

Geologischer Atlas der Schweiz Atlas géologique de la Suisse

1:25 000

Feuille:

1244 Châtel-St-Denis

Topographie: Carte nationale de la Suisse 1 : 25 000

(Feuille 92 de l'Atlas)

Notice explicative

par

MARC WEIDMANN

Avec 2 planches

1993

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

PRÉFACE

La publication de la feuille Châtel-St-Denis de l'Atlas géologique de la Suisse 1:25'000 est à placer dans le prolongement naturel de la sortie de presse de la feuille Lausanne (N°85) qui la jouxte à l'ouest, achevant ainsi la couverture du Lavaux et de la Riviera vaudoise avec la feuille Montreux (N°47) qui lui est jointive au sud.

En 1976, Monsieur le D^r M. Weidmann entreprit bénévolement, dans le cadre de ses activités de chercheur, des levés géologiques sur la feuille Châtel-St-Denis, soutenu dès 1978 par la Commission Géologique Suisse. En décembre 1986, le Service hydrologique et géologique national - qui entre-temps s'était vu confier les tâches de cartographie géologique jusqu'alors assumées par la Commission Géologique Suisse - mandata M. M. Weidmann d'achever rapidement les levés encore manquants de cette feuille et, en s'appuyant sur les nombreux documents existants, d'en établir une minute originale ainsi que la présente Notice explicative. La carte nous fut remise en mars 1989 pour être donnée à l'impression en décembre 1989.

Si le raccord de la feuille Châtel-St-Denis avec la feuille Lausanne est sans problème, l'évolution des connaissances et les nouvelles données chronostratigraphiques, en particulier dans le Jurassique de la nappe des Préalpes médianes, nous ont contraints consciemment à renoncer à une transition parfaitement harmonieuse avec la feuille Montreux.

Le Service hydrologique et géologique national exprime sa reconnaissance à l'ensemble des auteurs qui ont bien voulu mettre leurs levés à sa disposition (voir la petite carte de répartition des levés au bas de la feuille d'Atlas) et en particulier à M. M. Weidmann pour son immense travail de compilation et de coordination. Nous tenons à remercier toutes les personnes 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 permettre aux auteurs d'accéder à de nombreuses données inédites.

Septembre 1992

Service hydrologique et géologique national

TABLE DES MATIÈRES

Préface	2
Introduction	4
Stratigraphie	6
Molasse subalpine	6
Molasse marine inférieure — UMM	6
Molasse d'eau douce inférieure — USM	9
Ultraschiste	13
Jurassique	14
Crétacé-Eocène	15
Wildflysch du Gros Plané	17
Nappe des Préalpes médianes	18
Trias	18
Jurassique	20
Crétacé-Eocène	24
Nappe du Gurnigel	26
Quaternaire	28
Pléistocène	28
Holocène	31
Archéologie	35
Tectonique	36
Molasse subalpine	36
Ultraschiste	39
La zone du Gros Plané	40
Nappe des Préalpes médianes	41
Nappe du Gurnigel	42
Séismicité	43
Matières premières exploitables	43
Hydrogéologie	46
Bibliographie	48
Cartes géologiques publiées	55

INTRODUCTION

Le territoire de la feuille 1244 Châtel-St-Denis a déjà fait l'objet d'une cartographie géologique: l'admirable carte de GAGNEBIN (1922a), épuisée depuis de nombreuses années, qui n'avait malheureusement pas été accompagnée par le texte explicatif annoncé pourtant par son auteur (GAGNEBIN 1924, p. 3), mais vraisemblablement jamais rédigé; nous connaissons la table des matières de cette monographie en VIII parties: elle figure dans l'«Avertissement» précédant la V^e partie, la seule que nous possédons, car elle fut présentée comme thèse par E. Gagnebin en 1920.

La présente feuille de l'Atlas reprend, entièrement ou partiellement, des levés dont les auteurs sont mentionnés sur la petite carte de répartition (angle inférieur gauche de la feuille). On a en outre utilisé les levés suivants, conservés par les Instituts de géologie des Universités de Lausanne et de Fribourg ou aimablement mis à disposition par leurs auteurs:

- *J. von der Weid* (1961): Préalpes médianes entre Veveyse de Fégire et Moléson.
- *A. Gross* (1958): Préalpes médianes entre le vallon d'Orgevaux et la Capeau-Moine.
- *A. Parriaux* (1981): Quaternaire du secteur Palézieux-Oron.
- *R. Arn* (1982): Quaternaire de la basse Veveyse de Fégire.
- *A. Pugin* (1985): Quaternaire de la Grande Citard.

La compilation et l'harmonisation de toutes ces données disparates ont soulevé bien des problèmes et auraient nécessité davantage de cartographie nouvelle que ne l'ont autorisé les circonstances. Les solutions proposées sur la carte sont parfois des compromis peu satisfaisants.

J'ai bénéficié de l'aide, des avis critiques et des encouragements de nombreux collègues parmi lesquels je tiens à citer J.-P. Berger, B. Engesser, J.-H. Gabus, P. Homewood, L. Jemelin, M. Mettraux, R. Plancherel, A. Pugin, C. Python et D. Rigassi.

La feuille Châtel-St-Denis est située au front des Préalpes; elle s'étend sur plusieurs unités tectoniques superposées.

Au nord-ouest et à la base de l'édifice, la Molasse subalpine est organisée en une série d'écaillés charriées, isoclinales et en position normale au nord-ouest, replissées et plus complexes au sud-est (HOMEWOOD et al. 1986). L'écaille molassique la plus interne ne comprend que la Formation de Cucloz, d'âge oligocène inférieur (à moyen?), dans laquelle sont venus se sédimenter les olistostromes, puis les vastes olistolithes, dont la patrie généralement admise serait le domaine ultrahelvétique.

La nappe du Flysch du Gurnigel, d'origine ultrabriançonnaise, vient s'appuyer contre et derrière les terrains ultrahelvétiques, après avoir passé par-dessus le domaine de la nappe des Préalpes médianes plastiques. Cette dernière chevauche le coussinet encore énigmatique du Wildflysch du Gros Plané et occupe la partie sud-est de la feuille avec ses écailles frontales isoclinales ou ses replis serrés.

Rappelons que, pour les anciens auteurs, le terme de «Préalpes externes» désignait les terrains ultrahelvétiques d'âges jurassique et crétacé, ainsi que le flysch tertiaire du Gurnigel, qui était considéré comme leur couverture stratigraphique normale, ce qui s'est révélé inexact. Il est en conséquence préférable de ne plus employer ce terme de «Préalpes externes».

Quelques articles de la présente notice explicative, concernant la Molasse subalpine et le Quaternaire, pourront être utilement complétés par les articles homologues publiés dans la notice explicative de la feuille 1243 Lausanne (WEIDMANN 1988) et dans le Lexique stratigraphique de la Molasse (HABICHT 1987).

STRATIGRAPHIE

MOLASSE SUBALPINE

Molasse marine inférieure — UMM

(Oligocène inférieur-moyen)

Rappelons que ces terrains furent, totalement ou partiellement, longtemps qualifiés de «flysch» et ensuite de «molasse à faciès flysch» (GAGNEBIN 1939).

o₁

Formation de Cucloz (Oligocène inférieur-moyen?)

(GAGNEBIN 1920, p. 28; LOMBARD 1937; MORNOD 1946, p. 145; WEIDMANN et al. 1982, p. 161; LATELTIN 1988)

Epaisse série détritique qui comprend trois faciès, dont les relations ne sont pas claires sur la feuille Châtel-St-Denis à cause des écaillages et replis:

1. «Marnes gris souris» (CORMINBOEUF 1959): marnes finement litées grises et laminites de grès fins ou de silts déposés par des courants de turbidité de basse densité. Epaisseur environ 50 m.
2. «Schistes marno-micacés»: marnes silteuses et intercalations de turbidites de grès fins, avec séquences incomplètes, nombreuses figures de base de banc, dépôt sous le niveau d'action des vagues. Epaisseur: plus de 150 m.
3. «Grès de Cucloz» (syn.: «Grès du Val d'Illiez»): grès moyens ou grossiers, parfois conglomératiques, gris verdâtre, à débris notamment andésitiques et ophiolithiques (VUAGNAT 1943), généralement chenalisés, mais aussi en dépôts de lobes turbiditiques. Ce faciès a été distingué sur la carte. Epaisseur: environ 30 m (?).

Le spectre des minéraux lourds de la Formation de Cucloz est nettement dominé par l'apatite, accompagnée de la tourmaline et du zircon, le spinelle et la staurotite étant accessoires (H. Maurer, Berne: analyses inédites). Des spectres comparables, mais légèrement différents ont été trouvés plus au nord par VERNET (1964) et plus à l'est par DIEM (1986).

Le milieu de dépôt de la Formation de Cucloz est situé entre quelques dizaines et quelques centaines de mètres de profondeur; il s'agit d'un front de delta.

A part des branches et même quelques troncs charbonneux, la Formation de Cucloz n'a livré que des microfossiles qui sont presque tous remaniés, d'où la difficulté d'une datation précise; les âges les plus jeunes trouvés jusqu'ici sont

NP 21–22 pour le nannoplancton, P 19–20 pour les foraminifères planctoniques ou encore «Paläogen-Zone» 19–20a pour les palynomorphes. L'âge de la Formation de Cucloz serait donc oligocène inférieur (à probablement moyen).

La localité-type de la Formation de Cucloz se trouve sur la feuille Châtel-St-Denis, coord. 557.8/148.6 (WEIDMANN et al. 1982, fig. 6); c'est une carrière abandonnée. Ce toponyme a disparu de la carte nationale au 1:25'000, alors qu'il figurait sur l'ancienne carte Siegfried.

La base de la formation est systématiquement occultée par un plan de chevauchement; son sommet est souligné par l'arrivée dans le bassin des olistostromes de la Formation du Wildflysch subalpin.

f_w **Formation du Wildflysch subalpin** (Oligocène moy. probable) (WEIDMANN et al. 1982, p. 54–61)

Ensemble chaotique non stratifié comprenant une matrice broyée marno-silto-argileuse sombre et des éléments hétérogènes de toutes tailles (du mm au km). La matrice tendre n'affleure que très rarement. Les éléments se rattachent soit au Flysch du Gurnigel, soit à l'Ultrahelvétique. Les nannoflores les plus jeunes isolées jusqu'ici dans les termes marno-argileux datent de l'Eocène supérieur (NP 19–20). Un bel affleurement, facilement accessible, se trouve à Chantemerle/Blonay, à la limite méridionale de la feuille (559.00/145.91; WEIDMANN et al. 1982, pl. 1).

Les premiers olistostromes, sous forme de coulées boueuses à galets et blocs, sont nettement interstratifiés dans le sommet de la Formation de Cucloz et sont encore peu épais: par exemple ruisseau de la Denève (558.70/148.90) ou Veveyse de Fégire (559.45/151.40; MORNOD 1946, p. 151; CORMINBOEUF 1959, p. 285 et 289). Viennent ensuite les olistolithes de très grande taille: par exemple Bois Dévin – Pré au Chable à l'ouest des Pléiades (WEIDMANN et al. 1982, fig. 3, 4, 5), Veveyse de Châtel (MOREL 1980, p. 179–182). La masse principale de l'Ultrahelvétique se met en place pour finir en tant que méga-olistolithe.

L'âge du Wildflysch subalpin devrait donc être celui du sommet de la Formation de Cucloz: probablement début de l'Oligocène moyen.

o₂ **Formation de Valruz** (Oligocène moyen, Rupélien) (DE GIRARD 1900; MORNOD 1949, p. 52–56; WEIDMANN et al. 1982, p. 167–173; DIEM 1986, Tab. 1)

La subdivision en trois membres de la Formation de Valruz par MORNOD (1949) n'est pas retenue ici, car le Membre supérieur (= «Couches de passage» de MORNOD = «Untere Cyrenenschichten» de Bavière) présente un faciès lacustre ou éventuellement un peu saumâtre qui n'a pas sa place dans l'UMM, mais qui se situe tout naturellement à la base de l'USM. Nous avons donc les deux membres suivants:

- A la base, les *Marnes de Vaulruz* (o_2): marnes micacées grises plus ou moins silteuses et (ou) carbonatées, à laminations parallèles, souvent bioturbées, livrant des ostracodes saumâtres et parfois d'eau douce, ainsi que des petites cyrènes; intercalations de grès fins = sables de tempêtes. Epaisseur: environ 300 m. Milieu de dépôt: plateforme protégée, dont la profondeur dépassait à peine le niveau d'action des vagues. Les «Marnes à Cyrènes» (Veveyse de Fégire, GAGNEBIN 1922b) et les «Couches intermédiaires» (Veveyse de Châtel, MOREL 1980) font partie des Marnes de Vaulruz.
- Au sommet, les *Grès de Vaulruz* (o_{2g}): grès calcaires fins à moyens, en bancs métriques avec stratification oblique tabulaire ou en auge, rides de vagues et de courant. Epaisseur: 20–30 m. Milieu de dépôt de haute énergie: plage-barrière sableuse accumulée sous l'effet de la houle. Les grès exploités anciennement «Es Corailles» (toponyme et carrière ont disparu: très approximativement coord. 559.5/156.6) ont livré des cyrènes et des cardiidés (coll. Renevier, Musée géol. Lausanne; voir aussi MORNOD 1946, p. 148).

Le spectre des minéraux lourds des Grès de Vaulruz (FÜCHTBAUER 1964; VERNET 1964; H. Maurer, comm. personnelle) diffère peu de celui de la Formation de Cucloz: dominance de l'apatite, mais augmentation des spinelles et de la staurotide. Ce spectre est rattaché par DIEM (1986) à sa «Vaulruz-Schüttung». Par contre, la pétrographie des Grès de Vaulruz est très différente de celle des Grès de Cucloz (VUAGNAT 1943).

Les Grès de Vaulruz sont datés par mammifères du niveau MP 22. Les ostracodes saumâtres des Marnes de Vaulruz sont attribués au Rupélien, alors que les nannoflores les plus jeunes déterminées jusqu'ici (Veveyse de Fégire, 558.77/151.36) ne dépassent pas la biozone NP 21, un âge certainement trop ancien, basé sur des microfossiles remaniés.

Sur la feuille Châtel-St-Denis, la base et le sommet de la Formation de Vaulruz sont des plans de chevauchement. Les affleurements sont toujours très médiocres: colline de Montabliet (559/156), coude de la Veveyse de Fégire (558.75/151.40). Dans la Veveyse de Châtel et sur le chemin de Prautey, les pointements étudiés pour la dernière fois par MOREL (1980) ne sont plus visibles.

Molasse d'eau douce inférieure — USM

(Oligocène supérieur – Miocène inférieur)

o₃

Molasse rouge de la Veveyse (Chattien inférieur)

(MORNOD 1949, p. 43–44; WEIDMANN et al. 1982, p. 174–176)

Surtout marnes silteuses rouges ou bariolées, à laminations ou bioturbées, et grès soit argilo-silteux fins, en bancs décimétriques à laminations planes, soit plus grossiers et chenalisés avec stratifications obliques ou en auges. De rares niveaux de poudingues, eux aussi chenalisés, identiques à ceux du Mt-Pèlerin, existent en secteur proximal (par exemple: Veveyse 556.2/148.0; Blonay 558.2/146.0). En secteur plus distal (Granges-Veveyse 552.4/153.1 ou 553.5/152.7), s'observent d'importants bancs de grès grossiers à stratifications obliques.

Le spectre des minéraux lourds est caractérisé, entre la Veveyse et la Baye de Clarens, par des proportions à peu près égales de spinelle, tourmaline et apatite (= «Val d'Illiez-Schüttung»); vers la confluence des Veveyses et en secteur plus distal, la staurotide apparaît et peut atteindre 20% (= «Fribourg-Schüttung», MAURER 1983).

Le milieu de dépôt est fluvial avec grès grossiers en chenaux, grès fins de levée et de «crevasse splay», marnes et silts de plaine d'inondation et de lacs temporaires.

Le caractère très oxydant du milieu de dépôt et (ou) de diagenèse n'a pas favorisé la conservation des fossiles: quelques gisements de feuilles, notamment de palmiers dans la région veveysanne, témoignent d'un climat chaud et relativement humide (HANTKE 1984; BERGER 1989). Au sommet de la formation, juste sous les Poudingues du Mont-Pèlerin, la Molasse rouge a livré des charophytes de la Zone à *Microcera* ou à *Unger*, ainsi que des micromammifères se situant entre les niveaux de Oensingen-Ravellen et de Wynau-1, ce qui correspond aux biozones MP26–MP27 inf. (ENGESSER et al. 1984: profil du Bois de Tey, localité 14.2, 551.96/152.32; ENGESSER 1990: Mont Chesau–Comba Losanna, 552.18/152.45).

L'épaisseur de la formation est d'environ 800 m au nord-ouest de la feuille (écaïlle de Lutry, voir la feuille 1243 Lausanne), où l'on observe son sommet: passage stratigraphique aux formations des Grès de la Cornalle ou de la Molasse à charbon. En secteur plus proximal, au pied du Mont-Chesau (551.8/151.9) et dans la Broye (556.9/155.3), on voit, toujours à son sommet, le passage aux Poudingues du Mont-Pèlerin. Dans la région veveysanne, par contre, le sommet de la formation est un plan de chevauchement et son épaisseur devrait y dépasser 1000 m. La base de la Molasse rouge n'est pas visible sur la feuille Châtel-St-Denis.

o₃**Poudingues du Mont-Pèlerin** (Chattien inférieur-supérieur?)

(FAVRE & SCHARDT 1887; TRÜMPY & BERSIER 1954; FASEL 1986)

Alternance de bancs de conglomérat latéralement très continus, épais de 1 à 10 m, de marnes silteuses bariolées ou gris-beige et de grès argileux en couches minces. Des grès grossiers épais à stratification tabulaire oblique ou en auges sont présents surtout à la base de la formation, en position distale et médiane: ce sont les «Grès d'Attalens» (voir HABICHT 1987, p. 18). Les conglomérats ne représentent volumétriquement que 30–50% de la formation, mais ils sont souvent seuls à affleurer. On note d'assez fréquents niveaux palustres riches en matière organique et quelques horizons charbonneux: Jongny (554.12/147.57), Nant (env. 554.8/147.7), Les Espersiers (556.20/149.90), Grande Cierne (555.94/150.50), ainsi que celui des Monts-de-Corsier qui fut exploité (556.72/149.60; voir plus loin sous «Matières exploitables»).

L'analyse des conglomérats (TRÜMPY & BERSIER 1954) et de leurs structures sédimentaires (FASEL 1986) révèle une géométrie d'épandage fluvial en éventail, avec un drainage radial par des rivières tressées. La pente était comprise entre 15 m/km en secteur proximal et 5 m/km à l'ouest et au nord de l'aire d'épandage, dont une bonne partie nous est cachée par le jeu encore mal connu des décrochements et chevauchements. Sur le cône, les aires conglomératiques devaient alterner avec des étendues boisées et temporairement inondées, et avec des lacs et marais à pH acide.

Les galets ont un diamètre moyen de 4–5 cm et dépassent exceptionnellement 20 cm. Leur composition varie peu d'un point à l'autre de la formation, en moyenne:

Calcaires siliceux, spongolites, silex	66.7%
Grès et conglomérats (flysch)	24.8%
Dolomies	5.6%
Calcaires divers	2.5%
Cristallin et divers	0.4%

La quasi-totalité des galets provient du flysch grés-conglomératique de la Mocausa et des olistolithes 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», branche latérale méridionale de la «Fribourg-Schüttung» de MAURER (1983, p. 46).

Les empreintes de feuilles ne sont pas rares dans les termes marno-silteux de la formation; deux gisements riches sont signalés sur la feuille Châtel-St-Denis: Saint-Saphorin (550.70/147.80 env.; GAUDIN 1859) trouvé lors de la construction de la ligne de chemin de fer, et Ogoz (550.90/147.46; BURRI & BERSIER 1972, p. 22) trouvé lors de la construction de l'autoroute N9. Les associations végétales déterminées dans ces deux gisements indiquent une température

annuelle moyenne supérieure à 17° et une paléoaltitude de 300 à 800 m (BERGER 1988, 1989).

BAUMBERGER (1931) mentionne quatre espèces de mollusques provenant de Châtel-St-Denis et qui indiquent un âge chattien-aquitainien.

Les gisements de micromammifères sont rares dans les Poudingues du Pèlerin:

- Bois de Tey, localités 14.5 et 14.7, 551.43/151.41, sur la limite inférieure des Poudingues du Mont-Pèlerin et en position distale (ENGESSER et al. 1984): niveau de Wynau-1 = MP27.
- Bellières, 558.52/152.375, peut-être vers le milieu de la formation (ENGESSER 1990): niveau de Wynau-1 = MP27.
- En Montet, 554.02/147.97, dans la klippe chevauchante (ENGESSER et al. 1984): depuis le niveau de Wynau-1 jusqu'à celui de Boningen = MP27.
- Veveyse de Fégire, 558.50/151.05, base apparente de la formation et en position proximale (ENGESSER et al. 1984): depuis le niveau de Wynau-1 jusqu'à celui de Boningen = MP27.

Ces résultats sont encore peu nombreux et provisoires; s'il est donc possible que les Poudingues du Pèlerin datent dans leur totalité du Chattien inférieur, comme l'ont proposé VERNET (1964) et FASEL (1986), on ne peut cependant exclure que leur sédimentation ait duré pendant tout l'Oligocène supérieur et peut-être même plus longtemps encore, puisque leur sommet n'est pas connu. Pour la même raison, l'épaisseur des Poudingues du Mont-Pèlerin ne peut qu'être estimée: au moins 700 m au Mont-Pèlerin et peut-être plus du double vers Châtel-St-Denis.

o_{3g} Grès de la Cornalle (Chattien supérieur)

(MATTER et al. 1980; FASEL 1986)

Alternance de marnes plus ou moins silteuses, souvent bariolées et bioturbées, et de bancs gréseux rarement très épais (en moyenne 1–4 m). Les grès sont en général fins; les grès grossiers microconglomératiques, présents sur le territoire de la feuille Lausanne, sont rares plus au nord-est. Les marnes sombres sont courantes et livrent des fossiles tant lacustro-palustres (poissons, ostracodes, charophytes) que terrestres (mammifères, reptiles, feuilles). Le milieu de dépôt est celui d'un système fluvial à méandres (FASEL 1986).

Le spectre des minéraux lourds se rattache encore à la «Mont-Pèlerin-Schütting» (MAURER 1983).

Les Grès de la Cornalle, épais d'environ 1000 m, ne sont pas bien datés sur la feuille Châtel-St-Denis; une seule localité (lit de la Broye, 556.835/155.23) a livré jusqu'ici des dents de micromammifères qui permettent de donner une date: niveau de Boningen = MP27. Rappelons que la partie supérieure de la for-

mation, dans la localité-type, est datée du niveau de Rickenbach = MP 29 (ENGESSER et al. 1984).

Le passage latéral et (ou) vertical des Grès de la Cornalle à la Molasse à charbon se situe, en principe, à l'apparition des lits de charbon «exploitable» et de fréquents bancs de calcaire lacustre. Cette limite ne peut être tracée avec certitude que si l'on dispose de bons affleurements continus qui permettent d'observer, en plus des grès durs généralement seuls affleurants, les marnes tendres et les charbons. De tels affleurements sont rares et c'est pourquoi le tracé de la limite sur la carte est souvent hypothétique, dicté par la présence ou l'absence d'anciennes mines de charbon.

o_{3c} Molasse à charbon (Chattien supérieur)
(FAVRE & SCHARDT 1887; FASEL 1986)

Ensemble marno-gréseux de teinte généralement sombre, grise ou beige, très rarement bariolé. Les grès sont le plus souvent peu épais, fins à moyens, rarement ravinants et de faible extension latérale. Les calcaires lacustres sont courants, épais de 2–40 cm. Très souvent associés aux calcaires, les filons de charbon sont très minces (moins de 20 cm); ils atteignent exceptionnellement 50 cm dans le secteur nord-est de la Mionne. L'extension latérale des couples calcaire/charbon dépasse parfois 5 km (BERSIER 1951). Les minéraux lourds rattachent la Molasse à charbon des secteurs de la Mionne et d'Oron au domaine de la «Mont-Pèlerin-Schüttung» (MAURER 1983, p. 45).

Les fossiles sont abondants et bien conservés; ce sont, pour la plupart, des formes aquatiques qui montrent que le milieu de sédimentation n'est jamais profond (quelques mètres) et que l'eau est douce, à pH alcalin, avec parfois des épisodes légèrement saumâtres. Selon FASEL (1986), les milieux de dépôt sont presque entièrement lacustres et palustres et la productivité végétale est abondante. L'apport détritique est le fait de quelques chenaux fluviaux subaquatiques mineurs.

Aussi bien dans le secteur d'Oron que dans celui de la Mionne, l'épaisseur de la Molasse à Charbon semble atteindre 1400 m et les travaux miniers n'ont pas révélé de redoublement par replis ou chevauchement. Dans les deux bassins miniers, la formation est datée, vers sa base du niveau de Fornant 6 = MP 28, et vers son sommet du niveau de Küttigen = MP 30 (FASEL 1986, fig. 8).

Voir aussi le chapitre «Matières premières exploitables».

m₁ Molasse grise de Lausanne (Aquitanien)
(NECKER 1841, p. 454; BERSIER 1958a, 1958b)

La Molasse grise de Lausanne n'affleure que dans l'angle nord-ouest de la feuille, coincée entre l'accident du Parimbot et le chevauchement de la Lutrive.

Seuls des grès calcaires moyens sont visibles. Quelques centaines de mètres au nord de la limite de la feuille Châtel-St-Denis, dans le ruisseau de Vuibroye, de bons affleurements sont décrits et datés par BUCHER (1985) du niveau de Forant 11 = MN 1.

Molasse sous faible couverture

Désigne les surfaces dans lesquelles la molasse est «subaffleurante», recouverte seulement de ses produits d'altération in situ, parfois mêlés à une mince pellicule de moraine argileuse ou graveleuse. L'épaisseur de cette couverture ne devrait pas dépasser 1m, mais ce n'est là qu'une indication assez approximative.

ULTRAHELVÉTIQUE

Nommé aussi Préalpes bordières par GAGNEBIN (1924), ce complexe comprend des écaïlles, olistolithes ou diverticules (ces derniers nommés «nappes» par les anciens auteurs), dont la patrie est très généralement supposée être dans le domaine sud- ou ultrahelvétique. Leur mise en place par glissements sous-marins, olistostromes et coulées boueuses dans le bassin nord-helvétique (dit aussi subalpin ou encore bassin molassique de l'UMM) serait diachrone et viendrait progressivement sceller ce bassin au cours de l'Oligocène inférieur (à moyen?) (LATELTIN 1988); mais ce scénario n'est pas fondé sur des datations paléontologiques irréfutables. Sur la feuille Châtel-St-Denis, on constate clairement l'arrivée des olistostromes et olistolithes ultrahelvétiques (= Formation du Wildflysch préalpin) dans la partie supérieure de la Formation de Cucloz. HOMEWOOD (1976) et ANATRA (1986) ont comparé les terrains ultrahelvétiques présents dans les unités internes avec ceux des Préalpes bordières et en concluent que ces dernières se rattacheraient au Wildflysch de la Plaine Morte.

Dès 1966, RIGASSI a présenté de nombreux arguments qui vont à l'encontre de cette conception classique de l'origine ultrahelvétique des éléments mésozoïques contenus dans le Wildflysch subalpin. Pour lui, ces matériaux ne proviennent pas d'une source aussi interne, mais au contraire sont issus de la bordure nord d'une fosse nord-helvétique qui devait se situer approximativement sous le front alpin actuel.

Les terrains mésozoïques de l'Ultrahelvétique sont très fossilifères et ont, de ce fait, été étudiés depuis longtemps: plusieurs monographies paléontologi-

ques leur furent consacrées (OOSTER 1871; FAVRE 1876, 1877, 1880; SARASIN & SCHÖNDELMAYER 1901, 1902). Voir également l'historique des recherches dans GAGNEBIN (1924).

Plus récemment, on a recartographié le chaînon des Pléiades (WEIDMANN 1985) et le soubassement occidental du Niremont (MOREL 1980), dont la stratigraphie et la sédimentologie ont été révisées par ANATRA (1986). C'est la nomenclature lithostratigraphique de ce dernier auteur qui est reprise ici.

Jurassique

i_{4m} Marnes à nodules (Oxfordien inférieur)

Marnes schisteuses sombres, micacées, à petits nodules calcaires et (ou) pyriteux. Affleurent rarement, cachées par les éboulis de la paroi du Jurassique supérieur. Assez fréquentes ammonites de la Zone à *Mariae*. Epaisseur environ 40 m, souvent réduite tectoniquement. Passage graduel à:

i₄ Calcaires et Marnes (Oxfordien inférieur)

Alternance de calcaires marno-silteux et de marnes grises parfois bioturbées. Affleurent rarement. Quelques ammonites de la Zone à *Cordatum*, microfaune pauvre. Epaisseur 10–15 m.

i₅₋₈ Calcaires noduleux et Calcaires en petits bancs (Oxfordien moyen – Kimmeridgien/Tithonique moyen)

Pour des raisons d'échelle et de commodité cartographique, on a rassemblé sur la carte deux Formations bien distinctes sur le terrain:

Calcaires noduleux: en bancs minces, fortement bioturbés, avec de rares ammonites des Zones à *Plicatilis*–*Planula*. Oxfordien moyen–supérieur. Epaisseur environ 20 m.

Calcaires en petits bancs: épaisse série (60–70 m) de calcaires fins, en bancs de 10–20 cm, parfois à silex, avec quelques niveaux de calciturbidites granoclassées très légèrement quartzеuses. Les rares ammonites et la microfaune de cadosines indiquent un âge kimmeridgien à tithonique moyen.

i₈-c₁ Calcaire conglomératique et Marnes à granules
(Tithonique supérieur – Berriasien)

Ces deux termes grossièrement détritiques ont été cartographiés ensemble:

Calcaire conglomératique grossier, gréseux, en gros bancs massifs, épais de quelques mètres. Galets de calcaire micritique d'âge kimmeridgien ou semblables à la matrice, dans laquelle les calpionnelles sont abondantes et datent des sous-zones A1, A2 et A3 qui ne sont pas différenciables et sont donc remaniées. Age: Tithonique supérieur.

Marnes à granulations noires: marnes grises à bioclastes et calcaires bio-détritiques gréseux à structures de turbidites, avec macro- et microfaunes présentant un mélange de formes de plateforme et de talus. Epaisseur variable, jusqu'à 50 m. Les calpionnelles indiquent les zones B, C et D1 = Berriasien.

Crétacé–Eocène

c₂₋₅ Calcaires et Marnes tachetés (Valanginien – Aptien inférieur)

Epaisse série de marnes et de calcaires argileux bioturbés, souvent à laminations, riches en radiolaires, avec encore quelques calpionnelles dans les premières dizaines de mètres et des ammonites courantes de bas en haut. Plusieurs *niveaux siliceux*, épais de 2 à 20 m s'intercalent dans la série: ce sont des turbidites gréséo-glaucanieuses (jusqu'à 12% de quartz) et des glissements sous-marins parfois très spectaculaires. Ils ont été cartographiés, mais ils ne se suivent pas sur de très grandes distances. Au sommet de la série (ou juste sous le sommet), s'intercalent parfois des *calcarénites beiges oolithiques*, soit en bancs turbiditiques atteignant 1 m, soit en galets et phacoïdes glissés, avec micro-organismes de plateforme (orbitolines, dasycladacées, etc). Ce faciès, qui mime celui de l'Urgonien, est daté de l'Aptien inférieur. Epaisseur variable: 150–200 m.

Toutes les formations décrites ci-dessus affleurent en profil quasi-continu dans les Veveyses de Fégire et de Châtel. Le profil de ce dernier torrent est devenu célèbre depuis la première description de STUDER (1834) sous le nom de «Châtelkalk». GAGNEBIN (1924) en a donné la première image détaillée et des listes complètes de fossiles de chaque étage. De nouvelles récoltes d'ammonites et la révision des anciennes collections sont en cours (R. Busnardo, J. Charollais et M. Weidmann). L'inventaire micropaléontologique de ces Formations se trouve dans les travaux de CHAROLLAIS & RIGASSI-STUDER (1961), RIGASSI & ROVEDA (1964), ANATRA (1986).

c₆₋₇ Calcaires gréso-glaucconieux (Aptien sup. – Albien sup.)

Calcaires et marnes contenant des proportions variables de quartz (25–50%) et de glauconie (5–15%), également à structures de turbidites. Comme les calcarénites beiges, ce faciès s'interstratifie de façon intermittente dans le sommet des Calcaires et Marnes tachetés entre l'Aptien supérieur et le sommet de l'Albien. Epaisseur très variable: environ 20 m.

c_{6-7m} Marnes noires et calcaires argileux (Aptien sup. – Albien sup.)

Les marnes prédominent nettement sur les calcaires; elles présentent souvent un mélange de microfaunes qui témoigne de leur caractère turbiditique. Epaisseur très variable: moins de 15 m.

**c₈–e₃ Marnes et calcaires argileux à niveaux bigarrés
(Cénomanién inférieur – Eocène)**

Cette rubrique comprend tout d'abord les couches datées du Cénomanién inférieur qui, de même que le terme précédent, n'affleurent que sur la croupe méridionale des Pléiades (559.24/146.20) où elles ont été découvertes par MOR-NOD (1950): quelques mètres de calcaires argileux à *Rotalipora*.

La série stratigraphique de l'Ultrahelvétique, stratifiée en continu, se termine avec le Cénomanién dans le chaînon Pléiades–Niremont. Les termes plus jeunes ne se trouvent qu'en olistolithes isolés dans le Wildflysch subalpin; on n'a distingué sur la carte que les plus volumineux d'entre eux, sous la même rubrique c₈–e₃. L'analyse de leurs âges et faciès permet de compléter la série stratigraphique ultrahelvétique (WEIDMANN et al. 1982, tabl. 1):

- tous les étages du Crétacé supérieur et du Paléocène sont présents, en faciès argilo-calcaire bigarré et bioturbé, avec fréquents glissements sous-marins et niveaux turbiditiques à faune et flore déplacée et/ou remaniée,
- l'Eocène inférieur paraît être absent,
- l'Eocène moyen est marno-silteux avec rares bancs gréseux,
- l'Eocène supérieur est à nouveau argilo-calcaire, avec glissements et turbidites grossières gréseuses à faune et flore de plateforme.

Roche sous faible couverture

Désigne les sols argileux épais, le plus souvent soliflués, résultat de l'altération superficielle par décalcification des alternances marnes-calcaires du Crétacé inférieur. Cette couverture ne dépasse pas quelques décimètres, au maximum un mètre.

WILDFLYSCH DU GROS PLANÉ

« ...A chaque nouvel examen de ces klippes,
on y trouve du nouveau ! » Elie Gagnebin.
(TERCIER & GAGNEBIN 1926, p. 273)

Eocène supérieur (?)

F_{GP} Wildflysch

Par l'inventaire de ses lentilles, par la nature de sa matrice de schistes noirs désordonnés, et par sa position entre le Flysch du Gurnigel et le front des Préalpes médianes, le Wildflysch du Gros Plané n'a rien de commun avec celui qui emballa l'Ultrahelvétique. Il ne s'observe qu'au nord de la Veveyse de Châtel et devrait, selon MOREL (1980), se prolonger jusqu'à la Sarine – plaine de Bulle, dans la «zone de Bouleyres». L'origine paléogéographique des lentilles n'est pas toujours évidente; elle paraît être sudhelvétique, ultrahelvétique et subbriançonnaise, sans que l'on puisse exclure une origine valaisanne ou même briançonnaise. PUGIN (1986) note que les lentilles à faciès d'affinité ultrahelvétique se trouvent à la base de cette zone de mélange et que, là où les structures sédimentaires le montrent, elles sont en position renversée. Par contre, les lentilles à faciès d'affinité subbriançonnaise sont situées au sommet de la zone du Gros Plané, juste sous le front des Médianes. La signification structurale du Wildflysch du Gros Plané demeure conjecturale, de même que son âge précis: Eocène supérieur ou plus jeune?

MOREL (1976, 1980) a dressé l'inventaire des lentilles, qui est repris ici et sur la carte:

- *Gypse* (Trias): De nombreuses dolines trahissent sa présence assez fréquente.
- *Calcaires spathiques* (Lias?): Calcaires parfois gréseux, gris ou rouges.
- *Marnes à concrétions* (Lias?): Marnes noires micacées.
- *Marnes et calcaires argileux* (Domérien): Marnes micacées sombres à ostracodes et foraminifères benthiques.
- *Marnes à Steinmannia* (Aalénien inf.): Marnes sombres à ammonites.
- *Calcaires argileux gris massifs* (Bathonien–Callovien–Oxfordien).
- *Calcaires noduleux* (Jurassique sup.): Biomicrite à calpionnelles, à pâte claire.
- *Calcaires lités* (Kimmeridgien–Portlandien inf.): Biomicrite à radiolaires, pâte beige-brune.
- *Calcaires gréseux gris-bleu* (Crétacé sup.): L'attribution de ce faciès aux Couches de Wang à *Jeremina pfenderae* (GAGNEBIN 1924) est mise en doute par MOREL (1976).

- *Couches rouges* (Sénonien–Paléocène): Calcaires marneux à foraminifères planctiques.
- *Flysch du Gurnigel* (Maastrichtien–Eocène moy.): Quelques lentilles ont livré une nannoflore de l'Eocène inférieur.
- *Marnes à globigérines* (Priabonien NP 19): Marnes grises tendres.
- *Calcaires organogènes* (Priabonien): Avec discocyclines et lithothamnies.
- *Lithofaciès d'âge indéterminé*: D'après MOREL (1980), ce sont, d'une part, des calcaires gréseux et, d'autre part, des calcaires marneux à filaments et des calcaires échinodermiques. En quelques points, PUGIN (1986) a ensuite trouvé dans les premiers des ammonites du Bathonien inférieur et, dans les seconds, du Bajocien inférieur.

NAPPE DES PRÉALPES MÉDIANES

Au cours des dix dernières années, des progrès significatifs ont été réalisés dans l'étude litho- et biostratigraphique des terrains de cette nappe, même si un schéma et une nomenclature lithostratigraphique révisés ne sont pas encore disponibles pour l'ensemble des Préalpes médianes. Cependant beaucoup des documents cartographiques utilisés pour l'établissement de la feuille Châtel-St-Denis ne tiennent compte que très partiellement des travaux récents, ou même leur sont antérieurs. D'où un déséquilibre entre la présente carte et le niveau actuel des connaissances stratigraphiques, ainsi que la nécessité d'élaborer des solutions de compromis.

Trias

t₄ **Cornieule (Carnien?)**

La cornieule affleure relativement bien. C'est une variété de brèche dolomitique à ciment calcaire, très vacuolaire en surface, de couleur jaune, ocre ou brune, sans stratification bien nette. Tous les affleurements paraissent entrer dans la catégorie des «cornieules monomictes» de JEANBOURQUIN (1986). Epaisseur apparente: une centaine de mètres au maximum. Contact basal jamais visible, probablement tectonique; au sommet, passage apparemment graduel aux dolomies et calcaires dolomitiques noriens.

Le gypse appartient au Wildflysch du Gros Plané selon MOREL (1980); ces affleurements médiocres étaient par contre attribués aux Préalpes médianes par VON DER WEID (1960). Mais le gypse doit être assez systématiquement présent à la base de la nappe: la source des Bains de l'Alliaz serait captée dans du gypse, et de nombreuses dolines témoignent de dissolutions et effondrements sous la couverture morainique, par exemple le lac des Joncs (VON DER WEID 1960, p. 609) et l'énorme entonnoir apparu en quelques heures, en 1952, dans la moraine du vallon de Villard (561.04/146.74; GROSS 1958).

t₅ Dolomies et Calcaires dolomitiques (Norien?)

Epaisse série (jusqu'à 150 m) bien litée, en bancs de 10–90 cm, séparés par de minces délits argileux gris ou jaunes à la base qui, au sommet, deviennent plus épais et passent à des argillites fissiles vertes, rouges ou violettes qui peuvent atteindre 2 m. Le plus souvent microcristalline, la dolomie ou le calcaire dolomitique montrent parfois un microfaciès de dolomicrite à pelletoides et ooides avec fantômes de gastéropodes et de foraminifères indéterminés. Cette unité n'est pas datée sur la feuille Châtel-St-Denis. Milieu de dépôt: sabka et/ou lagune à circulation d'eau très restreinte.

r Couches à lumachelles (Rhétien)

(ou couches de Plan Falcon de METTRAUX (1989) qui donne la liste des synonymes)

Alternance irrégulière de calcaires sombres, plus ou moins marneux, souvent dolomitiques avec brachiopodes, et de marnes noires parfois aussi dolomitiques, avec quelques «bone-beds». Les calcaires sont surtout lumachelliques, ou pétris de bioclastes roulés, ou encore de coraux bien conservés. *Rhaetina gregaria*, *Rhaetina pyriformis*, *Rhaetavicula contorta* sont courants, de même que divers autres bivalves, gastéropodes, crinoïdes, ophiures, dents, os et écailles de poissons. Signalons encore la découverte par P. RÜCK (1985; coord. 566.75/153.05) d'un fragment de crâne avec une alvéole libre et une belle dent postérieure d'un *Placodontia* OWEN (dét. L. Pugin, Fribourg, et F. Westphal, Tübingen). L'épaisseur semble variable: entre 40 et 80 m. Milieu de dépôt: «plateforme très étendue, très peu profonde (0–30 m), avec de nombreux bancs à tendance émersive, balayée par les tempêtes et les ouragans» (METTRAUX 1989).

Jurassique

I₁

Calcaires oolithiques (Hettangien)

(ou couches du Col du Tompey + couches d'Agreblierai de METTRAUX (1989) qui donne la liste des synonymes)

La base de cette unité (= couches du Col du Tompey) est très rarement visible, à l'occasion notamment de la construction de nouvelles routes forestières: de 0 à une douzaine de mètres de marnes sableuses beiges, parfois rouges, et de grès à ciment calcaire avec *Chlamys valoniensis* et *Chlamys thiolleri*, toujours très bioturbés; la surface des bancs porte parfois des rides de vagues. Milieu de dépôt: plateforme interne. Age: Hettangien basal confirmé récemment par la palynologie (METTRAUX & MOHR 1989).

Le sommet de l'unité (= couches d'Agreblierai) comprend entre 8 et 2 m de calcaires massifs en gros bancs, micritiques et surtout oolithiques, roux à la base, devenant gris clair ensuite. Huîtres et *Chlamys* y sont courants; deux exemplaires de *Psiloceras johnstoni* ont été découverts par BURRI & HOMEWOOD (1971) à la base de ces calcaires (563.04/149.12). Milieu de dépôt: «faciès de haute énergie déposé sur une plateforme interne sous forme de dune oolithique migrant au gré des courants» (METTRAUX 1989). Age: Hettangien supérieur.

Comme tous les anciens auteurs l'ont relevé, les terrains liasiques montrent des variations latérales considérables: faciès et épaisseurs changent de manière complexe et les fossiles sont rares. D'où une certaine confusion dans la nomenclature, la définition et la datation des unités lithologiques. Les synthèses successives de VON DER WEID (1960), METTRAUX (1989), METTRAUX & MOSAR (1989), DOMMERGUES et al. (1990) tentent d'y remédier. Le schéma adopté ici est fondé sur celui de VON DER WEID (1960, p. 543), établi dans la partie nord de la feuille Châtel-St-Denis, et qui divise en trois termes cartographiés séparément le «Sinémurien», nommé ensuite «Formation spathique» par SPICHER (1965), et enfin «couches de la Grande Bonnavau» par METTRAUX (1989). Les unités suivantes sont distinguées, de bas en haut:

I₂

Brèche dolomitique (Sinémurien inférieur)

(ou couches de la Grande Bonnavau I de METTRAUX 1989)

Calcaires échinodermiques plus ou moins fins, de teinte grise à brune, contenant d'abondants gravillons dolomitiques et un peu de glauconie. Vers le haut, les grains dolomitiques sont moins fréquents et la proportion de glauconie augmente. Les silex sont souvent présents. Epaisseur très variable: 5–50 m. Pas de fossile déterminable dans notre région, mais daté ailleurs du Sinémurien inférieur.

I₂₋₃**Brèche à échinodermes (Sinémurien)**

(ou couches de la Grande Bonavau II de METTRAUX 1989)

Calcaires échinodermiques en général grossiers, blancs ou beiges, parfois roses ou verdâtres. Les grains de dolomie et de glauconie peuvent être présents, mais toujours en faible quantité; on note en outre entre 5 et 20% de quartz. Épaisseur: 15–30 m. Pas de fossiles déterminable.

I₃**Brèche à bélemnites (Sinémurien supérieur)**

(ou couches de la Grande Bonavau III de METTRAUX 1989)

Cet horizon-repère souligne le sommet de la «Formation spathique»: quelques mètres de calcaire bréchiq ue et échinodermique grossier, gris foncé, parfois coloré de rouge, avec au sommet des imprégnations d'hématite et des nodules de silice, phosphate, pyrite et plus rarement glauconie. Ce niveau de condensation est toujours fossilifère (bélemnites) et livre souvent des ammonites des Zones à *Oxynotum* et à *Raricostatum*.

I₄₋₅**Calcaires siliceux (Pliensbachien)**

(ou couches du Petit Liençon de METTRAUX 1989)

Alternance de calcaires siliceux foncés en bancs de 5 à 50 cm et de marnes schisteuses; ces dernières sont minces à la base et deviennent plus épaisses au sommet, prédominant parfois sur les calcaires siliceux. Sous le microscope, les calcaires montrent 5–30% de quartz, des prismes d'échinodermes, spicules de spongiaires et petits foraminifères benthiques. L'ensemble est toujours bioturbé. Épaisseur très variable: 20 à plus de 200 m (?). Les ammonites sont très rares dans notre secteur, mais cette unité a été datée plus au nord.

Formation du Staldengraben

(SPICHER 1965; SEPTFONTAINE 1983)

Sur le territoire de la feuille Châtel-St-Denis, les faciès, leurs variations et leurs âges ont été soigneusement décrits, notamment dans les travaux de VON DER WEID (1960) et de GROSS (1958, 1965); sur leurs cartes respectives, ces auteurs ont surtout tracé des limites d'étage, basées sur leurs récoltes d'ammonites (voir aussi la synthèse de SEPTFONTAINE 1983). Par contre, les autres géologues ayant cartographié plus récemment le secteur ont tracé des limites lithologiques, lesquelles ne sont pas faciles à déterminer dans ces alternances de calcaire et de marne, d'autant plus que les critères définissant les unités lithologiques cartographiées varient quelque peu d'un auteur à l'autre. En conséquence, les limites entre unités lithostratigraphiques sont souvent figurées en traitillés sur la feuille Châtel-St-Denis.

l₆-a Formation du Staldengraben: unité A, schisteuse
 (Toarcien–Aalénien)
 (comprend les couches du Creux de l'Ours de METTRAUX 1989)

Epaisse série de marnes schisteuses et de calcaires argileux souvent bioturbés, en bancs ou miches, le tout de teinte sombre, parfois un peu gréseux et micacé. VON DER WEID (1960, p. 565) donne un tableau récapitulatif détaillé des variations de faciès de la Formation de Staldengraben, toujours fossilifère. Ses limites lithologiques inférieure et supérieure sont souvent graduelles. Toutes les zones d'ammonites du Toarcien et de l'Aalénien, sauf la Zone à *Concavum*, ont été identifiées. Epaisseur très variable: jusqu'à 200 m.

Les fameux gisements fossilifères du Creux de l'Ours (dits aussi «de Teysachaux») s'échelonnent le long du ruisseau du même nom (coord. approx. 565.07/154.30). Le meilleur affleurement (565.05/154.26), qui fut exploité pendant près d'un siècle, a été bétonné dans les années 1970 lors de l'établissement d'une route forestière; il avait livré un Ichtyosaure complet conservé au Musée de Berne (FURRER 1960), des poissons, et une riche faune d'ammonites à test souvent aragonitique, provenant de marnes et calcaires argileux noirs et bitumineux. Les récoltes récentes, soigneusement effectuées banc par banc, ont révélé la présence des Horizons à *Elegantulum* et à *Exaratum* de la Zone à *Falciferum* (PUGIN 1985). Le caractère exceptionnel des couches du Creux de l'Ours (conservation et abondance des fossiles, contenu en matière organique, type de diagenèse, etc) paraît être une conséquence de l'événement anoxique océanique du Toarcien (METTRAUX et al. 1986, 1989).

D'autres restes d'Ichtyosaure, provenant de couches de même âge, ont été trouvés au sud de la feuille (563.59/146.91; WEIDMANN 1981).

i₁ Formation du Staldengraben: unité B, calcschisteuse
 (Bajocien)

La base correspond à l'apparition des alternances de calcaires argileux et de marnes schisteuses au-dessus des marnes noires aaléniennes. Les calcaires sont parfois finement gréseux. Au sommet de l'unité, les marnes et les marnocalcaires fossilifères à *Cancellophycus* prédominent et se terminent par les couches à *Nannolytoceras tripartitum*, épisode marneux pétri d'ammonites qui est un bon repère et qui recouvre la limite Bajocien–Bathonien. A part les ammonites, l'unité B livre des *Bositra*, ostracodes, rhyncholites, petits foraminifères benthiques (RÜCK 1985, p. 92) et des crinoïdes qui témoignent d'un milieu de dépôt «normalement oxygéné, mais relativement profond, probablement épi-bathyal» (HESS & PUGIN 1983). Epaisseur: environ 150 m. RÜCK (1985) indique pour les unités A+B des épaisseurs de 130 m au Moléson et 280 m à la Dent-de-Lys.

i₂ Formation du Staldengraben: unité C, détritique (Bathonien)

La limite basale de l'unité est soulignée par l'apparition des bancs de calcaire gréseux et/ou oolithique à patine rousse, alternant avec des marnes calcaréo-silteuses gris-bleu ou gris-beige; par contre, la limite paléontologique Bajocien-Bathonien est située quelques mètres plus bas (VON DER WEID 1960, p. 574). Les calcaires détritiques sont des turbidites souvent granoclassées, épaisses de 10–200 cm, souvent riches en micro-organismes de plateforme qui sont déplacés (voir liste dans RÜCK 1985, p. 92); quelques bancs épais à convolutions et gros galets mous sont probablement des «slumps». Les ammonites ne sont pas rares. Dans la partie supérieure de l'unité, les calcaires sont plus fins, marneux ou siliceux et les marnes prédominent à nouveau. Epaisseur: 120–150 m selon GROSS (1965), environ 200 m d'après VON DER WEID (1960). RÜCK (1985) l'estime à 110 m au Moléson et 200 m à la Dent-de-Lys.

i₃ Formation du Staldengraben: unité D, calcaréo-siliceuse (Callovien)

La limite inférieure est marquée par un niveau de siltites argilo-siliceuses, épais de 2–12 m, où se déclenchent de petits glissements de terrain dans les pentes raides. Viennent ensuite des calcaires marno-gréseux et des marnes silteuses à glauconie. L'unité se termine par un épisode plus massif: calcaires siliceux beiges à lits de silex, alternant avec niveaux de schistes grésoglaucieux. Les ammonites signalent la présence du Callovien inférieur. Epaisseur: 100 m au Moléson et 170 m à la Dent-de-Lys (RÜCK 1985).

Il est probable que l'Oxfordien inférieur corresponde à une lacune de sédimentation (SEPTFONTAINE 1983; HEINZ & ISENSCHMID 1988).

On trouvera dans l'étude de HEINZ & ISENSCHMID (1988) sur le Jurassique supérieur des Préalpes médianes un schéma formationnel, des épaisseurs et des éléments de datation qui diffèrent passablement de ceux qui sont donnés par les auteurs de la présente carte géologique.

i₅₋₆ Calcaires noduleux (Oxfordien moyen?–supérieur) (SPICHER 1965)

La limite inférieure correspond au premier banc noduleux coloré. Alternance d'un faciès pélagique noduleux et d'un faciès détritique (HOMEWOOD & WINKLER 1977): calcaires plus ou moins argileux à protoglobigérines et radiolaires, marnes de couleurs variées (blanches, vertes, rouges, beiges), à structure noduleuse plus ou moins prononcée; ainsi que calcaires mieux lités, à pellets et bioclastes divers, également quelques bancs de calcaire à pâte fine et à silex. Les ammonites, souvent corrodées, sont abondantes: elles indiqueraient l'Oxfordien

moyen (?) et supérieur (= «Argovien et Séquanien» *auct.*). Au sommet apparaissent les premières *Saccocoma*. L'épaisseur passe de 60 m au Moléson à 80 m à la Dent-de-Lys et à 100 m à la Cape-au-Moine.

i₇-c₁ Calcaires massifs (Kimmeridgien-Berriasien)

(SPICHER 1965)

La limite inférieure est soulignée par le premier banc épais (plus de 2 m) de calcaire compact à pâte fine. Cette unité détermine de hautes parois: c'est l'ossature morphologique de la région. Les gros bancs de calcaire massif, parfois à silex, alternent irrégulièrement avec des faciès détritiques plus ou moins grossiers, montrant parfois un granoclassement et des laminations. La microfaune comprend des organismes de plateforme déplacés (algues, foraminifères, etc) et des organismes planctoniques autochtones (*Saccocoma*, *Globochaete*, etc). Au sommet, dans des calcaires compacts clairs à silex, apparaissent les premières calpionnelles qui montrent par ailleurs que la limite Jurassique-Crétacé se trouve encore incluse dans les Calcaires massifs. Pour en savoir davantage sur les contrôles et mécanismes de la sédimentation de ces divers faciès, resédimentés ou pas, voir HOMEWOOD & WINKLER (1977), HEINZ & ISENSCHMID (1988). Epaisseur: 130-230 m.

Crétacé-Eocène

c₁₋₄ Calcaires plaquetés (Crétacé inférieur)

(SPICHER 1965)

La limite tracée par les divers auteurs entre les Calcaires massifs et les Calcaires plaquetés se situe là où les bancs deviennent moins épais et plus régulièrement lités (5 à 50 cm), à pâte tachetée par la bioturbation. Cette limite correspond dans la morphologie à une rupture de pente et aussi à l'apparition d'un plissement parfois intense des strates minces. Mais néanmoins, on constate sur les cartes de considérables divergences d'un auteur à l'autre. Les Calcaires plaquetés sont des biomicrites gris clair à faune pélagique, souvent à silex, comprenant parfois des bancs de calciturbidites et quelques «slumps». Vers le haut s'intercalent de minces lits pélitiques noirs. Les calpionnelles à la base et les premiers foraminifères planctoniques au sommet permettent de distinguer le Berriasien, le Valanginien, l'Hauterivien et le Barrémien. L'épaisseur, difficile à mesurer à cause des replis, pourrait atteindre 150 m.

c₄₋₉**Formation de l'Intyamou (Barrémien sup. – Turonien moy.)**(PYTHON-DUPASQUIER 1990; = «Complexe schisteux intermédiaire»
SCHMARTZ-CHENEVART 1945)

La limite inférieure est fixée aux premiers niveaux marneux épais (> 10 cm). Il s'agit d'une succession irrégulière de calcaires, calcaires argileux et marnes gris ou noirs, parfois verdâtres ou rouges, toujours bioturbés. Les niveaux sombres sont relativement riches en matière organique et en pyrite; ils présentent souvent des laminations parallèles. Les foraminifères planctoniques et les radiolaires sont abondants, de même que les prismes d'inocérames, présents le plus souvent dans les niveaux condensés. Selon ESCHER (1985, p. 70) et PYTHON-DUPASQUIER (1990), les premiers niveaux noirs datés par les foraminifères planctoniques se seraient déposés vers la limite Barrémien–Aptien, alors que le sommet de l'unité date de la Zone à *Helvetica* du Turonien moyen; le Céno-manien supérieur n'a pas été mis en évidence: lacune de sédimentation ou lacune tectonique? Epaisseur estimée localement à 45–50 m.

c₉–e₃**Groupe des Couches rouges (Turonien sup. – Eocène inf.)**

(GUILLAUME 1986)

Les trois formations décrites par GUILLAUME (1986) dans le Groupe des Couches rouges ont été identifiées par cet auteur dans le profil de Pra-du-Pont (567.72/146.26 à 567.90/146.30, feuille 1245 Château d'Oex) et devraient affleurer sur la feuille Châtel-St-Denis, mais elle n'y ont pas été cartographiées séparément.

La Formation de l'Intyamou est surmontée par les calcaires, marnocalcaires et marnes silteuses bigarrées des Formations de Rote Platte (Turonien sup.–Santonien), des Forclettes (Maastrichtien sup.) et des Chenaux Rouges (Paléocène sup. – Eocène inf.). D'après ESCHER (1985), les Couches rouges mesurent environ 110 m dans le vallon de l'Hongrin.

f

Flysch (Eocène moyen)

Il n'y a pas de bons affleurements sur la feuille Châtel-St-Denis. Le profil tout proche de la Cuvigne-Derrey (567.75/146.85, feuille 1245 Château d'Oex, CARON et al. 1980) montre des marnes beiges micacées avec bancs de grès calcaires fins à moyens qui font suite graduellement, sur 2–3 m, aux marnocalcaires rouges de la Formation des Chenaux Rouges. La base du Flysch est datée de la Zone à *Bullbrooki* de l'Eocène moyen (GUILLAUME 1986, p. 15). Le sommet apparent livre des foraminifères planctoniques et une nannoflore datant aussi de l'Eocène moyen (NP 15 – Zone à *N. fulgens*; CARON et al. 1980, p. 69). Epaisseur maximum: 50 m.

Le Flysch à Helminthoïdes cartographié par BADOUX (1965) dans la prolongation méridionale du synclinal de la Gruyère, sur la feuille 1264 Montreux, n'a pas été retrouvé et ne se prolonge pas sur la feuille Châtel-St-Denis.

Roche sous faible couverture

Il s'agit principalement des produits de l'altération par lessivage et décalcification des calcaires siliceux et des marnocalcaires du Lias et du Dogger. Un intéressant profil relevé dans la région du Molard (bord de route forestière: 563.35/147.35/1580 m) montre que l'intervention humaine a pu jouer un rôle dans la genèse et l'accumulation de cette couverture généralement peu épaisse. On relève de haut en bas:

1. Humus forestier moderne, brun noir (10–20 cm); passage graduel à:
2. Limons de pente décalcifiés, finement lités, gris-beige foncé au sommet et gris clair à la base (30–40 cm); contact tranché avec:
3. Couche limono-argileuse compacte, gris-blanc, un peu carbonatée (10–30 cm), avec nombreux charbons de bois qui ont fourni une date C¹⁴ de 1060 ± 120 ans BP = 890 après J.-C. (B-4919); contact graduel avec:
4. Limons sableux non stratifiés, à cailloux morainiques locaux dispersés et très altérés (100–130 cm);
5. Roche en place: calcaires siliceux profondément décalcifiés.

La couche 3 correspond probablement à un épisode de déforestation par brûlis.

NAPPE DU GURNIGEL

Unité de flysch, comprenant des faciès divers, toujours sédimentés dans un bassin profond, du Maastrichtien au Lutétien inclus (CARON 1976), dont l'origine est ultrabriançonnaise (CARON et al. 1980; WILDI 1985). Sur la feuille Châtel-St-Denis, le Flysch du Gurnigel a été étudié par STUIJVENBERG et al. (1976, secteur d'Ondallaz-Fayaux), par WEIDMANN et al. (1976, Pautex, Corbetta) et par MOREL (1980, massif du Niremont). Les formations ont été datées avec précision grâce aux riches nannoflores en général bien conservées. Jusqu'ici, des niveaux de bentonite (WINKLER et al. 1985) n'ont pas été mis en évidence sur la feuille Châtel-St-Denis, mais ils existent dans le massif du Niremont, aux Es-serts (563.85/159.53, feuille 1224 Moudon).

f_{G1} Flysch 1, à calcaires fins (Maastrichtien supérieur)

Flysch schisto-gréseux comprenant des bancs de calcaire micritique fin à patine blonde et d'assez fréquentes turbidites à passées microconglomératiques. Toujours très repressé. Epaisseur: 100–200 m. Affleure largement entre Ondallaz et les Pléiades, très mal visible plus au nord.

f_{G2} Flysch 2, à turbidites siliceuses (Paléocène, NP 1–NP 8)

Flysch peu ou pas carbonaté, souvent riche en glauconie, avec turbidites de grès fins dont les semelles présentent une riche association d'ichnofossiles et figures sédimentaires (CRIMES et al. 1981). C'est le fameux Flysch des Fayaux, dont les grès sont exploités dans plusieurs carrières (env. 559.8/146.5), et qui affleure aussi admirablement dans la gorge de la Veveyse de Fégire. Milieu de dépôt: lobe progradant d'un cône sous-marin profond (WEIDMANN 1967; STUIJVENBERG et al. 1976). Epaisseur: jusqu'à 300 m.

f_{G3} Flysch 3, à turbidites bioclastiques (Eocène inf., NP 9–NP 15)

Flysch marno-gréseux avec gros bancs calcarénitiques grossiers à nummulites et lithothamnies; assez fréquents lits de calcaire argileux vert clair. Bons affleurements dans les carrières supérieures des Fayaux (Les Cornes, 559.94/146.76), dans la Veveyse de Fégire et à Corbetta. Epaisseur: environ 200 m.

f_{G4} Flysch 4, à turbidites silteuses (Eocène moyen, NP 15–NP 16)

Flysch marno-silteux, monotone et très épais, avec rares petits bancs de grès fins. La limite entre f_{G3} et f_{G4} paraît être diachrone. C'est à la prédominance des marnes de cette Formation que l'on doit les glissements et la morphologie particulière du Niremont, «vaste gâteau de Flysch, masse amorphe et molle, couverte de forêts humides et pâturages marécageux» (GAGNEBIN 1924). Excellents affleurements dans le Dâ (562.0/155.5), la Mortive (563/157) et le Châ (564.0/155.4). Epaisseur: jusqu'à 500 et même 700 m (?).

f_{G5} Flysch 5, à microconglomérats siliceux (Eocène moyen, NP 16)

Cette formation affleure toujours fort mal, et seulement au sud de la Veveyse de Châtel (est de Corbetta et Pautex, 560.8/148.5): grès siliceux grossiers et microconglomérats mal classés. Epaisseur: environ 100 m.

Flysch indéterminé

Un certain nombre de petits affleurements isolés ne peuvent être attribués avec sûreté à l'une ou à l'autre des cinq formations décrites. Ils n'ont, par ailleurs, pas fourni de nannofossiles.

Flysch sous faible couverture

Les produits de l'altération in situ des marnes et grès marneux des divers flysch génèrent des sols épais, imperméables, souvent soliflués, qui couvrent de vastes surfaces aussi bien en forêt qu'en pâturage. L'épaisseur de cette couverture peut être assez importante et dépasser le mètre.

QUATERNAIRE

Pléistocène

Dépôts inframorainiques (Anté-würm)

Ce terme désigne les sédiments variés qui remplissent une vaste (environ 4 km²) et profonde (jusqu'à 120 m) dépression taillée dans la molasse de la région Ecoteaux–Maracon, dépression qui fut récemment mise en évidence par des méthodes géophysiques et par un sondage profond (555.85/154.11), mais que la morphologie de surface ne révèle pas, car tout le secteur est largement recouvert par la moraine de fond déposée lors de la plus récente invasion glaciaire wurmienne (PUGIN et al., sous presse).

Ces sédiments surcompactés avaient été attribués à la molasse par GAGNEBIN (1922a), et BUCHER (1985) a le premier reconnu leur véritable nature. Leur étude est encore en cours (renseignements fournis par A. Pugin, Genève). Ce sont des sédiments lacustres typiques d'un système deltaïque proximal; dans le sondage cité ci-dessus, ils reposent sur une moraine et constituent deux cycles glaciaires. De haut en bas, dans le cycle supérieur:

Dépôts graveleux (q_{3g}), légèrement cimentés avec litage oblique plongeant de 20–30° vers le SSW (foreset-beds); ils étaient exploités dans la gravière de Maracon.

Dépôts sableux (q_{3s}), parfois un peu graveleux, affleurant le long de la crête boisée méridienne d'Ecoteaux à La Combe.

Dépôts argilo-silteux (q_{3a}), avec quelques niveaux de graviers apparemment glissés et de fréquentes turbidites; beaucoup de débris végétaux et quelques mollusques. Deux morceaux de bois, prélevés l'un à la base et l'autre au sommet apparents de la série argilo-silteuse, n'ont pas pu être datés au C^{14} , car leur âge se situe au-delà des limites de cette méthode:

sommet	555.650/155.155	(B-5041)	$\geq 49'000$ ans BP
base	555.365/154.670	(B-5042)	$\geq 54'000$ ans BP

Les premiers essais d'analyse palynologique (B. Ammann, Berne et E. Bezat, Lausanne) ont révélé des flores variées de climats frais, tempéré et même relativement chaud. Les sédiments inframorainiques q_{3g} , q_{3s} et q_{3a} présentent un magnétisme rémanent positif; leur âge précis n'est pas encore connu, mais il devrait s'agir d'un Interglaciaire assez ancien.

Dépôts limoneux varvés (q_{3l}), identifiés dans le sondage profond où ils reposent aussi sur une moraine, formant ainsi le cycle glaciaire inférieur; ils sont visibles dans le lit de la Broye (3 affleurements vers 555.00/154.60), plissés et redressés à cause du glissement de terrain récent qui affecte tout le versant d'Ecoteaux. Le magnétisme rémanent de ces sédiments est inverse; leur dépôt pourrait donc être antérieur à la limite entre les chrons Brunhes et Matuyama, c'est-à-dire plus vieux que 730'000 ans.

Les «graviers fluviatiles sous-morainiques» décrits par ARN (1982) dans la Veveyse de Fégire sont beaucoup plus récents.

q_{4m} Moraine rhodanienne (Würm-Tardiwürm)

Sur la partie molassique de la feuille, il s'agit de la classique moraine de fond argilo-graveleuse compactée. Dans les vallées de la zone préalpine, on note souvent un mélange complexe et très épais de moraine et de sédiments glaciolacustres de granulométries diverses. Ce type de dépôt n'a pas été cartographié en détail et n'a été étudié que dans la Trême (PUGIN 1989) et dans la basse Veveyse de Fégire (ARN 1982).

Au Niremont, le niveau de stationnement le plus élevé du dernier glacier würmien est situé par PUGIN (1989) vers 1320 m; cette cote devrait être légèrement plus élevée au sud de la feuille, sans pour autant que les sommets de Corbetta et des Pléiades aient été recouverts de glace. Plusieurs stades de retrait s'étagent entre 1150 et 800 m, mais ils n'ont pas été systématiquement cartographiés et ne sont pas reportés sur la carte. A une altitude inférieure, PARRIAUX (1978) a proposé pour la Haute-Broye un scénario des étapes du retrait würmien.

Les *vallums morainiques* sont assez fréquents au nord des reliefs Pèlerin-Vuarat. Certains offrent encore des formes assez nettes, mais la plupart sont profondément démantelés par l'érosion, et il n'en reste souvent plus que des accu-

mulations informes de *moraine sablo-graveleuse remaniée*. C'est notamment le cas de la moraine latérale du «stade de Bret» (BERSIER 1942) qui se suit vers 700 m d'altitude au flanc sud du Mont-Pèlerin.

C'est dans les graviers plus ou moins bien stratifiés de la moraine remaniée qu'ont été trouvés, avant 1849, au nord-est de La Chiésaz, deux molaires et un fragment de crâne de mammoth (GAGNEBIN 1935).

q_m Moraine sarinienne (Würm–Tardiwürm)

Visible dans la vallée de l'Hongrin jusque vers 1400 m d'après VON DER WEID (1960), jusqu'à 1600 m selon ESCHER (1985). Cette moraine est caractérisée par la présence de blocs provenant de la nappe de la Brèche et des Poudingues de la Mocausa.

q_l Moraine locale (Tardiglaciaire)

Au cours du Tardiglaciaire, de petits appareils locaux sont venus recouvrir les moraines rhodanienne et sarinienne, abandonnant ensuite des moraines dont les formes sont restées très fraîches. Cet événement se situe entre 19'000 et 16'000 ans BP d'après ARN (1984, tabl. 17).

q_{5g} Dépôt fluviatile ou glaciolacustre grossier (Tardi- et Postglaciaire)

Cette rubrique rassemble des graviers plus ou moins sableux et d'âges divers, sédimentés soit dans des lacs de barrage glaciaire, soit sur des cônes d'épandage. Ces dépôts ne sont pas datés avec précision; presque tous ont été exploités.

Les plus anciens, contemporains du maximum würmien vers 23'000 ans BP, sont ceux de la Grande Citard; PUGIN (1989) y décrit des alternances de graviers fluviatiles et de turbidites sablo-limoneuses qui indiquent des vidanges périodiques du lac de barrage glaciaire.

L'érosion a épargné des lambeaux de terrasses glaciolacustres étagées dans la vallée de la Veveyse et vers Saint-Légier–Blonay. Ces terrasses soulignent les étapes de la fonte du glacier lémanique, probablement entre 18'000 et 13'000 ans BP. La terrasse inférieure, celle de Corsier et de St-Martin/Vevey (env. 410–425 m), est rattachée par GAGNEBIN (1922a) et par BURRI (1981, fig. 7) à la «terrasse lémanique de 30 m».

La terrasse de Saint-Légier a livré des os de renne (GAGNEBIN 1935) et celle de La Veyre une molaire de mammoth (555.75/147.15; WEIDMANN 1969).

Les graviers de Flumeau (559.0/151.9) et de Saumont-Derrière (559.4/151.2), décrits par ARN (1982), sont fluviatiles et attribués au début du Tardiglaciaire. Enfin, ceux du delta glaciolacustre de la Mionne (PARRIAUX 1978, 1981) sont probablement tardiglaciaires et contemporains de ceux de la Veveyse.

q_{5s} Dépôt lacustre fin (Tardi- et Postglaciaire)

Les sables, limons et argiles stratifiés de Flumeau (558.6/152.0) sont datés par palynologie du début du Tardiglaciaire. Le lac dans lequel ils furent déposés était barré par une moraine qui fut ensuite presque entièrement détruite. Ce lac a précédé le cône d'épandage fluvial des graviers anciennement exploités (ARN 1982).

Le «lac de Palézieux», barré par la moraine de Rueyres (env. 552.9/156.6) à la cote 640 m, a vu s'accumuler jusqu'à une dizaine de mètres de sables et limons argileux avant d'accueillir quelques mètres de dépôts palustres tourbeux à mollusques (PARRIAUX 1981), ces derniers datant probablement déjà de l'Holocène.

On observe ailleurs d'autres dépôts lacustres argilo-limoneux, généralement peu épais, qui n'ont pas été cartographiés. La plupart se situent dans les vallées préalpines et sont dus à des lacs de barrage glaciaires. BERCHTEN (1982) et ARN (1984) en citent dans la haute Veveyse de Fégère.

Holocène

Sédiments lacustres et niveaux du Léman

Les terrasses lacustres dites «de 10 m» et «de 3 m» n'ont pas été distinguées sur la feuille Châtel-St-Denis: voir les cartes de GAGNEBIN (1922a) et BURRI (1981, fig. 7).

Un sondage implanté sur le delta de la Veveyse (553.55/146.45/≈379 m) a montré l'existence de niveaux lacustres anciens, plus bas que l'actuel, un fait déjà reconnu en de nombreux autres points du littoral:

0–7 m	graviers plus ou moins sableux = alluvions de la Veveyse
7–15.4	sables gris finement graveleux = sédiments lacustres probables
15.4–19.3	tourbe et limon tourbeux-sableux à mollusques = marais
19.3–20.0	sables gris = sédiments lacustres.

L'étude géoélectrique du delta de la Veveyse (MEYER DE STADELHOFEN 1976) confirme par ailleurs que les dépôts fluviatiles et lacustres sont profondément encastrés dans le substratum molassique.

a Alluvions

Il y a peu d'accumulations importantes:

- Vallée de la Veveyse: alluvions graveleuses très grossières, à Châtel-St-Denis comme à Vevey.
- Région de Semsales: alluvions argilo-graveleuses. La tradition veut qu'un ancien village de Semsales ait été englouti par une «avalanche de terre» au 13^e siècle (KUEHLIN 1832). Cet événement est plausible, car la pente du cône et la nature de la zone d'alimentation (flysch en glissement) sont compatibles avec un phénomène de coulées boueuses importantes et brutales.

Eboulis, écroulements

Les éboulis sont rares dans la zone molassique, où ils sont limités au pied des bancs de poudingue les plus importants. Quelques uns de ces bancs se sont écroulés localement, soit en masse, soit bloc après bloc découpés selon les plans de diaclases toujours présents. Ce dernier phénomène, bien que peu fréquent, a toujours – et à juste titre – inquiété les populations locales, surtout dans le vignoble: voir par exemple DUCOTTERD (1976, p. 110–111).

Dans la zone préalpine, les éboulis jouent un rôle beaucoup plus important:

- Ils frangent systématiquement le pied des parois de Jurassique supérieur dans l'Ultrasubalp et ils ne sont plus guère actifs;
- Ils construisent souvent des cônes actifs importants sous les reliefs de Jurassique moyen et supérieur des Préalpes médianes;
- Les éboulis issus du Lias des Médianes sont très fins, friables, de couleur brune-jaune; ils nappent très régulièrement de grandes surfaces boisées, à pente raide, et peuvent dépasser 5 m d'épaisseur.

Un éboulement s'était déjà produit anciennement depuis les parois sises au nord-est de la Dent-de-Lys; ce phénomène s'est renouvelé sur une plus grande échelle au printemps 1992 et une énorme coulée de blocs a recouvert le lit de la Maira sur plusieurs centaines de mètres.

Glissements

Courants, mais peu profonds et localisés le plus souvent sur les versants conformes des diverses formations marno-gréseuses de la Molasse subalpine. Ils sont fréquents tout au long des ravins encaissés qui suivent les plans de chevauchement soulignés par la Molasse rouge: Grenet, Mionne, Haute-Broye, Corbérone, Veveyse.

Un important glissement profond affecte le versant oriental de la Broye au-dessous d'Ecoteaux; ses limites ne sont pas évidentes, car il est peu actif. Il est

dû à la présence en profondeur des dépôts lacustres inframorainiques, qui ont par ailleurs été redressés à la verticale au cours d'une phase ancienne de glissement (affleurements dans le lit de la Broye; voir p. 29).

Les formations argilo-gréseuses tendres de Cucloz, du Wildflysch subalpin et du Flysch du Gurnigel sont évidemment le lieu d'élection des glissements de terrain; le phénomène atteint une ampleur considérable au Niremont.

Dans les Préalpes médianes, les glissements sont relativement peu importants: ils affectent surtout les marnocalcaires du Lias supérieur et du Dogger.

NOVERRAZ (1985) a réalisé une étude très détaillée, avec carte au 1:5'000, de tous les glissements d'une vaste région allant de la Veveyse à la Baye de Clarens, au sud de la Veveyse de Fégire; son interprétation diffère parfois de celle qui est présentée sur la feuille Châtel-St-Denis.

Tassements

Les seuls tassements de quelque importance sont ceux qui affectent les massifs gréseux de la Formation de Cucloz (Cucloz, Tusy, ouest de Saumont-Derrière), ou le Dogger des Préalpes médianes (est du Gros Plané, Gros Caudo).

Le tassement des Chevalleyres-Derrière serait d'une autre ampleur: il débute dans le Wildflysch vers 1180 m d'altitude et, selon NOVERRAZ (1985), affecterait tout le versant jusque vers 640 m; cette interprétation fort plausible n'a toutefois pas été retenue sur la carte.

q_L Limons de pente

Sables et silts plus ou moins argileux, parfois un peu graveleux, en général mal stratifiés, qui peuvent être épais de plusieurs mètres. Produits de l'altération de la molasse, de la moraine ou d'anciens sols, remaniés et rassemblés par le ruissellement, ils colmatent le bas des versants, et le fond des vallonnements en pays molassique.

Tuf calcaire

De modestes amas sont fréquents au griffon de sources et suintements; des tufs peuvent aussi imprégner de larges surfaces de glissement (Niremont, Corbetta). Les accumulations les plus importantes se situent dans la Baye de Clarens (560.7/146.5).

Signalons encore les «cornieules bréchiques quaternaires» que VON DER WEID (1960, p. 609) décrit en relation avec les affleurements de roches calcaréodolomitiques du Trias des Médiannes: il s'agit en fait d'une sorte de tuf, toujours très localisé.

Marais et tourbières

Ils étaient très nombreux, surtout en pays molassique, où ils occupaient les dépressions colmatées par la moraine de fond imperméable. Presque tous furent drainés et mis en culture.

Les plus importants ont été sondés et leurs sédiments (de bas en haut: argile-craie-gyttja-tourbe) sont datés par la palynologie depuis la fin du Tardiglaciaire (env. 14'000 ans BP) jusque vers le Subboréal (env. 4000 ans BP) et parfois encore plus récents. Il s'agit des marais suivants:

- Rueret (Puidoux) 550.81/152.12 - ARN (1978).
- La Tuilière (Jongny) 554.24/149.05 - GAILLARD (1984).
- Grand Marais (Attalens) 553.70/151.14 - GAILLARD (1981).
- Les Mosses (La Rogivue) 558.20/157.50 - KELLER (1934), GAILLARD (1981). SCHNORF (1954) y signale la découverte en 1942 d'un squelette d'élan, dans la tourbe qui était alors exploitée.
- Lac de Lussy (Châtel-St-Denis) 558.69/154.86 - KELLER (1934), GAILLARD (1981).
- Cierne à la Neire (Châtel-St-Denis) 560.45/151.80 - GAILLARD (1981).
- Les Tenasses (Blonay) 560.20/149.00 - COSANDEY & KRAFT (1947, 1948).
- Dévin des Dailles (Châtel-St-Denis) 563.35/152.30 - GAILLARD (1981).

Les zones marécageuses sont particulièrement fréquentes sur les sols de flysch de la nappe du Gurnigel; sont dignes de mention, les beaux marais d'altitude sur les crêtes du Niremont.

Morphologie

Il n'y a pas eu jusqu'ici d'étude régionale concernant la feuille Châtel-St-Denis. L'analyse du réseau fluvial et de son histoire par LUGEON (1897), BÄRTSCHI (1913), GAGNEBIN (1937) met en évidence les dépressions de Châtel-St-Denis-Semsaies et d'Attalens-Palézieux qui auraient été successivement empruntées par le Rhône préglaciaire alors tributaire du Rhin. Ces conjectures «hypothétiques» (GAGNEBIN 1937, p. 106) demanderaient confirmation par une nouvelle analyse de la question.

Rappelons enfin que le modelé de détail du pays molassique a été magistralement décrit et illustré par BERSIER (1942) qui souligne le rôle essentiel joué par la lithologie et la structure de la Molasse.

Diagenèse

Il n'y a pas eu d'étude systématique détaillée sur le territoire de la feuille Châtel-St-Denis, cependant la réflectance de la vitrinite d'un certain nombre

d'échantillons de la région a été mesurée par KUBLER et al. (1979). Les valeurs moyennes obtenues se situent toutes dans le domaine d'une diagenèse modérée:

Molasse à charbon (Oron-St-Martin)	0,37 %R _o
Grès de la Cornalle	0,45
Poudingues du Pèlerin	0,76
Grès de Vaulruz	0,68
Formation de Cucloz	0,55
Flysch du Gurnigel	0,66
Lias-Dogger des Préalpes médianes	0,22

Dans les Préalpes médianes frontales, secteur du Moléson, les mesures de la cristallinité de l'illite montrent également que les roches n'ont pas dépassé le stade de la diagenèse (MOSAR 1988, p. 16, fig. 11b).

Divers

La météorite de la Chervette ou Chervettaz, dite aussi «de Châtillens», est tombée le 30 novembre 1901 vers 13h55 (LUGEON 1904). C'est un des trois ou quatre aérolithes tombés en Suisse. Il s'agit d'une chondrite L5 à olivine-hypersthène (BÜHLER 1986).

ARCHÉOLOGIE

Les sites reportés sur la carte sont tirés des recensements archéologiques menés respectivement par la Section des monuments historiques, Département des travaux publics du canton de Vaud et par le Service archéologique, Direction de l'instruction publique du canton de Fribourg. Les trouvailles isolées et les sites mal connus ne sont pas indiqués.

TECTONIQUE

MOLASSE SUBALPINE

L'écaille de Pully-Savigny (feuille 1243 Lausanne), située entre le chevauchement de la Paudèze et celui de la Lutrive, ne se prolonge quasiment pas sur la feuille Châtel-St-Denis: elle est limitée vers le nord-est par l'*accident du Parimbot*, une zone cisaillante senestre sub-méridienne, avec composante verticale importante qui relève son compartiment ouest et juxtapose ainsi la Molasse à charbon chattienne à l'ouest et la Molasse grise de Lausanne aquitanienne à l'est. Toutes ces structures, qui affleurent dans l'angle nord-ouest de la feuille Châtel-St-Denis, ne sont pas encore clairement élucidées.

C'est le *chevauchement de la Lutrive* et son prolongement vers le nord-est par Châtillens-Gare, le Maflon, Romanens, qui, sur les feuilles Châtel-St-Denis et Moudon, délimite la Molasse subalpine s. str. et la Molasse du Plateau.

Ecaille d'Oron

La première écaille de la Molasse subalpine sur la feuille Châtel-St-Denis est celle d'Oron (ou «bassin d'Oron» au sens minier) qui comprend la succession Molasse rouge–Molasse à charbon/Grès de la Cornalle en série normale et isoclinal. Les travaux miniers ont révélé l'existence de failles et chevauchements importants à la mine des Tavernes – La Dausaz et près du Grenet, alors qu'ailleurs (mines de Châtillens-Possession et d'Oron), les couches se suivent très régulièrement sur plus de 8 km (BERSIER 1951).

Vers la limite des feuilles Lausanne et Châtel-St-Denis, le chevauchement à la bordure sud-est de l'écaille de Lutry (= *accident de Grandvaux*) semble cesser, après n'avoir plus été qu'un simple décollement. De même, le chevauchement limitant au sud-est l'écaille d'Oron (= *accident Mionne–Grenet*) traverse le Grenet au nord du Moulin de la Coraye (551.06/155.26), passe probablement par le vallon de L'Hermite (549.64/154.28) et vient se perdre sous les alluvions de la plaine de la Mortigue–Grenet.

Dans ce secteur, les corrélations d'une écaille à l'autre demeurent donc incertaines: l'esquisse tectonique et le profil 2 de la feuille Lausanne proposaient une autre interprétation.

Ecaille de Palézieux

Elle chevauche sur l'écaille d'Oron par l'intermédiaire d'une étroite bande de Molasse rouge redressée et écrasée, dont le sommet paraît être en contact stra-

tigraphique normal, quoique tectonisé, avec la Molasse à charbon (vallon de la Mionne) ou les Grès de la Cornalle (vallon du Grenet). L'écaïlle de Palézieux (ou «bassin de Palézieux» au sens minier) est également en série normale et isoclinale, comme l'ont bien montré les mines de la région du Jordil-Froumi (feuille Moudon). Quelques failles et peut-être replis sont connus aux Thioleyres.

Le contact interne (sud-est) de l'écaïlle, le *chevauchement Broye – Bois de Tey*, est décalé par plusieurs décrochements méridiens senestres: ceux de la Broye sont assez nets, par contre ceux de Maraçon et d'Ecoteaux ne sont que supposés d'après la géophysique (Institut de Géophysique, Univ. Lausanne, et A. Pugin, Genève: données inédites). Dans la Broye toujours, on observe localement des crochons de faille avec série parfois renversée sous le plan de chevauchement (557.30/155.84). Ce dernier doit avoir joué tardivement, car la sismique montre qu'il affecte les sédiments pléistocènes anciens du bassin d'Ecoteaux.

Ecaïlle du Mont-Pèlerin

Entre Puidoux et la Broye, la partie nord-ouest de l'écaïlle est faite de Molasse rouge à la base, normalement suivie des Poudingues du Mont-Pèlerin. Cet ensemble dessine une succession de plis très doux (plongements: $<20^\circ$), orientés nord à N20°E, dont deux seulement se prolongent vers le sud:

- le synclinal Granges-Paully, avec plongement axial vers le sud,
- l'anticlinal Tatroz-Attalens, avec axe horizontal.

Le long de la Broye (sud-est et est de Maraçon), les Poudingues du Pèlerin écrasent un coussinet de Molasse rouge pincé sur le plan de chevauchement; ils sont ensuite en série isoclinale normale et apparemment régulière jusqu'à Châtel-St-Denis.

La partie interne de l'écaïlle est beaucoup plus complexe et l'interprétation qui en est proposée sur les profils tectoniques n'est certes pas définitive. En effet, la vallée de la Veveyse et la zone du vignoble dominant le Léman sont encombrées de dépôts quaternaires qui ne laissent voir que quelques bancs durs, gréseux ou conglomératiques, dont la polarité n'est pas toujours décelable: le tracé et parfois même l'existence des plans de chevauchement relève souvent de la conjecture, bien que la carte au 1:5'000 de ZAHNER (1972) soit excellente.

En rive droite de la Veveyse, sous le chaînon du Mont-Vuarat, les couches sont fortement gondolées et dessinent l'amorce d'un synclinal, dont le flanc sud-est, renversé ou subvertical, est chevauchant.

BURRI & BERSIER (1972) ont mis en évidence la klippe chevauchante du versant méridional du Mont-Pèlerin, entre la Salanche et la Bergère. Les couches chevauchées sont souvent renversées sous le plan de chevauchement, mais

moins systématiquement que ne le figurent BURRI & BERSIER (1972, fig. 3). La klippe est elle-même en position normale, avec une série de plis parallèles d'axe plus ou moins E-W.

De nombreux accidents mineurs, le plus souvent décrochants, orientés NNW à NW, affectent les bancs de poudingues et décalent les plans de chevauchement. Une analyse statistique locale de la fracturation (STUBER 1988: secteur Granges-Bossonens) révèle trois directions préférentielles de diaclasage: N 110–140°E=39% des mesures, N 160–180°E=21%, N 80–100°E=10%. La même direction régionale de contrainte principale (env. N 120°E) se manifeste par l'étude des figures de dissolution et des fractures in situ des galets de poudingues (SCHRADER 1988).

Ecaille de Vevey

Dès le milieu du siècle dernier, tous les auteurs (A. Morlot, J. de la Harpe, H. Schardt, etc.) ont relevé l'existence d'un accident majeur qui, depuis les Gonnelles au bord du Léman jusqu'au confluent des deux Veveyses, limite vers le nord-ouest la Molasse rouge de la Veveyse, «...écaille indépendante se heurtant aux Poudingues du Pèlerin» (MORNOD 1946, p. 148): c'est l'*accident de la Veveyse*, un chevauchement complexe à composante décrochante qui détermine dans la Veveyse, sur une largeur de quelques dizaines de mètres à plus de 100 m, une foule de petits chevauchements, dont certains sont très plats, diverses familles de failles, des replis serrés (notamment plis couchés isoclinaux d'axes variés, parfois à très fort plongement), du boudinage des bancs gréseux et un intense clivage de fracture. Au-dessus, la Molasse rouge des régions Vevey-Clarens-Blonay-St-Légier est beaucoup moins écrasée, avec toutefois des chevauchements secondaires et des replis que les médiocres affleurements et les propriétés clôturées et féroceement gardées ne permettent pas de tracer dans le détail. Si quelques affleurements montrent des couches très localement en position renversée, il n'y a pas d'élément probant qui confirme l'existence du vaste synclinal couché avec coeur de Poudingues du Pèlerin que dessinait SCHARDT (1893).

Ecaille de Vulruz – Montabliet – Veveyse de Fégire

(= écaille II de MORNOD 1949)

A Vulruz, l'écaille comprend de l'UMM surmontée normalement par la Molasse rouge. Cela ne semble plus être le cas à Montabliet, où le plan de chevauchement devrait passer juste au sommet des Grès de Vulruz, d'après les indications fournies par quelques sondages. Au sud du décrochement de Prayoud – La Rogivue, seules les Marnes de Vulruz ont été mises en évidence, dans des fouilles à l'ouest de Prayoud (559.50/154.85), sur la route Châtel-Pratey

(559.44/153.40; MOREL 1980), ou dans la Veveyse de Fégire (MORNOD 1946); elles sont en position renversée ou intensément replissées dans ce dernier affleurement, alors qu'elles semblent ailleurs plus tranquillement isoclinales.

Ce n'est vraisemblablement pas à la même écaille qu'appartient la série renversée Molasse rouge – UMM visible entre Clarens et Chailly (feuille 1264 Montreux; WEIDMANN et al. 1982, fig. 8), et en arrière de laquelle réapparaît, dans la colline du château du Châtelard, une molasse d'eau douce à feuilles et filons de charbon qui n'est pas de la Molasse rouge.

Écaille de Semsales–Prayoud–Fruece–Chevalleyres

Les affleurements sont trop discontinus pour permettre d'élucider la tectonique de détail des différents termes de la Formation de Cucloz: les chevauchements internes sont fréquents, de même que les replis serrés à flancs parallèles subverticaux, mais parfois déversés. La série est en règle générale en position normale.

ULTRAHELVÉTIQUE

(= «nappe» des Préalpes externes ou bordières)

L'épaisseur du Wildflysch basal ou sommital, avec ses lentilles ou olistolithes de toutes tailles, varie considérablement, de même que la proportion matrice/lentilles; ces dernières sont assez peu déformées, contrairement à la matrice pélitique qui présente classiquement un aspect broyé-laminé.

L'Ultrahelvétique est constitué de deux écailles:

1. A l'ouest, l'*écaille principale* (ou «écaille des Pléiades et du Chaussin» de GAGNEBIN 1924), très continue, plongeant régulièrement vers l'est, avec des replis métriques à hectométriques très fréquents, à plans axiaux inclinés de 40–60° vers l'est et axes subhorizontaux. Au sud des Pléiades (L'Aplau–Fayaux), les couches d'âge crétacé moyen-supérieur dessinent un synclinal complexe renversé (WEIDMANN 1985, fig. 4). Vers le nord, sous le sommet du Niremont, l'écaille principale commence à se laminier et elle disparaît peu avant Semsales.
2. A l'est, l'*écaille de la Briaz* (GAGNEBIN 1924), apparemment isoclinale au sud (La Châ – Prantin, env. 560/149) et qui montre en rive droite de la Veveyse de Fégire un anticlinal couché avec amorce de flanc inverse; plus loin vers le nord, cette écaille se résout en un chapelet de copeaux jurassiques et crétacés replissés et diversement orientés.

Les deux écaïlles sont séparées par un plan de chevauchement dans lequel s'injecte du Wildflysch à lambeaux de Flysch du Gurnigel (GAGNEBIN 1924; MOREL 1980).

De nombreuses cassures découpent l'Ultrahelvétique:

- petits chevauchements secondaires subhorizontaux avec déplacement du compartiment supérieur vers l'ouest;
- failles normales orientées est-ouest (= les «flexures transversales» de GAGNEBIN 1924) qui seraient l'expression en surface d'un système cisailant profond orienté nord-sud (PLANCHEREL 1979, p. 195);
- décrochements d'orientations diverses, probablement tardifs comme celui de Maudens (MOREL 1980) ou celui de La Mortive – Grattavache (J.-H. Gabus, comm. orale).

LA ZONE DU GROS PLANÉ

Comme on l'a déjà dit plus haut, la signification structurale de ce wildflysch demeure une inconnue. La zone du Gros Plané ne peut être rattachée indiscutablement, ni aux Préalpes médianes, ni à la nappe du Gurnigel ou à l'Ultrahelvétique. S'agit-il d'un mélange tectonique ou d'un olistostrome? Quelle conclusion en tirer quant à la nature du contact basal, «sec ou humide», des Préalpes médianes? Le cadre trop restreint de la feuille Châtel-St-Denis ne permet pas d'y répondre.

Toutefois, à la suite des travaux de MOREL (1976), de PUGIN (1986) et de ses propres observations tout au long du bord externe des Médianes, R. Plancherel (comm. écrite) propose à titre d'hypothèse de scinder le Wildflysch du Gros Plané en deux ensembles superposés:

- au sommet, un *mélange infra-Médianes*, avec lentilles d'affinité subbriançonnaise;
- à la base, un *mélange infra-Gurnigel*, avec lentilles d'affinités ultrahelvétique, Gurnigel, etc. Ce dernier mélange serait chevauché et renversé lors des ultimes phases de mise en place des Médianes.

NAPPE DES PRÉALPES MÉDIANES

L'interprétation de la structure de la nappe peut se faire en suivant des voies fort différentes, amenant à des résultats qui ne le sont pas moins.

C'est tout d'abord l'interprétation «ultra-plastique», remarquablement bien illustrée par GAGNEBIN (1924 et dans TERCIER & GAGNEBIN 1926) ou par VON DER WEID (1960), et adoptée par la plupart des travaux récents tant lausannois que fribourgeois (TABOTTA 1980, CORNIOLEY 1980, ESCHER 1985, RÜCK 1985): on ne dessine pas de chevauchement interne et les seules failles notées sont celles qui affectent les calcaires massifs du Jurassique supérieur; en outre, les épaisseurs des diverses formations varient considérablement par étirement ou bourrage.

L'autre voie est celle qu'a adoptée MOSAR (1988). Après avoir montré que la déformation interne de la roche reste faible dans les Médiannes, cet auteur postule donc qu'il y a conservation des volumes et des surfaces et que les mouvements se font essentiellement le long des nombreux plans de chevauchement. Son profil passant par le Moléson (p. 78, fig. 2b) n'a, à première vue, rien de commun avec le même profil de même orientation dessiné par E. Gagnebin!

D'autres auteurs ont suivi des voies en quelque sorte «moyennes» qui font intervenir aussi bien de nombreux chevauchements internes qu'une déformation plus souple que celle postulée par MOSAR. Après BADOUX (1965), c'est ce que proposent BURRI & HOMEWOOD (1971-1975), BERCHTEN (1982) et surtout PLANCHEREL (1979) qui estime que les structures ne sont pas continues, mais au contraire qu'elles sont limitées à des compartiments avec déformation plus ou moins indépendante; ces compartiments sont séparés les uns des autres par des accidents décrochants ou des zones de torsion qui sont obliques sur la direction actuelle des plis.

Les profils que j'ai dessinés dans les Préalpes médianes se sont surtout inspirés du style adopté par les auteurs des diverses cartes utilisées. On se souviendra donc que, comme on l'a dit ci-dessus, les mêmes données de base permettent des interprétations diverses.

Le système des écailles frontales imbriquées avec plans de chevauchement peu inclinés, décrit par BADOUX (1965) sur la feuille voisine Montreux, paraît en fait passer assez vite, plus au nord, à des plis déversés avec flanc inverse conservé: GAGNEBIN (1918) avait déjà montré que la première écaille (A) disparaît peu au nord de l'Alliaz. Dès la limite méridionale de la feuille, le plan de chevauchement séparant les écailles B et C semble se confondre avec le coeur triasique d'un anticlinal couché. Par contre, le plan de chevauchement séparant l'écaille C du corps principal de la nappe se suit jusqu'à la Veveyse de Fégire.

A la suite de PLANCHEREL (1979, p. 187), on peut suggérer un certain nombre d'accidents décrochants senestres subméridiens, liés à des chevauchements obliques ou transversaux:

- L'Albeuve – col de Pétère – Vanil Blanc – vallon du Flon (limite est de la feuille), aboutissant aux chevauchements frontaux de Pringy (feuille 1225 Gruyère),
- Moléson,
- Teysachaux,
- Gros Plané – Le Villard – Vuipeys, aboutissant au chevauchement frontal du Petit Plané,
- Rosaly – Grevalla, aboutissant aux chevauchements transversaux entre Pralet et Radzy.

On n'a retenu sur la carte que ceux qui ont été dessinés ou esquissés par les auteurs des levés.

NAPPE DU GURNIGEL

Les très médiocres conditions d'affleurement, la généralisation des mouvements gravifiques (tassements et glissements), ainsi que la prépondérance dans le massif du Niremout d'une seule unité lithostratigraphique (Flysch 4) limitent beaucoup l'analyse de la structure. Une seule entaille profonde, celle de la Vevseyse de Fégire, permet de se faire une idée partielle de la tectonique interne de la nappe; ailleurs, tout demeure conjectural!

La nappe du Gurnigel est divisée en deux écailles par un chevauchement interne qui se suit du sud au nord de la feuille, jalonné par diverses lentilles exotiques ou autres accidents (WEIDMANN et al. 1976, p. 192; MOREL 1980, p. 160).

L'écaille inférieure, occidentale, est en position normale, plongeant vers l'est, avec des replis d'amplitude et de style variés. Le Flysch 1 maastrichtien y présente toujours un aspect beaucoup plus dissocié et parfois même broyé que les termes plus jeunes.

L'écaille supérieure occupe la plus grande surface, notamment dans le massif du Niremout. D'après MOREL (1980, fig. 18) le Flysch 4 de cette écaille dessine une large structure synclinale déversée vers l'ouest, orientée N 40°E, dont l'axe se situe vers le sommet du Niremout, là où ont été déterminés les termes les plus jeunes de la série stratigraphique. Plus à l'est, le Flysch 3 réapparaît (forêts de la Joux-Derrière et des Villius) dans une voûte anticlinale complexe également déversée, et avec un fort plongement axial vers le sud-ouest. Un nouveau synclinal, plus étroit, occupé par le Flysch 4, précéderait la remontée des termes

les plus anciens (Flysch 1 et 2) sous le plan de chevauchement du Wildflysch du Gros Plané.

Tous ces plis sont affectés d'innombrables replis déversés vers N40–60°W à flancs parallèles et d'amplitude métrique à hectométrique. Il convient en outre de relever, après RIGASSI (1966) et MOREL (1980, fig. 17), l'obliquité des structures de la nappe du Gurnigel, en gros NE–SW, par rapport à celles de l'Ultrahelvétique qui sont subméridiennes.

SÉISMICITÉ

Selon les données du Service sismologique suisse (Zurich), il n'y a pas eu, au cours de la période historique, de tremblement de terre important sur le territoire de la feuille Châtel-St-Denis: deux modestes séismes près d'Oron, sur le tracé de l'accident de la Lutrive, ainsi que quelques autres entre Châtel-St-Denis et Corseaux, sur le tracé des chevauchements complexes de la Veveyse. Un peu plus au sud, dans le secteur Blonay–Clarens–Montreux, les secousses, plus fréquentes, paraissent liées aux chevauchements méridiens dans la Molasse ou à la base des unités préalpines.

MATIÈRES PREMIÈRES EXPLOITABLES

Charbon

Dans les deux bassins d'Oron et de la Mionne, séparés par un important plan de chevauchement, on a exploité les minces veines de la Molasse à charbon, dès le 18^e siècle et peut-être même auparavant. Ces très nombreuses petites mines artisanales ont fonctionné de façon intermittente pendant deux siècles et certaines d'entre elles ont connu de nouvelles phases d'exploitation, industrielles celles-ci, pendant les deux guerres mondiales du 20^e siècle. Les difficultés d'exploitation (faible puissance des filons, failles, forts pendages, etc.) ont plus souvent causé la ruine des entrepreneurs que leur fortune! L'histoire et l'économie de cet «artisanat minier» ont été étudiées par CLAUDE (1974) et par VIAL (1988). Les premières descriptions géologiques de ces mines sont celles de

RAZOUROWSKY (1789) et de STUDER (1825). De nombreux renseignements géologiques et techniques sont consignés dans les travaux de KISSLING (1903), FEHLMANN (1919, 1947), RITTER (1924, 1925), BERSIER (1951). Sur le terrain, quelques terrils sont encore visibles, mais les entrées de galeries et les puits se sont effondrés et ont été remblayés.

Dans chacun des deux bassins, les synthèses de BERSIER (1951) et de FASEL (1986) recensent une douzaine de veines de charbon qui n'étaient certes pas toutes exploitables; elles semblent très groupées, sur environ 200 m d'épaisseur, dans le bassin d'Oron et beaucoup plus «diluées», sur environ 600 m, dans le bassin de la Mionne-Palézieux.

Le charbon est de type humique, avec 40% de matières volatiles et un pouvoir calorifique d'environ 6000 kcal/kg, particulièrement riche en soufre (6%) à cause de l'abondance de la pyrite. L'analyse publiée par FASEL (1986) révèle 80-90% de vitrinite, 5-10% d'exinite et 1-5% d'inertinite. Le charbon provient donc de l'accumulation de gros débris végétaux (troncs, branches, tiges) dans des dépressions aquatiques comme on en trouve dans les forêts marécageuses. RITTER (1924) signale des venues de grisou (CH_4) dans les mines de la Mionne.

On a également exploité du charbon dans les Poudingues du Pèlerin, à la petite mine des Monts de Corsier (556.72/149.60).

Production, en tonnes, y compris les mines de St-Martin et La Verrerie (FEHLMANN 1919, 1947):

	1919-1921	1940-1947
Bassin d'Oron	1'500?	env. 44'000
Bassin de La Mionne-Palézieux	env. 42'000	env. 60'000
Monts de Corsier	---	1040

On ne possède pas de statistiques fiables concernant la production au cours des périodes antérieures. Signalons pour terminer que l'«Amicale des mineurs» du bassin d'Oron existe toujours et qu'elle comptait encore sept membres en novembre 1988.

Tourbe

Elle fut passablement exploitée dans la région molassique, pendant tout le 19^e siècle, notamment pour alimenter la verrerie de Semsales. FRÜH & SCHRÖTER (1904) citent les exploitations suivantes: Les Mosses/La Rogivue, Lac de Lussy/Châtel-St-Denis, Les Boux (558.3/155.3), Roseyres (557.85/155.20), Charavet (557.90/155.55). Certaines de ces tourbières sont restées en exploitation jusque vers le milieu du 20^e siècle.

En zone préalpine, on a extrait la tourbe aux Tenasses/Blonay et à Rathevi (565.0/154.9).

Pierre de taille

De nombreuses petites carrières paysannes, antérieures au 20^e siècle, exploitaient les grès grossiers à stratification oblique de la Molasse à charbon et des Grès de la Cornalle, certains grès à ciment calcaire de la Molasse rouge, ou encore le faciès gréseux de la Formation de Cucloz. Les «Grès d'Attalens» ou «Grès de Jongny» étaient particulièrement prisés pour la confection des pavés, que l'on exportait assez loin, et pour des dalles destinées aux murs et escaliers des vignes; les carrières étaient ouvertes au sud d'Attalens et près de La Chaudette. L'une d'elles est encore épisodiquement active.

Beaucoup des anciennes exploitations ont été remblayées: la plupart sont signalées sur la carte de GAGNEBIN (1922a).

Les grès du flysch de la nappe du Gurnigel furent autrefois largement extraits à Pra Roud/Semsaes et ils le sont toujours dans les carrières des Fayaux, au sud d'Ondallaz.

Les seuls calcaires exploités sur le territoire de la feuille furent ceux du Kimmeridgien-Portlandien de l'Ultrahelvétique, dans diverses petites carrières proches de Châtel-St-Denis, par exemple celle de Riondouneyre/Fruence (558.95/152.8).

Calcaire à ciment

La fameuse carrière de La Planière (560.00/153.24), «...béante au flanc du coteau comme l'entrée d'une caverne gigantesque...»(GAGNEBIN 1920) était ouverte dans les calcaires et marnes de l'Oxfordien moyen, dénommés aussi «Calcaire à ciment» par les anciens auteurs. La cimenterie de Châtel-St-Denis a cessé son activité depuis longtemps et le séisme valaisan de 1946 a fait s'écrouler en partie l'ancien front de taille.

Gravier et sable

Nombreuses et parfois importantes exploitations, toutes abandonnées et partiellement remblayées, dans les terrasses glaciolacustres de la Veveyse (sous le cimetière de Corsier, à La Veyre, à Bendes, etc.) et de Blonay-La Chiésaz.

Les vallums sablo-graveleux et les accumulations de moraine remaniée ont été très souvent exploités artisanalement dans le passé, ou plus intensément au cours des trente dernières années; les principales gravières sont ou étaient celles de La Tsintre/Remaufens, du Radzy (564.4/151.7) et des Pueys (564.4/153.5).

D'autres gravières importantes, toutes épuisées, ont extrait les graviers inframorainiques de Maraçon et les graviers tardiglaciaires de Flumeau et Saumont-Derrière (ARN 1982).

Marne et argile

L'ancienne tuilerie de Jongny (554.20/148.85) exploitait les argiles tardiglaciaires qui colmatent une dépression marécageuse dans les Poudingues du Pèlerin.

La tuilerie de Palézieux (552.85/155.65) est citée déjà en 1267: elle fut établie par les moines de Haut Crêt et c'est elle qui donna son nom à la commune voisine des Thioleyres. Elle a cessé son activité vers 1860. Elle exploitait les limons lacustres tardiglaciaires du «lac de Palézieux».

Divers

Une antique tradition locale voulait qu'il y ait eu à Semsales des sources salées, si bien que le gouvernement fribourgeois y fit faire des recherches en 1680 et 1732-1733 (KUENLIN 1832). En vain: il n'y a aucune indication de la présence d'un Trias salifère dans le secteur.

Toutes aussi dénuées de fondements historique et géologique sont les suppositions de DUCOTTERD (1976, p. 143 et 160) à propos d'une mine de fer au lieu-dit «Les Fosses» près des Faverges/St-Saphorin.

La prospection de l'or alluvionnaire dans les principales rivières et dans quelques torrents de la feuille Châtel-St-Denis n'a pas révélé jusqu'ici la moindre paillette (MÄDER 1986).

HYDROGÉOLOGIE

Les sources indiquées sur la carte sont empruntées aux documents suivants:

1. Sur territoire vaudois: «Carte hydrogéologique du canton de Vaud», 1:25'000, avec Cadastre des sources et notice explicative, par H. Badoux et J. Mautner (1977), document déposé au Département des travaux publics.
2. Sur territoire fribourgeois: documentation provisoire et partielle, destinée à la «Carte des zones de protection des eaux», en cours d'élaboration par le Bureau CSD-Fribourg.

J'ai également utilisé les données, assez disparates, fournies par les diverses cartes géologiques existantes.

En pays molassique, on distingue du point de vue hydrogéologique une zone marno-gréseuse au nord-ouest et au nord, avec couverture étendue de moraine de fond, où les terrains sont en règle générale imperméables. Les sources y sont nombreuses (en moyenne 10 sources/km²), mais de faible débit. Font excep-

tion les captages qui s'alimentent dans les sédiments postglaciaires de la cuvette de Palézieux (PARRIAUX 1981) et une importante venue d'eau en molasse fracturée (Bussigny, 555.84/157.80).

Dans les Poudingues du Pèlerin, les eaux circulent dans les bancs conglomératiques fracturés, près de la surface: très nombreuses sources (jusqu'à 30/km²!) et très faibles débits, avec quelques rares groupes de venues fissurales plus importantes.

Il n'y a pas de source notable dans la Molasse rouge de la Veveyse.

Le pied occidental des Préalpes externes, avec sa couverture étendue d'éboulis et de moraine souvent graveleuse, dominée par des massifs calcaires et marno-calcaires fracturés, eux-mêmes enclavés dans les flysch et wildflysch imperméables, offre d'excellentes conditions pour des nappes fissurales à débits importants. Elles sont captées soit en galerie dans la roche en place, soit en surface dans la couverture quaternaire: Signal de Blonay, Chevalleyres, Bois Dévin, etc.

Le Flysch du Gurnigel, son sol argileux et ses glissements donnent une multitude de petites sources, souvent temporaires, qui ne sont pas toutes captées.

Dans les Préalpes médianes, les conditions hydrogéologiques sont très variées. Du Trias est issue la source d'eau sulfatée calcique de l'Alliaz (560.74/147.90), captée dans le gypse d'après d'anciens rapports. Aujourd'hui inutilisée, elle fut à l'origine d'un établissement de bains célèbre autrefois:

»L'Alliaz, vallon charmant dans sa rusticité,
Source pure où l'on puise, où l'on boit la santé...»
Ph. S. Bridel, dit Le Doyen, 1815.

La première mention de cette source minérale, par AMBUEL, date de 1574 et la première analyse fut publiée en 1812 par RENGGER & STRUVE.

Dans les formations marno-calcaires, la circulation est essentiellement fissurale et les débits peuvent être importants: Issalets, La Cuva, Soladier, Pontet, etc. Des circulations karstiques à longue distance peuvent également se développer dans les calcaires du Lias et du Dogger, comme le prouve l'extension, bien au-delà de leur bassin versant topographique et jusque vers le Pralet et la Joux Verte, des zones d'alimentation de grosses sources captées beaucoup plus loin au sud, dans la Baye de Montreux: source des Avants, source du Pont de Pierre (L. Mornod, rapports inédits). Voir aussi ANATRA et al. (1990): captages de Villard-Dessous (1 km au nord de Teysachaux).

Dans les calcaires du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur, d'autres réseaux karstiques se sont développés qui récoltent et conduisent les eaux des petits bassins fermés de la Dent-de-Lys (VON DER WEID 1960). Ce réseau karstique a été partiellement exploré par les spéléologues (WENGER 1984).

On note également les débits importants des sources captées dans les très épaisses moraines plus ou moins graveleuses des hautes vallées de la Baye de Clarens et des deux Veveyses.

BIBLIOGRAPHIE

- AMBUEL, G. alias Collinus (1574): De Sedunorum thermis et aliis fontibus medicalis liber. In : SIMLER, J.: *Vallesiae descriptio* (p. 143–151). – Froschauer, Zürich.
- ANATRA, S. (1986): Les faciès pélagiques de l'Ultrasahélien entre Arve et Simme. – Thèse Fac. Sci. Univ. Fribourg 884 (Multiprint, Fribourg).
- ANATRA, S., ACKERMANN, T. & BERTCHEN, J.-D. (1990): Recherche d'eau et mode de captage par forages subhorizontaux dans le contexte préalpin. – Mem. 22nd Congr. int. Assoc. Hydrogeologists 22, 1011–1015.
- ARN, R. (1978): Analyse pollinique et malacologique des sédiments lacustres postglaciaires du Rueret (Puidoux, VD). – Bull. Lab. Géol. etc. Mus. géol. Univ. Lausanne 231.
- (1982): Les formations quaternaires de la Veveyse de Fégère. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat 76/2 (362), 133–149.
- (1984): Contribution à l'étude stratigraphique du Pléistocène de la région lémanique. – Thèse Fac. Sci. Univ. Lausanne 986.
- BADOUX, H. (1965): Atlas géologique de la Suisse 1:25'000, feuille 47, Montreux (avec notice explicative). – Comm. géol. suisse.
- BÄRTSCH, E. (1913): Das westschweizerische Mittelland. Versuch einer morphologischen Darstellung. – N. Denkschr. schweiz. Ges. Natw. 47/2, 153–309.
- BAUMBERGER, E. (1931): Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpenrand. – Eclogae geol. Helv. 24/2, 205–222.
- BERCHTEN, J.-D. (1982): Etude géologique des Préalpes médianes plastiques entre Teysachaux et Dent de Lys. – Diplôme Inst. Géol. Univ. Fribourg (inédit).
- BERGER, J.-P. (1988): Le gisement à feuilles d'Ogoz (Molasse subalpine, Oligocène, Suisse occidentale): taxonomie, paléocologie, paléoclimatologie. – Soc. géol. suisse, Assemblée générale Lausanne, 7–8.10.1988. Résumés des communications.
- (1989): Paläoökologie und Paläoklimatologie einiger oligozänen Floren der westschweizerischen subalpinen Molasse. – Cour. Forschinst. Senckenb. (Frankfurt/M.) 109, 207–228.
- BERSIER, A. (1942): L'origine structurale des collines et alignements morphologiques orientés du Plateau vaudois. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 62 (258), 135–158.
- (1951): Les possibilités d'exploitation du charbon dans la région vaudoise d'Oron et de Palézieux (rapport inédit). – Archives géol. suisses (Berne) 7348 (de même: Archives Musée géol. Lausanne).
- (1958a): Séquences détritiques et divagations fluviales. – Eclogae geol. Helv. 51/3, 854–893.
- (1958b): Exemples de sédimentation cyclothématique dans l'Aquitainien de Lausanne. – Eclogae geol. Helv. 51/3, 842–853.
- BUCHER, H. (1985): Géologie de la région d'Oron. – Diplôme Inst. Géol. Univ. Lausanne (inédit).
- BÜHLER, R. W. (1986): Twannberg, ein neuer Schweizer Eisenmeteorit. – Orion (Luzern) 217, 188–192.
- BURRI, M. (1981): Les terrasses lémaniques: géologie. – Arch. suisses Anthropol. gén. 45/2, 107–115.
- BURRI, M. & BERSIER, A. (1972): Les complications tectoniques du Mont-Pèlerin. – Eclogae geol. Helv. 65/1, 21–26.
- BURRI, M. & HOMEWOOD, P. (1971–1975): Rapports sur les excursions géologiques, région Folly-Molard-Soladier-Pralet (rapports inédits). – Inst. Géol. Univ. Lausanne.

- CARON, C. (1976): La nappe du Gurnigel dans les Préalpes. – *Eclogae geol. Helv.* 69/2, 297–308.
- CARON, C., HOMEWOOD, P., MOREL, R. & STUIJVENBERG, J. VAN (1980): Témoins de la nappe du Gurnigel sur les Préalpes médianes: une confirmation de son origine ultrabriançonnaise. – *Bull. Soc. fribourg. Sci. nat.* 69/1, 64–79.
- CHAROLLAIS, J. & RIGASSI-STUDER, D. (1961): Répartition de quelques microfossiles dans le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de Châtel-St-Denis. – *Arch. Sci. (Genève)* 14/2, 265–279.
- CLAUDE, A. (1974): Un artisanat minier: charbon, verre, chaux et ciments au Pays de Vaud. – *Bibl. hist. vaud.* 54.
- CORMINBOEUF, P. (1959): Sur les couches de Culoz-Villarvolard en Suisse occidentale. – *Eclogae geol. Helv.* 52/1, 271–294.
- CORNIOLEY, J.-R. (1980): Géologie de la région Vanil de l'Arche – Dent de Lys. – *Diplôme Inst. Géol. Univ. Lausanne* (inédit).
- COSANDEY, F. & KRAFT, M.-M. (1947): Topographie et substratum imperméable de la tourbière des Tenasses. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 63 (269), 393–407.
- (1948): Analyse pollinique de la tourbière des Tenasses. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 64 (271), 1–54.
- CRIMES, P., GOLDRING, R., HOMEWOOD, P., STUIJVENBERG, J. VAN & WINKLER, W. (1981): Trace fossil assemblages of deep-sea fan deposits, Gurnigel and Schlieren flysch (Cretaceous–Eocene), Switzerland. – *Eclogae geol. Helv.* 74/3, 953–995.
- DIEM, B. (1986): Die Untere Meeresmolasse zwischen der Saane (Westschweiz) und der Ammer (Oberbayern). – *Eclogae geol. Helv.* 79/2, 493–559.
- DOMMERGUES, J.-L., MEISTER, C. & METTRAUX, M. (1990): Succession des faunes d'ammonites du Sinémurien et du Pliensbachien dans les Préalpes médianes de Suisse romande (Vaud et Fribourg): implications biochronologiques et paléogéographiques. – *Geobios* 23/3, 307–341.
- DUCOTTERD, G. (1976): Les Faverges en Lavaux, vignoble millénaire. – *Ed. du Grand-Pont, Lausanne*.
- ENGESSER, B. (1990): Die Eomyidae (Rodentia, Mammalia) der Molasse der Schweiz und Savoyens. – *Schweiz. paläont. Abh.* 112.
- ENGESSER, B., MAYO, N. & WEIDMANN, M. (1984): Nouveaux gisements de mammifères dans la Molasse subalpine vaudoise et fribourgeoise. – *Mém. suisses Paléont.* 107.
- ESCHER, P. (1985): Géologie de la vallée de l'Hongrin entre Montbovon et la Cape au Moine (Préalpes médianes plastiques). – *Diplôme Inst. Géol. Univ. Fribourg* (inédit).
- FASEL, J.-M. (1986): Sédimentologie de la Molasse d'eau douce subalpine entre le Léman et la Gruyère. – *Thèse Fac. Sci. Univ. Fribourg* (Quick-Print, Fribourg).
- FAVRE, E. (1876): Description des fossiles du terrain oxfordien des Alpes fribourgeoises. – *Mém. Soc. paléont. suisse* 3, 1–75.
- (1877): La zone à *Ammonites acanthicus* dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie. – *Mém. Soc. paléont. suisse* 4, 1–113.
- (1880): Description des fossiles des couches tithoniques des Alpes fribourgeoises. – *Mém. Soc. paléont. suisse* 6, 1–72.
- FAVRE, E. & SCHARDT, H. (1887): Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais jusqu'à la Dranse et la chaîne des Dents du Midi, formant la partie nord-ouest de la feuille XVII. – *Matér. Carte géol. Suisse* 22.
- 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, Bern*.

- FRÜH, J. & SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 3.
- FÜCHTBAUER, H. (1964): Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen. – *Eclogae geol. Helv.* 57/1, 157–298.
- FURRER, H. (1960): Der Ichtyosaurus von Teyssachaux. – *Mitt. natf. Ges. Bern [N.F.]* 18, 75–80.
- GAGNEBIN, E. (1918): Les lacunes du Lias inférieur entre Montreux et le Moléson. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* [P.V. séance du 5 juin 1918] 52, 52–55.
- (1920): Description géologique détaillée des Préalpes bordières entre Montreux et Semsales, 1913–1920. Mémoire de thèse, dactylogr. (178 p.) avec corrections manuscrites, mais sans les figures. – Archives Musée géol. Lausanne.
- (1922a): Carte géologique des Préalpes entre Montreux et le Moléson et du Mont Pèlerin 1:25'000. – Carte géol. spec. 99 (Comm. géol. suisse).
- (1922b): Les Cyrènes de la Veveyse de Feygire. – *Eclogae geol. Helv.* 17/3, 387–389.
- (1924): Description géologique des Préalpes bordières entre Montreux et Semsales. – *Mém. Soc. vaud. Sci. nat.* 2/1, 1–70.
- (1934): Environs de Châtel St Denis (Excursion N° 9). Dans: Guide géologique de la Suisse (Fasc. VI, p. 369–375). – Wepf, Basel.
- (1935): Ossements de Mammouth trouvés dans la moraine de Renens, près Lausanne, et recensement des restes de Mammouths connus dans la région lémanique. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 58 (237), 385–391.
- (1937): Les invasions glaciaires dans le bassin du Léman. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 59 (243), 335–416.
- (1939): La géologie du Chablais (Feuille de Thonon au 1:80'000, 2^e édition). – *Bull. Soc. géol. France* (5) 9, 673–690.
- GAILLARD, M.-J. (1981): Sondages et analyses polliniques préliminaires des marais du Moyen-Pays romand. Appendice II au Mémoire de thèse manuscrit (inédit). – Inst. Bot. syst. Univ. Lausanne.
- (1984): Etude palynologique de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation du Moyen-Pays romand (Suisse). – *Dissertationes bot.* 77, 1–322.
- GAUDIN, C.-T. (1859): Nouveau gisement de feuilles fossiles à Lavaux. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 6, 456.
- GIRARD, R. DE (1900): Tableaux des terrains de la région fribourgeoise. – *Mém. Soc. fribourg. Sci. nat.* 2/2 (2^e éd. augmentée, 1911).
- GROSS, A. (1958): Etude géologique de la région Les Avants – Folly – Cape au Moine. – Diplôme Inst. Géol. Univ. Lausanne (inédit).
- (1965): Contribution à l'étude du Jurassique moyen et supérieur des Préalpes médianes vaudaises. – *Eclogae geol. Helv.* 58/2, 743–788.
- GUILLAUME, M. (1986): Révision stratigraphique des Couches rouges de la nappe des Préalpes médianes. – Thèse Fac. Sci. Univ. Fribourg (Quick-Print, Fribourg).
- HABICHT, J. K. A. (1987): Lexique stratigraphique international, Vol. I: Europe, Fasc. 7 Suisse, 7b Plateau suisse (Molasse). – *Comm. géol. suisse et Serv. hydrol. et géol. natl.*
- HANTKE, R. (1984): Die Fächerpalmreste aus der Molasse der Schweiz und ihrer nordöstlichen Grenzgebiete sowie ihr paläoklimatischer Aussagewert. – *Dissertationes bot.* 72, 137–175.
- HEINZ, R. A. & ISENCHMID, C. (1988): Mikrofazielle und stratigraphische Untersuchungen im Massivkalk (Malm) der Préalpes médianes. – *Eclogae geol. Helv.* 81/1, 1–62.
- HESS, H. & PUGIN, L. (1983): *Balanocrinus berchteni* n. sp., un nouveau crinoïde bajocien des Préalpes médianes fribourgeoises. – *Eclogae geol. Helv.* 76/3, 691–700.
- HOMEWOOD, P. (1976): Sur les faciès des flyschs ultrahelvétiques dans les Préalpes internes romandes. – *Eclogae geol. Helv.* 69/2, 281–295.

- HOMEWOOD, P., ALLEN, P. A. & WILLIAMS, G. D. (1986): Dynamics of the Molasse Basin of western Switzerland. – Spec. Publ. int. Assoc. Sedimentol. 8, 199–217.
- HOMEWOOD, P. & WINKLER, W. (1977): Les calcaires détritiques et noduleux du Malm des Médianes plastiques dans les Préalpes fribourgeoises. – Bull. Soc. fribourg. Sci. nat. 66/2, 116–140.
- JEANBOURQUIN, P. (1986): Les cornieules polymictes des Préalpes internes et de l'Autochtone helvétique en Suisse romande. – Thèse Fac. Sci. Univ. Lausanne.
- KELLER, P. (1934): Die Grundzüge der nacheiszeitlichen Waldentwicklung in der Westschweiz. – Ber. geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel (1933).
- KISSLING, E. (1903): Die schweizerische Molassekohlen westlich der Reuss. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 2.
- 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 (Suisse occidentale et Haute-Savoie). – Eclogae geol. Helv. 72/2, 347–373.
- KUENLIN, F. (1832): Dictionnaire géographique, statistique et historique du Canton de Fribourg. – Eggendorffer, Fribourg (Réimpression Slatkine, Genève [1987]).
- LATELTIN, O. (1988): Les dépôts turbiditiques oligocènes d'avant-pays entre Annecy (Haute-Savoie) et le Sanetsch (Suisse). Grès de Tavayannaz et du Val d'Illeiez. – Thèse Fac. Sci. Univ. Fribourg 949 (Impr. St-Paul, Fribourg).
- LOMBARD, A. (1937): Conglomérats polygéniques du soubassement des Préalpes externes (Voirons, Pléiades, Collines du Faucigny). – C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève 54, 127–131.
- LUGEON, M. (1897): Le Rhône suisse tributaire du Rhin? – C. R. Acad. Sci. (Paris) 124, 106–109 (de même: Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 33, 71–78).
- (1904): La météorite du Bois de la Chervettaz près Châtillens, canton de Vaud (Suisse). – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 40/4 (149), 1–19.
- MÄDER, F. (1986): Seifengold aus dem Kanton Freiburg (Schweiz). – Inst. Géol. Univ. Fribourg (rapport inédit).
- MATTER, A., HOMEWOOD, P., CARON, C., RIGASSI, D., STUIJVENBERG, J. VAN, WEIDMANN, M. & WINKLER, W. (1980): Flysch und Molasse of Western and Central Switzerland (Excursion N° V). Dans: TRÜMPY, R. (ed.): 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.
- METTRAUX, M. (1989): Sédimentologie, paléotectonique et paléoocéanographie des Préalpes médianes (Suisse romande) du Rhétien au Toarcien. – Thèse Fac. Sci. Univ. Fribourg.
- METTRAUX, M., DUPASQUIER, C. & HOMEWOOD, P. (1986): Conditions de dépôt et diagenèse précoce du Toarcien inférieur des Préalpes médianes romandes (Suisse). – Doc. BRGM 110, 231–237.
- METTRAUX, M. & MOHR, B. (1989): Stratigraphy of the Triassic–Jurassic boundary in the «Préalpes médianes» nappe: facies and palynology. – Eclogae geol. Helv. 82/3, 743–763.
- METTRAUX, M. & MOSAR, J. (1989): Tectonique alpine et paléotectonique liasique dans les Préalpes Médianes en rive droite du Rhône. – Eclogae geol. Helv. 85/2, 517–540.
- METTRAUX, M., WEISSERT, H. & HOMEWOOD, P. (1989): An oxygen-minimum palaeoceanographic signal from Early Toarcian cavity fills. – J. geol. Soc. (London) 146, 333–344.
- MEYER DE STADELHOFEN, C. (1976): Etude géoélectrique du delta de la Veveyse. – Gaz, Eaux, Eaux usées 56/6, 311–312.

- MOREL, R. (1976): Le contact Préalpes médianes - Préalpes externes entre Epagny et les Paccots (canton de Fribourg). – *Eclogae geol. Helv.* 69/2, 473–480.
- (1980): Géologie du massif du Niremont (Préalpes romandes) et de ses abords. – *Bull. Soc. fribourg. Sci. nat.* 69/2, 99–207.
- MORNOD, L. (1946): Extension et position de la Série de Cucloz à la base du Niremont et des Pléiades. – *Eclogae geol. Helv.* 39/2, 144–153.
- (1949): Géologie de la région de Bulle (Basse Gruyère). Molasse et bord alpin. – *Matér. Carte géol. Suisse* [n.s.] 91.
- (1950): Découverte du Cénomanien à *Rotalipora apenninica* aux Pléiades (Préalpes externes vaudoises). – *Actes Soc. helv. Sci. nat.* 130, 163–164.
- MOSAR, J. (1988): Structures, déformation et métamorphisme dans les Préalpes romandes (Suisse). – Thèse Fac. Sci. Univ. Neuchâtel.
- NECKER, L. A. (1841): Etudes géologiques dans les Alpes. – Pitois, Paris.
- NOVERRAZ, F. (1985): Etudes régionales: cartes d'instabilité. Projet d'école DUTI. – EPF-Lausanne.
- OOSTER, W. A. (1871): Die organischen Reste der Pteropodenschicht, einer Unterlage der Kreideformation in der Schweizer-Alpen. – *Protozoe helvetica* 2, 89–136.
- PARRIAUX, A. (1978): Quelques aspects de l'érosion et des dépôts quaternaires du bassin de la Broye. – *Eclogae geol. Helv.* 71/1, 207–217.
- (1981): Contribution à l'étude des ressources en eau du bassin de la Broye. – Thèse EPF-Lausanne 393.
- PLANCHEREL, R. (1979): Aspects de la déformation en grand dans les Préalpes médianes plastiques entre Rhône et Aar. – *Eclogae geol. Helv.* 72/1, 145–214.
- PUGIN, A. (1986): Etude géologique de la région de Bulle. – Diplôme Inst. géol. Univ. Fribourg (inédit).
- (1989): Déglaciation dans la vallée préalpine de la Sarine en Gruyère: une analyse sédimentologique. – *Eclogae geol. Helv.* 82/1, 285–324.
- PUGIN, A., BEZAT, E., WEIDMANN, M. & WILDI, W. (sous presse): Le bassin d'Ecoteaux (Vaud, Suisse): témoin de trois cycles glaciaires quaternaires. – *Eclogae geol. Helv.*
- PUGIN, L. (1985): Le Toarcien inférieur du Creux de l'Ours (Rapport inédit du 30.05.1985). – Inst. Géol. Univ. Fribourg.
- PYTHON-DUPASQUIER, C. (1990): La Formation de l'Intyamon («Crétacé moyen») des Préalpes Médianes romandes. – Thèse Fac. Sci. Univ. Fribourg 978 (Multiprint S.A., Fribourg).
- RAZOUKOWSKY, G. DE (1789): Histoire naturelle du Jorat et de ses environs; et celle des trois lacs de Neufchatel, Morat et Bienne; précédées d'un essai sur le climat, les productions, le commerce, les animaux de la partie du Pays de Vaud ou de la Suisse Romande, qui entre dans le plan de cet ouvrage (tomes I+II). – Mourer, Lausanne.
- RENGGER, A. & STRUVE, H. (1812): Analyse de l'eau minérale de l'Alliaz. – Feuilles d'Agriculture du canton de Vaud 1/2, 153–164.
- RIGASSI, D. (1966): A propos de l'origine de l'«Ultraschweizétique inférieure». – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 69 (322), 293–307.
- RIGASSI, D. & ROVEDA, V. (1964): Quelques microfossiles peu connus du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur ultraschweizétiques. – *Arch. Sci. (Genève)* 17/1, 114–118.
- RITTER, E. (1924): Stratigraphie und Tektonik der kohlenführenden Molasse zwischen Genfersee und Saanetal. – *Eclogae geol. Helv.* 18/3, 384–411.
- (1925): Die Kohlen des Oberoligozäns (Aquitaniens) der subalpinen Zone. Ergänzungen zu Lieferung II: «Die schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuss» 1903. Dans:

- LETSCH, E. & RITTER, E.: Die schweizerischen Molassekohlen III (p. 51–90). – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 12.
- RÜCK, P. (1985): Les Préalpes médianes plastiques entre Albeuve et le Moléson. – Diplôme Inst. Géol. Univ. Fribourg (inédit).
- SARASIN, C. & SCHÖNDELMAYER, C. (1901): Etude monographique des ammonites du Crétacique inférieur de Châtel-St-Denis. 1^{ère} partie. – Mém. Soc. paléont. suisse 28/2, 1–94.
- (1902): Etude monographique des ammonites du Crétacique inférieur de Châtel-St-Denis. 2^{ème} partie. – Mém. Soc. paléont. suisse 29/2, 95–195.
- SCHARDT, H. (1893): Coup d'oeil sur la structure géologique des environs de Montreux. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 29 (112), 241–255.
- SCHNORF, A. (1954): Sur deux élans trouvés dans des tourbières. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 66 (287), 55–58.
- SCHRADER, F. (1988): Das regionale Gefüge der Drucklösungsdeformation an Geröllern im westlichen Molassebecken. – Geol. Rdsch. 77/2, 347–369.
- SCHWARTZ-CHENEVART, C. (1945): Les nappes des Préalpes médianes et de la Simme dans la région de la Hochmatt (Préalpes fribourgeoises). – Mém. Soc. fribourg. Sci. nat. 12.
- SEPTFONTAINE, M. (1983): Le Dogger des Préalpes médianes suisses et françaises. Stratigraphie, évolution paléogéographique et paléotectonique. – Mém. Soc. helv. Sci. nat. 97.
- SPICHER, J.-P. (1965): Géologie des Préalpes médianes dans le massif des Bruns, partie occidentale (Préalpes fribourgeoises). – Eclogae geol. Helv. 58/2, 591–742.
- STUBER, A. (1988): La région de Bossonens. Lever géologique (rapport inédit). – Inst. Géogr. Univ. Lausanne.
- STUDER, B. (1825): Beyträge zu einer Monographie der Molasse. – Chr. Alb. Jenni, Bern.
- (1834): Geologie der westlichen Schweizer-Alpen. – Groos, Heidelberg/Leipzig.
- STUIJVENBERG, J. VAN, MOREL, R. & JAN DU CHÊNE, R. (1976): Contribution à l'étude du flysch de la région des Fayaux (Préalpes externes vaudoises). – Eclogae geol. Helv. 69/2, 182–196.
- TABOTTA, A. (1980): Etude géologique des Préalpes médianes entre la Dent de Lys et la Cape au Moine. – Diplôme Inst. Géol. Univ. Lausanne (inédit).
- TERCIER, J. & GAGNEBIN, E. (1926): Compte-rendu de l'excursion de la Société géologique suisse dans les Préalpes fribourgeoises (Berra–Moléson). – Eclogae geol. Helv. 20/2, 259–274.
- TRÜMPY, R. & BERSIER, A. (1954): Les éléments des conglomérats oligocènes du Mont-Pèlerin. Pétrographie, statistique, origine. – Eclogae geol. Helv. 20/2, 259–274.
- VERNET, J.-P. (1964): Pétrographie sédimentaire des formations molassiques de la région de Bulle à Vevey. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 31/80, 25–32.
- VIAL, J.-C. (1988): Historique des mines de St Martin – Progens. – Minaria Helvetica 8a, 6–18.
- VUAGNAT, M. (1943): Les grès de Taveyannaz du Val d'Illeiez et leurs rapports avec les roches éruptives des Gets. – Bull. suisse Minéral. Pétrogr. 23/2, 353–436.
- WEID, J. VON DER (1960): Géologie des Préalpes médianes au SW du Moléson (Préalpes fribourgeoises). – Eclogae geol. Helv. 53/2, 521–624.
- WEIDMANN, M. (1967): Petite contribution à la connaissance du flysch. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 69/8 (324), 395–400.
- (1969): Le mammoth de Pra Rodet (Le Brassus, Vaud). Note préliminaire. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 70/6 (331), 229–240.
- (1981): Un Ichtyosaure dans le Lias supérieur des Préalpes médianes vaudoises. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 75/3 (359), 165–170.
- (1985): Géologie des Pléiades. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 77/3 (367), 195–204.

- WEIDMANN, M. (1988): Atlas géologique de la Suisse 1:25'000, Feuille 85, Lausanne (avec notice explicative). – Service hydrol. géol. natl.
- WEIDMANN, M., MOREL, R., & STUIJVENBERG, J. VAN (1976): La nappe du Gurnigel entre la Baye de Clarens et la Veveyse de Châtel. – Bull. Soc. fribourg. Sci. nat. 65/3, 182–196.
- WEIDMANN, M., HOMEWOOD, P. & FASEL, J.-M. (1982): Sur les terrains subalpins et le Wildflysch entre Bulle et Montreux. – Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 76/2 (362), 151–183.
- WENGER, R. (1984): Synthèse sur les cavités de la Dent de Lys, Fribourg. – Stalactite 34/1, 8–28.
- WILDI, W. (1985): Heavy mineral distribution and dispersal pattern in penninic and ligurian flysch basins (Alps, Northern Apennines). – G. Geol. (3) 47/1-2, 77–99.
- WINKLER, W., GALETTI, G. & MAGGETTI, M. (1985): Bentonite im Gurnigel-, Schlieren- und Wägital-Flysch: Mineralogie, Chemismus, Herkunft. – Eclogae geol. Helv. 78/3, 545–564.
- ZAHNER, P. (1972): Géologie de la vallée de la Veveyse. – Diplôme Inst. Géol. Univ. Lausanne (inédit).

CARTES GÉOLOGIQUES PUBLIÉES

(avec topographie)

Carte géologique générale de la Suisse 1:200'000

Flle 6 Sion, 1942

Carte géologique de la Suisse 1:100'000

Flle XVII Vevey–Sion, 1882

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

N° 27 Jorat (AS 304–307), 1952 (par A. BERSIER).
 N° 47 Montreux (CN 1264), 1965 (par H. BADOUX).
 N° 64 Les Mosses (CN 1265), 1965 (par A. LOMBARD et al.).
 N° 85 Lausanne (CN 1243), 1988 (par M. WEIDMANN).

Cartes géologiques spéciales

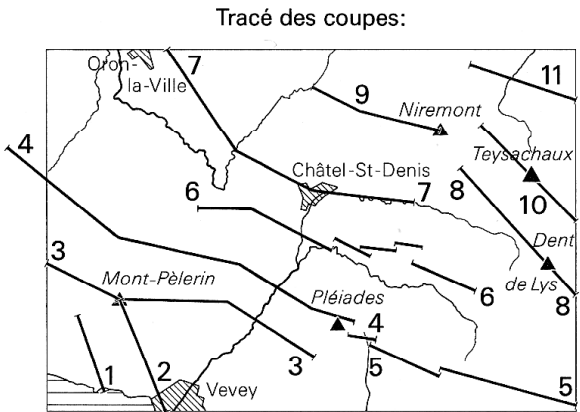
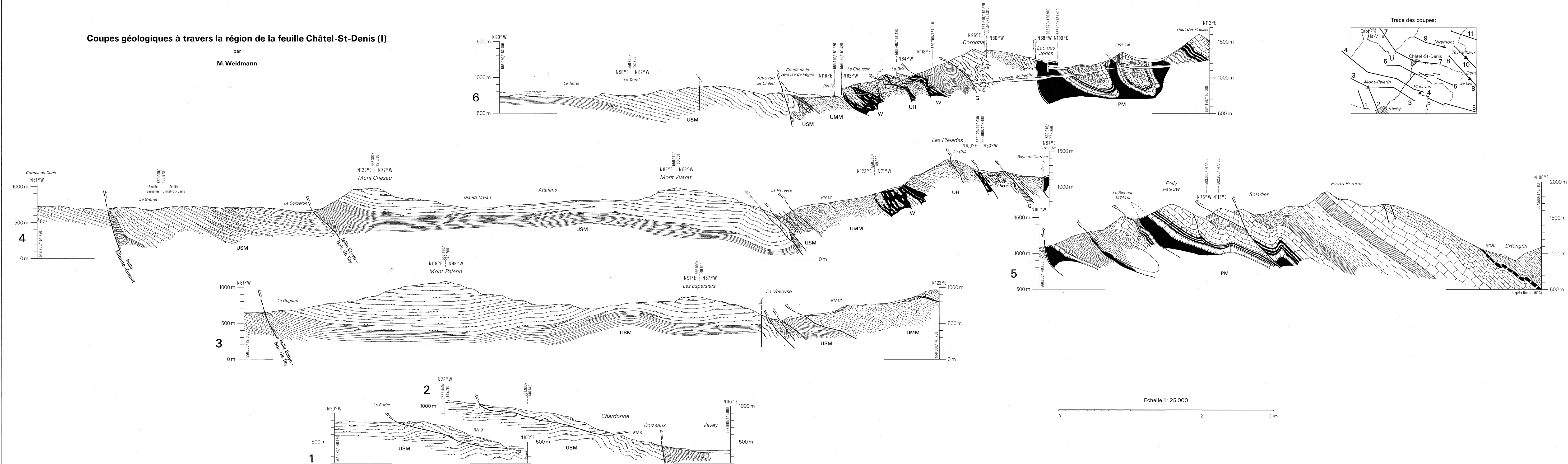
N° 9 Carte géologique du Pays d'Enhaut vaudois, 1:50'000. 1887 (par H. SCHARDT).
 N° 99 Carte géologique des Préalpes entre Montreux et le Moléson et du Mont Pèlerin, 1:25'000, 1922 (par E. GAGNEBIN).

Autres cartes (depuis 1880)

MAUVE, C.C.: Geologische Karte des Molésongebietes, 1:25'000. Dans: Geologische Untersuchungen im Molésongebiet. – Eclogae geol. Helv. 16, 374–455, 1921.
 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 Châtel-St-Denis (I)

par
M. Weidmann



- Nappe du Gurnigel (G)**
- Flysch 5, à microconglomérats siliceux
 - Flysch 4, à turbidites siliceuses
 - Flysch 3, à turbidites bioclastiques
 - Flysch 2, à turbidites siliceuses
 - Flysch 1, à calcaires fins
- Flysch du Gurnigel

- Nappe des Préalpes médianes (PM)**
- Flysch des Médianes
 - Groupe des Couches rouges
 - Formation de l'Intyarnon
 - Calcaires plaquetés
 - Calcaires noduleux et Calcaires massifs
 - Unité D, calcaréo-siliceuse
 - Unité C, détritrique
 - Unité B, calcschisteuse
 - Unité A, schisteuse
 - Formation siliceuse, ou couches du Petit Liençon
 - Couches de la Grande Bonnavau
 - Calcaires oolithiques (couches de l'Agreblier)
 - Couches à lumachelles, ou couches de Plan Falcon
 - Dolomies et calcaires dolomitiques
 - Cornieule
- Formation du Staldengraben

- Ultrahelvétique (UH)**
- Marnes et calcaires argileux à niveaux bigarrés
 - Marnes noires et calcaires argileux (et p.p. grés-glauconieux)
 - Calcaires et marnes tachetés (à niveaux siliceux)
 - Calcaires en petits bancs et Calcaires en gros bancs, à niveaux conglomératiques
 - Marnes à nodules, Calcaires et marnes, Calcaires noduleux

- Molasse subalpine**
- Molasse à Charbon
 - Grès de la Cornalle
 - Poudingue du Mont-Pèlerin
 - Molasse rouge de la Veveyse
- Molasse d'eau douce inférieure (USM)
- Grès
 - Marnes
 - Formation de Vaulruz
 - Formation du Wildflysch subalpin (W)
 - Marnes
 - Grès
 - Formation de Cucloz
- Molasse marine inférieure (UMM)

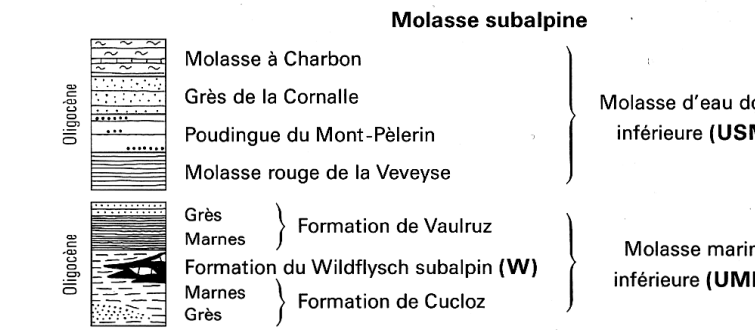
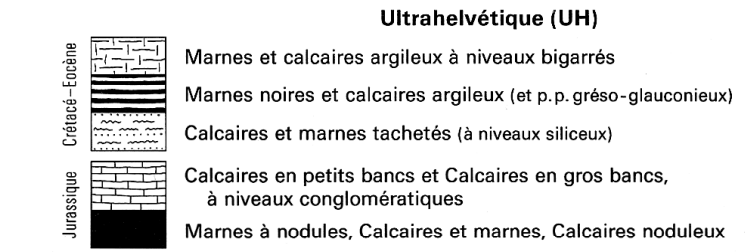
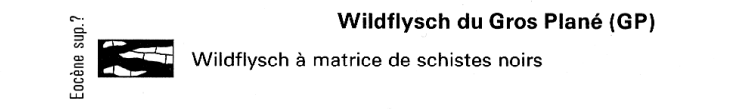
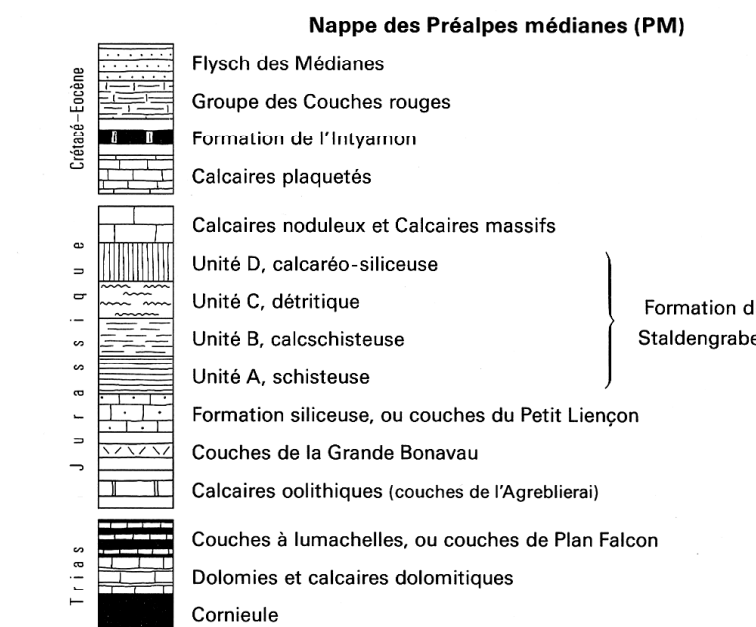
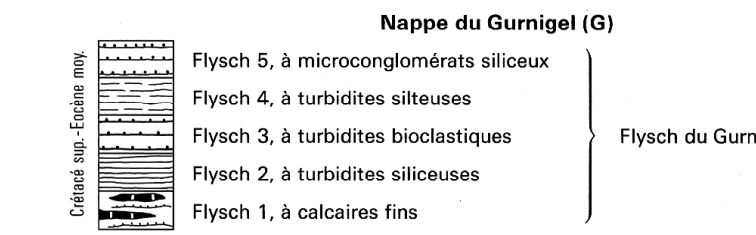
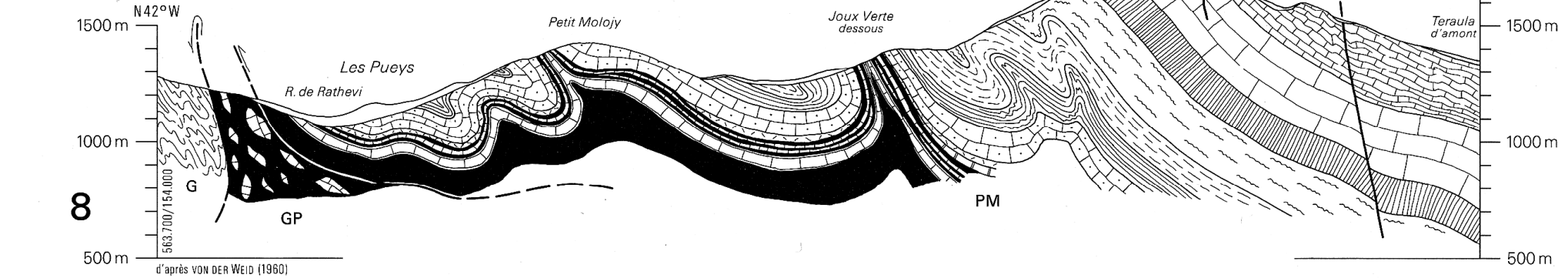
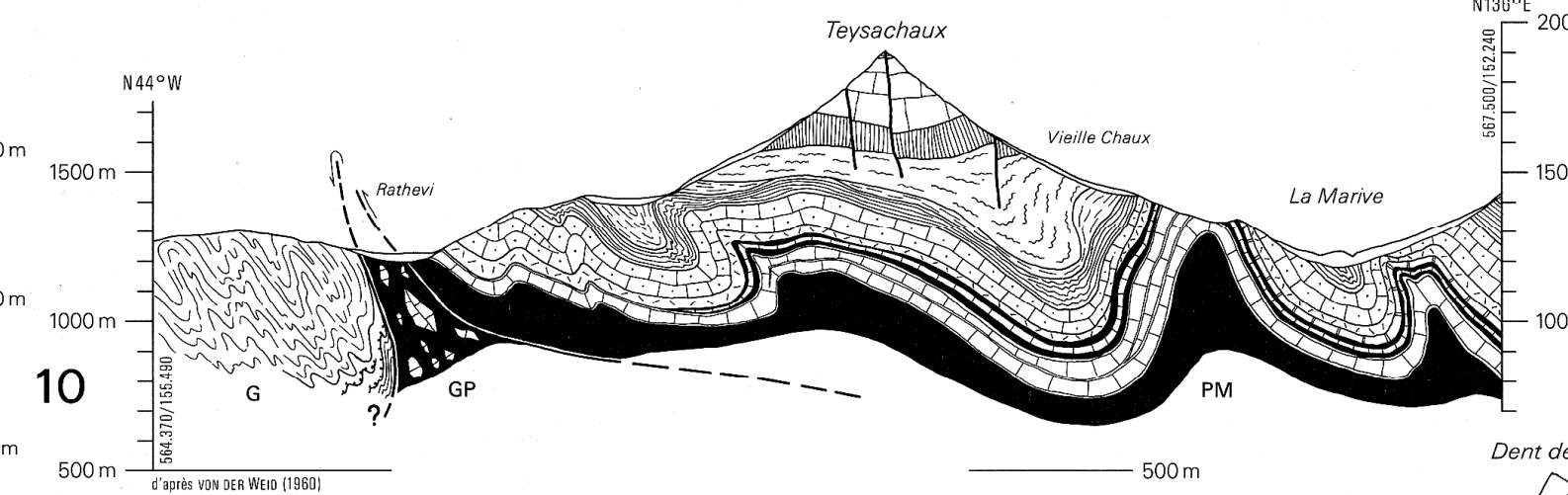
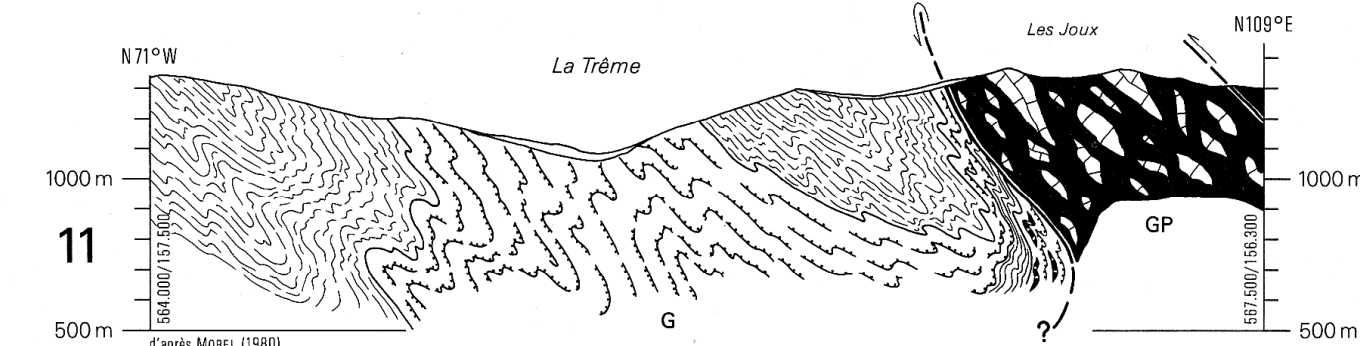
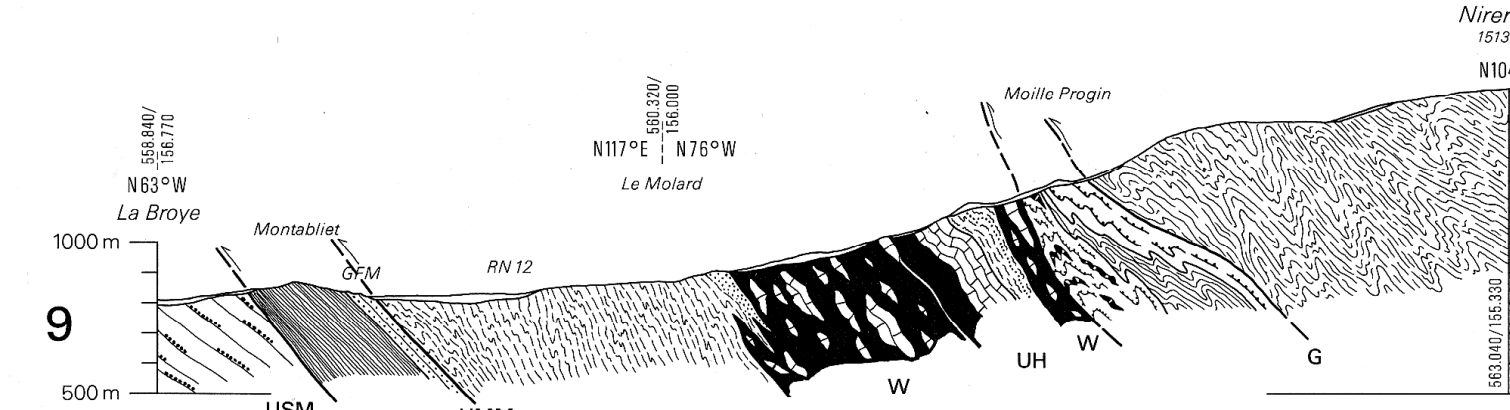
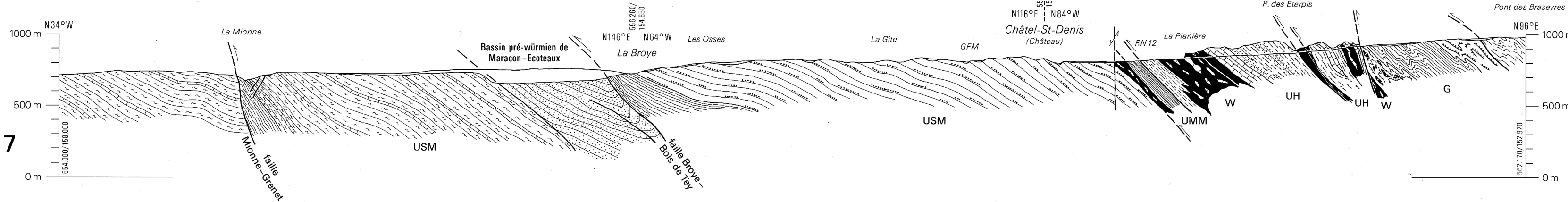
Quaternaire

Coupes géologiques à travers la région de la feuille Châtel-St-Denis (II)

par
M. Weidmann

Tracé des coupes: voir Planche I

Echelle 1 : 25 000



Quaternaire