encore en activité sur la feuille Lausanne.

Jusque vers 1960, on a utilisé les limons plus ou moins argileux des Terrasses glaciolacustres élevées pour les tuileries/briquetteries à Chavannes-Renens (534.6/153.7) et entre Renens et Bussigny (533.3/155.3). D'autres tuileries relativement importantes, actives vers la fin du 19^e siècle, exploitaient les limons de pente argilo-silteux à La Plumette (546.9/156.7) et au Tronchet (545.86/151.90), ou des argiles de dépression marécageuse (Pra Séchaud, 540.7/154.4). En outre, presque chaque commune disposait d'un gisement, parfois très modeste, qui alimentait une petite tuilerie temporairement active, d'où la fréquence des toponymes T(h)ioleyres, Tuilière, etc.

Calcaire à ciment

De 1896 à 1912, on a extrait des mines de la Paudèze, non seulement du charbon, mais aussi les calcaires lacustres et les marnes qui l'accompagnent; on fabriqua ainsi un ciment spécial, la «pauzérite», ainsi que des tuiles et briques (CLAUDE 1974, p.146).

Graviers et sables

Les vallums sablo-graveleux de l'Ouest lausannois ont été principalement exploités à Montoie, Malley, La Bourdonnette (534.4/153.5), Epenex-Dessus (533.9/154.7), entre Crissier et Bussigny (nombreuses gravières). Il en fut de même de la moraine graveleuse et des vallums situés au sud-ouest, au sud-est et à l'est de Romanel, des moraines du stade de Bret au Bois de la Chaux (544.6/151.9), à Crêt Leyron (545.7/150.5), Publoz (548.7/149.4) et Puidoux (549.35/150.00). Toutes les autres accumulations de moraine sablo-graveleuse ont été épisodiquement ouvertes par des petites gravières communales destinées avant tout à l'extraction de matériaux pour l'entretien des chemins.

Les graviers inframorainiques qui remplissent le sillon de La Claiè-aux-Moines-Les Cases sont d'excellente qualité et furent extraits en de nombreux points: Bas Monts, Les Cases, La Claiè-aux-Moines. Cette dernière gravière a livré le plus gros cubage de toute la région lausannoise: plus de 3 mio m³ depuis 1955.

Les Terrasses de 30 et de 10 m ont également fourni d'excellents matériaux, notamment à Montoie, Cour, Cully.

Minéraux

S'il n'existe pas de vrais gisements de minéraux dans les diverses molasses de la feuille Lausanne, on peut cependant trouver de beaux cristaux de calcite et parfois de petits quartz dans des diaclases ouvertes découpant les bancs gréseux, surtout dans la Molasse grise, les Grès de la Cornalle, les Poudingues du Pèlerin. La pyrite en cubes bien formés et en nodules à structure rayonnante est courante dans les marnes grises de la Molasse à charbon, de même que le gypse, en fibres parfois bien développées. On a signalé, dans la Molasse grise de Lausanne, la présence de célestine et de palygorskite en enduits et petits cristaux sur des plans de cassure (MUMENTHALER 1982). Précisons encore que la «chabasite» décrite par RENEVIER (1879) du Crêt Mellioret/Lutry (env. 544.00/150.50) s'est révélée être, après analyse, de la montmorillonite. Voir aussi MEISSER (1985).

SONDAGES PÉTROLIERS

Les travaux d'exploration sur la feuille Lausanne - dans le domaine de la recherche d'hydrocarbures - ont commencé en 1938-1939 par l'exécution du sondage *Servion-1*, implanté sans étude géologique et géophysique préalables. Les recherches de la PEK (Petroleumexpertenkommission, 1934-1940; voir ALTHAUS 1947) ne s'étaient guère attachées à notre territoire. Un deuxième sondage profond, *Savigny-1*, a été foré en 1960 après plusieurs campagnes sismiques. De nouvelles lignes sismiques ont été exécutées plus récemment au nord et à l'est de Lausanne, ainsi que sur le Léman; ces documents ne sont pas accessibles.

L'étude des deux sondages profonds a été reprise par MAURER (1983: minéraux lourds de la Molasse), puis par D. Rigassi et M. Weidmann (lithologie et biostratigraphie de la Molasse, diagraphie géophysique).

Servion-1: P.T.=1432,95 m, coord. 549.010/157.900/765 m, foré en 1938-1939 par les sociétés Petroroman SA et Neuchavaud SA. En grande partie carotté: 21% de la longueur forée. Pas de logging géophysique.

Quelques carottes et fragments de carottes marneuses ont été lavés et ont permis de confirmer paléontologiquement les limites proposées par MAURER (1983, p. 30-32): la présence d'*Issidoromys* sp. à 1170 m démontre qu'il s'agit là d'Oligocène, probablement supérieur, donc de la Molasse à charbon. Nous plaçons la base de la Molasse grise vers 110 m (fig. 2).

Fig. 2: Coupe du sondage Servion-1 avec les interprétations successives et la position de quelques microfossiles. Mammifères déterminés par B. Engesser. ▶

1433,6	1000	500	100	
Aquitaniien			OMM	Althaus 1947
"Chattien" sup. E 2 γ	"Aquitaniien" E 3 + 4		OMM E 3 + 4	Maurer 1983
Molasse à charbon	Molasse grise de Lausanne		OMM	Rigassi- Weidmann 1987
• ••• • •	• •• •			échantillons
••	• • •			fragments charbonneux
• •				<i>Phragmites</i>
•	•			Charophytes indét.
••	••			fragments de mollusques
••	•			vertébrés
otolites fragm. d'os	↙ ↘ otolites de poissons ostéodermes d' <i>Ophisaurus</i> sp. dents de <i>Issiodoromys</i> sp., <i>Gliravus bruijni</i> HUGUENEY	↘ ↙ fragments d'os indét.		

Savigny-1: P.T.=2486,0 m, coord. 546.271/155.312/838.9 m, foré en mai-août 1960 par Elwerath et la SA des Hydrocarbures. La coupe du sondage a été publiée par LEMCKE (1963); elle est très résumée ci-dessous:

0-17 m	Quaternaire, moraine
17-2307 m	Molasse d'eau douce inférieure (USM)
2307-2321 m	Grès de Vulruz probables (UMM)
<hr/>	
2321-2331,5 m	Cénomaniens, calcaires rougeâtres
2331,5 m-2338 m	Albien phosphaté, puis marneux
2338-2352,5 m	Grès verts albiens
2352,5-2364 m	Aptien calcaire à Orbitolines
2364-2367 m	Aptien marneux
2367-? 2435 m	Urgonien blanc
? 2435-2486 m	Urgonien jaune, puis Pierre jaune de Neuchâtel

La partie molassique du sondage est détaillée ici (fig. 3) avec les diverses interprétations et le résultat des nouveaux examens. Notre nouvelle interprétation est, dans ses grandes lignes, identique à celle de BERSIER (1960); elle s'appuie surtout sur le log gamma, la lithologie des déblais et davantage sur la répartition des groupes de fossiles que sur les extensions des espèces de charophytes déterminées par J.-P. Berger. En effet, le nombre des charophytes récoltées n'est pas suffisant (quantité de déblais à disposition trop faible) et d'autre part des retombées viennent perturber les résultats (voir chapitre Tectonique).

HYDROGÉOLOGIE

Les sources captées recensées sont très nombreuses: 1250 sur les 122 km² que couvre le territoire émergé de la feuille Lausanne, moins le secteur de Lausanne-Prilly-Renens, sur lequel presque toutes les sources ont été éliminées ou polluées par l'urbanisation. Leur localisation est empruntée à la carte de H. Badoux et J. Mautner (Carte hydrogéologique du Canton de Vaud au 1: 25 000, feuille 1243 Lausanne, avec notice explicative; document déposé au Service cantonal des Eaux, Département des Travaux Publics).

Dans la zone du «Chattien»-«Aquitaniens» de la Molasse du Plateau, les sources sont presque toutes superficielles avec un faible débit, sauf quelques-unes qui sont captées dans les moraines sablo-graveleuses. La dureté de leurs eaux va de 30 à 45° fr. Dans la Molasse marine supérieure, les sources sont beaucoup plus nombreuses, leur débit est souvent élevé et les eaux y sont plus douces (< 25° fr.). Les nappes sont surtout de type fissural, l'eau souterraine circulant dans les diaclases et plans de stratification des grès, lesquels sont en outre altérés et perméables près de la surface. Les sources situées sur la Molasse subalpine sont relativement nombreuses, toutes super-

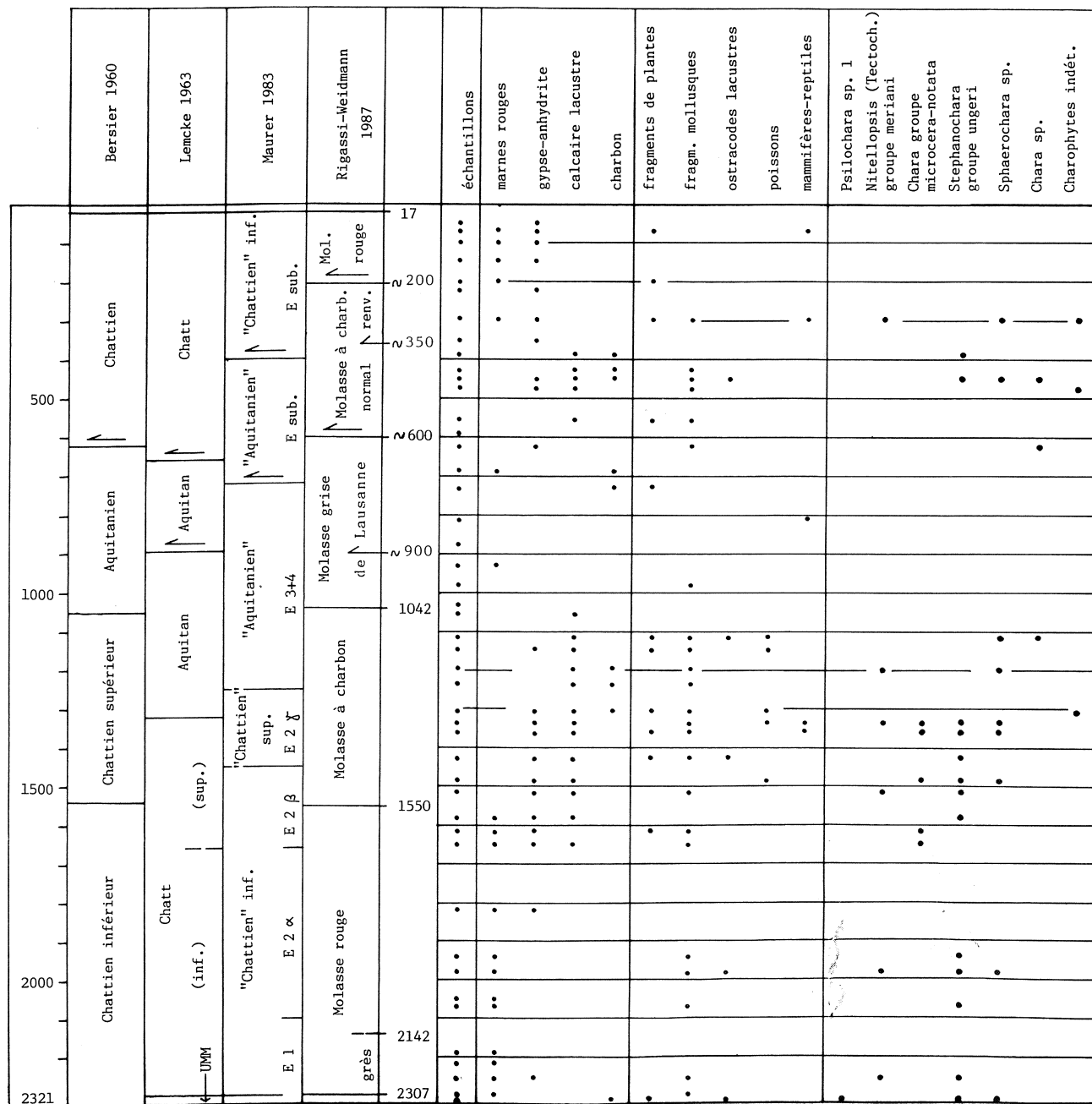


Fig. 3: Coupe de la partie molassique du sondage Savigny-1 avec les interprétations successives et la répartition des microfossiles. Déterminations par G. Carbonnel (ostracodes) et J.-P. Berger (charophytes).

ficielles, d'un faible débit, avec des duretés de 30–45° fr. Les deux sillons interglaciaires ou interstadias de La Claie-aux-Moines et des Losiardes sont aquifères, mais seul le premier offre des débits très importants (sources des Cases).

L'alimentation en eau de la région lausannoise est assurée pour environ 60% par des pompages de l'eau du Léman (St-Sulpice et Lutry), par des adductions en provenance des Préalpes et du lac de Bret et pour moins de 10% par de l'eau des sources du Jorat. Au début du 19^e siècle, des établissements balnéaires lausannois vantaient les qualités thérapeutiques de leurs eaux: bains de la Poudrière, de Rochelle, de la Solitude, du Vallon (PELET 1962). Ces bains, ainsi que les sources qui les alimentaient, ont tous disparu; on peut cependant être certain qu'il ne s'agissait pas d'eaux particulièrement minéralisées.

La source de *Romanel* (535.91/157.20), captée en profondeur dans une diaclase d'un banc gréseux, fournit une eau d'excellente qualité qui est mise en bouteilles.

DONNÉES GÉOPHYSIQUES

(par D. RIGASSI)

Magnétisme

L'anomalie magnétique positive dite du Jorat (BRÜCKMANN 1930–1931) est parmi les plus importantes que l'on connaisse dans les régions sédimentaires d'Europe occidentale. On dispose de nombreuses mesures prises au sol (MERCANTON & WANNER 1945, 1948, MEYER DE STADELHOFEN et al. 1973, FISCHER et al. 1979), et en vol à des altitudes de 1829 et 5000 m (KLINGELÉ 1982, 1983, 1986). Même à une altitude de 5000 m, l'anomalie reste considérable: plus de 100 gammas (champ total). L'apex de l'anomalie est près de Paudex (151/541); l'axe positif s'étend vers l'WSW (255°) sur 25 km, et vers l'ENE (60°) sur 22 km. L'anomalie est asymétrique, avec un flanc nord-nord-ouest étroit et raide; au sol, le gradient du champ total y atteint 150 gammas/km. Le toit de la masse causant cette anomalie se situe à environ –3300 m. Tenant compte de la cote du contact Tertiaire/Crétacé (–1482 m) dans le forage de Savigny-1, situé 7 km au nord-est de l'apex magnétique, des épaisseurs du Mésozoïque entièrement recoupé par plusieurs forages en Haute-Savoie et en Suisse centrale et de la sismique, les roches provoquant l'anomalie sont directement recouvertes par le Trias. Des ébauches de réflecteurs sous la base du Trias font penser à des roches présentant une stratification rudimentaire, plutôt qu'à une masse homogène. Il ne semble pas y avoir, à l'est et au nord-est de Lausanne, de sédiments stéphano-permiens, alors que ces terrains prennent un grand développement à l'ouest-sud-ouest de la ville: la sismique permet de leur attribuer une épaisseur de 2–3000 m près de Rolle; de là, ces formations s'amincissent vers le NNE pour se biseauter le long d'une ligne Moiry–Daillens–Sullens.

Par analogie à des anomalies magnétiques semblables du domaine arverno-vosgien (moldanubien), on peut supposer que l'anomalie du Jorat est produite par des roches dévono-dinantiennes du type des séries de la Brivonne (NW de Lyon): cumulates amphibolite-gabbro-serpentinite surmontés par d'épais basaltes et tufs, mis en place lors de mouvements acadiens ou bretons, et plissés et métamorphisés lors de la phase sudète. Les profils sismiques semblent indiquer – hélas pas aussi nettement qu'on le souhaiterait – que les roches magnétisées sont tronquées soit par le Stéphano-Permien, soit par le Trias. Les grossières stratifications suggérées par la sismique ne sont pas parallèles – ce qui pourrait en effet dénoter un épais complexe volcano-sédimentaire; pourtant, on reconnaît une antiforme principale dont l'axe, double, passe par Savigny, flanquée au nord-ouest par une autre antiforme, plus basse, vers le Challet-à-Gobet; pour autant que l'on en puisse juger en l'absence d'une détermination exacte des vitesses, les flancs, très irréguliers, de ces antiformes ont des pendages de 25-40°. En dessinant une carte détaillée des isogammes sur la base des données de MEYER DE STADELHOFEN et al. (1973), on retrouve cette disposition: l'axe magnétique, unique dans le Léman, se scinde à la côte; l'axe principal se dédouble en deux crêtes Paudex - Belmont - Moille Margot - Auboranges, et Paudex - La Croix - Cornes-de-Cerf; un axe moins marqué, séparé du couple précédent par un creux de 20-40 gammas, s'individualise de Vidy à Epalinges et au Bois du Grand Jorat.

Plusieurs profils sismiques montrent des lentilles, d'un diamètre (ou d'une largeur) de 1 à quelques kilomètres, et d'une épaisseur de 100 à quelques centaines de mètres; la base de ces masses, plane, repose sur la discordance sous-triasique; leur sommet, bombé, est recouvert par le Trias dont les couches peuvent soit buter contre ces masses, soit les recouvrir – suivant les cas avec Trias parallèle au toit des masses, ou légèrement discordant («drapping»). Ces masses ne semblent avoir aucune relation avec l'ensemble responsable de l'anomalie magnétique du Jorat; certaines cependant, toujours d'après les mesures de MEYER DE STADELHOFEN et al. (1973) se traduisent par des anomalies propres, de 10-40 gammas. Suivant leur taille, leur géométrie et celle de leur substrat, il peut s'agir soit de coulées volcaniques, soit d'édifices volcaniques plus complexes et démantelés par l'érosion avant le dépôt des sédiments triasiques. L'âge peut être permien supérieur ou triasique inférieur. On peut s'étonner que des volcanites de ces âges aient une expression magnétique, puisque, dans tout le domaine arverno-vosgien, le volcanisme tardi-hercynien est surtout acide; cependant avec des roches plus basiques (andésites) dans les Vosges, ou même franchement basiques mais plus jeunes (Trias moyen-Lias inférieur de Belledonne et du Pelvoux).

Gravimétrie

Il y a une grosse anomalie gravifique positive entre la rive nord du Léman et une ligne Vallorbe-Romont. Au nord-est de cette ligne, et jusqu'en Bavière, les isogals de Bouguer montrent un fort gradient (0,6 à 2 mgals/km) vers les Alpes; une situation similaire existe dans l'avant-pays alpin au sud du Chablais savoyard. Au sud de la ligne Vallorbe-Romont, les isogals tournent brusquement pour s'orienter N-S, et ce

mouvement s'accroît au sud de la ligne Romainmôtier–Oron, les courbes devenant NW-SE ou même WNW-ESE (KLINGELÉ 1972, KLINGELÉ & KAHLE 1978, KLINGELÉ & OLIVIER 1979, 1980, OLIVIER 1983). Au voisinage du Léman, le mouvement s'inverse brutalement, les tracés étant ENE-WSW. On a donc un énorme « nez » gravifique du Pont au Mont-Pèlerin. En résiduelle, ce nez provoque une saillie de 5 à 15 mgals. Large et peu distinct dans le Jura, ce haut est très marqué vers Cossonay (anomalie de Cossonay, ÇÖTELIOĞLU 1985) où la résiduelle indique une fermeture dans le périmètre La Chaux-Daillens–Vufflens-la-Ville. A nouveau moins bien marqué aux environs de Romanel, il retrouve sa vigueur de Prilly (540.0/154.5) à Puidoux (550.0/149.5), avec une culmination fermée près de Belmont; l'extrémité est-sud-est, au Mont-Pèlerin, correspond à un nouveau haut résiduel de plusieurs mgals, nettement interrompu vers l'est par une zone basse SSW-NNE le long de la Veveysse. La résiduelle montre trois crêtes à plongement axial NE se détachant de l'axe principal WNW-ENE; l'une de Belmont (544/153) à Auboranges (551.5/159.0), la deuxième de la Tour-de-Gourze (546.5/151.0) aux Tavernes (552/156), la troisième du Mont-Pèlerin (554/149) à Châtel-St-Denis (558.5/152.5). La première coïncide avec l'axe de l'anomalie magnétique du Jorat et, plus approximativement, avec le contact entre Molasse du Plateau et Molasse «subalpine» (BUCHER 1985). Les deux autres semblent liées à la présence de molasses relativement lourdes: Molasse à charbon, Grès de la Cornalle, Poudingues du Pèlerin.

Le haut Le Pont–Mont-Pèlerin est limité au sud-sud-ouest par une gouttière Busigny – Gare de Lausanne – Cully, qui correspond probablement à une faille (?décrochement dextre) WNW-ESE, et ne représente peut-être qu'un redan sur le flanc septentrional du gros creux gravifique qui semble caractériser le Haut-Lac. Tant l'incurvation des isogals vers des tracés ENE-WSW sur la rive lémanique que les quelques mesures sous-lacustres de GONET (1969) et la situation gravifique symétrique de la rive savoyarde suggèrent l'existence d'un graben haut-lémanique sub-latitudinal: de Villeneuve à une ligne Morges–Thonon, les isogals sont comme aspirés vers l'ouest. ÇÖTELIOĞLU (1985) attribue le déficit gravifique à une accumulation des sels triasiques, que la surcharge de l'arc chablaisien des Préalpes (puis celle du glacier rhodanien pléistocène) aurait chassé vers le nord-est et le sud-ouest. On ne peut suivre cette hypothèse séduisante. Les forages et la sismique montrent que le Trias est carbonaté et faiblement anhydritique au sud-est d'une ligne Salève–Berne: il n'y a jamais eu de sel sous l'arc chablaisien et sous la moitié orientale du Léman; s'il y avait du sel sous l'ensemble des Préalpes, l'hypothèse de Çötelioğlu impliquerait la présence d'un autre bourrelet de sel léger au front de l'arc romand, de Montreux à Thonon; enfin, le plus remarquable diapir de sel triasique mis en évidence par sismique dans le bassin molassique se trouve près de St-Prex (525.5/146.0), là où ÇÖTELIOĞLU (op. cité, fig. 50) admet un très fort haut gravifique (qui, en l'absence de mesures dans le lac, n'est peut-être qu'un artefact résultant d'une extrapolation exagérée). La sismique confirme que le graben haut-lémanique contient de très épais sédiments post-oligocènes; de quel âge: tardi-pléistocène et holocène seulement? Probablement pas: il pourrait y avoir du Pléistocène inférieur-moyen, et/ou du Miocène tardif – Pliocène.

Géométrie

En dehors de l'agglomération lausannoise proprement dite, où la chose n'est pas possible, l'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne a procédé à d'innombrables mesures géométriques (sondages, traînés). Ces travaux donnent de précieuses indications quant au Quaternaire; mais ils montrent aussi le contact tectonique entre Molasse du Plateau et Molasse «subalpine» et, dans cette dernière, ils permettent dans une certaine mesure de distinguer les différentes formations molassiques (MEYER DE STADELHOFEN 1965, 1973 [pl. E-1], FAVINI 1966).

Radioactivité naturelle

Selon PAYOT & JAQUEROD (1953), elle est insignifiante. Ces auteurs signalent une certaine radioactivité (19×10^{-10} curies/l) à la «Source Providence» de Romanel (535.91/157.20) et – plus faible ($4,7 \times 10^{-10}$ curies/l) – à une source de Savigny (545.74/154.45). Ces petites anomalies peuvent être produites soit par la molasse (restes organiques, sables enrichis) soit par des moraines riches en roches acides.

Géothermie

D'après le sondage de Savigny-1 et d'autres sondages profonds hors de la feuille Lausanne (Vaud, Fribourg, Berne, Haute-Savoie), le gradient géothermique est normal, de 30–35 m/°C. Le gradient semble un peu plus fort dans le Mésozoïque, la zone transmissive au contact Molasse/Crétacé étant relativement froide (VOLLMAYR 1983).

Séismicité

Il n'y a jamais eu de tremblement de terre important enregistré sur le territoire de la feuille Lausanne, au moins depuis 1750. Seules quelques faibles secousses locales furent ressenties, entre 1855 et nos jours, dans le secteur de la Tour-de-Gourze (PAVONI 1977). Notre région est en conséquence classée dans la «zone sans risque sismique» (MAYER-ROSA 1986).

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, P. A., MANGE-RAJETSKY, M., MATTER, A. & HOMEWOOD, P. (1985): Dynamic palaeogeography of the open Burdigalian seaway, Swiss Molasse Basin. – *Eclogae geol. Helv.* 78/2, 351–381.
- ALTHAUS, H. E. (1947): Die ölführende Molasse zwischen Genfer- und Neuenburgersee. In: *Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz*, 1. Teil. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser.* 26/1, 1–18.
- ARN, R. (1984): Contribution à l'étude stratigraphique du Pléistocène de la région lémanique. – Thèse Univ. Lausanne.
- AUBERT, D. (1981): Géomorphologie du Gros-de-Vaud. – *Mém. Soc. vaud. Sci. nat.* 17/2 (100), 57–116.
- BAUMBERGER, E. (1931): Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpennordrand. – *Eclogae geol. Helv.* 24/2, 205–222.
- BERGER, J.-P. (1983): Charophytes de l'«Aquitanién» de Suisse occidentale. Essai de taxonomie et biostratigraphie. – *Geobios* 16/1, 5–37.
- (1985): La transgression de la Molasse marine supérieure (OMM) en Suisse occidentale. – *Münchner geowiss. Abh. (A)*, 5, 1–208.
- (1986): Biozonation préliminaire des charophytes oligocènes de Suisse occidentale. – *Eclogae geol. Helv.* 79/3, 897–912.
- (1988): Paläoökologie und Paläoklimatologie einiger oligozänen Floren der westschweizerischen subalpinen Molasse. – *Cour. Forschinst. Senkenb. (Frankfurt/M.)* (sous presse).
- BERSIER, A. (1936): Un critère de durée dans l'Oligocène vaudois. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 59 (240), 103–108.
- (1938): Recherches sur la géologie et la stratigraphie du Jorat. – *Mém. Soc. vaud. Sci. nat.* 6/3 (42), 65–192.
- (1942): L'origine structurale des collines et alignements morphologiques orientés du Plateau vaudois. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 62 (258), 135–158.
- (1945): Sédimentation molassique: variations latérales et horizons continus à l'Oligocène. – *Eclogae geol. Helv.* 38/2, 452–458.
- (1947): Un thalweg préwurmien de la Paudèze, affluent du lac Léman. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 63 (269), 421–426.
- (1953): Notice explicative de la feuille Jorat (Feuille 27 de l'Atlas). Atlas géologique de la Suisse 1: 25 000. – *Comm. géol. Suisse*.
- (1955): Morphologie, structure et dynamique de la zone de glissements de plaques de terrain de Rochette. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 66 (290), 187–203.
- (1958 a): Séquences détritiques et divagations fluviales. – *Eclogae geol. Helv.* 51/3, 854–893.
- (1958 b): Exemples de sédimentation cyclothématique dans l'Aquitanién de Lausanne. – *Eclogae geol. Helv.* 51/3, 842–853.
- (1960): Rapports géologiques sur le sondage pétrolier de Savigny. Rapp. 1–4 (non publiés). – *Archives Musée géol. Lausanne*.
- (1972): L'instabilité géologique du versant lémanique. – *Rev. gén. des routes et aérodromes (Paris)* 482, 36–37.
- (1973): Les terrains difficiles de l'autoroute du Léman de Lausanne à Chexbres. – *Bull. techn. Suisse romande* 99/10, 167–170.
- BERSIER, A. & VERNET, J.-P. (1964): Etudes sédimentologiques dans la Chandelar. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 68/9 (314), 455–465.
- BERSIER, A., BLANC, P. & WEIDMANN, M. (1975): Le glissement de terrain de La Cornalle–Les Luges (Eppesses, Vaud, Suisse). – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 72/4 (347), 165–191.

- BIÉLER, T. (1896): Documents pour la carte agronomique des environs de Lausanne. – Impr. Regamey, Lausanne.
- BONARD, P. (1977): Fontaines des campagnes vaudoises. – Ed. 24 Heures, Lausanne.
- BOULENAZ, A. (1930): Etude des terrains molassiques des environs de Lausanne. – Ann. agric. vaud. 31, 13–38.
- BRÜCKMANN, W. (1930–1931): Erdmagnetische Vermessung der Schweiz. – Ann. schweiz. meteorol. Zentralanst. 7 (1930), 6 (1931).
- BUCHER, H. (1985): Géologie de la région d'Oron. – Diplôme Univ. Lausanne, (inééd.).
- BÜHLER, R.W. (1986): Twannberg, ein neuer Schweizer Eisenmeteorit. – Orion (Lucerne) 217, 188–192.
- CANTINI, C. (1982): Les tourbières de Gourze, une industrie extractive paysanne du XIX^e siècle. – Rev. hist. vaud. 90, 149–171.
- CHARPENTIER, J. DE (1841): Essai sur les glaciers. – Ducloux, Lausanne.
- CHOFFAT †, P. & AUBERT, D. (1983): Erosion et morphologie glaciaires de la molasse. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 76/4 (364), 321–340.
- CLAUDE, A. (1974): Un artisanat minier: charbon, verre, chaux et ciments au Pays de Vaud. – Bibl. hist. vaud. 54.
- COSANDEY, F. (1948): Contribution à l'étude du lac de Bret. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 64 (272), 133–147.
- ÇÖTELIOĞLU, E. (1985): Etude géophysique du bassin de la Venoge et des régions avoïnantes. – Thèse Univ. Lausanne (Copy-Quick, Lausanne).
- CUVIER, G. & BRONGNIART, A. (1835): Description géologique des environs de Paris. – Ed. d'Ocagne, Paris (3^{ème} éd.).
- DELACRÉTAZ, P. (1982): Les vieux fours à pain. – Ed. Delplast, Romanel.
- DELAHARPE, PH. (1854): Ossements appartenant à l'*Anthracotherium magnum* recueillis dans les lignites des environs de Lausanne. – Bull. Séances Soc. vaud. Sci. nat. 4 (35), 195–203.
- DEPÉRET, C. (1893): Sur la classification et le parallélisme du système miocène. – Bull. Soc. géol. France (3), 21, 170–266.
- DOUXAMI, H. (1896): Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. – Masson, Paris.
- EGLOFF, M. & FARJON, K. (1983): Aux origines de Lausanne: les vestiges préhistoriques et gallo-romains de la Cité. – Cah. Archéol. romande 26.
- ENGEL, T., NOVERRAZ, F. & OBONI, F. (1983): Le glissement de la Chenaula. – Ing. Arch. suisses 109/22, 397–407.
- ENGESSER, B., MAYO, N. & WEIDMANN, M. (1984): Nouveaux gisements de mammifères dans la Molasse subalpine vaudoise et fribourgeoise. – Mém. suisses Paléont. 107.
- ENGESSER, B. & MAYO, N. (1987): A biozonation of the Lower Freshwater Molasse (Oligocene and Agenian) of Switzerland and Savoy on the basis of fossil mammals. – Münchner geowiss. Abh. (A), 10, 67–84.
- FASEL, J.-M. (1986): Sédimentologie de la Molasse d'eau douce subalpine entre le Léman et la Gruyère. – Thèse Univ. Fribourg (Quick-Print, Fribourg).
- FAVRE, E. & SCHARDT, H. (1887): Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais jusqu'à la Dranse et de la chaîne des Dents du Midi, formant la partie nord-ouest de la feuille XVII. – Matér. Carte géol. Suisse 22.
- FAVINI, G.-C. (1966): La résistivité électrique des molasses vaudoises. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 69/5 (321), 253–260.
- FEHLMANN, H. (1919): Der Schweizerische Bergbau während des Weltkrieges. – Schweiz. Volkswirtschaftsdept., Abt. für industrielle Kriegswirtschaft. (Kümmerly & Frey, Bern).
- (1947): Der schweizerische Bergbau während des zweiten Weltkrieges. – Bureau für Bergbau, Eidg. Kriegsindustrie- u. Arbeitsamt.
- FISCHER, G., SCHNEGG, P.-A. & SESIANO, J. (1979): A new geomagnetic survey of Switzerland / Un nouveau levé géomagnétique de la Suisse. – Matér. Géol. Suisse, Géophys. 19.

- GABUS, J.-H., LEMDAL, G. & WEIDMANN, M. (1987): Sur l'âge des terrasses lémaniques au SW de Lausanne. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 78/4 (372), 419–429.
- GAGNEBIN, E. (1937): Les invasions glaciaires dans le bassin du Léman. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 59 (243), 335–416.
- GAILLARD, M.-J. (1984): Etude palynologique de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation du Moyen-Pays romand (Suisse). – Diss. bot. 77, 1–322.
- GAILLARD, M.-J., REYNAUD, C., WEBER, B. & WEGMÜLLER, S. (1983): Les variations tardiglaciaires et postglaciaires du niveau du lac Léman: apport des données palynologiques. Aperçu bibliographique. – Arch. suisses Anthrop. gén. 45/2 (1981), 117–121.
- GALLAY, A. (1983): Un bilan de nos connaissances sur les terrasses lémaniques. En guise d'introduction. – Arch. suisses Anthrop. gén. 45/2 (1981), 105–106.
- GALLAY, A. & KAENEL, G. (1983): Repères archéologiques pour une histoire des terrasses du Léman. – Arch. suisses Anthrop. gén. 45/2 (1981), 129–157.
- GASSER, U. & NABHOLZ, W. (1969): Zur Sedimentologie der Sandfraktion im Pleistozän des schweizerischen Mittellandes. – Eclogae geol. Helv. 62/2, 467–516.
- GONET, O. (1969): Etude gravimétrique du Lac Léman à bord du mésoscaphe «Auguste Piccard». – Matér. Géol. Suisse, Géophys. 8.
- GRATIER, M. & BARDET, L. (1980): Les sols du plateau vaudois. – Mém. Soc. vaud. Sci. nat. 16/3 (99), 89–188.
- GRIVEL, L. (1942): Histoire de la construction à Lausanne (1 vol. dactyl.). – Archives communales, Lausanne.
- HABICHT, J. K. A. (1987): Lexique stratigraphique international, Vol. I: Europe, Fasc. 7 Suisse, 7b Plateau suisse (Molasse). – Comm. géol. suisse et Serv. hydrod. et géol. natl.
- HANTKE, R. (1984): Die Fächerpalmmreste aus der Molasse der Schweiz und ihrer nordöstlichen Grenzgebiete sowie ihr paläoklimatischer Aussagewert. – Diss. bot. 72, 137–175.
- HEER, O. & GAUDIN, C.-T. (1861): Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire. – J. Wurster, Winterthur.
- HOMWOOD, P., RIGASSI, D. & WEIDMANN, M. (1988): Le bassin molassique suisse. Dans: PURSER, B. (éd.): Livre jubilaire en l'honneur de Madame Y. Gubler. – Assoc. sédim. français, Paris (sous presse).
- JACCARD, H. (1869): Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois. – Matér. Carte géol. Suisse 6.
- JORDI, H. (1955): Geologie der Umgebung von Yverdon. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 99.
- KISSLING, D. (1974): L'Oligocène de l'extrémité occidentale du bassin molassique. Stratigraphie et aperçu sédimentologique. – Thèse Univ. Genève (Impr. Gessler, Colombier).
- KISSLING, E. (1903): Die schweizerische Molassekohlen westlich der Reuss. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 2.
- KLINGELÉ, E. (1972): Contribution à l'étude gravimétrique de la Suisse romande et des régions avoisinantes. – Matér. Géol. Suisse, Géophys. 15.
- (1982): Carte aéromagnétique de la Suisse 1: 500 000 (Carte géophysique de la Suisse N°9). Intensité totale (1981.5), altitude de vol 5 000 m.s.M. – Comm. suisse Géophys.
- (1983): Carte aéromagnétique (Intensité totale) du Plateau et du Jura Suisse. Epoque 1980.5, 1: 500 000. – Comm. suisse Géophys.
- (1986): Les levés aéromagnétiques de la Suisse. – Geodät.-geophys. Arbeiten in der Schweiz 37.
- KLINGELÉ, E. & KAHLE, H.-G. (1978): Prominent gravity anomalies in western Switzerland and possible models for the Basement structure. – Geoskrifter 10, 95–110.
- KLINGELÉ, E. & OLIVIER, R. (1979): Carte gravimétrique de la Suisse (Anomalies de Bouguer) 1: 500 000 (Carte géophysique de la Suisse N° 4). – Comm. suisse Géophys.
- (1980): La nouvelle carte gravimétrique de la Suisse (Anomalies de Bouguer). – Matér. Géol. Suisse, Géophys. 20.

- KÜBLER, B., PITTION, J.-L., HÉROUX, Y., CHAROLLAIS, J. & WEIDMANN, M. (1979): Sur le pouvoir réflecteur de la vitrinite dans quelques roches du Jura, de la Molasse et des Nappes préalpines, helvétiques et penniques. – *Eclogae geol. Helv.* 72/2, 347–373.
- LERICHE, M. (1927): Les poissons de la molasse suisse. – *Mém. suisses Paléont.* 46–47.
- LEMCKE, K. (1963): Die Ergebnisse der Bohrung Savigny-1 bei Lausanne. – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. Ing.* 30/78, 4–11.
- LUGEON, M. (1901): Tectonique de la Paudèze. Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France dans le Chablais. – *Bull. Soc. géol. France* (4), 1, 686–695.
- (1934): Environs de Lausanne et Mormont (Excursion N° 5). Dans: *Guide géologique de la Suisse* (Fasc. V, p. 336–338). – Wepf, Basel.
- MAILLARD, G. (1880): Notice sur la Molasse dans le ravin de la Paudèze au moulin de Belmont. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 17 (84), 81–95.
- MAILLARD, G. & LOCARD, A. (1892–1893): Monographie des mollusques tertiaires terrestres et fluviatiles de la Suisse. – *Mém. Soc. paléont. suisse* 18–19.
- MARTINI, J. (1961): Note préliminaire sur les éléments-traces de quelques lignites régionaux. – *Arch. Sci. (Genève)* 14/1, 152–156.
- MATTER, A., HOMEWOOD, P., CARON, C., RIGASSI, D., STUIJVENBERG, J. VAN, WEIDMANN, M. & WINKLER, W. (1980): Flysch and Molasse of Western and Central Switzerland (Excursion N° V). Dans: TRÜMPY, R. (éd.): *Geology of Switzerland, a guide-book. Part B: Geological Excursions* (p. 261–293). – *Schweiz. geol. Komm. (Wepf, Basel/New York)*.
- MAURER, H. (1983): Sedimentpetrographische Analysen an Molasseabfolgen der Westschweiz. – *Jb. geol. Bundesanst. (Wien)* 126/1, 23–69.
- MAYER-ROSA, D. (1986): Erdbeben: Entstehung, Risiko und Hilfe. – *Schweiz. geophys. Komm. und Natl. schweiz. UNESCO-Komm.*
- MEISSER, N. (1985): Les minéraux de la région lausannoise. – *Bull. Inform. Club vaud. Minéral.* 3, 1–15.
- MERCANTON, P.-L. (1946): La météorite de Lausanne, 1894 (Météorite Bovey). – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 63 (267), 315–320.
- MERCANTON, P.-L. & WANNER, E. (1945): L'anomalie magnétique du Jorat (Vaud). I. La composante verticale. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 63 (264), 35–48.
- (1948): L'anomalie magnétique du Jorat (Vaud). II. Composante horizontale. Déclinaison. Champ perturbateur. Esquisse d'une interprétation. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 63 (270), 442–452.
- MEYER DE STADELHOFEN, C. (1965): Résistivités des Molasses du Plateau vaudois. – *Arch. Sci. (Genève)* 18/2, 296–304.
- (1973): Atlas des résistivités électriques apparentes du Moyen-Pays vaudois. – *Cahiers Aménagement territoire, Serv. cant. vaud. Urbanisme, Lausanne*.
- MEYER DE STADELHOFEN, C., SIGRIST, W. & DONZÉ, A. (1973): L'anomalie magnétique du Jorat. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 71/7 (341), 365–372.
- MONNIER, F. (1982): Thermal diagenesis in the Swiss molasse basin: implications for oil generation. – *Canad. J. Earth. Sci.* 19/2, 328–342.
- MORET, J.-L. (1984): Les Pierrettes, transformation d'un site naturel riverain du Léman. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 77/2 (366), 105–118.
- MUMENTHALER, T. (1982): Une trouvaille de célestine dans la molasse aquitaine de Lausanne. – *Schweizer Strahler* 6/1, 27–29.
- MUMENTHALER, T., PETERS, T. & WEIDMANN, M. (1981): Niveau de bentonite dans la Molasse grise de Lausanne (USM-«Aquitaniens»). – *Eclogae geol. Helv.* 74/3, 639–650.
- NECKER, L. A. (1841): Etudes géologiques dans les Alpes. – Pitois, Paris.
- NICOLAS-OBADIA, G. (1972): L'ancienne économie agraire. Dans: GALLAND, B. (éd.): *Encyclopédie illustrée du Pays de Vaud* (vol. 3, p. 5–11). – Ed. 24 Heures, Lausanne.
- NOVERRAZ, F. & WEIDMANN, M. (1983): Le glissement de terrain de Converney-Taillepiepied (Belmont et Lutry, Vaud, Suisse). – *Bull. Géol. Lausanne* 269.

- OLIVIER, R. (1983): Atlas gravimétrique du Plateau suisse, partie Ouest, au 1 : 100 000. – Bull. Inst. Géophys. Univ. Lausanne 5.
- PARETO, L. (1865): Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional. – Bull. Soc. géol. France (2), 22, 209–275.
- PAVONI, N. (1977): Erdbeben im Gebiet der Schweiz. – *Eclogae geol. Helv.* 70/2, 351–370.
- PAYOT, R., & JAQUEROD, A. (1953): Distribution de la radioactivité en Suisse. – Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève 42/3, 253–320.
- PELET, P.-L. (1962): La Feuille d'Avis, miroir de l'économie vaudoise, 1762–1850. – *Bibl. hist. vaud.* 33.
- PETERS, T. (1969): Tonmineralogie einiger Glazialablagerungen im schweizerischen Mittelland. – *Eclogae geol. Helv.* 62/2, 517–525.
- RAZOUUMOWSKY, G. DE (1789): Histoire naturelle du Jorat et de ses environs; et celle des trois lacs de Neufchatel, Morat et Bienné; précédées d'un essai sur le climat, les productions, le commerce, les animaux de la partie du Pays du Vaud ou de la Suisse Romande, qui entre dans le plan de cet ouvrage (tomes I + II). – Mourer, Lausanne.
- RENEVIER, E. (1879): Découverte d'un silicate gélatineux naturel. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 16 (81), 15–20.
- (1902): L'axe anticlinal de la Molasse aux environs de Lausanne. – *Eclogae geol. Helv.* 7/4, 287–299.
- RENEVIER, E. & GOLLIEZ, H. (1894): Voyage géologique dans tout le Jura Suisse de la Perte-du-Rhône au Hohenwiél, en zigzag. Dans: *Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse. Congrès géologique international* (p. 65–93). – Payot, Lausanne.
- RIGASSI, D. (1957): Le Tertiaire de la région genevoise et savoisienne. – *Bull. Assoc. suisse Géol. Ing. Pétrole* 24/66, 19–34.
- (1980): Quelques aspects morphologiques du plateau vaudois et leurs implications structurales. Dans: *Activités de la Société vaudoise des Sciences naturelles, Janvier–Juin 1980: Conférences* (= titre d'une communication à paraître) [p. 151]. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 75/2 (358), 150–163.
- RITTER, E. (1924): Stratigraphie und Tektonik der kohlenführenden Molasse zwischen Genfersee und Saanetal. – *Eclogae geol. Helv.* 18/3, 387–411.
- ROLLIER, L. (1892): Etude stratigraphique sur les terrains tertiaires du Jura Bernois (partie méridionale). – *Eclogae geol. Helv.* 3/1, 43–83.
- STEHLIN, H. (1914): Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. – *Verh. natf. Ges. Basel* 25, 179–202.
- TRÜMPY, R. & BERSIER, A. (1954): Les éléments des conglomérats oligocènes du Mont-Pèlerin. *Pétrographie, statistique, origine.* – *Eclogae geol. Helv.* 47/1, 119–166.
- VERNET, J.-P. (1956): La géologie des environs de Morges. – *Eclogae geol. Helv.* 49/1, 157–241.
- VERNET, J.-P., HORN, R., BADOUX, H. & SCOLARI, G. (1974): Etude structurale du Léman par sismique réflexion continue. – *Eclogae geol. Helv.* 67/3, 515–529.
- VILLARET, P. & BURRI, M. (1965): Les découvertes palynologiques de Vidy et leur signification pour l'histoire du Lac Léman. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 69/1 (317), 1–19.
- VOGT, C. & MORTILLET, G. DE (1856): Le terrain de la ligne ferrée de Lausanne au lac de Bret examiné sous le rapport géologique. Lettre au Conseil fédéral et au Conseil d'Etat du canton de Fribourg. – Impr. Marchand, Fribourg.
- VOLLMAYR, TH. (1983): Temperaturenmessungen in Erdölbohrungen der Schweiz – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 49/116, 15–27.
- WEIDMANN, M. (1969): Le mammoth de Praz-Rodet (Le Brassus, Vaud). Note préliminaire. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 70/6 (331), 229–240.
- (1974): Sur quelques gisements de vertébrés du Quaternaire du canton de Vaud. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 72/1 (344), 9–18.
- (1977): Minéralisations uranifères dans les ossements de vertébrés de la Molasse. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 73/3 (351), 305–308.

- WEIDMANN, M., HOMEWOOD, P. & FASEL, J.-M. (1982): Sur les terrains subalpins et le Wildflyschtal entre Bulle et Montreux. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 76/2 (362), 151–183.
- WEIDMANN, M. & REICHEL, M. (1979): Traces de pattes d'oiseaux dans la Molasse suisse. – *Eclologiae geologicae Helveticae* 72/3, 953–973.
- ZOLLIKOFER, T. (1852): Etudes géologiques aux environs de Lausanne. (Travail de concours académique manuscrit, 38 p., 11 pl. et carte géol.). – Archives Musée géol. Lausanne. [Résumé par MORLOT, A. (1853) dans: Bull. Séances Soc. vaud. Sci. nat. 3 (29), 204–210].

LISTE DES CARTES¹⁾

Cartes topographiques

1222-1224	}	Feuilles de la Carte nationale de la Suisse 1: 25 000
1242-1244		
1262-1264		
300-305	}	Feuilles de l'Atlas Siegfried 1: 25 000
302-307		

Cartes géologiques
(avec topographie)

a) *Publiées par la Commission Géologique Suisse et le Service hydrologique et géologique national*

Carte géologique générale de la Suisse 1: 200 000

Flle 5 Genève-Lausanne, 1948 (avec notice explicative, 1955).

Carte géologique de la Suisse 1: 100 000

Flle XI	Pontarlier-Yverdon (2 ^e édition), 1893.
Flle XII	Freyburg-Bern, 1879.
Flle XVI	Genève-Lausanne (2 ^e édition), 1899.
Flle XVII	Vevey-Sion, 1883.

Atlas géologique de la Suisse 1: 25 000 (feuilles adjacentes)

N ^o 5	Mont-la-Ville-La Sarraz-Montricher-Cossonay (AS 300-303), 1935 (par W. CUSTER et D. AUBERT).
N ^o 17	Vallée de Joux (AS 288, 297 ^{bis} -299 + annexes 291 + 300), 1941 (par D. AUBERT).
N ^o 47	Montreux (CN 1264), 1965 (par H. BADOUX).
N ^o 62	Morges (CN 1242), 1972 (par J.-P. VERNET).

Cartes géologiques spéciales

N ^o 9	Carte géologique du Pays d'Enhaut vaudois, 1: 50 000, 1887 (par H. SCHARDT).
N ^o 68	Carte géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes (Préalpes vaudoises), 1: 25 000, 1912 (par A. JEANNET).
N ^o 92	Carte géologique des environs de Vallorbe (Jura suisse), 1: 25 000, 1921 (par A. B. T. NOLTHENIUS).
N ^o 99	Carte géologique des Préalpes entre Montreux et le Moléson et du Mont Pèlerin, 1: 25 000, 1922 (par E. GAGNEBIN).

¹⁾ La carte d'assemblage s'y rapportant se trouve dans la légende de la feuille Lausanne, en haut à gauche.

b) *Non publiées par la Commission Géologique Suisse ou par le Service hydrologique et géologique national*

Carte géologique de la France 1: 80 000

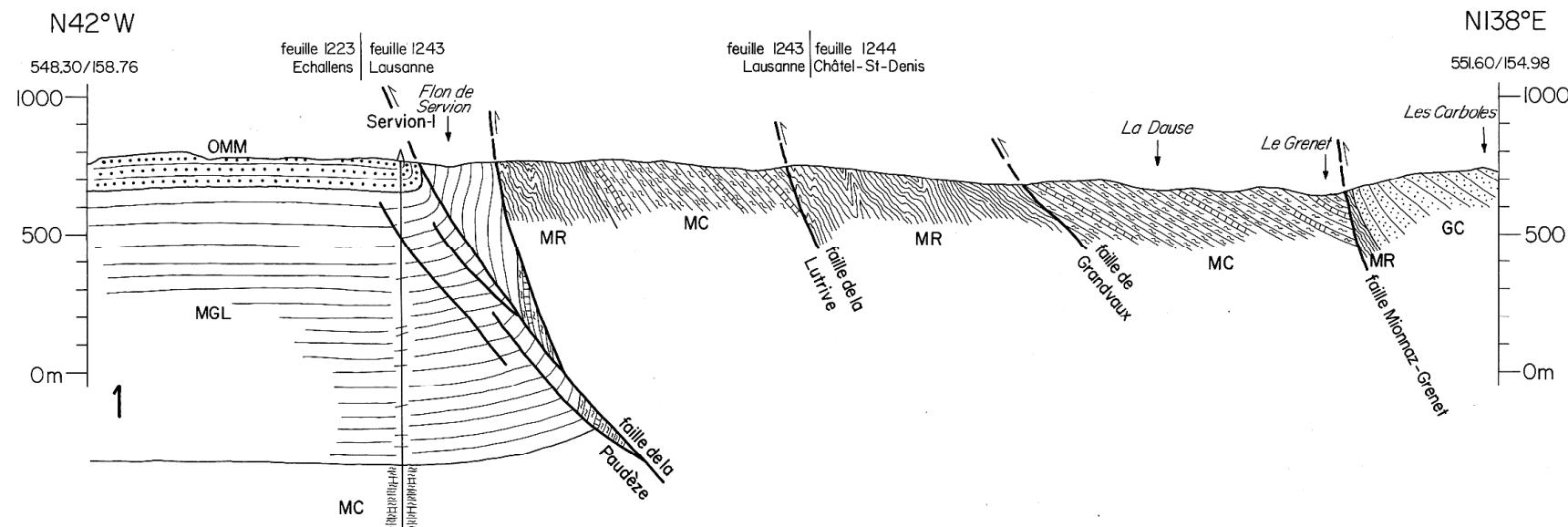
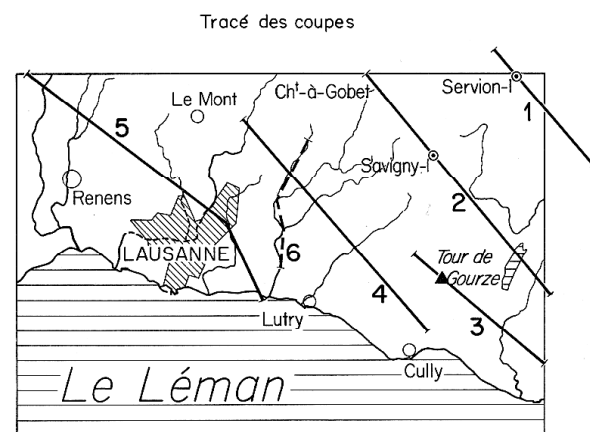
Flle 139 Pontarlier (2^e édition), 1964.
 Flle 150 Thonon (2^e édition), 1950.

Carte géologique de la France 1: 50 000

Flle XXXIV-26 Mouthe (n^o 583), 1964.
 Flle XXXV-XXXVI-28 Thonon-Châtel (n^o 630), 1965.

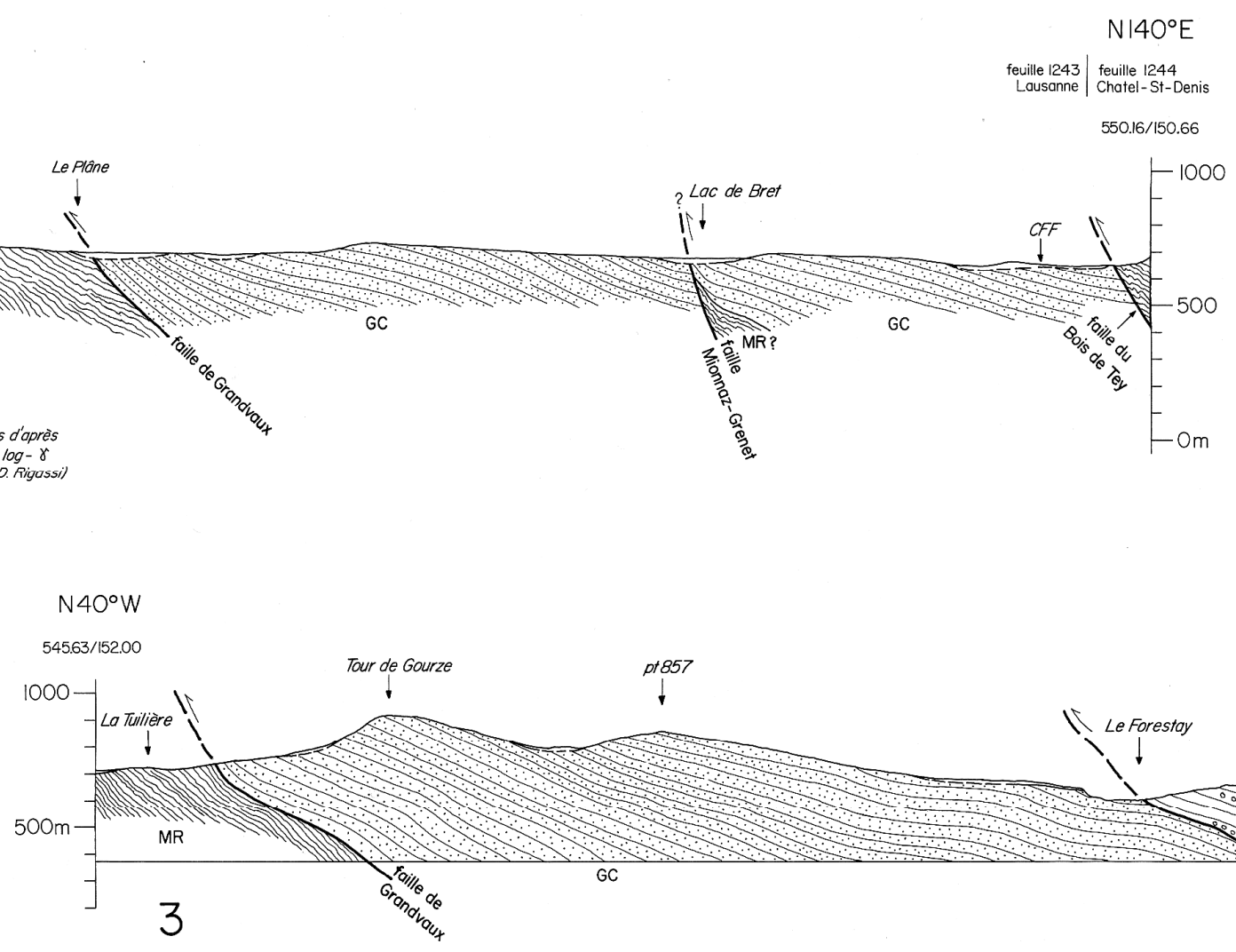
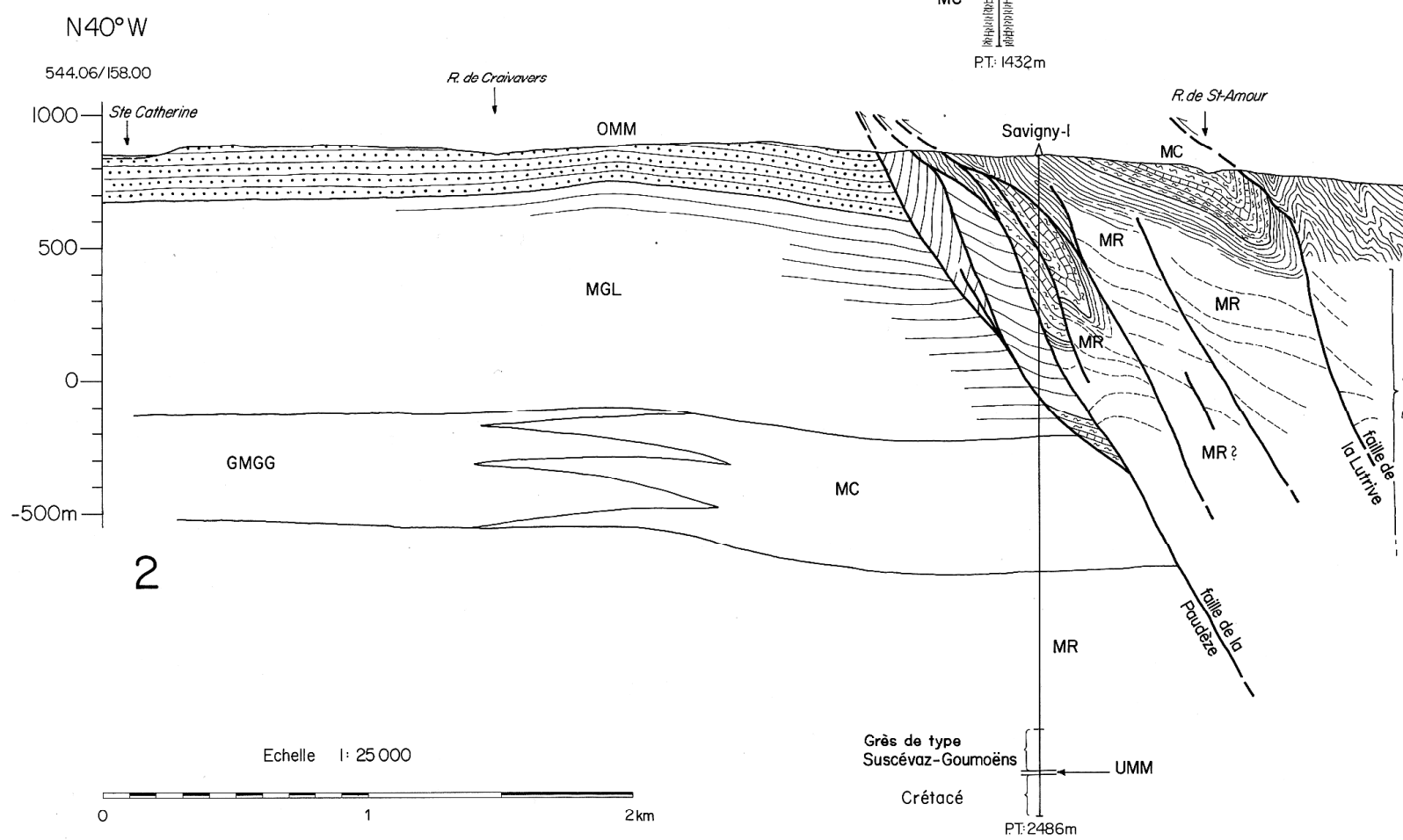
Autres publications (depuis 1900)

- H* HENNY, G.: Carte géologique des environs de Montreux, 1: 25 000. Dans: La géologie des environs de Montreux. – Bull. Lab. Géol. etc. Univ. Lausanne 23, 1918.
- J₁* JACCARD, F.: Carte géologique des environs de Savigny, 1: 25 000. Dans: BIERMANN, CH.: Le Jorat. Esquisse géographique. – Bull. Soc. neuchât. Géogr. 20, 5–116, 1910.
- J₂* JACCARD, F.: Carte géologique des environs de Corcelles-le-Jorat, 1: 25 000. Dans: BIERMANN, CH.: Le Jorat. Esquisse géographique. – Bull. Soc. neuchât. Géogr. 20, 5–116, 1910.
- M* MAUVE, C. C.: Geologische Karte des Molésongebietes, 1: 25 000. In: Geologische Untersuchungen im Molésongebiet. – Eclogae geol. Helv. 16, 374–455, 1921.
- P* PARRIAUX, A.: Broye Hydrogéologie: Carte hydrogéologique, 1: 25 000. Dans: Contribution à l'étude des ressources en eau du bassin de la Broye. – Thèse EPF-Lausanne 393, 1981.

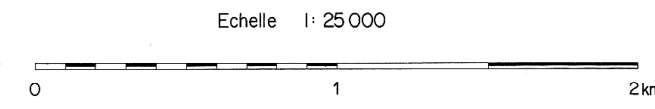


Coupes géologiques à travers la région de la feuille Lausanne (I)

par
Marc Weidmann



- | | | |
|---------------------------|------------------------------|----------------------------------------|
| | Quaternaire | |
| Molasse du Plateau | | |
| OMM | Molasse marine supérieure | } Molasse d'eau douce inférieure (USM) |
| MGL | Molasse grise de Lausanne | |
| GMGG | Grès et marnes gris à gypse | |
| MC | Molasse à charbon | |
| MR | Molasse rouge | |
| UMM | Molasse marine inférieure | |
| Molasse subalpine | | |
| MGL | Molasse grise de Lausanne | |
| MC | Molasse à charbon | |
| GC | Grès de la Cornalle | |
| PP | Poudingues du Mont - Pèlerin | |
| MR | Molasse rouge | |



Grès de type
Suscévaz-Goumoëns
Crétacé
PT: 2486m

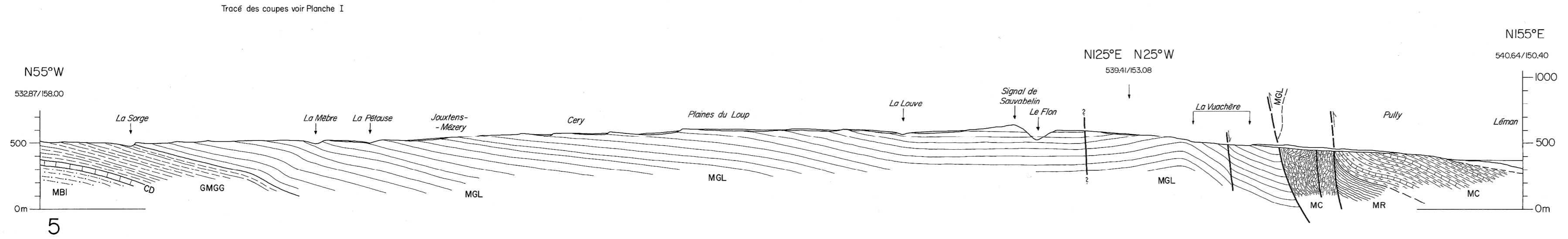
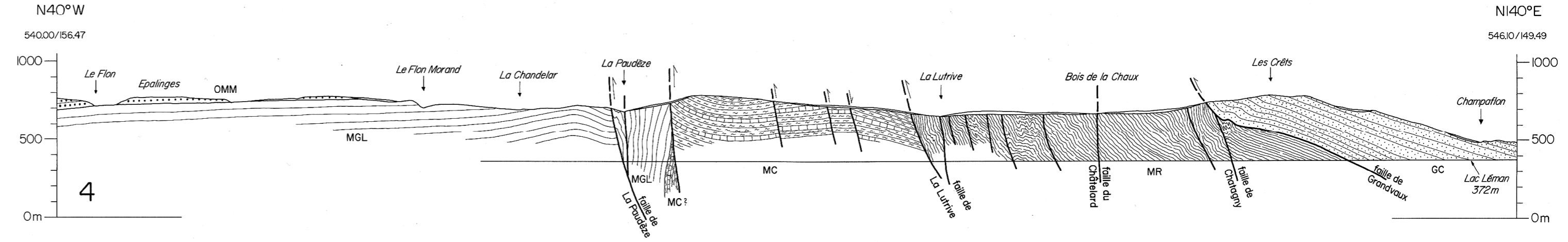
Coupes géologiques à travers la région de la feuille Lausanne (II)

par
Marc Weidmann

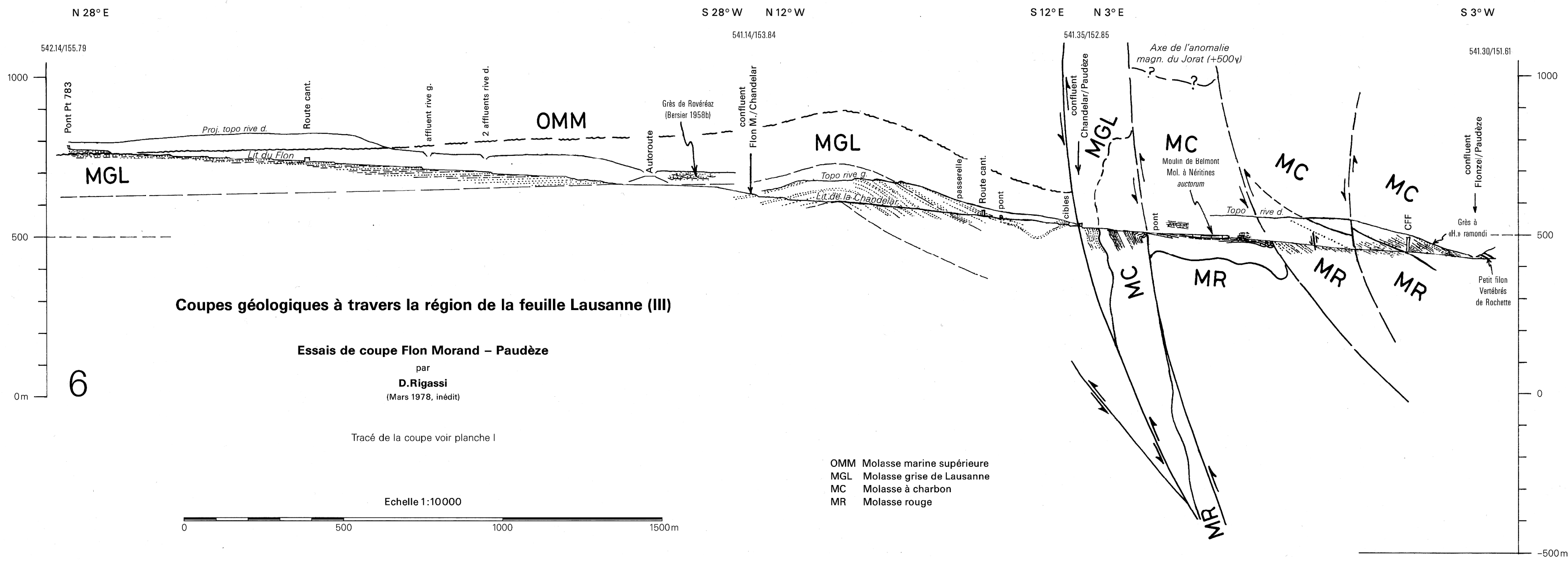
Echelle 1:25000



Tracé des coupes voir Planche I



- | | |
|----------------------------------------|------------------------------|
| | Quaternaire |
| Molasse du Plateau | |
| OMM | Molasse marine supérieure |
| MGL | Molasse grise de Lausanne |
| GMGG | Grès et marnes gris à gypse |
| CD | Calcaires et dolomies |
| MBI | Marnes bariolées inférieures |
| } Molasse d'eau douce inférieure (USM) | |
| Molasse subalpine | |
| MGL | Molasse grise de Lausanne |
| MC | Molasse à charbon |
| GC | Grès de la Cornalle |
| MR | Molasse rouge |



Coupes géologiques à travers la région de la feuille Lausanne (III)

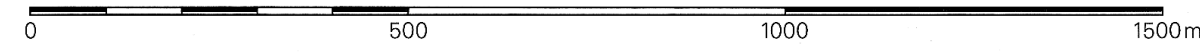
Essais de coupe Flon Morand – Paudèze

par
D. Rigassi
(Mars 1978, inédit)

Tracé de la coupe voir planche I

Echelle 1:10000

- OMM Molasse marine supérieure
- MGL Molasse grise de Lausanne
- MC Molasse à charbon
- MR Molasse rouge



6