

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 10 (1908-1909)
Heft: 2

Artikel: IIe partie, Géophysique
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-156865>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

d'alumine mêlée à des sables quartzeux qui existent dans des poches des calcaires jurassiques aux environs de Delémont et Moûtier ; cette alumine n'a du reste pas trouvé d'emploi industriel à cause des quantités très limitées qu'en contient chaque gisement.

Les bolus bruns ou rouges du Sidérolithique, qui sont surtout développés dans le bassin de Delémont, aux environs de Lohn et de Stetten dans le canton de Schafhouse forment, à la base des oolithes ferrugineuses, des couches souvent épaisses et toujours bien stratifiées ; ce sont des formations lacustres ou palustres de l'Eocène supérieur. Ils sont riches en silice et ne contiennent pas de chaux, ce qui les rend utilisables pour la fabrication d'objets réfractaires.

Enfin M. R. MOSER donne un exposé historique et statistique sur l'industrie de la céramique en Suisse.

M. L. WERLI (26) l'un des collaborateurs à ce long travail, a publié un bref exposé des diverses origines auxquelles se rattachent nos principaux gisements d'argile (Keuper, Lias supérieur, Molasse, argile glaciaire, Lehm).

Je puis me contenter de citer ici une brève communication que M. U. GRUBENMANN (16) a faite à la *Société thurgovienne de sciences naturelles* sur les gisements de marbre de la Suisse orientale et cela m'amène à dire quelques mots d'un article de M. CH. TARNUZZER concernant le **marbre de Lavin** (25). Ce calcaire métamorphosé affleure dans le ravin de Samaidas au-dessus de Lavin (Engadine) sous le gneiss. Il paraît jouer le même rôle que d'autres calcaires triasiques qui, en différents points de l'Engadine, sont sous-jacents aux schistes cristallins de la nappe austro-alpine, et il doit figurer une lame de charriage.

II^e PARTIE — GÉOPHYSIQUE

Actions et agents externes.

EROSION ET CORROSION

Dans un court supplément à son étude antérieure des **ponts naturels** (voir *Revue* pour 1906), M. J. FRÜH (35) cite quelques jolis exemples de ce phénomène qu'il a observés particulièrement dans les environs du lac de Wallenstadt. Il

décrit ainsi le Stöfelbrüggli, formé par un gros bloc de Malm pincé entre les 2 parois de la profonde gorge de la Tamina, qui est creusée dans la même roche; il cite un autre pont tout semblable qui traverse la gorge de l'Ebensandbach à l'altitude de 1800 m. Puis, passant à la vallée du Schilz, qui débouche dans la plaine de Wallenstadt à Flums, l'auteur commence par faire ressortir le contraste frappant, qui existe entre le tronçon inférieur de cette vallée, creusée essentiellement par une érosion torrentielle récente, et tout le tronçon supérieur, dans lequel l'action du glacier s'est fait sentir de la façon la plus claire, soit en érodant, soit en déposant des amas morainiques d'origine locale ou plus lointaine. Vers le haut du tronçon inférieur, creusé dans le Verrucano, 2 ponts naturels existent, formés tous deux par de gros blocs pincés dans la gorge étroite.

Enfin M. Früh cite encore un pont naturel jeté par-dessus un profond couloir à l'E de Quinten dans le versant S des Churfirsten, et qui paraît être un reste de l'ancien thalweg d'une vallée aujourd'hui effondrée. Du reste la formation de ponts naturels par la descente toujours plus abondante des eaux dans des chemins souterrains et par la chute partielle du toit des galeries souterraines ainsi créées est un phénomène fréquent dans certaines régions.

M. CH. WALKMEISTER (52) a collationné dans une récente publication les observations qu'il a faites pendant vingt années consécutives sur les **ravages exercés par les torrents et le ruissellement** dans le bassin de la Plessur (Grisons). D'après les très nombreux faits cités dans cet article, ce territoire est particulièrement dévasté par les eaux courantes d'une part, à cause de déboisements inconsidérés et de travaux d'art malheureux, d'autre part, à cause du peu de consistance des formations qui en composent le sol, des Schistes lustrés, des moraines et des dépôts d'alluvions.

L'auteur décrit un grand nombre de cas où des ruisseaux, insignifiants en temps d'étiage, se creusent pendant leurs crues très violentes des ravins profonds qui, se prolongeant rapidement vers l'amont par érosion régressive et déterminant constamment de nombreux glissements de terrain, finissent par morceler les pentes en des lambeaux de plus en plus petits de terrain cultivable.

La contrepartie de ces érosions consiste naturellement dans des inondations des fonds de vallée, qui se couvrent d'amas de galets et dont les cours d'eau se déplacent périodiquement.

M. M. LUGEON (39) a signalé quelques jolis exemples de **corrosion souterraine** qu'il a observés aux environs de Leysin dans les calcaires tithoniques.

EAUX FLUVIALES

M. R. MEYER (41) a apporté récemment une intéressante contribution à la question de la **purification naturelle des eaux fluviales**, à la suite d'une série d'études faites sur la Töss et son affluent l'Eulach. Ces 2 cours d'eau reçoivent une quantité importante d'eau de fabriques et l'Eulach sert de dégorgeoir pour toutes les eaux fécales de la ville de Winterthour.

L'auteur a d'abord dosé pour différents points de ces rivières soit les éléments chimiques en suspension ou en solution, soit les bactéries.

En comparant les analyses des eaux prises d'une part un peu en aval du confluent de la Töss et de l'Eulach, d'autre part à 9 kilomètres vers l'aval un peu à l'E de Rorbas, on constate que ces eaux se sont nettement purifiées et contiennent en proportion notablement moindre soit des bactéries, soit de l'ammoniaque. La diminution de ce dernier doit provenir essentiellement de l'évaporation; quant à la réduction du nombre des bactéries, elle résulte du mélange de l'eau avec l'air, qui est facilité par l'interposition de plusieurs petites chutes et par la faible profondeur de la rivière; puis elle est due probablement en hiver à l'action du froid, en été au contraire à l'influence de la lumière solaire, qui est rendue particulièrement claire par le fait que les eaux sont beaucoup plus pures de bactéries au milieu du jour que pendant la nuit.

Une autre série d'expériences, faites sur le cours de la Töss en amont du confluent avec l'Eulach et en aval du sac d'égoûts du village de Töss, a montré qu'ici encore l'ammoniaque et les bactéries diminuent sensiblement sur un parcours de 500 m. seulement, mais, il est vrai, sur un tronçon du lit d'où les eaux sont en grande partie dérivées dans un canal industriel. Le courant est donc ici particulièrement faible et une sédimentation vaseuse peut s'effectuer, en sorte que M. Meyer est tenté d'attribuer à cette sédimentation même la diminution relativement rapide du nombre des bactéries.

En résumé il semble que la purification naturelle des eaux fluviales puisse avoir des causes multiples et diverses suivant le régime des cours d'eau et les conditions climatériques.

SOURCES ET NAPPES D'INFILTRATION

M. J. MEISTER (40) a publié un aperçu sur les divers types de sources existant dans le canton de Schafhouse. Il distingue les sources alimentées par les sols de Lehm qui sont caractérisées par leur débit en général peu considérable et leurs étiages très prononcés en cas de sécheresse, les infiltrations dans les calcaires jurassiques, dont les eaux ressortent au-dessus des couches argileuses du Dogger, les nappes d'eau qui se forment dans les couches d'alluvions, les sources captées dans les terrains glaciaires alternativement graveleux ou sableux et argileux.

L'auteur étudie plus en détail les nappes de fond qui imprègnent dans presque tous les fonds de vallée des environs de Schafhouse les sous-sols graveleux formés d'alluvions ou d'éboulis et dans lesquelles vont se perdre bon nombre de sources qui sourdent sous les éboulis. Dans ce système d'eaux d'infiltration l'une des parties les plus intéressantes comprend une nappe de fond, qui suit une ancienne vallée de la Durach depuis le Schweizersbild jusqu'au débouché du Mutzenthäli dans la vallée de la Fulach, et d'où l'on a dérivé récemment une partie des eaux d'alimentation de la ville de Schafhouse.

Dans la vallée de la Fulach l'ancien thalweg est très irrégulier et la couche d'alluvion a par suite une épaisseur très inégale, en sorte que la nappe de fond s'écoule par places presque entièrement dans le cours d'eau superficiel; de plus dans le bas de la vallée existent des dépôts d'alluvions complexes, qui déterminent de nombreuses irrégularités dans le niveau de la nappe de fond.

Dans la vallée de la Biber les eaux d'infiltration sont particulièrement abondantes, elles sont presque partout complètement séparées des eaux superficielles par une couche de Lehm, mais, celle-ci étant exploitée sur divers points, les mélanges entre les eaux courantes et la nappe profonde deviennent toujours plus fréquents.

Le bassin du Rhin comprend aussi des nappes de fond considérables, dont l'une en particulier imprègne un ancien lit du fleuve datant de la dernière ou de l'avant dernière période interglaciaire et se suivant depuis la Rheinhalde en amont de Schafhouse jusque vers le château de Wörth près de la chute du Rhin, en passant par Neuhausen. La nappe de fond qui remplit cet ancien lit du Rhin offre du reste une remarquable indépendance, relativement aux eaux

du fleuve actuel, ce qui s'explique évidemment par le fait qu'elle est alimentée surtout par des apports d'eau latéraux. Cette indépendance se manifeste soit dans le niveau, soit dans la température, soit dans la composition chimique. Au point de vue de la température la nappe d'eau de l'ancien lit du Rhin présente encore cette particularité qu'elle est de 2 à 3 degrés plus chaude que la température moyenne du lieu. ce qui semble devoir résulter de l'action réchauffante de couches d'eau plus profondes et ce qui indique que ce lit ancien du Rhin doit être de 50 ou 100 m. plus bas que le niveau du fleuve actuel.

LACS ET MARAIS

M. E. BRÜCKNER (29) a poursuivi en 1904-05 ses observations sur la **sédimentation dans le lac d'Eschin** dont nous avons parlé dans les *Revues* antérieures. Il a pu ainsi évaluer à 10 343 m³ de vase humide la quantité totale du dépôt formé sur le fond du lac, du 23 mai 1904 au 28 octobre de la même année. Le volume de vase sèche correspondant est d'environ 7000 m³.

Le petit **lac de Canova**, situé près de Paspels dans le Dom-leschg, a un émissaire superficiel, mais n'est alimenté que par des sources sous-lacustres. M. CH. TARNUZZER a étudié la sortie de ces sources (51) dans l'idée de les capter et s'est basé pour cela surtout sur les inégalités brusques de température qui se manifestent dans la masse de l'eau du lac. Tandis, en effet, que ce dernier est gelé en hivers sur presque toute sa surface, et que l'eau a au-dessous de la glace une température qui oscille dès une faible profondeur autour de + 4°, deux points de la masse restent libres de glace et montrent une température, l'un de 7° 3/5, le second de 6° 3/5. Ces sources sont probablement en relation souterraine avec le torrent de l'Almensertobel.

MM. J. FAVRE et M. THIÉBAUD (32) ont fait une étude détaillée des **maraîches de Pouillerel**, situées près de la Chaux-de-Fonds et qui offrent cette particularité presque unique dans le Jura de reposer sur la marne de Furcile. Cette marne est formée pour les 2/5 de calcaire; elle renferme relativement peu d'argile, mais une forte proportion de SiO₂ soit sous forme de quartz, soit sous forme de débris de spicules de Spongiaires; à la base se trouve un niveau à fossiles et rognons pyriteux, qui contient entre autres: *Belem. fusiformis*, *Perisph. querquinus*, *Nerin. bathonica*, *N. scalaris*, *Trigon.*

pullus, *Waldh. carinata*, *Terebr. cadomensis*, *Rhynch. acuticosta*, *Cidaris gingensis*. Cette couche ferrugineuse correspond à la partie moyenne des marnes de Furcil des environs de Noirague et repose directement sur un calcaire gris à taches roses, qui remplace ici la partie inférieure de ces marnes.

Les marais de Pouillerel sont au nombre de trois : Le marais des Saignolis est situé sur le jambage SE peu incliné de la voûte bathonienne de Pouillerel au faîte même de la chaîne ; il représente donc une tourbière de voûte. La couche de tourbe atteint son maximum d'épaisseur (0.90 m.) au point le plus élevé et possède le caractère d'une tourbe de marais bombé (haut marais), avec une grande abondance de sphaignes et d'*Eriophorum vaginatum* ; elle est séparée de la marne de Furcil par une mince couche de limon, qui n'est pas autre chose que le produit de la décalcification de ces marnes.

Vers le NW le marais est bordé par une zone de lapiaz modelés dans les calcaires bathoniens, sur le bord de laquelle s'ouvrent tout une série de puits d'érosion jalonnant d'anciennes fissures et qui absorbent encore actuellement toutes les eaux de ruissellement. Il paraît évident que cette zone s'est considérablement élargie dans le temps par l'enlèvement progressif de la marne de Furcil sus-jacente au calcaire.

Par ces divers caractères le marais des Saignolis se rapproche beaucoup de certains marais bombés du territoire de Sarnen-Flühli dans le canton d'Unterwald, qui sont situés comme lui sur un sol siliceux et sur l'emplacement des forêts de sapins rouges. Ce marais ne doit guère dater que d'une centaine d'année et s'accroît d'environ 1 centimètre par an.

Le marais Jean Colar, qui se trouve un peu au NE sur un palier de marnes de Furcil, a une surface faiblement bombée et inclinée en sens inverse de la pente de la montagne. La tourbe, épaisse de 1^m8 au point culminant, comprend de bas en haut une couche noire à *Carex* et graminées, une couche à *Carex* et *Eriophorum* avec peu de sphaignes et une couche à *Eriophorum* et *Sphaignes* ; elle s'appuie sur les mêmes limons siliceux qu'aux Saignolis, auxquels se mêlent du côté du SE des débris de fossiles siliceux de la Dalle nacrée. La tourbière s'est établie ici sur le sol d'une forêt de sapins et appartient au type des marais bombés pur ; elle est posée sur une pente, au sous-sol siliceux et arrosée exclusivement par les eaux météoriques.

Le marais du Noiret se trouve au NW du précédent sur les marnes de Furcil faiblement inclinées du jambage occidental de la chaîne, il appartient exactement au même type que les précédents, possédant la même tourbe et le même fond limoneux et siliceux.

Ces 3 marais de Pouillerel, compris entre les altitudes de 1220 et 1260 m., sont les hauts marais les plus élevés du Jura ; ils sont tous trois arrrosés exclusivement par les eaux météoriques. La partie inférieure du marais des Saignolis est desséchée et couverte par une forêt de *Pinus montana* var. *uncinata*, de *Betula pubescens* et de *Picea excelsa* ; sa surface est accidentée d'innombrables coussins de sphaignes (*vaccinium uliginosum*). Puis, vers le NE, le marais devient peu à peu plus humide et de moins en moins boisé, et comprend des mares tapissées de Carex, entre lesquelles s'élèvent des intumescences peu saillantes formées de Sphaignes imbibés d'eau ; dans les parties moins humides des pins atteignent une taille assez élevée. Aux abords des emposieux de la Grande Oolithe les pins sont remplacés par des bouleaux. Après une partie défrichée et drainée, on retrouve plus au N, le marais, dans lequel les sphaignes sont remplacés en grande partie par les polytries, puis, vers l'extrémité N, on constate un mélange de la flore du marais avec celle de la prairie humide ou de la forêt, qui semble dû à un empiétement progressif des sphaignes.

Le marais Jean Colar est couvert par une belle forêt de pins ; dans sa partie occidentale, qui est passablement desséchée, on rencontre des Vaxinium et des Calluna sur les éminences, des sphaignes, des Eriophorum et des Carex dans les dépressions moins humides et des Carex dans les gouilles. Sa partie orientale est beaucoup plus humide ; les flaques d'eau y sont tapissées de Carex et bordées de touffes d'Eriophorum, tandis que les éminences sont couvertes de Sphaignes mêlés à *Betula nana*. Vers le SE le marais disparaît sous des buissons de saules, de bouleaux, de hêtres, etc.

Le marais du Noiret a la flore des prairies humides et porte dans sa partie supérieure, plus sèche, quelques sapins rabougris ; dans sa partie inférieure subsistent des taches de sphaignes.

SÉDIMENTATION

Pour être complet il convient de citer simplement ici, un court résumé publié par M. L.-W. COLLET (31) de ses observations concernant la glauconie, sa composition chimique et

son mode de formation dans les dépôts modernes et anciens. Les principaux résultats de ces recherches ont été exposés dans la *Revue* pour 1905.

GLACIERS ET NÉVÉS

M. F.-A. FOREL (33) a résumé le rapport général consacré par MM. H.-F. Reid et E. Muret aux variations des glaciers en 1905. Ce rapport comprend de nombreux renseignements sur l'ensemble des Alpes, sur les Pyrénées, la Scandinavie, le Caucase, la Boukharie, le Thian-Chan, les 2 Amériques. Il montre que la grande majorité des glaciers du globe sont en phase de décrue, mais que quelques groupes tendent encore à croître, ainsi en Autriche dans les massifs de l'Ötzthal et des Hohe Tauern et en Scandinavie dans ceux du Jortedal, du Jortunheim et du Folgefond.

En tête du rapport que MM. F.-A. FOREL, M. LUGEON et E. MURET (34) consacrent aux variations des glaciers suisses en 1906, nous trouvons un chapitre dans lequel M. Forel définit ce qu'il appelle l'étiage du glacier. L'étiage pour le glacier comme pour le cours d'eau signifie minimum de débit et est caractérisé par un minimum de volume et plus particulièrement de longueur. Il correspond à l'état normal, la crue devant être considérée comme un accident temporaire; en effet, tandis que les phases de crue sont courtes et finissent brusquement, les phases de décrue se prolongent longtemps et le retrait du front, d'abord rapide, s'atténue progressivement jusqu'à l'état d'équilibre; en outre l'état stationnaire est généralement bref à la fin d'une crue, très prolongé au contraire à la fin d'une décrue.

L'état stationnaire est caractérisé par de faibles mouvements irréguliers, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, du front du glacier. Dans le stade minimum il y a équilibre entre la quantité de glace amenée au front et la quantité de glace fondu; c'est l'état normal pour les conditions climatiques de l'époque; si l'état d'étiage change d'une période à l'autre, c'est que les conditions climatiques se sont modifiées. Il est donc très important de fixer exactement l'étiage des glaciers et il serait nécessaire de l'indiquer sur les cartes des régions glaciées.

Le second chapitre du même rapport est consacré à l'en- neigement en 1906. D'après les observations faites par M. Mercanton à Orny, et par M. Wagnon aux environs de Barberine, l'année 1906 a marqué un recul des lignes des

neiges plus accentué qu'on ne l'avait jamais constaté. Le déficit dans les masses des névés existait déjà à la fin de la saison d'hiver, il a été énormément accentué par la sécheresse et la chaleur exceptionnelle de l'été.

Une échelle nivométrique a été établie vers la station Eismeer du chemin de fer de la Jungfrau.

De la chronique des glaciers en 1906, rédigée par MM. Forel et Muret, il résulte que l'ensemble des glaciers suisses étaient toujours dans une phase de décrue générale. Quelques petits glaciers ont pourtant légèrement progressé, mais ceci plutôt par un changement de forme que par une augmentation de volume; ce sont: les glaciers du Dard, du Scex Rouge, de Prapioz dans les Alpes vaudoises, de la Blümlisalp et du Kanderfirn dans les Alpes bernoises, du Firnälpli dans les Alpes d'Unterwalden, du Piz Sol et de Sardona dans le canton de Saint-Gall.

D'après le rapport annuel de la Commission suisse des glaciers, rédigé par M. HAGENBACH-BISCHOFF (37), le glacier du Rhône a subi pendant l'été 1905 une réduction de volume plus considérable encore que pendant toutes les années précédentes.

Les mesures de vitesse faites en 1905 dans le champ des névés collecteurs ont confirmé l'uniformité du mouvement constatée antérieurement.

Le front du glacier a reculé en moyenne de 21^m9 d'août 1904 à septembre 1905, découvrant un espace de 8200 m².

TRANSPORTS ÉOLIENS

M. L. ROLLIER (46) a signalé une curieuse pluie de pierres qui est tombée le 20 février 1907 à Trélex sur Nyon (Vaud). Les petits cailloux jetés sur le sol étaient arrondis, formés de quartz laiteux, et atteignaient la grosseur d'un pois ou d'une noisette; ils devaient en tous cas avoir une origine lointaine et provenaient, semble-t-il, ou bien des rives françaises de la Méditerranée, ou bien de la Meseta espagnole.

ÉBOULEMENTS

L'éboulement survenu en mai 1907 à Kienthal, et dont le mouvement s'est continué du 10 au 49 de ce mois, a été étudié en détail par M. A. BALZER (27). La cause de l'accident a été une déchirure dans le revêtement morainique, qui couvrait les couches incurvées en C du Höchst et qui supportait

lui-même une masse importante d'éboulis. Après quelques mouvements précurseurs, la chute principale s'est produite dans la nuit du 11 au 12, tandis qu'un dernier tassement a eu lieu le 19. L'écoulement de la masse principale s'est fait par le ravin de l'Erlibach et pourtant la quantité d'eau mêlée aux éléments terreux et pierreux paraît avoir été relativement peu considérable. Les matériaux mis en mouvement représentent un volume d'environ 320 000 m³ et ils ont recouvert un territoire de 73 000 m² de surface. Le mouvement de cette masse a été assez lent pour que, par places, la neige et la végétation forestière soient restées sur la surface.

M. H. SCHARDT (48) a étudié en détail le glissement de terrain qui s'est produit en janvier et février 1906 au-dessus de Chamoson dans le flanc SW du Haut de Cry. Commencé le 15 janvier, ce mouvement s'est poursuivi avec une remarquable lenteur jusqu'au 12 février; il a commencé par le décollement d'un amas de matériaux détritiques, qui remplissait un ancien couloir creusé dans les schistes du Dogger. La masse entraînée, qui peut être évaluée approximativement à 750 000 m³, a commencé à glisser sur la roche en place avec une vitesse d'environ 2 m. à l'heure entre le 15 et le 22 janvier, ensuite son mouvement s'est ralenti progressivement et paraît avoir cessé complètement le 12 février.

Mais ce premier glissement, en s'écrasant sur de la moraine qui occupait les pentes au-dessous de la niche d'arrachement initiale, a poussé cette moraine vers l'aval et a mis ainsi en mouvement une masse beaucoup plus considérable que sa masse propre. La moraine a été boursouflée, remaniée et accumulée contre le versant rocheux du torrent de Saint-André qui a été barré. L'éboulement principal de la région supérieure a été pour ainsi dire bordé par deux glissements latéraux moins considérables qui se sont produits le 3^{me} et le 6^{me} jour.

L'amas morainique disloqué et poussé dans le ravin de Saint-André a été naturellement attaqué par les eaux et plusieurs coulées de boue, peu dangereuses du reste, ont eu lieu dès le commencement de février. A partir du 12 février la masse en mouvement semble avoir trouvé un nouvel état d'équilibre, qu'il s'agit de consolider en captant autant que possible toutes les eaux de la zone dangereuse.

Actions et agents internes.

CONSISTANCE ET PLASTICITÉ DES ROCHES PROFONDES

M. C. SCHMIDT (49) a été chargé par la direction des chemins de fer fédéraux d'étudier les travaux de consolidation à faire dans la galerie parallèle du tunnel du Simplon. Les résultats de son expertise ont été publiés dans un rapport spécial qui contient, outre une description de la géologie de la chaîne, de nombreuses observations sur les déformations et les ruptures qui se sont produites dans la galerie parallèle.

Il est impossible de suivre ici l'auteur dans le détail de son travail ; nous devons nous contenter de faire ressortir les faits généraux qu'il a pu établir.

Parmi les modifications qui sont intervenues dans la galerie parallèle du Simplon M. Schmidt signale d'abord celles qui sont dues au phénomène, observé depuis longtemps mais imparfaitement expliqué, des **éclatements** qui se produisent soit dans le plafond, soit dans les murs des galeries. Des éclats, épais en général de quelques centimètres seulement, mais dont la surface peut dépasser 1 m², se détachent brusquement de la roche compacte, souvent avec un bruit détonant et sont projetés dans le vide avec une force comparable à une force explosive. Au Simplon ces éclatements se sont produits aussi bien dans les gneiss que dans les calcaires, mais toujours dans la roche saine non disloquée et non fissurée, conformément du reste à ce qui a toujours été observé ailleurs. Les éclats se sont détachés suivant des plans qui ne dépendent pas du plan de stratification ou de schistosité. La cause de ces ruptures violentes semble résider dans une augmentation de volume superficielle due à la suppression locale de la pression.

Pour compléter ses propres observations sur ce phénomène, M. Schmidt a réuni un grand nombre de renseignements concernant ce sujet et provenant de sources très diverses, qui apportent une confirmation très forte à sa manière de voir.

Les simples chutes de pierres tombant du plafond de la galerie sont, comme de juste, particulièrement abondantes là où les couches sont à peu près horizontales, comme cela est le cas en particulier dans le tronçon du tunnel qui traverse le pli couché des gneiss d'Antigorio. D'autre part les points où l'avancement a traversé des couches d'anhydrite triasique offrent en partie une faible stabilité et se délitent; souvent

par contre l'anhydrite est restée remarquablement solide et compacte et ne montre actuellement encore aucune trace de dislocation.

En résumé les murs et le plafond d'une galerie se comportent différemment, d'abord suivant la nature de la roche qui les forme, ensuite suivant la position de cette roche, suivant la surcharge des formations susjacentes et probablement aussi suivant le caractère tectonique du point, c'est-à-dire suivant que celui-ci se trouve par exemple dans une charnière ou dans un jambage de pli. C'est l'influence de la position verticale, horizontale ou oblique des couches qui fait que la résistance d'une même roche en un point d'une galerie peut varier considérablement et qui nous oblige à établir avec M. Heim une distinction bien nette entre la résistance normale d'une roche (*Gesteinsfestigkeit*) et la résistance de cette roche dans des conditions données de position et de profondeur (*Gebirgsfestigkeit*).

Quant à la notion de la *plasticité latente* établie par M. Heim, il faut remarquer qu'aucune observation faite dans le tunnel du Simplon ne peut faire supposer une plasticité semblable, déterminant une pression hydrostatique. Les éclatements de roches et les poussées concentriques vers la galerie se sont toujours exclus réciproquement et les premiers impliquent toujours une roche dure et cassante. De plus la présence soit au Gothard soit au Simplon de cavités subsistant sous des charges de plus de 2000 m. excluent toute idée de mouvement fluidal. Il est donc certain que la *plasticité latente* ne peut exister qu'à des profondeurs beaucoup plus grandes que M. Heim ne l'a supposé. De plus la notion même de la déformation plastique des roches, telle qu'elle a été définie par M. Heim, doit être notablement modifiée en ce sens, que d'abord cette déformation a impliqué souvent un véritable broyage ou un laminage du milieu, qu'ensuite elle a été la conséquence d'agents très divers, dont les principaux sont, outre la pression orogénique, la chaleur et l'action chimique des eaux d'imprégnation.

Les mêmes données techniques avec à peu près les mêmes considérations théoriques ont été publiées dans un autre rapport par M. C. Schmidt (50).

TREMLEMENTS DE TERRE

D'après le rapport consacré aux tremblements de terre survenus en Suisse pendant l'année 1905 et rédigé par M. A. DE

QUERVAIN (44), cette année a comporté 53 secousses sensibles dans notre pays, se répartissant entre 17 séismes distincts ; ce sont :

1^o Un faible mouvement ondulatoire, le 15 mars à 4 h. 55 av. m., à Speicher (Appenzell).

2^o Un choc, le 6 avril à 6 h. av. m. à Unter Iberg (Schwytz).

3^o Un fort ébranlement, le 14 avril à 11 h. 20 ap. m. dans l'Engadine, le Val Poschiavo et le massif de l'Ortler.

4^o Un tremblement de terre particulièrement important survenu le 29 avril à 3 h. av. m. et suivi de 10 autres secousses plus faibles qui se sont échelonnées jusqu'au 6 mai. L'épicentre a été dans la vallée de Chamonix, où le mouvement a été assez fort pour lézarder les maisons, troubler les sources et même crevasser le sol sur une longueur de 800 m. ; dans le bas Valais des murs ont été encore lézardés dans diverses localités. L'ébranlement a été ressenti sur tout le territoire de la Suisse et bien loin en dehors de ses frontières. Après ce premier choc dix secousses se sont réparties comme suit : 3 le 29 avril, 2 le 30, 2 le 1^{er} mai, 1 le 3 mai, 1 le 4 et 1 le 6 ; elles n'ont été ressenties que dans le bas Valais et la région de Chamonix. Tandis que le séisme principal semble avoir pris la forme d'un choc unique dans la région épcentrale, il doit s'être dédoublé en 2 mouvements successifs à une certaine distance ; la vitesse de propagation paraît avoir été approximativement de 1 km. à la seconde.

5^o Un fort séisme local, le 3 juillet à 9 h. 47 av. m., dans le canton de Glaris, qui a atteint le chiffre VI de l'échelle Rossi-Forel.

6^o Le 13 août à 11 h. 22 av. m. une forte secousse sensible surtout sur la ligne Martigny-Argentières. L'ébranlement dans l'ère pléistoséiste a été assez fort pour lézarder quelques murs et détacher des avalanches ; l'extension du phénomène macroséismique est pourtant limitée par la ligne Grand-Saint-Bernard, Louèche, Thoune, Lucerne, Neuchâtel, le Locle, Vallée de Joux, Genève.

7^o Le 16 août à 9 h. 57 ap. m. un léger mouvement ondulatoire à Nänikon près Uster (Zurich).

8^o Le 16 septembre à 4 h. 05 av. m. un choc bien marqué dans la Basse Engadine, les vallées de Montafon, de Patznaun et Kloster et l'Arlberg.

9^o Le 24 septembre à 8 h. 59 av. m. une légère secousse à Montreux.

10^o Le 26 septembre à 4 h. 37-39 ap. m. 2 faibles chocs à Cully (Vaud).

11^o Le 10 octobre entre 9 h. 30 et 10 h. ap. m. 2 secousses peu importantes à Buchs, Grabs, Goms et Sennwald dans la vallée du Rhin.

12^o Le 24 octobre à 5 h. 16 ap. m. un faible ébranlement à Yvonand près d'Yverdon.

13^o Le 23 novembre à 9 h. 20 ap. m. un tremblement de terre peu important dans le Val Poschiavo et le Münsterthal (Grisons).

14^o Le 6 décembre à 1 h. 08 et 1 h. 29 av. m., 2 chocs successifs, dont l'épicentre était au environs de Martigny et dont le premier a été ressenti jusqu'à la ligne Château d'Ex, plateau d'Echallens, Genève.

15^o Le 10 décembre à 4 h. 50 av. m. 2 chocs très rapprochés à Coire.

16^o Le 12 décembre entre 5 h. 35 et 6 h. av. m. 3 chocs successifs ressentis à Coire et environs et accompagnés de grondements souterrains particulièrement forts.

17^o Le 25 décembre à 6 h. 05 ap. m. un séisme ressenti dans l'intérieur de la ligne Martinsbruck, Poschiavo, Lugano, Bellinzona, Olivone, Linthal, Lucerne, Zoug, Schafhouse. L'ère pléistoséiste se trouve dans la région de Coire et le Domleschg, où la forme de l'ébranlement a atteint le degré VII de l'échelle Rossi-Forel. La secousse principale a été suivie le même jour à 6 h. 30 d'un nouveau choc moins fort. Puis le 26 décembre à 1 h. 20 av. m. un nouvel ébranlement est survenu dans la même région épcentrale et s'est fait sentir jusqu'à Innsbruck, Zurich, Gœchenen. Cette dernière secousse paraît avoir été suivie par un mouvement presque ininterrompu accompagné de grondements sourds qui a duré jusqu'à 1 h. 30, puis plusieurs chocs se succédèrent pendant la même journée, tandis que les jours suivants jusqu'au 5 janvier inclusivement, à l'exception du 31 décembre, furent tous marqués par un choc plus ou moins fort ressenti spécialement à Coire.

Dans le rapport correspondant consacré aux tremblements de terre ressentis pendant l'année 1906 et rédigé aussi par A. DE QUERVAIN (45) nous trouvons énumérés 24 séismes dont le siège a été pour la plupart dans les Grisons :

1^o à 5^o Les 5 premières secousses survenues à Coire le 1^{er} janvier à 3 h. 30 av. m., le 2 janvier vers 5 h. av. m., le 3 janvier vers 5 h. av. m., le 5 janvier à 0 h. 45 av. m., et le 9 janvier à 9 h. 55 ap. m. doivent être considérées comme des répliques des tremblements énergiques qui se sont produits les 25 et 26 décembre précédents.

6° Le 10 janvier vers 12 h. 30 une légère secousse a été ressentie à la fois, à Zurich et à Düllikon près d'Olten, elle paraît être un phénomène de relais déterminé par un ébranlement, dont l'épicentre était dans les petites Karpathes.

7° Le 24 janvier à 4 h. 55 ap. m. un choc peu important à Coire et Reichenau.

8° Le 25 janvier à 10 h. 20 av. m. une secousse légère dans la même région.

9° Le 21 mars à 1 h. 57 ap. m. un séisme du degré IV à Airolo, Andermatt, Locarno.

10° Le 31 mars vers 7 h. 15 ap. m. un tremblement très léger à Winterthur.

11° Le 16 avril à 4 h. 25 ap. m. plusieurs faibles chocs rapprochés à Zurich.

12° Le 2 juin à 11 h. 25 deux chocs verticaux rapprochés à Zurich.

13° Le 23 juillet à 9 h. 50 ap. m. un tremblement accompagné de roulement souterrain à Corsier sur Vevey.

14° Le 4 octobre à 6 h. 19 av. m. une secousse du degré III-IV à Sanct-Maria dans le Münsterthal (Grisons).

15° Le 24 novembre à 2 h. 26 ap. m. un séisme, dont l'aire pléistoséiste a été à Davos avec l'intensité V-VI Rossi-Forel, et qui a été ressenti en outre dans le Prättigau, à Coire, dans le Schanfigg, à Arosa et à Thusis.

16° Le 27 novembre à 1 h. 07 av. m. une nouvelle secousse plus légère à Davos (III-IV).

17° Le 6 décembre à 10 h. ap. m. un tremblement très léger à Coire.

18°, 19°, 20° Le 7 décembre une première secousse peu forte ressentie en même temps à Zurich et Coire vers 3 h. du matin, une seconde sensible à Zurich à 4 h. 20, une troisième à Zurich à 4 h. 48, enfin une quatrième à Coire à 7 h. du soir.

21° Le 9 décembre un bruit souterrain bien marqué s'est répété à Coire à 3 h. 50 et à 4 h. 10 du matin.

22° Le 10 décembre à 10 h. 04 av. m. et à 11 h. deux mouvements successifs à Coire.

23° Le 15 décembre à 2 h. 27 du matin un choc assez fort (intensité IV) à Davos, accompagné de bruits souterrains.

24° Le 20 décembre à 10 h. 34 du soir une légère secousse à Zernetz (Basse Engadine).

Les renseignements publiés par M. de Quervain sur les tremblements de terre ressentis en Suisse pendant l'année

1905 ont été reproduits plus en résumé par MM. ALB. HEIM et J. FRÜH dans le rapport de la commission séismologique suisse (38).

M. H. SCHARDT (47) a défini les caractères particuliers d'un séisme qui a affecté le 29 mars 1907 à 1 h. 10 du matin le territoire de Neuchâtel, Corcelles, Colombier, Valangin et la Coudre, et qui a été remarquable d'une part par son aire d'ébranlement étroitement limitée, d'autre part par sa violence relativement grande correspondant au degré V de l'échelle Rossi-Forel.

Enfin il convient de citer ici une courte notice de M. V. MONTI (43) destinée à montrer les relations qui existent entre les ébranlements séismiques qui affectent la haute Italie, et ceux qui sont ressentis en Suisse, en tenant compte de l'influence du massif alpin sur la propagation des mouvements.

VOLCANISME

M. A. BRUN dont les travaux récents sur le volcanisme ont été analysés dans les Revues pour 1905-1906 a publié un résumé de ses observations et un exposé de ses conclusions (30), cherchant à démontrer que tout dans les phénomènes volcaniques se passe comme si l'émanation gazeuse était privée d'eau.

Il rappelle que ses expériences ont montré que la température de fusion des laves est aussi leur température d'explosion, à laquelle les gaz s'en dégagent avec violence. Les émanations gazeuses qu'on provoque en réchauffant des laves refroidies ne sont qu'une reprise créée artificiellement du phénomène fumerollien et l'on peut démontrer que l'ensemble de ces dégagements dérive de trois générateurs, des hydrocarbures, un siliciochlorure et un azoture, qui existent dans toutes les laves.

Aux températures les plus élevées les laves émettent du gaz carbonique, de l'hydrogène avec des traces de vapeur d'eau, de l'azote, des chlorures de sodium et de potassium et de l'acide chlorhydrique.

Si la température baisse au-dessous de 950° c'est HCl qui prédomine, accompagné d'azote, d'hydrogène, d'ammoniaque ; à 800° les vapeurs de chlorhydrate d'ammoniaque sont abondantes et les fumerolles sont nettement acides. Enfin, comme dernier stade, les dégagements de CO₂ continuent jusque vers 600°.

La formation même des gaz dans la lave représente une force explosive formidable, qui suffit pour expliquer à elle seule l'ascension des laves et tous les phénomènes explosifs du volcan.

La notion d'une eau volcanique ne repose en réalité sur aucune observation précise; si de la vapeur d'eau se mêle parfois, du reste toujours en petite quantité, aux dégagements purement volcaniques, elle provient de la combustion à l'air libre de l'hydrogène ou de l'ammoniaque. D'autre part il peut évidemment arriver que des eaux telluriques soient plus ou moins brusquement volatilisées, mais il ne peut s'agir dans ce cas que d'un phénomène accidentel et superficiel qui n'a rien à voir dans l'essence du volcanisme. La meilleure preuve que l'eau ne joue dans les phénomènes éruptifs aucun rôle fondamental, c'est qu'on n'observe sur les produits rejetés par les volcans aucun symptôme d'oxydation; les volcans sont au contraire des réducteurs.

Les observations de M. Brun n'ont pas été acceptées sans soulever diverses objections. Parmi celles-ci il convient de citer celles que vient de publier M. A. GAUTIER (36), qui maintient que l'eau sort notoirement des cratères pendant les éruptions, quelquefois en quantité si grande qu'elle se condense en pluies abondantes.

L'auteur fait intervenir d'autre part l'eau dans la naissance des hydrocarbures; enfin il fait remarquer que si les chlorures restent anhydres contre les parois du cratère, cela s'explique non par l'absence de vapeur d'eau, mais par la présence d'acide chlorhydrique.

MAGNÉTISME TERRESTRE

M. P.-L. MERCANTON (42), partant des observations de M. Folghereiter, qui ont établi que les argiles ferrifères présentent après cuisson dans un champ magnétique une aimantation déterminée par l'orientation de ce champ et que cette aimantation subsiste, aussi longtemps qu'elle n'est pas détruite par une nouvelle cuisson ou l'influence d'un champ magnétique nouveau et suffisamment puissant, a montré le parti qu'on peut tirer de cette constatation au point de vue des variations de l'inclinaison et de la déclinaison magnétiques.

L'auteur rend compte de quelques observations qu'il a faites soit sur des poteries néolithiques de Suisse, soit sur des vases du premier âge du fer provenant de diverses régions d'Allemagne.

Les résultats obtenus par ces recherches ne concordent pas avec ceux qu'a donnés à M. Folghereiter l'étude des vases étrusques pourtant à peu près contemporains, et ce fait semble indiquer que l'argile de ces poteries allemandes ne possédait pas une aimantation de cuisson stable.

M. Mercanton rend compte des observations faites par MM. Brunhes et David sur l'aimantation des briques naturelles et des laves du Puy de Dôme et fait ressortir l'intérêt très grand qui s'y rattache soit par les variations considérables dans la position des pôles magnétiques de la terre qu'elles révèlent, soit par les déductions d'ordre géophysique général qu'elles permettent. Il termine en insistant sur l'utilité qu'il y aurait à poursuivre sur une grande échelle l'étude de l'aimantation par cuisson des argiles produite aux différentes époques et dans des conditions diverses.

III^e PARTIE.— TECTONIQUE. DESCRIPTION RÉGIONALES

GÉNÉRALITÉS

La Société géologique d'Allemagne ayant décidé de consacrer ses excursions de 1907 à la Suisse, s'est choisi comme guide M. C. SCHMIDT. Celui-ci a été amené ainsi à composer, à l'usage de nos confrères d'Allemagne, une brochure donnant une orientation générale sur diverses régions de notre pays (91).

L'auteur commence par donner quelques renseignements sur le territoire environnant Bâle (Dinkelberg, Tüllingerberg, vallée du Rhin, Neuwelt, etc....). Il expose ensuite plusieurs profils à travers le Jura tabulaire de l'Aar à la Birse, puis passe aux chaînes jurassiennes, en tenant compte plus particulièrement des environs de Liesberg et de Moutier, ainsi que du Weissenstein.

L'étude des Alpes commence avec celle de la région du lac des Quatre Cantons, et la description des plis de l'Axenberg, du Frohnalpstock-Bauenstock, de la Rigihochfluh. Les renseignements tectoniques sont complétés par un tableau stratigraphique des terrains secondaires dans la série autochtone, dans les 3 zones de l'Axenberg, du Frohnalpstock et de la Rigihochfluh, et dans les Klippes.

La superposition des Klippes de Giswyl sur la nappe helvétique supérieure, puis les relations de celle-ci avec les Alpes