

Geologischer Atlas der Schweiz Atlas géologique de la Suisse

1:25 000

Feuille:

1165 Murten

Topographie: Carte nationale de la Suisse 1:25 000

(Feuille 63 de l'Atlas)

Notice explicative

par

FRANZ BECKER

Avec 2 planches

1973

Herausgegeben von der Schweizerischen Geologischen Kommission
Publié par la Commission Géologique Suisse

PRÉFACE DE LA COMMISSION GÉOLOGIQUE

La présente feuille fait suite, au sud, à la feuille de l'atlas «Bieler See», récemment parue. Son auteur, M. Dr Fr. Becker a procédé à la cartographie de la feuille Murten (Morat) de 1964-1967 comme travail de base d'une thèse élaborée à l'Institut de Géologie de l'Université de Fribourg.

Lors de la mise au net du levé original, l'auteur a également tenu compte des travaux du Dr R. Ramseyer exécutés dans la région du Mont Vully (1948-1951).

En séance du 6-3-1971, la Commission Géologique a décidé l'impression de la feuille Murten (Morat) dans le cadre de l'établissement de l'Atlas géologique de la Suisse. La Commission remercie le Dr Fr. Becker d'avoir bien voulu mettre le résultat de ses recherches à sa disposition. C'est ainsi que les travaux d'impression ont pu commencer à partir de janvier 1972.

Nous saisissons l'occasion pour remercier Messieurs les Prof. Dr R. F. Rutsch (Berne), Dr J. Hürzeler (Bâle), Mademoiselle Dr H. Schwab (Fribourg) ainsi que le bureau du Dr P. Kellerhals (Berne) pour les renseignements précieux qu'ils nous ont aimablement communiqués.

Bâle, février 1973

Pour la Commission Géologique Suisse

Le Président:

Prof. Dr W. Nabholz

TABLE DES MATIÈRES

Préface de la Commission Géologique	2
Introduction	4
Stratigraphie	5
Tertiaire	5
Oligocène – Miocène	5
Quaternaire	9
Pléistocène	9
Holocène	14
Tectonique	18
Matières exploitables	21
Hydrogéologie	22
Sondages	24
Compléments	25
Bibliographie sommaire	27

INTRODUCTION

La feuille Murten (Morat) de l'«Atlas géologique de la Suisse» englobe une portion caractéristique de la région centrale du plateau molassique helvétique.

Géomorphologiquement ce territoire peut se diviser en trois éléments:

- entre le Lac de Morat et la partie NE du Lac de Neuchâtel, le Mont Vully, région naturelle caractérisée par son altitude (653,3 m) et son isolement, où l'élément molasse oligo-miocène forme l'ossature;
- une zone centrale et dépressionnaire essentiellement quaternaire récent, constituée du SW au NE par la partie terminale de la Basse-Broye, le Lac de Morat et une part importante du Grand-Marais (Grosses Moos) dans lequel s'avancent au N les collines pléistocènes d'Ins – Müntschemier;
- enfin, des terrains quaternaires pour une grande part morainiques où le substratum n'apparaît que rarement, couvrent toute la partie SE de la carte entre la dépression Lac de Morat–Grand-Marais et la vallée de la Sarine. Le terme de plateau trouve dans cette région toute sa justification.

Les terrains tertiaires, essentiellement molassiques, disparaissent en grande partie sous la couverture quaternaire et ne sont visibles qu'à la faveur de petits affleurements dispersés ou dans les thalwegs, exception faite au Mont Vully, dont les flancs permettent une observation plus aisée de ces terrains.

La tectonique étant régulière et le pendage faible, la puissance des séries stratigraphiques de la molasse de cette région est peu importante, cependant les sédiments rencontrés sont représentatifs pour l'ensemble de la molasse oligo-miocène du plateau. De même les dépôts quaternaires sont très diversifiés et offrent un large éventail de matériel glaciaire, fluvio-glaciaire et limno-palustre, représentant les périodes interglaciaire Riss–Würm, würmienne et holocène.

STRATIGRAPHIE

TERTIAIRE

Oligocène-Miocène

04 Molasse d'eau douce inférieure (MDI) «Aquitanien» p.p. (env. 90-160 m visibles)

Seules les couches formant les séries supérieures de la Molasse d'eau douce apparaissent. Elles se présentent sous forme d'alternance de grès et de marnes. Tous les passages existent stratigraphiquement entre les grès et les marnes; latéralement les variations de faciès donnent un aspect lenticulaire aux séries détritiques. Les séries de couches les plus caractéristiques sont bien visibles sur la rive gauche de la Sarine entre Laupen (coord. 584.25/195.00) et Klein-Gümmeßen (coord. 584.50/200.00) dans le cours de la Bibere, dans les thalwegs au S et E de Morat (Burggraben jusqu'à l'altitude 515 m). Elles forment également les assises du Mont Vully (Vaux de Praz, coord. 574.04/200.71). Les sédiments principaux qui composent cette molasse sont: les *grès* (grès grossiers et moyens à ciment calcaire, grès fins à ciment calcaréo-argileux type «macigno») et les vases argilo-calcaires bigarrées: les *marnes* (depuis les micro-grès jusqu'aux argiles rouges ou noires, coord. 584.72/205.60; ou des calcaires d'eau douce, très peu argileux, forages n° 2 et 37).

Les caractères sédimentologiques de cette formation sont ceux d'un comblement rapide d'un bassin limno-palustre paralique, en cours de subsidence, par des bras fluviaux divaguants. Les couches forment des complexes marno-gréseux, élaborés par une sédimentation cyclothématique, se traduisant par une superposition de gros bancs gréseux, grano-classés à la base, passant progressivement à des marnes; chaque série cyclique se termine par une surface érodée, précédant un nouveau banc de grès contenant à la base de nombreux galets marneux de remaniement. Le critère commun des sédiments est la polychromie.

Au point de vue paléontologique les gisements fossilifères sont rares; cependant sont à signaler: quelques tiges de characées, des *Helix* et des *Planorbes* mal conservés; des traces d'organismes lithophages (coord. 574.82/201.48), des restes de feuilles dans des marnes bleues sur la route de Sugiez au Mont Vully à l'altitude de 605 m et de nombreux morceaux de bois flottés dans les grès mar-

neux. Le plus important est la faune de mammifères découverte et déterminée au Mont Vully, en divers endroits proches de la zone de contact Molasse d'eau douce inférieure/Molasse marine supérieure par J. Hürzeler (1934–37), R. F. Rutsch et R. Ramseyer (1949–51). Cette faune a permis de dater et d'affirmer que le contact MDI/MMS correspond à celui Aquitanien/Burdigalien, du moins au Vully; il s'agit des ordres suivants (RAMSEYER 1952, p. 191): Insectivores (Soricidés, Talpides), Chéiroptères et des espèces (rongeurs): *Peridyromys murinus* (POMEL), *Pseudotheridomys parvulus* SCHLOSSER, *Cricetodon infralactorensis* VIRET, *Prolagus vasconiensis* VIRET, *Lagopsis cadeoti* VIRET. Les trois derniers cités sont caractéristiques de l'Aquitainien sup. et du Burdigalien inf.

Les caractères fluviaux, limniques et terrestres de cette molasse, permettent de reconstituer une paléogéographie simplifiée: présentant un paysage composé d'une vaste plaine marécageuse dans laquelle émergent de nombreux îlots couverts d'une flore continentale et abritant une faune terrestre. Des bras fluviaux s'écoulant lentement, devaient divaguer entre les îlots et changer souvent de cours.

$m_1'/m_{1e}/m_1$ Molasse marine supérieure (MMS)
Burdigalien p.p. (jusqu'à 40 m)

La limite MDI/MMS est nette, elle présente les caractères suivants: sur la dernière couche de marnes bigarrées d'eau douce débutent des grès marins (m_1'), massifs à stratification entrecroisée, contenant de la glauconie, des débris végétaux, des empreintes de lamellibranches et des galets exotiques marquant le début de la transgression burdigalienne. Ces galets forment parfois un véritable conglomérat de base de 0,5 m (Mont Vully, coord. 574.19/201.51). Cette limite est également bien visible au riau Craux (coord. 576.50/196.25) et dans le Burggraben (coord. 577.46/197.20).

La Molasse marine supérieure de la région du Lac de Morat est représentée par différentes séries gréseuses, parfois lenticulaires, à stratification entrecroisée.

- a) La série des grès à «méga flasers» avec les faciès à flasers, à méga ripples et à ripples géants (m_1'), série normalement à la base de la MMS. On y rencontre des galets exotiques, des

galets marneux, des restes de végétaux carbonisés, et de plantes: *Celtis*, *Myrica*, *Vaccinium*, *Caesalpina* (RAMSEYER 1952, p. 194), des empreintes de lamellibranches: *Mactra*, *Venus*, *Tapes*, des dents de sélaciens: *Odontaspis acutissima* AGASSIZ (coord. 578.20/198.17), des foraminifères caractéristiques du Burdigalien: *Elphidium crispum* (LINNÉ), *Nonion commune* (D'ORB.), *Cibicidesl obatulus* (WALKER & JACOB).

Ce niveau caractérise nettement l'établissement d'un régime marin, avec de brusques variations dans la sédimentation. La structure en «flasers» (p. ex.: coord. 578.05/198.40, riau Altavilla) se présente sous forme de dépôts à stratification lenticulaire, composé d'une alternance de matériel fin et grossier.

Cette série est surtout visible dans le riau Altavilla (alt. 512 à 522 m), dans le Burggraben (alt. 515 m), sur la route de Sugiez au Mont Vully (depuis l'alt. 630 m), au WNW de Liebis-
torf (alt. 555 m).

- b) La série des grès coquilliers (**m_{1c}**): grès lumachelliques et lumachelles gréseuses. Cette série présente également une stratification entrecroisée et apparaît à différents niveaux, mêlée à la série précédente des grès massifs, avec des épaisseurs variables (3 à 15 m). Elles sont composées de grès moyens et grossiers avec une grande quantité de galets roulés et de moules de lamellibranches. On y trouve aussi parfois des morceaux de bois flottés. Quelques affleurements sont caractéristiques: Sur le Mont-de-Praz (coord. 573.20/201.50), Plan-Châtel (coord. 573.87/201.47), Münchenwiler (coord. 576.58/195.61). La faune de cette série est abondante, principalement des restes de mollusques: *Lutraria*, *Venus*, *Tapes* (*Tapes suevica* et *T. helvetica*) et des dents de sélaciens: *Odontaspis cuspidata* AGASSIZ, *Odontaspis acutissima* AGASSIZ, *Lamna*, *Oxyrhina*; un fragment de la mâchoire inférieure de *Aetobatis arcuatus*, les restes d'une tortue terrestre: *Trionyx*. L'abondance des niveaux coquilliers dans la région du Vully permet de supposer que les conditions physico-chimiques devaient être plus favorables à la conservation des bivalves, car les coquilles sont mieux conservées et plus abondantes qu'au sud de Morat; sans doute, l'eau avait-elle un p_H plus alcalin dans les régions les plus proches du littoral. Cependant, les zones d'accumulation ne correspondent pas à la biocénose de ces organismes, mais plutôt à des cimetières où s'entassait le matériel grossier (galets, bois flottés, lamellibranches, restes de vertébrés, dents de squalidés), amené par de violents courants marins, peut-être

sur un rivage soumis aux flux et au reflux de la marée ou sur un haut fond.

L'absence de niveau coquillier dans la région occidentale de Fribourg nous permet de conclure que la limite du grès coquillier vers le SE ne dépassait pas une ligne Liebistorf-Romont.

- c) La série des grès gris-vert (**m₁**): non présente au Mont Vully, cette série se développe avec une puissance de 10 à 20 m dans la région SE de Morat: SE de Münchenwiler (coord. 576.64/195.22), au SW de Liebistorf (coord. 580.05/194.65 et 580.70/195.40) et dans le village de Cressier. Le faciès est le plus souvent à «lentilles» (matériel lenticulaire fin entouré de sédiments grossiers); quelquefois les grès sont plaquetés ou lités. On note également la présence de petits galets exotiques et de débris végétaux. La faune macroscopique est très rare.

Au point de vue paléogéographique, tous les dépôts de cette formation gréseuse sont d'origine saumâtre ou marine (glauconie, foraminifères, lamellibranches, dents de squalidés etc.). Le climat devait être chaud et humide. La sédimentation s'est élaborée en milieu peu profond et agité. Le début de la transgression est marqué par le premier banc à galets exotiques, cette transgression s'effectue progressivement, mais en une seule fois. Puis l'invasion se fait plus impérative (l'influence des courants et des vagues atteint encore le fond). C'est pourquoi la sédimentation s'établit d'une manière entrecroisée, coupée de périodes plus calmes (variations de faciès). Le dépôt du matériel s'élabore d'une manière désordonnée; il y a parfois érosion d'une partie des structures, remaniement, changement de place des sédiments (faciès à méga flasers et à ripples). C'est alors que s'installe une ligne de rivages, ou plutôt une zone de plates-formes côtières ou de hauts-fonds sur lesquels se développent d'une part le faciès à lentilles dans les zones calmes et abritées, d'autre part le faciès des grès coquilliers formé par transport et accumulation de bivalves et galets exotiques, associés à des bois flottés et à des restes de vertébrés. L'apport des sédiments est assez abondant pour permettre l'enfouissement rapide et la conservation des débris végétaux et des bivalves.

Toute cette sédimentation qui se fait en mer peu profonde peut s'établir grâce à une subsidence continue qui, cependant, reste assez faible dans la zone subjurassienne.

QUATERNAIRE

Pléistocène

INTERGLACIAIRE RISS-WÜRM

= Alluvions anciennes de E. JOURKOWSKY (1931)

= Fluvio-glaciaire ancien (auct.)

q3-4s

Graviers et sables fluviaux

Ces alluvions sont souvent masquées par la moraine de fond ou superficielle. Cependant quelques gravières en permettent l'observation et fournissent des éléments pour la reconstitution des deux bassins hydrographiques anciens :

1. L'ancien réseau interglaciaire du Seeland : mis en évidence par les hautes terrasses (Ältère Seelandschotter) : gravières d'Ins (coord. 574.55/205.37), Müntschemier (coord. 578.17/205.05), de Fräschels (coord. 582.75/205.32), gravière abandonnée d'Uf der Äbni (coord. 582.38/203.80).

Les dépôts sont situés entre 435 et 490 m ; ils sont composés d'éléments alpins et jurassiens (PORTMANN 1956). La granulométrie est changeante, indice de brusques variations dans le transport, la sédimentation et les courants, structure souvent deltaïque.

2. L'ancien réseau de la Sarine (Saane), reconstitué par les affleurements des gravières du bassin de Liebistorf (coord. 581.35/195.00 et 581.60/196.65) et d'Usserhubel (coord. 583.70/204.60 et 283.87/204.85) et à Mannewil (coord. 584.75/204.57).

A Liebistorf, les graviers reposent en discordance sur un substratum gréseux de Molasse d'eau douce à l'altitude de 525 m.

Le cailloutis stratifié très grossier de la Maladeire (Mont Vully, coord. 572.65/199.75) est un matériel margino-glaciaire, appartenant à la progression würmienne.

WÜRM

q4mG

Moraine de fond (s.str.)

La moraine de fond argileuse typique représente une formation caractéristique, composée de particules plus ou moins bien mélangées d'argile et de sable, et d'inclusions plus grandes nom-

mées bloc ou «blocaux» dont la dimension varie du gravier fin au bloc énorme (plus d'un mètre de diamètre). D'après la prédominance des particules sableuses ou argileuses, on distingue les terres sableuses à blocaux et les terres argileuses à blocaux. Les galets de cette moraine sont relativement peu abondants, arrondis et présentent des stries glaciaires.

Parfois, la partie basale de cette formation présente une structure rubannée dont l'argile est le principal élément. Ceci est remarquable surtout à Ins (coord. 574.20/205.70), où ces argiles rubannées de la base de la moraine de fond reposent sur les graviers fluvio-glaciaires.

L'appellation de moraine de fond argileuse ne désigne que le matériel qui repose en discordance sur la formation interglaciaire entre Ins et Müntschemier.

q_{4m-s}

Faciès mixte (moraine, fluvio-glaciaire)

Ce terme désigne un dépôt particulier du Würm, un certain faciès caractérisé par l'association étroite des faciès moraine et fluvio-glaciaire. Il se développe essentiellement sur la feuille Murten (Morat), dans la bordure SE du Lac de Morat et du Grand-Maraïs (Grosses Moos) entre Faoug et Fräschels. Le faciès mixte comprend deux types d'association de sédiments:

1. un faciès indissociable formé par la superposition de la moraine de fond argileuse à la moraine caillouteuse profonde (gravière de la Tana, coord. 571.65/194.00);
2. un faciès morainique constitué par l'intrication de plusieurs faciès, se succédant en alternance:
 - a) Le faciès moraine: moraine de fond sablo-graveleuse, sous stratification apparente, cohérente, assez compacte. Avec peu de pierres; couleur grise et beige dominant.
 - b) Le faciès fluvio-glaciaire: se présente sous forme de graviers et sables limoneux, très peu argileux, avec quelques pierres; stratification horizontale à subhorizontale.
 - c) Le faciès glacio-lacustre: différencié lithologiquement et non génétiquement du faciès fluvio-glaciaire. Il s'agit d'argiles très limoneuses ou de limons argileux, très peu graveleux, varvés. De couleur grise.

Le faciès mixte est révélé par les sondages n° 5, 16, 21, 23, 25, 26, 28 (voir planche II).

q_{4m} Moraine indifférenciée («moraine de fond» auct.)

Elle groupe la moraine de fond (s.l.) et la couverture morainique. C'est la formation la plus largement répandue sur le territoire de la carte de l'Atlas. C'est une moraine à matrice fine, sableuse, limoneuse et argileuse, avec des galets arrondis et striés et des blocs, généralement compacte et précomprimée, terme lithologique intermédiaire entre la moraine de fond argileuse (argile à blocs) et la moraine graveleuse de retrait. Cependant sa composition lithologique peut varier; elle peut être graveleuse ou sableuse, à blocs anguleux et striés, semblable à une moraine caillouteuse dans laquelle le calibrage des éléments n'est pas rigoureux.

Elle est typique dans le sondage n° 20 et dans une petite exploitation au NE du village de Vogelbüech (coord. 583.95/199.75). La moraine de fond (q_{4mG}), et la moraine de fond indifférenciée (q_{4m}) font partie de la période du maximum würmien.

Drumlins

Toute la région au S et à l'E de Murten (Morat) est parsemée de collines morainiques elliptiques, orientées en direction SW-NE parallèlement à la chaîne des Alpes: les drumlins. Ce nom a été donné à toutes les collines morainiques arrondies et allongées de direction donnée, possédant ou non un noyau molassique: leur longueur varie entre 150 et 700 m. Une des plus caractéristiques est celle d'Aderahubel entre Morat et Löwenberg (un forage exécuté à sa base (n° 21) a donné encore 10 m de moraine avant d'atteindre la molasse, ce qui laisse supposer un matériel entièrement glaciaire). L'analyse morphologique des drumlins permet de déduire la direction de l'écoulement du glacier sur le plateau du SW vers le NE, car, dans la région axiale d'une plaine glaciaire, tous les géologues s'accordent pour placer l'écoulement de la glace parallèlement aux drumlins. Ceux-ci ont une forme plus allongée vers l'amont et plus arrondie vers l'aval; celui d'Aderahubel fait exception. D'autre part, les drumlins n'ont pas une lithologie particulière; ils ont le plus souvent une composition mixte; ils peuvent être formés à la fois de moraine argileuse, caillouteuse, sableuse et limoneuse.

Blocs erratiques

Abandonnés par la régression du glacier würmien, ils reposent dans et au-dessus de la moraine informe. Quelques uns parsèment

les vastes champs morainiques de notre région. Ils sont groupés ou isolés et apparaissent très nettement dans la topographie grâce à l'érosion qui les a bien dégagés de leur gangue de moraine. Les plus beaux sont protégés par la «Ligue suisse pour la Protection de la Nature»:

- la superbe dalle de gneiss œillé, appelé le «Palais roulant» ou «Bloc Agasiz» situé au Vully à l'altitude de 570 m. Ses dimensions sont de 6 m de large sur 7 m de long et d'une hauteur de 5 m (coord. 572.40/201.23);
- sur le bord de la route qui conduit de Müntschemier à Ins, en deux endroits: au point 470, deux blocs de gneiss œillé, et 800 m plus à l'ouest un autre bloc erratique plus volumineux (environ 20 m³), le «Schalenstein», également un magnifique gneiss œillé.

94aR

Sables et graviers de retrait

Dans sa phase de retrait, le glacier würmien du Rhône met en place toutes les moraines du complexe würmien élaborées durant sa progression et son maximum. Ce vaste domaine morainique est alors livré aux eaux sauvages de fonte proglaciaire qui dévalent et remanient les moraines, forment des terrasses et des amoncellements de sables et de graviers. Ces dépôts d'alluvions fluvio-glaciaires sont largement répandus dans la moitié SE de la carte.¹⁾

Ces alluvions de retrait peuvent se diviser en deux catégories:

1. Les alluvions fluvio-glaciaires du plateau et les placages qui constituent de petites collines, tapissent des dépressions ou sont plaqués contre les flancs des reliefs morainiques. Divers gisements (gravière de Froideville, coord. 574.25/194.68; la gravière Fäverli, coord. 584.35/199.87; la gravière de Feldmatten, coord. 582.18/194.30; la colline Gross Zelg, NNE de Liebistorf; la vaste zone plane entre Büchslen et Gempenach; le plateau de Kriechenwil, forage n° 56; etc.) présentent des caractères communs: la stratification entrecroisée, des couches alternantes de sables et de graviers, des lentilles sableuses et limoneuses, parfois varvées, très peu de pierres. D'assez vastes lambeaux d'alluvions fluvio-glaciaires ne recèlent presque exclusivement que des sables (colline entre Agriswil et Ferenbalm sur la rive gauche de la Bibere; régions de Wallenbuch et de Gammen; la colline Stämpflereisand au-dessus du tunnel CFF à l'E du Moulin de Ried).
2. Les terrasses fluvio-glaciaires de la région de Murten (Morat), formées par le même matériel sablo-graveleux, s'étendent le long du Lac de Morat entre Greng et Galmiz (sondages n° 1, 6, 7, 8).

¹⁾ Concernant les graviers sableux de la gravière au NW de Fräschels, voir remarques à la page 18.

q_{5s} Terrasse graveleuse tardi-würmienne

Le matériel est analogue à celui des terrasses d'alluvions fluvio-glaciaires du retrait würmien. La terrasse graveleuse située au-dessus de la plaine alluviale récente au SW de Laupen dans le triangle formé par la confluence de la Sarine (Saane) et de la Singine (Sense), est le témoin d'une première esquisse du réseau fluviatile sarinien post-glaciaire.

Les différents domaines de formation du complexe würmien et leurs faciès particuliers

Le domaine infraglaciaire

Ce domaine est le créateur des moraines de fond et du faciès mixte. Les sédiments sont en grande partie soumis à l'action des eaux intraglaciaires qui circulent dans la glace et des eaux infraglaciaires ou sous-glaciaires qui circulent sous la glace (au contact de la roche en place).

Les dépôts faisant partie de ce domaine se présentent sous deux aspects:

- a) *Moraines de fond* (q_{4mG} bzw. q_{4m}) caractérisées par une absence de stratification et surtout de classement, d'où hétérométrie des sédiments; mélange de sables, limons, de pierres et de blocs atteignant de grandes dimensions; faible usure du matériel.
- b) *Faciès mixte* (q_{4m-s}) lames intraglaciaires: dépôts lités et usés, affectés de déformations. Les différents faciès sont soit superposés (intraglaciaire), soit remaniés et juxtaposés (infraglaciaire, par exemple dépôts morainiques remaniés par la fusion d'un culot de glace morte).

D'autre part, le grand inlandeis ne s'est pas avancé d'un seul coup, mais d'une manière progressive et par saccades, avec un certain nombre d'avancées et de reculs. Durant les phases de recul, un certain nombre de blocs de glace de grandeurs variables devaient se détacher et fondre sur place, apportant ainsi leur tribut à l'intrication des faciès.

Le domaine proglaciaire

Le faciès le plus important du domaine proglaciaire, provenant de la ségrégation épiglaciaire, se développe lorsque l'écoulement revêt un caractère à la fois concentré et assez régulier, comme dans les cours d'eau ordinaires; on le désigne sous le nom de faciès

«fluvio-glaciaire». La glace qui disparaît en surface est progressivement remplacée par les alluvions fluvio-glaciaires résultant du délavage de la moraine (q_{4sR}). Alors que les torrents principaux déposent les alluvions graveleuses grossières lors des hautes eaux, le faciès glacio-lacustre qui fait partie intégrante du faciès fluvio-glaciaire, se sédimente dans les zones calmes des bassins latéraux.

Ainsi, pendant les phases d'avancées et de reculs, en avant du glacier, le matériel fin lessivé par les eaux de fonte est largement dispersé dans le bassin lacustre. L'eau de fonte froide s'écoule à la surface d'une eau plus chaude ($+ 4^{\circ}\text{C}$), mais plus lourde, répandant de façon plus ou moins égale une poussière de glace dans le bassin (lac) où débouche le torrent. Au printemps et en été se forme un dépôt finement sableux, poudreux, et en hiver, sous la glace, argileux. Nous avons ainsi le mode de formation du faciès glacio-lacustre varvé qui peut contenir quelques couches de graviers fins, si les dépôts ne sont pas trop éloignés de la zone d'apport.

Les lits sableux et argileux forment une paire de rubans annuels de dépôts (varves). Il nous a semblé logique de rattacher à un tel processus de formation les argiles rubannées qui surmontent les graviers interglaciaires derrière la gare d'Ins (coord. 574.20/205.70); celles-ci ont été reprises et déformées par l'avancement du glacier, ce qui explique leur position à la base de la moraine de fond et leurs plissements et remaniements. Les plissements de ces argiles seraient dus à une pression du glacier reprenant sa marche en avant, après un temps d'arrêt ou un recul durant lequel ces argiles se seraient déposées. Il faut remarquer que les dépôts glacio-lacustres ne sont pas obligatoirement représentés par des argiles rubannées brunes ou rougeâtres, ou par des sédiments argileux en général. Près du débouché des torrents glaciaires, ils peuvent être sableux et limoneux, et même un peu graveleux.

Holocène

Dépôts limno-palustres

Le début de la période holocène est marqué par un épisode lacustre. Après le retrait du glacier du Rhône, un barrage morainique s'étant formé à Wangen, les eaux submergèrent rapidement les régions excavées durant les périodes glaciaires et donnèrent naissance à un lac (lac de Soleure auct.) qui recouvrait entièrement la région du Seeland. Les baisses de niveau successives (510,

480, 445 m) et le comblement progressif de ce grand lac par les alluvions des divers cours d'eau qui s'y jetaient et principalement de l'Aar, eurent pour effet, son fractionnement en trois nappes: les lacs actuels subjurassiens de Morat, Neuchâtel et Bienne et la création de la vaste plaine marécageuse qui les sépare: le Grand Marais (Grosses Moos). Les sédiments que l'on rencontre dans le Grand Marais et sous les alluvions lacustres récents de la Basse-Broye, sont des dépôts limno-palustres résultant de ce comblement: sables, limons et argiles lacustres, tourbe et sédiments marécageux (LÜDI 1935). Les sondages n° 54 et 55 sont représentatifs pour cette zone de formation. La craie lacustre est sans doute présente à maints endroits sous la tourbe (SCHÄR 1971).

A cette même époque, un lac s'est formé dans l'auge glacière occupée actuellement par la dépression marécageuse au sud de Cressier-Jeuss-Liebistorf. Les sédiments rencontrés dans les forages n° 57, 58, 59, 60 sont à rapprocher de ce type de formation limno-palustre.

Dépôts lacustres

Ils se trouvent au-dessus des dépôts limno-palustres sur le pourtour des lacs de Morat et de Neuchâtel et dans la plaine de la Basse-Broye jusqu'à une altitude de 435–440 m. Il s'agit de sables, limons et argiles à Unios. Les Unios sont bien conservés et se rencontrent fréquemment sur les grèves et les champs proches du Lac de Morat.

Vallum de sable (dune)

Quatre trains de dunes principaux sont situés entre le Lac de Neuchâtel et la région d'Ins. De direction générale SE–NW, ces vallums de sables quartzeux sont le prolongement et la terminaison de ceux qui s'étendent en grande partie au N sur le territoire de la carte «Bieler See» (cf. SCHÄR 1971).

Lehm d'altération (colluvions) et d'éluvions

Les *colluvions* sont des formations résiduelles qui ne restent pas au point même où elles se sont formées, et cela indépendamment de la fraction détritique qui peut venir de fort loin. Très fré-

quemment, on les trouve (glissées sur les pentes) accumulées au pied des collines dans les dépressions. Elles n'ont alors plus aucun rapport génétique avec la roche sous-jacente. Elles descendent le long des versants d'une vallée par le simple jeu de gravité. Ces colluvions auront un caractère résultant du mélange de tous les sols formés sur les diverses roches mères à l'affleurement. Au point de vue lithologique, on peut les définir comme des sables limoneux et argileux un peu graveleux, mais très finement, avec quelques débris organiques, le tout passablement altéré (sondages n° 9, 10, 23, 26).

Les *éluvions* à l'inverse des colluvions sont le produit de l'altération des roches, mais resté sur place. Les facteurs de l'altération sont les agents atmosphériques (gel et chaleur) et les eaux de ruissellement.

Marais

La plupart sont drainés. Ils ont deux origines: soit ils résultent d'un plancher marneux ou argileux imperméable, dans les zones où l'écoulement naturel est mal aisé ou dans les bas-fonds (marais situés dans les régions morainiques ou de MDI sous faible couverture: coord. 573.00/194.70; région NE de Liebistorf; plateaux morainiques de Ferenbalm, Gurbrü, Wileroltigen; Ägelsee-graben; etc.), soit ils tapissent les vallées alluviales mal drainées, ou ils sont le dernier stade d'un comblement lacustre (dépression de Cressier-Jeuss-Liebistorf, plaine de la Basse-Broye, Grand Marais). Leur sédiment commun est la tourbe à différents stades de décomposition des végétaux (sondages n° 28, 30, 57).

Tuf calcaire

Roche formée par des concrétions calcaires irrégulières et vacuolaires produites par précipitation chimique à l'émergence des sources calcaires. Le tuf contient de nombreuses empreintes de végétaux et de squelettes de gastéropodes. Une source près de Löwenberg (coord. 578.10/198.80) a été responsable, avant qu'elle ne soit captée, d'un dépôt important (sondage n° 24). D'autres sources, captées ou non, ont précipité leur CaCO_3 sur le flanc N du Mont Vully (coord. 572.17/201.14), sur les pentes du riau Burg-graben ou du riau Altavilla, dans le bois de Murtenwald (coord. 578.83/198.90).

Terrain en glissement et éboulement

Les *glissements* sont surtout localisés dans les zones marno-gréseuses instables de la Molasse d'eau douce. Ils affectent principalement le flanc N du Mont Vully et certaines pentes raides de la vallée de la Bibere et de la rive gauche de la Sarine (Saane). Un glissement type comprend trois éléments: une niche d'arrachement, une trajectoire des sédiments et une zone d'accumulation. De petits *éboulements* se produisent dans les falaises molassiques de la rive gauche de la Sarine à Laupen et à Klein-Gümmenen (coord. 584.52/199.87) et du côté S du Mont Vully (entre Mur et Môtier, au-dessus de Nant et de Praz) à la suite de fortes pluies ou d'un hiver rigoureux.

Eboulis de pente et de moraine transportée

Ils s'accumulent principalement à la base des pentes et dans les «Vaux» du Mont Vully. A Vaux-de-Praz deux cônes d'éboulis sont très caractéristiques et sont le produit d'altération molassique. A l'inverse des cônes de déjection, la granulométrie des éléments est croissante vers la base des accumulations.

Cône de déjection

Lorsqu'un cours d'eau débouche d'un thalweg dans une vallée ou d'une vallée dans une plaine alluviale, les sédiments qu'il transporte forme un cône de déjection. Les cônes de déjection possèdent une granulométrie décroissante depuis le sommet vers la base. Ils sont nombreux à la base du Mont Vully et bien visibles dans la topographie, tandis qu'ils sont très surbaissés, peu apparents et étendus dans la région de Morat-Kerzers. Le plus important est celui qui a été formé par le Chandon, dès le retrait würmien, avant sa capture au N de Chandossel (feuille Fribourg), entre Faoug et Meyriez; ses sédiments se confondent avec les alluvions fluvio-glaciaires de la terrasse de Greng.

a Alluvions récentes

Elles sont des sédiments amenés et déposés récemment par des cours d'eau qui n'exercent pas une forte érosion. Le matériel des petits ruisseaux possède une granulométrie très fine, il est composé

de sables très limoneux, graveleux (fins), souvent argileux, varvés, avec quelques débris végétaux. Dans les rivières plus importantes telle que la Sarine (Saane), la Singine (Sense) et la Bibere, les dépôts sont considérables et plus grossiers, en rapport avec la puissance des débits. La plaine alluviale de la Sarine recèle des dépôts graveleux importants; ils sont exploités dans le cours de la Sarine à Laupen (coord. 584.35/195.00).

D'après LÜDI (1935) et des résultats récents de recherches hydrogéologiques entreprises pour le Canton de Berne, un ancien cours divaguant de l'Aar a été révélé dans les alluvions du Grand Marais depuis Aarberg en direction du Lac de Morat dans le secteur Müntschemier-Fräschels-Bellechasse. Les graviers sableux de l'affleurement de Fräschelsmoos (coord. 582.10/205.92) sont des alluvions fluviales de cet ancien cours.

Dépôts artificiels

Ce sont principalement des remblais. Ils sont constitués de diverses matières (blocs de molasse, matériau de construction et d'excavation, etc.). Les remblais les plus importants sont: ceux du nouveau port de Murten (Morat), à Muntelier, les talus CFF à Klein-Gümmenen et au SW de Gurbrü, et dans le Grand Marais (Grosses Moos), ceux de l'établissement pénitenciaire Tannenhof-Lindenhof.

Archéologie

Lors des corrections de eaux du Jura, on a découvert, à l'occasion de sondages et excavations exécutés systématiquement le long du Canal de la Broye, un bon nombre de sites néolithiques, des traces d'habitants de l'âge du bronze, des ponts en bois romains, des renforcements de berge celtiques et romains, etc.

TECTONIQUE

(voir esquisse tectonique, marge droite de la carte, et coupe géologique, planche I)

L'Oligocène supérieur est marqué par une accentuation des efforts tangentiels. Au Miocène inférieur, la transversale du Jorat s'étant élevée et appartenant à la bordure occidentale d'une aire de

subsidence typique, le comblement de la région de la feuille de l'Atlas se poursuit. Au Miocène supérieur, les nappes préalpines déferlent sur l'avant-pays, provoquant le chevauchement de la molasse subalpine sur celle du plateau. C'est à cette époque que la molasse du plateau se plisse, réagissant à la double action du substratum cristallin et de l'orogénèse alpine.

Cette action mixte a créé un certain nombre d'éléments structuraux, relevés par les chercheurs de la P.E.K. (Petroleumexpertenkommission) et synthétisés par SCHUPPLI (1950), pour la région comprise entre Moudon et Soleure (Solothurn). Nous avons retrouvé toutes les unités structurales se rapportant à la région du Lac de Morat.

Le synclinal du Vully

Le Mont Vully représente un petit synclinal «perché» de direction SW-NE, ayant en son centre une dépression axiale dont le pendage de l'axe est de 1° à 3° . La prolongation de ce synclinal dans le Grand Marais (Grosses Moos) est une culmination axiale.

L'anticlinal de Corserey-Misery-Coussiberlé

Cet anticlinal qui, du SE de Moudon vient s'envoyer dans les environs de Murten (Morat) en passant par Corserey, Misery, Coussiberlé, n'est en fait représenté que par sa terminaison périclinale. Cette terminaison est attestée par une direction rayonnante des azimuts et un accroissement de l'inclinaison des pendages. En effet, les pendages calculés au N de Courlevon, à l'E de Clavaleyres et à Münchenwiler, montrent une structure en arc de cercle, de direction S-NE, s'arrêtant au S de Morat perpendiculairement et contre le synclinal de Fribourg, laissant supposer la fin de cet anticlinal.

Le synclinal de Fribourg

En se basant sur la différence des altitudes du contact MDI/MMS, on décelle d'une manière sensible, la présence d'un synclinal s'étendant de l'E de Jeuss à Altavilla. Celui-ci est le prolongement du synclinal de Fribourg, et sans doute y a-t-il la possibilité d'une terminaison périclinale sous le Grand Marais (Grosses Moos).

La ligne de contact MDI/MMS passe entre le Bois de Boulay (au S de Münchenwiler) et le riau Burggraben de la cote 562 à la cote 515 m, ce qui suppose un rapprochement de l'axe synclinal dans la région de Burg. D'autre part, les pendages devenant plus faibles dans le riau d'Altavilla (1° à 2°) et leur direction s'infléchis-

sant peu à peu du SE au S, laissent présumer que cet axe synclinal passe légèrement à l'E d'Altavilla. La constance des pendages et de leurs directions permettent de voir le flanc E de ce synclinal à Lurtigen et à Liebistorf. Celui-ci amorce déjà l'anticlinal de Kleingurmels, mais également s'en désolidarise vers le N par une légère courbure de l'axe vers le NNW. Les directions des pendages d'Altavilla et de Grossgurmels sont opposés, laissant ainsi deviner une dépression axiale entre ces deux localités.

L'anticlinal de Kleingurmels–Niederried

Cet anticlinal n'est au S du territoire étudié qu'une ondulation très étroite formant une terminaison périclinale, prise en biseau entre le synclinal de Fribourg et celui de Laupen. Mais en traversant notre carte du SSW au NNE, il atteint sa culmination et se prolonge au-delà vers Aarberg.

Si son flanc WNW est difficile à suivre en raison de la pauvreté des affleurements jalons, son flanc ESE, par contre, apparaît clairement dans le pendage des couches, le long de la Sarine (Saane) de Gümmenen à Golaten, car celle-ci a entaillé ce flanc parallèlement à l'axe entre ces deux lieux. Au N de Golaten, l'Aar coupe perpendiculairement cet anticlinal; ceci apparaît dans les pendages, pris d'une part à l'E de Golaten (5° à 6°) et d'autre part à Mannewil (3° à 4° NW).

Le synclinal de Laupen–Frienisberg

Il ne traverse que l'extrémité SE du territoire délimité par la carte de l'Atlas. L'érosion sarinienne l'entaille à l'W et au N de Laupen; elle le coupe même à peu près perpendiculairement à deux endroits, distants seulement de deux kilomètres. De ce fait, ses flancs et son axe sont facilement visibles. Le flanc NW solidaire de l'anticlinal de Kleingurmels–Niederried est plus étroit et d'un pendage plus important que le flanc SE, celui-ci pouvant s'étendre beaucoup plus à l'E vers l'anticlinal d'Alterswil.

Les failles

Le mot de «faille» sensu stricto ne peut être employé que pour les cassures avec rejets du Mont Vully. Une première faille est visible par la stratigraphie sur la route de Sugiez au Vully; à l'altitude de 604 m (à l'E de Le Vaillet) se trouvent des marnes bleues appartenant à la Molasse d'eau douce, surmontées par des grès de la Molasse marine, mais si nous continuons à monter la route, nous

nous apercevons que ces grès marins font de nouveau place à des marnes et grès d'eau douce. Le véritable contact MDI/MMS ne se trouve qu'à l'altitude de 632 m. Il s'agit sans doute d'un bloc local de Molasse marine qui, s'étant cassé sous la poussée tectonique, a glissé en avant. Cette faille est locale, car sous la route elle n'est plus présente. La faille la plus importante se situe au N de Sur le Mont de Praz et son prolongement supposé vers le S est sans doute celle de Sur le Mont. Elle a un rejet de 40 m et met en contact les grès coquilliers avec les derniers niveaux marneux de la Molasse d'eau douce. Quelques petites failles de rejets moindres (5 à 10 m), se situent 100 à 200 m plus à l'W; elles sont sans aucun doute contemporaines de la faille susmentionnée.

Le style tectonique

Le style est assez simple. D'après leur direction, les synclinaux et les anticlinaux résulteraient plutôt d'une action du substratum. Mais, si l'on suppose l'émersion du Jorat sous la poussée orogénique alpine durant le Miocène, on peut légitimement penser que la région du Mont Vully se soit également surélevée par contre-coup et ait subi des tensions tectoniques comme en témoignent les failles.

MATIÈRES EXPLOITABLES

Molasse

Grès fins et moyens: certains niveaux ont été autrefois exploités en raison de leur dureté comme matériau de construction: anciennes carrières de Murtenwald (coord. 578.80/198.97), du riau Altavilla (coord. 578.16/198.14), de Münchenwiler (coord. 576.62/195.75), de Liebistorf (coord. 580.85/195.40), etc.

Grès coquilliers: bon matériau, résistant, employé pour les fontaines, les bordures de fenêtres, les trottoirs; peu exploités dans cette région, des vestiges de quelques carrières abandonnées subsistent au Mont Vully (coord. 572.80/200.70).

Marnes et argiles: utilisées pour la tuilerie et briqueterie de Fräschels. Le matériel est en provenance de terrains extérieurs au périmètre de la carte Murten (Morat) de l'Atlas; il s'agit notamment des marnes argileuses aquitaniennes de Witteberg (coord. 585.60/203.20).

Quaternaire

Sables et graviers: les gravières exploitées sont nombreuses dans les alluvions fluviales interglaciaires: de Ins à Müntschemier, à Fräschels (coord. 582.75/205.32), au S de Liebistorf (coord. 581.35/195.00) etc.; dans les sables et graviers fluvio-glaciaires de retrait würmien: Froideville (coord. 574.25/194.62), Vogelbuech (coord. 584.35/199.87), Feldmatten (coord. 582.17/194.30), etc.; dans les sédiments glaciaires du faciès mixte: gravière de la Tana (coord. 571.65/194.00). Un grand nombre de petites exploitations, surtout de sables et de graviers fins post-glaciaires, sont abandonnées ou utilisées sporadiquement.

Tourbe: a été exploitée durant la première et la deuxième guerre mondiale dans le Grand Marais (Grosses Moos).

HYDROGÉOLOGIE

Nappes phréatiques et sources

Les nappes phréatiques

Les terrasses d'alluvions graveleuses fluvio-glaciaires et les vallées alluviales sont le siège de gîtes aquifères importants. Certaines de ces eaux de fond sont exploitées à l'aide de puits filtrants. Ainsi à Greng-Meyriez, la commune de Murten (Morat) prélève une partie de ses besoins en eaux dans un puits aux coord. 574.30/195.80, la surface hydrologique au repos est environ 6,20 m sous la surface du terrain. Le débit est de l'ordre de 900 l/min. A Kerzers, on a procédé au fonçage d'un puits dans les alluvions du cône de déjection (coord. 581.27/202.15, sondage n° 52), le débit est d'environ 300 l/min. Entre Cressier et Liebistorf, deux puits-filtrants sont exploités dans les alluvions limno-palustres (coord. 578.50/194.30, sondage n° 59 et coord. 579.55/194.30, sondage n° 58). Dans ce système de nappes, l'eau est bien filtrée, la circulation est lente, le gradient hydraulique étant faible.¹⁾

Les sources d'émergences et nappes de versants

De nombreux captages sont installés dans la moraine et les alluvions de retrait würmien, ils captent les eaux qui s'infiltrant

¹⁾ *Correction*: Le captage, indiqué sur la carte (au nord de Müntschemier, coord. 577.80/205.45), n'existe pas.

dans les niveaux de graviers et sables fluviatils et circulent jusqu'au niveau imperméable que forme la moraine. Parfois, la moraine seule sert de niveau aquifère. Dans tous les cas, l'eau chemine suivant la topographie et sort sous forme de sources à la faveur d'un thalweg ou d'une rupture de pente. De telles sources sont visibles un peu partout où les graviers post-würmiens et la moraine sont présents. A Gempenach, la commune capte les eaux de la nappe aquifère contenue dans la terrasse graveleuse à l'W du village (coord. 581.46/198.70) à la faveur d'une dépression située dans la zone de décharge de cette nappe phréatique.

Les sources d'affleurements

Les sources d'affleurements sont les plus fréquentes. L'eau arrive par des voies descendantes dans les niveaux perméables et sort à la faveur d'une couche étanche. Nombreuses sont les sources qui sourdent ainsi au contact Quaternaire perméable/Molasse d'eau douce imperméable ou au contact grès de la Molasse marine/marnes de la Molasse d'eau douce. Ainsi de nombreux captages sont installés au contact MDI/MMS, à Münchenwiler, Burg, Alta-villa, d'autres dans la Molasse d'eau douce même, l'eau circulant dans les grès et se rassemblant à la faveur d'un banc de marnes: ainsi les captages Zigerli (au S de Morat), la série de captages de Vorder Prehl, alimentant Morat (coord. 576.45/197.30) d'un débit moyen de 320 l/min., ceux de Liebistorf, Lurtigen et celui du Löwenberg avec ses dépôts de tuf (coord. 578.08/198.80). Lorsque les sources ne sont pas captées, elles forment à leurs niveaux une ligne bien visible dans le terrain par les changements qu'elles occasionnent dans la végétation et par les dépôts de tuf, soulignant ainsi les modifications dans la lithologie.

Les sources de déversements

Les sources de déversements se localisent uniquement dans le Mont Vully, celui-ci est un synclinal perché avec une dépression axiale à son centre; sa forme en verre de montre en fait un excellent réservoir. Les eaux atmosphériques s'infiltrent dans les niveaux gréseux perméables de la Molasse marine et se concentrent au-dessus des derniers niveaux de marnes de la Molasse d'eau douce; lorsque cette cuvette est pleine, la nappe s'écoule sur les flancs Nord et Sud du mont, alimentant ainsi toute une série de captages construits au contact MDI/MMS (coord. 572.70/201.37; 572.15/201.12; 572.86/200.45). Mais du fait que le synclinal est

très légèrement déversé vers le SSE, le débit total des sources du flanc sud est plus important que celui du flanc nord. C'est une des raisons qui favorise une érosion plus intense du côté sud.

Les sources provenant de rétention molassique sont chimiquement et bactériologiquement les plus pures et fournissent des débits très constants, mais ce sont les moins prodigues en quantité.

SONDAGES

De nombreux forages carottés ont été exécutés sur le territoire étudié. Les plus importants, du point de vue géologique, figurent sur la carte avec un numéro d'ordre (1–62). La planche II, en annexe à cette notice, représente schématiquement les logs lithologiques des forages mentionnés.

La liste suivante renseigne sur les entreprises mandataires, les maîtres d'ouvrage et les dates d'exécution de ces forages :

No. d'ordre mentionnés sur la carte de l'Atlas	Entreprise mandataire	Bureau d'étude, maître d'ouvrage	Date des forages
6, 8, 9, 15, 17–20	Stump Bohr AG	Dép. Travaux Publ. Fribourg	1963
7	Sateg	»	1963
54	Stump Bohr AG	»	1968
55	Stump Bohr AG	»	1964
52	AG für Grund- wasserbauten	Ing.-Büro Bruderer (für Gemeinde Kerzers)	1966
3, 11, 57, 59, 60	SIF	Entrepr. électriques fribourg. (EEF)	1958
21, 58	Stump Bohr AG	»	1958
56	AG für Grund- wasserbauten	»	1958
22	Stump Bohr AG	Bureau des autoroutes, Fribourg (BAR)	1963
1, 2, 4, 5, 23–38,			
40, 41, 43, 44	Stump Bohr AG	»	1965
10, 12	Stump Bohr AG	»	1966
13, 14, 16	Stump Bohr AG	»	1967
39, 42, 45–51, 53	Stump Bohr AG	»	1969
61	–	Gemeinde Murten	
62	–	Gemeinde Kerzers	

COMPLÉMENTS

Liste complémentaire de captages importants

(ne figurant pas sur la carte de l'Atlas)

Coordonnées:

Communes ou

Entreprises concessionnaires:

574.45/205.44

Pénitencier de Witzwil

574.60/205.41

Anet (Ins)

574.72/205.38

VLG – Ins

577.18/205.00

Müntschemier

577.94/205.48

Müntschemier (en construction)

583.56/202.40

Gurbrü (2 captages)

583.28/202.34

Gurbrü

584.36/195.54

Kriechenwil

584.15/197.25

Gammen (2 captages)

584.35/199.88

Ferenbalm

584.20/199.89

Ferenbalm

Liste complémentaire de sondages importants

(ne figurant pas sur la carte de l'Atlas)

Situation:

Profondeur:

Lithologie:

573.80/202.40

0–100 m

Alternance de sables fins et de limons sableux, avec quelques lentilles limoneuses

(au N du Mont Vully)

571.32/203.84

0–1 m

Tourbe

(Witzwil)

1–4,8 m

Sables fins, coquilliers, avec niveau de craie lacustre

4,8–23 m

Sables fins, limoneux

23–24 m

Limons argileux

24–30 m

Sables fins, limoneux

572.60/205.86

0–3 m

Tourbe

(au NE de Witzwil)

3–17,8 m

Sables fins et moyens

17,8–22 m

Limons sableux

22–35 m

Alternance de sables fins et de limons sableux

576.00/205.07

0–6,2 m

Sables fins à moyens

(à l'W de Müntschemier)

6,2–8,7 m

Sables limoneux avec graviers

8,7–11,2 m

Sables avec graviers et pierres

11,2–13,5 m

Sables fins limoneux avec pierres

13,5–20 m

Sables limoneux

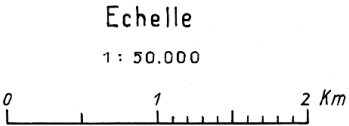
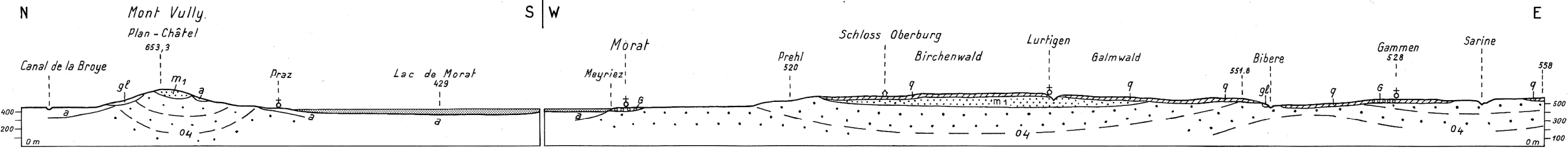
574.64/205.38 (au S d'Ins)	0-30 m	Sables avec peu de graviers
	30-64 m	Limons argileux
	64-75 m	Sables avec peu de graviers fins
	75-77,6 m	Limons argileux
576.98/204.98 (à l'W de Müntschemier)	0-22,25 m	Alternance de sables très graveleux et limoneux et de limons sableux avec quelques pierres
578.04/205.40 (au NE de Müntschemier)	0-0,6 m	Limons sableux
	0,6-17 m	Graviers très sableux avec quelques petits bancs limoneux
	17-30 m	Sables moyens
582.90/201.40 (Gurbrü)	0-12 m	Moraine de fond sableuse
	12-86 m	Molasse d'eau douce inf. aquitanienne: grès et marnes bigarrées
582.50/201.08 (au SW de Gurbrü)	0-4,5 m	Moraine
	4,5-13 m	Molasse aquitanienne: grès et marnes bigarrées
584.29/201.45 (à l'E de Gurbrü)	0-4,2 m	Moraine de fond
	4,2-10,2 m	Molasse aquitanienne: grès
	10,2-11 m	Marnes bigarrées
585.00/201.59 (au S de Wileroltigen)	0-4 m	Moraine
	4-20 m	Molasse aquitanienne: grès et marnes bigarrées

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE¹⁾

- AEBERHARDT, B. (1903): *Note sur le quaternaire du Seeland*. – Arch. Sci. phys. nat. Genève 16, p. 71 et 213.
- (1908): *Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale*. – Eclogae geol. Helv. 10/1, p. 15.
 - (1909): *Déviation de quelques cours d'eau pendant la période quaternaire*. – Eclogae geol. Helv. 10/6, p. 745.
 - (1912): *L'ancien glacier de l'Aar et ses relations avec celui du Rhône*. – Eclogae geol. Helv. 11/6, p. 752.
- AGASSIZ, L. (1835): *Distribution des blocs erratiques sur les pentes du Jura*. – Bull. Soc. géol. France (1), 7 (1835–36), p. 30.
- BERSIER, A. (1936): *La forme de la transgression burdigalienne dans la région vaudoise*. – C.R. Soc. géol. France 7, p. 111.
- (1938): *Recherches sur la géologie et la stratigraphie du Jorat*. – Bull. Lab. Géol. etc. Univ. Lausanne 63, p. 1.
 - (1953): *La sédimentation cyclique des faciès détritiques Molasse et Houiller, signification et causes*. – Rev. Inst. franç. Pétrole 8, p. 51.
 - (1959): *Exemples de sédimentation cyclothématique dans l'Aquitainien de Lausanne*. – Eclogae geol. Helv. 51/3 (1958), p. 842.
 - (1959): *Séquences détritiques et divagations fluviales*. – Eclogae geol. Helv. 51/3 (1958), p. 854.
- BERSIER, A. & VERNET, J.-P. (1964): *Études sédimentologiques dans le Chandelar*. – Bull. Lab. Géol., Minéral. etc. Univ. Lausanne 150, p. 1.
- BRIEL, A. (1962): *Géologie de la région de Lucens (Broye)*. – Eclogae geol. Helv. 55/1, p. 189.
- CRAUSAZ, C. U. (1959): *Géologie de la région de Fribourg*. – Bull. Soc. fribourg. Sci. nat. 48 (1958), p. 5.
- DORTHE, J.-P. (1962): *Géologie de la région au Sud-Ouest de Fribourg*. – Eclogae geol. Helv. 55/2, p. 327.
- EMMENEGGER, C. (1962): *Géologie de la région Sud de Fribourg. Molasse du plateau et Molasse subalpine*. – Bull. Soc. fribourg. Sci. nat. 51, p. 5.
- FAVRE, A. (1883): *Sur l'ancien lac de Soleure*. – Arch. Sci. phys. nat. Genève (3), 10, p. 601.
- FRASSON, B.A. (1947): *Geologie der Umgebung von Schwarzenburg (Kanton Bern)*. – Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F. 88.
- GILLIÉRON, V. (1885): *Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne*. – Mat. Carte géol. Suisse 18.
- HÜRZELER, J. (1940): *Alter und Facies der Molasse am Unterlauf des Talent zwischen Oulens und Chavornay*. – Eclogae geol. Helv. 33/2, p. 191.
- (1945): *Säugetierpaläontologische Bemerkungen zur Abgrenzung und Unterteilung des Aquitanien*. – Eclogae geol. Helv. 38/2, p. 655.
- INGLIN, H. (1960): *Molasse et Quaternaire de la région de Romont (canton de Fribourg)*. – Bull. Soc. fribourg. Sci. nat. 49 (1959), p. 5.

¹⁾ La liste des cartes publiées se trouve sur le bord droit de la feuille d'Atlas.

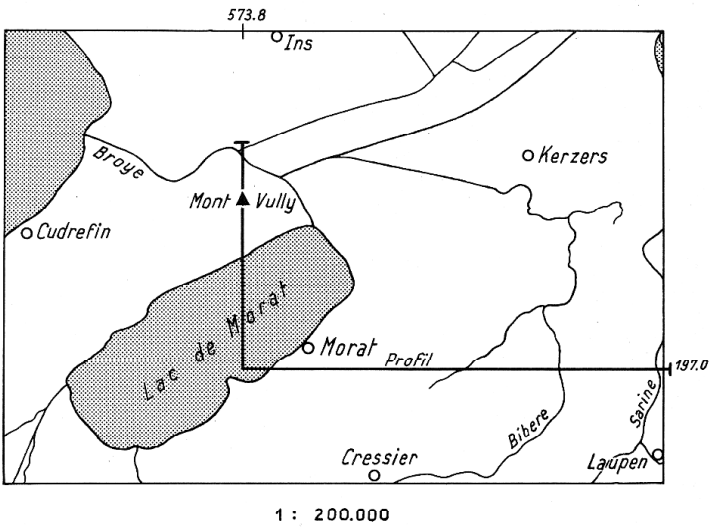
- JAYET, A. (1955): *Le problème du fluvio-glaciaire*. – *Geographica helv.* 3, p. 148.
- (1958): *Remarques sur la composition, la structure, les déformations mécaniques des moraines glaciaires pléistocènes et actuelles*. – *Eclogae geol. Helv.* 51/2, p. 341.
- JORDI, H. A. (1951): *Zur Stratigraphie und Tektonik der Molasse von Yverdon*. – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 18/55, p. 1.
- (1955): *Geologie der Umgebung von Yverdon*. – *Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F.* 99.
- JOUKOWSKY, E. (1931): *Sur quelques postulats de la glaciologie quaternaire*. – *Arch. Sci. phys. nat. Genève* (5), 13, p. 109.
- LINDEN, W. J. M. VAN DER (1963): *Sedimentary structures and facies interpretation of some molasse deposits (Sense-Schwarzwasser area, Canton Bern, Switzerland)*. – *Geol. Ultraiectina* 12, p. 7.
- LÜDI, W. (1935): *Das Grosse Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung*. – *Veröff. geobot. Inst. Rübel, Zürich* 11/1935.
- MICHEL, G. (1908): *Les coudes de capture du pays fribourgeois*. – *Mém. Soc. fribourg. Sci. nat. (Sér. géol.)* 7, p. 1.
- PORTMANN, J.-P. (1954): *Étude pétrographique de quelques moraines würmiennes du glacier du Rhône*. – *Actes Soc. helv. Sci. nat. (Altorf)*, p. 130.
- (1956): *Pétrographie des formations glaciaires*. – *Geol. Rdsch.* 45/2 (1956), p. 411 (1^{re} partie); *Bull. Soc. neuchât. Geogr.* 51/5 (1954/55), p. 13 (2^e partie).
- QUARTIER, A. A. (1956): *La morphologie et l'origine du lac de Neuchâtel telles qu'elles sont révélées par les sondages aux ultra-sons*. – *Bull. Soc. fribourg. Sci. nat.* 46, p. 6.
- RAMSEYER, R. (1952): *Geologie des Wistenlacherberges (Mont Vully) und der Umgebung von Murten (Kt. Freiburg)*. – *Eclogae geol. Helv.* 45/2, p. 165.
- RAZOUUMOWSKY, G. DE (1789): *Histoire naturelle du Jorat et de ses environs, et celle des trois lacs de Neuchâtel, Morat et Bienne* (2^e éd.). – J. Maurer, Lausanne.
- RUMEAU, J.-L. (1954): *Géologie de la région de Payerne*. – Thèse Univ. Fribourg. Crépin-Leblond, Paris.
- SCHÄR, U. (1971): *Erläuterungen zu Blatt 1145, Bieler See*, des *Geol. Atlas der Schweiz* 1:25000. – Schweiz. geol. Komm.
- SCHARDT, H. (1898): *Note préliminaire sur l'origine des Lacs du pied du Jura Suisse*. – *Eclogae geol. Helv.* 5/4, p. 257.
- SCHUPPLI, H. M. (1950): *Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz*. 3. Teil, 8. Abschn.: *Ölgeologische Untersuchungen im Schweizer Mittelland zwischen Solothurn und Moudon*. – *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser.* 26/3.
- SIEBER, R. (1959): *Géologie de la région occidentale de Fribourg*. – *Bull. Soc. fribourg. Sci. nat.* 48 (1958), p. 119.
- ZIMMERMANN, P. (1932): *Étude monographique du Vully fribourgeois et de son vignoble*. – *Mém. Soc. fribourg. Sci. nat.* 11/1, p. 1.

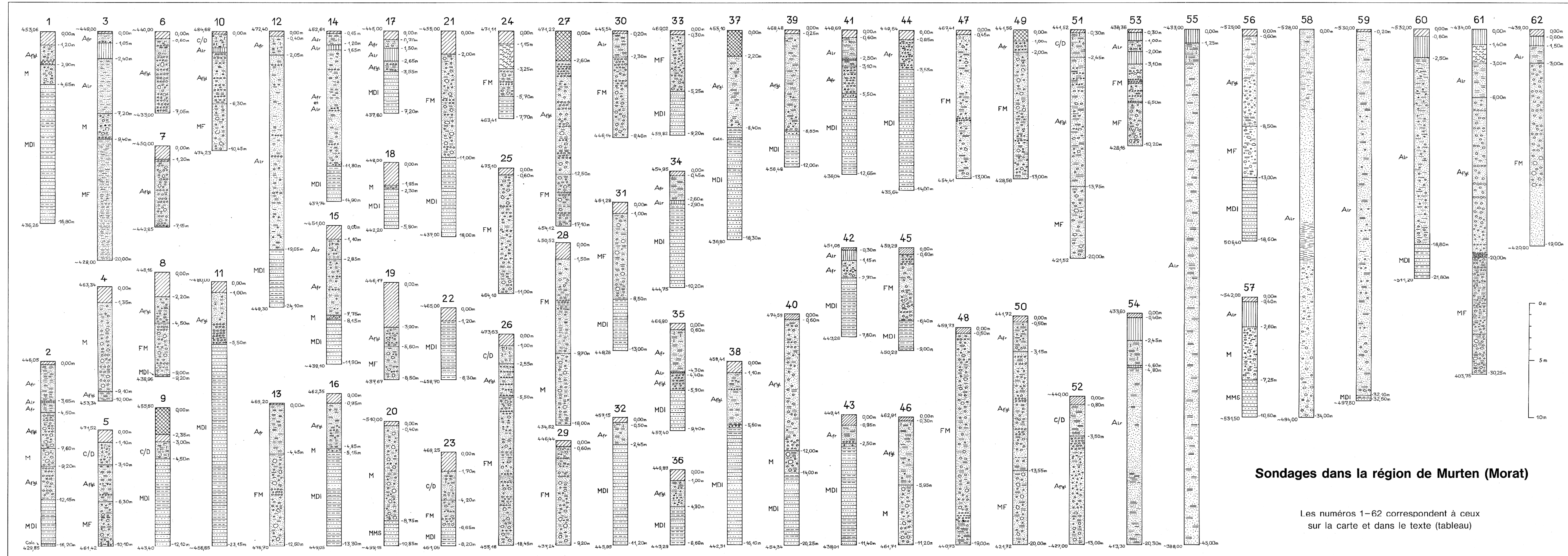


- | Quaternaire | | Tertiaire
[Molasse Oligo-Miocène] | |
|-------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|
| | <i>Glissements, éboulis</i> | | <i>Molasse marine supérieure [Burdigalien]</i> |
| | <i>Alluvions récentes</i> | | <i>Molasse d'eau douce inférieure [Aquitaniens]</i> |
| | <i>Alluvions fluvioglaciales</i> | | |
| | <i>Moraine würmienne</i> | | |

**Coupe géologique
à travers la région de la feuille Murten (Morat)**

par F. Becker





Sondages dans la région de Murten (Morat)

Les numéros 1–62 correspondent à ceux sur la carte et dans le texte (tableau)

LÉGENDE

Sédiments meubles

- Remblai
- Humus, Topsoil
- Argiles
- Limons
- Sables
- Graviers
- Pierres
- Tourbe
- Tuf calcaire

Roches

- Marnes
- Grès
- Calcaire

Quaternaire

- C/D = Colluvions, éluvions, déjections
- A_{fr} = Alluvions fluviales récentes
- A_{lr} = Alluvions lacustres et sédiments limno-palustres récentes
- A_{fgr} = Alluvions fluvio-glaciaires graveleuses et sableuses, glacio-lacustres
- M = Moraine en général (Würm)
- MF = Moraine de fond (Würm)
- FM = Faciès mixte (moraine – alluvions fluvio-glaciaires, glacio-lacustres)

Tertiaire

- MMS = Molasse marine supérieure
- MDI = Molasse d'eau douce inférieure
- Calc. = Calcaire d'eau douce