

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 2 (1890-1892)
Heft: 5

Artikel: Compte rendu de la dixième réunion annuelle à Fribourg
Autor: Renevier, E. / Gollier, H. / Grubenmann, U:
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153906>

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: 22.02.2026

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

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE SUISSE

COMPTE RENDU

DE LA

DIXIÈME RÉUNION ANNUELLE

A FRIBOURG

A

RAPPORT ANNUEL DU COMITÉ

à l'assemblée générale du 20 août 1891.

Messieurs et chers confrères,

Selon l'usage antérieur votre Comité a eu deux séances à Berne, en automne (18 octobre 1890) et au printemps (23 mars 1891). Il s'est réuni en outre à Fribourg, la veille de l'Assemblée générale, pour l'adoption du présent rapport.

Personnel. — Nous avons eu la douleur de perdre cette année un de nos jeunes membres, plein d'avenir, le Dr GUSTAVE MAILLARD, conservateur du Musée d'Annecy, mort en cette ville le 14 juin dernier. Ce décès est d'autant plus sensible que les paléontologistes sont peu nombreux parmi nous, et que G. Maillard, quoique jeune, s'était déjà distingué dans cette direction. La liste de ses travaux sera donnée ailleurs ; nous rappelons seulement son étude consciencieuse du Purbeck de notre Jura. Il avait entrepris en dernier lieu une monographie bien utile, celle des *Mol-*

lusques terrestres et fluviales tertiaires de la Suisse, qui malheureusement restera inachevée. La première partie de ce travail, à laquelle il a pu mettre la dernière main avant sa mort, paraîtra cet hiver dans les *Mémoires de la Société paléontologique suisse*. Il avait travaillé aussi avec talent et ardeur à la carte géologique détaillée de la France (feuille d'Annecy). Aimé et estimé de tous ceux qui le connaissaient, G. Maillard laissera parmi nous un grand vide.

Nous devons en outre enregistrer dix démissions, celles de MM. H. DE BLONAY, Ch. PARIS, TWIETMEYER, FORDHAM, HUNDHAUSEN, ENDRIS, HAEUSLER, FAYOD, H. MAYER et MALLARD, les cinq dernières tacites, en conformité à l'article 6 des statuts.

En revanche M. RÉVIL, de Chambéry, annoncé l'an passé comme démissionnaire tacite, tient au contraire à demeurer des nôtres, et a régularisé sa position.

Ces départs sont heureusement compensés par les adhésions nouvelles, au nombre de onze, savoir :

MM. VAN WERVECKE, Dr Léopold, Landesgeolog, Strassbourg.

ROMBERG, Julius, à Berlin.

LEPSIUS, Dr Richard, prof., Darmstadt.

HEDINGER, Dr Aug., Medical Rath, Stuttgart.

BRÜCKNER, Dr Ed., prof., Univ., Berne.

BURCKHARDT, Carl, Bâle.

BECKER, H., Bâle.

FUCHS, Dr Theod., Hofmuseum, Vienne.

DE GIRARD, Raymond, Fribourg.

TARNUZZER, Dr Christian, Coire.

STUTZ-FINSLER, Dr Ulrich, Zurich.

Un nouveau catalogue des sociétaires (avec leurs adresses) sera imprimé cet automne.

Comptabilité. — Nos comptes bouclent cette année par un assez fort excédent de recettes. Mais c'est plus apparence que réalité, cela provient surtout de ce que nous n'avons pas pu avoir à temps, pour les régler, plusieurs notes d'impression relatives aux *Eclogæ*.

Recettes.

3 cotisations arriérées	Fr.	15 —
120 » 1890-1891	»	600 —
6 » anticipées	»	30 —
1 » à vie	»	100 —
14 finances d'entrée	»	70 —
Vente de photographies	»	6 50
Vente de numéros antérieurs des <i>Eclogæ</i> .	»	48 —
Bonification d'intérêts	»	29 70
<hr/>		
Recettes de l'exercice 1890-1891 . .	Fr.	899 20
Reliquat au 30 juin 1890	»	290 03
<hr/>		
Total disponible	Fr.	1189 23
<hr/>		

Dépenses.

<i>Eclogæ geologicæ Helvetiæ</i>	Fr.	158 10
Ports et frais de Bureau	»	30 35
Frais de route du Comité	»	115 60
Subvention à la Bibliographie suisse . . .	»	50 —
<hr/>		
Dépenses effectives	Fr.	354 05
Capitalisation d'une cotisation à vie .	»	100 —
Excédent de recettes	»	735 18
<hr/>		
Total égal	Fr.	1189 23
<hr/>		

Comme vous le voyez, Messieurs, nos dépenses sont restées bien au-dessous des prévisions du budget voté par vous l'an passé, lequel les estimait à 870 fr. ; mais nous avons à faire face à d'importantes notes arriérées.

Estimant que les recettes de l'exercice commencé seront au moins équivalentes à celles du précédent, le comité vous propose le budget suivant pour les dépenses de 1891-1892.

<i>Eclogæ geologicæ</i>	Fr. 500 —
Collection de photographies	» 100 —
Frais de courses du Comité	» 120 —
Frais de bureau, ports, perceptions	» 50 —
Subventions éventuelles	» 150 —
Frais imprévus	» 80 —
<hr/>	
Total prévu	Fr. 1000 —
<hr/>	

Publications. — Vous avez reçu cette année les quatre premiers fascicules du vol. II des *Eclogæ* contenant 454 pages, 12 planches et 10 clichés dans le texte.

Savoir en octobre 1890 le N° 1.

» décembre » » 2.

» mai 1891 » 3.

» juin » » 4.

Outre le compte rendu de la réunion de Davos, la Revue géologique suisse pour 1890, et le Programme de notre excursion annuelle, ces numéros contiennent, ainsi que vous l'aurez remarqué, plusieurs travaux originaux. Nous le devons à la bienveillance : de la direction des Archives de Genève, de la Société vaudoise des sciences naturelles, et de celle de Bâle, qui ont bien voulu nous autoriser à faire ces tirages à part.

Il n'est pas dit que nous rencontrions toujours de pareilles facilités, et nous devons nous attendre par la suite à supporter les frais de composition d'une partie au moins des mémoires que nous aurons à publier.

Dons et échanges. — Notre archiviste, M. de Fellenberg, nous remet la liste suivante des ouvrages reçus cette année.

A. Ouvrages offerts.

(Dons des auteurs, sauf indication contraire.)

1. HERMITE. Edmond Hébert. Discours du président de l'Académie des sciences, à Paris, 1891. (Du laboratoire de la Sorbonne à Paris.)
2. Dr CH. TARNUZZER. Der geologische Bau des Rhätikongebirges. (Sep. Abd. a. d. XXXV Jahresbericht d. Naturf. Gesell. v. Graubündten.) Chur, 1891.
3. Dr L. SZAJNOCHA. Ueber einige carbone Pflanzenreste aus der Argentinischen Republik. (Sep. Abd. a. d. Sitzungsber. d. k. k. Acad. d. Wissensch.) Wien, 1891.
4. G. CAPELLINI. Sul cocodrillo gaviato. (Extr. d. Annali della Reale Acad. dei Lincei.) Rom, 1890.
5. P. CHOFFAT. Le Tertiaire du Fort de Plasne. — 1 broch. in-8°. Lons-le-Saulnier, 1890.
6. G. TRABUCCO. Sulla vera posizione del calcare di Acqui. Firenze, 1891.
7. E. WEISS u. M. SCHRÖTER. Erläuterungen der geologischen Karte v. Sachsen. Unter der Direction v. H. Credner. Section Oelsnitz-Bergen.
8. J. MARCOU. Explication d'une seconde édition de la carte de la Terre. (Don de M. Edm. de Fellenberg.)
9. C. v. FISCHER-OOSTER. Die fossilen Fucoïden der Schweizer-Alpen. Bern, 1858. (Don de M. Edm. de Fellenberg.)
10. C. v. FISCHER-OOSTER. Verschiedene Separatabdrücke aus den « Mittheilungen der bernischen Naturf. Gesellsch. » meist geologische u. paläontologische Notizen. 1846-1871. (Don de M. Edm. de Fellenberg.)

11. Dr EDM. V. FELLEBERG. Ueber ein neues Nephritoïd aus dem Bergell. (Sep. Abd. a. d. Mitth. Bern. Naturf. Geselsch.) 1891.
12. — Der Flussspath v. Oltchen-Alp u. dessen technische Verwendung. (Sep. Abd. a. d. Mitth. d. bern. Naturf. Geselsch. 2. Auflage.) Bern, 1891.

B. Cartes, photographies, etc.

1. FAYOL. Carte géologique de Commentry. (Bull. de l'industrie minière. 1886.)
2. *Geological Map of Japan*. Tokyo, 1890-1891.
 - a. Feuille Azuke, par S. Miura. Zone 9. Col. X.
 - b. » Toyama, par S. Oetsuka. Zone 12. Col. X.
 - c. » Nagoya, par S. Miura. Zone 9. Col. IX.
 (Du Geological Survey of Japan.)
3. *Reconnaissance Map*. Geology Division. According to the Original Surveys. Compiled by Dr Toyoki'tsi Harada. Scale 1 : 400 000. 6 feuilles. (Du Geol. Survey of Japan.)

C. Périodiques, etc., reçus en échange.

1. *Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie*. T. IV, fasc. 1 et 2; t. V, fasc. 1, 1891.
2. *Société géologique de Belgique*. Annales. T. XVII, 2^e, 3^e et 4^e liv.; t. XVIII, 1^{re} liv. 1890, 1891.
3. *Mittelrheinischer geologischer Verein*. Mittheilungen, herausg. v. Lepsius. IV^{te} Folge. 9. 10. 11. Heft. 1889, 1890, 1891.
4. *United States Geological Survey*.
 - a. Ninth annual Report. Washington 1887-1888, by J. W. Powell. Washington, 1889. — 1 vol. gr. in-8°.
 - b. *Bulletin*. Nos 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64 a. 66. Washington, 1890.
 - c. DAVIS T. DAY. Mineral resources of the United States in the year 1888.
 - d. GROVE K. GILBERT. The lake Bonneville. Washington, 1890.
5. *Smithsonian Institution*. Miscellaneous collections. List of Publications. Washington, 1890.
6. *American geologist*. Minneapolis, 1890-1891. Vol. VII, Nos 1-6, (incl.). Vol. VIII, Nos 1-4.
7. *British Museum of Natural History*.
 - a. Catalogue of fossil Cephalopoda. Part VI, by H. Foord. F. R. S. London, 1891.

- b.* Catalogue of fossil Fishes. Part II, by A. Smith Woodward. F. R. S. London, 1891.
- c.* Catalogue of fossil Birds, by R. Lydekker. London, 1891.
- d.* A Guide to the Exhibition Galleries of the Department of Geology and Palæontology. Part I: Fossil Mammals and Birds. London, 1890.
- e.* A Guide to the Exhibition Galleries of the Department of Geology and Palæontology. Part II: Fossil Reptiles, Fishes and Invertebrates. London, 1890.
- f.* A Guide to the Collection of fossil Fishes in the Department of Geology and Palæontology. London, 1888.
- g.* Systematic List of British oligocene and eocene Mollusca, by R. Bullen Newton. London, 1891.
- 8. *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève. Compte rendu des travaux de la Soc. Helv. sc. nat., à Davos. Genève, 1890.*
- 9. *Schweizer. Naturf. Gesellschaft. — 73. Jahres-Versammlung in Davos, 1891.*
- 10. *Thurgauische Naturf. Gesellschaft. — Mittheilungen, 9^{tes} Heft. Frauenfeld, 1890.*

Nous répétons la recommandation à nos correspondants et bienveillants donateurs, d'adresser leurs envois comme suit :

M. le Dr EDM. DE FELLEBERG,
au Museum d'histoire naturelle, Berne.

Bibliographie géologique suisse. — Le Comité central de la *Landeskunde* nous ayant demandé de l'aider dans son entreprise en nous chargeant de la partie géologique, le Comité, après avoir longtemps discuté les voies et moyens, est arrivé à la conviction que pour avoir un travail complet et utile, il fallait le confier à une seule personne, convenablement rétribuée. Nos ressources ne nous permettant pas de l'entreprendre sous cette forme, nous nous sommes adressés à la *Commission géologique fédérale*, et l'avons engagée à faire exécuter ce travail et à

en faire l'objet d'une des livraisons des *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*. La Commission fédérale est entrée dans nos vues, et nous pouvons espérer de voir paraître en temps voulu un volume in-4° contenant une bibliographie géologique complète de notre pays. Le Comité de la Landeskunde pourra en extraire ce qu'il jugera à propos pour le but plus général qu'il poursuit.

Congrès géologique international. — Le cinquième Congrès international, qui devait se tenir cet été en Amérique, a été définitivement convoqué à *Washington* pour le 26 août, ainsi que nous en avons été avisés par circulaire. Le Conseil fédéral ayant reçu de son côté, par l'intermédiaire de la Légation suisse à Washington, une invitation à y faire représenter la Suisse, engagea votre Comité à désigner un délégué, auquel il accorderait un subside pour ce voyage. Deux candidats se trouvaient en présence : M. C. SCHMIDT, professeur à l'Université de Bâle, et M. H. GOLLIEZ, professeur à l'Université de Lausanne. Tenant compte des circonstances d'ancienneté, le Comité à l'unanimité désigna le Dr C. Schmidt. Mais à la suite de démarches, parties d'ailleurs, le Conseil fédéral se décida à envoyer deux délégués à Washington, et par missive du 27 avril, il nous avisait qu'il avait désigné MM. les professeurs Schmidt et Golliez, pour représenter la Suisse au Congrès de Washington. Ce qui rehausse considérablement l'intérêt de ce Congrès, c'est le beau voyage dans l'intérieur des Etats-Unis, et jusqu'au centre des Montagnes-Rocheuses qui aura lieu, par train spécial, du 2 au 26 septembre, et dans lequel les géologues américains les plus compétents feront voir aux congressistes ce qu'il y a de plus intéressant dans leur pays. C'est là évidemment le

clou de la réunion, et sa partie la plus utile et la plus instructive ; aussi pour permettre à nos deux délégués de prendre part à ce grand voyage le Conseil fédéral a porté sa subvention à la somme totale de 7000 fr., sans préjudice des subsides cantonaux que chacun des délégués pourrait recevoir. A leur retour nos délégués auront à présenter un rapport au Conseil fédéral sur l'accomplissement de leur mission.

Carte géologique d'Europe. — A l'approche du Congrès, le Directorium de la Carte s'est réveillé et a convoqué la Commission internationale, pour le 3 août, à SALZBOURG (Autriche). Votre président, qui est membre et secrétaire de cette commission, ne se souciait guère d'y aller, vu la distance, les frais et la perte de temps, mais le Comité a estimé qu'il devait s'y rendre, afin de pousser à l'achèvement des premières feuilles, depuis si longtemps attendues. Pour l'y décider, il lui a alloué une somme de 100 fr. à compte de ses frais de voyage.

Voici le procès-verbal de cette séance :

Commission internationale de la carte géologique d'Europe

Séance tenue à Salzbourg, le 3 août à 10 heures.

Présidence de M. BEYRICH.

Présents : MM. BEYRICH et HAUCHECORNE, de Berlin.

MOJSISOWICS, de Vienne.

GIORDANO, de Rome.

RENEVIER, de Lausanne.

Et en outre avec voix consultative

M. CAPELLINI, de Bologne, président de la
Commission internationale de nomenclature.

M. HAUCHECORNE expose les nombreux essais qui ont été faits pour représenter, sur les feuilles d'Angleterre, Scandinavie et Russie, en même temps, le sous-sol stratigraphique et les terrains superficiels. Il présente une feuille prussienne sur laquelle il a pu effectuer cette double représentation.

Sur sa proposition la Commission adopte en principe, pour les vastes régions où tout est recouvert de terrains superficiels de transport, de représenter le sous-sol par des hachures espacées, de la couleur du terrain voulu, sur le fond jaunâtre du Plistocène, et par les dites hachures, encore plus espacées, sur le fond blanc de l'alluvion. Autant que possible ces hachures seront dirigées horizontalement ou verticalement, pour les distinguer des hachures obliques beaucoup plus fines, appliquées aux subdivisions des terrains.

La feuille C.IV (N. Allemagne, etc.) est complète à l'exception de la Scanie, qui doit être exécutée d'après ce procédé. Aussitôt qu'elle aura été ainsi complétée, on en commencera le tirage définitif. M. HAUCHECORNE espère pouvoir la faire paraître dans le courant de l'hiver. Trois autres feuilles C.V (Suisse, etc.), B.III et B.IV (Iles britanniques et N. France) sont presque prêtes pour la gravure, et pourront paraître l'année suivante.

La Commission décide de se réunir dorénavant chaque été dans quelque localité un peu centrale. Elle fixe d'ores et déjà *Lausanne* pour son point de réunion en août ou septembre 1892. M. Hauchecorne s'engage à y présenter les épreuves des trois feuilles C.V, B.III et B.IV.

M. DAUBRÉE s'étant retiré de la Commission, celle-ci se complète, sur la proposition de M. RENEVIER, en appelant M. MICHEL-LEVY à y représenter la France.

Le secrétaire, E. RENEVIER, professeur.

Excursions géologiques annuelles. — En connexion avec notre réunion de Fribourg, le Comité a pensé que le champ d'excursion le plus naturel et le plus intéressant serait les Préalpes fribourgeoises et vaudoises. En conséquence il a prié M. le Dr H. SCHARDT, qui mieux que personne connaît cette région, d'élaborer un programme d'excursion. Vous avez reçu ce programme dans le N° 4 du second volume des *Eclogæ*, et nous espérons bien que le temps, si variable cette année, ne mettra pas obstacle à sa réalisation. Nous invitons ceux qui veulent participer à l'excursion des Préalpes, et qui ne sont pas inscrits, à s'annoncer sans tarder au bureau. Nous tenons à leur disposition des exemplaires à part du programme, avec les quatre planches de profils, et pour ceux qui le désirent, au prix de 1 fr., quelques exemplaires de la petite carte géologique du Pays-d'Enhaut, aimablement offerts par M. Schardt, et que le Comité a fait coller sur toile.

A ceux qui auraient le désir et le temps d'aller voir les remarquables renversements alpins reconnus en Provence par notre confrère M. MARCEL BERTRAND, nous signalons aussi les excursions annuelles de la Société géologique de France, qui commenceront le 26 septembre à Marseille, et dureront une douzaine de jours. Nous sommes assurés que les membres de la Société géologique suisse y recevront un accueil très cordial.

Faits géologiques. — Les principaux squelettes de la collection des Pampas, acquise par souscription, sont maintenant montés et exposés dans une des salles du Polytechnikum à Zurich, où les amateurs peuvent les visiter.

Nous avons annoncé sur la couverture du dernier numéro des *Eclogæ*, le volume de la *Société paléontologique*

suisse paru cet hiver, et contenant cinq mémoires de MM. HÆUSLER, RUTIMEYER, FRÜH, HAAS et DE LORIOI. Nous le recommandons à l'attention des paléontologistes.

Notre collection de photographies s'est accrue d'un certain nombre d'épreuves, entre autres de celles données par M. de Fellenberg, représentant les tranchées mises à nu, par divers travaux, à Berne.

Administration. — Vu la lacune accidentelle de l'an passé, vous aurez cette année à vous prononcer sur l'acceptation de la comptabilité de deux exercices, puis sur le budget de dépenses que nous vous avons proposé.

Ensuite nous déposerons notre mandat trisannuel et vous aurez à élire un nouveau comité, pour trois ans, ainsi que deux contrôleurs pour l'exercice courant. Enfin vous voudrez bien, selon l'usage, choisir un bureau spécial pour notre séance scientifique.

Pour le Comité : *Le Président*, E. RENEVIER, prof.

B

Rapport sur le contrôle des comptes de la Société ; pour deux exercices : 30 juin 1889 à 30 juin 1891.

Appelé comme contrôleur des comptes à vérifier les deux derniers exercices écoulés, j'ai contrôlé le livre de caisse pour l'année 1889-1890 et pour l'année 1890-1891 ; toutefois je n'ai pointé les dépenses, d'après les factures acquittées, que pour l'année 1890-1891.

J'ai trouvé les comptes parfaitement en ordre et je constate avec plaisir l'état prospère de notre Société. Notre capital social est de 600 fr. et le capital de roulement est de 735 fr. 18. Il est plus que probable que cette dernière somme n'est pas nécessaire dans son ensemble au Comité pour la marche de la Société, aussi pourrait-on sans crainte capitaliser à nouveau 500 fr.

Je propose donc à l'assemblée : 1° d'approuver les comptes qui nous sont présentés ; 2° de demander au Comité la capitalisation des 500 fr. cités plus haut ; 3° de voter au Comité des remerciements pour sa bonne gestion de nos affaires, et de lui donner décharge de ces deux exercices derniers.

Le contrôleur, H. GOLLIEZ.

Die Rechnung für das Vereinsjahr 1889-1890 wurde meinerseits Anfang August letzten Jahres nach Anlage und Belegen sorgfältig geprüft und in allen Theilen richtig gefunden. Meine Anträge gingen dahin, die Rechnung zu genehmigen und dem Quästor seine Arbeit bestens zu verdanken.

Mit obigen Urtheilen und Anträgen vollkommen einverstanden.

Frauenfeld, 9. August 1891.

Der Controleur, Dr U. GRUBENMANN.

C

PROCÈS-VERBAL

de la X^e Assemblée générale de la Société géologique suisse,
au Lycée de Fribourg,
le 20 août 1891, à 8 heures du matin.

Présidence de M. le professeur E. RENEVIER, président.

Sont présents environ 15 membres.

1. Le procès-verbal de l'assemblée précédente étant déjà imprimé dans le N^o 2, t. II des *Eclogæ*, et se trouvant entre les mains de tous les membres, ne sera pas lu. Il est considéré comme adopté.

2. Le président lit le *Rapport du Comité* sur la marche de la Société dans le courant de l'année écoulée.

3. Le *Rapport des vérificateurs* des comptes portant sur les deux années 1889-1890 et 1890-1891 est lu et adopté.

Il est décidé toutefois que l'excédent de recettes, dont la commission de vérification avait proposé de capitaliser 500 fr., restera dans le fonds de roulement à la disposition du caissier, étant donné que cet excédent n'est qu'apparent, plusieurs comptes n'étant pas encore payés.

4. Le projet de *Budget* pour 1891-1892 présenté par le Comité est approuvé. Dépenses prévues : 1000 fr.

5. *Renouvellement du Comité.* Il est procédé à cette opération au scrutin secret.

L'ancien Comité est réélu en entier pour trois ans ; savoir, par ordre alphabétique :

MM. EDM. DE FELLEBERG, à Berne.

Prof. ALB. HEIM, à Zurich.

D^r AUG. JACCARD, au Locle.

Prof. F. MÜHLBERG, à Aarau.

Prof. E. RENEVIER, à Lausanne.

L. ROLLIER, à Bienne.

D^r CARL SCHMIDT, à Bâle.

6. *Vérificateurs des comptes* pour 1891-1892. Sont désignés : MM. H. GOLLIEZ, professeur à Lausanne (pour une année), et HANS FREI, à Berne, à nouveau (pour deux ans).

7. *Les Excursions géologiques* dans les Préalpes de la Gruyère et du Pays-d'Enhaut promettent d'être assez fréquentées. La liste des participants renferme les noms d'une quinzaine de personnes.

8. La *Présidence* de la séance scientifique est offerte par acclamation à M. le conseiller aulique C. BRUNNER-DE WATTENWYL. Sont désignés comme *secrétaires* MM. H. SCHARDT et L. DUPARC.

Le secrétaire, D^r H. SCHARDT.

COMMUNICATION

Le *Congrès géologique international*, siégeant le 1^{er} septembre 1891 à WASHINGTON a décidé de prier la Suisse de se charger du prochain Congrès, pour l'année 1894. Il a nommé pour cela un Comité d'initiative composé de MM. RENEVIER, HEIM, BALTZER, LANG, GOLLIEZ et SCHMIDT.

Ce Comité s'est réuni à Berne le 23 novembre 1891, avec le Comité de la Société géologique suisse. D'un commun accord il a été décidé d'accepter cette mission, honorable, mais un peu lourde, pour un petit pays comme le nôtre.

La ville de **Zurich** a été désignée comme lieu de réunion du Congrès de 1894.

On a constitué un *Comité d'organisation* de 25 membres représentant les diverses parties de la Suisse. La liste en sera communiquée plus tard, après leur acceptation.

Le bureau du dit Comité d'organisation a été composé comme suit :

Président : E. RENEVIER, prof., Université de Lausanne.

Vice-présid. : ALB. HEIM, prof., Polytechnicum de Zurich.

Secrétaire : H. GOLLIEZ, prof. Université de Lausanne.

D

DIE KLIPPEN UND EXOTISCHEN BLÖCKE

IM FLYSCH DER SCHWEIZER ALPEN

*Gutachten über eine von Herrn Dr HANS SCHARDT verfasste
Preisschrift, vorgelegt der Commission der Schläfli-Preis-
Stiftung der schweiz. naturforsch. Gesellschaft von Prof.
Dr C. SCHMIDT.*

Dem Unterzeichneten wurde die ehrende Aufgabe zu Theil ein Gutachten auszuarbeiten, über eine Arbeit, welche, mit dem Motto : *Errare humanum est* versehen, als eine Beantwortung der auf den 1. Juni 1891 ausgeschriebenen Preisfrage eingereicht wurde.

Die Aufgabe war folgendermassen gestellt :

« Die exotischen Gesteinsblöcke im Flysch der Alpen sind
« einer allseitigen Untersuchung, besonders im Hinblick auf
« ihre Herkunft und Wanderung zu unterziehen. »

Die vorliegende Arbeit trägt den Titel : *Versuch einer
Bahnbrechung zur Lösung der Flyschfrage und zur Ent-
deckung der Herkunft der exotischen Blöcke im Flysch.*

Sie umfasst 116 Quartseiten. — Im Vorwort begründet und erklärt der Verfasser in vollkommen zutreffender Weise seine Anschauung, welche ihn dahin geführt hat, in erster

Linie nicht die exotischen Gesteinsblöcke, welche im Flysch eingeschlossen sind zu untersuchen, sondern vor Allem die Flyschbildungen am Nordrand der Schweizeralpen mit ihrem Conglomeraten und Breccien als Ganzes zu behandeln und zugleich den Versuch zu machen, die tektonische Entwicklung des Nordrandes der Schweizeralpen klar zu legen. Nur durch ein solches Vorgehen kann die Basis gewonnen werden für die Beurtheilung der Frage, in wie weit eine exacte Bestimmung der Herkunft und der Art der Wanderung der *exotischen* Blöcke möglich ist.

Die Arbeit ist in die acht folgenden Kapitel eingetheilt :

- Kp. I. Eocaene Nagelflue;
- Kp. II. Kalkbreccien des Flysches;
- Kp. III. Krystalline Gesteine im Flysch (Allgemeines);
- Kp. IV. Granitbreccien des Niesengebietes;
- Kp. V. Flyschzone vom Gurnigel bis zu den Voirons;
- Kp. VI. Gebiet zwischen Arve und Rhein;
- Kp. VII. Die Ueberschiebung der Hochalpenfacies;
- Kp. VIII. Anschliessende Bemerkungen.

Die einzelnen Kapitel sind an Inhalt und Ausdehnung sehr ungleich eine präcisere Eintheilung des Stoffes wäre wünschbar.

Kap. I. — Conglomerate, bestehend aus abgerundeten Gesteinstrümmern, welche mit den in benachbarten Gebirgen auftretenden Felsarten übereinstimmen (Mocausa-Nagelflue. Studer), sind den untern Horizonten des Flysches eingelagert, Diese eigentlichen Nagelflueen besitzen keine grosse Verbreitung, sie finden sich hauptsächlich auf beiden Seiten der Gastlosenkette und sind erst nachträglich durch die Anticlinale der Gastlosenkette in zwei gesonderte Züge getrennt worden. Diese Nagelflueen werden als normale Deltabildungen gedeutet, ihr Vorkommen weist darauf hin, dass aus dem Flyschmeere einzelne Theile der Juragewölbe hervorgeragt haben.

Kap. II. — Beiderseits der Rhone sind in den Flyschgebieten *Kalkbreccien* weit verbreitet. Der Typus derselben ist

das von Studer untersuchte Hornfluhgestein. Ueber das Alter dieser Breccien sind die Ansichten getheilt. auf Blatt XII der geologischen Carte der Schweiz sind sie mit der Farbe des Flysches, auf Blatt XVII mit derjenigen des Jura bezeichnet. Die Verbreitung dieses Gebildes zwischen Rhone und Thunersee wird eingehend beschrieben. Die Hornfluhbreccie ist überall als Ganzes von dem sie umgebenden Flysch scharf getrennt, doch treten gelegentlich innerhalb derselben Fucoiden-führende Schiefer auf. Das Hornfluhgestein besteht aus scharfkantigen Trümmern, in welchen wir leicht die Gesteine der umliegenden Kalkgebirge erkennen. Die Entstehung dieser Breccien erklärt der Verfasser durch die Annahme, dass an Stelle der heutigen Kalkketten sehr flache Inseln aus dem Flyschmeere hervorragten (Gummluh, Rubli) oder Untiefen in demselben vorhanden waren (Niederhorn, Thurnen); ferner fanden zu Ende der Flyschzeit Dislocationen statt, infolge deren die compacten aber wenig belasteten Gesteinsschichten in loco zertrümmert wurden. Die Trümmer wurden entweder an Ort und Stelle wieder verkittet oder durch bewegtes Wasser durcheinander gemengt. Der Verfasser unterscheidet demnach: 1) Geschichtete Breccien gemengter Zusammensetzung, die als *eocaen* bezeichnet werden müssen; 2) An Ort und Stelle zertrümmerte Jura- und Triassschichten, welche dann auch den betreffenden Stufen zuzuweisen sind. — Auf diese Weise werden wir scheinbar einheitliche Gesteinsmassen finden, welche in der Tiefe als Jura an der Oberfläche als Eocaen zu betrachten sind, die Grenze zwischen beiden wird oft schwer zu finden sein. — Die sogenannte « Chablaisbreccie » zwischen Reuss und Arve wird als eine der Hornfluhbreccie durchaus analoge Bildung beschrieben und gedeutet.

Kap. III. — Die im Flysch vorhandenen Trümmer krystalliner Felsarten sind theils als einzelne Blöcke, theils als Breccien, theils als Sandsteine vorhanden. Von den Voirons weg bis nach Grabs im Rheinthale finden sich dieselben in ganz bestimmten Flyschzonen (Flysch ohne Taveyannazsandstein, ohne Nummulitenkalke, reich an Fucoiden), treten aber

nur stellenweis auf. — Die gelegentlich geäußerte Ansicht, dass diese Einlagerungen, durch die Annahme eocaener Gletscher erklärt werden könnten, wird widerlegt.

Kap. IV. — Zu den Granitbreccien des *Niesengebietes* gehören vor Allem diejenigen der Chaussykette im Norden des Thales von Ormonts. Nach eingehender Beschreibung des geologischen Baues der ganzen Gebirgskette und Schilderung der Lagerungsverhältnisse der Granitbreccien, unter welchen diejenige von Aigremont die bekannteste ist, versucht der Verfasser eine Deutung der rätselhaften Lagerungsverhältnisse zu geben. Die ganze Masse des Chaussy wird durch eine eingelagerte Platte von Jura in zwei Hälften getheilt. Die untere Flyschmasse, welche Voralpenfacies zeigt, enthält die Granitbreccie, über dieselbe wurden die Juraschichten mit dem daraufliegenden Hochalpenflysch hinüber geschoben. Die von SO. nach NW. gerichtete Ueberschiebung beträgt mindestens 5 km. Gegen Süden setzt sich das überschobene Gebirgsstück fort und geht in die Falten der Diablerets und Wildstrubelkette über. Unter diesen Sedimentmassen in der Tiefe muss das krystalline Gebirge liegen, aus welchem die Granitblöcke von Aigremont stammen. — Der Verfasser glaubt annehmen zu müssen, dass überall die das Centralmassiv einst überdeckende Sedimentmasse in Folge energischerer Faltung des erstern immer mehr nach Nordosten gedrängt worden sei, um schlienlich auf die breite Flyschmulde der Voralpen herabzustürzen und so die einst vorhandenen Berührungspunkte zwischen Flysch und krystallinen Schieferen vollständig zu verdecken.

Die Granite von Aigremont zeigen gewisse Aehnlichkeit mit dem Gasterengranit. — Es ergibt sich das Resultat, dass die krystallinen Gesteine des Niesen von einer nach Nordwesten sich erstreckenden Fortsetzung des Aarmassiv's herstammen, deren Nordwestrand zur Eocaenzeit einen Steilabsturz bildete, an welchem das Flyschmeer brandete. Die den krystallinen Gesteinen überall beigemengten Sedimentgesteine stammen theils von der Decke des Centralmassivs theils aus den Klip-

pen der Voralpen, welche aus dem Flyschmeere hervorragten. Der Schauplatz der damaligen Vorgänge ist heute verdeckt durch die nach Norden vorgeschobenen alpinen Ketten.

Kap. V. — Nachdem kurz über das Auftreten krystalliner Gesteine in der Flyschzone vom *Gurnigel bis zu den Voirons* referriert worden ist, bespricht der Verfasser eingehend die *Ueberschiebung der Voralpen* zwischen Arve und Rhein. Es zeigt sich, dass auf einer 120 km. langen Strecke der Flysch mit den südöstlich angrenzenden voralpinen Kalkketten immer in anomalem Contact steht, indem triadische Rauchwacke, Rhät, Lias und die höhern Schichten des Jura demselben aufgelagert erscheinen. In den Querthälern des Thunersees, des obern Genfersee's und der Arve bei Bonneville kann man die Ueberschiebung im Profil verfolgen; das zwischen hangendem Jura und liegendem Flysch zu Tage tretende Band von Trias lässt sich an den Bergabhängen wie die Spur eines schiefen Kegelschnittes in das Thal hinein verfolgen (NW — W — und S — Abhang des Môle bei Bonneville, Gegend von Montreux, Fuss des Stockhornkette und des Niesen von Blumenstein über Spiez bis Leisingen). Ueberall sind die Voralpenketten über den Flysch der Gurnigelzone hinüberschoben und zwar um den Betrag von circa 8 Km. auf eine Erstreckung von 120 Km. — Bezüglich der Herkunft der in dieser überschobenen Flyschmasse enthaltenen exotischen Gesteine, lässt sich gerade in richtiger Würdigung dieser gewaltigen Lagerungsstörungen nichts Sicheres aussagen; die natürlichste Annahme ist die, dass auch innerhalb des Meeres, in welchen der Flysch der Gurnigelzone abgesetzt worden ist, Riffe krystalliner Gesteine zu Tage getreten seien. — Wir sehen Schritt für Schritt werden Beweise herbeigeschafft für die Richtigkeit der genialen Hypothese eines überschobenen Randgebirges; die vorliegende Arbeit erläutert, corrigirt und modificirt die schematischen Skizzen in Studers Geologie der Schweiz (Bd. II, p. 380 und 387)!

Kap. VI. — Ueber die exotischen Blöcke im Gebiete zwischen *Aare und Rhein* erfahren wir nichts Neues, um so

wichtiger sind aber die *tektonischen Untersuchungen*. Der Verfasser geht aus von der Betrachtung der Gebirge beiderseits des Thunersee's, dann werden die Jura- und Triasinsele (Klippen) mit Voralpenfacies zwischen Thuner- und Vierwaldstättersee besprochen. Die Voralpenkette hört mit dem Stockhorngebirge auf, dagegen sind die äussersten alpinen Kalkketten auf der rechten Seite des Thunersee's um 10 Km. nach NW. vorgeschoben. Der Verfasser führt aus, wie man dazu geführt wird, vom Thunersee weg über den Sentis bis zum Lechthale eine Ueberschiebung der aus Eocaen und Kreide, in hochalpiner Facies, bestehenden ersten alpinen Ketten über die abgesunkenen Voralpen anzunehmen. Die Voralpen d. h. die östliche Fortsetzung der Stockhornkette sind aber nicht vollständig unter den nach Norden vorgeschobenen Ketten verdeckt, sondern treten hervor als Schuppen, — es sind dies die sogenannten Klippen — als abgetrennte Schollen, gleich riesigen exotischen Blöcken. Durch Vergleichung der Faciesverhältnisse zeigt sich, dass die Klippen des Rothspitz und der Giswylerstöcke dem Stockhorngebirge, die Buchser- und Stanzerhörner hingegen ebenso wie die Mythen der Gastlosenkette entsprechen. In grösserer Ausdehnung — aber meist in der Nähe der Klippen — tritt der Flysch der Voralpen unter der überschobenen Decke hervor. Fast immer enthält derselbe exotische Blöcke und lässt sich in Allem mit dem Gurnigelflysch parallelisiren.

Kap. VII. — Die neuern Detailuntersuchungen von Mailard benützend, führt der Verfasser aus, dass die rechte Thalseite der Arve bei Bonneville der Gegend südwestlich vom Thunersee entspricht, während die linke Thalseite mit dem nordwestlich des Thunersee's gelegenen Gebiet zu vergleichen ist. Das plötzliche Aufhören der aus Flysch und Jura bestehenden Voralpenkette einerseits, das Vordringen der alpinen Kreide- und Flyschketten anderseits, gelangt hier, wie ein Blick auf die Favre'sche Carte zeigt, prachtvoll zur Erscheinung. Die Annahme, dass die mitten in Flysch und Kreide der Hochalpen auftretenden Juramassen von Les Almes und Mt Su-

lens hervortauchende Stücke der auch hier überschobenen Voralpen sind, erklärt das sonst so rätselhafte Auftreten dieser Bildungen vollkommen.

Kap. VIII. — Unter den anschliessenden Bemerkungen sind vor Allem hervorzuheben die Ansichten des Verfassers über die Entstehung der subalpinen Nagelflue. Durch die vorliegende Arbeit wird es wahrscheinlich gemacht, dass zur Zeit, als die miocaenen Deltas sich bildeten, die Zone der Voralpen noch ununterbrochen bestanden hat. Die fremdartigen Molassegesteine, deren Äquivalente Dr. Fröh in den Ostalpen fand, stammen nach des Verfassers Annahme, aus den damals die Meeresküste bildenden Voralpen, deren Facies grösstentheils eine ostalpine ist.

Wir sehen, wie der Verfasser der Entwicklung der Dinge nachgeht, und so ganz gewaltige postmiocaene Dislocationen nachweist, welche Alles verwischten. Er gewinnt ein Bild des Baues der nördlichen Alpen zur Eocaen- und zur Miocaenzeit und gelangt so zu einer Erklärung des Vorhandenseins der Blöcke im Flysch.

Im Anschluss an das gegebene Referat mag es dem Unterzeichneten gestattet sein, einige kritische Bemerkungen betreffend Inhalt und Form der vorliegenden Arbeit zu machen. Es darf nicht verschwiegen werden, dass der Verfasser verhältnissmässig wenig thatsächlich Neues bringt. In der Arbeiten von Studer, Favre, Kaufmann, Mösch, Gilliéron, Renevier, Schardt, Maillard, Stutz, etc., finden wir eine grosse Zahl der angeführten Thatsachen bereits publicirt. Es ist aber unverkennbar, dass der Verfasser gerade einer derjenigen Forscher ist, welche mit die meisten und bedeutendsten Bausteine zu dem jetzt vor unser Augen aufgerichteten Gebäude zusammengetragen haben. Der grosse Werth der Arbeit liegt in der äusserst scharfsinnigen Verwerthung eines riesigen Materiales eigener und fremder Beobachtungen. — Als vollständig gelöst darf die Frage nach der Natur der exotischen Blöcke und die damit enge verknüpfte nach der Entstehung der Klippen

noch lange nicht betrachtet werden. Der eingeschlagene Weg scheint aber der einzig richtige zu sein; die Hypothese des Vorhandenseins überschobener und versunkener Gebirgsteile am Nordrand der Alpen, von Studer nur angedeutet, wird wieder in ihrer ganzen Bedeutung zur Geltung gebracht. — Nach mehreren Richtungen ist die Arbeit noch zu ergänzen; das Wesen der Voralpen- und Hochalpenfacies mesozoischen Sedimente ist genauer zu präcisiren, es sollten ferner etwas genauere petrographische Bestimmungen der exotischen krystallinen Gesteine gemacht werden und dann ist es wünschbar, dass die schweizerischen Klippenbildungen mit den am Nordrande der Karpathen auftretenden verglichen würden, besonders da in neuester Zeit eingehende Untersuchungen von Uhlig über diesen Gegenstand veröffentlicht worden sind.

In ihrer jetzigen Gestalt ist die eingereichte Arbeit, auch nach des Verfassers Ansicht, keineswegs durchaus druckfertig. An Disposition und Styl ist noch manches zu ändern, ferner vermisst man schmerzlich alle Literaturnachweise. Kartenskizzen sind zum Verständniss der Arbeit für weitere Kreise unumgänglich nothwendig, einige Lokalprofile würden zweckmässig entweder neu gemacht oder aus der vorhandenen Literatur reproduzirt, allgemeine theoretische Profile sind dringend zu wünschen. Alle diese formalen Mängel verspricht der Verfasser zu heben, falls die Arbeit gedruckt werden sollte.

Nach den gegebenen Auseinandersetzungen kann der Unterzeichnete der Tit. Commission der Schläflstiftung, sowie der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft die mit dem Motto « Errare humanum est » eingegebene Lösung der Preisfrage über die Herkunft der exotischen Blöcke im Flysch bestens empfehlen. Die Arbeit ist eine hervorragende wissenschaftliche Leistung und verdient es durchaus, dass ihr der volle Preis zuerkannt werde.

Dr CARL SCHMIDT, Professor.

Basel den 15. Juli 1891.

E

ANALYSE DES TRAVAUX PRÉSENTÉS

à FRIBOURG.

Tiré des *Archives des Sciences* avec autorisation de la Direction.

SOMMAIRE

F.-A. Forel. Genèse du lac Léman. — R. de Girard. La forme de la Terre. — Émile Chaix. Nouvelle carte de l'Etna. — E. de Fellenberg. Coin calcaire dans le gneiss du Baldschieder (Valais). — Vilanova. Sur l'Apatite de Jumilla province de Murcie. — L. Duparc. Recherches sur le lac d'Annecy. — L. Duparc. Sur l'érosion et le transport dans les rivières torrentielles.

Dans la première assemblée générale M. le prof. F.-A. FOREL, de Morges, développe ses vues *sur la genèse du lac Léman*. Il estime avec Ch. Lyell et Rüttimeyer que ce bassin est le reste, non encore comblé, d'une vallée creusée par le Rhône dans les âges intermédiaires au miocène moyen et à la fin de l'époque glaciaire. Cette vallée a été transformée en cuvette, où les eaux sont devenues stagnantes par l'affaissement du massif des Alpes. Dans l'histoire du lac il y aurait donc eu trois phases :

Phase de sure exhaussement des Alpes, relevées de cinq cents à mille mètres au-dessus des altitudes actuelles; creusement de la vallée du Rhône jusqu'à un niveau relatif correspondant au plafond actuel du lac.

Phase d'affaissement des Alpes; la région des Alpes descendant à l'altitude actuelle il y aurait eu établissement d'une contre-pente sur le cours de la vallée et formation du lac.

Phase de comblement qui a rempli d'alluvion le lac bas-valaisan, et continue à remplir le bassin du Léman.

Ces notions conduisent aux hypothèses suivantes :

La phase de sure exhaussement des Alpes a eu pour conséquence forcée le développement des glaciers (première hypothèse de Charpentier); l'époque glaciaire suisse serait donc un phénomène local causé par l'élévation en altitude du pays. L'affaissement ultérieur des Alpes a dû amener la fusion des glaciers et la fin de l'époque glaciaire. L'établissement des lacs serait donc lié à l'époque glaciaire.

Les mêmes phénomènes, époque glaciaire et établissement de lacs, se retrouvant dans plusieurs contrées : Scandinavie, Écosse, Nouvelle-Zélande, on peut supposer que dans chacun de ces pays la même succession de phases s'est produite, localement et individuellement. Il semble donc, comme l'a énoncé A. Heim, qu'il y ait une loi générale qui fasse succéder une phase d'affaissement à la phase d'exhaussement des montagnes.

Ces hypothèses étant plausibles, il est permis de mettre en doute le dogme actuel d'une époque glaciaire généralisée. Dans chaque pays où les phénomènes glaciaires ont apparu ils auraient eu une cause locale, et ils auraient

été provoqués par des faits tectoniques de soulèvement exagéré des montagnes. Il n'y aurait donc pas lieu de rechercher des causes climatologiques d'ordre cosmique pour expliquer une époque glaciaire généralisée.

Dans l'assemblée générale du 21 août, M. R. DE GIRARD, professeur agrégé à l'École polytechnique fédérale, présente, sous toutes réserves, les éléments d'une méthode aprioristique de recherches sur *la forme de la Terre*.

Le problème, dit-il, a été mal posé. On s'est demandé : *Quelle est la forme de la Terre?* et la géodésie et la physique du globe se sont appliquées à sa solution sous cette forme. Chose remarquable, les résultats obtenus par ces deux sciences sont loin d'être satisfaisants. A quoi cela tient-il ? Cela tient, répète le conférencier, à ce que le problème était mal posé. Il est impossible, croit-il, d'arriver à la solution de ce problème, et, en général, des questions de géologie transcendante, à moins de prendre comme base de la recherche le *principe de causalité*. Si l'*observation* doit rester la méthode générale de la géologie, du moins il est indispensable de lui donner, comme fil conducteur, une théorie aprioristique, indépendante des causes d'erreur inhérentes aux sciences expérimentales. Cette théorie directrice sera d'autant plus parfaite et plus féconde qu'elle sera plus purement mathématique.

Le *problème morphologique* doit être posé autrement. Nous savons que la lithosphère terrestre est animée d'un mouvement général d'écrasement centripète, conséquence de la nécessité où cette écorce se trouve de suivre, dans sa contraction progressive, le noyau central dans lequel elle trouve l'appui continu qui lui est indispensable. Ce mouvement centripète général a commencé dès que la

lithosphère fut constituée à l'état d'enveloppe solide continue. Il est la cause première et unique, en somme, de toutes les actions de dislocation dont l'ensemble constitue le *phénomène orogénique* dans la plus large acception du terme. Il est continu et permanent, bien qu'habituellement insensible pour les organismes de la surface, mais il admet des *maxima rapsodiques espacés* à travers toute l'existence de la planète. Ces périodes maximales sont ce qu'on a appelé (en exagérant souvent leur importance par rapport à l'intensité habituelle du phénomène) les *époques de dislocation*; ce sont les *périodes de débâcle* d'Élie de Beaumont. — Ce mouvement centripète général, avec toutes les dislocations secondaires qui en dérivent, est destiné à durer jusqu'à l'entier refroidissement du noyau interne.

Ce mouvement général d'écrasement centripète est donc le phénomène capital dans l'existence du globe depuis le jour où la lithosphère fut constituée. Forcément cet écrasement général doit modifier la figure de la Terre; bien plus, lui seul peut la déterminer en dernier ressort. Nous avons donc là *la cause* qu'il s'agit d'introduire dans la discussion et nous pouvons maintenant poser le problème morphologique dans ses véritables termes : *Quelle forme l'écrasement centripète général de la lithosphère doit-il donner à la Terre?*

La solution du problème ainsi posé est du ressort d'une science encore jeune — qui doit bon nombre de ses principes fondamentaux à Élie de Beaumont, l'illustre ingénieur des mines français, et dont nous possédons un maître dans la personne du professeur Heim — la *géologie mécanique*.

Cette science, croit l'auteur, arrive à la solution cher-

chée en se posant la question suivante : « L'écrasement lithosphérique, dont nous connaissons déjà la cause et le but — conserver sans cesse à la lithosphère l'appui continu qui lui est indispensable — cet écrasement doit-il, peut-être, satisfaire en outre d'autres nécessités mécaniques, en quelque sorte secondaires et propres à déterminer le mode de cet écrasement? »

Une étude quelque peu attentive nous amène à répondre affirmativement et à définir ainsi ces nécessités directrices :

La lithosphère doit suivre le noyau dans sa contraction progressive. Mais, tandis que le refroidissement de ce noyau, ralenti par l'enveloppe mauvaise conductrice que lui constitue la lithosphère, est loin d'être terminé; l'écorce, que rien (si ce n'est l'atmosphère) ne protégeait contre le rayonnement, est depuis longtemps refroidie et son volume est devenu invariable. Dès lors, un seul moyen lui reste pour diminuer son ampleur, que la contraction du noyau rend excessive, c'est le ridement et voilà l'origine de cette *tendance naturelle et générale au ridement*, déjà définie par Élie de Beaumont. Mais n'oublions pas que le plissement est une déformation et que, comme telle, il consomme, pour se produire, une certaine quantité de force vive. La déformation par plissement peut même devenir très intense et nécessiter l'emploi d'une très grande quantité d'énergie, si le nombre des courbures superposées dépasse seulement l'unité. D'une manière générale, le plissement est donc une déformation d'ordre élevé. Cela posé, et en vertu du *principe de la moindre action*, ou de la moindre consommation de force vive — qui n'est qu'une forme du principe général de *conservation de l'énergie*, auquel sont soumises toutes les

actions du monde physique — la lithosphère s'efforcera de restreindre autant que possible son travail de déformation, son ridement, c'est-à-dire qu'elle tâchera de conserver le plus possible intacte son étendue superficielle. Le problème à résoudre pour la lithosphère sera donc, à chaque instant, le suivant : « Enfermer un volume donné (celui du noyau à l'instant considéré) et impossible à modifier dans la surface extérieure la plus grande possible. »

La lithosphère devra donc choisir, parmi toutes les formes solides possibles pour elle, celle qui présentera la plus grande valeur pour le rapport de la surface au volume inclus. Voilà le problème morphologique définitivement posé; il est encore bien vague, mais il ne tardera pas à se déterminer davantage.

En effet, l'existence de la Terre, comme celle de toute planète, comprend deux phases : la *phase sidérale* et la *phase planétaire* (pour nous aussi *tellurique*).

La première phase précède, la seconde suit la formation de la lithosphère.

Laplace et Faye nous ont appris l'histoire de notre globe pendant la première de ces deux phases. Newton, Jacobi, Plateau et d'autres ont montré que cette première phase de son existence a donné à notre planète une forme ellipsoïdale peu différente de la sphère parfaite.

Lors donc que, durant la phase tellurique, la lithosphère s'écrase en vertu du mouvement centripète que nous avons défini, elle part de la forme sphéroïdale et la forme polyédrique vers laquelle elle tend devra pouvoir dériver du sphéroïde, par écrasement centripète général, c'est-à-dire lui être inscriptible. Les formes possibles se réduisent donc à celles des polyèdres réguliers. Or, parmi

ces polyèdres, celui qui offre le maximum cherché pour le rapport de la surface au volume, c'est le *tétraèdre*. Donc, à priori, la loi générale de l'écrasement lithosphérique ne peut être autre que la *tendance* vers la forme tétraédrique.

Nous disons la *tendance*. En effet, il est aisé de voir que la déformation nécessairement tétraédrique de la lithosphère est condamnée à rester toujours très faible, trop faible, par exemple, pour se manifester jamais dans la *forme générale* de la Terre ou des autres planètes. La raison de cette *limite* à jamais infranchissable réside dans l'état de *plasticité latente* dans lequel se trouvent, ainsi que l'a montré le professeur Heim, les roches profondes par suite de la surcharge qu'elles supportent. Cet effet se produisant, pour toutes les roches connues, sous une hauteur de charge maximale de 10,000 mètres, et la présence d'une masse plastique considérable à l'intérieur de la lithosphère, masse à laquelle la rotation conserve forcément la figure ellipsoïdale, contrecarrant la tendance de l'écorce vers le tétraèdre, il faudrait, pour que cette dernière tendance pût se réaliser d'une manière sensible, que le rayon du globe fut inférieur à 10,000 mètres, car alors la masse plastique interne serait supprimée. Or, le rayon terrestre est supérieur à 6,000,000 de mètres, c'est-à-dire plus de 600 fois trop grand pour permettre une déformation sensible. Des calculs appropriés font voir qu'il en est de même pour toutes les planètes. Toutes sont beaucoup trop grandes pour pouvoir présenter une déformation sensible. Seuls, quelques-uns des *astéroïdes* sont assez petits pour que la tendance polyédrique puisse, d'après la théorie, se manifester dans leur forme générale. Or, l'astronomie consultée répond

déjà que plusieurs de ces petits astres sont certainement polyédriques; toutefois, elle n'a pu encore reconnaître quelle est, au juste, leur forme. Ainsi donc, bien loin de combattre la théorie tétraédrique, l'astronomie se prononce plutôt en sa faveur.

Il resterait au conférencier à présenter plusieurs justifications de détail et à montrer comment la symétrie tétraédrique se révèle d'une façon incontestable dans les *grands traits* de la géographie et de la géologie terrestres, mais le temps l'en empêche et il termine en disant qu'il espère pouvoir publier bientôt l'ensemble de ses recherches sur ce sujet.

M. Émile CHAIX de Genève présente une des premières épreuves de sa *carte de l'Etna* (Carta volcanologica e topografica dell' Etna, H. Georg, libr.-édit. Genève, 1 : 100.000) et l'accompagne de quelques détails.

Il s'est surtout servi, pour son travail, de l'atlas de l'Etna du baron Sartorius von Waltershausen et de l'ouvrage de M. v. Lasaulx; il a rectifié quelques erreurs et éclairci quelques obscurités, puis il a fait le relevé sommaire des coulées et des cônes récents, de manière à mettre à jour la cartographie volcanologique de l'Etna. Il espère que cette carte facilitera aux géologues l'étude du volcan.

M. Chaix pense que M. O. Silvestri s'était trompé en faisant tracer sur la carte géologique italienne la fente éruptive de 1879 en forme d'**2** passant par la fente déjà ouverte en 1874. Les parties de la fente de 1879 qui subsistent encore ont une direction franchement radiale et réunissent sur une même ligne droite

les foyers inférieurs de 1879 du pied du monte Nero, le monte Pizzillo, qui est fendu en deux, le monte Umberto-Margherita, de 1879, qui ne semble nullement élevé sur une fente transversale, et le foyer septentrional supérieur de 1879. Ce n'est que la fente méridionale qui serpente.

M. Chaix s'est permis, étant peut-être second à mettre les pieds dans cette partie du volcan, de baptiser du nom de *Bocca Saussure* et *Lava Saussure* un foyer d'émission et sa coulée qui se trouvent immédiatement au pied nord du cône terminal de l'Etna et datent de 1879. Il l'a fait en l'honneur de M. Henri de Saussure de Genève qui les a visités au péril de sa vie pendant l'éruption qui leur a donné naissance, et il espère que ce nom sera sanctionné par l'usage. Sans M. de Saussure, cette coulée, dont la présence modifie l'histoire reçue de l'éruption de 1879, serait ignorée, d'autant plus que le prof. O. Silvestri n'en admettait pas l'existence. Mais M. Chaix l'a dûment retrouvée et l'a portée sur sa carte.

L'éruption de 1886 semble bien s'être faite sur le prolongement de la fente de 1883. Mais il y a aussi une autre fente qui se croise avec celle-là au pied S. du monte Gemmellaro et sur laquelle il y a encore de petits dégagements de gaz et un long effondrement dans la coulée de 1886.

M. Chaix montre les photographies et les pierres qu'il a rapportées de l'Etna et de Vulcano, notamment des bombes à inclusions (1886), une larme éclatée (1879) et un morceau de bombe trachytique recouverte d'une croute basique et trouvée sur l'Etna près des foyers septentrionaux inférieurs de 1879.

M. le D^r E. DE FELLEBERG parle *du coin calcaire intercalé dans le gneiss à l'entrée de la vallée de Baltschieder*, qu'il a le premier décrit et signalé dans les « Mittheilungen der Bernischen naturforschenden Gesellschaft, » 1880, avec profil.

Le grand repli du manteau calcaire du sud, situé à l'extrémité ouest du massif du Finsteraarhorn ou massif de l'Aar (Baltzer) figure sur la feuille XVIII de la carte géologique Dufour, comme une zone de roches jurassiques, terminée par trois pointes en crochet qui s'enfoncent dans le gneiss. La masse principale de la zone calcaire, qui s'étend de Rarogne à la vallée de Baltschieder, est indiquée comme lias, dans le gisement duquel la dolomie de Röthi et la corgneule forment une bande continue entre le lias et le gneiss. A Ausserberg (Grosstrog) ces roches constituent le terrain superficiel. Le dogger suit le lias sur lequel il repose et supporte le jurassique moyen et supérieur. Puis, au fond de la gorge de Bietsch apparaît de nouveau le dogger.

Bien qu'ayant relevé par un jour défavorable une vue de ce coin calcaire, prise à l'est, sous le Gersthorn, l'auteur a bien compris qu'il était désirable de revoir encore cette importante région de son champ d'études, afin de relever si possible par un jour clair, l'allure exacte de ce repli calcaire dans le gneiss. En outre, il lui a paru nécessaire d'examiner encore une fois en détail la zone calcaire qui s'étend de Rarogne jusque sous le Wywannehorn (3096^m), pour y trouver si possible des fossiles.

Ce but a été atteint cette année, au commencement de juillet, pendant une série de beaux jours, et l'auteur

est en état aujourd'hui de donner une description beaucoup plus précise, qu'il n'avait pu le faire précédemment, du grand coin calcaire de Baltschieder. Celui-ci fut relevé de l'arête située au pied nord-ouest du Gersthorn, par la lumière d'un jour sans nuage. On y put voir alors que la dolomie de Röthi, la corgneule et le lias descendent plus bas dans le Steinbruchgraben que cela ne figure sur la carte. La pointe du milieu descend en revanche moins bas dans la vallée, tandis que la troisième pointe des terrains sédimentaires dans le gneiss, celle qui est la plus au sud dans le Blau ou Blyschgraben, est représentée exactement dans son ensemble, dans le profil de l'ancienne publication.

La ligne de séparation de la dolomie et du gneiss se prolonge en montant perpendiculairement vers l'arête appelée Rothe-Kuh 2488^m. Cette disposition, du reste, est expliquée par un dessin.

Une nouvelle excursion entre Rarogne et le Wywannehorn montra que le calcaire grenu et cristallin, semblable à du marbre qui se trouve dans les carrières du ravin de la Bietsch, derrière Rarogne, monte très puissant le long de la gorge profonde, appelée Mannkinn (qui descend du Wywannehorn jusqu'à Saint-Germain, dans la vallée du Rhône), jusqu'à l'arête de la Rothe-Kuh. Ce calcaire est limité au-dessous par une couche de dolomie et de corgneule de 30-40 mètres d'épaisseur. Dans ce calcaire cristallin on trouve au-dessus de la Raifalp quelques *bélemnites étirées* qui paraissent être liasiques. Le dôme de la Rothe-Kuh 2488^m est formé de malm caractéristique, qui est dans la partie la plus interne du pli replié. La roche est recouverte de lichens rouge-orangé, d'où le nom.

A l'ouest de la Rothe-Kuh on trouve de nouveau le lias, en partie cristallin et grenu, en partie schisteux. Le dogger semble manquer ici.

Puis vient ensuite un calcaire dolomitique de 2 mètres d'épaisseur et enfin, au contact avec le gneiss du Wywannehorn, qui forme le support du coin, un quartzite de quelques mètres d'épaisseur qui correspond probablement au Verrucano.

En résumé, nous envisageons le manteau calcaire du sud ainsi que le coin du Baltschieder de la manière suivante :

De Gampel vers l'est les sédiments sont normaux : le malm est en premier, formant exclusivement la couverture extérieure jusqu'à Nieder-Gestelen. Dans la profonde coupure de Ijölili apparaît un calcaire compact ocreux, finement grenu, qui correspond au dogger. Il réapparaît au-dessous du malm, à l'ouest de Rarogne. Puis, derrière cette localité, dans le ravin de Bietsch, apparaît en toute puissance le lias cristallin et marmoréen, formant un complexe de couches puissantes qui s'étend jusqu'au Mannkinn, au-dessus de Saint-Germain. En cet endroit, il est recouvert par des schistes noirs du Rhétien(?) Ces derniers supportent la couche de 30-40 mètres d'épaisseur de dolomie et de corgneule, et tout en haut, près du Kalkofen, se trouve le gneiss.

Nous devons ainsi considérer le lias comme étant d'abord, en position normale, plus loin à l'est, il est renversé, puis replié ensemble et se présente sous le double de son épaisseur. C'est la cause de la marmorisation, de l'étirement et de la schistosité transversale de ces couches. Comme je l'ai dit plus haut, je n'ai pas pu prouver l'existence du dogger dans l'intérieur du pli

synclinal. Les deux jambages du coin sont d'épaisseur très inégale. A l'ouest du malin de Rothe-Kuh, le lias possède à peine le quart de l'épaisseur qu'il présente à l'est. La dolomie, qui mesure 30-40 mètres dans le Mannkinn, est réduite à 4 $\frac{1}{2}$ mètre, et il semble que le dogger y est absolument laminé.

C'est une preuve de l'énorme pression et de l'étirement subi par la partie qui supporte le pli.

M. VILLANOVA, de Madrid, expose ses observations sur de *nouveaux gisements d'apatite dans la province de Murcie*¹.

M. le prof. L. DUPARC, de Genève, communique les recherches qu'il a faites *sur le lac d'Annecy*, en collaboration avec M. DELEBECQUE, ingénieur des ponts et chaussées. La topographie de ce lac ayant déjà fait l'an passé l'objet d'une communication², M. Duparc se bornera à exposer les résultats des nouvelles recherches chimiques et autres, qui ont été faites sur les eaux du lac, de ses affluents et sur les limons du fond.

Les *eaux du lac* offrent un type très pur et renferment en moyenne 0,1551 de matières dissoutes par litre. Celles-ci sont presque exclusivement du carbonate de chaux, auquel s'ajoute un peu de carbonate de magnésie. L'acide sulfurique et les alcalis y font défaut, tandis que dans les eaux du Léman, qui titrent 0,1777 grammes de substances dissoutes, on rencontre 0,037 d'acide sulfurique. Ces différences se rat-

¹ Nous n'avons reçu de l'auteur aucune note sur cette communication.

² *Eclogæ*, II, p. 179.

tachent aux conditions pétrographiques des bassins des deux lacs.

Le cube du lac d'Annecy est de 1 123 500 000 m³. En adoptant le chiffre moyen de 0,1551 gr. par litre, on calcule pour la quantité totale des matières solides dissoutes dans le lac 169 760 850 kilg., ce qui, en prenant le chiffre 2,2 comme densité de ces dernières, correspond à un volume de 77 164 m³, soit à un cube de 42-43 mètres de côté. Le débit de l'émissaire du lac étant complètement connu, on peut calculer très exactement la valeur annuelle de l'érosion par dissolution, subie par le bassin du lac. L'émissaire enlève annuellement 50 804 496 kilg. de substances, c'est-à-dire à peu près le tiers de la quantité totale renfermée dans le lac. Au taux d'une érosion semblable, un cube de calcaire de dimension pareille à celle de l'éboulement de Elm, aurait disparu en 700 ans, chiffre rond.

Les *affluents et agents d'alimentation* du lac sont : 1° Les torrents et eaux sauvages. 2° Les eaux d'infiltration débouchant à air libre. 3° Les sources qui sourdent au fond du lac. 4° Les pluies qui tombent à sa surface. Ces différents facteurs ont été étudiés dans la mesure du possible.

Les *ruisseaux et torrents* ont été examinés en hiver et en été, en y déterminant par pesée la quantité des matériaux dissouts dans 500 centimètres cubes.

Les résultats, variables d'un torrent à l'autre, donnent des chiffres compris entre 0,29 et 0,17 gr. par litre pour les eaux d'hiver, avec une diminution très sensiblement égale à 0,02 pour les eaux d'été. On voit en outre, que tous les affluents, quels qu'ils soient, sont plus riches en matières dissoutes que les eaux du lac.

Or, la majorité de celles-ci provenant des torrents, et la teneur moyenne (calculée d'après le débit de chaque affluent) étant de 0,2 gr. par litre, pour l'ensemble des torrents, on voit que ce chiffre est supérieur à la quantité trouvée dans les eaux du lac et que ces dernières subissent un appauvrissement en matériaux dissouts. Celui-ci ne peut être rattaché qu'à une dilution des eaux du lac par les pluies tombant directement à la surface, ou à une précipitation chimique d'une partie des carbonates, ou bien enfin à une véritable décalcification des eaux par la vie organique.

Or, le calcul le plus élémentaire montre que, même en admettant l'évaporation nulle, les eaux de pluie réduiraient les eaux torrentielles à la teneur de 0,18, ce qui n'est pas suffisant. D'autre part, l'hypothèse de dépôts chimiques est tout naturellement écartée soit par le manque de tels dépôts dans les limons du fond, soit par le fait que ces dépôts ne se feraient que par une diminution du pouvoir dissolvant des eaux torrentielles devenues lacustres, ce qui n'est pas constaté. C'est donc à une décalcification par la vie organique qu'il faut rattacher ce fait (que nous constatons, soit dit en passant, aussi dans d'autres lacs).

Les *sources débouchant à air libre* sont peu nombreuses et ne représentent que le 2 % de l'alimentation totale. C'est à peine si les résultats obtenus nous autorisent à dire qu'elles sont plus chargées en matières que les eaux torrentielles.

Les *sources qui sourdent au fond du lac* ont été dûment constatées par la présence du Boubio, entonnoir elliptique, dans lequel de récents sondages thermométriques ont mis hors de doute l'existence

d'une source, plus chaude que les eaux du lac, et dont la composition chimique est aussi différente. Des déterminations faites sur une eau plus ou moins mélangée à celle du lac ont donné 0,1746 gr. par litre.

Quant aux pluies qui tombent sur le lac, elles s'évaluent à raison de 35 640 000 m³ par an. S'il n'y avait pas d'évaporation, le $\frac{1}{10}$ des eaux du lac serait le produit des pluies tombées à sa surface.

Enfin, les limons du fond ont été analysés en grand nombre. Il ressort de cette étude que leur composition est essentiellement variable d'un point à un autre, par suite des nombreuses perturbations créées par les torrents latéraux. Dans le petit lac, l'argile et les silicates oscillent entre 40-47 %, le fer et alumine 1-3 %, le carbonate de chaux 47-50 %, le carbonate de magnésie 1-2 % et la matière organique entre 2-4 %. Dans le grand lac, les variations sont plus importantes. Le chiffre maximum des silicates y atteint 56 % dans le voisinage de l'embouchure du Laudon, torrent considérable. Le minimum observé est de 15 % seulement, près de la côte, un peu au nord du village de Létraz. Sur la ligne médiane du lac, les boues renferment, en général, entre 32-36 % de résidu insoluble dans les acides ; de plus, il semblerait que la composition des sédiments soit moins variable sur la rive E. que sur la rive ouest. A mentionner les résultats tout à fait particuliers obtenus avec la vase draguée sur l'entonnoir du Boubio, vase qui devient un véritable sable lessivé, avec près de 70 % de silicates.

Ce travail paraîtra prochainement au complet, sous forme de monographie.

M. le prof. L. DUPARC résume ensuite rapidement les traits principaux d'un travail, fait avec M. le D^r BÆFF, sur *l'érosion et le transport dans les rivières torrentielles* ayant des affluents glaciaires. Les auteurs ont expérimenté pendant une année, jour par jour, sur les eaux de l'Arve et à plusieurs reprises sur celles de ses affluents. Dans ce but, tous les jours à la même heure, on déterminait la vitesse superficielle (moyenne de 3 mesures), le niveau, la température des eaux de la rivière et, de plus, sur une prise d'essai spéciale, la quantité d'alluvion renfermée dans un litre d'eau, la quantité de matières dissoutes dans le même volume et enfin l'opacité relative des eaux. De plus, on concentrait les eaux de 5 à 40 jours pour y déterminer la quantité de chlore, et, d'autre part, les résidus des matières dissoutes et des matières en suspension étaient conservés pour des analyses ultérieures. Les points nouveaux acquis par ce travail sont les suivants :

Niveau. Il est minimum en hiver et maximum de juin à août. Il est constant pendant les mois d'hiver et très variable, au contraire, pendant l'été. Les crues sont très brusques, durent rarement plus de 3-4 jours et démontrent l'imperméabilité du sol de la région.

Vitesse superficielle. Varie plus ou moins avec le niveau. La plus grande vitesse superficielle observée fut de 3,25 mètres par seconde, ce qui montre quelle peut être la puissance de transport de la rivière. En hiver, en temps normal, la rivière ne peut guère transporter que des sables fins; en été des graviers et de petits galets. Quant aux gros fragments, ils ne sont mis en mouvement que pendant les crues.

Température. En hiver elle est comprise entre 2-3°,

arrive quelquefois à 0, et même a été observée légèrement au-dessous de 0. La température maxima est de 15°. En général, toute rapide augmentation de niveau est suivie d'un abaissement de la température des eaux.

Matières en suspension, excessivement variables d'un jour à l'autre. Rarement on obtient un chiffre constant deux jours de suite. Abstraction faite des crues, la teneur minima est en janvier et février, la maxima en juillet et août. L'augmentation se fait depuis mars non d'une manière continue, mais par saccades, car le niveau oscillant continuellement, la plus petite oscillation de celui-ci amène une exagération dans les oscillations correspondantes de l'alluvion. La courbe de l'alluvion, assez régulière pendant les mois d'hiver, devient dès le printemps très mouvementée, et présente une série de maxima très rapprochés, qui s'exagèrent énormément pendant les grandes crues. Cette courbe est typique pour les rivières de ce genre, en opposition avec les rivières stables. La limite des quantités extrêmes d'alluvion chariée a été de 0,8 gr. à 3106 p. m³. Jamais dans les rivières stables, les oscillations ne sont aussi grandes. Les crues exagèrent la charge d'alluvion et ceci très rapidement; ainsi, pendant la crue observée du 20 au 24 janvier, le chiffre augmenta dans le rapport de 1 à 100. A remarquer le fait que l'augmentation dans la quantité d'alluvion n'est pas proportionnelle à l'augmentation du niveau. Ainsi, du 20 au 24 janvier, le fleuve monta chaque jour de 0,30 environ, tandis que l'alluvion sautait de 12 à 374 gr. le premier jour et de 374 à 805 le second. On constate de plus que, le niveau restant constant quelques jours, ou ne baissant

que lentement, la charge d'alluvion tombe beaucoup plus rapidement que la chute du niveau. De plus il y a une certaine différence entre les crues d'été et celles d'hiver; les premières charrient plus de matériaux et l'augmentation de ces derniers se fait plus rapidement, ce qui tient à une meilleure préparation du sol pour le lessivage. En outre il n'y a pas parité entre la nature des alluvions d'hiver et d'été. La première est le produit presque exclusif du lessivage, la seconde, du moins pendant les mois chauds, vient en grande partie de la trituration glaciaire, comme nous avons pu nous en assurer par des expériences directes, faites sur les divers affluents à des époques déterminées.

Enfin, nous ferons observer que la courbe obtenue est l'inverse de celle de MM. Spring et Prost pour la Meuse. Il est évident que ce qui vient d'être dit doit être applicable à toutes nos grandes rivières suisses, qui sont dans des conditions identiques.

Matières en dissolution. Elles sont beaucoup moins variables que les précédentes et marchent en sens inverse. Le maximum est en hiver, janvier, février, mars, puis novembre, décembre, leur minimum en août. La décroissance de l'hiver à l'été est beaucoup plus uniforme que l'augmentation correspondante de l'alluvion, et la courbe des matériaux dissouts assez uniforme dans son ensemble. Les rapports extrêmes observés ont été 120 gr. par m³ à 349, soit de 1 à 2 $\frac{1}{2}$. Chaque augmentation de niveau amène un abaissement dans la quantité de substances dissoutes, ce qui provient de l'accroissement de la vitesse pendant la crue, permettant un contact moins prolongé de l'eau avec les éléments solubles. Quant à la diminution de

ceux-ci pendant l'été, toutes choses égales d'ailleurs, elle se rattache soit à la diminution d'acide carbonique amenée par l'élévation de la température des eaux, soit en outre à l'action prépondérante que prennent les affluents glaciaires comme agents d'alimentation, ces derniers déversant dans la rivière de grandes quantités d'eau très pauvre en matériaux dissouts.

Chlore. Il oscille entre 2,29 et 1,44 gr. par m³. C'est en hiver, aux basses eaux, qu'il est en plus grande quantité. Les variations en sont du reste très faibles. Les conditions du cours de la rivière nous permettent d'attribuer exclusivement cet élément à l'activité même du fleuve. La présence de ce chlore dans les eaux courantes nous semble expliquer légitimement la salure des mers.

Débit. Pendant les onze mois sur lesquels portent nos expériences, il a été de 1 570 754 000 m³. Le débit maximum est en août avec 330 000 000, le minimum en février avec 24 850 000 m³.

La quantité totale de matières en suspension a été de 610 907 tonnes, celle des matériaux dissouts de 320 675 tonnes. On remarquera de suite que le chiffre de l'alluvion est à peu près le double de celui des substances dissoutes. Or, on sait que pour les rivières stables, c'est généralement l'inverse.

La quantité minima de matières dissoutes et en suspension se trouve en février avec 122 tonnes d'alluvion et 7 604 tonnes de substances dissoutes, depuis ce mois l'augmentation de ces dernières se poursuit régulièrement jusqu'en août, où se trouve le maximum, avec 51 474 tonnes (bien que ce soit pendant ce mois, cependant, que la quantité d'éléments dissouts par m³

soit minima, mais il ne faut pas oublier que le débit augmente bien plus que les matières dissoutes ne diminuent). Quant à l'alluvion, de mai, où elle comporte 48 245 tonnes, elle saute brusquement à 487 390 en juin pour retomber à 88 540 en juillet et arriver au maximum de 224 072 en août.

Cette diminution de juillet est attribuable à la rareté relative des précipitations atmosphériques pendant ce mois. Les résultats de janvier sont particulièrement curieux. A l'exception d'une crue d'hiver, les conditions ont été identiques à février, et cependant cette seule crue a porté le chiffre de matières en suspension de 422 tonnes en février, à 26 983 en janvier, tandis que les 7 604 tonnes de matériaux dissouts étaient portées à 20 661. Cela prouve que dans les rivières torrentielles, une seule crue de quelques jours peut égaler et dépasser les résultats de plusieurs mois de régime stable.

Enfin, en comparant les résultats obtenus avec ceux donnés par MM. Spring et Prost pour la Meuse, on voit en tenant compte des débits respectifs des deux cours d'eau, ainsi que de la quantité de matériaux charriés, que les rivières torrentielles sont des agents géologiques beaucoup plus puissants que les rivières stables.

M. H. SCHARDT, prof. à Lausanne, fait un exposé sur la structure géologique de la région que la Société géologique visitera pendant les excursions du 21-24 août. (Voir ci-après le compte rendu de ces excursions).

F
EXCURSION
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE SUISSE
DANS LES
PRÉALPES FRIBOURGEOISES ET VAUDOISES

PAR

H. SCHARDT, Professeur

Avec planches 9 à 12¹ et 14.

Tiré des *Archives des Sciences* avec autorisation de la Direction.

Les Préalpes fribourgeoises, appelées plus spécialement Alpes de la Gruyère, ont été décrites avec une exactitude remarquable par notre regretté collègue et maître M. le professeur Gilliéron² qui a aussi dressé la carte géologique de cette région (feuille XII de l'Atlas Dufour).

¹ Les planches 9 à 12 ont déjà paru dans le n° 4 des *Eclogæ*.

² *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*, livr. XVIII. Alpes fribourgeoises, 1885 et livr. XII. *Montsalvens*, 1873.

La partie vaudoise, la haute Gruyère, comprenant plus spécialement le Pays d'Enhaut, a été décrite par l'auteur de ces lignes¹, dans un mémoire accompagné d'une carte géologique et de profils. En outre, la 22^{me} livraison des *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse* (texte pour feuille XVII), par E. Favre et H. Schardt, en contient une description détaillée.

Outre quelques travaux spéciaux, la région visitée en 1891 se trouve encore citée dans maint chapitre de la « *Geologie der Schweiz* » et dans la « *Geologie der westlichen Schweizer Alpen* » de Bernhard Studer.

En acceptant la tâche si honorable de prendre la direction de cette excursion géologique, je n'ai eu qu'un regret, c'est que cet honneur n'ait pu échoir à *Victor Gilliéron*, l'auteur de travaux si exacts et si consciencieux sur les Alpes fribourgeoises. Je tiens avant tout à rendre hommage au mérite et à la mémoire de ce savant qui a consacré tant d'efforts aux recherches géologiques dans les Préalpes.

Avant de donner le compte rendu des excursions, je résumerai en quelques pages, mes vues sur la structure géologique de cette région. Mes études récentes m'ont permis de préciser certains points qui auparavant paraissaient contestables et douteux ou qui n'avaient pas encore reçu d'explication définitive. Sous ce rapport, la présente notice servira de complément aux ouvrages cités plus haut. Cet exposé a été présenté en partie dans la séance de la section géologique à Fribourg.

¹ H. Schardt. Études géologiques sur le Pays d'Enhaut vaudois. *Bull. soc. vaud. sc. nat.* t. XX, 1884.

Favre et Schardt, Préalpes vaudoises, etc. *Mat. pour la carte géol. suisse.* XXII, 1887.

PREMIÈRE PARTIE

STRUCTURE GÉOLOGIQUE DES PRÉALPES FRIBOURGEOISES
ET VAUDOISES.

(Voir la carte géologique suisse, feuilles XII et XVII).

Les Préalpes s'étendent, comme on sait, du lac de Thoune à la vallée de l'Arve et se distinguent de la continuation des chaînes extérieures des Alpes, de part et d'autre de ces deux vallées, par le facies totalement différent de leurs terrains; ce facies se rapproche beaucoup de celui des Alpes orientales (facies méditerranéen). Nous appelons Préalpes fribourgeoises et vaudoises la partie qui s'étend des deux côtés de la vallée de la Sarine; c'est la moitié occidentale des Préalpes situées entre l'Aar et le Rhône.

Dans cette région, comme dans les Préalpes en général, on peut distinguer les zones suivantes :

1. *La zone extérieure de flysch*, comprenant les chaînons de Gurnigel, Berra, Niremunt, Playades (Voirons dans la partie du Chablais).
— Ligne de contact anormal par recouvrement.
2. *Les chaînes calcaires des Préalpes*, chaînes de plissement très régulières.
3. *La zone du flysch de Vert-Champ et du Hundsrück-Rodomont* bordant de part et d'autre l'arête chevauchée des Gastlose.
4. *La zone de flysch du Niesen* renfermant dans son milieu et sur ses bords de nombreuses *Klippes* mésozoïques, dont la structure est parfois fort énigmatique.
— Ligne de contact anormal le long du pied des Hautes-Alpes. (Prof. 1, pl. 14).

I. Zone extérieure de flysch.

Dans les Préalpes, entre le Rhône et l'Aar, cette zone comprend les chaînons plus ou moins larges des Pléiades (1363^m), du Niremout (1514^m) de la Berra (1714^m) et du Gurnigel. La large vallée de la Sarine qui coupe transversalement toutes les Préalpes, entre Gessenay et Bulle, a ouvert une large brèche dans cette zone, en sorte que le sommet des Alpettes (1415^m) (Niremout) est distant de la Berra (Le Tey 1366) de plus de 14 kilomètres. Au milieu de cette entaille se montrent des affleurements de terrains jurassiques et crétaciques d'un facies absolument distinct de celui des chaînes plus intérieures. C'est un facies propre à cette première zone de flysch et ces couches mésozoïques partagent d'ailleurs les formes de dislocation du flysch ; c'est-à-dire qu'elles apparaissent au milieu du flysch sous forme d'affleurements étroits, et perçant en longues bandes sur la face tournée vers le plateau (N.-W.) par exemple au Niremout, aux Corbettes, aux Pléiades. Dans les gorges coupant cette zone de flysch, ces terrains affectent la forme de plis couchés, de longs lacets ployés avec le flysch, si bien qu'on dirait des intercalations mésozoïques au milieu de l'éocène ; le terrain le plus ancien que l'on trouve dans cette position est le dogger supérieur. Les terrains de la zone de flysch du Niremout-Berra ont conséquemment subi un plissement énergique qui a créé un ou plusieurs plis couchés de flysch, ayant entraîné des terrains plus anciens, sénonien, néocomien, malm et dogger.

Les affleurements mésozoïques qui se montrent à la sortie de la vallée de la Sarine près Bulle, forment

deux régions : Celle du *Bois de Bouleyres*, entre La Tour de Trême, Morlon et Broc, offre une situation assez étrange. On trouve alternativement des schistes noirs que M. Gilliéron a classés dans le jurassique moyen, groupe devant comprendre selon lui, l'oxfordien et le callovien, et des calcaires gris foncés, souvent gréseux, du dogger contenant de superbes *Zoophycos scoparius* et le *Stephanoceras Humphriesi* en très grands exemplaires. A la Tour de Trême se montrent deux rochers de malm.

La région du Bois de Bouleyres s'élève à 70^m environ au-dessus du niveau de la Sarine et présente une surface ondulée, boisée de sapins, dans laquelle, contrairement à ce qui a lieu dans la région environnante, les terrains erratiques ne sont que peu développés. Les affleurements sont nombreux, le plongement est dirigé en général au S.-E., mais il varie beaucoup d'intensité d'un point à l'autre. Même la direction change parfois. Ce qui rend cet endroit surtout remarquable, c'est la présence d'affleurements de flysch sur ses bords et au milieu. Ainsi au Pont de la Trême, entre Bulle et la Tour de Trême, le lit du torrent présente un affleurement de flysch au contact du dogger, la direction et le plongement des deux terrains ne sont pas les mêmes. Puis au Pont de Broc, le flysch, grès et poudingues foncés, forme une bordure le long d'un affleurement de calcaire gréseux à *Zoophycos*, il se voit encore à Morlon. L'impression qu'on a en voyant cette masse irrégulière de dogger et d'oxfordien avec ces petits restes de malm, c'est que le flysch qui perce dans le milieu et qui l'entoure à l'Est *continue au-dessous*, que c'est la surface d'un de ces plis intercalés dans le flysch et

dont le recouvrement aurait été éenlevé ? On en acquiert presque la certitude en examinant le profil de la Bataille sous Montsalvens.

Gilliéron a consacré à la géologie de Montsalvens un volume spécial (loc. cit.) et l'on comprend l'embarras dans lequel devait se trouver ce géologue en reconnaissant successivement les faits extraordinaires dont voici la description sommaire.

Le groupe de Montsalvens s'élève sur le prolongement E. des affleurements jurassiques du bois de Bouleyres. Il en est séparé par le cours de la Sarine et de la Jogne qui se réunissent en aval de Broc. De même que le long de la Sarine sous Broc, le flysch borde les couches jurassiques de Bouleyres, ce même flysch se retrouve le long du lit de la Jogne, dès la sortie de la gorge jusqu'à son embouchure dans la Sarine et on le revoit sous Villars-Beney. Il s'enfonce *sous* le massif de Montsalvens. Cette montagne s'élève, dès le niveau de la Sarine (673^m), à 1533^m au sommet du Biffé, pour disparaître, un peu plus à l'Est, *sous* le flysch de la Berra. Du côté du N.-W, elle offre un escarpement dominant Villars-Beney, tandis qu'au S.-E. la pente ondulée s'abaisse jusqu'à la Jogne qui a creusé une gorge profonde entre Charmey et le Moulin de Broc. Dès l'issue de cette gorge, jusqu'au sommet du Biffé, l'escarpement offre une succession de plis des plus remarquables dont Gilliéron a donné la disposition, reproduite dans le profil 4, pl. 9¹. Le profil 5 est orienté presque exac-

¹ Ce profil n'est pas la reproduction exacte de la fig. 1, pl. IV de Gilliéron; à part le procédé différent du dessin et la réduction de l'échelle, il a été complété d'après des observations nouvelles

tement N.-S. et offre une disposition analogue. Il croise du reste le premier profil au point désigné par « Rochers sur Botterens. »

Le point le plus intéressant est le Montsalvens même, dont la fig. 4, pl. 9 donne le profil exact tracé par Gilliéron. (Montsalvens, loc. cit. pl. V, f. 3.) On voit le flysch s'enfoncer sous l'oxfordien près de la gorge de la Jogne, mais ce que le profil ne mentionne pas, c'est que le flysch se retrouve au N.-W. sous Montsalvens au point 800^m, plongeant sous l'oxfordien; ce profil qui a été suivi en détail pendant les excursions, sera discuté plus tard. On dirait, d'après cela, un lambeau de jurassique et de néocomien plissé et faillé, superposé à un soubassement de flysch; primitivement ce devait être des plis intercalés dans le flysch de la zone du Niremont-Berra. En effet, si l'on reconstitue sur la carte l'ancienne continuité du flysch entre la Berra et le Niremont, tout le Montsalvens, dès le Biffé au pont de Broc et tout le bois de Bouleyres disparaîtraient sous la couverture du flysch. Seulement les bords extrêmes des plis anticlinaux du néocomien et du malm seraient peut-être encore visibles en perçant le flysch en longs affleurements, semblables à ceux qui existent encore maintenant sur la façade N.-W. du Niremont et des Pléiades. Lorsqu'on pense à la puissance du mouvement horizontal, qui a empâté les plis-lacets mésozoïques à l'intérieur du flysch, on s'explique aussi facilement les contacts extraordinaires qu'offrent les

faites sur place. Les replis de ce profil se voient du reste distinctement sur la surface de l'abrupte entre les moulins de Broc et Villars-Beney, lorsqu'on se trouve sur un point entre Morlon et Riaz.

profils du Montsalvens : la présence du flysch entre le malm et l'oxfordien, recouvert par celui-ci dans la gorge de la Jogne (fig. 2 au N.-W.), puis le malm et l'oxfordien du château de Montsalvens, paraissant reposer sur le néocomien, etc. (pl. 9, fig. 6).

Stratigraphie de Montsalvens, d'après Gillieron.

FLYSCH : Schistes gris, brèches et blocs. Très puissant.

CRÉTACIQUE SUPÉRIEUR ET MOYEN. Calcaire marneux, schisteux, d'un blanc sale. Echinides, Inocérames. 100^m.

NÉCOMIEN. 1. Calcaire argileux noir. (Aptien ?) 20^m.

2. Calcaire oolithique blanchâtre. (Urgonien ?) 20^m.

3. Néocomien bleu marnes et calc. schisteux avec fossiles méditerranéens. 100^m.

4. Calcaire à *Bel. latus*. roche comme n° 3. 25^m.

5. Calc. à *Ostrea*, noir et dur, fossiles jurassiens. 5^m.

6. Couches du Berrias, roche comme 3 et 4. 20^m.

MALM. 1. Tithonique, calcaire noir. 40^m.

2. Calcaire en grumeaux, 10^m, zone à *Am. tenuilobatus* et *acanthicus*.

3. Calcaire schisteux, 15^m.

4. Calcaire concrétionné et noduleux, zone à *Am. transversarius*, 15^m.

5. Calcaire à ciment, 40^m.

DOGGER. Schistes à nodules, faune callovienne. Calcaire sableux représentant le bathonien et le bajocien, 120^m.

LIAS. N'existe pas, sauf en blocs ou klippes.

II. Chaînes calcaires des Préalpes

Cette région se poursuit sur toute la longueur des Préalpes. Dans la Gruyère on y distingue, de part et d'autre de la vallée de la Sarine, trois plis successifs assez réguliers, composés de trois anticlinaux, voûtes

plus ou moins aiguës, presque droites ou à peine déjetées, séparées de synclinaux comblés de néocomien et de crétacique rouge, rarement d'un peu de flysch, ils ne forment qu'exceptionnellement des dépressions. Dans la plupart des cas, ces plis synclinaux couronnent les arêtes entre de profondes vallées anticlinales érodées; celles-ci ne sont toutefois que des vallées latérales secondaires; les grandes vallées des Préalpes sont des vallées transversales coupant toute cette succession de plis, et c'est sur les parois de celles-ci qu'on peut observer les plus beaux profils naturels des chaînes préalpines.

Aux trois synclinaux devraient correspondre en réalité quatre anticlinaux, mais l'anticlinal qui succède au flysch de la zone Niremont-Berra-Gurnigel, est incomplet sur toute la longueur; sur ce flysch repose partout le trias, formé de dolomies accompagnées superficiellement de cornieules, et localement se montre du gypse. Ce contact anormal, entre le flysch de la première zone et les chaînes calcaires intérieures des Préalpes, est absolument constant dans toute la longueur de cette région alpine, dès le lac de Thoune jusqu'à la vallée de l'Arve près Bonneville. On a expliqué jusqu'ici ce contact anormal par une faille à rejet vertical, sans remarquer que *partout le trias paraît reposer sur le flysch*¹. Je suis arrivé à la certitude que cette ligne de contact anormal n'est pas une faille, mais bien la trace d'un *chevauchement*, d'un véritable *recouvrement*, par lequel les chaînes intérieures des Préalpes sont venues s'asseoir *sur* la zone de flysch bordant les Alpes, en

¹ E. Favre et H. Schardt, loc. cit., pl. XVI, XVII et XVIII.

refoulant et en plissant ce dernier terrain de la manière la plus énergique.

Essayons de motiver cette manière de voir par des constatations faites sur d'autres points des Préalpes. En effet, les plissements en lacets des terrains mésozoïques au milieu du flysch de Niremont et des Pléiades, ne peuvent s'expliquer que par un mouvement analogue à celui qui détache et plisse un lambeau de peau ; le flysch lui-même a été poussé par-dessus la mollasse en bien des endroits. Au bord du lac de Thoune, le trias du Wirthneren se termine près de Spiez, sur le prolongement du 3^{me} anticlinal des Préalpes. La montagne liasique et triasique du Môle est placée au bord de la vallée de l'Arve, près Bonneville, sur un soubassement de flysch et de mollasse, comme le Mont Cubli, composé de lias et de trias, surmonte, près de Montreux, une zone de flysch et de néocomien renversée par-dessus la mollasse, et dans laquelle zone nous reconnaissons tous les éléments de la chaîne des Pléiades. En définissant ainsi cette ligne de contact anormal, nous arrivons, on le voit, à expliquer à la fois les plissements si étranges dans la zone de flysch extérieure des Alpes et la grande longueur de ce contact extraordinaire. Il se continue, en effet, sur non moins de 120 kilomètres, dès le lac de Thoune jusqu'à la vallée de l'Arve ; la profonde vallée du Rhône et du lac Léman n'y apporte aucune interruption ; elle offre, au contraire, les preuves les plus évidentes de cet accident tectonique, puisque nous y voyons la mollasse, puis le flysch et le néocomien des Pléiades, s'infléchir dès le bord des Alpes vers le S.-E. et se terminer seulement à Montreux, où affleure encore le flysch à 2 kilomètres en

arrière du Mont Cubli ! La mollasse rouge de Bouveret-Saint-Gingolph n'est peut-être pas un lambeau formé dans un fiord, mais sa présence et celle du flysch qui l'accompagne, s'expliqueraient bien plus facilement par une percée de la nappe miocène et de l'éocène de la première zone, sous la couverture des chaînes chevauchées du Grammont. Ce serait là un argument permettant de donner comme mesure du rejet de ce recouvrement un minimum de 10 kilomètres (distance du Bouveret au bord des Alpes), sans compter le refoulement des plis du flysch qu'on peut estimer à 5 kilomètres au moins, à quoi s'ajouterait encore le renversement du flysch lui-même sur la mollasse, qui ne peut guère être inférieur à 8 kilomètres, à en juger par la position de la mollasse à Bonneville, sous le massif du Môle, et sous le flysch de Montreux et du Bouveret.

Toute la région des chaînes de plissement des Préalpes se présente donc *comme une immense écaille de recouvrement* (Schuppe) longue de 120 kilomètres et accusant un rejet visible de 10-15 kilomètres, sans compter le refoulement du flysch et celui des chaînes recouvrantes elles-mêmes !

Qu'une seule démonstration suffise : Il est avéré que les rochers de Meillerie correspondent exactement aux chaînons du groupe du mont Cubli et du Moléson de l'autre côté du lac Léman, tout comme le synclinal de Mémise, est le prolongement de celui des Rochers de Naye. Or, en reconstituant sur la carte l'ancienne continuité des plis, en remplaçant par la pensée ce que l'érosion a fait disparaître en creusant la vallée du Rhône et du Léman, on verra que le flysch des Pléiades près Tercier, la mollasse de Clarens et du Basset,

jusque dans le voisinage de Vevey, seraient recouverts par cette nappe de terrains triasiques, jurassiques et crétaciques !

Le glissement de cette écaille a dû être facilité par la présence du gypse triasique qui se trouve presque constamment sur la ligne du contact, entre le flysch et les dolomies triasiques. Le gypse est, en effet, un terrain extrêmement plastique, il a sans doute joué le rôle de « graisse » entre le terrain fixe et la nappe de recouvrement ; car aucun terrain plus ancien que ce gypse n'a pris part au mouvement.

J'ai tenu à donner ici cette démonstration, pour caractériser l'étrange superposition des chaînes calcaires des Préalpes à la zone de flysch bordant les Alpes.

Retournons à la Gruyère après cette digression : Nous constaterons, en remontant, soit la vallée de la Sarine, soit celle de la Jogne, que les trois plis successifs des Préalpes forment, dans le relief, seulement deux chaînes distinctes.

La première chaîne, nommée par M. Gilliéron *chaîne du Ganterist*, se poursuit du lac de Thoune au Léman et porte les sommets du Ganterist, 2177^m, et de l'Ochsen, 2190^m, dans la partie orientale ; dans la Gruyère, elle forme la *Dent de Broc*, 1829^m, et la *Dent de Bourg*, 1970^m ; à l'ouest de la vallée de la Sarine s'élève le *Moléson*, 2004^m, et l'arête des Verreaux, 1900-2000^m.

Entre la Jogne et la Sarine, cette première chaîne comprend deux plis synclinaux, séparés par un anticlinal rompu, dont les deux flancs de malm, presque isoclinaux, forment le *Dent de Broc* et la *Dent du Cha-*

mois, 1893^m. Le synclinal du N.-W. se confond avec le flanc N.-W. de la Dent de Broc, mais le malm du synclinal S.-E. se dresse encore fièrement dans la Dent de Bourgos, 1912^m, qui domine la vallée de Motélon. La vallée de la Sarine, la cluse de Motélon et celle de la Jogne offrent de beaux profils naturels de ces plis (fig. 2 et 3, pl. 9).

La vallée de Motélon sépare le groupe des Dents de Broc et Bourgos de la 2^{me} chaîne, celle du Stockhorn qui porte dans notre région le nom de *Chaîne du Vanil-Noir* ou du Mont-Cray. Elle renferme, outre le *Stockhorn*, 2193^m, le *Kaisereck*, 2196^m, la *Hochmatt*, 2158^m, la *Dent de Brenlaire*, 2358^m, le *Vanil-Noir*, 2386^m, le *Mont-Cray*, 2071^m, et, entre la Sarine et l'Hongrin, le massif de *Corjon*, 1969^m. Son prolongement entre l'Hongrin et la vallée du Rhône sont les deux chaînons de Naye, 2044^m, et d'Aveneyre, 1920^m. Cette chaîne présente presque dans toute la longueur un pli synclinal dans le voisinage de la ligne culminante. Les deux anticlinaux qui bordent ce synclinal sont ordinairement rompus et c'est l'un ou l'autre des deux flancs du synclinal qui forme les dentelures de l'arête. Les profils 1, 3, 4, 5, partie N.-W., pl. 11, montrent la structure de cette chaîne, entre la Hochmatt et le Vanil-Noir (Pointe de Paray, 2376^m), les profils 6, 7 et 8 de la pl. 12 font ressortir la modification que subit cette région dès la vallée de la Sarine à la vallée du Rhône, particulièrement la division de la chaîne en deux arêtes (Aveneyre-Malatraire et Naye), le développement du second pli de la chaîne du Ganterist en une vallée synclinale (Montbovon-Allière), puis le bouleversement complet au bord de la vallée du Léman

entre Sonchaux (Naye) et le mont Cubly. Tandis que les Dents de *Hautaudon* et de *Jaman* se placent exactement sur l'alignement du synclinal de Montbovon-Allière, il n'y a plus possibilité de reconnaître, dans la partie bordant la vallée du Léman, les éléments de la chaîne du Ganterist; cette zone large de 10 kilomètres entre le Moléson et le pied du Vanil-Noir, et de 5 kilomètres entre le Mont-Molard et Hautaudon, se trouve réduite au Rocher de Glion-Cau à 1 $\frac{1}{2}$ kilomètre. Le soubassement de ce rocher correspond au Moléson auquel il se lie directement par le mont Cubly, tandis que le sommet de Cau se lie aux Verreaux ! J'essaierai d'élucider cette question dans un travail spécial encore inachevé.

Stratigraphie des chaînes calcaires.

FLYSCH. Peu représenté dans l'intérieur des synclinaux; marnes schisteuses, grès fins.

CRÉTACIQUE SUPÉRIEUR ET MOYEN. Calcaire rouge et grisâtre, marnes schisteuses de même couleur, 40 — 50^m.

NÉOCOMIEN. *Calcaire gris clair* en bancs minces avec taches noires quelques bancs de marnes noires. Pyrites, peu des fossiles. 100-150^m dans la chaîne du Ganterist. 50-100^m dans celle du Vanil-Noir.

MALM. *Tithonique*, calcaire gris compact avec faune du calcaire à *Am. acanthicus*. 150-200^m dans la chaîne du Ganterist. 150-100^m dans celle du Vanil-Noir.

2 *Calcaire grumeleux* et noduleux (Oxfordien). Ch. du Ganterist 90^m. Ch. du Vanil Noir, 10-15^m.

DOGGER. 1. Calcaire et marne à fossiles *calloviens*. 20-30^m.

2. *Bathonien*. Calcaire et marne foncés à *Zoophycos*, *Am. tripartitus* et *Parkinsoni*, 150-200^m.

3. *Bajocien*. Calcaire comme 2 avec *Zoophycos*, *Stephanoc. Humphriesi*, 200-300^m.

4. *Opalinien*. Marnes schisteuses à *Am. Opalinus*, 100^m.

LIAS. 1. *Toarcién*. Schistes argileux à *Bélemnites*.

2. *Lias moyen*. Localement calcaire spathique à *Echinodermes*, faune du cymbien. *Æg. raricostatus*, 100^m.

3. *Sinemurien*. Calcaire siliceux cristallin et grenu, 200-300^m.
 4. *Hettangien*. Calcaire compact, 60^m.
 5. *Rhétien*. Calcaires et lumachelles à *Av. contorta*, 70-80^m.
- TRIAS. 1. *Dolomies* et marnes vertes et rouges. Localement cornieule 100-200^m.
2. *Gypse*. Épaisseur inconnue.

III. Zone du flysch de la Mocausa et du Hundsrück et chaîne des Gastlose.

Tandis que dans les trois synclinaux des chaînes précédentes, le flysch manque presque entièrement, ce terrain borde de part et d'autre la *Chaîne des Gastlose*. Les marnes, schistes et grès de cette formation détritique sont accompagnés dans cette région de bancs de poudingue, le *poudingue de la Mocausa* qui se montre des deux côtés des Gastlose. Sur le versant S.-E., le flysch est beaucoup plus épais qu'au N.-W. et forme les sommets du *Hundsrück*, 2049^m, et du Rodomont. 1905^m.

La chaîne des Gastlose appartient à un type spécial, autant pour sa structure que pour ses terrains.

Elle commence à la Simmenfluh et se poursuit sans interruption jusqu'à la vallée du Rhône, pour se retrouver avec des allures un peu différentes au delà de cette vallée, dans le Chablais.

Dès la Simmenfluh jusqu'à Château-d'OEx elle est caractérisée par un chevauchement, qui fait paraître cette chaîne sous forme d'une arête simple de malm surmontant du dogger, qui paraît reposer parfois en concordance sur le flysch. Le malm est parfois vertical et s'élève alors comme une muraille au milieu du paysage verdoyant du flysch; c'est le cas des Gastlose, entre la Jogne et la Roche de la Raye, arête étrangement dentelée

comme une scie et dont les pointes sont pour la plupart des pics inaccessibles. A la suite des pointes proprement dites des *Gastlose* (les Inhospitaliers), on y trouve la *Wandfluh*, 2136^m, la *Dent du Ruth*, 2239^m, la *Dent du Savigny*, 2258^m, les *Trois Pucelles* et la *Corne-Aubert*. Le chevauchement qui a fait dresser cette paroi dentelée doit être une rupture anticlinale, suivant laquelle le flanc S.-E. de la voûte, dogger et malm suivi de crétacique rouge, a glissé vers le N.-W., en pénétrant dans le flysch qui recouvrait le tout; c'est l'enlèvement de ce terrain par l'érosion qui a dégarni et laissé subsister ces bancs jurassiques en position presque verticale (voir les profils 1 et 2, pl. 11). Au N.-E. de la vallée de la Jogne, il paraît même y avoir deux écailles superposées, car au *Bäderberg* sur Boltigen, on constate deux séries de dogger, de malm et de crétacique.

Le *Rocher de la Raye*, 2087^m, entre la *Corne-Aubert* et la cluse des Siernes-Piquats, présente une anomalie frappante (pl. 11, fig. 3). Sous l'arête chevauchée de la *Corne-Aubert*, se montre une voûte de crétacique rouge, celle-ci s'élargit de plus en plus en laissant percer d'abord du malm, puis sous le sommet du *Rocher de la Raye* enfin du dogger, sans que l'arête chevauchée paraisse interrompue, sauf sur un point. Cette modification ressort des fig. 1 à 4, pl. 10. Dès le sommet du *Rocher de la Raye* une transformation inverse se produit, la voûte supportant l'arête chevauchée s'efface et celle-ci subsiste finalement seule, ainsi que le montre la fig. 6, pl. 10, comparée à fig. 5. — Il faut conclure de cela que momentanément, le chevauchement, au lieu de suivre le faite de la voûte s'est produit sur le flanc S.-E. de celle-ci — le chevauchement anticlinal s'est transformé en un chevauchement

chement isoclinal du flanc S.-E., — la voûte s'est surélevée un peu, elle a été déjetée au N.-W., ce qui a produit un léger *chevauchement latéral* du flanc N.-W. (fig. 6, pl. 12). A partir du Rocher de la Raye, aux Erpilles, le chevauchement anticlinal reprend, mais l'arête est moins redressée. Elle reste inclinée de 45° au S.-E. A son pied, on voit sous le dogger, sur une certaine longueur beaucoup de roches bréchiformes (dogger ou brèche de dislocation); plus loin, au-dessus des Siernes-Piquats, le dogger ou le malm repose directement en discordance sur le flysch presque vertical (profil 3, pl. 11).

Le massif de *Laitmaire*, 1687^m, entre la gorge des Siernes-Piquats et la vallée de Château-d'Oex, est un tronçon isolé de la chaîne des Gastlose, on y voit mieux que partout la superposition du malm presque horizontal au-dessus du flysch redressé (profil 5, pl. 11); mais ce qui est encore plus précieux, sous le dogger à *Mytilus* du gisement de la Grand-Combe (profil 6, pl. 11), on retrouve un banc de malm, renversé cette fois, qui continue jusque vers les Pâquier-Simond où se montre une petite arête de crétacique rouge, également renversée et plongeant sous le malm; c'est, me semble-t-il, l'attestation la plus positive du chevauchement anticlinal que je suppose exister dans cette arête étrange. Le rejet de cette dislocation peut-être évalué en moyenne à environ 2 kilomètres, autant pour le chevauchement anticlinal que pour le chevauchement isoclinal du Rocher de la Raye; cette évaluation est plutôt un minimum.

Dès la vallée de Château-d'Ex, le chevauchement anticlinal disparaît. Sur le prolongement de l'arête de la Laitmaire se placent les rochers de la Braye et de Videcombaz, dans lesquels nous découvrons deux

voûtes de crétacique rouge, dont l'une, l'occidentale, très régulière, renferme un noyau de malm (Videcombaz). La seconde qui en est séparée par un coincement de flysch, est très aiguë et entièrement du crétacique rouge (profil 6, pl. 12). Enfin au delà de la gorge de la Tourneresse aux *Monts Chevreuils* (profil 7, pl. 12), la même voûte régulière de malm est entamée par le cours de l'Hongrin, mais le crétacique rouge qui la recouvre est replié en zigzag; il offre au milieu du flysch une série de 5 pointements qui se placent sur le prolongement du pli crétacique au S.-E. de Videcombaz. On dirait que le crétacique a été décollé comme une peau de la surface du malm et s'est plissé sous l'action d'une poussée venant du S.-E.¹.

Dans la vallée de Château-d'Œx, on voit des pointements analogues de crétacique et de néocomien, au milieu du flysch (profil 6, pl. 12), alors que cet accident manque sur le plateau de la Braye correspondant aux Tésailles. Cette circonstance me conduit à penser que peut-être dans la vallée de Château-d'Œx, un *chevauchement synclinal*, au pied de la voûte de Videcombaz, a produit un glissement qui aurait plissé les couches crétaciques et le flysch, comme le présente le profil 6, pl. 12?

Au S.-W. de l'Hongrin la voûte s'enfonce de nouveau sous le flysch, puis elle en ressort, comme le fond d'un bateau renversé, en se déjetant bientôt au N.-W. L'enveloppe crétacique se rompt d'abord, puis le malm, qui constitue les lambeaux presque isolés des *Tours*

¹ Due peut-être au chevauchement d'un banc de malm visible près des Siernes-Raynaud, en dehors du profil.

de Mayen et d'Aï (2331^m) (pl. 12, profil 8). Or, dans le synclinal de flysch, entre les Tours d'Aï et l'arête de Malatrait-Aveneyre, se montrent de nouveau des pointements de crétacique et de néocomien rappelant ceux de la vallée de Château-d'Œx. Il y aurait donc lieu d'admettre encore ici, un chevauchement synclinal, supposition que j'exprime théoriquement dans le profil 8 (?) Cette hypothèse, si elle peut jamais être vérifiée permettrait de dire que la chaîne des Gastlose, porte dans toute sa longueur l'empreinte d'un mouvement horizontal énergique, ayant agi surtout sur le malm et le dogger et d'où sont résultés des chevauchements divers, soit anticlinaux (Gastlose-Laitmaire), soit isoclinaux (Rocher de la Raye, Les Tesailles), soit synclinaux (supposé dans la vallée de Château-d'Œx et au N.-W. des Tours d'Aï ?)

Stratigraphie de la chaîne des Gastlose.

FLYSCH.	Marnes grès et poudingues; grande épaisseur de part et d'autre de la chaîne calcaire.
CRÉTACIQUE.	Triple assise de calcaires et marnes rouges et grises, représentant probablement tout le système crétacique, 150 ^m .
MALM.	Massif de calcaire gris ou noir fétide, localement <i>faune coralligène</i> , 200-250 ^m ¹ .
DOGGER.	<i>Couches à Mytilus</i> , épaisseur 70-80 ^m , formées de : 1. Niveau supérieur à <i>Modiola imbricata</i> . 2. Niveau à myes (<i>Ceromya exentrica</i> , <i>Pholadomya texta</i> , <i>Mytilus laitmairensis</i> , etc.). 3. Niveau à <i>Modiola</i> et <i>Hemicideris alpina</i> . 4. Niveau à fossiles triturés, à <i>polypiers</i> , avec couches de charbon.

¹ Ce niveau existe au Rubli, mais manque dans la chaîne des Gastlose.

5. Niveau à terrain de charriage avec charbon.

Cette dernière couche repose soit sur le *lias supérieur*, sur le *lias inférieur*, ou sur le *trias* (calcaire et brèches dolomitiques avec gypse et cornieule).

Aux tours d'Aï le dogger est privé de la faune à *Mytilus* et surmonte une série normale de *toarcien*, *sinémurien*, *hettangien*, *rhétien* et *trias*, comme dans la chaîne du Vanil-Noir.

IV. *Zone du flysch du Niesen et Région des Klippes.*

Cette région étant entièrement en dehors du champ des excursions, je dois forcément être très court, mais je ne puis, si mon aperçu doit être complet, la passer entièrement sous silence. Peu de mots suffiront pour en donner la caractéristique, d'autant plus que les profils joints à cette note s'arrêtent au S.-E. de la chaîne des Gastlose.

Elle se montre immédiatement au S.-E. de cette dernière chaîne, toutefois, le flysch du Hundsrück, malgré sa grande ressemblance avec celui du Niesen, reste constamment séparé de ce dernier par une bande de crétacique rouge auquel succède un massif de brèche calcaire qui forme l'arête du Schaueneegg sur Zweisimmen et celle du Vanel près Rougemont, jusqu'à Cananéen au pied du Rubli. J'avais réuni cette brèche, d'accord avec M. Gilliéron, à l'éocène, tandis que M. Ischer en avait fait un facies particulier du malm. Après avoir étudié la chose à nouveau et visité les points où M. Ischer indique avoir trouvé des fossiles, je conviens que l'interprétation de ce terrain comme eocène doit être mise en doute et je suis même tenté

de donner entièrement raison à M. Ischer, tout en faisant mes réserves pour ce qui concerne l'explication de la structure bréchiforme et l'âge qu'il convient d'attribuer à ce terrain dans la série jurassique. D'un autre côté, il y a des brèches absolument semblables qui sont *certainement éocènes*, et j'en ai constaté qui sont des *brèches de dislocation*, ce qui est prouvé par le passage de la brèche au calcaire compact !

Au sud-est de cette zone de brèche viennent les *klippes* remarquables du *Rubli*, de la *Gummfluh*, du *Niederhorn*, des *Spielgärten*, du *Thurnen*, etc., avec malm et dogger semblables à ceux des Gastlose, mais j'y ai trouvé aussi des terrains plus anciens, du sinémurien et même de l'hettangien et je ne doute pas que le rhétien y puisse être découvert par la suite. Certain massif de calcaire qui forme le Rocher-plat et la base sud du Rubli, et que j'avais rangé, après bien des hésitations, dans le malm, me paraît plutôt pouvoir s'interpréter comme calcaire dolomitique appartenant au trias ; j'envisage de même le pied S. de la Gummfluh. Au contact de tout cela se montre çà et là du crétacique rouge, de la brèche et du grès calcaire, puis du vrai flysch à fucoïdes, de la cornieule et du gypse. Tout fait supposer des dislocations étranges qui méritent d'être étudiées à nouveau, surtout au point de vue de leur évolution. Les études que j'ai commencées sur ce sujet me font envisager cette région tout autrement qu'auparavant. Les affleurements de gypse, de dolomie et de cornieule, qui sont, sur tant de points, en connexion si intime avec le flysch, me paraissent, en réalité, être plus anciens que ce dernier. Je crois que je parviendrai à expliquer tous ces affleu-

rements de gypse et de dolomie comme appartenant au trias, tout en entrevoyant bien des difficultés d'appliquer cette thèse sur tous les points. C'est ce que je me propose de faire dans une étude critique et impartiale en préparation ¹.

La région des klippes occupe, sur le bord occidental du bassin de flysch du Niesen, une aire ayant les contours d'un fuseau, allant dès le Burgfluh près Wimmis jusqu'au Col des Mosses, sur une longueur de 45 kilomètres; elle a, dans sa plus grande largeur, près de 10 kilomètres; aux deux extrémités elle finit par n'avoir qu'un kilomètre. C'est certes une des régions dont l'étude détaillée conduira à des résultats remarquables sur l'évolution orotectonique des Préalpes.

Les terrains jurassiques et crétaciques qui la composent, ressemblent beaucoup à ceux de la chaîne des Gastlose, sauf le dogger à *Mytilus*, qui n'existe pas partout.

Au sud-est de cette région de klippes, vient la *grande zone du flysch du Niesen* qui a plus de 10 kilomètres de largeur et dont les divers chaînons, irrégulièrement découpés dans les bancs de brèche polygénique, de grès grossiers ou fins et de masses plus ou moins schisteuses, s'étagent à des altitudes dépassant celle des chaînes calcaires (2500^m et plus). L'intérieur de cette immense masse de terrains détritiques a subi des dislocations nombreuses; elles sont attestées par des contournements étranges à la Männliflüh, par l'intercalation de couches liasiques et de dogger *au milieu du flysch de Chaussy*, explicable seulement

¹ Voir le profil théorique des Préalpes. fig. 1, pl. 14.

par un recouvrement, correspondant à un mouvement horizontal d'au moins 5 kilomètres, et dont la nappe jurassique du Chamossaire n'est qu'une partie isolée par l'érosion et démantelée de la couverture de flysch. Enfin, les nombreuses apparitions de gypse dans des situations étranges, où il est presque impossible de le séparer du flysch, font de cette région une énigme difficile à débrouiller.

Mais la ligne de contact avec le pied des Hautes-Alpes est encore plus étrange. Là se montre une nouvelle zone de klippes, surtout de dogger et de lias, avec de nombreux affleurements de cornieule et de gypse. Elle commence près de Frutigen et va jusqu'à Bex, comprenant encore le Chamossaire déjà mentionné. Après avoir pesé le pour et le contre et en me basant sur des arguments tirés de la tectonique de cette région, je puis me déclarer d'accord, que, dans cette région encore, les gypses et les roches dolomitiques doivent plutôt appartenir au trias qu'à l'éocène. Mais ce n'est pas tout, il faut pouvoir expliquer les positions extraordinaires qui font paraître le gypse sur plus d'un point absolument indissoluble d'avec la formation du flysch ; tout ne peut pas s'expliquer par la transgressivité de ce dernier, il en revient une large part à l'action mécanique des dislocations !

Le contact anormal avec les plis de la chaîne des *Hautes-Alpes calcaires* est une seconde énigme. En somme, ces plis paraissent comme renversés par-dessus les klippes et le flysch du Niesen, et s'il y a une faille, ce n'est pas à la surface dans les terrains sédimentaires qu'il faut la chercher, mais dans la profondeur, soit dans les terrains cristallins ; c'est par-dessus le gradin de

cette faille que les plis des Hautes-Alpes sont venus s'entasser sous forme de lacets couchés, comme si la nappe sédimentaire mésozoïque se fût décollée du soubassement plus ancien. Qu'un seul exemple nous suffise : Les plis couchés des Dents de Morcles correspondent à un mouvement horizontal *d'au moins* 10 kilomètres, tandis que les terrains carbonifères qu'ils recouvrent n'accusent qu'à peine 2 ou 3 kilomètres de refoulement !

Des dispositions analogues à celles que nous venons de reconnaître dans les Préalpes fribourgeoises et vaudaises se retrouvent dans les Préalpes du Chablais. Les mêmes zones de flysch, de chaînes calcaires et de klippen avec des contacts extraordinaires, s'y rencontrent ; ces deux régions ne forment, d'ailleurs, qu'une seule masse que la profonde érosion du Rhône a séparée en deux.

Le profil théorique, fig. 1, pl. 14, est construit d'après mes nouvelles interprétations de la tectonique des Préalpes. Il représente, sur la même ligne de profils, les éléments les plus caractéristiques appartenant aux diverses zones qu'on distingue dans cette région.

SECONDE PARTIE

RÉCIT DE L'EXCURSION DANS LES PRÉALPES

(Voir le programme, p. 451).

PARTICIPANTS : MM. E. RENEVIER, professeur de Lausanne ; F. Mühlberg, prof. d'Aarau ; M. et M^{me} BIOCHE, de Paris ; BURKHARDT, étudiant de Bâle ; L. DUPARC, prof. de Genève ; Em. CHAIX, prof., de Genève ; C. SARASIN, étudiant, de Genève ; R. HERMANN, étudiant de Fribourg en Brisgau ; E.-C. QUEREAU, étud. de Fribourg, en Br. ; D^r K. LENT, assistant au lab. de géol. de l'univ. de Fribourg en Br. ; D^r Adr. GUÉBHARD, de Nice ; R. ZELLER, étud. de Berne ; BINDY, curé de Vermes ; L. ROLLIER, de Bienne ; M. LUGEON, étud. de Lausanne ; D^r H. SCHARDT, prof. de Montreux.

Malgré les menaces sérieuses de pluie, le signal bien connu de M. Renevier parvint à réunir une quinzaine de participants, qui partirent de Fribourg le 24 août, à 2 heures, pour arriver le même jour encore à Bulle. Il fallut quelque peine pour s'arracher au banquet de ce jour, qui terminait la 74^{me} session de la Société helvétique des sciences naturelles, pour prendre congé de nos aimables hôtes de Fribourg, et aller affronter un temps des plus inclément.

Ire journée. — Vendredi 21 août.

PROGRAMME. Départ en voiture de Fribourg via Marly, La Roche à Bulle.

Région morainique et mollassique. Poudingue d'âge helvétique. — Gisements fossilifères de mollasse marine de Bürgerwald.

Le passage sur les deux ponts suspendus permet à chacun d'admirer les superbes érosions de la Sarine, dont la gorge est creusée dans d'épais bancs de mollasse grise de l'époque helvétique. Les escarpements de ces assises peuvent avoir 40 à 50 mètres, leur sommet est couvert d'épais amas de graviers, exploités sur la rive droite de la Sarine, près du grand pont suspendu. Ces graviers offrent une stratification torrentielle très irrégulière et sont interrompus par des lentilles de sable; à la surface existe un dépôt de limon rappelant le loess, mais privé des coquilles caractérisant ce terrain. On trouve parmi ces graviers des galets du Valais, mais la grande majorité sont du flysch et du calcaire des Préalpes voisines. Quelques-uns sont franchement striés, attestant le transport par les glaciers. C'est donc une moraine de fond, un dépôt en partie fluvio-glaciaire. Il n'est pas possible de s'arrêter à cette localité, le temps presse et la pluie menace; mais plusieurs membres l'ont visitée deux jours auparavant, de même qu'un second point entre Bourguillon et Breilfeld, d'où l'on domine le lit de la Sarine. Ici, le dépôt est franchement fluvial, car les galets striés manquent, mais le mélange des roches est le même. Il y a néanmoins lieu d'admettre un dépôt fluvio-glaciaire. Près de Marly, encore, des dépôts analogues sont à découvert et exploités.

A partir de Marly, on s'approche davantage du pied

des Préalpes ; mais on chemine toujours sur la mollasse marine, recouverte, en partie, de moraines.

Au delà de Praroman s'élève une série de collines, formées pour la plupart de mollasse marine assez disloquée, plongeant au S.-E., tandis que jusqu'alors ces bancs étaient presque horizontaux. C'est qu'on vient de dépasser l'axe anticlinal de la mollasse. A Montévraz se montre la première colline ; une seconde, recouverte par l'épaisse *forêt du Combert*, renferme des gisements fossilifères très riches en grandes *Huîtres*, *Pecten*, *Panopées* et plusieurs espèces de *Tapes*. M. de Gottreau, inspecteur des forêts du canton de Fribourg, s'est aimablement offert à conduire les géologues à deux de ces gisements, et nous quittons les voitures pour nous faufiler par une pluie battante à travers bois. Hélas, il fallut un courage vraiment géologique pour faire cette tournée ; heureusement, les gardes-forêts avaient découvert les affleurements et chacun put au moins ramasser quelques fossiles.

C'est avec regret que nous renonçons à visiter le gisement du *Bürgerwald*, situé à 50 minutes du bois de Combert, près Montevraz-dessus, au pied du Cousinbert. Ce gisement qu'on dit plus riche encore, est dans une situation assez étrange ; au N. et à l'E. de Montevraz affleure du poudingue, intercalé peut-être à la mollasse marine ; au-dessus de celle-ci, les profils et la carte de Gilliéron indiquent de la mollasse aquitaine plongeant sous le flysch du Cousinbert. Enfin, tout près de là, on a exploité du gypse. — Mais la pluie continue à tomber par torrents ; après avoir accepté une collation offerte gracieusement par l'administration des forêts du canton de Fribourg, nous quit-

tons notre excellent guide, M. de Gottreau, et, sans redescendre de voiture, nous continuons par La Roche, Corbière, Riaz jusqu'à Bulle où nous arrivons à la nuit tombante, ayant passé au pied de cette bordure de collines mollassiques dont les couches s'enfoncent sous le flysch de la Berra. Une lueur d'espoir nous reste encore pour le lendemain.

2^{me} journée. — Samedi 22 août.

PROGRAMME. Départ matinal de Bulle, en char jusqu'à Broc ou Charmey. Dogger fossilifère; contact anormal avec flysch.

Route de Montsalvens jusqu'à Charmey, 889^m. Replis répétés de malm et néocomien.

De Charmey par la Cluse de la Tzintre et la gorge du Rio du Mont. — Replis répétés: ossature jurassique, anticlinaux liasiques, synclinaux crétaciques. — Le long des gorges du Rio, série complète du néocomien au Trias, et inversement.

Le temps n'étant guère meilleur, quelques désertions se produisent. Mais nous partons à 6 heures et malgré la pluie qui se remet à tomber, nous pouvons visiter le gisement de dogger (⊥ S.-E.) du pont de la Trème et le contact avec un lambeau de flysch (⊥ S, 35°). Au second pont, vers le bois de Bouleyres, se voit, au bord de la Trème, le dogger avec nombreux *Zoophycos scoparius* et quelques *Belemnites*. Bancs inclinés au S.-W. 40°. Sur la route qui traverse le bois de Bouleyres, nous remarquons de nombreux affleurements de schistes marneux calloviens et oxfordiens, enfin au pont de Broc se voit une exploitation de grès du flysch dans un rocher qui borde la Sarine et dont le prolongement s'aperçoit distinctement sur la rive opposée; plongement E. S.-E. 55 à 60°. C'est un

grès grossier, gris foncé ou brun, passant à un poudingue bréchiforme. En suivant cet affleurement le long de la Sarine, on arriverait à un affleurement de dogger à *Zoophycos* et *Steph. Humphriesi* ; mais ce gisement ne peut être visité, vu le temps qui presse ; quelques beaux échantillons de *Zoophycos*, déposés à l'auberge de Broc, sont mis à la disposition des excursionnistes.

Le village de Broc est bâti sur un petit plateau qui va en s'abaissant de 40 à 45°, dès la sortie de la gorge de la Jogne vers la vallée. La Sarine et la Jogne y ont creusé leur lit, en créant de superbes berges d'érosion, visibles surtout en aval des moulins de Broc. Ce plateau est entièrement formé de graviers à stratification torrentielle. M. Renevier pense que ce dépôt pourrait bien être un ancien cône de déjection de la Jogne, plutôt qu'un dépôt erratique ou fluvio-glaciaire. C'est probablement un cône immergé, formé à une époque où la vallée de la Sarine était obstruée par un barrage ayant créé un lac. Plus tard la Jogne a érodé ce dépôt, après avoir approfondi sa gorge. Deux faits paraissent appuyer cette explication. L'existence de limons stratifiés près de la Trème entre Gruyère et Broc, et la composition de ce dépôt qui contient exclusivement des roches de la vallée de la Jogne, des grès du Hundsrück, du malm, du néocomien et du crétacique rouge, tous en galets roulés et non striés. M. Schardt observe que les grès et brèches de Chaussy qui caractérisent les dépôts de la Sarine y manquent entièrement ! Le sommet de cet ancien cône de déjection est actuellement à environ 40 mètres au-dessus du niveau de la Jogne, qui coule sur le flysch à sa sortie de la gorge. M. Gilliéron désigne ce terrain *quaternaire stratifié* (Montsalvens p. 187) et le

croît contemporain de la période glaciaire, résultant de l'action combinée de la Sarine, de la Jogne et du glacier du Rhône qui aurait momentanément barré la vallée. La composition de ce dépôt, sa surface régulière, ainsi que les refoulements très visibles qu'il a fait subir au cours de la Sarine, appuient plutôt l'autre manière de voir.

Le passage le plus intéressant de la journée a été la montée du pont des moulins de Broc, par la route de la *Bataille*, à Montsalvens. Nous trouvons au bas du talus, dans la tranchée de la route, le flysch, grès et marne schisteux avec fucoïdes, plongeant sous l'oxfordien, qui est schisteux dans le bas, puis alternativement noduleux et compact dans la partie supérieure. Le premier lacet de la route permet de constater des plissements, chevauchements et enchevêtrements dans les alternances schisteuses et calcaires de l'oxfordien inférieur (calcaire à ciment). Le second lacet de la route nous permet de suivre toute la série des calcaires concrétionnés et des calcaires en grumeaux du niveau à *Am. transversarius*, puis jusqu'au 2^{me} contour, on suit le malm, bancs réguliers de calcaire compact d'une épaisseur de 50 mètres environ; au 3^{me} contour nous trouvons le néocomien.

Ce malm montre des dislocations et des replis très curieux, prouvant l'intensité du mouvement horizontal, qui a bouleversé cette région jusque dans ses moindres détails (voir le croquis fig. 2, pl. 14).

Le petit plateau, où est bâti la grange de la Bataille, est formé de néocomien; ce dernier est calcaire dans sa partie inférieure, et passe ensuite à un facies schisteux

qui fait place, juste sous les ruines de Montsalvens, au calcaire grumeleux avec fossiles, auquel se superpose le malm calcaire compact avec plongement N. suivi de néocomien. Une discussion s'engage ici entre divers géologues pour savoir comment expliquer la présence de ce lambeau de malm au-dessus du néocomien; les profils de Gilliéron donnent bien sa position, mais non ses relations avec les couches profondes (fig. 4, pl. 14). Sans qu'il soit possible de rien affirmer de certain, on tombe d'accord pour admettre la possibilité d'une petite faille, ayant amené à la surface ce lambeau de malm (voir le profil fig. 3, pl. 14, construit par M. Schardt en interprétant ce principe).

De la Bataille à Charmey, la route suit successivement des affleurements de néocomien et de dépôts morainiques. Non loin du Pont du Javroz, nous pouvons voir sur des calcaires plaquetés du néocomien, des *Ammonites* et des *Ancyloceras* complètement écrasés. Pendant une éclaircie, M. Schardt donne l'explication de la structure du massif de la Dent de Broc qui se présente droit en face, avec son pli synclinal déjeté (fig. 2, pl. 9).

Le village de Charmey est situé sur le point de contact du néocomien de Montsalvens avec le trias de la chaîne du Ganterist. Le développement considérable de l'erratique ne permet pas de voir ce contact; mais ayant à peine quitté le néocomien au Pont du Javroz, nous reconnaissons déjà à l'entrée du village, le lias inférieur, calcaire cristallin siliceux gris, plongeant au S.-E., parallèlement au néocomien. Près de Valsainte, le flysch s'intercale entre le néocomien et le trias. D'après Gilliéron, il y aurait même deux séries du trias au dogger (voir profil 4, pl. 14).

Entre-temps, le ciel toujours menaçant s'est éclairci un peu. Après diner nous tenons conseil pour savoir si nous rentrerons avec les voitures, ou si nous voulons courageusement brûler nos vaisseaux et continuer la campagne. La grande majorité est pour cette dernière alternative. Quelques rayons de soleil, à peine perceptibles, accompagnent notre départ.

La *cluse entre la Tzintre et Praz-Jean* (Rio du Mont), que nous traversons, coupe toute la chaîne de Ganterist. A la Tzintre nous constatons encore le calcaire siliceux du lias inférieur ; puis un ravin à notre gauche, trahissant le toarcien et le dogger, précède un grand escarpement de malm, d'où s'est détaché maint éboulement, ainsi que le prouve le seuil formé de gros blocs qui retient la Jogne au Moulin-Neuf. Le fond, entièrement plat en amont de ce seuil, trahit l'ancienne existence d'un lac de cluse. L'escarpement à droite (rive gauche) montre sur sa tranche un synclinal très net — il renferme un peu de néocomien — le prolongement de celui du versant N. de la Dent de Broc (pl. 9, fig. 2 et 3). Sur la rive opposée, les rochers des Vanels, ne permettent pas de voir ce pli aussi distinctement ; il y est fortement écrasé, le déjettement se renverse, en sorte que le synclinal passe sur le versant opposé (S.-E.) de l'arête que la cluse coupe très obliquement (pl. 14, fig. 4). La présence du néocomien y donne lieu à une corniche suivie par le sentier des Vanils et que le flanc renversé du malm surmonte verticalement.

Un peu en amont de ce point, la vallée entame une voûte : sur le flanc S.-E. celle-ci est entr'ouverte et laisse percer dans son milieu un noyau de lias inférieur, même calcaire siliceux qu'à la Tzintre ; mais de part et d'autre de ce lias, la place correspondante au dogger et au lias

supérieur, est fort inégale, ce qui motive la supposition d'un écrasement ou d'un glissement du côté N.-W de cette voûte, où il n'y a qu'un étroit ravin entre le noyau liasique et le malm, tandis qu'au S.-E. une combe très large indique un fort développement des terrains intermédiaires. La région correspondante à cette voûte sur le versant opposé a un aspect totalement différent. Le malm décrit une voûte régulière complètement fermée et atteint ensuite le niveau de la vallée près de la Chapelle du Roc, 880^m, où l'on voit des bancs verticaux de l'oxfordien et du malm (voir fig. 4. pl. 14). Ce fait indique que l'axe de la voûte subit un abaissement considérable du côté du N.-E.

A la Chapelle du Roc, on entre dans un large synclinal comblé de néocomien et de crétacique rouge et qui offre dans son milieu un petit anticlinal secondaire dans le néocomien. Au N.-E., ce synclinal s'élargit encore davantage et la voûte de malm précédemment constatée disparaît complètement sous le néocomien. Au S.-W. au contraire, ce synclinal se rétrécit et forme les trois pointes du Haut Crêt, 1651^m (fig. 3, pl. 9).

M. le curé Bindy et M. et M^{me} Bioche nous quittent ici, pour nous rejoindre à Château-d'OEx par la voie plus facile de la vallée de la Sarine.

C'est au milieu de ce synclinal que nous nous engageons dans le vallon transversal du Rio du Mont, qui continue, avec une direction un peu différente, le profil suivi jusqu'ici. Bientôt on sort du synclinal, par une gorge coupant le malm vertical et le dogger, puis, sans voir la moindre trace de lias, on trouve à 500^m du malm, près de Dom Hugon, le trias. Il y a donc là la même oblitération du lias que précédemment, plus manifeste encore

puisque le trias est en contact avec le dogger. Près du chalet de Dom Hugon affleure la cornieule, et de nombreux blocs de dolomie se trouvent dans les éboulis de la forêt.

Sous les Rouvènes-devant, se voit au bord du Rio un affleurement de rhétien, calcaire gris lumachellique à *Terebratula gregaria*, puis vient une épaisseur énorme de calcaire siliceux du lias inférieur, suivi du toarcien et du dogger avec plongement S.-E. 60°, occupant une longueur de plus de 2 kilomètres, avant qu'on touche au calcaire noduleux de l'oxfordien. Celui-ci est surmonté d'un escarpement de malm que le Rio franchit par une superbe cascade; au-dessus vient le néocomien avec ses calcaires gris en dalles plissées en zigzag, contenant quelques *Aptychus* et des *Ammonites*. Quelques pas encore et nous entrons, à 1400^m, dans un vallon élevé à fond plat comme une table, occupé peut-être jadis par un lac. Des pentes gazonnées l'entourent, et droit en face de nous s'élève l'arête dentelée des Gastlose (Dent de Savigny — Pucelles — Rocher de la Raye).

C'est le Gros-Mont, la Verdaz comme le nomment les pâtres vaudois. La nuit tombe, lorsqu'enfin nous prenons notre quartier au chalet du Jeu de Quilles, 1417^m (ainsi nommé à cause de la surface plane du fond du vallon). Nous voyons en passant du crétacique rouge et du flysch appliqués contre les pentes de la Dent de Brenlaire, puis au Jeu de Quilles même un pointement de crétacique au milieu de la vallée. La nuit était déjà noire, lorsque M. Lugeon nous rejoint au chalet du Beau-Mont où MM. Glasson et Decroux de Bulle ont bien voulu offrir l'hospitalité à MM. Renavier et Guébhard; quant aux jeunes... un tas de foin, au Jeu de Quilles, les reçut bientôt tous dans son vaste matelas.

3^{me} Journée. Dimanche 23 août.

PROGRAMME. — Montée de la Verdaz au Pert-à-Bovay. Beau coup d'œil sur les aiguilles des Gastlose — Synclinal de Flysch avec klippes crétaciques; poudingue de la Mocausa.

Au Pert-à-Bovay, dogger à *Mytilus* (facies terrestre à *Zamites* avec houille) superposé par chevauchement au crétacique rouge et d'autre part surmonté de malm, de crétacique rouge et de flysch. Au rocher de la Raye passage du chevauchement anticlinal à un chevauchement isoclinal. Reprise du chevauchement anticlinal aux Erpilles; descente dans la vallée du Vert-Champ.

Visite aux gisements du Mont-Laitmaire, même dogger à *Mytilus*, malm horizontal sur le flysch. Descente à Château-d'OEux.

Le lendemain de bonne heure, le temps qui avait tourné à la pluie pendant la nuit, paraissait vouloir se remettre au beau. Bien reposée, toute la société gravissait le sentier qui conduit sur la pente S.-E. de la vallée, formée de flysch, au pied du Pert-à-Bovay. Sur la pente nous constatons deux bancs de poudingue calcaire intercalés dans le flysch; c'est le poudingue de la Mocausa, nommé ainsi par Studer d'après un autre nom de la Verdaz. Du haut des pâturages du Fétu, 1600 m., nous avons un aspect superbe sur la chaîne du Vanil-Noir et les Gastlose, à la fois. Nous voyons l'arête de Brenlaire aller rejoindre celle des Tours au Vanil-Noir, en entourant le haut vallon synclinal des Morteys. L'arête des Tours, dont l'intérieur est une voûte des plus régulières s'abaisse subitement et se perd sous la Verdaz — les seuls indices sont les klippes du Jeu de Quilles et du Beau-Mont. De ce même point de vue, M. Schardt donne un aperçu de la structure des Gastlose et du Rocher de la Raye, qui sont en face de nous.

En s'approchant du Pert-à-Bovay, étroite échancrure dans l'arête des Gastlose, nous voyons déjà en dessous de la Corne-Aubert, au pied de l'escarpement, des pointements de couches rouges crétaciques. Le sentier du Pert passe sur un rocher, où ce terrain présente nettement l'aspect d'une voûte qui laisse percer le malm plus au S.-W. C'est au sommet de ce rocher que nous atteignons le contact entre le dogger à *Mytilus* et le crétacique; ce contact est marqué par un banc jaune. Les couches du dogger commencent par un grès ferrugineux, puis viennent plusieurs alternances de marne brune argileuse et de charbon terreux. Les marnes brunes sont remplies de débris de végétaux, tiges, feuilles, etc.; et ô bonheur! MM. Lugeon, Burkardt et Schardt parviennent à découvrir plusieurs empreintes fort délicates de *fougères*, précieux fossiles qui sont remis à M. Renevier pour le Musée de Lausanne. Les couches marines du dogger sont peu épaisses, mais ce qui est surtout frappant, c'est qu'à peine les a-t-on quittées, que se montre le crétacique rouge; le malm qui forme pourtant à gauche et à droite deux immenses murailles n'a que quelques mètres d'épaisseur! MM. Renevier et Schardt attribuent cet accident à une faille à rejet vertical et parallèle à l'arête, ainsi que le montre la figure 5, pl. 14, faite d'après un croquis pris sur place. C'est cet accident qui a sans doute donné lieu à cette échancrure. Chacun a pu s'assurer de la vraisemblance de cette manière de voir, en montant sur le « revers » de l'arête, le long de la couverture de couches rouges; le malm n'est pas seulement faillé parallèlement à sa direction, mais des cassures transversales, divisant l'arête en tronçons, ont

fait pencher ceux-ci plus ou moins fortement d'un côté ou de l'autre; la fig. 5 *a*, pl. 14 représente, en plan, la disposition de ces tronçons fendus.

Au pied de la Tour du sommet, sans avoir quitté le crétacique, nous voyons la paroi de malm à notre droite s'arrêter subitement, les couches rouges traversent l'arête de part en part (fig. 3, pl. 10). Une discussion s'engage, pour savoir si le malm, qui paraît manquer sur ce point, est réellement resté enfoncé, comme le suppose le profil de M. Schardt (fig. 3, pl. 10), ou s'il a été enlevé. Car il est indubitable que l'arête de malm qui s'éteint (fig. 2) est la même que celle qui forme la Tour de la Raye (fig. 4). Dans le second cas, il reste assez certain que l'ouverture, par où le malm a percé, a été oblitérée ensuite, soit par des éboulis, soit peut-être par un glissement des couches rouges qui sont ici très inclinées. M. Schardt déclare qu'il se range tout aussi volontiers à cette dernière explication.

La présence des replis du crétacique rouge sous le dogger (fig. 3 et 4) est ensuite mise en discussion. M. Renévier y voudrait voir un indice du flanc moyen (Mittelschenkel) d'un pli en S, ce qui réduirait le chevauchement isoclinal à un pli couché et étiré. Toutefois, il manque des indices analogues dans le malm, et il semble toujours plus logique de n'y voir qu'un effet secondaire du chevauchement, qui aurait refoulé devant lui la nappe de crétacique arrachée du malm.

Nous passons près d'un endroit au pied de la Tour de la Raye, où, à 1900 mètres environ, on a essayé d'exploiter la houille du bathonien. L'un des propriétaires de la mine, M. Saugy, a fait préparer ici à la Société une petite collation. Quant à la houille, on est unanime

à déplorer qu'il n'y en ait pas davantage, et qu'elle soit dans un des endroits des plus disloqués des Alpes, loin de tout chemin carrossable ! De cet endroit nous voyons, sur le flanc opposé du Creux-Rouge, deux failles, nettement accusées par des bancs bien reconnaissables du bathonien (fig. 6, pl. 14). Ces petites failles sont un effet secondaire du chevauchement.

M. Schardt explore, avec MM. Lugeon, Burkardt et Zeller la coupe des couches à *Mytilus*. Mais le temps menace de nouveau ! Les brouillards enveloppent les montagnes et bientôt nous y sommes pris à notre tour. Nous passons près du gisement à polypiers du bathonien (1878^m) où chacun peut recueillir encore quelques échantillons de cette faune remarquable toute nouvelle (30 espèces), et arrivons, par le couloir des Erpilles, au point où reprend le chevauchement isoclinal (1763^m).

Descendus vers 2 heures au fond de la vallée de Vert-Champ (1200^m), nous comptions avoir le temps de voir le Mont-Laitmaire qui est devant nous. Mais la pluie commence, elle nous accompagne jusqu'aux Siernes-Piquats et aux Chenaux-Rouges. C'est une retraite lamentable ! Quelques-uns, ne suivant que la droite ligne et la plus forte pente, s'égarent et arrivent à Paray-Charbon (1675^m). C'est par une pluie battante que nous passons le Col de la Sierne-au-Cuir (1410^m), regrettant de devoir laisser à notre gauche le Mont-Laitmaire, avec ses gisements fossilifères et son profil unique des couches à *Mytilus*. Il est 7 heures, lorsque nous arrivons à Château-d'Œx, mais dans quel état ! Nous y trouvons M. Rollier, qui, depuis deux jours, nous avait cherchés par monts et vaux ; puis M. et M^{me} Bioche, venus par Bulle.

4^{me} journée. Lundi 24 août.

PROGRAMME. Vallée de Château-d'Œx, pointements de crétacique dans le flysch. Cluse de la Chaudanne et de Rossinière; dogger et lias sur la nouvelle route. Série inverse et replis sur le passage par Cuves à la Tine.

De Montbovon au Col de Jaman, vallée synclinale d'Allière avec double pli dans le crétacique rouge et le néocomien. Malm au Col. dogger et lias à la descente, aux Avants. Hettangien à la carrière des Avants. Dogger, lias, rhétien et trias, au contact avec le flysch, à la descente sur Montreux.

La Société se remet en route, un peu plus tard qu'il ne l'eût fallu. Mais la pluie de la veille avait été si désastreuse pour l'équipement de tous, qu'il fallut attendre que chacun fût prêt au départ.

On s'achemine enfin par la grande route de Château-d'Œx aux Moulins. Nous constatons en passant près de l'église, puis près du cimetière, les curieux pointements de crétacique (couches rouges et néocomien) de ce synclinal (fig. 6, pl. 12). Le second affleurement est nommé le Château-Cottier. Du haut de cette colline, on domine toute la vallée; M. Schardt décrit à la Société réunie les particularités du superbe panorama géologique qu'offre ce point de vue. Il explique d'abord la structure du Mont-Laitmaire, qui borne la vallée au nord-est (maigre dédommagement de la course manquée le jour avant), sa liaison avec les rochers de la Braye et la jonction de ceux-ci avec la voûte que nous voyons sur la paroi sud de la gorge de la Tourneresse (fig. 5, pl. 11, 6 et 7, pl. 12), enfin, les beaux ravinements sur le flanc de la chaîne du Vanil-Noir, entre Paray, le Mont-Cray et la montagne de Planachaux, prolongement de cette chaîne au delà de la profonde cluse de la Chaudanne.

La nouvelle route nous fait passer juste à côté de la grande source vaclusienne, qui jaillit sur le flanc droit de cette cluse, au contact du malm et du dogger.

Nous suivons les couches du dogger jusqu'à Rossinière; à l'est de ce village enfin se montre cette intéressante coupe du lias, que la nouvelle route a mise à découvert. D'abord du toarcien plongeant au sud-est, puis le calcaire spathoïde (brèche échinodermique) du lias inférieur, gris d'abord, puis jaune, rose, enfin, franchement rouge-brun et d'un grain plus grossier. Certains bancs sont remplis de *bélemnites*. Ce calcaire est, par son facies, le correspondant du calcaire de Hierlatz; M. Lent, qui connaît *de visu* ce dernier terrain, en affirme l'identité. Comme dans les Alpes orientales, ce calcaire repose ici directement sur le trias, car juste en dessous vient la dolomie avec de la cornieule. Un peu plus loin, la route passe au pied d'un rocher qui est le contre-jambage du lias inférieur. Cette roche n'a pas partout l'aspect d'une brèche à échinodermes, une bonne épaisseur est homogène. Les fossiles que nous pouvons recueillir attestent le niveau à *Aegoceras planicosta* et *raricostatus*. Elle a fourni des *Rhynchonelles* identiques à celles de Saltrio et de Gozzano. Le toarcien à *Zoophycos* et petits bivalves vient immédiatement au-dessus. Puis le bathonien, également riche en *Zoophycos*.

Entre Cuves et la Tine, la Dent de Corjon présente le profil naturel de son pli synclinal (profil 7, pl. 12) et vers la Tine, où la Sarine coule au fond d'une étroite gorge, on suit les couches du dogger supérieur, déjetées un peu au delà de la verticale. Il y a un banc rempli de *Lytoceras tripartitus*, d'autres couches, plus

haut, sont couvertes de vrais jardins de *Zoophycos scoparius*, enfin, au point où le pont de fer est jeté hardiment sur l'impasse, nous voyons l'oxfordien noduleux, puis le malm calcaire (tithonique).

Avant d'arriver à Montbovon chacun a pu suivre dans le néocomien la succession de marnes noires et de calcaires gris, puis le crétacique rouge. A Montbovon, M. et M^{me} Bioche, MM. Rollier et Sarasin nous quittent.

La montée au col de Jaman a permis de constater la structure de la vallée de Montbovon-Allière (profils 6 et 7, pl. 12) et la manière dont s'éteint cette vallée synclinale au pied de la Dent de Jaman et dans le massif de Hautaudon (fig. 8, pl. 12) qui correspondent aux deux plis synclinaux de cette cuvette.

La descente aux Avants nous fait voir la série complète des terrains de l'arête des Verreaux.

A la source des Avants une surprise nous attendait. Le Conseil d'administration de la Société des Eaux des Avants, représenté par MM. Doge, président, J. Dubochet et Baron, accompagnés de M. Meystre, directeur et de notre collègue M. François Doge, nous firent l'accueil le plus aimable, en nous invitant à visiter les nouveaux travaux de captage de la source, qui alimente Montreux et Vevey d'une excellente eau potable. Les nouvelles galeries, construites selon les indications de M. le prof. Heim de Zurich, étaient éclairées à l'électricité en notre honneur ; MM. Renevier et Schardt donnent des explications sur cette source, pendant qu'une collation nous est offerte gracieusement par nos hôtes.

Nous avons hâte d'arriver à Montreux. Il fait presque nuit lorsque nous passons devant les gisements

de rhétien et de trias entre le Sollard et Chamby. On croit sur parole M. Schardt, lorsqu'il montre sur Chaulin le contact du lias et du trias avec le flysch, car on ne peut plus y voir. La nuit est complète à notre arrivée à Montreux.

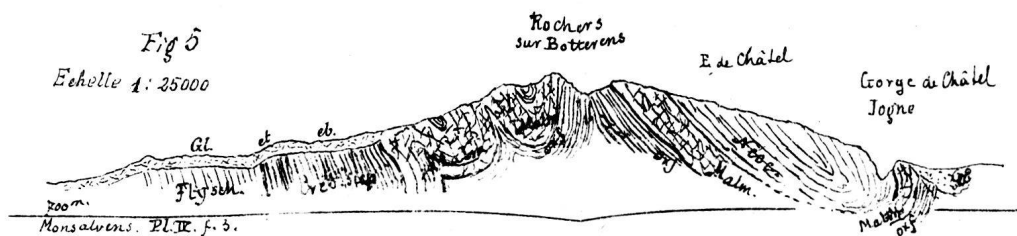
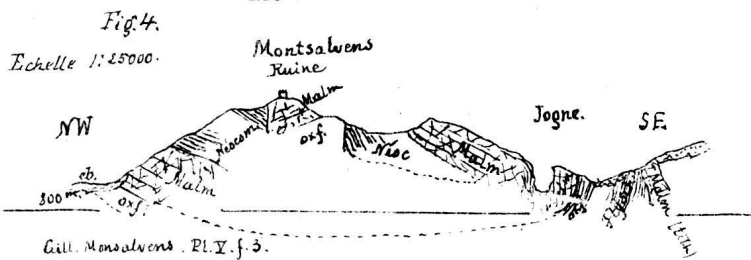
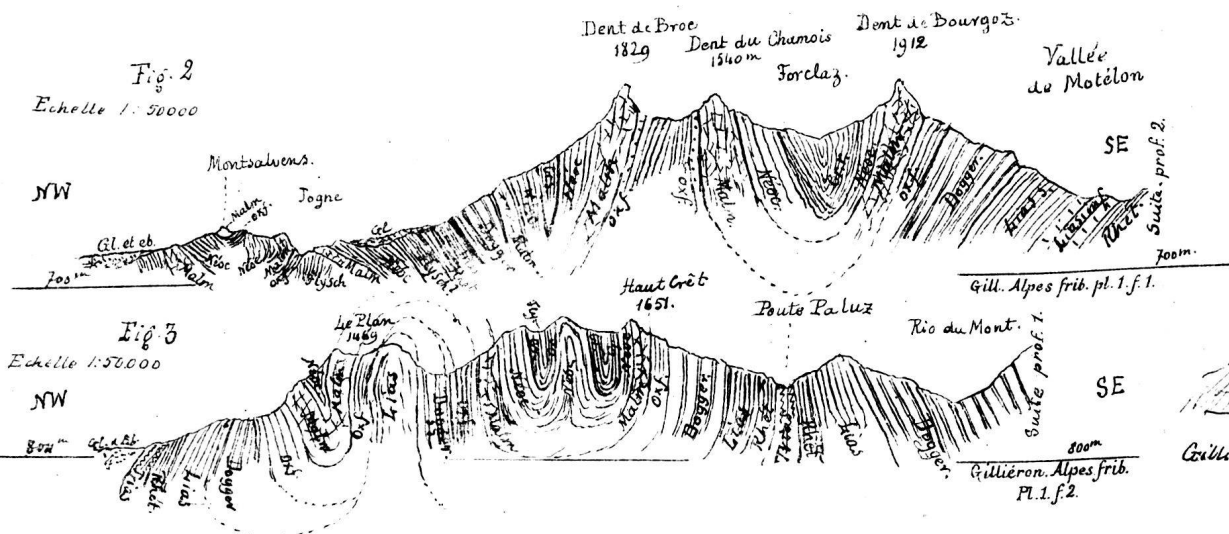
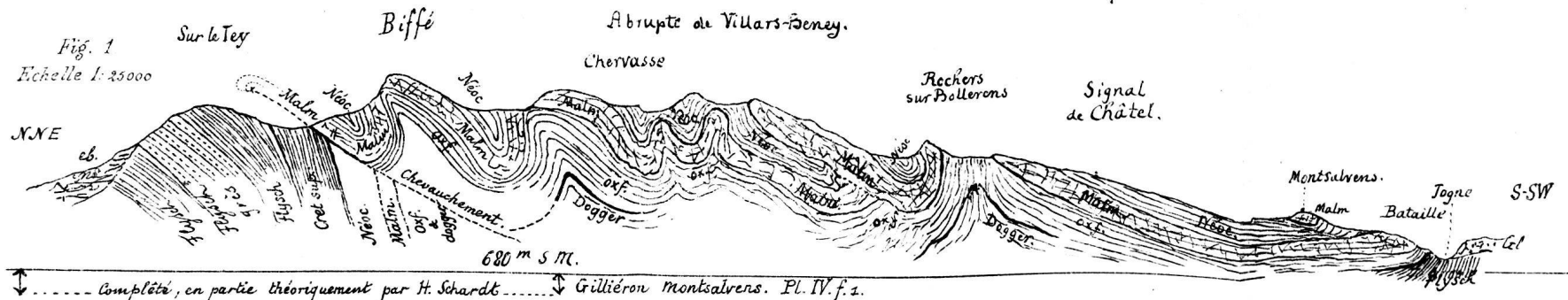
Là, après s'être consulté, la société réduite à 12 personnes, décide de renoncer aux courses facultatives annoncées pour le lendemain et en remerciant chaleureusement M. Schardt, le « pivot » des excursions, nous nous séparons, non sans exprimer toute notre reconnaissance à notre excellent président, M. le prof. Renevier qui a supporté, comme un jeune, les fatigues du chemin, tout en notant, dessinant, observant sans cesse, et témoignant à chacun sa sollicitude.

Veytaux près Montreux, octobre 1891.

Société géologique suisse. — Excursions de 1891.

Profils & croquis des Alpes fribourgeoises; Environs de Montsalvens & chaîne de la Dent de Broc (Cantonist)

D'après V. Gilliéron.

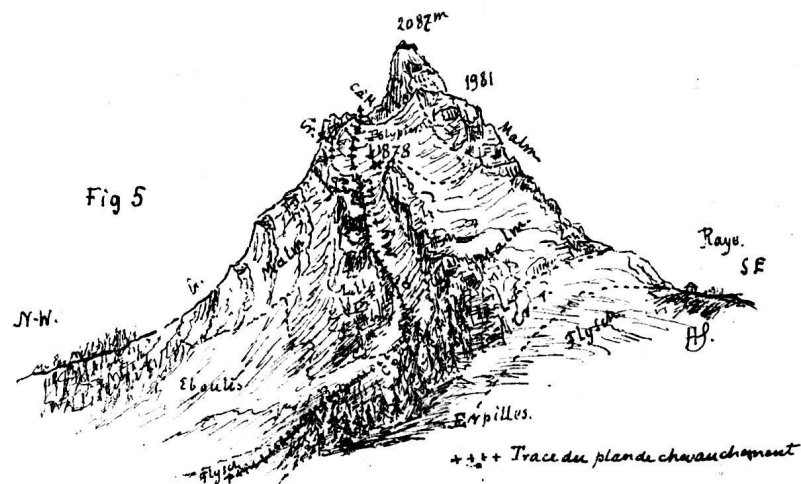
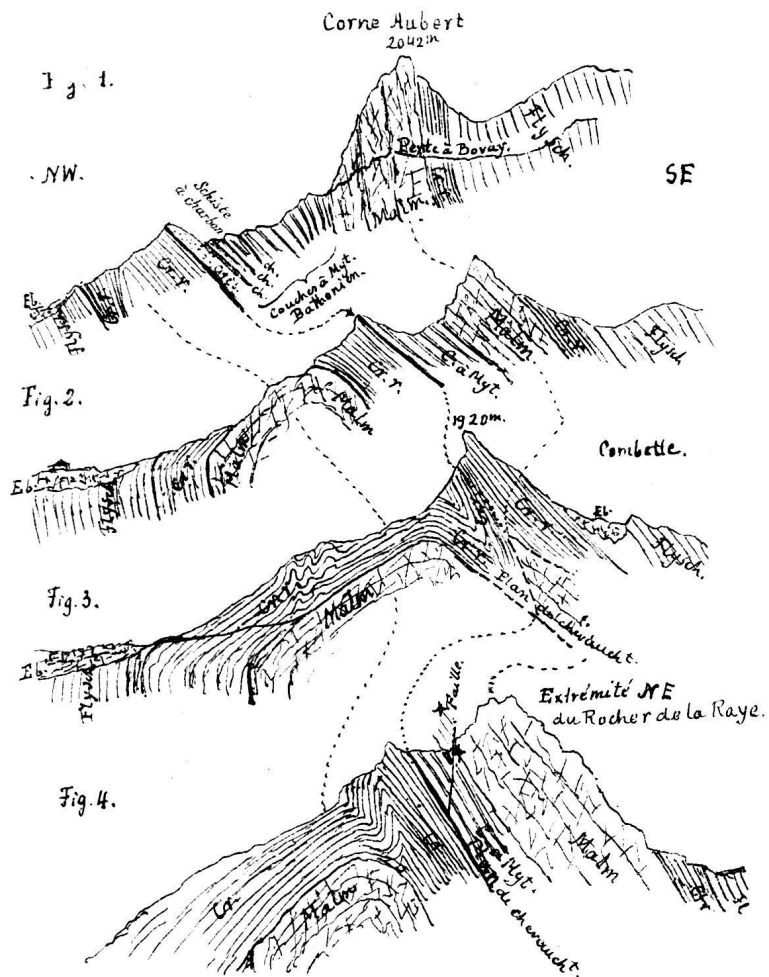


Société géologique suisse. — Excursions de 1891. —

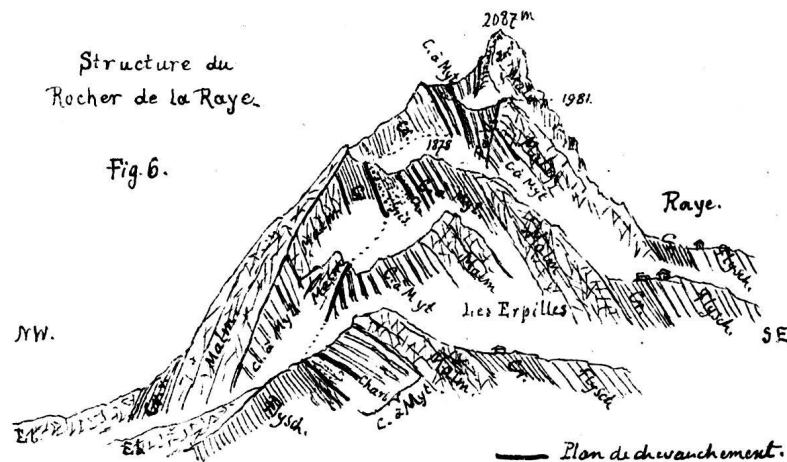
Détails du Rocher de la Raye.

par H. Schardt.

Profils montrant les modifications de l'arête chevauchée
entre le Perte à Bovay & le Rocher de la Raye.

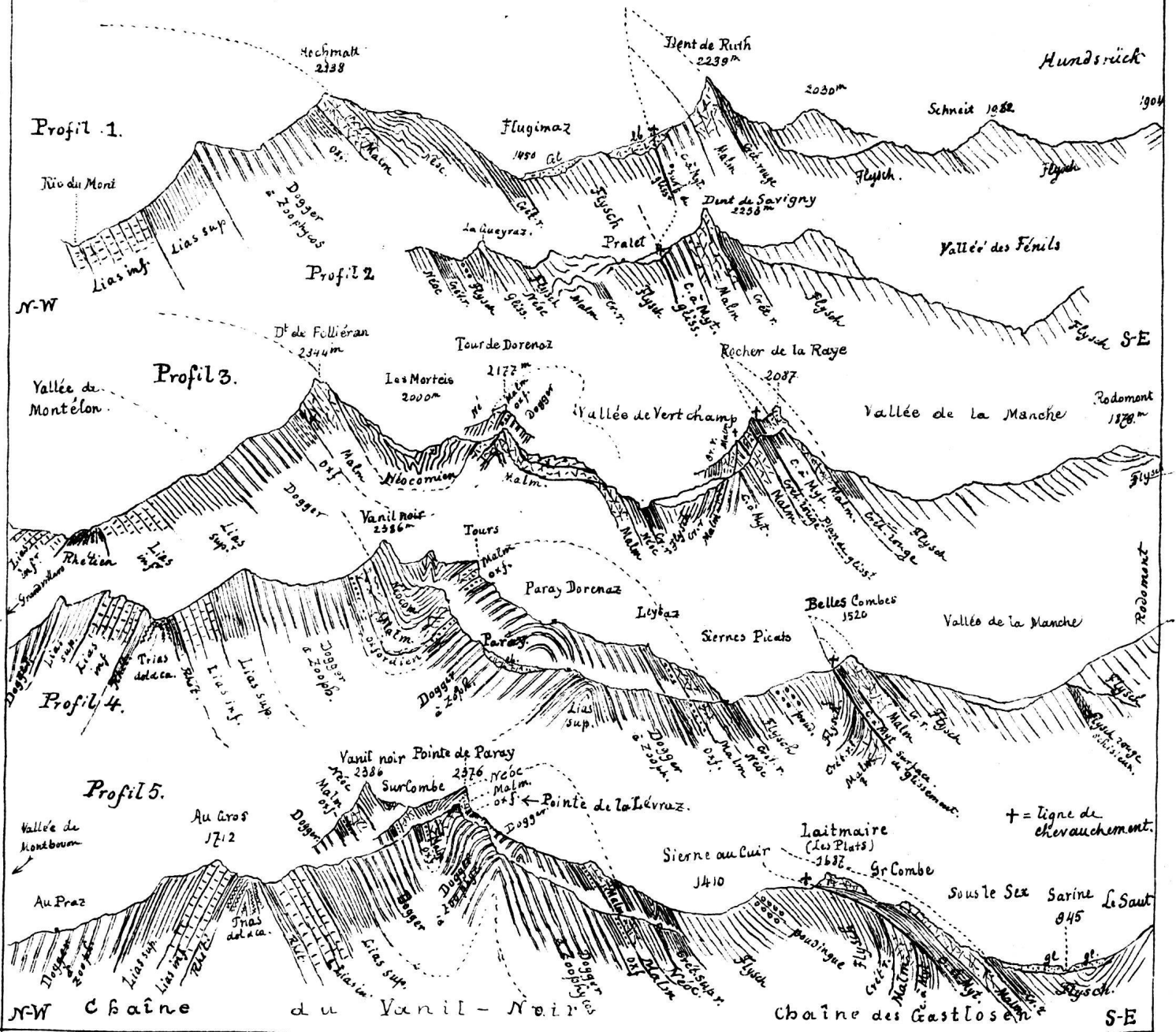


Croquis pris de la Laitmaire



Société géologique suisse. — Excursions de 1891.

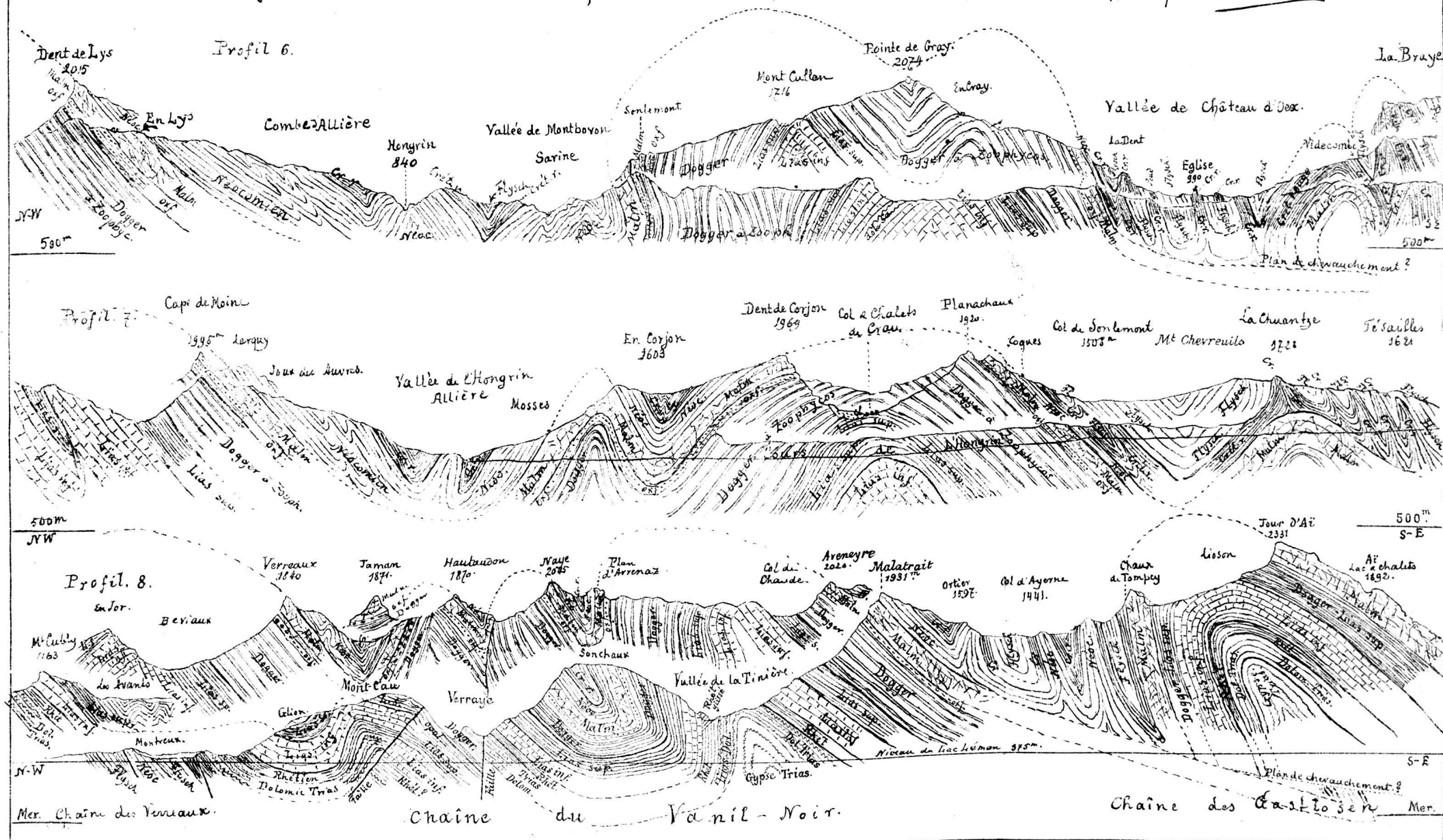
Profils de la chaîne du Vanil-Noir & de l'Arête chevauchée des Gastlosen par H. Schardt



Echelle de toutes les figures 1:50.000

D^r H. Schardt del. & autogr.

Société géologique suisse. — Excursions de 1891.
 Profils des chaînes des Verreaux, du Vanil Noir & des Gastlosen (à chevauchement supposé) par H. Schardt.



Fichelle de toutes les figures 1:50000

H. Schardt del. & autogr.

Société géologique suisse. — Excursions de 1891. — Profils & croquis par H. Schardt.

