

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 10 (1908-1909)
Heft: 5

Rubrik: Revue géologique suisse pour l'année 1908

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: 23.02.2026

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

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Revue géologique suisse pour l'année 1908.

N^o XXXIX

par CH. SARASIN.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

a) MINÉRALOGIE.

1. H. BAUMHAUER. Ueber die Brechungsexponenten und die Doppelbrechung des Apatits von verschiedenen Fundorten. *Zeitschr. f. Kryst.*, t. XLV, p. 555-568. (Voir p. 590.)
2. H. BAUMHAUER und C. O. TRECHMANN. Neuere Beobachtungen am Baryt des Binnenthales. *Zeitschr. f. Kryst.*, t. XLIV, p. 609-617, 1 pl. (Voir p. 589.)
3. A. BRUN. Cristallisation du quartz. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 610-611. (Voir p. 590.)
4. L. DUPARC. Sur les phénomènes de l'ouralitisation. *Arch. des Sc. de Genève*, t. XXV, p. 72-73. (Voir p. 590.)
5. G. T. PRIOR. Chemical constitution of Seligmannit. *Min. Soc. of London*, séance du 16 juin 1908. (Voir p. 590.)

b) PÉTROGRAPHIE.

6. T. G. BONNEY. On Antigorit and the Val d'Antigorio, with notes on other Serpentine containing that Mineral. *Quart. Journal Geol. Soc. London*, t. LXIV, f. 2, p. 152-170. (Voir p. 591.)
7. U. GRUBENMANN. Der Granatolivinfels des Gordunothales und seine Begleitgesteine. *Vierteljahrsschrift der naturf. Gesell. Zürich*, T. LIII, 1908. (Voir p. 591.)
8. L. HEZNER. Petrographische Untersuchung der kristallinen Schiefer auf der Südseite des St. Gothard (Tremolaserie). *N. Jahrb. für Min., Geol. u. Pal. Beilage*. XXVII, p. 157-218. (Voir p. 599.)
9. J. KÖNIGSBERGER. Ueber Kohle in Granatglimmerschiefern des Gothard, über das vermutliche Alter dieser Gesteine und ihre Entstehung. *Eclogæ*, X, p. 526-530. (Voir p. 598.)
10. J. KÖNIGSBERGER. Geologische Beobachtungen am Pizzo Forno (Tessin) und Beschreibung der Minerallagerstätten des Tessinermassivs. *N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Beilage*. XXVI, p. 488-564, pl. xxxvii et xxxviii. (Voir p. 593.)

c) GÉOPHYSIQUE.

11. A. BALTZER. Der Bergsturz von Kienthal. *Eclogæ*, X, p. 13-14 ; voir aussi *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, 1907, p. 60.
12. ED. BRÜCKNER. Glacialmorphologische Exkursion in das Chamonix-gebiet, im Wallis und im Berner Oberland. *Livret des Excurs. du IX^e congrès intern. de géographie*, Genève, 1908, p. 120-132. (Voir p. 606.)
13. ED. BRÜCKNER et E. MURET. Les variations périodiques des glaciers. XII^e Rapport, 1906. *Annales de Glaciologie*, t. II, p. 161-198. (Voir p. 615.)
14. A. BRUN. Quelques recherches sur le volcanisme au Pico de Teyde et au Timanfaya. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 146-171. (Voir p. 625.)
15. A. BRUN et F. MONTAGNIER. Résultats obtenus aux Canaries pour l'étude des volcans. *Ibid.*, t. XXV, p. 73-74. (Voir p. 625.)
16. J. BRUNHES. Le problème de l'érosion et du surcreusement glaciaires. *Actes de la Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 155-175. 1908. (Voir p. 604.)
17. J. BRUNHES. Interprétation nouvelle de l'érosion glaciaire. *Eclogæ*, X, p. 34-36. (Voir p. 605.)
18. E. CHAIX. Atlas international de l'érosion. *Actes Soc. helv. des sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 151-154. 1908. (Voir p. 603.)
19. E. CHAIX. L'érosion mécanique et chimique. *Livret des excursions scient. du IX^e congrès intern. de géographie*, Genève, 1908, p. 142-147. (Voir p. 604.)
20. E. CHAIX. Quelques documents nouveaux sur les glaciers. *Le Globe, org. de la Soc. de géogr. de Genève*, t. XLVII, Mém. p. 33-71, pl. I à VI. (Voir p. 617.)
21. L.-W. COLLET. L'action des acides organiques en géologie. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 70-72. (Voir p. 604.)
22. F.-A. FOREL. Variations de grandeur des glaciers. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 494-496, et t. XXVI, p. 334-335. (Voir p. 615.)
23. F.-A. FOREL. Les variations périodiques des glaciers. XII^e Rapport, 1906. *Ibid.*, t. XXV, p. 577-587. (Voir p. 616.)
24. F.-A. FOREL. Le dessèchement des sources. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 8 juillet 1908, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 672-673. (Voir p. 608.)
25. F.-A. FOREL. L'eau des lacs eau d'alimentation. *Internat. Revue der gesamt. Hydrobiologie u. Hydrographie*, t. I, 1908, p. 525-532. (Voir p. 609.)
26. F.-A. FOREL. Le Léman. *Livret des excurs. scient. du IX^e congrès intern. de géographie*, Genève, 1908, p. 115-120. (Voir p. 608.)
27. F.-A. FOREL, E. MURET, P.-L. MERCANTON et E. ARGAND. Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses. XXVIII^e Rapport, 1907. *Ann. du S. A. C.*, 47^e année, 1908, p. 302-331. (Voir p. 616.)
28. J. FRÜH. Exkursion zum Studium der morphologischen Verhältnisse der Alpen und ihres Vorlandes. *Livret des excurs. scient. du IX^e congrès intern. de géographie*, Genève, 1908, p. 27-47. (Voir p. 605.)
29. J. FRÜH. Bericht der Erdbebenkommission für das Jahr 1906-07. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg. Vol. II, p. 50-62, 1908. (Voir p. 623.)
30. J. FRÜH. Bericht der Erdbebenkommission für das Jahr 1907-08. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, p. 67-70. (Voir p. 623.)

31. E. J. GARWOOD. The Tarns of the Canton Ticino. *Quart. Journal Geolog. Soc. London*, t. LXII, p. 165-194, pl. VII-XXI. (Voir p. 609.)
32. R. GAUTIER. Série des observations météorologiques du Grand-Saint-Bernard. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 335-336, et *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, 1908. (Voir p. 615.)
33. R. DE GIRARD. Un nouveau genre de reliefs tectoniques. *Eclogæ*, X, p. 48-63. (Voir p. 625.)
34. P. GIRARDIN. Le surcreusement glaciaire. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 65, 1908, et *Eclogæ*, X, p. 31-33. (Voir p. 605.)
35. P. GIRARDIN. Quelques cas de diffluence des glaciers actuels. Ce que signifie la ligne de partage des eaux en haute montagne. *La Montagne, Rev. mens. du C. A. F.*, oct. 1908, p. 392-399. (Voir p. 605.)
36. E. HAGENBACH-BISCHOFF. Bericht der Gletscherkommission für das Jahr 1906-07. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, vol. II, p. 65-71. (Voir p. 617.)
37. E. HAGENBACH-BISCHOFF. Bericht der Gletscherkommission für das Jahr 1907-08. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, 1908, vol. II, p. 73-78. (Voir p. 617.)
38. ALB. HEIM. Geologische Nachlese No 20. Beweist der Einbruch im Lötschbergtunnel glaciaire Uebertiefung des Garterenthales? *Vierteljahrsschrift der naturf. Gesell. Zürich*, Jahrg. LIII, 1908, p. 471-480. (Voir p. 607.)
39. ALB. HEIM. Geologische Nachlese No 19. Nochmals über Tunnelbau und Gebirgsdruck und über die Gesteinsumformung bei der Gebirgsbildung. *Ibid.*, p. 33-73. (Voir p. 618.)
40. ALB. HEIM. Einiges über Tunnelgeologie. *Mittheil. der geolog. Gesell. Wien*, t. I, p. 151-158. (Voir p. 621.)
41. ALB. HEIM. Schweremessungen im Wallis. *Eclogæ*, t. X, p. 489; *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, vol. I, p. 223, et traduction française dans *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 539. (Voir p. 621.)
42. ARN. HEIM. Ueber recente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung. *N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal.*, Jahrg. 1908, B. II, p. 136-157. (Voir p. 613.)
43. J. KOENIGSBERGER. Versuche über primäre und sekundäre Beeinflussung der normalen geothermischen Tiefenstufe und über die Temperaturen im Albula-, Arlberg-, Simplon-, Ricken-, Tauern- und Bosruck-Tunnel (unter Mitwirkung von E. THOMA und H. GOLZ). *Eclogæ*, t. X, p. 506-525. (Voir p. 622.)
44. P.-L. MERCANTON. Avalanches poudreuses ou areins. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 4 mars 1908, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 407-408. (Voir p. 618.)
45. P.-L. MERCANTON. Variations à longue période des glaciers. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 4 mars 1908, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 408. (Voir p. 615.)
46. TH. NIETHAMMER. Schwerebestimmungen der schweizerischen geodätischen Kommission. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, 1908, vol. I, p. 43-62. Trad. française dans *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 315-320. (Voir p. 621.)
47. A. DE QUERVAIN. Die Erdbeben der Schweiz im Jahre 1907. *Ann. der schweiz. meteor. Zentralanstalt*. Jahrg. 1907, 7 pages, 1 pl. (Voir p. 623.)
48. G. RÖESSINGER. Les grands ravins de la Côte. *Bull. Soc. vaud. des*

Sc. nat., séance du 19 février 1908; *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 403-404. (Voir p. 603.)

49. L. ROLLIER. Une pluie de pierres survenue à Trélex (Vaud) le 20 février 1907. *Eclogæ*, t. X, p. 42. (Voir p. 618.)

50. L.-J. ROMAIN. Ravins et têtes de ravins, contribution à l'étude des cours d'eau du plateau fribourgeois. *Thèse, université Fribourg*, 54 pages, 1908. (Voir p. 603.)

51. E. SARASIN, C.-E. GUYE et J. MICHELI. Sur la radioactivité des eaux de Lavey-les-Bains. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 36-44. (Voir p. 608.)

52. H. SCHARDT. La baisse du lac des Brenets en 1906. *Ibid.*, t. XXV, p. 293. (Voir p. 609.)

53. J. ZENDER. Sur la composition chimique de l'eau et des vases des grands lacs de la Suisse. *Thèse, université Genève*, 1908, 65 p. (Voir p. 610.)

d) TECTONIQUE. — DESCRIPTIONS RÉGIONALES.

Alpes.

54. O. AMPFERER. Bemerkungen zu den von Arn. Heim und A. Tornquist entworfenen Erklärungen der Flysch- und Molasse-Bildung am nördlichen Alpensaume. *Verh. der K. K. geol. Reichsanstalt, Wien*, 1908, p. 189-198. (Voir p. 665.)

55. P. ARBENZ. Vorläufige Notiz über die Geologie des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 63, 1908. (Voir p. 653.)

56. E. ARGAND. Carte géologique du massif de la Dent Blanche (moitié septentrionale) au 1 : 50 000. *Mat. p. la carte géol. de la Suisse*, 1908. (Voir p. 647.)

57. A. BALTZER. Zwei Querprofile durch Aarmassiv und Berner Oberland. *Eclogæ*, t. X, p. 150-164, 1 pl. (Voir p. 653.)

58. P. BECK. Vorläufige Mittheilung über Klippen und exotische Blöcke in der Umgegend von Habkern. *Mittheil. der naturf. Gesell. Bern*, Jahrg. 1908, 17 pages, 1 pl. (Voir p. 689.)

59. E. BERNET. La zone des Cols entre Adelboden et Frutigen. *Eclogæ*, t. X, p. 213-292, avec 1 carte et 1 pl. de profils. (Voir p. 684.)

60. M. BERTRAND. Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux. Publié par M. P. Termier. *Gauthier-Villars, Paris*, imprimeur, 267 p., 1 carte et nombr. fig., 1908. (Voir p. 626.)

61. E. BLUMER. Einige Notizen zum geologischen Dufourblatt IX in der Gegend des Weisstannenthales. *Eclogæ*, t. X, p. 201-213. (Voir p. 659.)

62. A. BUXTORF. Zur Tektonik der Zentralschweizerischen Kalkalpen. *Zeitschrift der deutschen geol. Gesell.*, t. LX, 1908, p. 163-197, pl. XII et XIII. (Voir p. 653.)

63. R. DE GIRARD et H. SCHARDT. Programme de l'excursion dans les Alpes de la Gruyère et du Pays-d'Enhaut vaudois. *Eclogæ*, t. X, p. 165-167. (Voir p. 666.)

64. W. HAMMER. Die Ortlergruppe und der Ciavalatschkamm. *Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, Wien*, T. LVIII, 1908, p. 79-195, pl. II et III, 41 fig. (Voir p. 632.)

65. W. HAMMER. Beiträge zur Geologie der Sesvennagruppe. *Verh. der K. K. geol. Reichsanstalt, Wien*, Jahrg. 1907, p. 369-378. (Voir p. 636.)

66. W. HAMMER. Beiträge zur Geologie der Sesvennagruppe. II, Westrand der Oetzthalergruppe. *Verh. der K. K. geol. Reichsanstalt*, Jahrg. 1908, p. 98-107. (Voir p. 636.)
67. ALB. HEIM. Zu Schmidts Simplongeologie. *Eclogæ*, t. X, p. 195-199. (Voir p. 646.)
68. ALB. HEIM. Letzte Bemerkungen zu Schmidts Simplongeologie. *Eclogæ*, t. X, p. 504-506. (Voir p. 646.)
69. ARN. HEIM, Ueber das Profil von Seewen-Schwytz und den Fund von Habkerngranit im Nummulitengrünsand. *Vierteljahrsschrift naturf. Gesell. Zürich*, t. LIII, 1908, p. 377-386. (Voir p. 660.)
70. ARN. HEIM. Einige Demonstrationen und Erläuterungen. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, 1908 ; *Eclogæ*, t. X, p. 483-484 ; trad. française dans *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 530-531. (Voir p. 661.)
71. F. JACCARD. La région Rubli-Gummfluh (Préalpes médianes.) *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, t. XLIII, p. 407-548, avec 1 carte géol. au 1 : 25 000 et 6 pl. (Voir p. 668.)
72. W. KILIAN et P. LORY. Observations relatives à la Feuille du Grand-Saint-Bernard au 1 : 380 000. *Bull. serv. de la carte géol. de France*, t. XVI, No 110, p. 174. (Voir p. 647.)
73. M. LUGEON. Géologie des Hautes-Alpes calcaires berno-valaisannes. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 64. (Voir p. 648.)
74. M. LUGEON. Quelques faits nouveaux concernant la structure des Hautes-Alpes calcaires berno-valaisannes. *Eclogæ*, t. X, p. 37-38. (Voir p. 648.)
75. M. LUGEON. La fenêtre d'Audon. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 21 octobre 1908, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVII, p. 94-95. (Voir p. 648.)
76. M. LUGEON. Excursion destinée à l'étude des nappes de recouvrement dans les Préalpes, les Hautes-Alpes calcaires et les Alpes cristallines. *Livret des excursions du IX^e congrès intern. de géographie*, Genève, 1908. p. 6-26. (Voir p. 628.)
77. M. LUGEON. La zone des Cols et la géologie du Chamossaire. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 4 mars 1908, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 408-411. (Voir p. 689.)
78. M. LUGEON. Tectonique des Préalpes internes. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 3 juin 1908 ; *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 180-181. (Voir p. 689.)
79. G. NIETHAMMER. Neuere Beobachtungen über die Giswylerklippen. *Zeitschrift der deutsch geol. Gesell.*, B. XL, 1908, p. 153-154. (Voir p. 691.)
80. J. OBERHOLZER. Die Ueberfaltungsdecken auf der Westseite des Linthtales. *Eclogæ*, t. X, p. 531-555, avec 3 pl. de profils. (Voir p. 656.)
81. J. OBERHOLZER. Das Deckensystem der Silbern. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, 1908, t. I, p. 217-219. Traduct. franç. dans *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 527-529. (Voir p. 656.)
82. A. PENCK. Die Entstehung der Alpen. *Zeitschrift d. Gesell. f. Erdkunde z. Berlin*, t. I, 1908, p. 5-17. (Voir p. 627.)
83. A. ROTHPLETZ. Geologische Alpenforschungen. III : Die Nord- und Süd-Ueberschiebungen in den Freiburger Alpen, mit 17 Textfig. und 7 Taf., 130 p. *Lindauersche Buchhand., München*. (Voir p. 674.)
84. CH. SARASIN. Quelques remarques sur les Préalpes internes à propos

d'une publication récente de M. Rothpletz. *Eclogæ*, t. X, p. 567-576. (Voir p. 683.)

85. CH. SARASIN et L. COLLET. Tectonique des Préalpes internes et géologie du Chamossaire. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 68-70. (Voir p. 689.)

86. CH. SARASIN et L. COLLET. Tectonique des Préalpes internes. *Ibidem*, t. XXV, p. 500-501. (Voir p. 689.)

87. H. SCHARDT. Excursion de la Société géologique suisse dans les Préalpes fribourgeoises et vaudoises. *Eclogæ*, t. X, p. 168-195. (Voir p. 666.)

88. H. SCHARDT. L'évolution tectonique des nappes de recouvrement. *Eclogæ*, t. X, p. 484-487, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 532-536. (Voir p. 628.)

89. H. SCHARDT. Entstehungsweise der Faltendecken. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, 1908, t. I, p. 221-222. (Voir p. 628.)

90. H. SCHARDT. Excursion destinée à étudier la structure du Jura, du Plateau suisse et des Alpes suivant un profil transversal aux trois régions. *Livret des excursions du IX^e congrès intern. de géographie*, Genève, 1908, p. 58-76. (Voir p. 629.)

91. H. SCHARDT. Nappes gneissiques des Alpes valaisannes dans la région du Simplon. *Ibid.*, p. 135-142. (Voir p. 647.)

92. H. SCHARDT. Géologie de la Suisse, extrait de *La Suisse, étude géogr., démogr., polit., écon. et hist.* (Attinger, édit., Neuchâtel), 59 p., 1 carte, 1 pl. de profils et nombreuses figures. (Voir p. 630.)

93. O. SCHLAGINTWEIT. Geologische Untersuchungen in den Bergen zwischen Livigno, Bormio und Sanct-Maria im Münsterthal. *Zeitschrift der deutsch. geol. Gesell.*, t. LX, H. 2, p. 198-272, pl. xiv. (Voir p. 637.)

94. C. SCHMIDT. Die Geologie des Simplongebirges und des Simplontunnels. *Rektoratsprogramm Univ. Basel* für das Jahr 1906-07, 107 pages, 12 pl., 1908. (Voir p. 645.)

95. C. SCHMIDT. Bemerkungen zur Simplongeologie. *Eclogæ*, t. X, p. 490-503. (Voir p. 646.)

96. C. SCHMIDT, A. BUXTORF und H. PREISWERK. Die Exkursionen der deutschen geologischen Gesellschaft im südlichen Schwarzwald, im Jura und in den Alpen, Exkursionsbericht. *Zeitschrift der deutsch. geol. Gesell.*, t. LX, 1908, p. 125-162. (Voir p. 631.)

97. C. SCHMIDT und H. PREISWERK. Erläuterungen zur geologischen Karte der Simplongruppe in 1:50000. *Erläut. zur geol. Karte der Schweiz*, N° 6, 1908, 72 p., 5 pl. (Voir p. 642.)

98. CHR. TARNUZZER. Geologische Beobachtungen während des Baues der Eisenbahn Davos-Filisur. *Jahresbericht naturf. Gesell. Graubündens*, 1908, 50. Jahrg., p. 33-48. (Voir p. 640.)

99. A. TORNUST. Die Allgäu-Vorarlberg-Flyschzone und ihre Beziehung zu den ostalpinen Deckenschüben. *N. Jahrb. f. Min., Geol. und Pal.*, 1908, B. I, p. 63-112. (Voir p. 661.)

100. A. TORNUST. Noch einmal die Allgäu-Vorarlberg-Flyschzone und der submarine Einschub ihrer Klippenzone. *Verh. der K. K. geol. Reichsanstalt*, Wien, 1908, p. 326-332. (Voir p. 666.)

101. A. TRÖSCH. Beiträge zur Geologie der westlichen Kienthaleralpen (Blümlisalpgruppe). *Eclogæ*, t. X, p. 63-149. (Voir p. 648.)

102. O. A. WELTER. Vorläufige Mittheilung über Stratigraphie und Bau der Alpen zwischen Hinterrhein und Safienthal. *Centralblatt f. Min., Geol. u. Pal.*, 1908, p. 723-724. (Voir p. 641.)

103. E. WEPFER. Die nördliche Flyschzone im Bregenzerwald. *N. Jahrb.*

f. Min., Geol. u. Pal., Beilageband XXVII, p. 1-71, avec une carte au 1 : 25 000. (Voir p. 663.)

104. A. ZACCAGNA, E. MATTIROLO, V. NOVARESE, S. FRANCHI, A. STELLA, Carta geologica delle Alpi occidentali 1 : 400 000. *R. Ufficio geol. d'Italia*. Roma, 1908. (Voir p. 625.)

Plateau molassique et Jura.

105. E. BAUMBERGER und A. BUXTORF. Geologisches Gutachten über einige den Bau eines Basistunnels Münster-Grenchen betreffenden Fragen, 12 p., 1 carte, 3 pl. de profils. *Hediger, impr., Büren a. d. Aar*, 1908. (Voir p. 694.)

106. E. GREPPIN. Geologische Karte des Blauenberges südlich Basel zu 1 : 25 000. *Mat. carte géol. de la Suisse*, 1908. (Voir p. 700.)

107. E. GREPPIN. Erläuterungen zur geolog. Karte des Blauenberges. *Erläut. z. geol. Karte der Schweiz*, No 7, 1908, 23 p. (Voir p. 700.)

108. F. MÜHLBERG. Geologisches Gutachten über die muthmasslichen Folgen einer Tieferlegung des Hallwylersees. Aarau, 1908, 33 p., 2 pl. (Voir p. 691.)

109. F. MÜHLBERG. Geologische Karte der Umgebung von Aarau zu 1 : 25 000. *Mat. p. la carte géol. de la Suisse*, 1908. (Voir p. 694.)

110. F. MÜHLBERG. Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Aarau. *Erläut. z. geol. Karte der Schweiz*, 1908, 94 p., 1 tableau et nombr. fig. (Voir p. 694.)

111. C. REGELMANN. Neuzeitliche Schollenverschiebungen der Erdkruste im Bodenseegebiet. *Bericht über die 20. Versam. des oberrhein. geol. Vereins zu Lindau*, 1907. (Voir p. 692.)

112. H. SCHARDT. Sur la géologie du Mont Vully. *Bull. Soc. neuch. des Sc. nat.*, t. XXXIV, 8 p., 1908. (Voir p. 690.)

113. H. SCHARDT. Note sur la géologie du cirque de Saint-Sulpice. *Ibid.*, t. XXXIV, 13 p., 1908. (Voir p. 693.)

114. H. SCHARDT. Deux profils à travers le Jura. *Eclogæ*, t. X, p. 488-489, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 537-538. (Voir p. 693.)

115. H. SCHARDT. Zwei Juraprofile. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, vol. I, p. 224-225. (Voir p. 693.)

116. J. WEBER. Geologische Untersuchung der Umgebung von Winterthur. II. Theil, mit Blatt Turbenthal (68) des Siegfried Atlas geol. color. *Mittheil. naturw. Gesell. Winterthur*, t. VII, 1908, p. 43-63. (Voir p. 691.)

e) STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE.

Trias.

117. FR. JACCARD. Brachiopodes trouvés dans les calcaires de Saint-Triphon. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 22 janvier 1908 ; *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 397-399. (Voir p. 702.)

118. K. STRÜBIN. Das Vorkommen von Keuperpflanzen an der Moderhalde bei Pratteln. *Verh. der naturf. Gesell. Basel*, t. XIX, H. 3, p. 109-116. (Voir p. 703.)

Jurassique.

119. ED. GERBER. Ein neuer Rhätaufschluss am Lattigwaldhügel bei Spiez. *Mittheil. naturf. Gesell. Bern*, 1908, 4 p. (Voir p. 703.)

120. FR. LEUTHARDT. Sur des colonies d'animaux fossiles et leur transformation dans un laps de temps très court. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 554-555. (Voir p. 707.)

121. P. DE LORIOL. Note sur deux Echinodermes fossiles. *Revue suisse de zoologie*, t. XVI, p. 451-456, pl. v. (Voir p. 708.)

122. J. OPPENHEIMER. Ueber den Dogger und Malm der exotischen Klippen am Vierwaldstättersee. *Mittheil. der geol. Gesell. Wien*, B. I, 1908, H. 4, p. 486-503. (Voir p. 706.)

123. K. STRÜBIN. Zwei Profile durch den oberen Theil des Hauptrogensteines bei Lausen und bei Pratteln. *Eclogæ*, t. X, p. 45-47. (Voir p. 708.)

124. K. STRÜBIN. Ueber *Aspidoceras Meriani* Op. *Verhand. der naturf. Gesell. Basel*, t. XIX, 1908, p. 117-119. (Voir p. 708.)

125. FR. TRAUTH. Ueber den Lias der exotischen Klippen am Vierwaldstättersee. *Mittheil. der geol. Gesell. Wien*, t. I, 1908, p. 413-486, pl. xv et xvi. (Voir p. 703.)

Crétacique.

126. P. ARBENZ. Ueber Diploporen aus dem Schrattenkalk des Sântisgebietes. *Vierteljahrsschrift d. naturf. Gesell. Zürich*, t. LIII, 1908, p. 387-392. (Voir p. 710.)

127. ARN. HEIM. Gliederung und Facies der Berrias-Valengien-Sedimente in den helvetischen Alpen. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 62-63. (Voir p. 708.)

128. FR. JACCARD. Un nouveau *Chætetes* du Gault de la Plaine Morte (Wildstrubel), *Chætetes Lugeoni* nov. sp. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, t. XLIV, p. 23-25. (Voir p. 710.)

129. A. JEANNET. Sur un genre d'ammonite nouveau de l'Albien du Jura, *Jacobella Lugeoni* nov. sp. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, t. XLIV, p. 205-212, pl. ix. Résumé dans *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 670-671. (Voir p. 710.)

130. A. JEANNET. Ammonite nouvelle de l'Albien du Jura. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, t. XLIV, p. 105-119, pl. III-VI. Résumé dans *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXVI, p. 76-77. (Voir p. 710.)

131. A. JEANNET. Contribution à l'étude du Flysch. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, t. XLIV, p. 168; *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 75-76. (Voir p. 710.)

132. W. KILIAN. Sur l'âge de la couche jaune à *Astieria* du Jura neuchâtelais. *Bull. Soc. géol. de France*, t. VIII, p. 270-271. 1908. (Voir p. 709.)

133. H. SCHARDT. Sur l'avenir de l'exploitation de la Pierre jaune entre Neuchâtel et Saint-Blaise. *Bull. Soc. neuch. des Sc. nat.*, t. XXXIV, 22 p. (Voir p. 709.)

134. H. SCHARDT. Sur le résultat de sondages dans le Néocomien du Vauveyon et le profil géologique d'une nouvelle percée pour le détournement du Seyon. *Ibid.*, t. XXXIV, 20 p., 1908. (Voir p. 708.)

Tertiaire.

135. KATH. ANDREWS. Note sur la flore fossile du Soleil-Levant, Lausanne. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, t. XLIV, p. 219-221. (Voir p. 712.)

136. E. FLEURY. La formation des minerais de fer en grains sidérolithiques. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 60-61. (Voir p. 710.)

137. E. SCHAAD. Die Juranagelfluh. *Mat. carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXII, 51 p., 14 fig., 1 pl. de profils, 1 carte au 1 : 200 000. (Voir p. 712.)

138. H. SCHARDT. Crevasses sidérolithiques avec nodules phosphatés et fossiles remaniés dans la Pierre jaune de Hauterive (Neuchâtel). *Bull. Soc. neuch. des Sc. nat.*, t. XXXIV, 23 p., 1908. (Voir p. 711.)

139. O. WÜRTEMBERGER. Fossilien aus der thurgauer Molasse. *Mittheil. der thurgau. naturf. Gesell.*, t. XVIII, p. 61-62. (Voir p. 712.)

Quaternaire.

140. B. AEBERHARDT. Contribution à l'étude du système glaciaire. *Mittheil. naturf. Gesell. Bern*, Jahrg. 1907, p. 257-284. (Voir p. 715.)
141. B. AEBERHARDT. Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale. *Eclogæ*, t. X, p. 15-28. (Voir p. 717.)
142. B. AEBERHARDT. Terrasses d'alluvions intramorainiques de la Suisse occidentale. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 64, 1908. (Voir p. 718.)
143. O. AMPFERER. Ueber die Entstehung der Innthalterrassen. *Zeitschr. f. Gletscherkunde*, B. III, p. 52-67 et 111-142. (Voir p. 719.)
144. O. AMPFERER. Ueber die Entstehung der Innthalterrassen. *Verh. der K. K. geol. Reichsanstalt*, Wien, Jahrg. 1908, p. 87-97. (Voir p. 719.)
145. Abbé H. BREUIL. L'évolution de l'art à l'époque du renne. *Eclogæ*, t. X, p. 40-44; *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 64.
146. BUSCHAU-STETTIN. Referat über « das Kesslerloch bei Thayngen » von Heierli. *Centralblatt f. Antropol. u. Urgeschichte*, Jahrg. XIII, H. 5, p. 302-303. (Voir p. 721.)
147. A. GUTZWILLER. Das Alter der fossilen Pflanzen von Sanct Jacob an der Birs. *Verh. naturf. Gesell. Basel*, t. XIX. (Voir p. 720.)
148. K. HESCHELER. Der Riesenhirsch. *Neujahrsblatt d. naturf. Gesell. Zürich*, 1909, 41 p., 2 pl. (Voir p. 721.)
149. K. HESCHELER. Reste von l'Ovibos mosquatus Zim. aus der Gegend des Bodensees. *Vierteljahrsschrift naturf. Gesell. Zürich*, T. LII, p. 283-288, pl. XIII. (Voir p. 721.)
150. H. HESS. Alte Thalböden im Rhonegebiet, mit 1 Karte, 2 Tabellen und 36 Fig. *Zeitschrift f. Gletscherkunde*, t. II, p. 321-361. (Voir p. 718.)
151. FR. MÜHLBERG. Der muthmassliche Zustand der Schweiz und ihrer Umgebung während der Eiszeit. *Eclogæ*, t. X, p. 43-45. (Voir p. 715.)
152. J. NUESCH. Referat über « das Kesslerloch bei Thayngen » von Heierli. *Korrespondenzblatt der deutsch. Gesell. f. Antropol., Ethnol. u. Urgeschichte*, Jahrg. XXXIX, No 6, Juin 1908, 2 p. (Voir p. 721.)
153. G. RÖESSINGER. Fossiles erratiques de la région de la Côte. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 16 octobre 1907; *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXV, p. 89-90. (Voir p. 715.)
154. H. SCHARDT. Sur un gisement de terrain tuffeux à Saint-Blaise. *Bull. Soc. neuch. des Sc. nat.*, t. XXXIV, 10 p., 1908. (Voir p. 721.)
155. H. SCHARDT. La Pierre des Marmettes et la grande moraine de blocs de Monthey (Valais). *Eclogæ*, t. X, p. 555-566, 7 pl. (Voir p. 715.)
156. H. SCHARDT. Die Pierre des Marmettes und die grosse Block-Moräne bei Monthey. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 91^e session, Glaris, t. I, p. 189-201. (Voir p. 715.)
157. K. STRÜBIN. Die Verbreitung der erratischen Blöcke im Basler Jura, 1. Nachtrag. *Verh. naturf. Gesell. Basel*, t. XIX, p. 119-121. (Voir p. 715.)

f) BIOGRAPHIE ET BIBLIOGRAPHIE.

158. C. SARASIN. Revue géologique suisse pour l'année 1907. *Eclogæ*, t. X, p. 293-476.
159. M. DE TRIBOLET. Louis Agassiz et son séjour à Neuchâtel de 1832 à 1846. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 90^e session, Fribourg, p. 176-193.

Nécrologies et biographies.

Le 23 décembre dernier s'est éteint le doyen des paléontologistes suisses, **Perceval de Loriol**, dont les travaux, répandus dans le monde entier, ont contribué, plus que ceux d'aucun autre, à faire connaître les faunes fossiles de notre pays, et dont la complaisance essentiellement modeste et désintéressée a facilité dans une très large mesure la publication des travaux de paléontologie faits en Suisse pendant ces 35 dernières années.

P. de Loriol naquit en 1828 d'une famille à la fois vaudoise et genevoise; après avoir terminé ses études secondaires et suivi quelque temps les cours de l'académie de Genève, il se destina d'abord à l'agriculture qu'il pratiqua pendant plusieurs années; mais ces occupations ne correspondaient pas à ses goûts, qui le portaient irrésistiblement vers l'étude des sciences naturelles. Aussi rentra-t-il à Genève, où il subit d'emblée l'influence prépondérante de F.-J. Pictet de la Rive qui enseignait alors la zoologie et la paléontologie et qui sut communiquer à de nombreux élèves son intérêt passionné pour ces sciences.

Pictet avait commencé alors la publication de ces *Matériaux pour la Paléontologie de la Suisse* et s'occupait avec plusieurs collaborateurs à étudier et décrire les faunes si imparfaitement connues de la Suisse occidentale. De Loriol s'adjoignit tout naturellement à ce travail et s'initia d'emblée à ces études faunistiques, auxquelles il consacra durant toute sa vie une part importante de son temps. Le premier fruit de cette activité parut en 1858 sous le titre de *Description des fossiles contenus dans le terrain néocomien des Voirons* et signé de Pictet et de de Loriol. Il fut suivi d'une série d'autres publications concernant le Néocomien du Salève, le Purbeckien de Villers, le Valangien d'Arzier, l'Urgonien du Landeron, etc....

En même temps qu'il apprenait ainsi à connaître les faunes du Crétacique inférieur, de Loriol fut amené par ses relations avec E. Pellat, G. Cotteau, H. Tombeck, à entreprendre l'étude de différentes séries de fossiles suprajurassiques provenant de diverses régions de la France, et dès lors son attention se fixa plus spécialement sur ce système, dont les couches comprennent, dans le Jura, de nombreux niveaux fossilifères. A partir de 1876, nous voyons ainsi paraître successivement de belles monographies faunistiques concer-

nant les couches de Baden de l'Argovie, le Corallien de Valfin, le Rauracien du Jura bernois, l'Oxfordien du Jura bernois et du Jura lédonien, les couches à *Mytilus* des Préalpes médianes.

Par ses travaux nombreux et importants, par la conscience qu'il mit soit à décrire les espèces qu'il étudiait, soit à éclaircir les questions souvent si confuses des synonymies, de Lorient acquit de bonne heure la réputation d'un paléontologiste de premier rang, comme l'attestent du reste les nombreuses collections que lui envoyèrent des géologues de différents pays. Mais il était plus connu encore dans le monde scientifique comme spécialiste échinologue, et il jouissait, dans cette branche, d'une autorité incontestée.

Le premier travail échinologique que fit de Lorient était une étude de deux échinides du Nummulitique d'Égypte, mais le véritable point de départ de son activité dans ce domaine fut sa collaboration avec Desor à la description des Echinides jurassiques de la Suisse, de 1868 à 1872. Après ce travail, de Lorient entreprit seul l'étude des Echinides crétaciques et tertiaires de notre pays et fut ainsi le principal auteur de l'ouvrage fondamental qu'est l'*Echinologie helvétique*. Dès lors, classé parmi les premiers échinologues de son temps et connu aussi pour son extrême complaisance, il fut appelé à étudier et déterminer des Echinodermes fossiles provenant des régions les plus diverses et trouva dans les innombrables échantillons qui lui étaient communiqués par des confrères de tous pays le sujet de nombreuses publications que je ne puis énumérer toutes ici. Qu'il me suffise de rappeler sa monographie des Crinoïdes de la Suisse et sa description des Crinoïdes jurassiques de France, qui forme un des volumes de la Paléontologie française, ses publications successives consacrées aux Echinides nummulitiques d'Égypte, son catalogue raisonné des Echinodermes de l'île Maurice, sa collaboration à l'étude stratigraphique et paléontologique du Portugal, dont il décrivit successivement les Echinodermes crétaciques, tertiaires et jurassiques, ses études sur les Echinodermes de la Baie d'Amboine et finalement ses *Notes pour servir à l'étude des Echinodermes*, dans lesquelles il réunit, en 13 fascicules, des observations isolées qu'il avait eu l'occasion de faire au fur et à mesure de ses travaux de détermination.

Si de Lorient préféra toujours aux honneurs d'une situation officielle dans l'enseignement la satisfaction de pouvoir consacrer son temps à sa guise à ses chers travaux de paléon-

tologie, sa complaisance naturelle et son vif intérêt pour les recherches de ses confrères, l'ont toujours empêché de s'enfermer dans une sorte d'isolement scientifique. Bientôt après son retour à Genève, au début de sa carrière, il prit l'habitude de consacrer, chaque semaine, une journée aux collections paléontologiques du Musée d'histoire naturelle, et il continua à le faire jusqu'à ses dernières années, classant des séries de fossiles, revoyant d'innombrables déterminations. Aussi peut-on dire qu'après Pictet c'est lui qui a le plus contribué à donner à ces collections leur valeur actuelle.

De Loriol a joué d'autre part un rôle précieux comme fondateur et comme rédacteur, pendant 35 ans, de la Société paléontologique suisse. Il n'y a aucun doute que, si les mémoires de cette société ont pris rang d'emblée parmi les meilleurs périodiques de paléontologie, nous le devons essentiellement à de Loriol, qui non seulement sut y présenter, de la façon la plus heureuse, les meilleurs travaux de paléontologie que produisit notre pays depuis 1875, mais qui y incorpora, presque chaque année, une importante étude faunistique faite par lui-même avec toute la conscience qui le caractérisait.

Ajoutons enfin que de Loriol rendit d'innombrables services à tous ceux qui eurent recours à son expérience et lui demandèrent, les uns la détermination de leurs fossiles, les autres des conseils sur des questions de synonymie ou de bibliographie.

Pour caractériser l'activité du savant distingué qui vient de s'éteindre, on peut dire qu'elle fut concentrée essentiellement dans la description morphologique des animaux fossiles, plus particulièrement des Mollusques, des Brachiopodes et des Echinodermes. De Loriol a le plus souvent travaillé sur des collections qu'il n'avait pas récoltées lui-même et il n'a, pour ainsi dire, jamais abordé lui-même les questions stratigraphiques auxquelles touchaient ses études paléontologiques, laissant ce soin à d'autres mieux qualifiés. Il a d'autre part toujours évité, dans ses travaux, de traiter les espèces qu'il examinait à un point de vue évolutionniste; comparant les formes entre elles suivant un principe purement morphologique, il redoutait, semble-t-il, d'établir entre elles des relations phylétiques qui, par leur caractère hypothétique, rebutaient son esprit épris de précision. C'est, en effet, une précision méticuleuse qui donne son empreinte particulière aux travaux de de Loriol et qui leur a valu leur renommée.

Disons en terminant que de Loriol a eu le privilège de

conserver, jusqu'à 80 ans, une vigueur physique et une jeunesse d'esprit tout à fait exceptionnelles, qui lui ont permis de travailler presque jusqu'à son dernier jour. Atteint, au début de l'hiver dernier, par un mal qui ne paraissait pas grave au début, mais qui a rapidement miné sa robuste constitution, il est mort le 23 décembre avec une absolue sérénité. Tous ceux qui l'ont connu garderont de lui le souvenir d'un esprit remarquablement distingué, autant par sa science que par sa modestie, sa bonté complaisante et son intérêt indulgent pour le travail des autres.

A l'occasion du jubilé de Louis Agassiz, M. M. DE TRIBOLET (159) a fait ressortir, dans une courte notice, l'influence qu'a exercée ce savant de premier ordre sur le développement en Suisse de la paléontologie et de la glaciologie.

1^{re} PARTIE — MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

Minéralogie.

Description de minéraux. — MM. H. BAUMHAUER et C.-O. TRECHMAMN (2) ayant eu l'occasion d'examiner, pendant ces dernières années, un certain nombre de cristaux de **baryte** inclus dans la dolomie du Lengenbach (Binnenthal), ont constaté que ce minéral peut prendre des formes très variées, les rapports des axes cristallographiques restant du reste parfaitement constants et démontrant ainsi que tous les cristaux appartiennent bien à la baryte, qu'ils ne se répartissent pas entre celle-ci et la barytocelestine comme l'avait admis Neminar.

Le premier type décrit par les auteurs est représenté par de petits cristaux incolores, ayant la forme de prismes courts avec (110) (102) (001) (011) (122) et une série de protopyramides toujours bien développées.

Le second type est plus franchement prismatique grâce au développement prépondérant de (110) (130) (010) et (011) et par l'absence ou la petitesse des faces de pyramides. Du reste il y a entre ces cristaux et ceux du premier type des formes intermédiaires.

Le troisième est allongé suivant la brachydiagonale et montre les faces (010) (001) (100) (011) (110) (102) (104) (106) (101) (111) (122) (112) (113) (115) (117) (120) (130)

(124). Il est caractérisé en outre par la surface non unie de ses faces et par sa richesse en inclusions liquides qui contribuent à lui donner une coloration bleuâtre. Ce sont ces formes que Neminar a attribuées, à tort, à la barytocélestine; l'analyse chimique a montré qu'elle ne contiennent pas de strontium.

Le quatrième type est allongé suivant la longue diagonale b , il montre dans la zone des macrodômes (001) (100) (101) (102) (103) et (104) et en dehors de celle-ci (011) (110) (120) et (111).

M. G.-T. PRIOR (5) a analysé des cristaux de **Seligmannite** du Binnenthal et a obtenu la formule $Pb\ Cu\ As\ S_3$, qui correspond à la formule de la Bournonite, dans laquelle l'antimoine serait remplacé par l'arsenic. L'analogie chimique des deux minéraux concorde du reste avec une grande ressemblance cristallographique.

Cristallisation du quartz. — M. A. BRUN (3) a exposé une masse de silice fondue à l'action de vapeurs absolument anhydres de $K\ Cl$ et de $Na\ Cl$ en maintenant la température à $700-750^\circ$ et a obtenu ainsi des cristaux de quartz. Il déduit de cette expérience que le quartz des roches éruptives a pu cristalliser sans aucune intervention de vapeur d'eau, contrairement à ce qu'on admet généralement.

Ouralitisation. — M. L. DUPARC (4) a étudié à nouveau le phénomène de l'ouralitisation, spécialement sur des roches basiques de l'Oural et est arrivé à envisager comme probable que la transformation des pyroxènes en amphibole peut avoir été produite avant la consolidation complète du magma par la réaction du bain feldspathique sur les cristaux déjà formés de pyroxène.

Cristallographie. — M. H. BAUMHAUER avait constaté, il y a quelques années, en étudiant des **apatites** de différentes provenances, que leurs cristaux offraient des variations appréciables dans le rapport de leurs axes cristallographiques $a : c$, qui lui avaient paru être en relation avec des teneurs différentes du minéral en chlore. Pour compléter ces observations, il a cherché récemment (1), si l'apatite montre aussi des variations dans ses indices de réfraction; il a opéré sur des cristaux provenant de Schöllenen près de Goeschnen (Saint-Gothard), de Gletsch au bas du glacier du Rhône et d'autres gisements étrangers à la Suisse et a ainsi constaté que :

Pour les cristaux incolores la biréfringence et l'indice de réfraction augmentent dans la règle, lorsque la valeur de c est élevée, comme cela est le cas, par exemple, pour les apatites du Gothard, de Schöllenen, de Gletsch. Quant aux cristaux colorés ils se comportent optiquement d'une façon beaucoup plus irrégulière.

Pétrographie.

M. T.-G. BONNEY (6) a repris l'étude d'une série de **serpentes à antigorite** de provenances diverses. Dans la description qu'il donne de ces roches, il commence par parler des serpentines à antigorite du val d'Antigorio, pour lesquelles il montre d'abord que très probablement elles ne se trouvent dans cette vallée que sous forme de blocs erratiques, ensuite qu'elles doivent dériver de roches formées d'augite et de périclase, telles qu'on en trouve soit à l'W de la Tosa, soit dans le val Vigizzo.

Passant à d'autres gisements de roches semblables, M. Bonney décrit une série de serpentines à actinolite, qui se trouvent les unes dans les environs de Zermatt, les autres dans la vallée de Saas (glacier de Fee, lac de Mattmark). Il remarque que dans tous les échantillons qu'il a étudiés de cette région des Alpes, des restes d'augite subsistent, tandis que l'olivine fait complètement défaut et il constate la production évidente d'actinolite aux dépens de l'augite.

Enfin, l'auteur décrit quelques échantillons de serpentines provenant des bords du lac de Sils (Grisons) et de la région supérieure de l'Oberhalbstein, et montre que ces roches aussi dérivent de pyroxénites à olivine et ont pris leur composition et leurs structures variées actuelles sous l'action, variée aussi, de fortes pressions.

M. M. GRUBENMANN (7) a eu l'occasion d'étudier un amas lenticulaire de **périclase granatifère** enveloppé dans les gneiss injectés, qui affleure à l'Alpe di Arrami dans le val Gorduno au N de Bellinzona et qui fait partie de la zone des « *pietre verdi* ». La périclase est accompagnée, dans ces affleurements d'amphibolites et d'éclogites, ainsi que d'une série de roches secondaires, telles que serpentines, schistes chloriteux, schistes amphiboliques.

L'amas lenticulaire en question est constitué en majeure partie par une roche massive formée d'une masse grenue d'olivine et de pyroxène en proportions variables et de gros indivi-

de grenat rouge. Le pyroxène paraît être du diopside ; la masse est souvent serpentinisée plus ou moins et contient alors comme minéraux secondaires de la hornblende verte et des lamelles de clinocllore. Les grenats sont souvent transformés périphériquement ou même presque complètement en un agrégat rayonné de kélyphite ; ils atteignent parfois des dimensions considérables, mais ne présentent jamais des formes cristallographiques et paraissent représenter des agrégats plutôt que de véritables cristaux ; d'après leur composition chimique ce sont des pyropes avec mélange isomorphe d'almandine et de grossulaire. Les auréoles de kélyphite sont séparées des grenats qu'elles enveloppent par une limite absolument franche, tandis qu'elles se prolongent en fines ramifications entre les grains d'olivine voisins ; elles sont formées en majeure partie par des agrégats fibrillaires et rayonnés de hornblende, dont la composition peut être définie par la formule $14 [(Si O_3)_4 Ca (Mg Fe)_3] + 9 [Si O_6 Al_2 (Ca Mg Fe)]$. Lorsqu'elles atteignent une grande largeur, elles se transforment périphériquement en un agrégat grenu de picotite et d'augite, qui passe à la masse péridotique-augitique ambiante. L'origine de ces auréoles doit être cherchée dans une réaction de l'olivine sur le grenat résultant d'une décomposition de la roche.

Par sa structure, la roche en question se rapproche beaucoup des dunites ; par sa composition chimique elle est étroitement voisine des péridotites typiques ; quant à sa genèse, il est impossible de décider avec certitude si elle est encore dans son état primaire, ou si elle est le résultat d'un métamorphisme, mais il n'y a aucun doute possible sur son caractère éruptif-massif. La roche granatifère est accompagnée d'une péridotite sans grenat, formée essentiellement d'olivine avec de petites quantités, variables du reste, de diopside, toute semblable à la première par sa structure, et n'en différant dans sa composition chimique que par une teneur un peu plus faible en chaux et en alumine, un peu plus forte en magnésie et en fer.

M. Grubenmann décrit aussi des amas irréguliers et des traînées plus ou moins épaisses formées les unes par des schistes amphiboliques dont l'élément essentiel est l'actinolithe, les autres par des schistes chloriteux composés de clinocllore avec de nombreux grains de magnétite et des restes d'olivine. Ces formations sont évidemment des produits métamorphiques dérivés des péridotites dans lesquelles ils sont englobés. Il en est de même des serpentines qui sont

développées en une masse importante au voisinage du contact des roches basiques avec les gneiss injectés, car on peut suivre pas à pas la serpentinitisation dans les péridotites, et l'on trouve souvent dans les serpentines des restes d'olivine et de pyroxène. Ces roches contiennent, outre la serpentine et la magnétite qui en sont les éléments essentiels, de l'actinolithe, du clinocllore et du talc.

Enfin, M. Grubenmann signale autour du noyau péridotique une zone périphérique formée d'éclogites typiques et d'amphibolites. Dans les éclogites on observe clairement la transformation des pyroxènes en une association fibrillaire de hornblende et de feldspath et la présence d'une hornblende grenue dérivée aussi du pyroxène. Si ces phénomènes d'ouralitisations sont très accentués, la roche passe à une amphibolite granatifère; les amphibolites à plagioclase qui sont associées aussi aux éclogites, ne doivent pas, par contre, en être dérivées directement.

Après avoir montré comment, au contact des roches basiques, les gneiss injectés ont été modifiés soit dans leur structure, soit dans leur composition minéralogique, l'auteur définit comme suit la genèse de l'ensemble des roches du val Gorduno qu'il a étudiées :

Il y a eu d'abord intrusion dans les schistes injectés d'un magma basique, qui s'est scindé en un noyau péridotique et une périphérie gabbroïde et qui a produit un métamorphisme de contact bien net.

Ensuite, cet amas de roches basiques, enfoui à de grandes profondeurs, a été métamorphisé de telle façon que ses parties gabbroïdes ont été transformées en éclogites et en amphibolites et que son noyau ultrabasique a passé de l'état de péridotite augitique à celui de péridotite granatifère.

Enfin, pendant une dernière phase, qui correspond à un exhaussement et une diminution de la surcharge, les éclogites ont été plus ou moins intensément ouralitisées, tandis que dans les péridotites se sont formés la kéliphite au dépens de l'olivine et du grenat, l'actinolithe au dépens de l'olivine et de l'augite, le clinocllore au dépens du grenat et de l'olivine ou bien au dépens de la kéliphite, la serpentine au dépens de l'olivine, le talc au dépens de l'actinolithe.

M. J. KÖNIGSBERGER (10) a publié une description pétrographique et minéralogique du **massif cristallin du Pizzo Forno** (Tessin).

Il commence, dans ce travail, par décrire un certain nombre de roches gneissiques; ce sont :

1° Le gneiss de l'Alp Crozlina, formé, pour la moitié, par de petits individus d'oligoclase basique, souvent zonés, par du quartz en petits grains, par des amas de biotite auréolés de séricite et de pennine et par d'assez abondants cristaux de grenat. Chimiquement, la roche est caractérisée par sa faible teneur en potasse, elle correspond à un type intermédiaire entre les diorites et les granodiorites.

2° Un gneiss à grain très fin de l'Alp Erena. Cette roche contient, à côté de l'oligoclase, de l'orthose en petite quantité; la biotite, très fraîche, y forme des lamelles idiomorphes; le grenat y est peu abondant; le quartz est en grains réguliers. Il semble qu'on ait à faire à un faciès marginal de roche endogène, ayant une texture parallèle primaire.

3° Un gneiss de l'Alp Sovenda, qui a subi un dynamométamorphisme intense ayant provoqué la formation d'albite, de clinozoïsite, d'épidote et de mouscovite, en même temps qu'un écrasement des oligoclases et des quartz primaires.

4° Un gneiss nettement dynamométamorphisé à oligoclase, orthose, microcline, quartz, biotite et mouscovite du Sasso Corvo.

5° Un gneiss granatifère peu métamorphisé, nettement schisteux du val Chironico.

6° Un gneiss formé, pour la moitié, par un grenat rose, riche en clinozoïsite et montrant une structure panidiomorphe-cataclastique, qui provient des environs de l'Alp Crozlina.

7° Un gneiss du Pizzo di Soveltra. La roche est rendue très nettement schisteuse par l'alternance de lits parallèles de biotite et d'oligoclase; à la biotite se mêlent des grenats, des hornblendes et de la mouscovite; l'orthose fait complètement défaut; la structure est cataclastique-cristalloblastique.

8° Différents types de roches gneissiques affleurant dans la région culminante du Pizzo Forno. L'un d'eux, pris près du contact avec les schistes à charbon, contient une quantité importante de graphite et doit être considéré comme une roche d'injection.

9° Un schiste micacé affleurant au-dessous de Dalpe.

10° Une roche filonienne lamprophyrique trouvée à la Valetta del Alp di Rodi, qui coupe le gneiss et rentre dans le groupe des spessartites.

11° Un schiste micacé à staurolithe qui existe dans le pied N du Pizzo di Soveltra. La roche, très riche en biotite, montre une schistosité très accusée; la staurolithe et le grenat s'y

montrent en cristaux macroscopiques bien formés; les feldspaths ne sont représentés que par un oligoclase. Ce schiste paraît résulter du métamorphisme d'un sédiment argileux, quoique sa composition chimique concorde bien avec celle de la ditroïte de Ditro.

12° Un schiste micacé très riche en staurolithe, en paragonite, en plagioclase et en disthène, pauvre en quartz et en grenat, de l'Alp Mancucco.

13° Une roche filonnienne formée de hornblende avec peu de biotite et de plagioclase, qui correspond aux spessartites et coupe les micaschistes de l'Alp Mancucco.

14° Un schiste formé essentiellement de quartz, d'oligoclase et de biotite, contenant des lamelles de graphite et montrant la structure des roches cornéennes, de l'Alp Crozlina.

15° Un schiste composé en majeure partie de quartz et de calcite, auxquels se mêlent des lamelles irrégulières de biotite et des cristaux d'albite, qui a été trouvé au-dessus de Piumogna.

M. Kœnigsberger aborde ensuite l'étude des gîtes minéraux existant dans les cavités des schistes cristallins, en commençant par ceux qui sont compris dans la région des gneiss tessinois. Il distingue 5 types d'associations minérales pour cette roche; ce sont :

1° Des associations de quartz, d'adulaire, de chlorite, de sphène et de prehnite, auxquels se joignent parfois l'albite, la heulandite, la mouscovite. Les meilleurs exemples se trouvent à l'Alp Arena, sur l'arête du Pizzo Forno, vers Poncione di Braga et à l'Alp Crozlina.

2° Des associations de quartz, de chlorite et de heulandite, qui existent entre Chironico et l'Alp Spuonda et vers le lac de Froda.

3° Des associations de quartz, d'épidote et de chlorite à l'Alp Sovenda.

4° Des associations d'adulaire, de quartz et de mouscovite avec, par places, de la tourmaline qui se trouvent au Passo Naret et au Sasso Corvo.

5° Des filons remplis exclusivement de quartz, tels qu'on en voit à l'Alp Piumogna.

L'auteur décrit ensuite des gîtes de quartz, de tourmaline, de chlorite et de pyrite, qui sont inclus dans de petites cavités des schistes micacés à tourmaline du Pizzo Forno, en parti-

culier à Ghiacciajo dei Cavagnoli, à la Cabanna laghetti Naret et dans le Karr situé au-dessous du col de Campolungo.

Dans les schistes micacés et calcaires les filons sont remplis de calcite, d'albite, de sidérite plus ou moins transformée en limonite, de margarite, auxquelles s'associe parfois du rutile. Les meilleurs exemples de gites semblables ont été trouvés dans le haut du val Cristallina, aux environs de Fontana et autour du lac Tremorgio.

Comme minéraux intéressants des calcaires dolomitiques de Campolungo, M. Kœnigsberger cite la trémolite, qui sature une couche déterminée, y apparaissant soit en prismes isolés, soit en aggrégats fasciculés, le corindon rouge et bleu et la tourmaline du versant méridional du Passo Cadonighino, la calcite bleue, le quartz, la titanite, l'orthose de l'Alp Cadonighino. Enfin, il fournit quelques renseignements sur les minéraux nés par métamorphisme de contact au sein des schistes micacés et des schistes à paragonite.

Le chapitre suivant de la notice de M. Kœnigsberger est consacré à l'étude géologique du massif du Pizzo Forno et du Campo Tencia et plus particulièrement aux relations qui existent entre le gneiss tessinois et les diverses formations qui le touchent. L'auteur admet que le contact du gneiss avec les schistes micacés partiellement riches en graphite qui le recouvrent à l'Alp Crozolina et dans le versant N du Pizzo Forno est un contact primaire avec résorption partielle des schistes par le magma granitique et pénétration du second dans les premiers. Par contre, le contact du gneiss avec le Trias de Campolungo est secondaire et mécanique, et d'autre part les schistes micacés du Pizzo Forno sont recouverts mécaniquement, dans la région culminante de la chaîne, par des lambeaux de gneiss, représentant les restes d'une nappe chevauchante, dont la racine se trouve le long du val Chironico et au Pizzo di Solvetra. Le gneiss dessine ainsi un synclinal faillé rempli par les schistes micacés du Pizzo Forno et du Campo Tencia, et ceux-ci comprennent deux niveaux lithologiques, l'un inférieur riche en disthène, l'autre riche en staurolithe et en paragonite.

Après cet exposé, M. Kœnigsberger discute en détail les deux formes fondamentales du métamorphisme, le métamorphisme de contact et le métamorphisme dynamique. Il montre que minéralogiquement on peut les distinguer par la formation d'andalousite, de cordierite, souvent de grenat et de tourmaline dans le cas du métamorphisme de contact, de chlorite, d'hématite, d'épidote, de zoïsite, d'ottrélithe, sou-

vent de rutile et d'albite dans le cas du dynamométamorphisme. Les autres minéraux métamorphiques peuvent se présenter aussi bien dans un cas que dans l'autre et la structure ne fournit pas de critère certain pour la distinction ; de plus, les 2 formes de métamorphisme peuvent se superposer.

Le contact du gneiss et des schistes micacés du Pizzo Forno présente le caractère bien net d'un contact entre une roche endogène et un sédiment argileux. Le gneiss s'enrichit progressivement vers le haut en grenat, en biotite et en tourmaline, il devient plus schisteux, et passe ainsi, sans aucune limite tranchée aux micaschistes.

M. Königsberger a étudié aussi le gneiss tessinois au point de vue chimique et, le comparant avec différents types de granites alpins, il a montré que la roche en question rentre très normalement dans la série des roches granitiques des Alpes. Puis il a prouvé qu'on peut raccorder directement sur le terrain le gneiss du soubassement du Pizzo Forno avec des orthogneiss du massif du Gothard et qu'on peut en même temps établir la continuité entre le gneiss du Pizzo Forno et celui d'Antigorio, du reste tout semblable.

La texture du gneiss tessinois paraît avoir été primairement schisteuse, ce qui n'exclut pas la possibilité d'un dynamométamorphisme effectué pendant les dislocations alpines. Ce métamorphisme a même certainement eu lieu et a pris une forme assez différente de ce qu'il a été dans le massif du Gothard, engendrant une quantité importante de pennine incolore et de talc et ne provoquant qu'une décomposition modérée des feldspaths.

Quant aux calcaires dolomitiques du Trias de Campolungo et aux schistes lustrés sous-jacents de la Léventine, M. Königsberger attribue leurs caractères de texture et de composition minéralogique à un métamorphisme purement dynamique en relation avec le chevauchement du gneiss qui les recouvre.

Passant à la chronologie des phénomènes tectoniques et volcaniques dans cette région des Alpes, l'auteur admet :

1° Un ridement hercynien des massifs du Gothard et de l'Aar.

2° Une intrusion prétriasique des laccolithes du Gothard et du Tessin.

3° Une intrusion préliasique de roches basiques, amphiboliques, dans les massifs de l'Aar, du Gothard et du Tessin.

4° Une intrusion préjurassique du granite du massif de l'Aar.

5° Le ridement alpin qui a déterminé la formation de chevauchements S-N, poussant le gneiss par dessus les mica-schistes du Pizzo Forno en une nappe supérieure et provoquant un contact mécanique entre les dolomies de Campolungo et le gneiss de la zone inférieure.

En résumé, M. Koenigsberger considère le gneiss du Pizzo Forno comme le faciès marginal basique d'une roche endogène voisine du granite du Gothard, qui est modifié périphériquement par l'absorption des schistes ambiants. La composition normale de cette roche est caractérisée par sa teneur forte en soude et en alumine qui a déterminé la prédominance comme éléments minéralogiques constituants de l'andésine, d'un oligoclase basique, d'une biotite riche en potasse et du quartz.

Les schistes micacés sont des sédiments prétriasiques, originellement argileux, métamorphisés d'abord par la roche intrusive voisine puis dynamiquement par les plissements alpins.

Les calcaires triasiques et les schistes lustrés ne montrent aucun signe de métamorphisme de contact, ce qui confirme l'hypothèse que l'intrusion a été prétriasique. Pour d'autres raisons on peut, semble-t-il, envisager cette intrusion comme datant des temps paléozoïques et plus spécialement de l'époque permienne.

Enfin, le massif tessinois a subi d'abord l'effort des plissements hercyniens, puis celui des ridements alpins qui ont donné en particulier naissance à la nappe du Pizzo di Soveltra-Pizzo Forno.

M. J. KÖNIGSBERGER (9) a publié d'autre part une description des schistes micacés et des schistes amphiboliques granatifères qui bordent au S les gneiss de Sella du massif du Gothard.

Le gneiss de Sella doit être considéré comme un faciès marginal du granite du Gothard; vers l'extérieur il passe graduellement aux schistes granatifères, dont la composition minéralogique est due à un métamorphisme de contact avec injection et résorption par le magma endogène.

Cette interprétation est confirmée par l'existence, dans le prolongement oriental de ces schistes métamorphiques entre Giubing et Pusmeda, d'une couche charbonneuse, et il semble justifié de classer tout le complexe des schistes granatifères compris entre le gneiss de Sella et le Trias d'Airolo dans le

Carboniférien et le Permien, le granite-gneiss étant lui-même envisagé comme post-carboniférien.

M. Kœnigsberger remarque encore que les schistes métamorphiques en question passent par places à des amphibolites franches, nées évidemment d'une refonte par le granite voisin et il est ainsi amené à considérer comme des inclusions refondues de la même façon les serpentines du Kastelhorn et du Pizzo Centrale.

En relation avec ce travail de M. Kœnigsberger il convient de citer une étude faite par M. L. HEZNER (8) des **schistes cristallins du versant S du Saint-Gothard** et plus particulièrement des schistes métamorphiques qui séparent le gneiss du Trias. Ces roches, qui dans leur ensemble sont caractérisées par leur richesse en hornblende, offrent des types pétrographiques très divers et constituent la série dite de Tremola.

Dans ce complexe les types pétrographiques se succèdent et alternent avec une grande rapidité ; d'autre part ils ne forment le plus souvent pas des zones continues, en sorte que les profils varient notablement d'un point à un autre. Ils montrent tous un degré de cristallinité élevé et un caractère de cataclase peu prononcée ; ils sont en général riches en pyrite et en magnétite et contiennent en grande quantité du quartz en lentilles, en filons ou en veines. D'une façon générale on peut diviser les schistes de Tremola en trois zones : 1° En contact avec les calcaires triasiques, des schistes quartzeux à séricite et des micaschistes à petits cristaux de grenat ; 2° au milieu, des schistes amphiboliques et des schistes micacés à gros grenats ; 3° au voisinage du gneiss, des schistes à amphibole et biotite et des roches gneissiques. L'auteur distingue dans cette série les types fondamentaux suivants :

1° Des schistes à grands cristaux porphyroblastiques d'amphibole disposés généralement en gerbes (Garbenschiefer). La quantité relative de l'amphibole et la grandeur des cristaux varient entre des limites très éloignées ; l'amphibole forme parfois seule des cristaux porphyroblastiques, tandis que dans d'autres variétés on trouve en grande quantité de gros grenats brun-rouge et des lamelles de biotite, plus rarement des cristaux de disthène, d'épidote, d'ankérite, de sulfures métalliques. La pâte de ces schistes se compose de quartz, de chlorite et de séricite en quantité extrêmement variable et prend par ces variations mêmes des aspects très divers. On y distingue en outre sous le microscope de l'albite, du rutile, de l'apatite, du zircon, de la magnétite, de

l'hématite, avec parfois de la tourmaline et de la stauro-lithe.

Malgré les variations étendues de la composition de la base microgranitique et des porphyroblastes, les minéraux constituant de ces schistes restent assez semblables à eux-mêmes dans les différentes variétés de la roche. L'amphibole est toujours la hornblende commune ; le grenat appartient à un type brunâtre ; la biotite a toujours un angle des axes optiques très aigu ; la séricite est toujours riche en potasse ; la chlorite est un clinochlore.

La texture schisteuse de la base est toujours bien accentuée et les porphyroblastes de hornblende sont le plus souvent parallèles au plan de schistosité. La structure est caractérisée par l'absence de cataclase et par la forme corrodée des cristaux ; elle semble indiquer un métamorphisme de contact. La composition chimique varie naturellement dans des limites très étendues, mais elle comporte toujours une teneur relativement forte en alcalis, surtout en soude, et une pauvreté remarquable en chaux ; elle indique des roches d'origine sédimentaire métamorphisées.

2° Des amphibolites, qui forment le plus souvent des bancs minces, sur deux points seulement des amas plus considérables. Ces roches, très diverses dans leur aspect, se composent essentiellement d'amphibole à laquelle se mêle souvent de la biotite, et du quartz accompagné fréquemment d'albite ; l'examen microscopique y révèle en outre généralement l'existence de l'épidote, de la chlorite, du rutile, de l'apatite, de la magnétite, de l'hématite et de divers sulfures.

L'amphibole est tantôt claire, tantôt foncée et cristallise dans des dimensions et des formes très variées ; l'albite se rencontre en quantités très diverses. La structure peut être grossière et granoblastique ou bien fine et fibreuse, sans cataclase développée ; la composition chimique, tout en se rapprochant de celle de magmas gabbroïdes un peu décomposés, indique pourtant une origine sédimentaire : ces schistes semblent dériver de marnes dolomitiques recristallisées vers la base de la zone de profondeur supérieure.

3° Des schistes micacés, parmi lesquels se trouvent des micaschistes francs et, à côté d'eux, tous les termes de passage aux phyllades. Soit la structure, soit la composition de ces roches varient infiniment ; on peut ainsi distinguer :

a) Des schistes porphyroblastiques à gros cristaux de grenat et de biotite avec parfois des stauroolithes, des disthènes, dont la masse est constituée par du quartz, de la séricite et

de la mouscovite et dont la structure varie de celle des hornfels à celle des schistes feuilletés ou fibreux ;

b) Des schistes homéoblastiques formés de quartz et de séricite, prenant du reste des aspects très divers ;

c) Des types intermédiaires, généralement granatifères et plus ou moins riches en biotite.

D'après quatre analyses faites sur différents types de ces schistes métamorphiques, on peut admettre que l'ensemble de ces formations correspond à un complexe de sédiments détritiques, argileux, marneux ou gréseux, qui ont subi une recristallisation complète à une profondeur relativement faible.

4° Des gneiss qui se mêlent aux schistes de Tremola dans toutes leurs parties, mais prennent une importance de plus en plus grande à mesure qu'on se rapproche de la zone gneissique de Sorescia. Dans la règle la zone méridionale des schistes de Tremola comprend surtout des gneiss à mouscovite et séricite, la zone moyenne des gneiss à deux micas riches en calcite et liés à des roches calcaires, la zone septentrionale des gneiss à biotite.

Les gneiss à mouscovite sont formés essentiellement par un agrégat plus ou moins fin de quartz et d'albite, auquel le mica se mêle en quantité variable ; leur structure est celle de roches massives modifiées par cataclase, mais elle peut devenir plus schisteuse et passer à celle des schistes micacés de Tremola.

Les gneiss calcitiques sont constitués par du quartz, de l'albite, de la biotite, de la mouscovite et de la chlorite, de l'épidote et de la calcite incontestablement primaire ; leur structure est caractérisée par la forme absolument irrégulière de tous les minéraux constitutants ; la schistosité est variable.

Les gneiss à biotite contiennent, outre le quartz, l'albite et la biotite, de la mouscovite, de l'orthose en petite quantité, de l'épidote et, comme minéraux accessoires, du grenat, de la staurolithe, du disthène. L'orientation parallèle des éléments et leur aplatissement déterminent généralement une schistosité prononcée.

En tenant compte de la composition chimique de ces divers gneiss, M. Hezner considère les gneiss massifs à mouscovite comme dérivés d'une roche pneumatolytique aplitique et les variétés schisteuses comme des roches injectées par un magma semblable ; il envisage les gneiss calcitiques comme un sédiment métamorphisé et les gneiss à biotite qui avoisinent l'orthogneiss de Sorescia comme des schistes injectés par le magma granitique contigu.

5° Des quartzites, tantôt relativement riches en séricite et contenant de nombreux cristaux de sulfures, tantôt formés de quartz presque pur, mais avec des microcristaux isolés de grenat, tantôt, mais très localement, riches en aiguilles de disthène. Ces roches comprennent toujours une certaine quantité de feldspath et dérivent évidemment de grès siliceux.

6° Des roches calcaires plus ou moins riches en silicates. Ces roches se trouvent d'abord à proximité immédiate du Trias d'Airolo et contiennent en proportion très variable du quartz, des micas bruns, de la pyrite, de la pyrrhotine, du disthène ; elles peuvent passer progressivement aux gneiss calcitiques voisins ou aux schistes phylliteux. Un peu plus à l'intérieur du massif affleure une seconde zone de roches calcaires formées essentiellement de dolomie, mais contenant du quartz, du feldspath, de la biotite, de la hornblende, de la chlorite et, comme éléments microscopiques, de l'épidote, du rutile et de l'apatite.

En résumé, la série des schistes de Tremola comprend des sédiments métamorphisés auxquels se mêlent en petite quantité des roches aplitiques. Le métamorphisme de ce complexe semble être dû en première ligne à des actions pneumatolytiques, mais il provient en partie aussi d'injections par un magma granitique et enfin de laminages provoqués par la dislocation du massif. M. Hezner admet comme probable la succession suivante pour les événements géophysiques qui ont donné à la région du Saint-Gothard son caractère actuel :

1° La sédimentation des schistes de Tremola dans leur forme primaire a dû avoir lieu pendant la période triasique-jurassique.

2° L'intrusion du granite-gneiss du Gotthard s'est produite en tous cas avant les plissements qui ont affecté le massif ; les injections de magma granitique dans les granites sont aussi antérieures à ces dislocations.

3° Le ridement du massif qui s'est produit en connexion avec les plissements alpins a influé sur la structure soit des roches granitiques, soit des roches sédimentaires. En outre il s'est produit pendant ces dislocations des actions pneumatolytiques qui ont déterminé la nature finale des schistes métamorphiques, conjointement probablement avec l'influence d'un réchauffement accentué.

Enfin M. Hezner se rallie à l'opinion qui veut voir dans la zone de Bedretto un véritable synclinal enfoncé entre les massifs granitiques du Gothard et du Tessin.

II^e PARTIE — GÉOPHYSIQUE*Erosion et corrosion.*

M. E. CHAIX (18) a cherché à intéresser des cercles de plus en plus étendus à la publication d'un **atlas de l'érosion** qu'il se propose d'entreprendre en collaboration avec M. J. Brunhes et qui aurait pour but de préciser le sens des termes employés de façons très dissemblables par les nombreuses personnes qui s'occupent de cette question.

M. G. RÖESSINGER (48) a fait quelques observations sur le travail des petits cours d'eau qui descendent des hauteurs de la Côte (Vaud), il a en particulier relevé le fait que les ravins les plus importants suivent toujours les lignes de plus grande pente.

M. L.-J. ROMAIN (50) a minutieusement étudié le détail de la topographie de **quelques ravins des environs de Fribourg** et des bassins de réception correspondants ou têtes de ravin. Il a partout relevé le fait que les ravins, encaissés entre des parois presque verticales et peu inclinés sur la plus grande partie de leur profil longitudinal, se terminent vers l'amont par un tronçon à pente forte qui en amènent assez brusquement le fond au niveau du bassin d'alimentation.

Au contact du ravin et de la tête de ravin qui lui correspond, la section transversale s'évase très rapidement et tout le bassin de réception, peu incliné, se divise en un système de cuvettes peu profondes et mal délimitées.

L'auteur a reproduit dans une série d'expériences des formes d'érosion comparables à ce qu'il a observé dans la nature, et, se basant sur l'ensemble des faits qu'il a pu ainsi établir, il a cherché à préciser la cause du contraste constaté entre le ravin et sa tête. Pour lui l'influence du niveau de base sur l'évolution d'un système torrentiel est purement négative ; l'influence positive, c'est la masse même des eaux courantes. Ceci étant admis, il existe pour chaque cours d'eau un point pour lequel la quantité d'eau fournie par le tronçon supérieur est exactement suffisante pour le travail d'érosion à effectuer dans le tronçon inférieur. Ce point marque le contact entre le bassin d'alimentation et le canal d'écoulement ; au-dessus de lui les eaux sauvages, en ruisselant de toutes les

directions, paralysent réciproquement leur action et ne déterminent par conséquent pas de transformations importantes.

Dans un dernier chapitre M. Romain montre l'utilisation constante des têtes de ravin pour le passage des routes et d'autre part l'influence considérable qu'exerce sur l'hydrographie la construction de ces chaussées.

M. E. CHAIX a signalé à l'attention des géographes réunis en congrès à Genève en 1908 (19) quelques faits concernant l'érosion torrentielle et la corrosion. Comme beaux exemples d'érosion tourbillonnaire il a cité les gorges de la Valserine, la cluse du Fier et le canon du Malpertuis, tandis qu'il a indiqué comme régions typiques pour l'étude de la corrosion des calcaires la voûte du Parmelan et le Désert de Platé.

M. L.-W. COLLET (21) s'est attaché à démontrer que la plupart des phénomènes de dissolution ou de décomposition, attribués généralement à l'action de l'anhydrite carbonique dissout dans l'eau, sont dues en réalité à des acides organiques divers, produits par la décomposition de débris végétaux, en particulier à l'acide humique et à l'acide crénique. Par l'intervention de ces acides il se forme entre autres, aux dépens des silicates, des silico-azo-humates de fer, qui par oxydation donnent lieu à des précipitations d'oxyde ferreux.

Erosion glaciaire. — M. J. BRUNHES (16) a soumis à une nouvelle étude critique la question controversée de l'érosion glaciaire.

Il rappelle que les trois caractères fondamentaux des vallées glaciaires sont : 1° Leur section en U ; 2° Leur profil longitudinal en escalier ; 3° Les gradins de confluence au débouché des vallées latérales. Puis il montre par des exemples qu'aucun de ces trois caractères ne peut être considéré comme spécifiquement glaciaire, que tous trois se retrouvent au contraire dans le lit des cours d'eau relativement jeunes.

Ceci établi, l'auteur cherche quelles sont les données qu'on peut tirer de l'étude détaillée des territoires récemment abandonnés par les glaciers concernant le travail effectué par ceux-ci sur leur lit. Il remarque que ces laisses glaciaires sont très souvent bombées suivant leur axe en une échine médiane, qui d'une part se prolonge vers l'amont en une bosse médiane de la glace, qui d'autre part se retrouve vers l'aval dans les grandes vallées glaciaires sous la forme d'« Inselberge ». Il constate enfin que, dans les barres transversales qui coupent de nombreuses vallées glaciaires, il y a

presque toujours une saillie médiane bordée de deux sillons latéraux et conclut que l'érosion a dû être maximum là où la vitesse du glacier était la moins rapide, mais là par contre où la fusion était la plus abondante, que cette érosion ne peut pas par conséquent être purement glaciaire, mais doit être en grande partie le fait des eaux sous-glaciaires, qui tendent à suivre les deux zones marginales du glacier.

Pendant que les eaux sous-glaciaires creusent suivant la tactique habituelle des eaux courantes, la glace rabote et lime les aspérités de son lit, et ce travail de la glace pouvant se continuer longtemps après que les eaux ont cessé de creuser, les échantillons glaciaires peuvent finalement disparaître dans les vallées basses ; elles subsistent au contraire toujours dans les régions élevées, dont la pente favorise l'érosion torrentielle sous-glaciaire.

Ces mêmes idées ont été exposées plus brièvement par M. J. BRUNHES dans les *Eclogæ* (17).

M. P. GIRARDIN a de son côté développé des opinions toutes semblables, en se basant sur l'étude détaillée qu'il a faite de plusieurs laisses glaciaires des Alpes suisses et françaises (34). Puis, dans une note subséquente consacrée plus particulièrement aux **diffuences de glaciers** (35), il a cité plusieurs exemples de glaciers, qui alimentent à la fois deux torrents s'écoulant en sens inverse sur des versants opposés, et en a tiré la conclusion que la notion de la limite de partage des eaux ne doit pas conserver le caractère absolu qu'on lui a généralement donné. Il a montré en outre que le phénomène de la diffuence des eaux a subsisté jusqu'à nos jours dans maintes régions basses, envahies autrefois par des glaciers quaternaires et ayant conservé depuis lors leur relief à peu près intact.

Morphologie géophysique.

M. J. FRÜH (23) a organisé pour les participants au congrès international de géographie à Genève une excursion destinée à étudier la **morphologie des régions alpines et subalpines** et a composé à cet effet un guide sommaire.

L'auteur décrit successivement dans cette notice les terrasses qui dominent le lac de Zurich, les environs de Zug avec les restes de la pénéplaine préglaciaire qui subsistent à l'Albis, au Zugerberg sur le versant NW du Rigi, puis Lucerne et ses abords avec les moraines du stade de Bühl. Puis,

nous conduisant par la vallée d'Unterwalden et le Brunig, il nous montre dans le lac de Lungern un bassin creusé dans la roche en place par le glacier et dans le Brunig une large brèche de transfluence occupée et modelée longtemps par une digitation du glacier de l'Aar. Après nous avoir fait visiter en passant la barre calcaire du Kirchet et ses gorges glaciaires, il nous décrit les deux versants qui bordent le lac de Brienz et le panorama célèbre dont on jouit du haut de la Schynige Platte. A propos de ce dernier il fait ressortir le caractère juvénile de toute la topographie de la région et détaille le système des terrasses qui marquent dans les grandes vallées les phases successives de l'érosion.

Dans la vallée de Frutigen le thalweg préglaciaire se suit entre 1200 et 1300 m., tandis que plus haut de nombreux karres descendant jusqu'à 1800 m. marquent l'extension des glaciers de Bühl. Entre Frutigen et Kandersteg le seuil rocheux de Bühl coupe la vallée en deux tronçons étagés, dont le plus bas, celui de Kandergrund, est couvert par un énorme éboulement. Le vallon d'Eschinen débouche sur la vallée principale par une rupture de pente élevée et son lac est barré par un éboulement postglaciaire. La vallée de la Gemmi, dont le seuil est de 600 m. plus élevé que le thalweg de Kandersteg, est tapissée d'énormes masses éboulées; on y trouve près du Daubensee des moraines du stade de Daun.

M. Früh cite ensuite la vallée de la Dala comme un trog typique, qui débouche dans la vallée du Rhône comme vallée suspendue au niveau de 900 m. environ et se raccorde là avec un ancien thalweg marqué par la terrasse de Louèche-Varen. La grande coupure rectiligne du Valais est par excellence une vallée glaciaire, que domine non seulement la terrasse Louèche-Varen, mais encore une seconde terrasse située entre 1300 et 1500 m. d'altitude.

Nous devons d'autre part à M. E. BRÜCKNER (12) une notice écrite dans le même esprit et en vue du même but que celle de M. Früh, qui nous donne une description de la vallée de l'Arve, du Valais, de la vallée supérieure de l'Aar et de l'Unterwald, envisagés spécialement au point de vue de l'érosion glaciaire.

L'auteur, après avoir fait ressortir les caractères particuliers du bassin de Genève, définit la vallée inférieure de l'Arve comme un tronçon nettement surcreusé, bordé par plusieurs terrasses qui représentent autant d'anciens thalwegs. Puis il montre dans la vallée supérieure de l'Arve ou vallée de Cha-

monix un trog typique, dont les versants abrupts s'élèvent jusqu'à 1800-1900 m. et dans lequel les vallées latérales débouchent toutes par des ruptures de pente. Il signale encore des moraines déposées pendant le stade de Daun, soit en amont des Tines, soit aux environs d'Argentièrre.

Passant par le Col des Montets, M. Brückner nous conduit dans la vallée de Valorcine, dont la topographie glaciaire est restée pour ainsi dire intacte, et dans laquelle se succèdent les bassins étagés et surcreusés de Châtelard, de Vouillez et de Leizettaz. A propos de la vallée du Rhône, il attire l'attention sur la section élargie et les bords abrupts, sur le caractère suspendu de toutes les vallées affluentes à l'exception de celles de la Dranse et de la Viège, et sur les deux terrasses, restes d'anciens thalbodens, qui se marquent sur les deux flancs au niveau de 1000-800 m. et de 1300-1000 mètres.

Après une description sommaire du glacier d'Aletsch et de la vallée supérieure du Rhône jusqu'à Gletsch, M. Brückner met en lumière le contraste qui existe entre la Furka qui, n'ayant jamais été franchie par un grand glacier, a conservé ses formes tranchantes, et la Grimsel, qui a servi de passage à l'un des bras du glacier du Rhône et dont les aspérités ont été de ce fait rabottées et arrondies. Puis, passant à la vallée supérieure de l'Aar, il montre comment le thalweg en est divisé en au moins dix bassins étagés, séparés par des seuils rocheux ; le dernier de ces seuils forme la fameuse barre calcaire du Kirchet. Enfin, M. Brückner expose les effets particuliers de l'érosion glaciaire au Brunig et dans la vallée d'Unterwald.

L'irruption d'eau et de matériaux détritiques dans le **Tunnel du Loetschberg** qui s'est produite pendant l'été 1908 a paru à tous les partisans de l'érosion glaciaire la démonstration d'un surcreusement de la vallée de Gasteren par son glacier pléistocène jusqu'au-dessous du niveau de la galerie. M. ALB. HEIM (38) proteste contre cette manière de voir ; il cherche à établir que le seuil du Gasterenthal n'est pas rocheux, comme presque tout le monde l'a admis jusqu'ici, mais qu'il est formé par un éboulement qui, ayant créé un barrage, a provoqué l'alluvionnement vers l'amont d'un complexe de graviers épais de 200 à 300 m. Il admet de même que le fond de la vallée de Kandersteg a été d'abord à un niveau notablement plus bas et qu'il a été ensuite relevé par des alluvionnements déposés en arrière d'un barrage morainique.

M. Heim déduit de l'étude qu'il a pu faire des matériaux jetés dans le tunnel, qu'il s'agit essentiellement de sable et de graviers fluviaux, auxquels se mêlent quelques débris d'anciens éboulis cimentés. Il constate d'autre part que le volume total de ces matériaux correspond presque exactement à l'entonnoir d'effondrement qui s'est formé au-dessus du lieu de l'accident, dans le Gasterenthal; il remarque enfin que les venues d'eau abondantes ont été de très courte durée, qu'elles ne peuvent donc pas provenir d'une perte partielle de la Kander et qu'elles correspondent simplement à l'écoulement des eaux d'infiltration qui imprégnaient la zone de graviers atteinte par le tunnel.

Il n'y a aucun doute que la galerie du tunnel a atteint une ancienne vallée de la Kander, comblée par des alluvions, après avoir été creusée exclusivement par l'érosion fluviale. L'absence de seuil rocheux enlève toute raison d'être à l'hypothèse d'un surcreusement glaciaire et le fait que les dépôts vaseux ne se mêlent pas en quantité appréciable aux graviers et au sable rend peu probable l'idée de l'existence prolongée d'un lac dans ce tronçon de vallée.

Sources.

M. F.-A. FOREL (24), constatant que beaucoup de sources de Suisse sont en décroissance continue, attribue ce fait non à un déficit dans la quantité des précipitations atmosphériques tombées pendant ces dernières années, mais à une évolution normale de l'hydrographie souterraine, qui tend à abaisser constamment le niveau de sortie des eaux sur les flancs des coteaux.

MM. E. SARASIN, C.-E. GUYE et J. MICHELI (51) ont déterminé la **radioactivité des sources de Lavey** par la méthode d'Elster et Geitel modifiée par von Sury. En prenant la moyenne de cinq analyses ils ont obtenu, pour la radioactivité de ces eaux une valeur égale à 11 unités de Mache qui est, avec celle reconnue aux eaux de Dissentis, la plus élevée qui ait été constatée jusqu'ici en Suisse. L'action radioactive relativement forte des sources de Lavey est apparemment due à l'émanation du radium.

Lacs.

A l'occasion du Congrès international de géographie réuni à Genève, M. F.-A. Forel (26) a donné un bref aperçu des

caractères généraux du **Léman**, au point de vue de sa morphologie, des dépôts qui s'y forment, de la composition, la transparence et la couleur de ses eaux, de son régime et de son émissaire, de sa faune et sa flore, etc....

M. H. SCHARDT (52) a signalé la baisse extraordinaire que le **lac des Brenets** a subie en 1906 et décrit quelques particularités de ce lac, qui ont été rendues visibles par cette diminution exceptionnelle du volume d'eau.

M. E.-J. GARWOOD (31) a publié, déjà en 1906, une étude des **lacs du canton du Tessin**, qui contient de nombreuses planches, une série importante de mesures de profondeur, une carte de la région du Gothard, et des cartes spéciales avec isobathes des lacs Ritom, Tom, Cadagno, Scuro et Lucendo.

L'auteur divise les lacs qu'il a étudiés en :

I. *Lacs de barrage* : Lago Camoghe, L. Lisera, L. Pettano, L. d'Elio, L. di Murinascio, L. Lucomagno, L. Orsirora, L. Orsino et lacs du Gothard.

II. *Lacs au seuil rocheux*, formés les uns par dissolution de roches calcaires ou gypseuses : Lac Ritom, L. Tom, L. Cadagno, L. Tremorgio, les autres par érosion sélective : L. Scuro, L. Taneda, L. di Lucendo, L. della Sella.

Du reste l'auteur reconnaît que parmi les lacs de la première catégorie plus de la moitié possèdent, pour une partie de leur profondeur des fonds rocheux.

Pour expliquer les bassins rocheux, qu'il a ainsi constatés, M. Garwood se refuse à faire intervenir une érosion glaciaire; il remarque que beaucoup des lacs de ce genre se trouvent au contact des schistes cristallins et des cornieules triasiques et admet une dissolution de ces dernières, qui aurait déterminé la formation d'une cuvette; telle serait l'origine des lacs Ritom, Tom, Cadagno et Tremorgio. Quant aux quatre autres lacs au seuil rocheux, ils sont placés près du contact du gneiss et des micaschistes, ils peuvent donc avoir été creusés par une érosion plus énergique des micaschistes; leur proximité à la ligne de faite de la chaîne, paraît à l'auteur devoir exclure toute idée d'érosion glaciaire.

Eaux et vases lacustres. — Se fondant sur de nombreuses expériences, M. F.A. Forel (25) a cherché à établir les conditions dans lesquelles les eaux des lacs peuvent être utilisées comme eaux d'alimentation.

Il montre que, pour éviter les troubles provenant de l'attaque des beines par les vagues, il faut établir les prises d'eau à une certaine distance du rivage et que cette prise d'eau doit être à une profondeur de 30 à 40 m., pour éviter à la fois des variations de température trop fortes et les impuretés de la surface. Il montre ensuite que les eaux des lacs sont dans la plupart des cas suffisamment riches en gaz dissouts, relativement pures de matières minérales et de matières organiques, ces dernières étant absorbées à mesure par la faune et la flore, et qu'elles ne contiennent qu'en quantité insignifiante des microbes pathogènes.

En résumé, M. Forel considère que l'eau des lacs est, dans la plupart des cas, une eau d'alimentation excellente, qu'elle peut être parfaitement purifiée par la décantation et que la meilleure position à donner à une bouche d'aspiration se trouve à une profondeur de 30-40 m., à 3 ou 4 m. au-dessus du fond et si possible sur une arête saillante entre deux ravins sous-lacustres.

M. J. ZENDER (53) a effectué une étude chimique des eaux et des vases des lacs de Genève, Neuchâtel, Bienne, Thoune, Lucerne, Zurich, Constance, Lugano et du lac Majeur.

L'auteur commence par exposer la méthode qu'il a suivie, soit pour les prises d'eau et de vases, soit pour la partie chimique de son travail, méthode qui se rapproche du reste beaucoup de celle employée récemment par M. Bourcart. Pour l'interprétation des résultats de ses analyses il admet : 1° que le chlore est combiné à K et Na ; 2° que H_2SO_4 est lié d'abord aux alcalis disponibles, puis à la magnésie et finalement à la chaux ; 3° que les soldes de chaux et éventuellement de magnésie sont liés à CO_2 . Le résidu sec a toujours été maintenu, pendant plusieurs heures, à une température de 170°, avant d'être pesé ; ces divers éléments ont ainsi perdu toute leur eau de cristallisation, mais aucun des carbonates n'a pu être décomposé en oxyde.

Les résultats obtenus par M. Zender sont les suivants :

1° **Lac de Genève.** L'eau de surface du lac, prise à Genève le 19 octobre 1905, a donné un résidu sec de 152.8 milligr. par litre, qui se décomposent en Si O_2 1.7, $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 0.4, MgSO_4 29.7, Ca SO_4 29.7, Ca CO_3 88.2. Cette composition correspond à peu près à celle de l'eau de surface prise, en 1888, près de Morges, par M. Duparc, et à celle d'une autre prise faite aussi, à la surface de l'eau, près de Genève, par M. Freundler, en 1891 ; pourtant la quantité du résidu sec

est un peu plus petite et la teneur en Si O_2 est notablement moindre.

Une prise d'eau faite entre Ouchy et Evian, à 100 m. de profondeur, le 17 janvier 1906, a été analysée et a laissé un résidu sec de 162.2 mg. par litre comprenant : Si O_2 1.5, $\text{Fe}_2 \text{O}_3 + \text{Al}_2 \text{O}_3$ 0.3, Na Cl 3.6, $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ 1.1, $\text{K}_2 \text{SO}_4$ 3.1, Mg SO_4 29.4, Ca SO_4 29.6, Ca CO_3 87.2.

Un échantillon de vase prélevé à 100 m. de la côte, près de Versoix, avait la composition suivante : Si O_2 43.96 %, $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ 2.98 %, $\text{Al}_2 \text{O}_3$ 4.92 %, Ca O 23.26 %, Mg O 1.58 %, CO_2 20.00 %, matières organiques 1.85 %.

2° **Lac de Lugano.** L'eau analysée de ce lac a été prise au large de Lugano, à environ 100 m. de profondeur ; son résidu sec, de 132.8 mg. par litre, contenait : Si O_2 3.0, K Cl 3.8, Mg SO_4 13.7, Mg CO_3 18.3, Ca CO_3 84.7. De la vase prise au même endroit avait la composition suivante : Si O_2 52 %, $\text{Fe}_2 \text{O}_3 + \text{Al}_2 \text{O}_3$ 31.57 %, Ca O 2.58 %, Mg O 3.60 %, CO_2 5.99 %, matières organiques + $\text{H}_2 \text{O}$ 2.41 %.

3° **Lac Majeur.** Une prise d'eau, faite le 20 février 1906, au large de Locarno, a donné à l'analyse les résultats suivants : résidu sec 97.2 mg. par litre, Si O_2 4.6, Na Cl 2.0, $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ 0.6, $\text{K}_2 \text{SO}_4$ 1.8, Mg SO_4 19.5, Ca SO_4 17.4, Ca CO_3 43.0. La vase prise au même endroit était composée de Si O_2 62.31 %, $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ 25.36 %, $\text{Al}_2 \text{O}_3$ 17.97 %, Ca O 3.18 %, Mg O 3.74 %, CO_2 2.50 %, matières organiques + $\text{H}_2 \text{O}$ 3.29 %.

4° **Lac de Neuchâtel.** La prise d'eau a été faite le 23 mai 1906, au large de Neuchâtel ; l'eau analysée a laissé un résidu sec de 154.2 mg. par litre avec : Si O_2 3.2, Na Cl 1.5, K Cl 2.8, Mg SO_4 12.5, Mg CO_3 11.3, Ca CO_3 113.2. L'analyse d'un échantillon de vase, prélevé au même endroit, a donné : Si O_2 20.03 %, $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ 2.18 %, $\text{Al}_2 \text{O}_3$ 5.36 %, Ca O 37.31 %, Mg O 1.12 %, CO_2 30.58 %, matières organiques + $\text{H}_2 \text{O}$ 3.05 %.

5° **Lac de Morat.** L'eau de ce lac, prise à 40 m. de profondeur, a laissé un résidu sec de 119.0 mg. par litre ; elle est notablement plus riche en carbonates que celle du lac de Neuchâtel.

6° **Lac de Biemme.** L'analyse d'une prise d'eau, effectuée au large de Neuveville, le 15 juin 1906, a donné : résidu sec 162.2 mg. par litre, Si O_2 2.6, $\text{Al}_2 \text{O}_3 + \text{Fe}_2 \text{O}_3$ 0.2, Na Cl 3.5, $\text{K}_2 \text{SO}_4$ 2.2, Mg SO_4 24.0, Mg CO_3 2.1, Ca CO_3 130.2. La vase prélevée au même endroit avait la composition suivante : Si O_2 35.23 %, $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ 3.04 %, $\text{Al}_2 \text{O}_3$ 8.07 %, Ca O 25.56 %, CO_2 2.10 %, matières organiques + $\text{H}_2 \text{O}$ 3.00 %.

Mg O 2.14 ‰, CO₂ 22.43 ‰, matières organiques + H₂ O 3.67 ‰.

7° **Lac de Thoune.** L'eau a été prise devant Scherzligen, à une profondeur de 40 m., en juillet 1906; elle a laissé un résidu sec de 154.4 mg. par litre, se décomposant comme suit : Si O₂ 3.3, Fe₂ O₃ + Al₂ O₃ 0.4, Na Cl 1.1, Na₂ SO₄ 1.9, K₂ SO₄ 2.8, Mg SO₄ 24.3, Ca SO₄ 19.6, Ca CO₃ 102.1. La vase provenant du même point se composait de : Si O₂ 37.70 ‰, Fe₂ O₃ 5.56 ‰, Al₂ O₃ 7.44 ‰, Ca O 25.44 ‰, Mg O 2.07 ‰, CO₂ 22.24 ‰, matières organiques + H₂ O 2.54 ‰.

8° **Lac de Brienz.** Le résidu sec pour l'eau de ce lac, prise devant Brienz, a été de 79.8 mg. par litre seulement et comprenait : Si O₂ 2.2, Mg SO₄ 11.1, Ca SO₄ 0.7, Ca CO₃ 66.0

9° **Lac de Zoug.** Ici, le résidu sec, de 122.8 mg. par litre, se décompose en : Si O₂ 2.4, Mg SO₄ 8.3, Mg CO₃ 18.0, Ca CO₃ 97.0.

10° **Lac des Quatre-Cantons.** L'eau prélevée devant Brunnen, en août 1906, a laissé un résidu sec de 122.8 mg. par litre comprenant : Si O₂ 2.8, Fe₂ O₃ + Al₂ O₃ 0.5, Na Cl 1.9, Na₂ SO₄ 1.2, K₂ SO₄ 1.8, Mg SO₄ 12.4, Ca CO₃ 104.4. La vase, au même endroit, a donné à l'analyse : Si O₂ 39.52 ‰, Fe₂ O₃ + Al₂ O₃ 15.38 ‰, Ca O 22.42 ‰, Mg O 2.43 ‰, CO₂ 17.62 ‰, matières organiques + H₂ O 2.48 ‰.

11° **Lac de Zurich.** L'eau de lac, prise près de Thalwyl, le 26 septembre 1906, a donné un résidu sec de 113.4 mg. par litre avec : Si O₂ 1.2, Na Cl 0.9, K Cl 1.2, Mg SO₄ 9.3, Mg CO₃ 10.9, Ca CO₃ 89.8. La vase, au même endroit, avait la composition suivante : Si O₂ 27.65 ‰, Fe₂ O₃ 4.98 ‰, Al₂ O₃ 4.96 ‰, Ca O 27.20 ‰, Mg O 2.26 ‰, CO₂ 23.86 ‰, matières organiques + H₂ O 7.95 ‰.

12° **Lac de Côme.** Le résidu sec d'une prise d'eau faite au large de Côme, le 27 octobre 1906, n'a été que de 90.0 mg. par litre et a montré la composition suivante : Si O₂ 1.6, Mg SO₄ 23.7, Mg CO₃ 2.4, Ca CO₃ 58.5.

13° **Lac de Constance.** Pour l'eau de ce lac le résidu sec a été de 168.0 mg. par litre, et comprenait : Si O₂ 4.6, Na Cl 2.7, K₂ SO₄ 1.3, Mg SO₄ 37.5, Ca SO₄ 1.7, Ca CO₃ 116.6.

M. Zender tire des résultats de ses analyses un certain nombre de conclusions; il remarque d'abord que la composition de l'eau des grands lacs subalpins doit être à peu près constante pour chacun d'eux et que d'un lac à l'autre elle varie beaucoup moins que pour les petits lacs alpins. Il établit

ensuite une classification des lacs en lacs calcaires (lacs de Bienne, Neuchâtel et Morat), lacs mixtes (lacs de Genève, Constance, Zurich. Thoune, etc....), lacs silicatés (lacs de Côme, Lugano, Majeur); il montre comment les eaux de lacs riches en sulfates dérivent toujours, en partie, de régions où affleurent des gypses triasiques et comment la richesse relativement grande en magnésie des eaux des lacs du versant S doit s'expliquer par le développement que prennent, dans les bassins d'alimentation de ces lacs, les calcaires dolomitiques.

Quant à la composition des vases elle dépend, plus étroitement encore que celle de l'eau, de la nature des roches qui forment le bassin d'alimentation; aussi peut-elle varier beaucoup d'un point à l'autre d'un même lac, si celui-ci reçoit plusieurs affluents de caractère très différent. La composition moyenne des vases d'un lac n'est du reste pas identique à la composition moyenne des roches du bassin d'alimentation; elle ne comprend jamais de sulfates et elle comporte souvent un enrichissement relatif en silice, un appauvrissement en chaux.

Dénudation sous-lacustre et sous-marine. — M. ARN. HEIM (42) a étudié, dans son ensemble, le phénomène des **glissements de vases sous-aquatiques**, qu'il considère comme une forme étendue de dénudation sous-lacustre ou sous-marine.

Il prend comme point de départ de son étude les glissements successifs qui se sont produits à Zoug en 1435, en 1593 et en 1887, et qui ont affecté d'anciens limons déposés par la Lorze au moment où le niveau du lac était plus élevé. Ici les dépôts vaseux mis en mouvement ont été entraînés jusque sur la plaine centrale, quoique la pente moyenne ne fût que de 4.4 ‰.

Lors du glissement sous-lacustre qui s'est produit à Horgen (lac de Zurich) en 1875, la couche détritique qui couvrait le talus rocheux sous-lacustre a été en grande partie entraînée et ses éléments se sont répandus fort avant dans le lac.

Le phénomène des glissements sous-lacustres paraît du reste avoir une importance beaucoup plus grande qu'on ne lui en attribue généralement, et, une fois que ce fait est admis pour les lacs, il faut forcément supposer que les côtes de la mer doivent être affectées par des glissements semblables, qui doivent être particulièrement fréquents dans la zone de forte déclivité bordant le plateau continental, et qui

doivent y prendre une ampleur incomparablement plus grande que sur les talus sous-lacustres.

M. Heim décrit ensuite une couche du calcaire d'eau douce d'Oeningen qui, étant intercalée entre deux zones non disloquées, comporte de nombreux replis reproduits avec une concordance très régulière par ses lits fins. Il voit, dans cette curieuse formation, le résultat de la coulée sur un talus sous-lacustre d'un sédiment non encore consolidé. C'est à un glissement analogue, mais ayant affecté cette fois un calcaire déjà durci, que l'auteur attribue le recouvrement inexplicable du Flysch par le Nummulitique près de Loch, au SW de la Fliegenspitz (massif des Churfirsten). Ici, la roche qui a glissé, ayant été consolidée déjà antérieurement, s'est morcelée en blocs de toutes dimensions et a formé par places une sorte de brèche.

M. Heim croit aussi que dans plusieurs cas les replis compliqués qui se montrent dans le Wildflysch et dans le Crétacique supérieur de la région de Habkern et qui ont été signalés déjà par Kaufmann, sont attribuables à des glissements sous-aquatiques, car ils sont trop localisés pour être dus à des dislocations tectoniques, et ils n'ont rien de commun avec les phénomènes de foisonnement.

Lorsqu'un glissement sous-aquatique se produit, la masse mise en mouvement pourra, suivant sa nature, se plisser, se disloquer, ou couler, ses éléments conservant toute leur mobilité relative ; ainsi pourront se former des brèches, semblables à ces intercalations bréchiformes que l'on trouve parfois au milieu d'une série de sédiments fins.

Par le fait même de ces glissements qui, dans les régions côtières de la mer, peuvent prendre une très vaste ampleur, il devra se produire d'une part des lacunes stratigraphiques dans la zone de départ des glissements, soit donc dans la zone de forte déclivité, d'autre part des recouvrements de sédiments plus jeunes par des dépôts plus anciens dans la zone d'amoncellement de ces glissements. De plus, les dépôts littoraux pourront être transportés par ces mouvements sous-aquatiques loin de leur zone de sédimentation et donner lieu ainsi à des anomalies stratigraphiques apparentes dans la région où ils seront accumulés en gisement secondaire.

Il y a donc dans le phénomène des glissements sous-aquatiques une cause de nombreuses irrégularités dans la sédimentation et la superposition des dépôts marins, aussi l'étude de ce phénomène mérite-t-elle d'attirer l'attention des géologues et des océanographes.

Glaciers et névés.

Variations des glaciers. — M. P.-L. MERCANTON (45) a fait ressortir les imperfections des méthodes employées jusqu'ici pour déterminer la marche des variations à longues périodes des glaciers, et a montré que, pour arriver à de meilleurs résultats, il est nécessaire d'entreprendre une étude suivie des variations de l'enneigement.

M. F.-A. FOREL a cherché à reconnaître les relations qui ont existé de 1826 à nos jours entre les variations climatiques, telles qu'elles ont été constatées à l'observatoire de Genève et les variations de longueur des glaciers alpins. Il a pu établir, par ce travail de comparaison, l'existence d'un rapport très net entre les phases de décrue des glaciers et les périodes présentant un excès de chaleur estivale, et il a insisté sur l'utilité qu'il y aurait à multiplier les observations sur ce sujet (22).

Dans le même ordre d'idées, M. R. GAUTIER (32) a signalé le fait que, d'après les observations faites au Saint-Bernard, depuis 1856, les quantités de précipitations atmosphériques tombées sur ce massif ont été plus faibles que pendant la première moitié du dix-neuvième siècle, sauf pour les années 1880-1890 qui présentent un léger excédent relativement à la moyenne. Il y a eu d'autre part déficit de température estivale de 1840 à 1860, excès de 1865 à 1883, puis de nouveau déficit, suivi en dernier lieu d'un excédent qui persiste encore.

La relation entre ces faits d'ordre climatique et les variations des glaciers paraît évidente.

Le rapport général sur les variations des glaciers pendant la période 1905-1906, rédigé par MM. E. BRÜCKNER et E. MURET (13), a paru avec un sérieux retard. Il résume les observations faites en Suisse (voir Revue pour 1907) puis celles concernant les autres régions des Alpes, les Pyrénées, la Scandinavie, la Boukharie, le Thiane-Chane, l'Altaï et l'Himalaya. Un important chapitre, rédigé par M. H. FIELDING REID, est consacré à l'étude des glaciers de l'Amérique du Nord.

Ce rapport montre le développement rapide de la glaciologie dans les pays les plus divers. Il prouve que dans l'ensemble des Alpes tous les glaciers sont ou bien en décrue ou tout au moins stationnaires, en stade de minimum, que les conditions sont à peu près les mêmes dans les Pyrénées,

tandis qu'en Norvège une tendance manifeste à la crue se dessine.

En Asie centrale ainsi que dans l'Amérique du Nord c'est encore la tendance à la décrue qui prédomine fortement.

Un résumé de cette publication a été fait par M. F.-A. FOREL (23) pour les Archives des Sciences de Genève.

Dans le rapport que MM. F.-A. FOREL, E. MURET, P.-L. MERCANTON et E. ARGAND (27) ont consacré aux variations des glaciers des Alpes suisses pendant la période 1906-1907, M. Forel commence par reprendre en détail la question des variations climatiques que les observations faites à Genève depuis 1826 permettent de reconnaître. En additionnant les quantités annuelles de chutes d'eau par décades, M. Forel a constaté un déficit de pluie à Genève pour les décades allant de 1826-1835 à 1833-1842, puis un excès pour les décades de 1834-1843 à 1844-1853, un déficit pour la décade de 1845-1854, un excès pour les décades de 1846-1855 et 1847-1856, un déficit pour les décades de 1848-1857 à 1869-1878, et un excès pour les décades de 1870-1879 à 1897-1906. Il y a donc dans les allures des chutes de pluie un phénomène de longue périodicité, exactement comme dans les variations de longueur des glaciers.

Considérant ensuite les variations de la chaleur estivale, soit celle des mois de juin, juillet et août, et prenant chaque fois la moyenne de cinq années consécutives, M. Forel remarque un excès de chaleur pour les pentades se terminant entre 1826 et 1839, un déficit pour les pentades de 1840 à 1859, un excès pour les pentades de 1860 à 1881, un déficit pour les pentades 1882 à 1885, un excès pour les pentades de 1886 à 1906. La concordance des périodes ainsi établies avec les phases des variations des glaciers est très nette, et en particulier la relation entre l'excès de chaleur presque continu de 1855-1859 à 1902-1906 et le retrait presque ininterrompu des glaciers, pendant la même durée, est évidente.

Le second chapitre de ce rapport est rédigé par M. Mercanton et consacré aux variations de l'enneigement. Il contient des renseignements sur les massifs du Mont Blanc et du Gothard, résume les données fournies sur le nouveau nivomètre établi vers la station Eismeer du chemin de fer de la Jungfrau et signale l'installation d'un autre nivomètre sur le glacier des Diablerets, à 3030 m. d'altitude. Il conclut à un état stationnaire ou légèrement progressif de l'enneigement en 1907.

MM. Fœrel et Muret ont collationné les renseignements concernant les 66 glaciers mesurés en 1907. Ils ont constaté la persistance de la décrue générale, quoique pour 12 glaciers une légère progression du front, due probablement à des phénomènes accidentels ou à de simples changements de forme, se soit produite. Parmi les glaciers en crue douteuse, la plupart appartiennent aux Alpes vaudoises et bernoises.

Dans un dernier chapitre, M. E. Argand résume les observations qu'il a faites, de 1905 à 1907, dans le massif de la Dent Blanche; il signale le recul important du front des glaciers depuis l'époque où furent établies les cartes correspondantes de l'Atlas Siegfried et l'apparition de nombreux pointements de rochers récemment encore enfouis sous la glace. Il décrit plus spécialement les glaciers d'Arolla et du Mont Collon qui se confondaient encore, il n'y a pas longtemps, dans leur partie frontale et qui, aujourd'hui, sont complètement indépendants, et fournit quelques renseignements sur les modifications de forme subies par les glaciers de Ferpècle, de Turtmann et de Zmutt.

Les observations faites, en août 1906, sur le glacier du Rhône, dont les résultats ont été collationnés par M. E. HAGENBACH-BISCHOFF (36) ont montré que la surface du glacier s'était notablement abaissée depuis l'année précédente. La vitesse de marche de la glace a été moindre en 1905-1906 que pendant les années précédentes. Le front s'est retiré en moyenne de 15^m7, découvrant une surface de 6100 m². L'ablation, qui a varié de 0^m33 sur le Grossfirn à 11^m85 sur le glacier inférieur, a été un peu supérieure à celle de 1905.

Pendant l'année 1906-1907 le glacier du Rhône a continué à décroître, comme l'indique un nouveau rapport de M. E. HAGENBACH-BISCHOFF (37); sa vitesse a été un peu plus rapide que pendant l'année 1905-1906 dans la région des névés, tandis que plus bas elle a été au contraire moindre. Le retrait de front a été plus grand, soit de 24^m7 en moyenne, découvrant une surface de 6950 m². L'ablation a été plus faible en 1907 qu'en 1906.

M. E. CHAIX (20) a reconnu quelques faits nouveaux concernant la diminution d'épaisseur de la Mer de glace dans sa partie frontale pendant la phase de décrue actuelle. Il a d'autre part décrit et figuré un tronçon de la vallée du glacier d'Argentière, qui est nettement surcreusé dans une ancienne vallée glaciaire. Enfin, il a cité un cas de mouve-

ment latéral dans la bordure du glacier avec rabottage énergique de la roche sous-jacente.

Avalanches. — Parlant des avalanches et des dévastations qu'elles produisent, M. P.-L. MERCANTON (44) a insisté sur l'influence prépondérante du coup de vent, qui prend le plus souvent une allure tourbillonnaire.

Transports éoliens.

Je puis me contenter de citer ici une note que M. L. ROLLIER (49) a consacrée à une chute de petites pierres jetées par le vent, qui est survenue le 29 février 1907, à Trélex (Vaud).

Eboulements.

M. A. BALTZER a reproduit, dans les *Eclogæ* (11), le résumé de ses observations sur l'éboulement survenu, en mai 1907, à Kienthal, observations dont il avait déjà rendu compte antérieurement (voir Revue pour 1907).

Plasticité des roches.

Répondant à une publication de M. C. Schmidt, parue l'an dernier (voir revue pour 1907), M. ALB. HEIM (39) a repris la question de la propagation de la pression en profondeur et des déformations qui peuvent être déterminées par ces pressions.

Dans un premier chapitre il s'efforce de démontrer l'impossibilité qu'il y a de supposer avec M. Schmidt, que le phénomène des éclatements de roche dans les galeries est tout à fait indépendant d'une déformation. Les éclatements sont dus uniquement à la propagation de la pression en profondeur, par conséquent à la même cause qui provoque ailleurs des déformations considérables; du reste, si les déformations ne sont généralement pas appréciables dans les galeries où se produisent des éclatements, c'est-à-dire dans les parties où la roche offre le maximum de résistance à la pression, cela ne veut pas dire qu'elles ne se produisent pas; on peut au contraire admettre comme à peu près certain qu'elles interviennent lentement mais constamment.

Parlant ensuite de la notion de la plasticité latente, M. Heim remarque qu'aucune galerie n'a été creusée jusqu'ici assez profondément pour atteindre la zone dans laquelle on peut

supposer la pression assez forte pour vaincre la résistance de toutes les roches. De plus, pour réaliser l'effet de la pression hydrostatique sur les roches profondes, il faudrait laisser les galeries ouvertes beaucoup plus longtemps que cela n'a jamais été fait. En troisième lieu, le creusement même d'une galerie, en déterminant la suppression locale de la contre-pression, doit diminuer sinon supprimer la plasticité de la roche ambiante sur une épaisseur qui doit aller longtemps en augmentant.

Malgré cela, les expériences faites dans les tunnels, en particulier les poussées fréquemment observées, soit des parois latérales, soit du plancher des galeries, indiquent inéluctablement l'existence, dans les roches profondes, d'une sorte de pression hydrostatique, limitée et surtout ralentie par des frottements internes beaucoup plus énergiques que ceux qui peuvent se développer dans un liquide. Ce ralentissement par les frottements internes suffit pour expliquer la persistance dans les roches de cavités, surtout si celles-ci sont orientées verticalement c'est-à-dire parallèlement à l'effet de la surcharge.

M. Heim constate que sa théorie de la pression hydrostatique régnant dans les roches en profondeur est confirmée non seulement par les mouvements qui se sont produits dans tous les tunnels non voûtés, mais en particulier par les déformations et dislocations qui se sont manifestées avec une rapidité tout à fait inattendue dans la galerie parallèle du Simplon. Il considère comme démontré que la surcharge exercée par les régions susjacentes peut, dans les grands tunnels de montagne, vaincre la résistance offerte par les roches et créer des poussées qui, sous des formes diverses, devraient arriver avec le temps à boucher entièrement la galerie. Il faut donc, dans ces cas-là, employer le tunnel tubulaire.

Quant à la prétention de M. Schmidt d'avoir réfuté la théorie de la plasticité latente, M. Heim fait observer que les exemples toujours plus nombreux, constatés par des savants de tous pays, de roches déformées sans fracture donnent à cette théorie une base de plus en plus solide ; ils démontrent que la surcharge donne aux roches la capacité de se déformer sous l'effort des dislocations orogéniques. Si le plus souvent les roches déformées montrent des signes d'écrasement et ont été affectées par des recristallisations hydrochimiques, il existe aussi des cas où la déformation n'a été accompagnée ni de l'un ni de l'autre de ces phénomènes, et où la roche s'est modifiée exactement suivant le même principe que les

échantillons comprimés artificiellement, à sec et à des températures de 300° à 400°, par MM. Adams et Nicolson, c'est-à-dire par la déformation pure et simple de ses éléments. Enfin, les expériences de M. Tammann ont clairement prouvé que les corps cristallisés acquièrent, sous l'influence de fortes pressions, la propriété de fluer et par conséquent de se déformer sans l'intervention d'aucune quantité d'eau.

Le phénomène hydrochimique intervient donc souvent dans la déformation des roches, mais pour prouver qu'il n'en est pas une condition nécessaire il suffit de rappeler encore les cas de sédiments laminés, dont tous les éléments ont été aplatis sans aucune recristallisation ; de plus on doit considérer comme très probable que des recristallisations ont pu fréquemment se produire sans l'intervention de l'eau et par le seul effet de la pression.

M. Heim invoque en faveur de la plasticité latente des roches, fonction de la surcharge, le contraste qui existe entre la tectonique des nappes inférieures formées à une grande profondeur, et celle des nappes supérieures, dans lesquelles l'influence de la surcharge ne s'est que peu manifestée. Il invoque également la transformation dynamique de la structure granitoïde en structure schisteuse ou fibreuse telle qu'on l'observe si souvent. A propos de cette forme de dynamométamorphisme, il montre que l'apparition de cataclases dans certains éléments des roches n'exclut en aucune façon une véritable plasticité de l'ensemble, et il distingue différents degrés dans les déformations orogéniques.

Pour conclure, M. Heim constate que, d'une part, l'étude des régions disloquées de l'écorce terrestre, activement poursuivie dans ces dernières années, n'a fait que confirmer l'idée que les plissements et les déformations orogéniques ont été produits, sous l'action combinée de deux facteurs essentiels, la surcharge et l'effort tangentiel, et n'ont été qu'influencés secondairement et d'une façon très variable par le processus hydrochimique, par les hautes températures, par les transformations moléculaires. Il remarque que d'autre part une série d'expériences de laboratoire ont prouvé la possibilité de déformer des roches, à la façon de corps plastiques, en faisant intervenir simplement de hautes pressions. Enfin, il répond aux adversaires de la théorie de la plasticité latente que, pour réfuter cette idée, ils lui ont donné une forme rigide que lui, son auteur, ne lui a jamais supposée ; il a toujours admis, pour la plasticité des roches d'innombrables variations de degré et de forme.

M. ALB. HEIM (40) a traité le même sujet devant la société géologique de Vienne et a insisté, à cette occasion, sur la nécessité de supposer l'existence d'une pression hydrostatique en profondeur, et de tenir compte de la différence considérable qu'il y a entre la résistance à l'écrasement d'un échantillon sain, choisi dans une roche, pour une expérience, et celle de la roche dans son ensemble avec tous les défauts de cohésion qu'elle présente forcément.

Il a montré que pour les tunnels profonds il faut donc forcément admettre l'existence de poussées vers le vide, qui détermineront tantôt des déformations, tantôt des éclatements détonants, comme effets immédiats, et qui avec le temps devront amener l'obturation complète de la galerie. Ces conclusions imposent l'idée de la nécessité de revêtements tubulaires solides pour tous les tunnels profonds.

Ensuite, M. Heim a parlé des prévisions possibles pour la détermination des venues d'eau dans un tunnel et pour l'évaluation des températures en profondeur, en se basant spécialement sur les expériences faites au Simplon.

Variations de la gravité.

M. TH. NIETHAMMER (46) a été chargé, par la commission géodésique suisse de faire une série de mesures de la **gravité dans le Valais**. Dans un compte rendu de ses observations il a commencé par expliquer les multiples corrections qu'il faut faire aux valeurs obtenues pour pouvoir les comparer entre elles et à celles constatées dans d'autres régions.

Dans tout le territoire considéré la valeur de la gravité reste au-dessous de ce que théoriquement elle devrait être, mais le déficit maximum se trouve suivant une zone qui longe la vallée du Rhône depuis le territoire au S de Brigue jusqu'à la vallée de Bagne, et qui s'incurve ensuite au SW de façon à passer au S du Mont Dolent. Depuis cette zone de gravité minimale, le défaut de masse diminue progressivement soit vers le S soit vers le N.

M. Niethammer rappelle que, d'après une théorie de Pratt, les régions à gravité minimale devraient être celles qui ont subi un exhaussement particulièrement important, et il fait remarquer la concordance de la zone à gravité minimale du Valais avec la zone des racines préalpines admise par la plupart des géologues.

A propos de cette communication, M. ALB. HEIM (41) a attiré l'attention sur l'importance des résultats obtenus et a

émis l'idée que la gravité doit augmenter dans les régions de plis autochtones, tandis qu'elle doit diminuer dans les pays de nappes.

Géothermie.

M. J. KOENIGSBERGER (43) a fait, avec l'aide de MM. E. THOMA et E. GÖLZ, une nouvelle série de recherches sur les divers facteurs susceptibles de produire des **variations du degré géothermique** dans le cas particulier des tunnels alpins.

Il a pu ainsi constater, en premier lieu, que si la conductibilité des roches varie, ces variations ne sont pourtant pas suffisantes pour influencer, d'une façon appréciable, sur le degré géothermique, sauf dans le cas de masses considérables de schistes qui tendent à augmenter ce degré. Dans les roches humides, par contre, le degré géothermique diminue de 4 à 8 % relativement à sa valeur dans les mêmes roches sèches.

Quant à la position des couches, elle peut influencer d'une façon sensible sur la valeur du degré géothermique; c'est ainsi que la longueur de celui-ci est normalement de 35-37 m. dans des gneiss ou des schistes verticaux, tandis qu'elle n'est plus que de 28-29 m. dans des gneiss en position horizontale, et de 24-27 m. dans des schistes argileux ou des micaschistes horizontaux.

M. Koenigsberger rappelle ensuite le rôle considérable que peuvent jouer, au point de vue géothermique, les infiltrations abondantes et la nécessité de se rendre compte, pour toute expertise de ce genre, de l'importance des venues d'eau qui peuvent se produire sur un point ou un autre d'un tunnel. Puis, il montre les causes de variation de la température du sol près de la surface, et les causes d'erreur dans la détermination de cette température; il croit pouvoir établir les données suivantes pour les régions alpines :

| | | | | | | |
|---|------|------------|--------------|-------------------------|---|--------|
| A | 500 | m. d'alt., | expos. N, | la temp. moyenne du sol | = | 8.9° |
| | 1000 | » | » N, | » | » | = 7.2° |
| | » | » | » S, | » | » | = 8.8° |
| | 1500 | » | » N, | » | » | = 5.1° |
| | » | » | » S, | » | » | = 6.1° |
| | 2000 | » | » N, | » | » | = 3.0° |
| | » | » | » S, | » | » | = 3.7° |
| | 2500 | » | » N, | » | » | = 0.8° |
| | » | » | » S, | » | » | = 1.0° |
| | 2670 | » | » quelconque | » | » | = 0° |

Pour contrôler ses données théoriques et expérimentales sur les causes de variation du degré géothermique, M. Koenigsberger les a appliquées au cas des tunnels de l'Albula, de l'Arlberg, du Simplon, du Tauern, du Ricken, du Bosruck et est arrivé à une concordance très satisfaisante de ses résultats avec ceux obtenus directement par l'observation, sauf en ce qui concerne le tunnel du Bosruck, où la quantité particulièrement forte des venues d'eau détermine un abaissement de la température de la roche, impossible à déterminer théoriquement. Du reste, l'auteur propose une formule de correction à appliquer aux cas où les infiltrations sont considérables.

En terminant, M. Koenigsberger se résume en constatant que l'influence prépondérante en géothermie, celle de la forme du relief, peut être calculée à l'aide d'une formule précise, que la nature minéralogique des roches influe peu, mais que la position des couches dans des milieux schisteux détermine des variations notables et du reste faciles à apprécier du degré géothermique, que les infiltrations abaissent la température de la roche dans une proportion qui se calcule en tenant compte, d'une part, de la quantité d'eau, d'autre part de la distance du point de passage de ces eaux à la surface.

Pour une expertise il faut commencer par établir un profil moyen des altitudes en tenant compte d'une zone d'une largeur double de la hauteur de la montagne au-dessus de la ligne à considérer, puis déterminer l'isotherme de 5°, calculer la valeur du degré géothermique en tenant compte de l'influence du relief et de la constitution géologique, enfin évaluer l'influence possible des infiltrations.

Tremblements de terre.

Dans deux rapports successifs (29 et 30) M. FRÜH a mentionné le projet d'installation d'une station seismologique à Zurich; il a fourni quelques renseignements sur les tremblements de terre ressentis récemment en Suisse.

M. A. DE QUERVAIN (47) a collationné, comme pour les années antérieures, les renseignements qu'il a pu recueillir sur les tremblements de terre ressentis en Suisse pendant l'année 1907. Le nombre des seismes s'élève à 40; la région particulièrement affectée a été, comme pendant les années précédentes, celle des Grisons.

Après 2 faibles secousses ressenties l'une le 12 janvier, à Payerne, l'autre le 14 janvier, à Zurich, un fort ébranlement

a affecté, le 21 janvier, les environs de Flims, puis un autre s'est produit, le 17 février, dans le Schanfigg, le Prättigau et la vallée de Davos.

Plus tard, 2 seïsmes légers ont affecté la Suisse centrale, l'un Weggis, le 21 février, l'autre Unterägeri (Zug) le 11 mars, et ce dernier a été suivi, le même jour, à 12 heures de distance, par un tremblement de terre ressenti à Aigle (Vaud) et décomposé en 4 ébranlements séparés mais rapprochés. Dans la nuit du 11 au 12 mars on a en outre signalé un faible tremblement de terre à Constance.

Le 15 mars, 2 secousses se sont produites dans le canton d'Appenzell à 17 heures d'intervalle, l'une à Urnäsch, l'autre à Waldstatt. Le 23 mars, le village de Gutannen, dans l'Oberland bernois, a été faiblement secoué, puis, le 30 mars, un choc brusque, assez fort et accompagné de bruit souterrain, a été ressenti à Neuchâtel, Boudry, Valangin.

En avril, les tremblements de terre suivants ont été signalés : un choc peu important, le 1^{er} avril, à Coire, une très légère secousse à Berne, le 7 avril, une autre plus forte, le 20 avril, dans le Münsterthal, le Vintschgau, l'Ultenthal, le Suldenthal et les environs de Bormio, suivie, le 25, d'un seïsmes qui a affecté, avec l'E des Grisons, tout le Tyrol méridional et un territoire étendu en Vénétie et en Lombardie, enfin 2 tremblements de terre distincts qui ont été ressentis, le matin du 27 avril, à 2 heures de distance, l'un à Uzwil (Saint-Gall), l'autre à Schaffhouse, et qui paraissent tous deux avoir été déterminés par une baisse barométrique tout à fait exceptionnelle.

Pendant le mois de mai, un seul seïsmes a été enregistré, qui s'est produit le 2 à Oron (Vaud) ; de même, en juin, une seule secousse a affecté légèrement Ardez, dans la Basse-Engadine.

En juillet, 4 seïsmes ont été constatés : le 11, dans la vallée du Rhin entre Coire et Malans, le 12, dans le même territoire, le 25 et le 26 à Payerne.

Août a eu 3 tremblements de terre, dont l'un comprend plusieurs chocs successifs ressentis dans le massif de l'Albula, le 22, dont le second est un phénomène tout à fait local produit près de la source de la Veveyse (préalpes fribourgeoises) le 28, et le troisième, datant du même jour, a été constaté à Arenenberg (Thurgovie). En septembre on a signalé 2 ébranlements, l'un assez fort, dans le Bergell, la Haute-Engadine et la vallée de Poschiavo le 18, l'autre, beaucoup plus faible, à Sarnen le 25. Pendant le mois d'oc-

tobre, la sèismité s'est concentrée dans la Suisse occidentale avec une légère trépidation, le 9, à Vevey et Tour-de-Peilz, un choc peu marqué, le 12, dans la région de Fribourg et Guin, et une faible secousse le 23, à Lausanne-Yverdon. En novembre, un seïsme a été ressenti le 8 à Coire, un autre, très faible, à Genève, le 15 ; en décembre, une seule secousse a été ressentie, très faible aussi, à Prilly près Lausanne.

Plissements. Orogénie.

M. R. DE GIRARD (33) a entrepris de reproduire les principales formes de plis, en se servant d'une mince lame de plomb, à laquelle il fait subir un effort tangentiel avec d'autres efforts variés. Il a établi ainsi une série de figures schématiques de plissements ; il a d'autre part reconstitué artificiellement des images à petite échelle de massifs plissés existant, en particulier du Plateau Central français et du massif armoricain.

Volcanisme

M. A. BRUN (14 et 15), dont j'ai cité déjà plusieurs fois les travaux concernant le phénomène volcanique et le rôle qu'y joue l'eau, a eu la satisfaction de trouver, lors d'une exploration récente du Picco de Teyde et du Timanfaya, 2 volcans des îles Canaries, la confirmation évidente de la notion du caractère anhydre des émanations purement volcaniques. Il n'a jamais constaté, dans les fumerolles du Picco de Teyde, qu'une quantité d'eau très faible dérivée directement de la pluie tombée autour du cratère, et au Timanfaya, il a constaté des fumerolles absolument sèches.

III^{me} PARTIE — TECTONIQUE. DESCRIPTIONS RÉGIONALES

Tectonique alpine en général.

En tête de ce chapitre il convient de citer la carte géologique au 1 : 400 000 des Alpes occidentales que le service géologique italien a publiée (104) en 1908.

Le territoire figuré sur cette carte s'étend de la Méditerranée entre Nice et Savone jusqu'au lac Majeur, au Gothard et au Mont-Blanc. L'on obtient ainsi une image d'ensemble fort

claire des différentes zones des Alpes franco-italiennes et des Alpes suisses au S de la zone des schistes lustrés.

Cette carte est accompagnée d'une légende dans laquelle sont décrits sommairement les terrains cristallins, métamorphiques et sédimentaires qui constituent cette vaste région.

L'Académie française des sciences a eu l'heureuse idée de publier, après la mort de MARCEL BERTRAND, un travail qui lui fut présenté en 1890 par ce maître de la géologie, et qui contient une étude d'ensemble du phénomène des **refoulements horizontaux** (60).

M. P. Termier, qui a été chargé de cette publication, fait ressortir dans un court avant-propos tout l'intérêt historique qui s'attache à ce travail, dans lequel nous trouvons réunies les idées qu'avait Marcel Bertrand il y a dix-neuf ans sur l'ensemble des Pyrénées et des Alpes envisagé au point de vue tectonique et sur la genèse des chaînes de montagnes en général.

L'exposé de Marcel Bertrand débute par le développement de la notion de l'effort tangentiel dérivé du refroidissement terrestre; puis, après ce chapitre à la fois historique et critique, l'auteur aborde l'étude des différentes formes de plissements et de fractures, il établit en particulier une distinction bien nette entre les failles de tassement, les failles de plissement et les failles de décrochement et précise les caractères spéciaux des plis couchés, dans lesquels l'étirement des couches se manifeste non seulement dans le jambage renversé, mais aussi, quoique à un moindre degré, dans le jambage normal.

Le chapitre suivant traite en détail des recouvrements depuis longtemps classiques de la Provence, puis, après avoir fourni quelques renseignements sur le pli couché de Bugarach dans les Pyrénées, Marcel Bertrand aborde l'examen des mouvements horizontaux dans les Alpes. Il parle des lambeaux de recouvrement de la Cavale et du Soleil-Biou au pied du Pelvoux, des klippen des Annes et de Sulens situées entre la vallée de l'Arve et le lac d'Annecy et voit dans tous ces exemples des preuves incontestables de grands recouvrements. A propos des Alpes suisses il cite, comme autres preuves de ces grands mouvements horizontaux, le pli de la Dent de Morcles et des Dents du Midi et il suit ce recouvrement à travers toute la Suisse jusqu'aux Alpes glaronnaises, constatant partout le chevauchement du Nummulitique et du Flysch par les terrains secondaires. Il développe à nouveau l'hypo-

thèse, émise déjà par lui en 1883, de l'existence d'un pli unique dans les Alpes glaronnaises. Il signale avec réserve le fait que les klippen pourraient bien être envisagées comme des lambeaux de recouvrement ; il conclut en constatant que sur toute la périphérie de l'arc alpin s'étend une zone de recouvrements, qui ont dû se développer à peu près simultanément pendant les temps éocènes et que de même le versant méridional offre lui aussi des plis couchés.

Pour généraliser encore la question des mouvements horizontaux, Marcel Bertrand en cherche d'autres exemples dans les Montagnes Rocheuses du Canada, puis dans les chaînes hercyniennes du bassin franco-belge et finalement dans les grands chevauchements de gneiss sur le Silurien du N de l'Ecosse.

Dans un chapitre final l'auteur développe quelques considérations générales tirées de l'étude des faits considérés. Il admet d'abord comme démontré que le pli représente bien la véritable unité structurale des chaînes ; puis il montre qu'un pli horizontal, une fois formé, sera forcément poussé en avant si l'effort tangentiel continue à agir et qu'il sera par conséquent élargi si la charnière sous-jacente reste fixe. Il fait ressortir l'importance des plans de glissement qui doivent s'établir pendant ce mouvement, parallèlement aux couches ou à peu près, soit dans le jambage normal, soit dans le jambage renversé du pli couché, soit encore dans la zone synclinale sous-jacente. Puis, ayant constaté que les refoulements doivent atteindre un maximum à la surface et diminuer assez rapidement d'importance en profondeur, il en conclut que la cause initiale de ces déplacements doit siéger dans le refroidissement de la terre et que les plissements en général sont des phénomènes superficiels, localisés dans la zone périphérique, complètement refroidie, de l'écorce, qui a dû constamment se resserrer pour suivre la contraction par refroidissement des couches plus profondes.

M. A. PENCK (82) a exposé dans une conférence la notion actuelle de la tectonique alpine, telle qu'elle résulte des travaux de MM. Alb. Heim, Marcel Bertrand, M. Lugeon, H. Schardt. Après avoir montré comment on est arrivé à la certitude de l'existence des grandes nappes helvétiques, pré-alpines et austroalpines, il développe l'idée que la formation de ces nappes ne peut pas être simplement l'effet de l'effort tangentiel, mais qu'elle est due à un écoulement des masses sous l'effet de la pesanteur vers les régions basses. Aussi faut-

il forcément admettre que les régions alpines ont subi un exhaussement postérieur à l'empilement des nappes et qui s'est propagé du S au N.

Ainsi les massifs centraux ont été dépouillés de leur couverture sédimentaire non par l'érosion, mais par le glissement des sédiments du massif en voie de surrection vers le synclinal qui se formait en même temps au N. Puis le mouvement d'élévation se propageant vers le N, les glissements de masses ont pu reprendre à plusieurs reprises et donner naissance aux empilements de nappes qu'on observe dans les régions externes des Alpes.

Ces mouvements provoqués par la pesanteur sont comparables à ceux qui se produisent dans les zones faillées délimitant les socles continentaux et les grandes profondeurs océaniques voisines.

Les mouvements de surrection ont dû se perpétuer dans les régions alpines jusqu'à la fin de la période glaciaire, en même temps que les cours d'eau d'abord, puis les glaciers modifiaient profondément la morphologie de ces territoires.

M. H. SCHARDT (88) a soutenu un point de vue analogue ; il suppose dans l'évolution des nappes de charriage deux phases bien distinctes : d'abord une phase de ridement, pendant laquelle a dû surgir un faisceau de plis droits et serrés, puis une phase de déversement de ces plis les uns par dessus les autres dans une direction sous l'influence prédominante de la pesanteur. Il explique ainsi le décollement fréquent des couches supérieures dans la région frontale des nappes, les laminages intenses observés dans le corps des masses charriées, la séparation tectonique de la racine et du front d'une même nappe, faits qui lui paraissent incompréhensibles si l'on suppose l'intervention unique de l'effort tangentiel dans l'évolution des grands plis couchés.

Ces idées ont été sommairement exposées soit en langue française, soit en langue allemande (89).

A l'occasion du congrès international de géographie réuni en 1908 à Genève, M. M. LUGEON a rédigé un guide géologique à travers les **Préalpes, les Hautes-Alpes calcaires et les Alpes cristallines du Valais** (76).

Dans l'introduction à cette notice, l'auteur définit d'une part les régions autochtones (Mont-Blanc, Aiguilles Rouges), massif de l'Aar), d'autre part les régions allochtones, qui comprennent les nappes helvétiques, les nappes préalpines et les nappes piémontaises ou valaisannes ; ensuite il décrit briè-

vement la stratigraphie des Préalpes, des Hautes-Alpes calcaires et de la zone des schistes lustrés.

M. Lugeon conduit d'abord ses lecteurs à travers la région redressée de la Molasse de Lausanne au pied des Pleïades, puis il les amène au chevauchement bien connu des Préalpes médianes sur la Molasse rouge qui se voit entre le Bouveret et Saint-Gingolph, il leur montre la ressortie de cette même Molasse rouge entre le Flysch haut-alpin et les terrains pré-alpins aux environs de Colombey.

Dans un second chapitre nous trouvons la description du synclinal de Flysch de Leysin resserré entre l'anticlinal des Tours d'Aï et le bord radical culbuté de la nappe des Préalpes médianes, puis celle de la vallée des Ormonts, taillée dans le Flysch du Niesen, au milieu duquel s'intercale une lame de Jurassique, prolongement des calcaires de Chamossaire.

Ensuite vient un exposé des caractères tectoniques du Creux de Champ, où le front plongeant du pli du Wildhorn se superpose de la façon la plus claire au pli des Diablerets, et de la zone des Cols entre Ormonts-dessus et Gryon, où le laminage des formations préalpines est intense. Puis M. Lugeon, faisant passer ses lecteurs par Gryon, les Plans, le Col des Essets, Anzeindaz et Gryon, leur donne une idée de ce que sont le pli de Morcles, le pli des Diablerets et entre eux la lame préalpine du Néocomien à Céphalopodes.

Après nous avoir donné un rapide aperçu de la vallée du Rhône de Bex à Sion, M. Lugeon nous décrit les environs de cette dernière ville comme appartenant à la zone des racines des nappes préalpines inférieures, puis, à propos de la vallée de Zermatt, il montre le chevauchement sur une grande largeur de la nappe du Grand-Saint-Bernard sur le Trias ; enfin il termine par un exposé des relations entre les nappes du Grand-Saint-Bernard, du Mont-Rose et de la Dent-Blanche, telles qu'elles se présentent aux environs de Zermatt.

M. H. SCHARDT (90) chargé aussi de diriger une des excursions géologiques du congrès de géographie réuni à Genève, a écrit, à cet effet, un guide à travers le Jura, le Plateau molassique et les Alpes dans la partie occidentale de la Suisse.

L'auteur commence par conduire ses lecteurs au lac des Brenets, tronçon d'une vallée fluviale barré par deux gros éboulements, et sur la chaîne anticlinale de Pouillerel, dont l'érosion a décapé les couches du Callovien et du Dogger. Il décrit ensuite successivement les anticlinaux de Som-Martel,

de Tête-de-Ran-Mont d'Amin, de Chaumont, et les synclinaux intermédiaires du Locle, de la Sagne, du Val-de-Ruz.

A propos du plateau molassique, l'auteur attire l'attention sur la discordance fréquente de l'Aquitaniien sur le Crétacique inférieur du pied du Jura, et montre d'une part la transformation de la Molasse vers le S par le développement, au milieu d'elle, des conglomérats, d'autre part le redressement de ses couches dans la zone subalpine.

Passant aux Préalpes, M. Schardt définit d'abord les caractères généraux de ces chaînes, puis il décrit sommairement la chaîne du Moléson et de la Dent de Lys, dont les formations triasiques, jurassiques et crétaciques chevauchent au N sur le Flysch des Préalpes externes, le synclinal digité de la haute Gruyère avec ses calcaires schisteux crétaciques, la chaîne du Vanil-Noir formée de deux anticlinaux accolés, puis la lame chevauchante, triasique-jurassique, du Laitmaire, enfin les deux arêtes du Rubly et de la Gummfluh constituées par deux écailles plongeantes de la nappe des Préalpes médianes recouvertes par la Brèche du Chablais et de la Hornfluh.

Après avoir défini les formations triasiques-jurassiques de la zone des Cols comme appartenant à une nappe préalpine inférieure moulée sur les plis haut-alpins et s'enracinant dans la vallée du Rhône, M. Schardt décrit les relations existant entre le pli du Wildhorn et celui des Diablerets, telles qu'on peut les voir en traversant le Sanetsch.

M. H. SCHARDT (92) a en second lieu rédigé, pour la publication éditée par la maison Attinger de Neuchâtel sous le nom de « la Suisse », une description sommaire, illustrée, de la géologie générale de notre pays, qui est à peu près la reproduction de celle parue dans le Dictionnaire géographique de la Suisse.

L'auteur commence par donner un aperçu sur les formations constitutives du sol en Suisse, sur leur répartition et leurs divers faciès, puis il décrit la tectonique des différentes zones des Alpes, du Plateau molassique et du Jura.

Un chapitre est consacré à la morphologie géographique en relation avec la géologie, un autre traite de la paléogéographie et des phases successives par lesquelles a passé notre pays avant d'être arrivé à son stade actuel; enfin, après avoir fourni quelques renseignements sur les tremblements de terre en Suisse, M. Schardt termine par un aperçu historique sur le développement de la géologie alpine.

La Société géologique d'Allemagne ayant consacré, en 1907, son excursion annuelle à la Suisse et à ses abords immédiats, nous trouvons, dans le compte rendu de ce voyage, rédigé par MM. C. SCHMIDT, A. BUXTORF et H. PREISWERK (96), la description sommaire de diverses régions du Jura, du Plateau molassique et des Alpes. Ce rapport reproduit du reste de nombreux renseignements publiés déjà par M. Schmidt dans le « guide » qu'il avait préparé en vue de ces excursions. (Voir Revue pour 1907.)

Le premier itinéraire décrit traverse la partie SW de la Forêt-Noire, soit la région du Wiesenthal et du Werrathal. Ensuite les excursionnistes ont visité le Jura tabulaire bâlois, où ils ont reconnu l'existence de nombreuses failles en relation directe avec l'effondrement de la vallée du Rhin et plus anciennes que les sédiments miocènes, où ils ont d'autre part pu étudier la stratigraphie du Lias et du Dogger et la superposition transgressive des dépôts miocènes sur ce dernier.

Dans les chaînes jurassiennes, les géologues allemands ont visité plus spécialement les environs de Moutiers et le Weissenstein, puis les abords de Liesberg dans la vallée inférieure de la Birse. Ils ont étudié, aux alentours même de Bâle, les alluvions de Saint-Jacques considérées antérieurement comme interglaciaires, mais qui doivent, d'après M. Gutzwiller, être postglaciaires, puis les gisements de Keuper de Neuwelt, et les hauteurs de Tüllingen, vers la sortie du Wiesental, sur lesquelles affleurent des argiles et des calcaires d'eau douce de l'Aquitanién.

Le voyage de nos confrères d'Allemagne s'est continué ensuite par les environs du lac des Quatre-Cantons, la chaîne du Briener Rothhorn et les Klippes de Giswyl. A propos de ces dernières, M. G. NIETHAMMER a rendu compte de ses dernières observations (79). (Voir aussi Revue p. 1907.) Puis les excursionnistes ont traversé le massif de l'Aar par le Grimsel, tout en discutant de l'importance relative du métamorphisme de contact et du métamorphisme régional, ils se sont rendus dans la vallée de Binn, où ils ont visité les fameux marbres minéralisés, ils ont passé l'Albrunpass pour descendre sur la vallée de la Tosa, et ont pu constater l'existence des nappes cristallines de la zone du Simplon, enfin, ils ont consacré trois journées à l'exploration des chaînes cristallines méridionales de la région des porphyres d'Arona et du massif proprement dit du Simplon.

Alpes.

Alpes orientales. — Nous devons à M. W. HAMMER (64) une description détaillée des massifs de l'Ortler et du Piz Ciavalatch.

L'auteur commence par décrire le soubassement cristallin du massif de l'Ortler, dans lequel il reconnaît, sans aucun doute, le prolongement occidental du massif de Laas; il constate que, partout où des suppressions tectoniques de couches n'ont pas eu lieu, les schistes cristallins anciens de ce soubassement sont recouverts par un complexe épais de schistes sériciteux, qu'il attribue, avec plusieurs des auteurs qui se sont occupés antérieurement de cette région, au Verrucano. Ces couches deviennent de plus en plus phylliteuses vers le haut et sont finalement couronnées le plus souvent par du gypse et une zone de cornieule, qui les séparent des dolomies triasiques et qui appartiennent probablement, avec une partie des schistes sous-jacents, au Trias inférieur. Cette série de schistes, de gypse et de cornieule se montre, soit dans la partie S du massif, dans le Val d'Uzza et le Val Zebbru, soit vers l'E, dans le Suldenthal, où, il est vrai, les schistes sériciteux sont peu développés, soit dans la région de Trafoi et du Stelvio.

Passant à la tectonique du massif de l'Ortler, M. Hammer décrit avec beaucoup de détails toute une série de coupes et montre la continuité de l'W à l'E de plusieurs zones de schistes calcaires, interstratifiées dans le Trias un peu au-dessous du Rhétien, et qui lui ont permis d'établir la direction des lignes tectoniques. De l'ensemble de ces profils, que je ne puis résumer ici, il résulte d'abord qu'on peut distinguer dans le massif de l'Ortler plusieurs plis orientés de l'W à l'E. et déjetés au S, qui tendent à se desserrer vers l'E. Ce faisceau de plis est coupé au S par une grande fracture, suivant laquelle le Trias entre en contact anormal avec les schistes cristallins (Zebrubruchlinie) et qui, étant dirigée de l'WNW à l'ESE, laisse subsister, dans la partie SE du massif, des plis triasiques qui n'existent pas plus à l'W. Vers le N, le faisceau de plis de l'Ortler est bordé par la zone synclinale des schistes rhétiens du Val Braulio, qui se continue à l'E par le Val Vitelli et l'arête des Madatschkögel jusqu'au Pleisshorn sous la forme de schistes supratriasiques, et qui s'enfonce au N sous la masse chevauchante des schistes cristallins du Monte Scorluzzo et du Monte Braulio.

Vers l'E, dans le versant oriental du Hochjochgrat, de l'Ortler et du Hochleitenkamm la direction des couches devient assez brusquement S-N ou même SE-NW, et M. Hammer admet que tous les plis sont ici à la fois déviés au N et déjetés à l'E. Le plongement convergent de toute la masse triasique de l'Ortler du S et de l'E vers la vallée de Trafoi est très net et influe fortement sur l'orographie ; en relation avec cette convergence du plongement, M. Hammer fait remarquer la convergence vers Trafoi de tout un système de fractures qui coupent la chaîne au N du sommet de l'Ortler, et dont la principale traverse de part en part la chaîne du Zumpanel entre Trafoi et Bodenhof.

En terminant ce chapitre, l'auteur fait la critique de la description du massif de l'Ortler qu'a donnée récemment M. Rothpletz et conteste, en particulier, soit le passage de la « rhätische Randspalte » par le Zumpanel, soit l'existence d'une faille N-S dans la région des glaciers de l'Ortler et de Trafoi.

A propos de la stratigraphie du Trias de l'Ortler, M. Hammer montre le caractère arbitraire des classifications établies pour ce système par Gümbel, et l'impossibilité de déterminer une chronologie précise de ces dépôts en l'absence presque générale de fossiles. Il a reconnu par contre l'interstratification dans la masse dolomitique qui représente le Trias, de trois niveaux schisteux distincts : 1^o un niveau inférieur, associé aux cornieules de la base, formé de calcaires plaquetés, de lits argileux et de bancs gréseux, qui peut appartenir ou bien au Muschelkalk, ou bien aux couches de Raibl ; 2^o un niveau moyen, qui se compose essentiellement de calcaires plaquetés noirs, à patine rouge, et dans le voisinage duquel on trouve presque toujours des couches à *Lithodendron* ; ces calcschistes appartiennent probablement au Trias supérieur ; 3^o un niveau supérieur comprenant des schistes argileux, phylliteux, bleuâtres et bariolés de rouge, auxquels s'associent des bancs calcaires d'aspect varié, qui représentent ici les couches de Koessen et contiennent avec *Rissoa alpina* des gastéropodes voisins d'*Acteonina elongata*.

Entre les niveaux schisteux inférieurs et moyens se développe la masse dolomitique, épaisse de 600 à 800 m. de l'Ortler-dolomit, dont M. Hammer décrit les aspects variés et qu'il considère comme représentant probablement, à la fois, le calcaire du Wetterstein et le « Hauptdolomit ». Entre les niveaux moyens et supérieurs les calcaires dolomitiques ne dépassent pas 100 m. de puissance.

M. Hammer consacre ensuite un important chapitre aux deux grandes lignes de dislocation qui délimitent au S et au N le massif de l'Ortler, la « Zebrubruchlinie » et la « Trafoierbruchlinie ». Il aborde l'étude de la première aux environs de Bormio, dont il explique la tectonique compliquée d'une façon absolument différente de l'interprétation de M. Schlagintweit (voir ci-dessus).

Pour lui, en effet, il n'y dans cette région aucune indication de l'existence de la racine d'une nappe chevauchant au N par dessus le Trias de l'Ortler ; les schistes cristallins de Bormio et du Val d'Uzza s'enfoncent au contraire au N sous ce Trias, et les anomalies du contact entre le massif dolomitique et la région cristalline s'expliquent par une grande faille verticale ou à peu près, qui, dans les environs de Bormio, est probablement divisée en deux fractures parallèles et rapprochées, qui devient simple plus à l'E et qui se suit par le Val Zebru jusqu'au Koenigsjoch. Le caractère de faille de cette dislocation ressort clairement, pour l'auteur, non seulement de la nature du contact entre le Cristallin et le Trias, mais aussi du fait que le plan de ce contact mécanique coupe obliquement les lignes tectoniques internes du massif de l'Ortler.

A propos de la Zebrubruchlinie, M. Hammer fournit quelques renseignements sur les roches volcaniques basiques qui, dans le voisinage de cette ligne et dans la partie orientale du massif, coupent de leurs nombreux filons soit le Trias, soit les phyllites paléozoïques.

Tandis que M. Hammer fait ainsi passer une faille verticale, indépendante du plissement, entre le Trias de l'Ortler et la région cristalline qui le borde au S, il voit dans la ligne tectonique de Trafoi aussi une fracture, mais une fracture oblique, dont le plan suit la direction et le plongement des couches triasiques, et qui lui paraît être un des effets du plissement, prenant ainsi plutôt la forme d'un chevauchement.

L'auteur décrit avec beaucoup de détails ce plan de dislocation qu'il suit depuis le Stelvio le long de la vallée jusqu'à Trafoi et même jusqu'au-dessus et à l'W de Gomagoi. Entre le Stelvio et Trafoi on voit le Trias de l'Ortler s'enfoncer au N sous les schistes cristallins de la Hornspitz. Entre Trafoi et Gomagoi le Trias apparaît le long de l'axe de la vallée, comme enfoncé, suivant une étroite bande dirigée N-S entre les schistes cristallins du versant droit et ceux du versant gauche de la vallée, de sorte qu'on doit admettre deux failles paral-

lèles à rejet inverse. Dans la région de Gomagoi le Trias ne forme plus qu'une mince zone discontinue englobée dans des schistes du Verrucano et tout cet ensemble s'enfonce au NW sous les schistes cristallins, tandis qu'à l'E de la vallée le plongement du gneiss se fait à l'E.

Dans un dernier chapitre M. Hammer décrit sous le nom de Ciavalatschkamm la chaîne qui, dirigée du Stelvio vers le N, sépare la vallée de Trafoi du Münsterthal et que suit la frontière des Grisons et du Tyrol. La partie culminante de cette chaîne entre le Piz Fallasch et le Pitz Ciavalatsch est constituée par des gneiss, dont les bancs dessinent une sorte de synclinal dirigé SW-NE. Autour de cette crête cristalline, à l'E, au N et à l'W, on trouve comme une ceinture de formations triasiques et de schistes phylliteux du Verrucano, intensément disloqués, qui plongent concentriquement vers l'intérieur de la chaîne. Cette zone de terrains permo-triasiques est dédoublée, aux environs de Sanct-Maria, en deux écaillés superposées ; elle est supportée tout le long du Münsterthal par un complexe puissant d'orthogneiss, voûté en anticlinal, dans lequel est creusé le fond de la vallée. Du côté de la vallée de Trafoi-Gomagoi elle recouvre aussi des gneiss et des schistes phylliteux, qui la séparent de la série permo-triasique du Stelvio et des environs de Trafoi.

Ces divers éléments de la chaîne du Ciavalatsch peuvent être facilement identifiés avec ceux qui se trouvent un peu plus à l'W dans le massif de l'Umbrail et du Piz Lat. Le sommet cristallin de la première correspond au sommet cristallin du Piz Chazfora ; le Trias plongeant au S des environs de Sanct Maria est le prolongement du versant N du Piz Lat, tandis que le Trias plongeant au NW du Piz Umbrail se continue par le Fallaschjoch et le flanc oriental du Schafberg, jusqu'au-dessus de Stilfs.

Pour expliquer finalement cette tectonique, M. Hammer ne peut admettre l'hypothèse de nappes de recouvrement venues du S, telle qu'elle a été exposée par M. Termier ; il voit dans la zone de l'Umbrail et du Ciavalatsch un pli en champignon aux jambages imbriqués, qui se trouverait sur une des lignes de compression maximale et dont la racine aurait été complètement écrasée. Ainsi les chapeaux cristallins du Ciavalatsch et du Chazfora seraient pour lui autochtones et auraient pris l'allure de lambeaux de recouvrement simplement par l'écrasement de la base du pli cristallin entre les deux jambages de Trias. L'origine étrangère de ces lambeaux n'est pas conciliable pour lui avec la similitude absolue des schistes

cristallins sus et sous-jacents à la zone permo-triasique dans la chaîne du Ciavalatsch ; d'autre part le déjettement général vers le S de tous les plis de la région de l'Ortler rend peu vraisemblable l'existence d'une nappe ayant cheminé en sens inverse ; enfin l'hypothèse de nappes superposées dans cette région des Alpes se heurte, dans l'esprit de M. Hammer, à des difficultés d'ordre général qui l'obligent à la rejeter.

M. W. HAMMER a entrepris aussi l'étude de la région comprise entre la haute vallée de l'Adige, le Münsterthal et la basse Engadine et a publié sur la géologie de ce territoire deux courtes notices. Dans la première (65) il se contente de fournir quelques données pétrographiques et stratigraphiques sur le Cristallin, le Verrucano et le Muschelkalk du **massif de Sesvenna**. A propos du Cristallin il montre le contraste qui existe entre la masse uniforme d'orthogneiss de structure œillée qui constitue ce massif et le complexe beaucoup hétérogène de micaschistes, de gneiss, d'amphibolites, etc., qui compose le massif de l'Ötztal vers le NE.

Parlant du Verrucano, M. Hammer décrit cette formation comme résultant directement de la désagrégation des gneiss sous-jacents et comme ne contenant aucun de ces conglomérats à galets porphyriques fréquents dans le Verrucano des Grisons ou des Alpes glaronnaises. A la base le Verrucano est plus ou moins gréseux ou schisteux suivant qu'y prédominent la séricite ou au contraire le quartz et les feldspaths ; vers le haut il devient plus franchement quartzitique et contient des interstratifications de plus en plus fréquentes de calcaire dolomitique. Il supporte directement le Muschelkalk qui débute par un niveau dolomitique, gris, foncé, contenant des Gyroporelles et des débris de Crinoïdes, et dont la partie supérieure est formée de calcaires clairs, blancs ou jaunâtres.

Dans sa seconde notice, M. Hammer décrit la ligne de dislocation très importante qui, suivant le versant NE du Schlinigerthal et du val d'Uina, sépare le massif de Sesvenna de celui de l'Ötztal (66). Il montre comment suivant cette ligne le Verrucano, le Trias et probablement aussi des formations jurassiques, qui recouvrent normalement les orthogneiss du massif de Sesvenna, s'enfoncent au NE sous la série cristallophyllienne du massif de l'Ötztal et comment ces formations sont souvent imbriquées en deux ou trois écailles.

Cette zone est marquée le long du Schlinigerthal par une bande continue de calcaire triasique ; elle prend un grand développement dans la région du Schliniger Pass et du Föler-

kopf, où son imbrication est particulièrement compliquée, elle se continue par le Val d'Uina et le Val da Scharina jusqu'au Piz Lad. Le recouvrement des terrains mésozoïques par les schistes cristallins qu'on y constate est évidemment le même que celui auquel correspondent les lambeaux chevauchants de gneiss du Piz Rims, du Piz Cornet, du Piz Lischanna et du Piz San Jon.

L'auteur considère cette grande dislocation du Schlinigertal comme une fracture, suivant laquelle la masse de l'Ëtzthal a été poussée à l'W ou à l'WNW par dessus les montagnes de la Basse-Engadine.

Nous devons à M. O. SCHLAGINTWEIT (93) une description détaillée de la **bordure SW des Alpes calcaires de l'Engadine**, soit du groupe montagneux qui borde au NE la ligne Livigno-Bormio-Stelvio et qui la sépare du Münsterthal et de l'Ofenpass.

Après avoir rappelé les travaux antérieurs publiés sur cette région par Studer, Theobald, Gümbel, Böse, puis tout récemment par MM. Termier, Rothpletz et Hammer, l'auteur aborde l'étude stratigraphique des terrains qu'il a rencontrés.

Dans le Cristallin M. Schlagintweit n'a pas cherché à distinguer différents niveaux ; il se contente de remarquer que le gneiss n'y est pas forcément toujours plus ancien que les schistes phylliteux et que le complexe très varié de ces derniers comprend de nombreuses roches éruptives. Enfin il croit devoir attribuer plutôt au Trias qu'au Paléozoïque les enclaves de marbre qu'on trouve dans le Cristallin par places, en particulier dans le Val Viola et le Val Vezzola.

L'auteur désigne sous le nom de **Verrucano** le complexe formé de conglomérats à la base, de grès à sa partie supérieure, qui repose toujours directement sur du gneiss depuis l'Alp de Trella jusqu'au pied du Monte-Pettini, et qui paraît appartenir en partie au Permien, en partie au Trias inférieur. Ce Verrucano n'existe pas entre le Trias et le Cristallin dans les nappes de l'Umbrail.

A propos du **Trias**, l'auteur montre l'impossibilité, en l'absence de fossiles caractéristiques et à cause de l'extrême complication tectonique, de déterminer dans ce système des niveaux stratigraphiques précis, comme ont voulu le faire Theobald et d'autres après lui. Il a dû se contenter de distinguer les dolomies triasiques inférieures qui correspondent au Muschelkalk et peut-être en partie au Ladinien et les dolomies supérieures qui représentent le « Hauptdolomit » avec peut-

être une partie du Karnien. Ces dernières formations, qui sont particulièrement développées dans la chaîne de la Cima di Plator et du Monte delle Scale, dans le bas du Valle di Fraele et dans le Valle di Braulio, se distinguent du Trias inférieur par leur stratification très nette et régulière ; elles contiennent des intercalations à Lithodendron et, dans leur partie supérieure, elles comprennent des calcaires plaquetés à *Rissoa alpina* et *Turbo solitarius*, qui se rapprochent beaucoup des « Plattenkalke » des Alpes bavaroises.

Le **Rhétien** forme une zone continue depuis le Monte Crapene au NE de Livigno, par le Monte Pettini et le Valle di Fraele jusque dans le Valle di Braulio ; il est constitué par un complexe assez variable de marnes, de calcaires et d'argiles, dans lequel on rencontre fréquemment des fossiles : *Avicula contorta*, *Terebratula gregaria*, des Pentacrines, etc.

Le **Lias** débute à la base ou bien par des calcaires à silex qui sont particulièrement développés au Monte Pettini ou bien par des conglomérats à éléments triasiques et rhétiens, associés à des calcaires échinodermiques qui se trouvent vers l'W au Monte Lapare et Crapene ; il comprend ensuite des schistes à Arietites absolument semblables aux schistes de l'Algäu. M. Schlagintweit fait remarquer à propos du Lias la ressemblance frappante qu'offrent les conglomérats infraliasiques du Monte-Crapene avec la Brèche de la Hornfluh et rappelle que ces conglomérats se retrouvent sur un grand nombre de points dans les Grisons.

Dans la partie tectonique de son travail, M. Schlagintweit commence par décrire la zone de terrains triasiques et liasiques qui se suit des environs de Livigno à ceux de Bormio. Il montre comment, le plongement se faisant dans cette zone uniformément au N, l'on voit d'un bout à l'autre une partie médiane, formée de Rhétien ou de Lias inférieur, encadrée en dessus et en dessous par des calcaires triasiques. Les coupes transversales à la direction de cet ensemble de couches varient du reste assez notablement ; ainsi, au Monte Lapare, au M. Crapene et au M. Torraccia, on voit le Rhétien, formant crête, s'enfoncer au N sous les couches liasiques du Valle Alpisella, qui, à leur tour, disparaissent directement sous les dolomies du Trias supérieur du M. del Ferro. Vers l'E l'on voit apparaître, sous le Rhétien, le long de la bordure méridionale de la zone, un complexe considérable de dolomies du Trias supérieur qui forme la chaîne de la Cima di Plator et du Monte delle Scale ; le Lias disparaît à partir du haut du Valle di Fraele, et le Rhétien, qui représente dès

lors et jusqu'au delà du Valle del Braulio l'élément le plus jeune, ne tarde pas à se dédoubler en deux zones séparées par des dolomies triasiques.

Les couches triasiques-liasiques qui se suivent ainsi du Spöl à l'Adda donnent l'idée d'un synclinal déjeté au S et plus ou moins laminé dans son jambage renversé ; mais ces apparences très simples sont compliquées dans le détail par de nombreux replis secondaires qui augmentent parfois notablement les épaisseurs. D'autre part l'apparition d'une zone rhétienne tout autour de l'arête du Monte Cornaccia, entre le Trias supérieur de la zone du Monte del Ferro et le Trias inférieur du Monte Cornaccia, montre que nous ne pouvons pas avoir ici un simple jambage renversé, mais que la masse du Trias supérieur et du Rhétien est replissée ou imbriquée.

Vers le S le territoire que nous venons de considérer est très nettement délimité par un plan de dislocation, qui suit le versant méridional du Monte Lapare, du M. Crapene, du M. Pettini, de la Cima di Plator et du M. della Scale. Au delà de ce plan les couches plongent brusquement avec un fort angle vers le S et constituent une série renversée et intensément laminée de Trias inférieur, de Verrucano et de gneiss. D'après les allures de la zone de contact, M. Schlagintweit ne conserve aucun doute que la dislocation qu'il a constatée ici est un véritable plan de chevauchement, suivant lequel le massif cristallin de la région S a recouvert le Trias et le Lias de la Cima di Plator et du Monte Pettini, laissant entre ceux-ci et lui-même une série renversée et écrasée de Trias inférieur et de Verrucano. Le plan de chevauchement est presque partout fortement redressé, presque vertical ; il est suivi vers le S par d'autres plans semblables, peu apparents, il est vrai, mais qui expliquent la présence au milieu du Cristallin d'écaillés écrasées de calcaires triasiques.

Ayant constaté ce plan de chevauchement fortement redressé, M. Schlagintweit a été tout naturellement amené à y voir la partie radicale de la nappe chevauchante de schistes cristallins qui, recouvrant le Trias et le Rhétien du Valle del Braulio, constitue les deux massifs du Monte Braulio et du Monte Scorluzzo. A propos de cette nappe, il montre son extension au N au M. Solena et Schumbräida, au Piz Umbrail, au Monte Forcola et jusqu'à la Cima la Casina. Sur la plus grande partie de cette extension le Cristallin est, il est vrai, presque complètement absent et c'est le Trias inférieur qui forme à peu près seul la nappe du Braulio dans cette région septentrionale, mais, en cherchant, M. Schlagintweit a pu re-

trouver jusqu'au Monte Cornaccia toute une série d'amas lenticulaires de schistes cristallins, restes de la base de la nappe qui permettent d'en établir la continuité.

L'auteur décrit les nombreuses irrégularités qui compliquent la géologie de cette région de nappes, dénivellations brusques, imbrications, etc..., il montre la plongée rapide au NE de la masse chevauchante du Braulio, qui disparaît ainsi sous le Trias de l'Umbrail. Enfin, il cite le lambeau de schistes cristallins qui forme la crête du Piz Chazfora au Piz Lad et qui nage sans racine sur le Trias de l'Umbrail. Pour M. Schlagintweit, ce chevauchement supérieur ne doit pas correspondre à une nappe étendue, mais représente plutôt un reste d'une digitation dorsale de la nappe du Braulio ; deux autres lambeaux de cette même digitation se retrouvent plus à l'W au M. Praveder.

Je ne puis citer ici toutes les corrections que l'auteur fait en passant aux travaux concernant la même région de M. Rothpletz et de M. Termier, je dois pourtant insister sur la divergence de vue fondamentale qui sépare MM. Rothpletz et Schlagintweit et qui peut être indiquée par le fait que le second conteste absolument l'existence dans la région considérée de grandes failles jouant un rôle prépondérant, tandis que pour le premier la limite des Alpes calcaires de l'Engadine vers le S et l'W est due au contraire à une fracture à haut rejet.

En terminant. M. Schlagintweit indique comment sa nappe du Braulio n'est qu'une partie de la « nappe austro-alpine » de la Basse-Engadine, dont la racine serait ainsi dorénavant fixée.

Pendant la construction de la ligne de chemin de fer qui relie **Davos à Filisur**, M. CHR. TARNUZZER (98) a eu l'occasion de faire quelques observations nouvelles et variées. Il a pu étudier d'abord une épaisse couche de moraine de fond composée de matériaux erratiques très divers, qui est coupée par le tracé vers la gare de Filisur. Un peu plus loin, dans la direction de la vallée de la Landwasser, il a observé le Muschelkalk puis le calcaire de l'Arlberg, qui sont couverts fréquemment par la moraine de fond et montrent de belles surfaces polies et striées.

Dans les environs de Buel et de Gavia la ligne circule sur les couches de Raibl, formées de calcaires dolomitiques plus ou moins bréchiformes et de schistes argileux, surmontées par la dolomie principale et recouvertes, suivant une surface

très irrégulière, par d'abondants dépôts morainiques. Au-dessous des couches de Raibl affleurent, dans le ravin de la Landwasser le calcaire de l'Arlberg et le Muschelkalk.

Vers la gare de Wiesen la voie ferrée coupe une importante moraine, dont les matériaux proviennent des environs de Davos, tandis qu'un peu au-dessus affleurent les marnes de Partnach intercalées entre le calcaire de l'Arlberg et le Muschelkalk. Celui-ci a son épaisseur considérablement augmentée par des replis et c'est dans ses calcaires qu'ont été creusés les deux tunnels de Wiesen et ceux du Bärentritt, de Brombenz et du Silberberg. Dans le tunnel de l'Eistöbeli on peut voir le contact du Muschelkalk et du Verrucano, ce dernier étant formé de grès quartzitiques et polygéniques et de conglomérats.

Entre Schmelzboden et Davos la ligne suit un fond de vallée large et peu incliné, tapissé d'alluvions, et encadré par des pentes formées de Verrucano. Celui-ci est coupé par un tunnel près du Rutschobel et offre, sur ce point, cette particularité qu'il contient des intercalations répétées de cornieules, qui semblent être des interstratifications.

Zones du Piémont et des Schistes lustrés. — Dans une très courte notice préliminaire, M. O.-A. WELTER (102) a résumé ses observations sur la région comprise entre la **vallée du Rhin postérieur et le Safienthal** depuis le Piz Beverin jusqu'aux Alpes calcaires du Splügen. Il a distingué, dans ce territoire, de bas en haut, les zones suivantes :

1° Le complexe des schistes lustrés, qui, contrairement à l'opinion de M. Rothpletz, ne paraît pas comporter de termes paléozoïques.

2° La nappe inférieure des Klippes formée de cornieules triasiques, de schistes liasiques et de calcaires tithoniques à polypiers.

3° La nappe supérieure des Klippes, dont l'élément le plus caractéristique est la brèche du Falkniss.

4° La nappe de la Brèche, formées de schistes calcaires et de brèches.

5° La nappe austro-alpine, qui comprend des calcaires dolomitiques à Diplopores.

En 1907, a paru la carte géologique au 1 : 50 000 de la chaîne du Simplon, dont les levés ont été faits en partie par MM. C. Schmidt et H. Preiswerk, en partie par M. A. Stella.

Le commentaire de cette carte, rédigé par MM. C. SCHMIDT et H. PREISWERK (97) n'a été terminé qu'en 1908.

Après avoir donné un court aperçu orographique du territoire de la carte, les auteurs exposent les caractères stratigraphiques généraux de cette région comme suit :

A. Cristallin. 1. *Zone du Simplon.* — Parmi les gneiss qui constituent les nappes cristallines du Simplon, il existe d'abord des orthogneiss, ainsi le gneiss de Verampio qui affleure au confluent des vallées du Devero et de la Toce et qui se rattache pétrographiquement au granite du Gothard, puis le gneiss d'Antigorio qui forme les deux versants du Val Divedro et du Val d'Antigorio et qui dérive d'un magma granitique normal, troisièmement le gneiss du Monte Leone et de l'Ofenhorn, qui présente beaucoup d'analogie avec le précédent et constitue, en grande partie, la région culminante de la chaîne du Simplon. Entre les nappes orthogneissiques d'Antigorio et du Monte Leone s'intercalent les deux nappes cristallines de Lebendun et de Valgrande, qui sont formées par des paragneiss riches en mica, associés à des micaschistes et prenant par places une structure conglomératique. D'autre part, la nappe supérieure du Simplon, celle de Bérisal, qui prend un grand développement au N du Wasenhorn et du Bortelhorn, comprend des paragneiss à séricite et grenat, des micaschistes granatifères, des roches amphiboliques au moins en partie d'origine éruptive, et des orthogneiss à deux micas en partie œillés.

2° *Massif du Gothard.* — La partie du massif du Gothard comprise sur la carte de MM. Schmidt et Preiswerk, soit celle qui se trouve au S de la ligne Ulrichen-Nufenen, est formée, dans sa partie médiane et méridionale par des orthogneiss, généralement œillés et passant souvent à de véritables granites ; dans sa partie NW affleurent, en une large zone, des gneiss finement schisteux et des micaschistes ; en outre divers types de roches éruptives coupent en discordance les gneiss.

B. Carboniférien. — Des schistes sableux, sériciteux et chloriteux, riches en pigment charbonneux s'intercalent entre les Schistes lustrés et les gneiss de la nappe de Bérisal dans la région comprise entre le Col du Simplon et la vallée de la Viège. Ils prolongent les schistes carbonifériens de la zone axiale houillère.

C. Trias. — Le Trias, dans la zone du Simplon, repose en discordance sur les formations plus anciennes, et commence

volontiers par des conglomérats transgressifs. Il comprend, en première ligne, des calcaires dolomitiques plus ou moins marmorisés, des dolomies saccharoïdes minéralisées par places, ainsi dans les environs de Binn, des cornieules, du gypse et de l'anhydrite, des schistes sériciteux ou chloriteux, des quartzites plus ou moins riches en séricite. On doit lui attribuer en outre, comme élément métamorphisé, des schistes phylliteux granatifères, qui sont particulièrement bien développés aux environs de Baceno sous la nappe orthogneissique d'Antigorio.

Le **Jurassique** est représenté par les Schistes lustrés, qui remplissent toutes les zones synclinales comprises entre les nappes de gneiss et forment la large zone qui sépare les gneiss de l'Ofenhorn de ceux du Gothard. Ce complexe comprend des faciès très divers parmi lesquels les suivants sont les principaux.

1° Des calcschistes phylliteux, composés de calcite, de quartz et de mouscovite avec parfois un peu de feldspath et en général un abondant pigment charbonneux.

2° Des schistes de composition analogue, mais contenant des porphyroblastes de grenat, ou parfois de disthène ou de staurolithe.

3° Des schistes cornéens à zoïsite, qui renferment par places des bélémnites.

4° Des schistes ardoisiers probablement liasiques.

5° Des grès et des quartzites.

6° Des schistes formés essentiellement de quartz et de biotite, auxquels s'ajoutent, en petite quantité, de la calcite, des feldspaths, de la hornblende.

A cet ensemble sédimentaire se mêlent des roches basiques plus ou moins métamorphisées, parmi lesquelles on distingue des prasinites, des pikrites et des serpentines.

Passant à la partie tectonique de leur étude, MM. Schmidt et Preiswerk décrivent la structure générale de la chaîne du Simplon avec ses cinq nappes cristallines empilées et moulées les unes sur les autres en une large fausse-voûte. Ils montrent les gneiss de Bérisal enracinés suivant une zone qui s'étend du massif du Weissmies au Val Bognanco, puis couchés en une vaste nappe supérieure par dessus la chaîne du Monte Leone. Ils placent la racine de la nappe du Monte Leone et de l'Ofenhorn au S de la chaîne du Rovale, et rappellent que cette nappe, après avoir formé, au Monte Leone, une sorte d'anticlinal couché, pénétrant dans la nappe sus-jacente de

Bérisal, s'enfonce en un large synclinal sous le front de cette dernière, et réapparaît finalement devant ce front en une tête relevée verticalement et digitée, de façon à former la double zone gneissique de la Ganter et de l'Eisten. Quant aux trois nappes inférieures de Valgrande, de Lebendun et d'Antigorio, qui s'enracinent dans la chaîne du Rovale et le Val Divedro et qui ont une extension superficielle beaucoup moins grande que les précédentes, les auteurs les décrivent sommairement.

Les zones synclinales de Schistes lustrés, qui séparent les nappes cristallines du Simplon, s'amorcent au nombre de cinq dans la grande zone des Schistes lustrés du Valais et des Grisons. La plus élevée, qui sépare les gneiss de Bérisal de ceux de l'Ofenhorn traverse visiblement la chaîne dans le versant oriental du Gibelhorn, du Bortelhorn et du Monte Leone ; la seconde affleure sur de grands espaces au-dessous des gneiss de l'Ofenhorn dans la région du Hohsandgletscher ; les trois autres ne sont visibles que sur le versant S du Simplon.

Dans un chapitre consacré aux relations tectoniques existant entre la chaîne du Simplon et les régions voisines, MM. Schmidt et Preisweck commencent par insister sur le fait que les nappes accumulées qui forment cette chaîne s'élèvent rapidement dans la direction du NE, où les plus élevées d'entre elles sont supprimées par l'érosion, tandis que vers le SW elles s'abaissent jusqu'au grand ensellement transversal de la Dent Blanche. Ils montrent la nappe des gneiss de Bérisal se continuant dans le grand pli couché du Grand Saint-Bernard et recouverte dans tout le massif de la Dent Blanche par une nappe supérieure de gneiss amphiboliques. Pour eux, cette nappe de la Dent Blanche s'enracine fort loin au S dans la zone des amphibolites d'Ivrée, et a du passer par dessus les massifs gneissiques autochtones de Sesia et du Mont Rose.

MM. Schmidt et Preiswerk consacrent un chapitre à la description sommaire des richesses minérales du massif du Simplon ; ils parlent d'abord des diverses roches exploitables comme matériaux de construction, puis des minerais de fer et de plomb inclus dans les dolomies du Binnenthal et des environs de Bérisal, des gisements de pyrite aurifère compris dans les filons quartzeux qui coupent les micaschistes granatifères dans la région de Crodo-Cravegna et ceux bien connus de Gondo dans le gneiss d'Antigorio. Ils citent les gisements d'asbeste associés aux serpentines du Geiss, ainsi que

les carrières classiques de dolomies minéralisées du Binnenthal, dont la richesse en minéraux rares attire depuis longtemps les spécialistes.

Enfin un dernier chapitre contient les résultats d'un grand nombre d'analyses de roches, soit de gneiss divers, soit de roches amphiboliques, soit de schistes métamorphiques du Trias ou du Jurassique, soit de schistes verts intercalés dans les schistes lustrés.

M. C. SCHMIDT (94) a traité longuement de la géologie du Simplon dans une publication de l'Université de Bâle intitulée *Rektoratsprogramm für die Jahre 1906 und 1907*. La description stratigraphique et tectonique de la chaîne qu'il donne à nouveau dans cette notice contient l'énumération des mêmes faits que celle que nous venons d'analyser et que la brochure publiée en 1907 dans les *Eclogæ* (*Revue*, pour 1907, n° 94).

L'auteur fait un exposé historique des études géologiques successives faites dans la chaîne du Simplon d'abord à un point de vue purement scientifique, puis dans le but de préciser les conditions dans lesquelles pourrait se faire le percement du tunnel. Il juge sévèrement l'activité des différentes commissions d'experts.

Dans un troisième chapitre M. Schmidt décrit le profil du tunnel tel qu'il a été établi par les travaux et tel qu'il l'a déjà décrit dans son article précité des *Eclogæ*. Puis il reproduit dans un très intéressant chapitre les observations faites soit par lui-même au Simplon, soit par d'autres dans des conditions semblables sur la résistance des roches en profondeur. Cette partie du travail est du reste la reproduction, complétée sur certains points, d'articles publiés en 1907 par le même auteur (voir *Revue*, pour 1907, nos 49 et 50). M. Schmidt y insiste sur l'influence qu'exercent d'une part la nature de la roche en chaque point, d'autre part la valeur de la surcharge sur la résistance de chaque partie du tunnel à la déformation ou aux éclatements détonants. Il distingue parmi les accidents qui se sont produits dans les galeries du Simplon :

1° Les chutes de voûte, dues simplement à la pesanteur agissant sur des milieux peu cohérents ;

2° Les foisonnements, qui se sont produits par la transformation de l'anhydrite en gypse ;

3° Les éclatements détonants, provoqués par la suppression locale autour de la galerie de la pression qui règne dans la roche ambiante ;

4° Les poussées déformantes de la roche, qui résultent de l'action de la surcharge sur des parties peu résistantes.

M. Schmidt montre comment chacun de ces accidents est déterminé par des conditions spéciales dans la nature et l'état de la roche, puis il reprend plus en détail et à un point de vue plus général la question des éclatements détonants; il cite en particulier les observations faites sur ce sujet aux tunnels du Tauern, des Karawanken, du Gothard, etc., dans différentes mines et dans des carrières. Comme conclusion, il montre ensuite que la cause des éclatements est évidemment la surcharge, dont la pression se transmet en tous sens, mais il ne peut admettre un état semiplastique des roches en profondeur tel que le suppose M. Albert Heim et il consacre plusieurs pages à réfuter la théorie de la plasticité latente. Il met en lumière l'influence que peuvent avoir dans les déformations des roches, à côté de la pure action mécanique de la pression, l'intervention des températures élevées et le pouvoir dissolvant et recristallisant des eaux. Enfin il termine ce chapitre en exposant que, dans tout le parcours du tunnel du Simplon, aucune observation n'a permis de conclure à l'existence d'une plasticité latente des roches, ni même d'une véritable pression hydrostatique.

En terminant, M. Schmidt donne un aperçu sommaire sur les difficultés que l'entreprise du Simplon a eues à surmonter et qui résultaient en partie de la nature et de la position des roches, en partie des abondantes venues d'eau de la galerie sud, en partie des températures s'élevant jusqu'à 55° dans la région médiane du tunnel.

Cet article de M. Schmidt a provoqué une première réplique de M. ALB. HEIM à propos de la question spéciale de la pression hydrostatique régnant en profondeur et de la plasticité latente, que j'ai analysée plus haut dans le chapitre de la géophysique. M. Heim a d'autre part défendu la commission géologique du Simplon du reproche de légèreté articulé par M. Schmidt et donné à entendre que M. Schmidt lui-même, chargé par la commission géologique suisse de l'étude détaillée de la chaîne du Simplon, aurait aussi une part de responsabilité dans l'imperfection des profils officiels utilisés par l'entreprise (67). A ces observations M. C. SCHMIDT (95) a répondu, ce qui a provoqué la publication par M. ALB. HEIM d'une duplique (68), mais cette polémique ayant un intérêt

plutôt personnel que scientifique, je puis me contenter de la mentionner.

M. H. SCHARDT (91) a consacré une courte notice à la tectonique des nappes cristallines qui constituent les Alpes valaisannes et plus particulièrement la **chaîne du Simplon**. Après avoir décrit sommairement les Schistes lustrés, les calcaires dolomitiques, les gypses et les schistes siliceux du Trias, les divers types de gneiss, de schistes micacés et amphiboliques qui apparaissent dans la région, il montre comment les formations cristallines forment au Simplon quatre nappes couchées au N les unes par dessus les autres et comment deux autres nappes supérieures, celles du Mont Rose et de la Dent Blanche se développent encore vers l'W. Il termine par un aperçu de l'itinéraire suivant : Brigue, hospice du Simplon, Domo d'Ossola, Varzo, Passo di Forchetta, Bortelalp, Rosswald, Brigue.

L'année 1908 a vu paraître une fort belle carte géologique au 1 : 50 000 de la partie septentrionale du **massif de la Dent Blanche**, dont le territoire s'étend depuis le glacier d'Otemma et le glacier de Durand à l'W jusqu'à la vallée de la Viège à l'E. Cette carte, élaborée par M. E. ARGAND (56) à la suite de longues explorations poursuivies pendant plusieurs années, montre clairement le chevauchement des gneiss de la Dent Blanche sur le complexe mésozoïque des Schistes verts et des Schistes lustrés, soit du côté du Val Tournanche, soit dans le versant occidental de la vallée de Zermatt et dans la vallée de Zmutt, soit dans la bordure septentrionale du massif, dans les hautes vallées de Zinal, de Ferpècle et d'Arolla.

MM. W. KILIAN et P. LORY (72), à la suite d'une nouvelle étude des chaînes situées au SE du Mont-Blanc entre Sembrancher, le Val de Bagnes, le Grand-Saint-Bernard et le Val Ferret suisse, ainsi que du massif compris entre Courmayeur et les Chapieux, ont reconnu dans cette région tous les caractères d'une zone de racines. Ils y ont constaté une disposition isoclinale des couches avec plongement au SE, de nombreuses lacunes dues à des étirements et l'absence complète de charnières anticlinales. Ils ont établi la continuité de cette zone avec celle de Petit Cœur-Moutiers en Tarentaise, où les faciès se succèdent dans le même ordre de l'W à l'E et où l'on retrouve en particulier d'une part la Brèche du Télégraphe, d'autre part les brèches polygéniques.

Hautes Alpes calcaires. — J'ai signalé dans la *Revue* pour 1907 une notice de M. M. LUGEON décrivant quelques observations nouvelles faites dans la région du **Sanetsch**; cette note a été reproduite depuis lors dans les *Eclogæ* (74) et les *Actes de la Société helvétique des sciences* (73). D'autre part M. M. LUGEON (75) a constaté, dans une très brève communication, que la nappe des Diablerets, qui disparaît sous la nappe supérieure du Wildhorn, réapparaît très localement en fenêtres dans les environs de Gsteig et un peu au SW dans la vallée d'Audon.

M. A. TRÜESCH (101) a terminé, en 1908, une étude détaillée des **Hautes-Alpes calcaires comprises entre la Kien et la Kander**.

Il commence la description géologique de cette région par celle du massif du Doldenhorn et de la Blümlisalp, qui est essentiellement formé par la série des terrains suprajurassiques et infracrétaciques plongeant, d'une façon générale, au NW, mais repliée plusieurs fois sur elle-même en replis couchés et laminés. L'arête est découpée dans des calcaires lités, foncés, en partie tithoniques, en partie berriasiens, tandis que le versant N laisse voir les schistes néocomiens et les calcaires urgoniens développant deux ou trois lacets horizontaux superposés. Au Fisitock, ainsi qu'à la Wilde Frau, le Nummulitique pénètre en plusieurs synclinaux horizontaux et effilés entre les têtes de plis couchés crétaciques; puis finalement toutes les formations crétaciques s'enfoncent au NW sous la zone nummulitique d'Oeschinen et du Hohtürli, qui se termine elle-même vers le haut par un complexe épais de grès de Taveyannaz.

L'auteur décrit ensuite le massif calcaire du Dündenhorn et du Bundstock, dont toute la base est en Flysch visible soit dans la vallée du Stegenbach à l'W, soit dans le versant S de la Birre, à Oeschinen et dans le soubassement de la Wermutfluh au S, soit dans la région de Bundalp et de Dünden, à l'E, tandis que toute la partie culminante en est constituée par les formations jurassiques repliées plusieurs fois sur elles-mêmes en des plis écaillés plus ou moins horizontaux. Ce Jurassique chevauchant appartient, sans aucun doute, à la nappe du Kienthal et dessine un front de pli plongeant faiblement au NW, divisé en trois digitations; il est séparé de son soubassement tertiaire d'abord par un complexe en général épais de schistes néocomiens, puis par une zone d'écaillés ou de lames de charriage formée de grès de Taveyannaz et d'Urgonien. Ce dernier affleure en particulier

dans le bassin du Stegenbach, dans le versant S de la Birre, entre Oeschinen et le Schafberg, à la Wermutfluh et plus au N dans les environs de Ober Dünden et de Leiterwängen. Du reste, les plans de contact entre ces trois éléments tectoniques superposés sont contournés et replissés de façon extrêmement compliquée surtout dans la partie NE du massif, et l'auteur entre à ce propos dans beaucoup de détails que nous devons renoncer à indiquer ici.

Au N du Dündenhorn la chaîne du Schwarzgrätli-Schersax, qui appartient aussi à la nappe du Kienthal, est formée par une série, plongeant très fortement au NE, de Dogger et de Malm, qui, vers le S, s'appuie, par l'intermédiaire d'un jambe laminé de Malm, sur des schistes berriasiens-néocomiens, tandis que vers le N elle supporte la série infracrétacique de l'Aermighorn. Celle-ci, verticale dans l'arête de l'Aermighorn, s'incurve en une charnière synclinale fermée au S, de façon à se raccorder, non sans du reste présenter plusieurs complications, avec l'Urgonien de la Bachfluh.

Cet Urgonien est couvert, dans le versant de la Bachfluh qui descend vers le Farnithal, par le Nummulitique et le Flysch qui s'enfoncent au NW sous une nouvelle série de Néocomien et d'Urgonien, exactement comme au NE du Kienthal les couches tertiaires de Rengg Alp passent sous le Néocomien de la Standfluh.

A propos du Farnithal, M. Trösch décrit sommairement les lambeaux de Trias et de Lias qui s'y trouvent et que Mœsch a signalés, mais qui se présentent dans des conditions peu favorables à une étude précise.

Après avoir ainsi exposé les caractères généraux de son champ d'étude, M. Trösch passe en revue les diverses formations qui se trouvent, d'une part, dans les Alpes calcaires internes (massif de la Blümlisalp), de l'autre, dans les Alpes calcaires médianes (nappe du Kienthal); il fait ressortir le contraste qui existe entre les deux séries stratigraphiques de ces deux régions :

La **Lias** comprend, dans la nappe du Kienthal : 1° un niveau alternativement schisteux et calcaire à *Ariet. raricostatus*, *Gryphea arcuata* et Pentacrines ; 2° des calcaires lités, durs, à *Aeg. capricornu* ; 3° des marnes peu épaisses à bélemnites surmontées de calcaires durs à *Harpoceras costula*, *H. Thouarsense*, etc.... Ces couches ne sont du reste conservées qu'au Bundstock.

Dans les Alpes calcaires internes, les couches attribuables au Lias se réduisent à un banc de calcaire spathique et gré-

seux épais de 4 m., surmonté par des schistes marneux de 5 m. de puissance.

Le **Dogger** commence dans la nappe du Kienthal par des schistes argileux noirs et micacés qui contiennent des bélemnites et des trigonies, et dans lesquels s'intercalent soit des bancs quartzitiques, soit des calcaires échinodermiques ; puis viennent des calcaires spathiques contenant, vers le haut, des silex et divisés en deux par une zone schisteuse, qui semblent appartenir encore au Bajocien. Le Bathonien comprend, de bas en haut, d'abord des calcaires gris spathiques à débris de Lamellibranches, puis des oolithes ferrugineuses à *Perisph.* cf. *arbustigerus*, *Stephan. Zigzag*, *Parkins. Parkinsoni*, *Perisphinctes Moorei*. Le Callovien est représenté aussi par des oolithes ferrugineuses, qui ont fourni *Hectic. hecticum perlatum*, *Perisph. convolutus*, *Reineckeia sp.*, etc....

Dans les Alpes calcaires internes, le Dogger, épais de 200-250 m., est formé pour la moitié par des schistes argileux, qui contiennent un gros banc quartzitique et ferrugineux ; vers le haut il se compose de calcaires spathiques et siliceux renfermant des débris d'oursins et d'ammonites avec des bélemnites canaliculées.

Le **Malm** se présente, dans les deux séries, sous une forme lithologique assez semblable avec, à la base, des couches marno-calcaires contenant quelques mauvaises ammonites oxfordiennes, puis dans la plus grande partie du sous-système des calcaires massifs (Hochgebirgskalk).

La **série crétacique** comporte par contre, dans les deux régions, de profondes différences. Dans la nappe du Kienthal on distingue, de bas en haut :

1° Un complexe très épais de marno-calcaires plus ou moins schisteux, qui comporte des zones plus calcaires et en particulier des couches à Crinoïdes, et qui paraît comprendre l'ensemble du Berriasien-Valangien-Hauterivien, mais dans lequel la rareté des fossiles caractéristiques empêche de distinguer des niveaux précis.

2° Le massif calcaire, gris, de l'Urgonien, dans lequel les coquilles de Miliolidés, centres de grains oolithiques, sont l'élément faunistique le plus abondant. Dans la région frontale de la nappe, à l'Aermighorn, l'Urgonien se termine par un niveau plus marneux à *Orbit. lenticularis*.

3° Le Gault, qui commence par un grès décomposé et comprend en outre des calcaires marneux à *Inoc. concentricus* et *In. sulcatus* et des grès glauconieux.

4° Les calcaires sublithographiques de Seewen avec *Pithonella ovalis* et *Globigerina linnaeana*.

Dans les Alpes calcaires internes le Crétacique a été longtemps confondu avec le Jurassique sous le nom de Hochgebirgskalk. Il comprend les niveaux suivants :

a) Marnes schisteuses alternant avec des bancs de calcaire foncé tout semblable au calcaire du Malm, qui contiennent *Hoplites Callisto*, *H. Boissieri*, *H. Malbosi*, et des bélemnites (Berriasien-Valangien) ;

b) Un calcaire gris, en gros bancs, un peu spathique ou oolithique, qui renferme des polypiers ;

c) Calcaires gris oolithiques à *Nerinea Archimedis*, qui contiennent, à profusion, des Miliolidés, et qui se terminent, vers le haut, par des couches plus marneuses, ocreuses, à térébratules. Cet ensemble correspond à l'Urgonien et l'Aptien inférieur ;

d) Complexe du Tschingelkalk formé de calcaires sableux gris, verts ou rougeâtres, qui par places passent à de véritables grès quartzeux ou à des schistes siliceux. On trouve parfois interstratifiés dans cette série des couches de calcaire à grain fin, ou de calcaire oolithique, ou encore de calcaire échinodermique. Ce Tschingelkalk, qui a été attribué à tous les niveaux possibles compris entre le Dogger et le Flysch, ne peut, par sa position entre l'Aptien et le Nummulitique, représenter que le Crétacique moyen et supérieur ; on n'y a trouvé jusqu'ici que quelques mauvaises bélemnites, qui appartiennent probablement à l'Albien.

Le **Tertiaire** est composé aussi d'une façon très différente dans les deux séries. Dans la nappe du Kienthal, soit dans le massif de l'Aermighorn, il comprend de bas en haut :

1° Grès à ciment calcaire qui contiennent des Orbitoïdes avec de grandes Nummulites et qui représentent le Parisien.

2° Couche de 3 à 4 m. de grès glauconieux à *Dentalium*.

3° Le Bartonien qui comprend les grès quartzeux du Hohgant, des calcaires à Nummulites et Orbitoïdes, des marnes à Globigerines, mais dont les coupes varient beaucoup dans le détail.

4° Les marnes schisteuses, jaunâtres à Globigerines de Leimern.

5° Le Flysch qui se compose de schistes foncés dans lesquels s'intercalent des grès et des brèches polygéniques.

Dans les Alpes calcaires internes M. Trösch a reconnu, de bas en haut :

1° Un banc, épais de $\frac{1}{2}$ m., de calcaire noir sableux à *Cerithium cf. plicatum*, *Cytherea Villanova*, *Cyrena vancouveriana*, qui correspond à la couche des Diablerets.

2° Le Bartonien se compose de grès quartzeux passant par enrichissement en carbonate de chaux à des calcaires sableux à Lithothamnium, à Nummulites et à Orbitoïdes. A ces couches s'associent, vers le haut, des calcaires marneux et schisteux, qui contiennent encore des parties calcaires à Lithothamnium et Nummulites.

3° Les grès verdâtres de Taveyannaz.

4° Le Flysch qui est ici essentiellement schisteux.

Dans la dernière partie de son travail, M. Trösch revient spécialement sur les caractères tectoniques de son champ d'étude; il décrit en particulier les grands plis couchés d'Urgonien, de Tschingelkalk et de Nummulitique qui apparaissent dans le versant E de la Wilde Frau, ainsi que dans le versant W du Blümlisalp-Rothorn. Puis il indique les caractères généraux de la nappe chevauchante qu'il a suivie depuis la Birre et le Dündenhorn, jusqu'à l'Aermighorn et à la Bachfluh. Le front de cette nappe se trouve à la Bachfluh; son dos est replissé en un anticlinal déjeté à l'Aermighorn. Quant au cœur jurassique de ce pli, qui repose partout sur un jambage renversé de Néocomien, son jambage normal forme l'arête du Schwarzgrätli, du Zahlerhorn et de la Birre, tandis que, d'après l'auteur, la chaîne du Dündenhorn serait constituée par son jambage renversé, compliqué et épaissi par des imbrications répétées.

Tout en reconnaissant que l'origine méridionale de la nappe du Kienthal ne peut pas être mathématiquement démontrée, M. Trösch considère l'hypothèse du charriage S-N comme de beaucoup la plus probable, et il montre que cette nappe occupe, aux abords du Kienthal, un ensellement transversal très prononcé; il considère comme probable que le Gerihorn n'appartient plus à cette vaste masse charriée, mais est une chaîne antochtone, dont la série éocène se rapproche, sur plusieurs points, de celle des Alpes calcaires internes. Enfin, il termine en montrant comment la région du Dündenhorn, de l'Aermighorn et de la Bachfluh s'intercale entre le massif du Lohner d'une part, la région de la Kilchfluh, des Höchst Schwalmern de l'autre, et comment tout cet ensemble se prolonge vers l'E dans la grande nappe glaronnaise.

Je rappelle que les levers géologiques de M. Trösch ont été publiés conjointement avec ceux de MM. E. Gerber et E. Helgers dans une carte au 1 : 50 000 des Alpes bernoises au S du lac de Thoune, parue en 1907.

A la suite du travail de M. Trösch, il convient de citer une nouvelle publication de M. A. BALTZER (57), consacrée aux Alpes bernoises et qui n'est en partie que la répétition d'une notice que je signalais l'an passé (Revue pour 1907, p. 377).

L'auteur commence par insister sur les différences qui se manifestent dans la série stratigraphique de la zone des Ralligstöcke, de la nappe du Kienthal et des Alpes calcaires internes.

Ensuite M. Baltzer décrit deux profils passant l'un par Briegerbad, le Breithorn, le versant oriental du Kienthal, le Niederhorn et le Sigriswyler Rothhorn, l'autre par la Jungfrau, le Männlichen, la Schynige Platte, Interlaken, Habkern et la Scheibe. Il considère toutes les chaînes calcaires situées au N de la zone tertiaire de Eschinen-Mürren-Sefinen comme charriées, y compris la zone des Ralligstöcke-Hohgant, mais estime ne pas pouvoir se prononcer sur les relations exactes qui doivent exister entre les Alpes calcaires externes et médianes. Pour lui les formations crétaciques du Beatenberg et des Ralligstöcke représentent plutôt une écaille chevauchante qu'un front de nappe; elles ne montrent en tout cas pas un pli couché dans le Berriasien, comme M. Schmidt l'a admis récemment. Dans les Alpes du Kienthal la nappe principale est recouverte par une digitation supérieure, dont des lambeaux, ménagés par l'érosion, forment les sommets du Schilthorn, du Hohgant et du Drettenhorn.

Quant à la zone de racines de ce système de nappes helvétiques, M. Baltzer admet comme probable qu'elle doit encadrer l'anticlinal granitique du Bietschorn, sans du reste vouloir exclure d'autres manières de voir.

M. P. ARBENZ, dont j'ai analysé l'an dernier un travail consacré à la géologie des Hautes Alpes d'Unterwald entre la vallée d'Engelberg et celle de l'Aar, a publié un abrégé de cette notice dans les *Actes de la Société helvétique des sciences naturelles* (55).

A la suite du rapport sur les excursions en Suisse de la Société géologique d'Allemagne, M. A. BUXTORF a publié une

courte description des **Hautes Alpes calcaires de la Suisse centrale** (62).

A propos des chaînes frontales, l'auteur montre que toute la tectonique de cette zone externe des Alpes à faciès helvétique doit s'expliquer par l'hypothèse de l'existence d'une nappe sous-jacente à la nappe du Briesen Frohnalpstock-Drusberg, qui a été arrachée de sa racine et qui, poussée au N suivant un arc de cercle, a subi un étirement longitudinal de son front. Cet étirement a déterminé par places un tronçonnement en klippes, comme dans le Haut Toggenbourg ; ailleurs, en particulier aux environs du lac des Quatre-Cantons, il a provoqué la formation de décrochements horizontaux obliques par rapport à la direction des chaînes.

Quant aux relations existant entre les chaînes frontales et la Molasse, M. Buxtorf se rallie tout à fait à l'opinion reprise et développée récemment par M. Arn. Heim, d'après laquelle les chaînes calcaires chevauchent en discordance sur les couches redressées de la Molasse et ce chevauchement s'est fait tout à fait indépendamment du ridement des couches molassiques. Il admet que la Nagelfluh et les grès miocènes étaient déjà non seulement redressés, mais profondément attaqués par l'érosion au moment de la mise en place des nappes helvétiques et que les inégalités de la surface molassique ont contribué à la naissance de nombreuses failles dans la partie frontale de ces nappes. Par contre il suppose que les nappes helvétiques ont dû commencer à se développer déjà de bonne heure pendant les temps oligocènes, car on constate que leurs matériaux constituants forment une partie importante des galets des conglomérats molassiques.

M. Buxtorf aborde ensuite l'examen de la question difficile et controversée du prolongement des deux nappes de l'Urirothstock et du Briesen dans la direction des Alpes bernoises. Il établit d'abord à ce propos que la nappe de l'Urirothstock n'est pas, comme on l'a cru longtemps, le prolongement de l'Axendücke des Alpes glaronnaises, mais représente un élément tectonique plus élevé, qui n'est autre que le cœur jurassique fortement déformé de la nappe glaronnaise supérieure, dont la chaîne du Frohnalpstock et du Briesen représente le front crétacique. Ces replis de l'Urirothstock manquent vers l'E, où ils ont été supprimés par l'érosion ; vers l'W par contre ils se continuent par les montagnes d'Engelberg jusque dans le groupe du Faulhorn et dans les Alpes du Kienthal. La charnière frontale crétacique du Frohnalpstock se conti-

nue par le Briesen jusqu'au Brienzerrothorn, à la Dreispitz et au Lohner.

L'Axendecke est encore représentée dans le soubassement des plis de l'Urirothstock par un paquet de calcaire suprajurassique, qui forme le sommet du Gitschen, et par les deux têtes de plis plongeantes crétaciques qui constituent les petites chaînes de Kulm et de Scharti; elle se continue même jusqu'un peu au delà de la vallée d'Engelberg sous la forme de replis crétaciques compliqués, puis disparaît définitivement. Du reste les relations de la nappe de l'Axen et de la nappe glaronnaise supérieure dans le massif de l'Urirothstock diffèrent beaucoup de ce qu'on se représentait jusqu'ici; il n'y a pas entre ces deux éléments superposés un synclinal culbuté fermé au S, mais un plan de chevauchement, suivant lequel la partie radicale de la nappe inférieure a été complètement déchirée par laminage et suivant lequel aussi, dans la région du Vorder Gitschen, se présentent des complications non encore éclaircies.

Revenant aux chaînes frontales, M. Buxtorf montre que la chaîne Ralligstöcke-Pilate-Rigihochfluh n'est probablement pas le prolongement exact de la chaîne des Aubrig, quoique l'une et l'autre doivent être considérées comme des digitations de la nappe glaronnaise supérieure. Il rappelle le profil de la Standfluh, dans le Kienthal inférieur, où une série infracrétacique correspondant à celle des Ralligstöcke chevauche sur le Flysch autochtone et s'effile vers le S, à la façon d'une nappe déchirée, entre ce Flysch et la charnière crétacique de la nappe du Kienthal, et il conclut d'après cette disposition que la nappe des chaînes frontales doit être sur une grande partie de sa longueur complètement déracinée par le laminage qu'a opéré la nappe sus-jacente du Kienthal, du Brienzerrothorn et du Frohnalpstock. En relation avec ce fait il constate que cette nappe des chaînes frontales doit être exclusivement crétacique-tertiaire, que sa position actuelle est due à un décollement des couches supérieures aux schistes berriasiens et que ce décollement se manifeste avec une ampleur considérable dans toute cette partie des chaînes helvétiques, non seulement dans les chaînes frontales, mais aussi dans les zones plus internes.

Dans un appendice M. Buxtorf fait une brève critique du profil établi par M. Baltzer à travers la chaîne du Brienzerrothorn et celle des Ralligstöcke, dans lequel ces deux chaînes sont reliées par un synclinal couché; il montre que soit les données tectoniques acquises dans ces dernières années,

soit les contrastes stratigraphiques existant entre ces deux zones, parlent beaucoup plutôt en faveur d'un chevauchement de la chaîne du Brienzerrothhorn sur le Flysch de Habkern. Il reprend pour finir la question des couches de Leimern qu'il considère avec M. Schmidt comme étant non pas une partie intégrante du Flysch helvétique, mais une klippe de Crétacique inférieur et de Couches rouges, reste d'une nappe pré-alpine enfoncée dans le Flysch ; il admet comme probable que les terrains préalpins sont beaucoup plus abondants qu'on ne l'a cru jusqu'ici dans la zone de Flysch de Habkern et qu'en particulier une partie notable du Flysch de cette zone appartiendrait non à la couverture normale du Crétacique helvétique, mais à la série préalpine.

M. J. OBERHOLZER (80) est occupé depuis plusieurs années à lever la carte géologique détaillée des **Alpes glaronnaises** ; en attendant de faire paraître cette carte et les commentaires qui devront l'accompagner, il nous a donné en 1908 une courte notice préliminaire rendant compte de ses observations.

Après avoir rappelé que les Alpes glaronnaises sont constituées par un vaste système de nappes d'origine méridionale, il distingue dans ce système de bas en haut les unités tectoniques suivantes :

1° La nappe du Griesstock est une écaille de Malm et de couches infracrétaciques peu épaisses, qui se suit depuis les Fruttbergen au-dessus de Linthal jusqu'au Griesstock et à la Balmwand à l'W du Klausen. Ces calcaires mésozoïques s'appuient sur le Flysch de la série autochtone et sont séparés de la nappe glaronnaise par une nouvelle zone de Flysch ;

2° La nappe glaronnaise prend une grande importance à l'E de la Linth, où elle comprend le Verrucano de la partie septentrionale du Sernfthal et les formations jurassiques du massif du Schild, mais elle se lamine considérablement dans la direction de l'W, en sorte qu'elle n'est plus représentée dans le versant occidental de la vallée de la Linth que par une mince écaille de Malm et de Crétacique surmontée d'une zone de Nummulitique et de Flysch, qui se suit, avec une courte interruption, des environs de Linthal au soubassement du Glärnisch, mais qui disparaît bientôt par laminage complet dans la direction de l'Urnerboden ;

3° La nappe du Mürtschenstock se superpose dans le massif du Schild à la nappe précédente et comprend dans cette région les puissantes masses jurassiques du Mürtschenstock ;

elle prend une part importante à la constitution du Glärnisch, où elle est représentée par une série normale de Verrucano, de Rötidolomit, de Dogger et de Malm, et elle se retrouve au pied du Deyenstock au-dessus de la rive septentrionale du lac de Klœnthal sous la forme d'une série normale de terrains crétaciques plongeant au N et chevauchant sur des calcaires à grandes Nummulites de la nappe glaronnaise. Le complexe sédimentaire qui forme cette unité tectonique subit du N au S un laminage progressif, qui commence par les termes les plus récents, puis supprime des couches de plus en plus profondes, si bien qu'au-dessus de Luchsingen on n'en voit plus qu'une mince bande de Verrucano et que plus au S, dans la région de Linthal et du Klausen, il n'en reste rien. La nappe du Mürtschenstock a été complètement détachée de sa racine comme les unités sous-jacentes et la nappe suivante peut ainsi reposer directement par places sur le Flysch autochtone ou sur la nappe du Griestock ;

4° La nappe de l'Axen forme toute la partie culminante de la chaîne du Glärnisch-Silbern, où elle montre plusieurs digitations superposées. La série sédimentaire qui la compose se différencie de celle des unités sous-jacentes par plusieurs caractères, en particulier par l'apparition d'un complexe puissant de Lias et par l'épaississement considérable du Dogger. Les terrains jurassiques qui forment la masse principale de cette nappe dessinent entre le Klausen et la chaîne du Böser Faulen un large synclinal peu profond, compliqué par des replis secondaires, puis, au Böser Faulen, ils s'incurvent en un grand anticlinal déjeté au N et disparaissent dans cette direction sous les formations crétaciques du Silberner et du Glärnisch ; seules les coupures de la Linth et de la Löntsch permettent de voir ces formations jurassiques chevauchant sur celles de la nappe du Mürtschenstock dans les parois orientale et septentrionale du Glärnisch. Sur le dos de cette nappe deux digitations anticlinales de Malm, enfoncées du haut en bas et du S au N dans les marnes tithoniques, forment les sommets de l'Ortstock et du Hoher Turm. Le front crétacique de ce gigantesque pli couché se trouve à l'W vers Richisau, à l'E dans le massif du Deyenstock, dont les couches verticales n'ont, contrairement à ce qui était admis jusqu'ici, aucune liaison directe avec les couches plongeant faiblement au N du versant septentrional du Klœnthal, puisque celles-ci font partie de la nappe sous-jacente du Mürtschenstock.

Dans la chaîne du Silberner, les formations crétaciques de la nappe de l'Axen sont repliées en cinq grands plis chevau-

chants et couchés horizontalement les uns sur les autres ; ce sont de bas en haut ?

a) La nappe de l'Axen proprement dite, dont le dos de Tithonique, de Valangien et d'Hauterivien apparaît dans la coupure transversale du Rossmatterthal, montrant un laminage intense de ses termes supérieurs, et dont le front forme le pied du Silbern au S de Richisau.

b) Le pli couché du Bächistock, qui s'appuie sur la série précédente par un plan de chevauchement discordant et qui est représenté dans le haut du Rossmatterthal par une série normale de Valangien et d'Hauterivien, tandis que vers le N des termes de plus en plus jeunes apparaissent à mesure qu'on se rapproche de la charnière frontale.

c) Les deux digitations couchées et superposées du Silbern, qui constituent, dans des proportions du reste très différentes, presque toute la partie culminante de la chaîne, et comprennent tous les termes du Crétacique.

d) Le pli de Thoralp, dont il ne reste que des lambeaux formés de Valangien et d'Hauterivien et recouvrant les niveaux les plus divers du Crétacique de la nappe supérieure de Silbern. Ce pli est surtout développé dans la région de Thoralp, où est conservée encore la charnière synclinale qui le raccorde à l'unité sous-jacente.

Ces diverses digitations superposées sont remarquables par le laminage intense qu'elles ont subi et par l'amoncellement des termes récents qui en font partie dans leur région frontale. Ce sont du reste certainement des plis devenus chevauchants par leur exagération et non des écaillés. Elles se suivent vers l'W dans la chaîne du Wasserberg ; vers l'E, par contre, le relèvement rapide de tout leur ensemble dans le sens longitudinal a fait que seuls la nappe proprement dite de l'Axen et le pli couché du Bächistock sont conservés dans le massif du Glärnisch.

M. Oberholzer décrit ensuite brièvement la nappe glaronnaise supérieure ou nappe de Wiggis-Drusberg, telle qu'elle se développe entre la Linth et la Sihl avec ses trois digitations frontales de Wiggis, de Räderten et du Drusberg-Fluhberg, qui, plongeant longitudinalement vers l'W, se remplacent les unes les autres. Il fait ressortir le contraste qu'offrent ces trois plis couchés avec ceux du Silbern par leur laminage beaucoup moins fort qui a ménagé les charnières synclinales et même en partie les jambages renversés. Cette nappe supérieure repose directement à partir de la ligne du Pragel et du

Kloenthal sur la nappe du Mürtschenstock, le front de la nappe de l'Axen ne dépassant pas au N le pied du Silberstein et le Deyenstock. Entre Richisau et le Pragel on voit pourtant s'intercaler entre la nappe de l'Axen et celle du Drusberg une sorte de lame de charriage de terrains crétaciques que l'auteur considère comme une unité tectonique indépendante et qu'il désigne comme « nappe intermédiaire de Richisau ».

En terminant, l'auteur rappelle le contraste qui existe entre les sédiments crétaciques de la nappe de l'Axen et de celle de Wiggis-Drusberg. C'est ainsi que le calcaire berriasien de l'Oerli n'existe plus dans la nappe du Drusberg et que le calcaire valangien ne se trouve plus que dans la digitation inférieure de celle-ci, tout le complexe berriasien-valangien devenant marneux dans les digitations supérieures ; c'est ainsi que l'Hauterivien et les couches de Drusberg sont beaucoup plus épais dans la nappe de Wiggis-Drusberg, et que soit le Gault soit le Crétacique supérieur y sont développés d'une façon beaucoup plus complète. Du reste, ce contraste de faciès ne se produisait sans doute pas brusquement et les digitations couchées du Silberstein sont intéressantes, à ce point de vue, par les caractères de transition entre les deux séries stratigraphiques qu'elles montrent.

Un bref résumé des observations faites par M. Oberholzer a été publié, en allemand dans les Actes de la Soc. helvétique des Sc. nat., en français dans les Archives de Genève (81).

M. E. BLUMER (61) a commencé l'exploration géologique détaillée de la **vallée de Weisstannen** au SW de Mels (Saint-Gall). Il a décrit à nouveau le chevauchement sur le Flysch de Weisstannen et suivant un plan faiblement incliné au N, du Verrucano qui forme les crêtes du Gamidaur et du Walenkamm ; il a montré qu'ici comme dans les Alpes glaronnaises la masse chevauchante est séparée de son soubassement par une zone broyée et laminée de Lochseitenkalk.

Dans un aperçu stratigraphique, l'auteur fait d'abord ressortir le caractère essentiellement schisteux du Verrucano dans cette région, où les conglomérats font complètement défaut, puis il signale un niveau très constant de grès clairs, jaunâtres, qui couronne le Verrucano et auquel il donne le nom de grès de Mels.

Sur ces grès repose le Rötidolomit qui varie considérablement soit dans son aspect soit dans sa puissance ; il est, en effet, représenté en proportion très variables suivant les points par des cornieules et des calcaires dolomitiques, et

son épaisseur oscille entre 20 et 80 m. Au-dessus vient le complexe des Quartenschiefer formé de schistes rouges riches en concrétions calcaires et de gros bancs de grès quartzeux blancs ou rosés.

Après avoir fait quelques corrections de détail à la feuille IX de la carte Dufour, M. Blumer termine par quelques considérations générales. Il montre comment ses observations confirment absolument la direction S-N du chevauchement du Verrucano, comment, par contre, elles ne lui ont pas permis d'admettre l'existence d'une double série de Verrucano au Gamidaur, telle que la carte au 1 : 100 000 pourrait le faire supposer; la série permo-triasique qui affleure sur les deux versants de la vallée de Weisstannen a tous les caractères d'une succession stratigraphique, dont les termes passent graduellement les uns aux autres.

M. ARNOLD HEIM (69) a publié une courte notice sur la géologie de la terminaison orientale de la **chaîne de la Rigi-hochfluh** telle qu'elle existe aux environs de Seewen (Schwytz).

Dans ce travail l'auteur commence par rappeler qu'une seule des écaillés de la Rigi-hochfluh se continue vers l'E jusqu'à l'Urmiberg près de Seewen, et que cette écaille unique montre, à cet endroit, un fort plongement longitudinal vers l'E, qui la fait bientôt disparaître aussi en profondeur.

M. Heim décrit ensuite la succession stratigraphique de l'Urmiberg; il remarque l'analogie de cette série avec celle du Säntis, tout en constatant l'absence des couches de l'Altmann, des couches de Drusberg et de l'Urgonien inférieur qu'il attribue à un laminage tectonique. Parlant du calcaire de Seewen, il attribue ce complexe exclusivement aux étages cénomaniens et turoniens, tandis que le Sénonien, qui n'existe que plus au S, dans le Muottathal, y est représenté par des schistes marneux (Leistmergel).

L'Eocène commence, d'après M. Heim, par une couche glauconieuse, épaisse de 15 à 20 m., qui repose directement sur le calcaire de Seewen. Ensuite vient un banc, glauconieux également, mais pétri de Nummulines, d'Assilines, d'Orthophragmina et de Pecten, parmi lesquels on peut reconnaître :

| | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Assilina exponens J. de C. | Nummulina cf. Montis-fracti Kauf. |
| » mamillata d'Arch. et H. | Orthophragmina discus Rütim. |
| Nummulina aturica Jol. et Leym. | » Bartolomei Schlumb. |
| » Rouaulti d'Arch. et H. | » Archiaci Schlumb. |
| » complanata Lam. | Pecten parisiensis Desh. |

Cette faune correspond à celle du Lutétien des géologues parisiens et l'âge précis de la couche correspondante paraît être le Lutétien moyen.

Sur ce Nummulitique reposent les Stadtschiefer de Wylen, c'est-à-dire des schistes argileux du Flysch à globigérines; en outre, dans le complexe éogène qui s'intercale dans le versant N de la Rigihoehfluh entre la Molasse et la masse chevauchante du Crétacique, on retrouve une association de schistes à globigérines et de calcaires glauconieux nummulitiques du Lutétien.

En terminant, M. Heim signale la découverte faite près de Seewen, d'un caillou de granite rouge englobé dans le calcaire glauconieux à Nummulites et Orthophragmina. Il insiste sur l'identité absolue de ce granite avec ceux que l'on trouve empâtés dans le Flysch de Habkern et il explique l'origine de ces roches étrangères comprises dans l'Eogène helvétique, où elles atteignent souvent des dimensions considérables, par l'hypothèse de transports effectués par des glaces flottantes. D'après les nombreuses observations qu'il a pu faire dans le revêtement tertiaire des nappes helvétiques de la Suisse orientale, il conclut que l'existence de blocs exotiques dans les sédiments éogènes n'implique nécessairement ni un faciès de Flysch, ni, encore moins, la présence de Klippes dans le voisinage, que le transport de ces blocs a en tous cas commencé déjà dans le Lutétien et qu'il a été purement stratigraphique. Il admet, d'autre part, que le Flysch de la région externe des chaînes helvétiques, dans la Suisse orientale, appartient exclusivement à l'Eocène (Lutétien-Auversien).

M. ARN. HEIM (70) a exposé le même sujet en abrégé, en y ajoutant quelques observations de détail sur la région externe des chaînes calcaires, lors de la réunion de la Soc. helvét. des Sc. nat. à Glaris en 1908.

M. A. TORNQUIST a étudié, entre la Bregenzer Ach et l'Iller, la zone de Flysch de l'Allgäu (99) qui prolonge à l'E la zone externe de Flysch de la Suisse.

Dans une partie stratigraphique il commence par établir l'existence, dans le Flysch, de deux niveaux constants de conglomérats polygéniques : l'un de ces niveaux, le conglomérat basal, repose directement sur des marnes organogènes de Seewen, probablement éocènes; il est surmonté, par places, par des amas lenticulaires de calcaire nummulitique; le second niveau est supporté par une importante série de

Flysch schisteux ; les conglomérats qui le composent sont notablement plus épais que ceux du premier.

M. Tornquist considère que les éléments constitutifs des poudingues du Flysch ne peuvent provenir que du S et des nappes supérieures et il admet, comme le plus probable, que beaucoup de ces éléments, en particulier les roches cristallines, devaient se trouver, déjà en gisement secondaire, dans des sédiments éogènes de la surface des nappes, d'où ils auraient été entraînés jusque dans le Flysch de l'Allgäu par les eaux.

Parlant des Klippes calcaires qui sont enfoncées dans la zone de Flysch considérée, l'auteur montre qu'elles sont formées exclusivement par un calcaire siliceux à *Aptychus*, qui contient *Bel. hastatus*, et qui correspond exactement à l'*Aptychenkalk* suprajurassique de la nappe mésozoïque de l'Allgäu. Il décrit l'enchevêtrement compliqué des calcaires de ces Klippes avec le Flysch sous-jacent et expose pourquoi le phénomène des Klippes doit être considéré comme tout à fait indépendant de celui des blocs englobés stratigraphiquement dans le Flysch. Il suppose que la mise en place des calcaires des Klippes a eu lieu après la fin de la sédimentation du Flysch, soit pendant l'Oligocène supérieur, et rattache ces Klippes à la couverture suprajurassique du Trias et du Lias de la nappe de l'Allgäu, qui aurait été arrachée de son sous-bassement par le chevauchement de la nappe supérieure du Lechthal et jetée dans le Flysch, devant le front de la nappe à laquelle elle appartenait.

Reconnaissant la difficulté qui résulte pour cette explication de la présence, entre la zone des Klippes et le front actuel de la nappe de l'Allgäu, des chaînes crétaciques à faciès helvétique, qui sont considérées par les géologues suisses comme représentant une nappe inférieure, M. Tornquist admet que ces chaînes, quoique chevauchant au N sur le Flysch, sont à peu près autochtones et que leur soulèvement s'est fait en même temps que le plissement de la zone de Flysch et après la mise en place des calcaires des Klippes, soit pendant le Miocène inférieur.

Ainsi et pour résumer, l'ensemble du Flysch de l'Allgäu se serait déposé pendant l'Eocène supérieur et l'Oligocène inférieur, la poussée des nappes austro-alpines se serait effectuée pendant la durée des temps oligocènes, les chaînes crétaciques et la zone de Flysch de l'Allgäu se seraient plissées pendant le début du Miocène et finalement, pendant la fin des temps miocènes, la Molasse aurait été à la fois plissée et recouverte

par une dernière poussée au N de la zone de Flysch qui la borde, tandis que cette dernière avec les chaînes crétaciques aurait été disloquée par plusieurs failles transversales, qui ont eu en particulier pour effet de morceler, en plusieurs tronçons décrochés, la zone des Klippes jurassiques.

Cette notice est complétée par plusieurs figures et par une petite carte géologique au 1 : 75 000.

L'étude effectuée par M. Tornquist a été continuée du côté de l'W, entre la Bregenzer Ach et le Rhin, par un de ses élèves, M. E. WEPFER (103).

Dans la description stratigraphique qui forme le premier chapitre de son travail, M. Wepfer montre le développement très imparfait du **Gault** dans la zone crétacique de la Weissenfluh et du Sattel. L'Urgonien y est en effet directement surmonté par des grès quartzeux et glauconieux à *Inoceramus concentricus* et *Bel. minimus* ; puis vient une couche plus épaisse dans laquelle se fait le passage lithologique des grès verts aux marnes de Seewen et qui représente probablement le niveau à *Tur. Bergeri*.

Le **Crétacique supérieur** de cette région est essentiellement marneux ; il est constitué principalement par des Seewermergel de couleur claire, qui ne sont pas séparés du Gault par un niveau constant de Seewerkalk, comme cela est le cas au Sântis. Dans ces marnes s'intercalent par places, irrégulièrement, semble-t-il, des zones plus calcaires ou des couches plus gréseuses ; on trouve en outre, associés aux Seewermergel, dans le bassin de la Bregenzer Ach, des schistes foncés, souvent gréseux, contenant du quartz et du mica, qui se rapprochent d'une part des schistes de Wang, d'autre part des schistes supracrétaciques des Alpes bavaroises. Ces dépôts sont fossilifères et ont fourni la faune suivante, qui permet de les classer dans le Sénonien, plus probablement dans le Sénonien inférieur :

Baculites brevicosta Schlüt. Inoceramus salisburgensis Fugg.
et Kastn.

Voluta subsemiplicata d'Orb. Pecten virgatus Nils.

Turritella sexlineata Röm. Vola quadricostata Sow.

Cardium productum Sow. Ostrea armata Sow.

Cardita granigera Gumb. Gryphea vesicularis Lam.

Le **Flysch** qui, incurvé en synclinal, forme les hauteurs de Schwende et du Hochälpele Kopf, à l'E de la Dornbirner Ach, comprend un complexe inférieur de schistes marneux à Chondrites, puis une série de grès quartzeux.

M. Wepfer montre ensuite, à propos de la zone molassique du Gaiskopf, qu'ici l'on trouve des bancs importants de nagelfluh interstratifiés dans l'Aquitanién, contrairement à ce qu'affirmait récemment M. L. Rollier ; puis il décrit en quelques lignes les dépôts morainiques qui couvrent une grande partie du pays au N et à l'E du Hochälpele Kopf et qui prouvent l'occupation de la vallée de la Bregenzer Ach par une langue du glacier du Rhin, à laquelle se soudait un glacier local.

Dans la partie tectonique de son travail, M. Wepfer décrit d'abord la Weissenfluh, voûte normale d'Urgonien couverte localement de Gault, dont l'axe s'abaisse rapidement vers l'W, soit vers la vallée du Rhin. Cette voûte est coupée longitudinalement du côté du N par une grande faille verticale, qui met en contact l'Urgonien et les schistes de Seewen et qui, se prolongeant fort loin vers l'E, correspond à la grande faille de la bordure des chaînes calcaires à faciès helvétique de M. Rothpletz. Vers l'E la voûte de la Weissenfluh est brusquement coupée par un décrochement transversal, qui en a rejeté le prolongement, soit la chaîne du Klausberg et du Sattel, à environ 1500 m. au N.

Entre ce grand anticlinal infracrétacique et la Molasse s'étend, sur une largeur de 3 à 4 kilom., une zone formée essentiellement de schistes de Seewen et de Flysch, dont la sommité la plus importante est le Hochälpelestock (1467 m.) et que la Bregenzer Ach traverse en amont de Egg. Dans cette zone l'auteur a constaté une tectonique beaucoup plus compliquée qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici. Il a remarqué d'abord à la base du Flysch du Hochälpelestock la présence constante d'une brèche, qu'il ne peut envisager que comme une brèche de dislocation et il en a conclu que ce Flysch n'est pas le revêtement normal du Crétacique sous-jacent, mais qu'il est chevauchant sur celui-ci. D'autre part, en suivant les schistes supracrétaciques de Hochälpele jusqu'à la Bregenzer Ach et au ravin de Prühlbach, il les a vus, au fond de ces deux profondes coupures, chevaucher eux-mêmes sur un autre complexe de Flysch, avec lequel ils sont enchevêtrés d'une façon fort compliquée.

Passant à la bordure méridionale de la Molasse, dans les environs de Egg et dans la chaîne du Gaiskopf, M. Wepfer établit que cette bordure est formée de dépôts appartenant à la base du système molassique et que ces grès et conglomérats oligocènes sont incurvés en un synclinal qui reste sensi-

blement droit vers l'E, qui tend à se coucher au N dans sa partie occidentale.

Le contact entre la Molasse et le Flysch ou les schistes de Seewen qui la bordent au S semble se faire, au moins entre Egg et le Gaiskopf, suivant une véritable faille ; plus à l'W le plan de contact s'incline, ensorte que, à l'E et au-dessus de Dornbirn les schistes de Seewen recouvrent la Molasse en chevauchement.

Dans un chapitre final, M. Wepfer montre que le parallélisme tectonique entre le Flysch du Hochälpele Kopf et celui des Föhnern à l'W du Rhin supposé par M. Blumer ne peut être maintenu, puisque le premier est chevauchant sur son soubassement. Il remarque d'autre part que le Flysch du Hochälpele Kopf n'a rien de commun avec la zone de Flysch qui sépare, à l'E de la Bregenzer Ach, les chaînes crétaciques de la Molasse, mais qu'il appartient à une nappe supérieure.

M. O. AMPFERER (54) a étudié de son côté la question de l'origine des dépôts du Flysch dans la zone externe des chaînes à faciès helvétique à l'E du Rhin. Reprenant les idées émises sur ce sujet par M. Arn. Heim d'une part, par M. Tornquist de l'autre, il montre que, tandis que le premier considère ce Flysch comme une partie intégrante de grandes nappes de charriage, dont la poussée au N s'est poursuivie jusque dans le Pliocène, le second suppose que ce même Flysch est quasi autochtone et que la mise en place des nappes de klippes qui le recouvrent s'est terminée pendant l'Oligocène.

L'auteur constate que, dans l'idée de M. Heim, les blocs exotiques du Flysch ont dû se déposer dans celui-ci avant son mouvement vers le N, à un moment où seules les Alpes méridionales avaient pris un relief accentué. Or ce soulèvement ancien des Alpes méridionales n'est conciliable ni avec leur degré d'érosion, qui n'est guère plus avancé que celui des chaînes plus externes, ni avec la présence de dépôts marins de l'Eogène dans le massif de la Baie de l'Adige.

D'un autre côté M. Ampferer ne peut pas voir, avec M. Tornquist, dans la zone des klippes de calcaires à *Aptychus* un lambeau d'une écaille chevauchante détachée de la surface de la nappe de l'Allgäu ; il l'envisage simplement comme une zone anticlinale perçant le Flysch. Enfin pour lui le plan de contact entre la Molasse et le Flysch de l'Allgäu est non un plan de chevauchement, mais une faille à peu près verticale.

En réponse à ces observations, M. A. TORNQUIST (100) a allégué les faits suivants :

1° Les fractures transversales qui coupent, à l'E de Egg, la zone de Flysch de l'Allgäu et la bande de calcaires à *Aptychus* n'affectent en aucune façon la Molasse ; elles sont en tous cas moins anciennes que les derniers plissements du Flysch, tandis qu'elles ne peuvent pas s'être formées avant le redressement de la Molasse ;

2° Le contact du Flysch et de la Molasse ne peut pas être autre chose qu'un plan de chevauchement redressé ultérieurement ;

3° Les observations de détail faites dans la zone des klippes de calcaires à *Aptychus* montrent clairement qu'il s'agit ici de lambeaux de recouvrement enfoncés de haut en bas dans le Flysch. Le chevauchement de la nappe correspondante a dû se faire probablement sous l'eau de la mer, de sorte que le mouvement de la masse chevauchante a pu être facilité soit par une augmentation de la plasticité de ses roches, soit par une diminution de sa masse relative.

Préalpes et klippes.

La Société géologique suisse ayant excursionné en 1907 dans les **Préalpes fribourgeoises et vaudoises** sous la direction de MM. R. DE GIRARD et H. SCHARDT, ces deux messieurs ont rédigé d'abord un programme sommaire (63), puis M. Schardt a donné un compte rendu détaillé de l'excursion (87).

Dans cette dernière publication nous trouvons d'abord un très bref aperçu du trajet qui conduit de Fribourg à Bulle, Charmey et Bellegarde. Puis l'auteur décrit plus en détail la chaîne des Gastlosen ; il signale le fait qu'on retrouve à l'W du Jaunbach, au-dessus de la Petermanda, le prolongement de l'écaille de Malm de la Dürrifluh, séparée de l'écaille principale de la chaîne par une zone de Flych.

La chaîne des Gastlosen est, comme on le sait, formée par une série normale de Trias, de Dogger à *Mytilus* avec d'abondants débris végétaux, de Malm et de Couches rouges ; cette série est coupée par une quantité de fractures transversales qui marquent des rejets tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, et donnent aux lignes de contact des divers niveaux une allure irrégulière en dents de scie.

A propos du Sattelberg, situé entre la vallée de Bellegarde

et la combe du Petit Mont, M. Schardt signale la réapparition vers cette chaîne de l'anticlinal méridional du Vanil Noir, qui y prend une forme très disloquée. Puis il revient à la chaîne des Gastlosen pour décrire la coupe qu'on observe en traversant la Perte à Bovay. Ici l'écaille chevauchante est séparée du Flysch de Vert-Champ par un anticlinal de Couches rouges ; elle est d'autre part affectée par de nombreux décrochements transversaux ; enfin elle est coupée longitudinalement par une faille verticale suivant laquelle elle est brusquement relevée vers son extrémité NW, de telle sorte que l'érosion l'a totalement ou presque totalement supprimée aux environs du Col de la Perte à Bovay.

L'itinéraire décrit par l'auteur nous amène finalement à Rougemont en passant auprès du bloc exotique de diabase noyé dans le Flysch des Fenils et en traversant le front de la zone de brèche de la Hornfluh au Vanel.

Ensuite commence la partie la plus importante de ce rapport, qui est consacrée à l'étude du massif du Rubli et de la Gummfluh. Elle commence par la description de la zone de Brèche des Siernes et de la Tête de Cananéen, qui est enfoncée synclinalement dans le Flysch. A la base de la série de la Brèche on trouve ici des calcaires spathiques contenant une faune que M. Schardt attribue au Charmouthien et qui comprend : *Waldh. punctata* Sow., *Rhynch. belemnica* Qu., *Rhynch. gryphitica* Qu., *Avicula sinemuriensis* d'Orb., *Hildoc. aequiumbilicatum* Bettoni, *Harp. ex af. serpentinum* d'Orb. Les couches rouges qui sont intercalées entre la Brèche et le Flysch représentent, ici comme partout ailleurs dans cette zone, une lame de charriage arrachée à la série sous-jacente de la chaîne du Rubli. La Tête de Cananéen est le seul point de la région où l'on trouve dans la série de la Brèche des termes équivalents à la Brèche supérieure et aux schistes bariolés moyens du Chablais.

M. Schardt décrit la série mésozoïque qui forme la chaîne du Rubli et qui est caractérisée par la puissance des calcaires et des dolomies triasiques, par l'absence de Lias et par le développement schisteux et charbonneux du Dogger à Mytilus. Cette série chevauchante s'appuie au S sur du Flysch, dans lequel sont enfoncés les paquets de Brèche de la Videman et du Dürrihubel. De nombreuses complications interviennent, qu'il est impossible de décrire ici.

Du col de la Videman on jouit d'une vue étendue sur la Tête de la Minaudaz, formée par un dernier reste chevauchant de Brèche, sur la Pointe des Salaires, où le Malm et le

Crétacique supérieur de la zone de la Gummfluh sont imbriqués en plusieurs écailles verticales, et sur le Rocher du Midi, formé de Trias et prolongeant la chaîne du Rubli. A propos de cette région M. Schardt indique que le Flysch sous-jacent aux formations mésozoïques de la Gummfluh et du Rubli perce en faux anticlinal au S du Rocher du Midi, près du Col de Base. Il explique d'autre part la position du Trias du Rocher du Midi sur le Flysch et l'absence du Jurassique dans le versant N de ce sommet par une faille horizontale, suivant laquelle le Trias a été poussé au N sur le Tertiaire.

Enfin, parlant de la traversée de la chaîne de la Gummfluh par la combe de Comborsin, l'auteur décrit la superposition évidente de la Brèche de la Videman sur le Flysch du Kalberhoni et le chevauchement de la série mésozoïque de la Gummfluh sur le Flysch du Niesen.

La dernière journée de course a été consacrée à la traversée du Col de la Douve, aux abords duquel le Trias, le Jurassique et le Crétacique de la zone de la Gummfluh sont imbriqués d'une façon compliquée, et du Col de la Base, où apparaît un faux anticlinal de Flysch séparant les deux masses chevauchantes de la Coumattaz et du Rocher du Midi.

En descendant vers les Moulins les excursionnistes ont traversé l'écaille chevauchante de Malm et de Couches rouges de « Sur le Grin », prolongement de la grande écaille des Gastlosen et la voûte jurassique-crétacique sous-jacente des gorges de la Torneresse, qui raccorde l'anticlinal des Tours d'Aï au pli inférieur des Rochers de la Raye et à l'écaille inférieure des Gastlosen.

A la suite de la publication de M. Schardt il convient de citer celle plus volumineuse et plus détaillée que M. F. JACCARD a consacrée à la **région de la Gummfluh et du Rubli** (71).

L'auteur fait d'abord, ici comme pour la région de la Hornfluh et des Spielgarten, un examen stratigraphique complet des deux séries des Préalpes médianes et de la Brèche qui sont superposées mécaniquement l'une à l'autre.

En fait de roches cristallines, on ne trouve dans tout le territoire étudié qu'un affleurement d'ophite associé à des schistes quartzeux foncés, tout à fait équivalents aux pointements ophitiques du Rinderberg, et qui se trouve au S de Flühmaad entre Gstaad et le Muttenkopf.

Le **Trias** de la série de la Brèche commence généralement à la base par des cornieules qui supportent des calcaires dolomitiques souvent bréchiformes. Vers le haut se développent

des alternances de bancs dolomitiques et de schistes qui passent au Rhétien.

Dans la série des Préalpes médianes le Trias comprend le plus souvent de haut en bas :

- f) Calcaires noirs à Gyroporelles et Gastéropodes ;
- e) Calcaires noirs veinés de calcite ;
- d) Calcaires bleutés vermiculés ;
- c) Calcaires dolomitiques gris, pulvérulents ;
- b) Cornieules ;
- a) Gypses.

Le **Lias**, qui manque dans la série des Préalpes médianes, commence dans celle de la Brèche par des couches rhétiennes fossilifères. Ce sont des alternances de calcaires dolomitiques, de calcaires marneux, de lumachelles et de marnes, d'une épaisseur totale d'environ 15 m., et dans lesquelles on trouve *Terebr. gregaria*, *Lima valoniensis* (?), *Pentacrinus bavaricus*, *Bactryllium striolatum*. Le reste du Lias est représenté par la partie inférieure du complexe de la Brèche, dans lequel il est du reste impossible de déterminer des niveaux précis.

Le **Dogger** des Préalpes médianes est représenté ici par la série décrite par MM. de Loriol et Schardt sous le nom de couches à *Mytilus*. Comme faits nouveaux concernant ce niveau, M. Jaccard signale la présence au sommet du Dogger de calcaires plaquetés, épais d'une trentaine de mètres et remplis de polypiers, et en second lieu l'intercalation dans le niveau à fossiles triturés, à polypiers et à *Astarte rayensis* d'une couche essentiellement composée de fragments de petites nérinées.

Le **Malm** a le faciès de calcaires coralligènes riches en *Diceras* et en Nérinées et souvent oolithique. Dans le Malm de « sur le Grin » et du bois de Ramaclé, M. Jaccard a trouvé des *Calpionella alpina* Lor.

La série de la **Brèche jurassique** commence au-dessus du Rhétien par les schistes et calcaires inférieurs, qui supportent la Brèche inférieure, formée tantôt de gros éléments calcaires, tantôt presque exclusivement de débris de Pentacrines (*Pent. tuberculatus*).

Au Rubli et à la Gummfluh le Malm des Préalpes médianes est directement recouvert par les **Couches rouges** supracrétaciques, dans lesquelles on distingue un niveau inférieur plus calcaire et plus gris et un niveau supérieur plus marneux et plus rouge. Aux rochers de Sur le Grin, par contre, on voit s'intercaler entre le Malm et les Couches rouges des calcaires

plaquetés, gris-bleu, à silex, qui représentent probablement le **Crétacique inférieur**.

Quant au **Flysch**, M. Jaccard distingue le Flysch de la zone du Niesen, caractérisé par l'abondance de ses brèches polygéniques et qui s'enfonce au NW sous le Trias de la Gummfluh et le Flysch du Hundsrück et des Saanenmöser qui forme, d'une part, une zone continue au NW de la chaîne du Rubli, d'autre part, le territoire triangulaire compris entre la chaîne du Rubli, la Pointe de Videman, la chaîne de la Gummfluh, Gstaad et Gessenay. Ce Flysch comprend des grès quartzeux et des schistes cendrés à Fucoïdes, auxquels s'ajoutent, au Muttenkopf, des schistes marneux rouges, rappelant les Couches rouges et qui semblent occuper un niveau relativement bas dans les couches tertiaires.

Enfin, les **dépôts pléistocènes** comprennent, d'une part, des moraines, dont les unes sont déposées par le glacier de la Sarine, d'autres par les petits glaciers locaux du Meyelsgrund, du Kalberhöni, de la Videmanette, etc..., d'autre part, les éboulis et les éboulements. Parmi ces derniers, le plus important est un éboulement descendu du versant N du Rubli, jusqu'aux Pierres-Blanches, en face de Rougemont.

Abordant l'étude tectonique du territoire considéré, M. Jaccard commence par définir le rôle que jouent les masses de Brèche jurassique intercalées entre les deux chaînes du Rubli et de la Gummfluh. Il montre qu'elles se divisent en deux têtes de plis enfoncées dans le Flysch, et bordées par places, ainsi au Col de la Videman, par des lames de charriage de Couches rouges. L'un des plis de Brèche se suit de la Tête de la Minaudaz par les Tza-y-Bots, la Videman, Comborsin, jusqu'au NE du Muttenkopf, où on le voit s'effiler avant d'atteindre le ruisseau du Meyelsgrund; sa base triasique, plongeant au N, s'appuie sur les Couches rouges et le Malm de la série de la Gummfluh, ou bien, comme cela est le cas à l'E du Muttenkopf, sur du Flysch. Le second pli s'étend de la Videmanette, par Rubloz, jusqu'au Dürriberg; il repose au S sur le Flysch du Kalberhöni et s'enfonce au N sous la série mésozoïque du Rubli, dont il est séparé au Dürriberg par une mince zone de Flysch, à la Videmanette par une écaille de Dogger à Mytilus.

L'auteur décrit ensuite la zone de Brèche jurassique qui se suit sur le versant N de la chaîne du Rubli, depuis la Pointe de Cananéen jusqu'à la Tête des Planards, et qui se continue sur le versant N de la vallée de la Sarine du Vanel jusqu'au-dessus de Saanen. Il montre que cette zone est formée par

la tête d'un troisième pli, enfoncée de haut en bas dans le Flysch du Hundsrück, dont elle est séparée par une lame continue de Couches rouges. Ces dernières ne sont évidemment pas non plus ici le revêtement normal de la Brèche ; elles représentent une lame de charriage arrachée aux nappes sous-jacentes des Préalpes médianes.

La chaîne de la Gummfluh est formée par une série de terrains triasiques, jurassiques, crétaciques et éogènes, développés suivant le faciès qui règne dans toute la partie interne des Préalpes médianes, série qui chevauche pas sa base sur le Flysch du Niesen au S. Le plongement, qui se fait généralement au NNW, tend à se redresser vers le bas, de façon à devenir vertical ; dans la partie occidentale de la chaîne il se renverse même et toute la série prend alors l'apparence d'une tête de pli plongeant dans le Flysch. Entre la Pointe des Salaires et le Col de Base le Malm et les Couches rouges sont imbriqués d'une façon compliquée en quatre écailles. Aux deux extrémités de la chaîne, la série mésozoïque s'effile ; ainsi au Meyelsgrund on voit disparaître d'abord le Trias, puis le Dogger et finalement le Malm ; entre le Sex Mossard et l'arête de Coumattaz le Malm cesse le premier, puis le Dogger, en sorte que le Trias subsiste seul, formant comme un coin de couches presque verticales enfoncé dans le Flysch. La série mésozoïque qui constitue la chaîne de la Gummfluh doit donc être considérée aussi comme figurant une tête anticlinale pli-faillée reposant sur le Flysch.

Dans le prolongement vers l'E de la chaîne de la Gummfluh, vers le débouché du Meyelsgrund dans la vallée de la Sarine, M. Jaccard a constaté la présence d'une importante masse de gypse, de cornieules et de calcaires triasiques, qui commence brusquement à l'E de la combe de Mühlenstein, qui, au-dessous de Flühmaad est divisée en deux replis ou écailles et qui disparaît ensuite sous les éboulis de Flühmaadvorsässe. Il voit dans ces affleurements de nouveau une tête de pli s'insinuant en coin dans le Flysch. Un peu au-dessus apparaît, au milieu du Flysch, le gisement d'ophite signalé plus haut. Le Flysch contient également une écaille lenticulaire de Couches rouges ; d'autre part on voit, dans les pentes qui dominent Gstaad au SW, le Flysch normal, formé de schistes gris et de grès quartzeux, contenir trois zones successives plongeant au NW de schistes rouges et verts qui paraissent un faciès de l'Eocène. Dans toute cette région, le pendage du Flysch et des diverses écailles qu'il contient se fait au NW avec des angles, il est vrai, assez variés.

L'écaille de Trias de Flühmaad, qui n'a aucune relation directe avec le chaînon de la Gummfluh, appartient, ainsi que les écailles crétaciques situées plus haut, aux Préalpes médianes ; tout cet ensemble imbriqué forme le prolongement de la région d'écailles de l'Amselgrat, que chevauche la Brèche de la Hornfluh.

D'après M. Jaccard, la chaîne du Rubli est notablement plus compliquée que ne l'avaient supposé M. Rittener et M. Schardt. Elle comprend d'abord, comme élément principal, la zone du Rubli proprement dite, qui commence à l'W, au Rocher du Midi, par un énorme paquet de Trias, replié plusieurs fois sur lui-même et nageant sur le Flysch, qui se continue au Rocher Plat et au Rubli par une série normale plongeant fortement au NW de Trias, Dogger, Malm et Couches rouges et qui s'effile ensuite par amincissement graduel de ses différents termes, de façon à disparaître complètement à l'E du Gauderlibach. La partie orientale de la chaîne, celle qui forme la Dorfflüh, n'est donc pas le prolongement du Rubli ; elle représente une grosse écaille inférieure à la série du Rubli. L'on trouve du reste dans la même position, mais dans d'autres parties de la chaîne, des écailles analogues ; ainsi au Creux de la Videmanette on voit une écaille de Dogger à *Mytilus* enfoncée sous le Trias du Rubli et du Rocher Plat, qu'elle sépare de la Brèche, et entre la Gérine et le Col de Base on constate la présence, sous le Trias du Rocher du Midi, d'une mince zone de Flysch et d'une bande importante de dolomies et de cornieules triasiques. Il y a donc sous l'écaille principale du Rubli-Rocher du Midi un régime d'écailles parallèles moins considérables.

Passant ensuite aux plis qui se développent entre la chaîne du Rubli et la zone de Flysch de Château-d'Œx, M. Jaccard montre qu'on peut distinguer au SE de Château-d'Œx quatre anticlinaux déjetés au NW de Malm et de Couches rouges, qui s'abaissent longitudinalement vers le NE et dont aucun ne représente en réalité le prolongement de la grande écaille Gastlosen-Laitmaire ; celle-ci chevauche, en effet, vers le pont de Gérignoz, sur le plus élevé de ces plis, et ne tarde pas à s'effiler jusqu'à disparition complète sur la rive droite de la Sarine. Vers l'W on retrouve ces mêmes plis aux abords des gorges de la Tourneresse, où le pli supérieur a pris la forme d'une écaille chevauchante et laminée, tandis que le pli sous-jacent dessine une voûte régulière de Malm et de Crétacique et qu'un troisième pli apparaît sous forme de boutonnière de Couches rouges perçant le Flysch un peu au-dessus des Moulins.

Plus au SW encore, le pli supérieur ne tarde pas à disparaître, tandis que la voûte régulière sous-jacente se continue jusqu'aux Monts Chevreuils et est relayée ensuite par un autre anticlinal jurassique-crétacique plongeant longitudinalement au NE, qui forme le sommet de la Schuantz et que l'Hongrin coupe un peu à l'W de la Lécherette.

Au SE de ces plis crétaciques s'étend la zone de Flysch de la Lécherette et des Mosses, et au milieu de cette zone on rencontre plusieurs petites Klippes de Trias (gypse, cornieules, calcaires, dolomies), les unes nageant sur le Flysch, d'autres enfoncées en coin dans celui-ci, qui se prolongent finalement vers le SW dans le grand coin triasique du Mont-d'Or. Ce n'est qu'hypothétiquement qu'on peut rattacher ces Klippes à la zone du Laitmaire ou à celle du Rubli.

Le travail de M. Jaccard l'a amené aux conclusions suivantes :

1° La nappe de la Brèche Chablais-Hornfluh forme, dans le territoire considéré, trois digitations déversées au NW et chevauchant sur le Flysch des Préalpes médianes ; ces trois digitations ne correspondent qu'aux deux plis supérieurs de la région de la Hornfluh.

2° Les terrains des Préalpes médianes forment, au Rubli, à la Dorfflüh, à la Gummflüh, non des plis réguliers, mais d'énormes écaillés lenticulaires, souvent replissés ou imbriqués et accompagnés d'un système d'écaillés plus petites. Tous ces paquets lenticulaires nagent sur le Flysch comme des épaves sur les flots ; ils ont certainement des relations indirectes et impossibles à préciser pour le moment avec la zone des Gastlosen-Laitmaire. D'autre part, la masse replissée du Rubli Rocher du Midi paraît devoir se prolonger dans le massif triasique du Mont-d'Or, tandis que les plis de la rive gauche de la Sarine, au S de Château-d'Ex doivent appartenir à l'anticlinal des Tours-d'Aï.

3° Pour expliquer la position étrange de la nappe de la Brèche et celle des écaillés des Préalpes médianes que cette nappe chevauche, l'hypothèse la plus satisfaisante consiste à supposer, avec M. Lugeon, que les Brèches du Chablais et de la Hornfluh ont une origine moins lointaine que les Préalpes médianes et qu'elles ont formé un pli de seconde poussée, alors que les Préalpes médianes avaient non seulement déjà fait un chemin considérable vers le N, mais avaient encore été détachées de leur racine. Ce pli de Brèche, arrivant, dans son mouvement vers le N, sur le bord radical

déjà morcelé de la nappe des Préalpes médianes, l'a replié, imbriqué et porté en avant.

4° Quant à la nappe rhétique supposée par M. Steinmann, M. Jaccard ne peut ni en contester, ni en confirmer l'existence, n'ayant aucun argument vraiment probant ni dans un sens, ni dans l'autre.

M. A. ROTHPLETZ (83) a consacré un troisième volume de ses « Alpenforschungen » à la **Tectonique des Préalpes**. En tête de cette nouvelle publication il place un exposé succinct des théories émises successivement sur cette tectonique par MM. Schardt, Lugeon et Schmidt. Puis il donne un aperçu de la stratigraphie des régions préalpines, dans lequel il s'attache surtout à faire ressortir le peu d'importance des différences de faciès qui se manifestent d'une zone à l'autre et dans lequel il développe l'idée qu'une partie du Flysch du Niesen et du Flysch des Préalpes externes pourrait être supra-crétacique. Il se représente la sédimentation préalpine comme profondément influencée par des phénomènes tectoniques, qui se seraient échelonnés entre la période liasique et l'Oligocène. C'est ainsi que les faciès littoraux du Dogger, qui existent dans la série de la Brèche de la Hornfluh et dans celle des Gastlosen, se seraient formés autour de horsts triasiques et liasiques. Les lacunes stratigraphiques qu'on constate dans plusieurs régions des Préalpes au niveau du Crétacique inférieur et moyen proviendraient d'un mouvement d'émersion, pendant lequel l'érosion, attaquant les horsts, y aurait découvert les soubassements cristallins; puis une nouvelle transgression aurait précédé la période de sédimentation des Couches rouges et finalement se seraient déposés les grès et les conglomérats du Flysch, dont les matériaux seraient dérivés de horsts cristallins voisins. Ces horsts devaient se trouver en partie sur l'emplacement des chaînes externes à faciès helvétiques et des Préalpes, en partie sur celui du plateau molasique.

Dans la partie tectonique de son travail, M. Rothpletz décrit en commençant un profil passant par le Gurnigel, le Gantrisch et Weissenburg. Il envisage les klippes de terrains secondaires qui apparaissent au milieu du Flysch du Gurnigel comme des émergences d'anciens horsts noyés dans un Flysch transgressif. Il signale les trois plans de chevauchement que coupe son profil et qui séparent, le premier la Molasse du Flysch du Gurnigel, le second le Flysch du Trias et du Jurassique du Gantrisch, le troisième le Malm et le Néo-

comien de la chaîne du Stockhorn du Malm des Gastlosen. Il montre que l'intensité du plissement augmente progressivement de la Molasse à la chaîne du Stockhorn, il suppose que les plissements ont précédé les chevauchements précités et il considère ces derniers comme peu profonds.

L'auteur étudie ensuite dans le prolongement de cette coupe un profil passant par Reidenbach, le Niederhorn et Schwenden dans le Diemtigtal. Il confirme sur la plupart des points les observations récentes de M. Jaccard, mais il conteste absolument l'existence au Spitzhorn d'une charnière frontale de Brèche de la Hornfluh fermée au N et enfoncée dans le Flysch et surtout il donne de cette région une interprétation fondamentalement différente de celle de M. Jaccard. Il se représente le Flysch du Simmenthal comme un synclinal supporté par des Couches rouges et des calcaires jurassiques, dont les deux jambages ont chevauché sur les chaînes voisines. Du côté du N ce sont les deux écailles jurassiques-crétaciques du Kienhorn et du Klushorn (zone des Gastlosen) qui ont été refoulées sur le flanc S de la chaîne du Stockhorn ; du côté du S ce sont la Brèche et les Couches rouges du Spitzhorn, de Bunscheler Alp, de Seeberg, etc., qui sont venues recouvrir par un mouvement N-S la série jurassique-tertiaire du Niederhorn et des Spielgarten. Entre ces deux chevauchements dirigés en sens inverse à partir d'un même axe synclinal une différence importante se manifeste en ce que vers le S la Brèche recouvre son soubassement suivant un plan peu incliné et sur une grande largeur, tandis que les écailles de la zone des Gastlosen sont fortement redressées ; d'autre part le faciès de la Brèche, jambage S du synclinal imbriqué, s'écarte considérablement de celui du Jurassique du Klushorn, jambage N du même synclinal ; enfin plusieurs failles dirigées du SW au NE coupent la Brèche et son soubassement et les morcellent en compartiments étagés du NW au SE.

L'étude d'un profil passant un peu plus à l'W par le Luchern, la Dürrifluh, le Krachihorn et Laubegg, a confirmé M. Rothpletz dans sa manière de voir. Au Krachihorn l'auteur croit avoir trouvé la Brèche de la Hornfluh sous le Dogger à Mytilus, auquel elle paraît liée stratigraphiquement. Entre le Krachihorn et Laubegg le Flysch est disposé synclinalement ; puis à Laubegg on peut voir le chevauchement de la série de la Brèche, des Couches rouges et du Flysch, sur le Malm de la zone du Niederhorn. Dans la région de Lehn, au bord de la Simme et au N de Zweisimmen, la série chevauchante de la Brèche est imbriquée en deux écailles superposées.

A propos de la géologie du Fluhwald, à l'W de Zweisimmen, M. Rothpletz, tout en confirmant la plupart des observations de M. Jaccard, conteste absolument le bien fondé de son interprétation. Il considère la zone de Brèche du bas de la pente comme un synclinal enfoncé au NW dans le Trias, il admet par conséquent que la large zone triasique du milieu de la pente forme le soubassement stratigraphique de la Brèche, tandis que M. Jaccard l'attribue à la série des Préalpes médianes, et il explique l'absence de la Brèche entre ce Trias et le Malm qui le recouvre par une faille. L'auteur défend en outre énergiquement l'idée de la superposition stratigraphique des Couches rouges sur la Brèche et il arrive de nouveau ici à envisager toutes les formations jurassiques, crétaciques et tertiaires du Fluhwald comme appartenant au jambage S du grand synclinal du Simmenthal-Hundsrück, imbriqué et coupé par deux grandes fractures. Les deux écailles principales de ce jambage se retrouvent au Rinderberg, où apparaît une série de Trias, de Brèche, de Malm, de Couches rouges et de Flysch et à l'Amselgrat, où on peut voir une série de Trias, Dogger à *Mytilus*, Malm, Couches rouges, Flysch. M. Rothpletz ne peut admettre ni l'existence d'une charnière frontale de la Brèche au Rinderberg, ni le caractère de klippe des gisements de roches ophitiques pointant au milieu du Flysch. Pour lui la Brèche du Rinderberg doit se raccorder sous le Flysch des Saanenmöser avec celle du Fluhwald; les roches ophitiques représentent des filons traversant le Flysch.

M. Rothpletz passe ensuite à la description d'un profil dirigé du Laitmaire par le Rocher plat et le Col de Videman, vers la Gummfluh et le Gummburg. Dans la chaîne du Laitmaire il voit les deux mêmes écailles jurassiques du jambage septentrional du synclinal du Simmenthal qu'il avait constatées déjà au Kienhorn et au Klushorn, mais doit pour cela attribuer au Malm la paroi inférieure du Laitmaire qui a été reconnue comme triasique. A la base du Dogger à *Mytilus* de son écaille supérieure il place un niveau de Brèche de la Hornfluh et il admet que cette Brèche se continue en synclinal par dessous le Flysch de la vallée de la Sarine avec la Brèche qui forme, sur le flanc NW de la chaîne du Rubli, la Tête de Cananéen. Il montre que la Brèche de la Tête de Cananéen chevauche sur les Couches rouges et le Malm du Rubli, comme celle du Spitzhorn chevauche sur les Couches rouges et le Malm du Niederhorn. La réapparition de la Brèche le long du pied SE de la chaîne du Rubli lui paraît

être due à une grande faille, le long de laquelle toute la région SE s'est affaissée et suivant laquelle l'écaille inférieure a dû disparaître en profondeur, tandis que l'écaille supérieure a été épargnée par l'érosion. Une autre faille, dirigée à peu près ESE-WNW et passant un peu au S du Col de Videman, a provoqué une nouvelle chute de la partie S et a favorisé la conservation des gros amas de brèche qui s'appuient contre le pied N de la Gummfluh. Quant à cette dernière chaîne, elle appartient toujours, dans l'idée de M. Rothpletz, à l'écaille inférieure du jambage S du synclinal du Simmenthal-Hundsrück et ses formations secondaires, prolongement de celles de l'Amselgrat, chevauchent comme elles sur le Flysch de la zone du Niesen.

Parlant des Préalpes internes dans la région de la Lenk, qu'il a parcourues avec M. Bayley-Willis, M. Rothpletz commence par simplifier beaucoup la question de la stratigraphie de ce territoire en attribuant pêle-mêle au Flysch des grès et des schistes du Lias, des calcaires gréseux du Dogger, des marno-calcaires supra-crétaciques, etc. Après quoi il interprète la tectonique de ce tronçon des Préalpes internes comme suit :

1° Le Flysch du Niesen, plongeant en général au NW sous la masse chevauchante des Spielgerten-Amselfluh, s'appuie au SE sur une nappe formée essentiellement de gypse et de cornieules triasiques, qui passe [au Hahnenmoos ; celle-ci doit traverser la vallée de la Simme un peu en amont de Matten et remonter de là au SW jusqu'au Tauben ;

2° Sous ce Trias se développe une seconde zone de Flysch, qui s'appuie aussi sur une série incomplète de Trias et de Malm et qui affleure entre le Hahnenmoos et le Metschhorn, traverse la Simme entre Matten et la Lenk et forme plus au SW le Mülkerblatt et les Stüblenen. Le Trias de cette série affleure au Metschhorn où il supporte du Malm (qui par parenthèse est du Crétacique supérieur) ; on le retrouve accompagné aussi de Malm le long du chemin qui conduit de la Lenk à Metsch. En l'honneur de son compagnon de course l'auteur appelle Willis-Decke cette succession de Flysch qui s'enfonce au NW sous la Niesen-Decke ;

3° Cette Willis-Decke repose du côté du SE sur une troisième nappe ou écaille, la Obere Laubhornschuppe. La base de cette écaille serait marquée par le Dogger et le Malm du Regenbolshorn et la paroi de Dogger qui domine Oberried ; elle se retrouverait à l'W de la Simme dans le versant droit

de la vallée du Kindbach. Des lambeaux de Dogger et de Malm appartenant à cette même nappe se retrouveraient en outre plus au S, au Pommerngrat, à l'Ammerten Alp et surtout à l'Ober Laubhorn;

4° Enfin une écaille inférieure, la Untere Laubhorn Schuppe, se moulerait sur le Flysch et le Nummulitique haut-alpin de la Lenk et d'Oberried. Formée, comme les trois autres écailles, surtout de Flysch, elle comprendrait les affleurements de Malm du Simmenfall et de l'Unter Laubhorn et s'enfoncerait finalement au SE sous le jambage renversé du pli couché haut-alpin du Rawyl.

A propos de cette nappe inférieure du Laubhorn, M. Rothpletz montre que les calcaires suprajurassiques qui affleurent vers le Ritzberg, en superposition sur le Nummulitique haut-alpin, devaient se continuer par dessus la charnière du pli du Rawyl et se raccorder avec le Malm qu'on trouve sous forme de lambeaux chevauchants au-dessus du Laufboden. Il montre d'autre part que ces mêmes calcaires se suivent longitudinalement depuis l'Iffighorn, par le Ritzberg et le Unter Laubhorn jusqu'à l'Ammerten Alp, mais que sur ce parcours ils sont affectés par un ensellement transversal très accusé dont l'axe suit à peu près les gorges de la Simme.

M. Rothpletz parle aussi du versant S de la chaîne du Wildstrubel et des lambeaux de Jurassique supérieur qui recouvrent les formations à faciès helvétique du Wildhorn au Sex Rouge, au Rawylhorn, au Laufbodenhorn, au Mont Tubang, etc. Il envisage ces formations chevauchantes comme les restes d'une nappe supérieure à celles du Wildhorn, inférieure à celle des Préalpes internes, qui se prolongerait vers l'E dans la chaîne du Lohner et la nappe du Kienthal et comprendrait donc des sédiments à faciès helvétique. Pour expliquer que le Lohner n'est pas le prolongement de l'Ammertengrat, l'auteur est obligé de supposer deux plans de chevauchement se coupant suivant un angle aigu, dont l'un ramènerait par un mouvement S-N la nappe du Wildstrubel sur le pli du Wildhorn jusque près de Sion, dont l'autre, beaucoup plus incliné, déterminerait la superposition des formations haut-alpines du Wildhorn sur celles de la zone des Cols.

Après avoir examiné ces coupes locales, M. Rothpletz décrit, à sa manière, un profil d'ensemble s'étendant du Gurnigel à Sion. Il commence par montrer la nature imbriquée de la région interne des Préalpes entre la zone des Gastlosen et

celle du Wildhorn ; puis il suppose l'existence, dans les Préalpes et les Hautes Alpes calcaires, de cinq failles longitudinales principales, dont le plan est incliné au S et dont la lèvre méridionale chevauche sur la lèvre septentrionale ; ces failles se trouvent : 1° au contact de la Molasse et des Préalpes externes ; 2° au contact des Préalpes externes et médianes ; 3° entre la zone du Stockhorn et celle des Gastlosen ; 4° au contact des Préalpes internes et des Hautes Alpes ; 5° au contact des plis helvétiques et des Schistes lustrés. Le jeu de ces failles n'a dû réduire la largeur du territoire préalpin et haut-alpin que de 8 km. soit de 14 %.

Les Préalpes comportent en outre six plans de chevauchements inclinés du S au N et qui séparent entre elles les nappes du Laubhorn, inférieure et supérieure, la nappe de Willis, celle du Niesen, celle des Spielgarten, et celle de la Hornfluh. Enfin, les Préalpes médianes d'une part, les Hautes Alpes calcaires de l'autre, ont subi d'énergiques plissements. D'après l'auteur, ces diverses dislocations ont dû se succéder comme suit : 1° plissement des chaînes externes des Préalpes (Gantrisch-Stockhorn) ; 2° formation des nappes de la Hornfluh, des Spielgarten, et des Préalpes internes ; 3° plissement des Hautes Alpes calcaires ; 4° formation des failles obliques inclinées du N au S.

Quant à l'origine des nappes préalpines, M. Rothpletz cherche à persuader son lecteur qu'elle ne peut être que septentrionale et qu'aucun argument irréfutable ne peut servir de base à la notion de mouvements dirigés du S au N. Il ne peut d'autre part envisager la marche de ces nappes comme s'étant effectuée par le développement progressif de plis couchés et admet que le recouvrement des Préalpes a pris d'abord la forme d'un chevauchement unique suivant un plan de fracture très oblique, et qu'ensuite seulement la masse chevauchante s'est imbriquée en plusieurs écailles à cause des résistances qui se sont opposées à son mouvement.

Après cet exposé de ses observations personnelles, M. Rothpletz cherche la confirmation de ses idées dans un examen de la tectonique générale des Préalpes et des Hautes Alpes calcaires. Se basant essentiellement sur la carte géologique au 1 : 100 000 et sur quelques publications plus récentes, il montre la continuité, d'un bout à l'autre des Préalpes suisses, des plans de chevauchement qui séparent entre eux la Molasse, la zone de Flysch du Gurnigel et de la Berra, le faisceau de plis mésozoïques de la zone Stockhorn-Molésan et la chaîne chevauchante Tour-d'Aï-Gastlosen. Puis il voit un plan de

chevauchement continu, se prolongeant depuis le Pommerngrat jusqu'aux Rochers du Vent, suivant lequel les terrains haut-alpins ont été refoulés au N sur les nappes préalpines, et il explique la cessation brusque de ce chevauchement vers l'W par l'intervention d'une grande faille verticale dirigée d'abord de l'W à l'E, des Rochers du Vent à Derborence, puis coudée au S suivant le cours de la Liserne. Cette fracture marquant une descente d'environ 1000 m. du massif du Muveran relativement à celui des Diablerets explique, d'après l'auteur, en même temps le niveau élevé du Trias au pied de la paroi du Mont Gond relativement à la série du Muveran-Haut de Cry; il n'y a ainsi aucune raison de supposer au Muveran et aux Diablerets deux nappes superposées, comme l'a fait M. Lugeon. La lame de Néocomien à Céphalopodes, qui s'insinue sous les Rochers du Vent et les Diablerets, a dû être amenée par une poussée N-S dans sa position actuelle, avant la formation des plis haut-alpins et avant le chevauchement des Hautes Alpes vers le N.

Après avoir suivi longitudinalement de l'Aar au Rhône les diverses zones préalpines de la Hornfluh, des Spielgarten, du Niesen et des Cols, M. Rothpletz revient encore à la région des Hautes Alpes vaudoises, dans laquelle il admet une complète indépendance du chevauchement frontal et des plis. Ceux-ci, peu nombreux dans la région du Wildstrubel, se multiplient vers le S-W par l'apparition successive d'anticlinaux plus externes; en même temps ils s'élèvent, se couchent d'avantage et s'incurvent de façon à prendre finalement à la Dent de Morcles une direction N-S. Ainsi, le Wildhorn, les Diablerets, le Muveran et la Dent de Morcles appartiennent à un même faisceau de pli, dont la continuité est rompue, il est vrai, par des failles, en particulier par celle des Rochers du Vent, Derborence, vallée de la Liserne. Sur ce faisceau s'appuie la nappe du Wildstrubel, dont le plan de chevauchement passe à la Gemmi et à Kandersteg et à laquelle paraissent appartenir le Lohner, le Schilthorn, etc....

En résumé, l'étude des cartes a confirmé M. Rothpletz dans son opinion que les Alpes et les Préalpes occidentales de la Suisse ont été affectées, d'une part, par des chevauchements dirigés les uns au N, les autres au S, d'autre part par des plissements, qui ont en partie précédé les chevauchements N-S, qui se sont en partie intercalés entre ceux-ci et les chevauchements S-N.

Etendant ses investigations entre Arve et Rhône, notre confrère de Munich suit le chevauchement de la zone du

Gurnigel par le versant N des Voirons jusqu'aux collines du Faucigny, le chevauchement de la zone Stockhorn-Moléson par le pied du Grammont et par les Brasses jusqu'au Môle, le chevauchement des Gastlosen-Tour d'Aï par Vionnaz, Ville du Nant, la Pointe de Chalune et la Pointe d'Orchez ; il montre l'analogie qui existe entre la région de la Brèche du Chablais et du Val d'Illiez et celle de la Brèche de la Hornfluh et des Préalpes internes suisses. Quant au chevauchement des chaînes Wildstrubel-Diablerets, il est caché en profondeur depuis les Rochers du Vent par la grande faille supposée entre les massifs du Mueran et des Diablerets, faille qui doit se continuer par le Val d'Illiez et le Col de Coux ; mais il reparaît à la surface entre le Col de Golèze et Samoens. Trompé par les cartes géologiques, M. Rothpletz croit pouvoir admettre l'existence, dans les Préalpes de Savoie, d'une part de la Molasse aux Voirons, d'autre part, du Crétacique à faciès helvétique dans les environs de Bonneville, et il en conclut que les caractères stratigraphiques d'une zone sont indépendants des relations tectoniques de celle-ci.

Cette dernière considération a permis à l'auteur de poursuivre les grandes lignes de dislocation des Préalpes au delà de l'Aar et jusqu'au Rhin. C'est ainsi que, d'après lui, le chevauchement de la zone du Gurnigel se continuerait à travers la zone de Molasse subalpine aux couches redressées, ramenant l'Aquitainien sur des couches plus récentes, et passerait par Thun, le pied N du Rigi et du Rossberg, la région du Ricken et Altstädten dans la vallée du Rhin ; c'est ainsi que le chevauchement de la zone du Stockhorn se continuerait suivant la limite du Plateau molassique et des chaînes calcaires externes, ramenant le Flysch sur la Molasse ; c'est ainsi que le chevauchement des Gastlosen se continuerait entre le Flysch et le Crétacique inférieur par le versant N du Sigriswilergrat, du Hohgant, du Pilate, de la Rigi-Hochfluh, de la chaîne des Aubrig, du Mattstock et du Säntis, et se confondrait finalement avec le chevauchement précédent entre Thur et Rhin. Quant à la fracture qui est supposée limiter au N les Alpes calcaires vaudoises et bernoises, M. Rothpletz la suit par l'Engstligenthal, le pied N de la Standfluh, la vallée de Habkern, Giswyl ; il la suppose ensuite passant entre le Buochserhorn et le Stanserhorn, puis par le versant S de la Rigi-Hochfluh, Iberg, la Friedlispitz, Urnen, puis entre le Durchschlägiberg et le Mattstock et entre le Stock et le Gulmen, puis le long du versant N du Häderenberg et enfin

à travers le faisceau du Säntis, pour aboutir près d'Oberried dans la vallée du Rhin.

Du reste, dans l'esprit de l'auteur, ces plans de dislocation se sont développés après la mise en place des nappes et tout à fait indépendamment de celles-ci, dont ils ne marquent par conséquent pas les limites. Le système de ces nappes, déterminé par une poussée dirigée du NNE au SSW, peut être défini comme suit :

1° Les régions préalpines, déjà plissées dans leur partie septentrionale, se sont détachées suivant un plan peu incliné de leur soubassement et ont été refoulées vers le S. Par ce déplacement elles se sont heurtées contre les plis haut-alpins déjà formés, et la résistance exercée par ces derniers a été la cause de l'imbrication répétée qui caractérise les Préalpes internes.

Cette nappe préalpine s'étendait primitivement vers l'E jusqu'à Iberg et les Klippes n'en sont que des restes isolés par l'érosion.

2° Le chevauchement de la nappe préalpine a eu comme effet de détacher de la bordure septentrionale de la zone à faciès helvétique sous-jacente, à la façon d'une gigantesque lame de charriage, les formations jurassiques et crétaciques qui constituent les lambeaux de recouvrement du Rawyl et du Wildstrubel, puis la chaîne du Lohner, la nappe du Kienthal et finalement toute la région comprise entre la zone éocène de Mürren, des Scheidegg, du Jochpass, d'Altdorf et de Linthal d'une part, la zone Sigriswilergrat-Pilate Rigi Hochfluh d'autre part.

La nappe du Wildstrubel se prolongerait ainsi dans la nappe d'Uri de M. Rothpletz et cette énorme masse chevauchante aurait été refoulée sous la nappe des Préalpes et des Klippes par-dessus les plis helvétiques.

3° Vers l'E, la tectonique se compliquerait d'abord par l'apparition d'une nappe helvétique supérieure entre la nappe d'Uri et celle des Préalpes et des Klippes ; ce serait la nappe de Schwytz, qui ne subsisterait qu'entre Reuss et Linth et comprendrait l'ensemble des chaînes comprises entre la zone de la Molasse subalpine et le synclinal de Flysch de Sisikon-Pragel-Klöntal. Une seconde complication résulterait de l'apparition de la nappe glaronnaise, à laquelle appartiennent le Säntis, les Churfürsten et les chaînes comprises entre la vallée de Wallenstadt et la Linth, et qui, mise en mouvement par une poussée dirigée de l'E à l'W, se serait insinuée sous

la nappe d'Uri. La rencontre de ces deux masses chevauchantes animées de mouvements différents aurait provoqué la formation des complications bien connues des environs de Glaris.

3^o Après la mise en place de ces nappes et même après une longue période d'érosion qui coïnciderait avec la sédimentation des Nagelfluh miocènes, ce système de nappes empilées aurait été finalement affecté par les grandes fractures longitudinales au plan incliné vers le S du Gurnigel, du Gantrisch-Moléson, des Gastlosen, de la bordure du Wildstrubel. Ces fractures, ayant déterminé chacune le chevauchement de leur lèvre S sur leur lèvre N, auraient pris l'apparence de limites entre différentes nappes et joueraient encore actuellement un rôle prépondérant dans la topographie et l'hydrographie.

Ajoutons pour finir que la publication de M. Rothpletz comprend cinq planches de profils, une carte des environs de la Lenk, à grande échelle, et une carte d'ensemble des Alpes suisses.

La publication de M. Rothpletz a provoqué de la part de M. CH. SARASIN une réplique (84) qui ne s'attache pas tant à réfuter les idées générales du savant géologue bavarois sur l'origine de la tectonique préalpine, qu'à rectifier un certain nombre de points de détail concernant spécialement la **haute vallée de la Simme**, que M. Rothpletz a imprudemment établis après une exploration trop sommaire.

L'auteur montre que parmi les formations schisteuses ou gréseuses attribuées par M. Rothpletz au Flysch des Préalpes internes il y a des calcaires gréseux à zoophycos et à grandes bélemnites du Dogger, des schistes noirs toarciens et des grès du Lias moyen. Il montre également que M. Rothpletz a confondu avec le Malm des calcaires supracrétaciques à Globigerines et à *Pulvinula tricarinata*, qui avaient déjà été très justement reconnus comme tels par Ischer et qui affleurent à l'E du Hahnenmoos. Enfin M. Sarasin attire l'attention sur l'interprétation tout à fait erronée proposée par M. Rothpletz pour la série sédimentaire de la voûte de l'Iffigenfall, dans laquelle notre confrère de Munich veut voir du Flysch surmonté tectoniquement par du Malm, tandis qu'il y a en réalité de l'Hauterivien recouvert normalement par de l'Urgonien et du Nummulitique.

Passant ensuite au caractère tectonique de ce tronçon de la zone des Cols, M. Sarasin expose pourquoi la notion des

quatre écaillés successivement superposées et s'enfonçant uniformément au NW, formées chacune de Trias, de couches jurassiques très incomplètes et de Flysch en série normale, qui a été proposée par M. Rothpletz, n'est pas admissible dans la forme que lui a donnée cet auteur. Il y a bien dans la région du Hahnenmoos des plis imbriqués et laminés, mais leur allure est tout à fait différente de celle qu'a supposée M. Rothpletz.

Continuant vers l'E l'étude faite par MM. C. Sarasin et L. Collet de la **zone des Cols** entre la Lenk et Adelboden, M. ED. BERNET (59) a publié la carte géologique au 1 : 50 000 de la vallée d'Engstligen en aval d'Adelboden et du versant N de la chaîne du Lohner avec une description très complète de la région.

Dans une première partie de son travail, l'auteur décrit successivement les terrains haut-alpins et préalpins qu'il a rencontrés dans son champ d'étude. A propos des premiers il s'arrête surtout aux formations tertiaires qui, recouvrant directement l'Urgonien, se subdivisent comme suit :

1° Grès quartzeux à ciment calcaire qui contient des Nummulites, des Orthophragmina et d'autres Foraminifères ;

2° Une lumachelle à *Orthophragmina radians* et *O. stellata* ;

3° Un calcaire gris-bleu pétri de *Lithothamnium nummuliticum* Gümb., qui renferme des Orthophragmina (*O. Marthæ* Schlumb.), des Textilaria, des Triloculina, des Quinqueloculina et des Bryozoaires ;

4° Des schistes marneux jaunâtres à Globigerines et Pulvinules ;

5° Un complexe de schistes, de grès polygéniques et de conglomérats qui représente le Wildflysch.

Les niveaux 1, 2 et 3 correspondent au Lutétien et au Bartonien, les niveaux 4 et 5 au Tongrien.

La série préalpine qu'on rencontre dans cette partie de la zone des Cols est formée en grande partie par du Trias et surtout par du Jurassique supérieur. L'auteur y a reconnu les termes suivants :

1° Le **Trias**, trop disloqué pour qu'on puisse en faire une coupe exacte, comprend d'une part des calcaires dolomitiques plus ou moins métamorphisés et passant par places à des cornieules, en second lieu des argilites rouges et vertes, en troisième lieu du gypse en amas lenticulaires ;

2° On doit faire rentrer dans le **Lias** les formations suivantes :

a) Un calcaire noir bien lité contenant de nombreux spicules de spongiaires qui surmonte directement le Trias et semble correspondre au Rhétien ;

b) Des grès quartzeux et micacés, tantôt fins, tantôt grossiers, qui sont associés à des calcaires foncés échinodermiques et à des calcaires lumachelliques à *Gryphea arcuata* (Sinémurien-Liasien) ;

c) Schistes argileux noirs, micacés, du Toarcien.

Le **Dogger** n'existe que sur le versant NW de la vallée et dans la Cholerenschlucht sous forme de calcaires gréseux, plus ou moins schisteux, semblables au Dogger à zoophycos.

Le **Malm** débute par une épaisse série formée de calcaires marneux, de schistes marneux et de schistes argileux, dans laquelle on récolte d'assez nombreux fossiles, entre autres : *Rhacoph. tortisulcatus*, *Rh. Kobyi*, *Oppelia trimarginata*, *Opp. Richei*, *Perisph. bernensis*, *Perisph. Tiziani*, *Bel. hastatus*, *Bel. Fleuriaus*. Ces couches correspondent au Callovien et à l'Oxfordien.

Au-dessus vient le Malm proprement dit formé par une série calcaire compacte ; l'auteur y distingue : a) des calcaires lités clairs à silex ; b) des calcaires siliceux très bien lités ; c) des calcaires en gros bancs avec une stratification indistincte, qui constituent la masse principale des parois de Malm.

Quant au **Crétacique**, il n'est représenté que par des lambeaux de calcaires marneux à Globigerines et à *Pulvinula tricarinata* qui se rattachent au faciès des Couches rouges.

Dans la partie inférieure des pentes de la chaîne du Niesen M. Bernet a distingué de bas en haut un épais complexe de grès polygéniques, de brèches à éléments cristallins et de schistes à Fucoïdes, puis une zone de schistes ardoisiers, qu'il attribue tous deux provisoirement au Flysch, tout en reconnaissant la possibilité d'autres interprétations.

Les formations pleïstocènes sont très développées dans la vallée d'Engstligen, soit sous forme de moraines, soit sous forme d'éboulis et d'éboulements. Les dépôts morainiques s'élèvent jusqu'au-dessus de 1500 m., mais ils contribuent surtout à former sur les deux versants de la vallée deux terrasses dont le niveau s'abaisse de 1400 m. aux environs d'Adelboden à 1300 m. aux environs de Reinisch et qui représentent évidemment les moraines latérales du glacier d'Engstligen pendant le stade de Gschnitz. Des moraines locales

existent en outre à Laueli et sur d'autres points de la chaîne du Lohner. Enfin un beau cirque morainique, datant du retrait du stade de Gschnitz, ferme la vallée entre Adelboden et Boden.

Dans la partie tectonique de son travail M. Bernet décrit successivement une série de coupes orientées transversalement à la vallée d'Engstligen, en commençant par un profil dirigé d'Adelboden au Mittaghorn. A propos de ce profil il montre comment le versant NW de la vallée est formé, au-dessous du Flysch du Niesen, d'abord d'une épaisse écaille de Trias, puis d'une série normale s'étendant du Lias au Malm, le tout plongeant au NW sous le Flysch. Sur l'autre versant le Jurassique supérieur dessine deux têtes d'anticlinaux enfoncées au SE dans le Nummulitique et le Flysch haut-alpin.

Un peu plus au NE, soit dans la région comprise entre Adelboden et le Tschentenbach d'une part, dans les pentes descendant du Nünihorn et de la Bonderspitz de l'autre, on retrouve une coupe tout à fait conforme. Séparée du Flysch du Niesen par une zone discontinue de Trias, une série normale d'Oxfordien et de Malm forme le versant gauche de la vallée, tandis que, sur le versant droit, on peut voir ces mêmes couches suprajurassiques recouvrir, en plongeant toujours au NW, du Dogger, du Lias, du Rhétien et du Trias très réduits en épaisseur. Vers le S, à partir de Losegg, l'Oxfordien forme à lui seul toute la surface et s'incurve de façon à s'enfoncer au SE dans le Nummulitique haut-alpin; la large zone qu'il forme est divisée en deux par une zone effilée de Malm, qui suffit à prouver la persistance au pied de la Bonderspitz des deux têtes de pli ou plus exactement des deux digitations anticlinales constatées plus au SW.

Plus au NE encore une coupe particulièrement intéressante se suit par la Cholerenschlucht et le haut du Pochtenkessel jusqu'au Metschhorn. Dans la Cholerenschlucht la série normale de Jurassique qui prolonge celle d'Adelboden est compliquée par une imbrication, qui donne lieu à trois lames de Malm alternant avec les schistes oxfordiens et à une véritable zone de broyage de Malm d'Oxfordien et de Dogger. Cette série, dont la base paraît être suivant les points tantôt en Oxfordien, tantôt en Dogger, tantôt en Lias, chevauche sur du Nummulitique et de l'Urgonien intensément laminés et métamorphisés, qui affleurent à l'W du Pochtenkessel en plongeant fortement au NW et qui s'appuient sur les calcaires gréseux de l'Hauterivien. Sur le versant droit de la vallée, le Crétacique haut-alpin disparaît bientôt sous les moraines

d'Inner Achseten, mais on peut le suivre vers le NE jusqu'à l'Elsigbach et à la Schnittenfluh et on peut facilement se convaincre qu'il est recouvert directement, ou avec une intercalation de Nummulitique, par l'Oxfordien et le Malm préalpins. L'Oxfordien, en effet, affleure tout le long du Marschgraben et jusqu'au sommet du Metschhorn et sa surface est jonchée de débris de Malm. Au Metschhorn l'Oxfordien et le Malm forment quatre têtes de plis imbriquées et empilées qui s'enfoncent ici encore dans le Nummulitique et le Wildflysch de l'Allmengrat. Les formations préalpines reposent donc entièrement sur les terrains haut-alpins, dont la partie supérieure a été énergiquement rabotée jusqu'à la suppression par places du Nummulitique et même de l'Urgonien. En somme la principale différence entre ce profil et les précédents réside dans une élévation rapide du socle haut-alpin dans la direction du NE.

Le Jurassique supérieur de la Cholerenschlucht se retrouve de part et d'autre de l'Engstligenbach aux abords du Pont de Steg, où l'Oxfordien et le Malm sont encore repliés en au moins deux plis imbriqués. Ici le Jurassique supérieur paraît chevaucher directement sur l'Hauterivien, le Dogger, le Lias et le Trias préalpins, ainsi que le Nummulitique et l'Urgonien haut-alpins ayant été localement supprimés par laminage.

Sur le versant SE de la vallée le ravin du Lochbach et l'arête qui sépare les chalets d'Elsigen de ceux d'Eggen se prêtent remarquablement bien à l'étude du contact entre les terrains préalpins et leur soubassement haut-alpin. Le ravin du Lochbach, au-dessus de la vieille route d'Adelboden, est creusé dans les schistes oxfordiens, sous lesquels pointent sur deux points des paquets de Trias et sur un point du Lias. Mais de là les couches se relèvent rapidement vers le NE, si bien que sur l'arête qui domine la Schnittenfluh apparaissent le Wildflysch et les schistes tongriens à Globigerines sous-jacents. Au SE d'Elsigen, entre les chalets et le Metschhorn, l'arête permet même de constater un enchevêtrement d'Oxfordien et de Wildflysch, le premier pénétrant en quatre coins aigus dans le second.

Grâce au relèvement des plis haut-alpins vers le NE on ne trouve plus trace de formations préalpines dans la région de l'Elsighorn, du Hohwang et du First. Cette partie de la chaîne est formée exclusivement par un grand pli couché de Néocomien, d'Urgonien et de Nummulitique, dont le jambage renversé affleure dans le bas du versant gauche de la vallée de la Kander entre Reinisch et Mittholz. Le dos de ce pli,

qui constitue l'Elsighorn, est digité par un synclinal assez accusé passant au Kirchhorn; il se termine au S dans un profond synclinal déjeté qui s'enfonce au SE sous le jambage renversé du pli du Lohner, dans le soubassement du Hohwang. Malgré son importance ce synclinal, dans lequel est creusé le ravin de Collitschen, ne peut nullement prendre la valeur d'une limite entre deux nappes distinctes; les plis de l'Elsighorn et du Lohner sont deux digitations d'une même nappe.

Comparant les deux versants de la vallée de la Kander, M. Bernet montre clairement que le pli frontal de l'Elsighorn, se continue dans celui du Gerihorn, que le petit anticlinal déjeté du Stand au S du Kirchhorn se prolonge à l'E de la Kander, dans la lame urgonienne d'Ober Giesenen, qui chevauche sur un synclinal nummulitique et que finalement le pli du Lohner est le même que celui de l'Aermighorn. Le synclinal tertiaire du Farnithal, dans lequel sont encore pincés des débris de Trias et de Jurassique préalpins se trouve ainsi être exactement la continuation de la zone du Metschhorn où le Jurassique préalpin s'enfonce aussi dans le Nummulitique des Hautes Alpes.

Cette interprétation, qui envisage les plis de l'Elsighorn-Gerihorn et du Lohner-Aermighorn comme deux simples digitations d'une même nappe, s'écarte notablement de celle proposée par M. Trösch et diffère surtout, d'une façon fondamentale, de celle qu'a mise en avant M. Douvillé. Mais M. Bernet se croit en droit d'affirmer que c'est arbitrairement que notre confrère français a séparé son système H et son système BG et qu'en tous cas les terrains préalpins, nappe K de M. Douvillé, sont partout superposés au système BG.

Dans son chapitre final, l'auteur fait ressortir les faits suivants :

1° La région de la zone des Cols comprise entre la Kander et la Simme correspond à un profond ensellement transversal des plis frontaux haut-alpins.

2° Les formations préalpines sont en recouvrement général et sur une grande largeur sur les plis haut-alpins.

3° Les termes les plus anciens de ces formations sont surtout accumulés dans la partie la plus profonde de l'ensellement transversal.

4° Les formations préalpines devaient déjà recouvrir les terrains haut-alpins avant les derniers plissements qui ont affecté ceux-ci.

Enfin, tout en reconnaissant que son étude n'a apporté aucun argument absolu en faveur de l'une ou de l'autre des interprétations tectoniques des Préalpes, M. Bernet se rallie à la notion des nappes de charriage développée par MM. Schardt et Lugeon; il accepte du reste, comme probable, l'amendement apporté récemment à cette théorie par MM. Sarasin et Collet, qui consiste à voir dans la zone des Cols une nappe préalpine rebroussée au S et comme enroulée autour de la zone du Niesen, celle-ci représentant une tête de pli plongeant au N, formée par la couverture tertiaire de la nappe haut-alpine supérieure.

MM. C. Sarasin et L.-W. Collet ayant proposé pour la tectonique de la **zone des Cols** une nouvelle interprétation (voir Revue pour 1907) qui consisterait à considérer les formations mésozoïques de cette zone comme appartenant à une nappe rebroussée sous la zone de Flysch du Niesen, et à envisager ce Flysch comme formant un pli plongeant décollé du front crétacique et nummulitique du pli du Wildhorn, M. M. LUGEON (77) s'oppose à cette manière de voir, en alléguant d'abord que l'âge d'une partie du Flysch du Niesen doit être mésozoïque, ensuite que la notion proposée par MM. Sarasin et Collet est contraire à celle de l'emboîtement des charnières, qui doit rester à la base de la tectonique du pays de nappes.

MM. C. SARASIN et L.-W. COLLET (86) ont brièvement réfuté cette critique, en insistant en particulier sur le fait que des écaillés à fossiles mésozoïques peuvent fort bien être emboîtées tectoniquement dans la zone du Niesen, sans que la masse principale de ce Flysch cesse pour cela d'être, dans son ensemble, plus jeune que le Nummulitique haut-alpin. Mais M. M. LUGEON (78), ne pouvant admettre que les couches à Bélemnites de la zone du Flysch du Niesen soient des écaillés ou des lames de charriage, maintient son opinion qu'une partie de la série du Niesen doit être crétacique et que cette série ne peut par conséquent pas appartenir à la couverture de la nappe du Wildhorn.

J'ai signalé plus haut le fait que M. Buxtorf et M. Schmidt considèrent les affleurements de calcaires marneux et schisteux englobés dans le Flysch aux environs de Leimern (zone de Habkern) comme des lambeaux de Couches rouges et de Crétacique inférieur préalpin, enfoncés de haut en bas dans leur soubassement tertiaire. M. P. BECK (58) a soumis à un

nouvel examen cette question des **schistes de Leimern**. Il a observé des affleurements tout semblables à ceux de Leimern suivant trois zones parallèles.

La première de ces zones correspond à la bande de Flysch écrasée entre le Crétacique chevauchant des Ralligstöcke et la Molasse; des calcaires identiques à ceux de Leimern y pointent à différents endroits au milieu du Flysch, souvent à proximité de Klippes triasiques ou jurassiques.

Les schistes de Leimern se trouvent, en second lieu, le long de la grande faille longitudinale, qui suit d'abord le versant SE du Beatenberg, pour se continuer ensuite jusqu'au Hohgant. Le principal affleurement de cette zone est celui des environs de Leimern; un autre se trouve un peu plus au NE.

Enfin, on peut voir d'importants affleurements des mêmes calcaires marneux le long de la vallée inférieure du Lombach.

M. Beck n'hésite pas à considérer cet ensemble de couches de Leimern comme appartenant au Crétacique et correspondant aux Couches rouges des Préalpes. Ces Klippes sont pour lui en relation intime avec la présence dans le Flysch englobant de blocs granitiques exotiques.

Quant à l'origine de ces blocs exotiques, M. Beck montre l'imperfection de l'hypothèse qui fait intervenir un transport par des glaces flottantes; il remarque que, d'après les relations étroites qui existent entre les brèches du Flysch et les couches de Leimern dans la région de Habkern, on doit considérer comme très probable que ce Flysch appartient, comme les Couches rouges, aux nappes préalpines, d'autant plus que ces brèches sont souvent en contact discordant avec le Flysch incontestablement helvétique. Il y a du reste certainement deux catégories de dépôts du Flysch à blocs exotiques, l'une comprend les brèches des nappes préalpines inférieures, l'autre celles des nappes helvétiques que M. Arn. Heim a rencontrées dans diverses régions de la Suisse orientale.

A propos du rapport rédigé par MM. Schmidt, Buxtorf, Preiswerk j'ai cité, plus haut, quelques observations nouvelles faites dans les Klippes de Giswil par M. G. Niethammer.

Plateau molassique.

M. H. SCHARDT (112) a consacré une courte notice à la géologie du **Mont Vully**, qui est formé de couches horizontales de molasses langhiennes et burdigaliennes. Délimitée par

l'érosion, cette petite chaîne porte quelques dépôts morainiques, surtout dans la région de Mur, Lugnorre et Joressant. Entre Mur et Motier, on peut voir un dépôt de graviers et de sables s'appuyant au NW contre une falaise molassique, qui semble s'être formé dans un petit lac barré par le glacier du Rhône.

M. F. MÜHLBERG (108) a été chargé de préciser les suites que pourrait avoir un abaissement du niveau du lac de Hallwyl. A ce propos il a décrit le tronçon correspondant de la vallée de l'Aa comme ayant été creusé dans la Molasse d'eau douce supérieure et la Molasse marine, puis tapissé par les moraines de la dernière glaciation. Ce sont en particulier des moraines qui barrent les deux lacs de Baldegg et de Hallwyl.

L'auteur a étudié en détail les cônes de déjection et les talus littoraux formés sous le niveau du lac par les ruissellements affluents, les marais tourbeux qui entourent le lac et les éboulements. Il a tenu compte des venues d'eau et a cherché à prouver que les sources sous-lacustres doivent être peu abondantes, puis il a fait ressortir le fait que l'oscillation maximum du niveau de l'eau a une valeur qui dépasse celle de l'abaissement prévu et que, d'autre part, le niveau a dû être élevé artificiellement à une époque qu'on ne peut préciser.

M. Mühlberg fait remarquer aussi l'évasement de la vallée de l'Aa vers l'amont, dans sa partie supérieure, et les formes peu découpées de ses versants dans cette partie, qui contrastent fortement avec la surface profondément ravinée des pentes existant plus en aval, en dehors des limites d'extension des glaciers de Würm. Pour conclure, il considère un faible abaissement du niveau du lac de Hallwyl comme ne pouvant avoir aucun inconvénient grave, contrairement à d'autres opinions émises antérieurement.

M. J. WEBER (116) continuant l'exploration géologique des environs de Winterthur, a publié, en 1908, la feuille de Turbenthal de l'atlas Siegfried (68), sur laquelle il a indiqué en détail les diverses formations molassiques ou pléistocènes qui forment la surface de ce territoire, et qu'il a complétée par un court commentaire.

La formation la plus ancienne qui affleure dans la région est la Molasse d'eau douce supérieure, dont les couches horizontales sont formées de grès, de conglomérats et de marnes,

au milieu desquels s'intercalent, par places, des bancs de calcaire d'eau douce ou des lits charbonneux.

Les formations quaternaires sont en majeure partie des apports effectués par le glacier Linth-Rhin pendant la dernière glaciation. La moraine de fond prend un grand développement des deux côtés de la vallée de la Töss et, dans la région comprise entre Seen, Eidberg et Kollbrunn, on constate l'existence de deux talus morainiques concentriques de la période de Würm, bordés extérieurement, du côté de Seen, par un beau paysage drumlinique. Vers l'intérieur, M. Weber cite plusieurs talus morainiques, dont le plus important forme la hauteur de Egg à l'W de Turbenthal.

Devant cette moraine de Egg, qui a sans doute été déposée pendant un arrêt du retrait de la dernière glaciation, s'est accumulé un important dépôt d'alluvions, qui repose sur la moraine de fond de Würm, à 100 m. environ au-dessus du niveau de la Töss et qui est morcelé, de nos jours, dans les trois terrasses de Wildberg, de Dettenried et de Langenhard.

Pendant la dernière glaciation, les hauteurs du Schauenberg et du Tüberg n'ont pas été couvertes par le glacier Linth-Rhin et ont marqué la limite entre celui-ci et le bras du glacier du Rhin qui, du lac de Constance, avançait par Wil jusqu'à dans le bassin de la Töss.

Les moraines de Riss, souvent difficiles à distinguer de celles de Würm, paraissent être représentées par les lambeaux de dépôts morainiques qu'on rencontre dans la région du Schauenberg au-dessus de 700 m. et surtout par un beau talus morainique, qui forme la hauteur de Häsler entre Hofstetten et Waltenstein.

Pour finir, M. Weber fournit encore quelques renseignements sur les dépôts post-glaciaires du territoire de sa carte et insiste sur la date très récente à laquelle s'est creusée la vallée actuelle de la Töss.

M. C. REGELMANN (111) a établi une intéressante comparaison entre la séismicité relativement grande des **environs du lac de Constance** et les déformations topographiques qu'a subi ce territoire depuis une époque relativement récente.

Il rappelle dans son écrit que le lac en question se trouve à l'intersection de deux lignes tectoniques très importantes, d'une part la ligne axiale du synclinal molassique, qui passe par Zofingue-Frauenfeld-Constance-Ravensburg, d'autre part la ligne axiale d'un effondrement hercynien que jalonnent les localités de Dornbirn, Ludwigshafen et Stockach.

Les séismes qui affectent cette région se répartissent pour une bonne part suivant l'une ou l'autre de ces deux lignes et ils sont en relation avec des affaissements, qui ont été clairement constatés par les levés topographiques de ces trente ou quarante dernières années. C'est ainsi que dans le territoire de Rheineck, Bregenz et Lindau tous les points cotés se sont affaissés entre les levés de 1869 et ceux de 1895 et qu'une dénivellation constatée dans le port de Bregenz atteint 100 m. Les environs de Constance semblent s'être aussi abaissés d'une façon sensible, la dénivellation survenue depuis 1817 à 1864 pouvant être évaluée à 154 mm., celle survenue de 1864 à 1890 étant égale à 163 mm. et le niveau actuel d'une station lacustre des environs semblant indiquer un affaissement de 3,6 m. Le niveau du lac lui-même paraît avoir été affecté par ces mouvements de descente.

Jura.

M. H. SCHARDT (114) a décrit deux profils à travers le Jura, dans le but spécial de montrer que le plissement de cette chaîne n'a affecté nulle part un terme plus ancien que le groupe de l'anhydrite du Trias moyen. Ces couches, particulièrement plastiques, semblent avoir joué le rôle de lit mobile pour les formations sus-jacentes.

Cette courte notice a paru soit en français, soit en allemand (115).

M. H. SCHARDT (113) a consacré en 1908 un article détaillé à un sujet qu'il avait traité sommairement en 1907, la géologie du **cirque de Saint-Sulpice**.

Ce cirque, creusé dans l'anticlinal Montlési-Montagne des Verrières, montre une curieuse dislocation des couches oxfordiennes et calloviennes, qui ne paraît pas se répercuter dans le Séquanien et le Kimmeridgien. En effet, tandis que vers le SW la voûte paraît être très régulière et que dans l'intérieur du cirque les deux jambages de Séquanien et d'Argovien paraissent devoir encadrer un cœur de pli formé de Callovien et de Bathonien, on voit près de la Linière, au pied des couches calloviennes plongeant au SE du jambage occidental, à l'endroit où devraient se trouver les marnes calloviennes, de l'Argovien fossilifère et indubitable en position horizontale. Il y a donc ici une faille longitudinale suivant laquelle le large sommet de la voûte s'est affaissé relativement au jambage occidental.

M. Schardt signale en second lieu un système de talus morainiques en forme de demi-cercles, qui se développe devant la combe de la Corbière et qui, formé exclusivement de matériaux jurassiens, recouvre de la moraine alpine.

MM. E. BAUMBERGER et A. BUXTORF (105) ont été chargés, en vue du forage du **tunnel Moutiers-Granges**, d'éclaircir quelques points douteux de la géologie des chaînes du Montoz et du Graiteray.

Ils ont reconnu que le synclinal du Chaluët est un synclinal normal et simple rempli de Molasse et que les grands affleurements de Malm qui existent sur le versant gauche de la vallée sont dus, non à un chevauchement du cœur du synclinal sur son jambage septentrional, comme l'admet M. Rollier, mais à un glissement en masse du Kimmeridgien sur le flanc S du Graiteray. Ils admettent donc que la traversée du tunnel sous le Chaluët ne sera pas menacée par d'abondantes venues d'eau. La galerie captera évidemment des eaux souterraines dans les deux traversées de Kimmeridgien-Séquanien des deux jambages du synclinal, mais ces venues d'eau n'ont aucune raison de dépasser en quantité celles qui se sont produites au tunnel du Weissenstein et elles ne provoqueront l'assèchement que des sources voisines de l'axe du tunnel.

MM. Baumberger et Buxtorf fournissent en second lieu plusieurs renseignements utiles sur les formations quaternaires qui couvrent le pied du Jura aux environs de Granges, et donnent trois coupes géologiques à travers le versant S du Grenchenberg, qui montrent le prolongement au-dessus de Granges, sous la forme d'un repli déjeté au S, de l'anticlinal du Stierenberg. Ils attirent l'attention sur les inconvénients que pourrait avoir le forage du tunnel au point de vue de la persistance des sources de Granges.

Ils concluent en conseillant d'ouvrir le portail N du tunnel vers la verrerie de Moutiers au niveau le plus bas possible, et en indiquant comme sans danger le fait de placer le point de rupture de pente du tunnel au N du Chaluët.

M. F. MUHLBERG (109), continuant son exploration détaillée des **chaînes jurassiennes dans le canton d'Argovie**, a terminé en 1908 la carte au 1 : 25 000 des environs d'Aarau et l'a publiée en même temps qu'une brochure la commentant (110).

Cette carte comprend les quatre feuilles 150, 151, 152 et 153 de l'atlas Siegfried ; sa limite septentrionale suit le versant N de la chaîne Geissfluh-Wasserfluh-Homberg-Gisliflüh ;

sa partie méridionale figure la région inférieure des vallées de la Suhr, de la Wina et de l'Aa ; de l'W à l'E son territoire s'étend à peu près de la ligne Olten-Kilchberg à la vallée de l'Aa et à la coupure transversale de la vallée de l'Aar en aval de Wildegg. On peut y voir la chaîne jurassienne de la Gisli-fluh se diviser vers l'W dans la zone anticlinale, chevauchante et imbriquée de la Staffelegg et de la Schafmatt et dans l'anticlinal du Brunnenberg. Au S de cette zone principale de plis s'élèvent encore l'anticlinal du Gugenberg, puis le repli jurassique qui longe l'Aar au S entre Schönenwerth et Aarau, enfin le chaînon de l'Engelberg qui s'élève au SE d'Olten, mais ne tarde pas à plonger sous le plateau molassique.

Dans la partie stratigraphique de ses commentaires, M. Mühlberg définit comme suit la série des terrains qu'il a rencontrés.

Parmi les **formations postglaciaires** il faut distinguer les alluvionnements récents opérés par les cours d'eau, les cônes de déjection, les tufs, les éboulis et les éboulements ; parmi ces derniers les plus importants se trouvent sur le versant S de la Geissfluh, sur les versants SE et NE de la Wasserfluh, sur le versant N de la Gisli-fluh.

Les alluvions de la **Basse terrasse** prennent une grande extension, non seulement dans la vallée même de l'Aar, mais encore dans les vallées de la Suhr, de la Wina et de l'Aa et, d'autre part, en territoire jurassien, dans les vallées d'Erlisbach et de Küttigen. Elles sont formées surtout de galets provenant des Alpes bernoises ou de la Suisse centrale et portent parfois des lambeaux de moraines de Würm. Quelques débris de mammoths y ont été découverts.

Les **moraines de la dernière glaciation** ne prennent la forme de talus morainiques qu'aux environs de Seon, où se développe un bel amphithéâtre avec plusieurs moraines frontales concentriques. Les matériaux de ces dépôts proviennent des chaînes calcaires de la Suisse centrale et du massif du Gotthard.

Le **Loess** est très développé au S d'Aarau ; il est caractérisé par les coquilles de *Succinea oblonga*, *Pupa muscorum*, *Helix arbustorum* et est souvent associé à des couches argileuses.

Les **moraines de la glaciation principale** sont abondamment répandues, en général comme moraines de fond, sur les collines qui séparent la vallée de l'Aar de celle de la Suhr, ainsi que sur le pied du Jura à l'W d'Aarau. On en trouve des lam-

beaux dans l'intérieur du Jura jusqu'à l'altitude de 800 m., en particulier sur le versant S de la Geissfluh, aux environs de Hard, sur le versant S du Homberg et sur le versant N de cette chaîne entre la Staffeleg et Thalheim. A ces moraines s'ajoutent quelques blocs erratiques, dont plusieurs proviennent du Valais. C'est à la même époque qu'il faut attribuer des alluvions, dont le niveau est supérieur à celui des Hautes Terrasses, tandis qu'il est tantôt moins, tantôt plus élevé que celui du Deckenschotter; l'épaisseur de ces dépôts est très variable et dépasse par places 100 m.; leur composition comporte de nombreux éléments rhodaniens.

Les alluvions de la **Haute Terrasse** ont leur base au-dessous des fonds de vallées actuels; leur surface a été intensément érodée avant le dépôt des moraines de la principale glaciation; leurs galets proviennent exclusivement des Alpes de la Suisse centrale.

Le **Deckenschotter** ne se trouve dans le territoire de la carte que dans le Winenthal, où il couronne la hauteur de la Fornegg et une petite sommité située au N.

Les **formations molassiques** se présentent dans l'ensemble du territoire considéré sous deux formes nettement différentes. Dans les environs d'Oltingen, qui appartiennent au Jura tabulaire, on y distingue :

1° Des grès et conglomérats marins, qui contiennent d'une part des galets jurassiens, de l'autre de nombreux éléments quartzeux et des fragments d'huîtres et qui correspondent au Vindobonien. Ces couches n'existent absolument que sur la voûte de Hauptrogenstein de Klapfen au SE d'Oltingen;

2° Un complexe formé de marnes rouges à *Helix moguntina*, de calcaires d'eau douce et de nagelfluhs jurassiennes, dont les profils de détail varient beaucoup d'un point à un autre et qui appartient au Tortonien.

Dans la partie du plateau molassique qui appartient au territoire de la carte se trouve la série classique du pied du Jura avec de bas en haut :

1° Les argiles rouges à pisolithes ferrugineuses du Sidérolithique, qui tantôt couvrent le Malm d'une couche continue, tantôt remplissent simplement des poches dans les calcaires suprajurassiques. Ces dépôts ont fourni d'assez nombreux restes de *Paleotherium* et appartiennent à l'Eocène supérieur;

2° Les marnes et grès tendres de la Molasse aquitanienne, qui contiennent d'assez nombreux débris de plantes, même des lits charbonneux et en outre des restes de *Rhinoc. minu-*

tus, *Paleomerix Scheuchzeri*, *Emys Fleischeri*, avec des coquilles d'*Unio undatus*. Cette formation existe au N de l'Aar, en particulier au Hungerberg au N d'Aarau, et affleure au S de l'Aar depuis Aarau jusqu'à l'Engelberg, dont elle tapisse les deux versants. Il faut remarquer l'absence dans le territoire de la carte du calcaire d'eau douce oligocène, qui existe plus à l'E au Kestenbergr.

3° La molasse marine, qui comprend un niveau inférieur tendre et peu fossilifère, un niveau supérieur de grès en partie durs et coquilliers avec *Scutella paulensis*, *Tapes helvetica*, *Pecten ventilabrum*, *Cardium commune*. Ces grès constituent, au-dessus de la Molasse aquitanienne, les hauteurs qui séparent entre elles les vallées de la Suhr, de la Wina et de l'Aa; leurs couches s'abaissent longitudinalement du SW au NE.

4° Les conglomérats polygéniques de la Nagelfluh, qui couronnent quelques sommets au S de l'Aar et sont surtout développés entre Teufenthal et Seon.

5° Les grès tendres et les marnes de la Molasse d'eau douce supérieure, qui n'existent guère sur le territoire de la carte qu'à l'W et au S de Seon et qui contiennent, dans leur partie supérieure, des intercalations de calcaire d'eau douce.

M. Mühlberg établit, pour le **Jurassique**, la classification suivante de haut en bas.

| | | |
|---------------|---|--|
| Kimmeridgien. | { | Couches de Wettingen. Calcaires blancs ou jaunâtres, riches en silice, avec <i>Perisph. eudoxus</i> , <i>Per. mutabilis</i> , etc... |
| | | Couches de Baden. Calcaire compact ou grumeleux, glauconieux, avec <i>Opp. tenuilobata</i> , <i>Aspid. acanthicum</i> , etc... |
| | | Couche de Wangen. Calcaires bien stratifiés, clairs, suboolithiques, à <i>Perisph. Achilles</i> , <i>Per. polyplocus</i> , etc... |
| Séquanien. | { | Couches calcaires, glauconieuses, à <i>Hemicid. crenularis</i> , <i>Stomechinus perlatus</i> , etc... |
| | | Couches du Geissberg. Calcaires en bancs, devenant marneux à la base à <i>Pholadomya paucicosta</i> . |
| Argovien. | { | Marnes à bancs calcaires d'Effingen avec <i>Per. plicatilis</i> , <i>Thracia pinguis</i> , etc... |
| | | Calcaires à spongiaires de Birmensdorf à <i>Oppelia arolica</i> , <i>Peltoc. transversarium</i> , etc... |

| | |
|----------------------------------|--|
| Oxfordien. Callovien. | Complexe peu épais d'oolithes ferrugineuses, dans lequel on peut distinguer un niveau à <i>Macr. macrocephalus</i> , un niveau à <i>Pelt. athleta</i> et un niveau à <i>Cardioc. cordatum</i> . |
| Bathonien. | Calcaire marneux à oolithes ferrugineuses à <i>Rhynch. varians</i> , <i>Oppel. aspidoides</i> , <i>Macrocr. Morrisi</i> , etc... Calcaire spathique à <i>Park. ferruginea</i> passant à la base à des marnes à <i>Ostrea acuminata</i> . |
| Bajocien. | Complexe oolithique du Hauptrogenstein avec deux intercalations marneuses à <i>Ostrea acuminata</i> . Calcaires marneux à <i>Sphaer. Blagdeni</i> . Calcaires marneux à oolithes ferrugineuses avec <i>Steph. Humphriesi</i> . Calcaires spathiques à <i>Sonninia cf. crassispinata</i> . Calcaires marneux et marnes à <i>Cancellophycos</i> . Calcaires marneux et marnes à <i>Cancellophycos</i> et <i>Sonninia</i> . Calcaires spathiques à oolithes ferrugineuses avec <i>Sonninia Sowerbyi</i> . Marnes noires à <i>Inoceramus secundus</i> . Marnes et marno-calcaires à <i>Hyperlioceras Desori</i> . Marnes et calcaires à <i>Ludwigia Murchisonae</i> . Marnes micacées à <i>Lioceras opalinum</i> . |
| Toarcien. | Marnes sableuses à <i>Lyt. jurense</i> , <i>Gram. radians</i> , etc... Schistes feuilletés à Posidonies avec <i>Lip. commune</i> et <i>Harp. serpentinum</i> . |
| Liasien. | Marnes grises grumeleuses à <i>Am. margaritatus</i> , <i>Der. Davæi</i> , etc... Couches marno-calcaires à nodules phosphatés avec <i>Dum. Jamesoni</i> , <i>Terebr. numismalis</i> , etc... |
| Sinemurien. | Calcaires sableux avec lits marneux à <i>Ar. raricostatus</i> . Calcaires spathiques et gréseux à <i>Ar. bisulcatus</i> , etc... |

Hettangien. { Marnes feuilletées, bitumineuses à *Psiloc. planorbe*.

Dans le **Keuper**, M. Mühlberg distingue les trois niveaux classiques de la Lettenkohle représenté par des schistes à *Estheria minuta* et des calcaires dolomitiques à *Myophoria Goldfussi*, du Gyskeuper formé essentiellement par du gypse et des marnes bariolées.

Le niveau le plus ancien du **Muschelkalk** est le groupe de l'anhydrite, puis viennent les marnes salifères et le Muschelkalk proprement dit avec ses deux niveaux dolomitiques séparés par le Hauptmuschelkalk à *Encrinus liliiformis*.

Dans un chapitre tectonique, M. Mühlberg traite successivement du Jura tabulaire, des chaînes jurassiennes et du plateau molassique. Il décrit, à propos de la première région, la voûte du Klapfen formée de Dogger, qui émerge au S d'Oltingen, tandis que vers l'W elle disparaît sous le Trias chevauchant des chaînes jurassiennes.

Le faisceau de plis qui constitue le Jura entre le Hauenstein et la Gisliflüh comprend :

1° L'anticlinal de l'Engelberg, qui s'élève au S de l'Aar et prolonge la chaîne du Born. Il est légèrement déjeté au S et le sommet de sa voûte est coupé par une faille longitudinale.

2° Une voûte peu élevée fait émerger à la surface le Séquanien et le Kimmeridgien entre Schönenwerth et Aarau.

3° L'anticlinal de la Rebenflüh et du Gugenberg est déjeté au N et érodé jusqu'au Keuper ; il se continue probablement dans un repli anticlinal visible sur le versant S du Homberg.

4° L'anticlinal du Brunnenberg, déjeté aussi au N, est ouvert jusqu'au Muschelkalk ; il se confond dans la région de la Staffelegg avec le suivant.

5° L'anticlinal de la Geissflüh-Gisliflüh est un grand pli chevauchant, dont le cœur triasique est compliqué par de nombreux replis et chevauchements secondaires et qui recouvre, sans interposition d'aucun jambage renversé, toute la bordure méridionale du Jura tabulaire. La zone de contact entre ces deux parties du Jura comporte de nombreuses variations et irrégularités dans le détail.

M. Mühlberg attire l'attention sur la forte plongée longitudinale que montrent tous ces plis vers l'E, et sur les conséquences de ce fait au point de vue du degré d'intensité du travail de l'érosion ainsi que des formes orographiques qui ont été ainsi créées.

A propos de la tectonique du Plateau molassique, l'auteur se contente d'insister sur le relèvement progressif des grès tertiaires vers le NE et sur leur superposition à peu près concordante sur les calcaires jurassiques. Puis il aborde la question de l'érosion subie par la région septentrionale du Plateau molassique et celle des alluvionnements qui se sont effectués sur le même territoire. Il suppose l'existence d'abord de vallées du Deckenschotter au niveau de 600-700 m., sur le fond desquelles se sont déposées les alluvions fluvioglaciaires anciennes, puis, après une nouvelle phase d'érosion, le dépôt des alluvions des Hautes Terrasses, qui ont été entamées jusqu'au-dessous des thalwegs actuels avant la grande glaciation de Riss. Il décrit la répartition des glaciers dans l'Argovie pendant la période de Riss ; il montre que, comme le dépôt de la Haute Terrasse a précédé la grande glaciation, de même celui de la Basse Terrasse s'est effectué avant la dernière glaciation. Enfin, il traite, en quelques pages, des phénomènes de l'érosion postglaciaire.

Dans un dernier chapitre, M. Mühlberg fournit quelques renseignements sur les sources des environs d'Aarau en relation les unes avec les nappes de fond des principales vallées, les autres avec des affleurements de calcaires fissurés et aquifères, tels que ceux du Muschelkalk, du Hauptrogenstein, du Séquanien.

Nous devons, à M. ED. GREPPIN, une carte géologique au 1 : 25 000 (106) et une description sommaire (107) de la petite chaîne du **Blauenberg**, qui forme, à l'W de Bâle, un dernier contrefort du Jura à la limite de la plaine du haut Rhin.

Le territoire de cette carte se divise tectoniquement comme suit :

1° Les environs d'Ettingen, qui représentent la bordure de la plaine du haut Rhin et sont formés par les marnes de l'Oligocène supérieur tapissées d'une mince couche de Lehm et de Löss.

2° La chaîne du Landskronberg, dont la direction d'abord WSW-ENE se modifie brusquement au N de Mariastein pour devenir WNW-ESE. Ce pli, ouvert jusqu'au Callovien au S du Landskronberg, prend ensuite la forme d'une voûte fermée de Rauracien, qui s'abaisse vers l'E en se rapprochant du pli plus interne du Blauenberg et disparaît finalement au SE d'Ettingen.

3° Le synclinal évasé de Hofstetten, qui se rétrécit rapidement vers l'E.

4° La chaîne du Blauenberg, qui prend la forme d'une voûte de Dalle nacrée, dessinant un arc de cercle convexe au N. Le jambage septentrional de cet anticlinal est en général redressé verticalement ou même renversé; par places on constate aussi un renversement du jambage méridional, en sorte que le pli prend une forme en éventail. Vers l'E, l'anticlinal du Blauenberg se confond avec celui du Blochmont; il est bordé au S par le bassin de Laufon, à la surface duquel affleurent les couches peu inclinées du Rauracien et du Séquanien, ou bien les molasses marines du Stampien.

Après avoir donné quelques indications sur les éboulements et sur les sources qui existent dans le territoire considéré, M. Greppin établit, pour la série stratigraphique du Blauenberg, le tableau suivant :

Quaternaire. — La Basse Terrasse, constituée par des alluvions de la Birse, forme la plaine de Dorneck. Le Löss et le Lehm couvrent une grande partie du territoire de la carte. Des lambeaux de la Haute Terrasse, caractérisés par des galets exclusivement jurassiens existent aux environs de Schlatthof et de Zwingen.

Tertiaire. — La série tertiaire comprend les éléments suivants :

Nagelfluh jurassienne à l'état de petits lambeaux.

Grès à végétaux de la Molasse alsacienne.

Marnes à *Ostrea cyathula*.

Calcaires d'eau douce à *Limneus pachygaster* et *Planorbis cornu*.

Sables à Cyrènes.

Argiles schisteuses à écailles de poissons.

Grès durs, avec intercalations de conglomérats côtiers, à *Cerithium Lamarcki*, *Natica crassatina*, *Pectunculus obovatus*, *Ostrea callifera*.

Des calcaires d'eau douce associés à des grès quartzeux et des bolus sidérolithiques, qui sont surtout développés au S de Witterswil.

Le **Jurassique** ne comprend aucune couche plus jeune que le Séquanien; il se subdivise comme suit :

| | | |
|-------------------|---|---|
| Séquanien. | } | Calcaires blancs, oolithiques vers le haut, de Sainte-Vérène, à <i>Pygaster tenuis</i> . |
| | | Marnes à <i>Zeil. humeralis</i> et <i>Hemicid. stramonium</i> . |
| | | Alternances de marnes et de calcaires à <i>Nerinea Brückneri</i> et <i>Natica grandis</i> . |

| | |
|------------|--|
| | Calcaires coralligènes à <i>Calamophyllia flabellum</i> . |
| Rauracien. | Calcaires oolithiques ou crayeux, blancs, avec polypiers et Nérinées roulés. |
| | Calcaires marneux à la base, compacts vers le haut, avec <i>Ciduris florigemma</i> , <i>Stomechinus perlatus</i> , <i>Glypticus hieroglyphicus</i> . |
| Oxfordien. | Marnes à chailles calcaires avec <i>Cardioc. cordatum</i> , <i>Pholad exaltata</i> , etc... |
| | Marnes à fossiles pyriteux de <i>Crenic. Renggeri</i> , <i>Hectic. chatillonense</i> , <i>Per. bernensis</i> , etc... |
| Callovien. | Alternances de marnes et de calcaires terminées vers le haut par un lit ferrugineux, avec <i>Rein. anceps</i> , <i>Cosmoc. Jason</i> . |
| | Dalle nacrée sans fossiles. |
| Bathonien. | Calcaires durs, roux, à <i>Macrocr. macrocephalus</i> . |
| | Marnes et marnocalcaires à <i>Rhynch. varians</i> . |
| | Calcaires oolithiques roux à <i>Park. ferruginea</i> . |
| | Complexe puissant du Hauptrogenstein divisé en deux par une zone marneuse à <i>Ostrea acuminata</i> . |
| Bajocien. | Marnes sableuses. |
| | Calcaires à polypiers avec <i>Rhynch. quadruplicata</i> . |
| | Calcaires spathiques à <i>Stephan. Baylei</i> . |
| Aalénien. | Calcaires spathiques ocreux à <i>Ludw. Murchisonæ</i> . |
| | Argiles foncées à <i>Estheria Suessi</i> . |

IV^e PARTIE — STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE

Trias.

M. FR. JACCARD (117) a reconnu parmi les Brachiopodes récoltés dans le calcaire triasique de Saint-Triphon, au-dessus des calcaires compacts exploités et au-dessous des calcaires à Gyroporelles, deux formes qu'il détermine comme *Terebr. Rennevieri* Haas et *Crurātula carinthiaca* Rothpletz, et qui lui permettent de classer la couche correspondante au niveau du Ladinien.

Entre cette zone à Brachiopodes et les calcaires à Gyropo-

relles qui représentent ici le Wettersteinkalk, s'intercale un banc épais de 30 m., riche en polypiers, en encrines et en Pectinidés.

Cette série se retrouvant presque la même au Mont-d'Or, à la Gummfluh, au Rubli, etc., il semble qu'on puisse distinguer dans le Trias de cette partie des Préalpes deux niveaux de calcaires dolomitiques, dont l'un, directement supérieur aux cornieules et au gypse, appartiendrait au Muschelkalk, dont l'autre, sus-jacent aux calcaires à Gyroporelles, correspondrait au Hauptdolomit.

M. K. STRUBIN (118) a pu retrouver le gisement de **schistes à végétaux du Keuper de Moderhalde**, près de Bâle, dont il est question dans les travaux de P. Merian et O. Heer. Il a récolté dans ce gisement *Equisetum arenaceum* Jaeg., *Pterophyllum Jaegeri* Brong., *Pt. longifolium* Brong., *Pt. brevipenne* Kurr., *Taeniopteris cf. angustifolia* Schk. La couche en question et celle, équivalente, de Neuwelt doivent rentrer dans le groupe du Schilfsandstein.

La coupe visible à Moderhalde comprend de bas en haut :

- 1° Marnes bigarrées à gypse ;
- 2° Grès plaquetés gris et rouges alternant avec des argiles à végétaux ;
- 3° Marnes grises et rouges qui correspondent aux « untere bunte Mergel » de M. Schalch ;
- 4° Calcaire dolomitique blanc associé à des marnes (Hauptsteinmergel) ;
- 5° Marnes rouges puis bariolées ;
- 6° Grès gris ou jaunâtres avec des empreintes de Lamelli-branches et des couches de bone-bed (Rhétien).

Jurassique.

M. ED. GERBER (119) a fourni quelques renseignements nouveaux sur les gisements de Lias inférieur et d'Intralias du Lattigwald entre Spiez et Wimmis. Il a donné en particulier la coupe détaillée de couches argilo-calcaires, épaisses d'environ 20 m., qu'il attribue au Rhétien, en se basant sur la découverte de deux échantillons d'*Avicula contorta*.

M. FR. TRAUTH (125) a entrepris l'étude détaillée des fossiles recueillis dans le **Lias des klippen du lac des Quatre-Cantons** d'une part par Stutz, d'autre part par M. Tobler.

Dans une introduction stratigraphique il rappelle la constitution générale du Lias dans les différentes klippes.

Au Stanserhorn le Lias est bien développé et comprend au-dessus du Rhétien :

1° Des grès à *Psiloc. planorbe*, qui contiennent une faune assez abondante de Lamellibranches : *Pinna Hartmanni* Ziet., *Lima gigantea* Sow., *L. exaltata* Tqm., *Pecten valoniensis* Defr., *Pect. Hehlii* d'Orb., *P. textorius* Schlot., *Cardinia crassiuscula* Sow., etc. ;

2° Calcaires gris, gréseux, souvent oolithiques, parfois bréchiformes à *Pecten valoniensis*, *P. Schmidtii* nov. sp. et à polypiers, qui représentent l'Hettangien supérieur ;

3° Calcaires brunâtres, qui ne se distinguent pas lithologiquement des calcaires liasiens, mais ne contiennent comme fossiles que *Pecten Hehlii* (Sinémurien) ;

4° Calcaires brunâtres, spathiques, à *Spirif. rostrata*, *Rhynch. variabilis*, *Dumortieria Jamesoni*, *Cycloceras binotatum*, *Amal. margaritatus*, etc., qui correspondent à l'ensemble du Liasien ;

5° Schistes argileux, noirs ou brunâtres à *Posid. Bronni*, *Inoc. dubius*, *Dactylioceras commune*, etc. (Toarcien).

Dans la klippe de l'Arvigrat le Lias n'est représenté que par des calcaires échinodermiques à silex, qui correspondent probablement au Liasien. Au Buochserhorn la série liasique est à peu près la même qu'au Stanserhorn, mais les calcaires échinodermiques du Sinémurien y contiennent d'assez nombreux fossiles, en particulier des Arietites. Le Toarcien y est représenté d'une part par des schistes argileux à Posidonomyes, en second lieu par des calcaires marneux à *Dactyl. commune*, enfin par des calcaires rouges rappelant les calcaires toarciens signalés par M. Quereau dans les klippes d'Iberg. A la Musenalp et au Klevenstock le Lias est réduit à une mince couche calcaire très pauvre en fossiles. Aux Mythen l'on trouve un banc de calcaire sableux et spathique qui, d'après les fossiles qu'il renferme, doit correspondre au Sinémurien et au Liasien.

Les faunes successives qu'on récolte dans le Lias des klippes de la Suisse centrale se rattachent de la façon la plus étroite aux faunes correspondantes de l'Europe centrale et ne comportent qu'un très petit nombre d'éléments purement méditerranéens ; elles sont formées pour leur plus grande partie de Mollusques et de Brachiopodes.

Les espèces qui ont été plus spécialement étudiées par M. Trauth sont les suivantes :

Anthozoaires : *Calamophyllia cf. Langobardica* Stopp.

Crinoïdes : *Pentacrinus basaltiformis* Mill.

Brachiopodes.

| | |
|--|------------------------------------|
| <i>Spiriferina rostrata</i> Schlot. | <i>Zeilleria perforata</i> Piette. |
| » <i>pinguis</i> Ziet. | » <i>numismalis</i> Lam. |
| » <i>Münsteri</i> Dav. | » <i>subnumismalis</i> Dav. |
| <i>Rhynchonella variabilis</i> Schlot. | » <i>conocollis</i> Rau. |
| » <i>curviceps</i> Quen. | » <i>subdigona</i> Opp. |
| » <i>plicatissima</i> Quen. | » <i>Waterhousi</i> Dav. |
| <i>Terebratula punctata</i> Sow. | |
| » <i>Tobleri</i> nov. sp. | |

Lamellibranches.

| | |
|----------------------------------|--|
| <i>Posidonomya Bronni</i> Voltz. | <i>Pecten valoniensis</i> Defr. |
| <i>Perna infraliasica</i> Quen. | » <i>Schmidti</i> nov. sp. |
| <i>Inoceramus dubius</i> Sow. | » <i>priscus</i> Schlot. |
| <i>Lima gigantea</i> Sow. | » <i>textorius</i> Schlot. |
| » <i>exaltata</i> Terq. | » <i>subulatus</i> Münst. |
| » <i>antiquata</i> Sow. | <i>Ostrea Stutzi</i> nov. sp. |
| » <i>Hermanni</i> Voltz. | <i>Gryphea cymbium</i> Lam. |
| » <i>pectinoïdes</i> Sow. | <i>Cardinia crassiuscula</i> Sow. |
| <i>Pecten Hehlii</i> d'Orb. | <i>Protocardia Philippiana</i> Dunker. |
| » <i>liasianus</i> Nyst. | <i>Ceromya Niethammeri</i> nov. sp. |

Gastéropodes : *Pleurotomaria rotallaeformis* Dunker, *Trochus cf. sinistrorsus*.

Céphalopodes.

| | |
|--------------------------------------|--|
| <i>Lytoceras fimbriatum</i> Sow. | <i>Deroceras Davoei</i> Sow. |
| » <i>tortum</i> Quen. | <i>Liparoceras striatum</i> Rein. |
| <i>Psiloceras planorbe</i> Sow. | » <i>Oosteri</i> Hug |
| <i>Arietites falcaries</i> Quen. | <i>Polymorphites Bronni</i> Roem. |
| » <i>raricostatus</i> Ziet. | » <i>confusus</i> Quen. |
| <i>Dumortieria Jamesoni</i> Sow. | <i>Grammoceras normanianum</i> d'Orb. |
| <i>Cycloceras binotatum</i> Opp. | <i>Cœloceras centaurus</i> d'Orb. |
| » <i>Maugenesti</i> d'Orb. | » <i>pettos</i> Quen. |
| <i>Oxynoticeras Soemanni</i> Dum. | <i>Dactylioceras commune</i> Sow. |
| <i>Amaltheus margaritatus</i> Montf. | <i>Aptychus sanguinolarius</i> Schlöt. |
| <i>Aegoceras planicosta</i> Sow. | <i>Belemnites acutus</i> Mill. |
| » <i>capricornu</i> Schlot. | » <i>paxillosus</i> Schlot. |
| » <i>biferum</i> Quen. | » <i>elongatus</i> Miller. |
| <i>Deroceras armatum</i> Sow. | |

Le travail que M. Trauth a fait pour le Lias des klippen de la Suisse centrale a été exécuté pour le Dogger et le Malm de

ces mêmes klippes par M. J. OPPENHEIMER (122), qui s'est servi, lui aussi, des notes manuscrites de M. A. Tobler pour son orientation stratigraphique. Les fossiles ainsi étudiés se répartissent en trois catégories, dont l'une provient du Bajocien et du Bathonien, dont la seconde est d'âge callovien et dont la troisième a été tirée du Malm proprement dit.

L'ensemble du Dogger étant représenté dans les klippes des environs du lac des Quatre-Cantons par les couches marno-calcaires à *Zoophycos scoparius*, M. Tobler a récolté dans ce complexe puissant d'environ 300 m. des fossiles à trois niveaux distincts :

1° Dans le Rübigraben, sur le flanc du Stanserhorn, affleure un calcaire gréseux qui a fourni les espèces suivantes :

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Phylloceras perplicatum</i> Gill. | Ludw. ex af. <i>deltafalcata</i> . |
| <i>Lytoceras polyhelictum</i> Böckh. | <i>Stephanoceras Humphriesi</i> Sow. |
| <i>Ludwigia alsatica</i> Haug. | <i>Posidonomya alpina</i> Gras. |
| » <i>Murchisonae</i> Sow. | |

Cette couche, qui correspond au Bajocien inférieur, semble se retrouver à la Klewenalp.

2° Des marnes schisteuses, qui affleurent au Kohlgraben, dans la klippe du Stanserhorn, ainsi que sur plusieurs autres points de la même klippe et à l'Arvigrat, ont fourni un grand nombre de fossiles, parmi lesquels *Cosm. Garanti* est particulièrement abondant et que M. Oppenheimer a déterminés comme suit :

| | |
|---|---|
| <i>Hybodus monoprius</i> Quen. | <i>Stephanoceras Humphriesi plicatissimum</i> Quen. |
| <i>Belemnites canaliculatus</i> Schlot. | |
| <i>Phylloceras viator</i> d'Orb. | <i>Perisphinctes Martinsi</i> d'Orb. |
| » <i>mediterraneum</i> Neum. | <i>Patoceras Sauzei</i> d'Orb. |
| <i>Cosmoceras Garanti</i> d'Orb. | » <i>laevigatum</i> d'Orb. |
| » <i>Garanti-densicostatum</i> Quen. | » <i>tuberculatum</i> d'Orb. |
| » <i>subfurcatum</i> Ziet. | <i>Parkinsonia Parkinsoni</i> Sow. |
| <i>Stephanoceras Humphriesi</i> Sow. | <i>Plagiostoma semicirculare</i> d'Orb. |
| | <i>Pentacrinus feuguerollensis</i> de Lor. |

Cette couche paraît former le passage du Bajocien au Bathonien.

3° Le sommet du Buochserhorn est formé par des calcaires gréseux, qui existent d'autre part dans la klippe du Stanserhorn et à la Musenalp et qui appartiennent au Bathonien inférieur. *Lytoceras tripartitum* est particulièrement commun à ce niveau et est accompagné de *Steph. Humphriesi* et de *Cosm. subfurcatum*.

La seconde série de fossiles étudiée par M. Oppenheimer provient de cinq gisements de calcaires brunâtres du Callovien inférieur, qui se répartissent entre les Mythen, le Buochserhorn et l'Arvigrat. Elle comprend les espèces suivantes :

Belemnites canaliculatus Schlot. *Hectic. hecticum lunula* Quen.
Phylloceras mediterraneum Neum. *Sphæroc. bullatum* d'Orb.
 » *tortisulcatum* d'Orb. *Macro. ex af. tumidus* Rein.
 » *Frederici Augusti* Pomp. *Holactypus depressus* Leske.
 » *disputabile* Ziet.

A cette liste il faut ajouter différentes formes difficilement déterminables de *Perisphinctes* et de *Phylloceras*.

La troisième série étudiée par M. Oppenheimer comprend des fossiles du Malm, qui s'échelonnent à différents niveaux, mais appartiennent pour la plupart au Kimmeridgien.

La base du Malm est formée au Stanserhorn et au Buochserhorn par des calcaires esquilleux, partiellement oolithiques, qui contiennent des Brachiopodes, des Bivalves, quelques Bélemnites et des feuilles de *Zamites Kaufmanni*; vers le haut ces couches deviennent échinodermiques et bréchiformes, puis vient la zone des calcaires concretionnés, qui dans les Préalpes représente le niveau à *Pelt. transversarium*.

A la Musenalp et à la Klevenalp l'Oxfordien est dolomitique ou constitué par des calcaires spathiques à *Pecten subfibrosus* Goldf., *Pecten vitreus* Roem. et *Waldheimia Mæschii* Mayer.

La partie supérieure du Malm se compose d'un massif homogène de calcaires à polypiers, rarement stratifiés. Les coralliaires provenant des calcaires kimmeridgiens d'Aahornalp ont été décrits antérieurement par M. Koby. M. Oppenheimer n'a pu déterminer exactement qu'un très petit nombre des fossiles de Mollusques, de Brachiopodes et de Crinoïdes provenant de ces mêmes couches, entre autres : un *Perisph. exornatus* Catullo de la Kleine Mythe, une *Belem. Pilleti* Pict. du Stock près d'Emmeten, un *Aptychus punctatus* Voltz de la Rotenfluh, une *Lima rigida* Desh. du Niederrickenbach (Musenalp), une *Belem. ensifer*. Op. et une *Belem. datensis* Favre de la Musenalp.

M. F. LEUTHARDT (120) a fait remarquer les variations que subissent dans un laps de temps très court d'une part *Cainocrinus major* Leut. et *Cain. Andreae* de Lor., dont les restes abondent dans le Hauptrogenstein inférieur, d'autre part *Pentacrinus Leuthardti* de Lor., qui se trouve dans les couches à *Rhynch. varians*.

M. K. STRÜBIN (123) a publié deux profils détaillés à travers le Hauptrogenstein, qu'il a relevés l'un à Lausen, l'autre à Pratteln, dans le Jura tabulaire bâlois. Dans ces deux coupes l'auteur a retrouvé, à la limite du Hauptrogenstein inférieur et des marnes sus-jacentes, une couche de calcaire oolithique gris, à surface perforée, contenant des huitres avec quelques Nerinées, et qui correspond exactement à la « Nerinea-schicht » de Muttenez.

M. P. DE LORIOI (121) a décrit, sous le nom de *Triboletia nodosa*, un fragment de bras d'Astérie, provenant de l'Argovien supérieur des environs du Locle. Ce fossile appartient à la même espèce, dont M. de Tribolet a décrit une plaque ventrale marginale sous le nom d'*Asteria nodosa*; ces deux fragments doivent être attribués à un genre nouveau, voisin des Pentagonastéridés, mais possédant une disposition différente des pédicellaires.

M. K. STRÜBIN (124) a pu, grâce à un échantillon provenant de l'Argovien d'Oltingen et conservé au musée de Liestal, préciser les caractères de l'*Aspidoceras Meriani* Oppel, très imparfaitement connus jusqu'ici.

Crétacique.

J'ai analysé, l'an dernier, un travail de M. ARN. HEIM consacré aux variations de faciès du Valangien dans les chaînes helvétiques de la Suisse orientale. M. Heim a depuis lors reproduit en résumé les principales constatations faites dans cette publication (127).

M. H. SCHARDT (134) a relevé, en vue du forage projeté d'une galerie de dérivation du Seyon, une coupe détaillée des **formations infracrétaciques des environs de Neuchâtel**. Il distingue de haut en bas :

L'**Urgonien** formé de calcaires oolithiques et spathiques à *Rhynch. lata*, *Goniopygus peltastus*, *Cid. Lardyi*, etc...

L'**Hauterivien** qui comprend de haut en bas :

f) Calcaire oolithique jaune, devenant spathique vers le bas (15 m.).

e) Marne jaune sans fossiles (1 m.).

d) Calcaire spathique jaune, à grains de glauconie (23 m.).

c) Calcaire marneux et lits de marnes à *Rhynch. multiformis*, *Ter. acuta*, *Pholad. elongata*, *Panopea neocomiensis*, etc... (11 m.)

b) Marnes grises d'Hauterive, à *Hopl. Leopoldi*, *Crioc. Duvali*, etc... (24 m.)

a) Marnes jaunes à *Astieria multiplicata*, *Hoplites bissalensis*, *H. cf. Schardti*, *Exog. Couloni*, *Alect. rectangularis*, etc..., qui repose sur la surface corrodée du Valangien supérieur (0,85 m.)

Le Valangien est formé de :

d) Calcaire limoniteux, devenant rognonneux vers le haut, qui contient une riche faune de Gastéropodes, de Lamelli-branches et de Brachiopodes et qui est caractérisé plus spécialement par *Pygurus rostratus* (3 m.).

c) Calcaire roux, spathique ou oolithique, en bancs minces (9 m.), supporté par une mince couche marneuse.

b) Succession de calcaires de structure grenue, ou compacte et homogène, ou encore oolithique, de couleur jaunâtre ou blanche, correspondant au complexe du marbre bâtard et contenant *Ter. valdensis* et *Toxaster granosus* (24 m.)

a) Couches marno-calcaires grises peu épaisses qui reposent sur le Purbeckien (environ 3 m.).

M. H. SCHARDT (133) a d'autre part étudié en détail, au point de vue de l'extraction de la pierre de taille, l'Hauterivien supérieur de la région de Neuchâtel et Saint-Blaise.

La roche de ce niveau est un calcaire jaune formé de débris d'organismes roulés et brisés, mêlés à des oolithes ; elle est intéressante par la stratification croisée qui y apparaît très souvent. La pierre de taille se trouve à la base des calcaires hauteriviens et se répartit sur une profondeur variant de 14 à 22 m. ; les carriers y ont distingué plusieurs niveaux, qui correspondent du reste à des faciès peu différents ; ce sont de haut en bas : le banc rouge, les bancs nuancés et le banc jaune.

L'auteur développe en finissant des propositions pour l'exploitation à venir de cette pierre à bâtir d'une réelle valeur.

A la suite de ces publications, M. W. KILIAN (132) a contesté la justesse de l'assimilation à l'Hauterivien inférieur des marnes jaunes à *Astieria*, qui contiennent une espèce purement valangienne, *Saynoceras verrucosum*. Soit les *Astieria*, soit les diverses espèces de Lamelli-branches, de Brachiopodes et d'Echinides, sur lesquelles M. Schardt a voulu fonder l'âge hauterivien des marnes jaunes, existent

déjà dans le Valangien. Il n'y a donc aucun doute que c'est à ce dernier étage qu'il faut attribuer les marnes en question.

M. P. ARBENZ (126) a étudié en coupes minces des *Diplopores* qui abondent dans l'Urgonien inférieur de la chaîne externe du Säntis. Ces algues paraissent appartenir à la même espèce que M. Lorenz a découverte dans la brèche de Tristel et qu'il a appelée *Diplopore Mühlbergi*; elles sont très communes dans l'Urgonien des Alpes suisses et françaises, où elles sont généralement associées à des Miliolidés et des Orbitolines. D'autres sections appartiennent probablement au genre *Munieria*.

M. FR. JACCARD (128) a décrit, sous le nom de *Chaetetes Lugeoni* nov. sp., un fossile provenant de l'Albien moyen de la Plaine Morte (Wildstrubel), et qui se compose d'une association hémisphérique de polypierites, divisés par des planchers transversaux et portant deux à cinq pseudosepta. Cet échantillon ressemble à *Chaetetes Beneckeii* Haug du Lias.

M. A. JEANNET (131) a récolté, dans une couche intercalée dans le Flysch du synclinal des Agittes (Préalpes vaudoises), une bélemnite, de petits gastéropodes, des lamellibranches, un polypier et des orbitolines qui permettent d'attribuer ce sédiment au Crétacique moyen.

En étudiant, d'autre part, le Gault du Jura, M. Jeannet a constaté la présence d'une espèce voisine de *Lytoceras Mahadeva* Stol. et de *Lyt. densifimbriatum* Uhl. soit dans la couche à *Hopl. tardefurcatus* des environs de Sainte-Croix, soit dans la zone à *Morton. Hugardi* de Mussel près de Bellegarde (130).

En troisième lieu, M. Jeannet (129) a créé une espèce et un genre nouveau pour une ammonite, qu'il a trouvée dans les collections du Musée de Lausanne mêlée aux fossiles de l'Albien moyen de la tuilerie de Pontarlier. Cette forme, dénommée *Jacobella Lugeoni*, qui ressemble beaucoup au *Paroniceras sternale* du Lias, paraît, à l'auteur, être en réalité un membre de la même famille à laquelle appartiennent les *Pulchellia*, les *Garnieria* et les *Flickia*.

Tertiaire.

M. E. FLEURY (136) a été amené par une étude d'ensemble des formations sidérolithiques, à distinguer deux phases dans la genèse de ces dépôts :

1^o Une phase de latérite, pendant laquelle se sont formés des produits semblables à ceux qui existent actuellement dans les régions cotières tropicales.

2^o Une phase de remaniement de ces latérites, pendant laquelle les formations sidérolithiques ont pris leur aspect définitif.

Cette notice préliminaire doit être suivie d'une description complète du Sidérolithique.

M. H. SCHARDT (138) a décrit un phénomène de **corrosion souterraine** qui est particulièrement fréquent dans la Pierre jaune de Neuchâtel (Hauterivien supérieur), et qui s'y présente d'une façon remarquablement nette à cause des nombreuses carrières de pierre à bâtir ouvertes dans cette formation.

Par places la roche est profondément altérée, et elle est traversée par des veines plus ou moins nombreuses remplies de limon sableux. Les parois de ces veines montrent des signes évidents de corrosion, et le remplissage qui les sépare l'une de l'autre paraît être composé essentiellement des éléments insolubles des calcaires encaissants. Il n'y a donc aucun doute que ces réseaux plus ou moins compliqués de veines correspondent à des systèmes d'anciennes fissures, dans lesquels les eaux se sont infiltrées et qu'elles ont attaquées par corrosion, élargissant les conduits, mais y laissant par contre les éléments fins insolubles qu'elles transportaient. On peut supposer, au moins dans certains cas, une circulation ascendante des eaux corrodantes, mais le plus souvent ces eaux ont dû être descendantes. On constate, en effet, que les réseaux corrodés tendent en général à s'étaler à proximité du contact de la Pierre jaune avec les calcaires marneux imperméables sous-jacents ; de plus et surtout, M. Schardt a trouvé, à plusieurs reprises, mêlés à des limons de remplissage qui peuvent être attribués à la corrosion et à la lévigation de l'Hauterivien ou de l'Urgonien, des matériaux qui sont indubitablement des argiles ou des sables albiens remaniés, et qui contiennent même des fossiles phosphatés déterminables du Gault. Ces matériaux n'ont pu évidemment qu'être entraînés de la surface dans les fissures d'infiltration par des eaux d'abord ruisselantes, puis souterraines. Il est du reste impossible de fixer exactement la proportion des éléments provenant de simple lévigation et des matériaux tombés de la surface dans les fissures.

Enfin, l'âge de ces formations peut varier entre le Crétacique supérieur et l'Aquitainien.

M^{lle} KAT. ANDREWS (135) a déterminé une centaine de feuilles et de fruits provenant de la **Molasse burdigalienne** des environs de Lausanne. Les éléments les plus abondants de cette flore sont des débris de *Cinnamomum* et des fruits d'*Acacia parschlugiana*. L'auteur a reconnu en tout 26 espèces, dont 24 sont signalées ailleurs dans le Burdigalien.

M. O. WÜRTEMBERGER (139) a établi la liste suivante pour une collection de fossiles extraits de la **Molasse thurgovienne** d'Emmishofen et de Tägerwilen :

| | |
|--|----------------------------------|
| <i>Hylobatus antiquus</i> . | <i>Mastodon angustidens</i> Cuv. |
| <i>Stenofiber minutus</i> H. v. M. | <i>Unio flabellatus</i> Gold. |
| <i>Hyotherium Scemmeringi</i> H. v. M. | <i>Limneus pachygaster</i> Th. |
| <i>Dicroceros elegans</i> Lart. | <i>Planorbis solidus</i> . |

M. E. SCHAAD a entrepris une étude monographique de la **Nagelfluh jurassienne** (137), telle qu'elle est développée dans le Jura bâlois, dans le Jura argovien, au N de Kaiserstuhl, puis dans la région comprise entre le Randen et le Danube.

Dans le Jura bâlois la Nagelfluh jurassienne prend une grande extension au S de l'Ergolz entre les lignes Liestal-Reigoldswyl et Gelterkinden-Kilchberg. Ces conglomerats sont constitués par des éléments de dimensions très diverses, très inégalement arrondis et dont la stratification varie beaucoup ; leur degré de cimentation diffère également beaucoup d'un point à un autre. La grosseur des galets tendant à y diminuer du N au S, on peut admettre qu'ils ont été déposés par des courants venant du N, ce qui est du reste confirmé par l'allure générale de la stratification. Les éléments les plus abondants sont fournis par le Dogger, 35-55 % le Muschelkalk 20-45 %, le Malm 15-25 % ; le Buntsandstein est représenté par des galets peu nombreux, mais de dimensions généralement grandes ; quelques cailloux cristallins semblent provenir exclusivement de la Forêt Noire ; enfin quelques échantillons de calcaires d'eau douce ou de molasse marine, 1-2 %, représentent les formations tertiaires.

Ces dépôts, dont l'origine septentrionale ne fait pas de doute, sont plus anciens que le plissement final des chaînes jurassiennes et appartiennent au Miocène supérieur (Tortonien). Ils reposent en transgression sur une surface irrégulièrement érodée, formée tantôt par des sédiments tertiaires,

tantôt par l'un ou l'autre des niveaux du Jurassique supérieur ou moyen ; ils n'ont pas été affectés, dans la règle, par les fractures nombreuses qui coupent les terrains jurassiques. Il faut vraisemblablement y voir des apports fluviaux jetés sur le Jura bâlois après qu'un premier soulèvement des chaînes jurassiennes eut séparé cette région du grand bassin molassique suisse et y eut déterminé l'établissement d'un régime lacustre.

La Nagelfluh du Jura argovien ne paraît pas avoir fait partie du même complexe stratigraphique que celle du Jura bâlois ; sa base se trouve, d'une façon générale, à un niveau plus bas et elle s'abaisse rapidement vers le SE ; de plus, sa composition est différente ; elle comporte une forte proportion de couches marneuses à *Helix* et un mélange beaucoup plus abondant d'éléments fins avec les galets, qui vaut au dépôt une dureté notablement plus grande. Les gros éléments de ces conglomérats appartiennent exclusivement au Hauptrogenstein, aux divers niveaux du Malm et, pour une faible part, au Tertiaire.

Ce complexe repose sur l'Oxfordien vers l'W, sur les niveaux plus élevés du Jurassique vers l'E ; à sa base on trouve parfois des couches de molasse helvétique ou de molasse d'eau douce inférieure, tandis qu'il est au contraire recouvert, sur plusieurs points, par la Molasse d'eau douce supérieure ; on peut donc le considérer, sans hésitation, comme l'homologue jurassien de la base de cette dernière. Les courants qui ont amené les matériaux de ces dépôts devaient venir du N et peut-être de l'W, et l'absence de galets du Trias ou du Cristallin indique une aire d'origine où l'érosion était moins avancée que dans celle de la Nagelfluh contemporaine du Jura bâlois.

La Nagelfluh jurassienne couvre un petit territoire entre le Rhin et le Klettgau au N de Kaiserstuhl, et offre, en cet endroit, ce trait particulier de débiter, à sa partie inférieure, par une série épaisse de grès marneux qui ne contiennent que des galets isolés. Mais les conglomérats tertiaires prennent surtout une grande extension entre le Randen et le Danube, à partir d'une grande fracture passant par Thaingen et Fületzen jusqu'à Tuttlingen. Le plan de superposition de la Nagelfluh s'abaisse du NW au SE et touche des niveaux toujours plus jeunes du Jurassique à mesure qu'il s'éloigne de la Forêt Noire. Par places des calcaires ou des marnes tertiaires séparent les conglomérats du Jurassique sous-jacent.

La composition de la Nagelfluh du Randen et du territoire situé plus au N est caractérisée par la proportion très forte des éléments sableux et marneux ; quant aux galets ils proviennent soit du Jurassique, soit du Trias ou du Cristallin environnants et se mêlent en quantités relatives très diverses ; mais, d'une façon générale, on peut dire que la proportion des galets triasiques et cristallins augmente d'une part dans la direction du NW, soit de la Forêt Noire, d'autre part, de bas en haut.

Les couches à galets reposent tantôt sur le Jurassique, tantôt sur des marnes tertiaires à *Helix* ou sur des grès helvétiques à huîtres et à mélanies ; l'auteur donne plusieurs profils détaillés de la base de ces formations tertiaires pris dans la région de Thengen et d'Altorf, qui montrent la superposition fréquente sur la molasse marine d'un complexe saumâtre ou lacustre. Ce dépôt paraît avoir eu une extension générale avant la formation de la Nagelfluh, mais il a été enlevé souvent par érosion et les poudingues reposent ainsi suivant une surface très irrégulière sur leur soubassement tertiaire ou jurassique. Sur la Nagelfluh reposent, par places, en particulier au Wannenberg, près de Thengen, des calcaires d'eau douce œningiens associés à des tuffs basaltiques. On peut donc considérer les conglomérats comme appartenant au Tortonien. Quant à l'origine des matériaux qui les forment, M. Schaad réfute l'opinion soutenue par MM. Württenberger, Schalch et Früh qui suppose des courants venus de l'W et admet, au contraire, que les galets en question proviennent directement de la Forêt Noire ; si certains d'entre eux appartiennent à des roches qui ne se trouvent plus en place dans la partie SE de la Forêt Noire, cela tient simplement au démantèlement qui, depuis le dépôt de la Nagelfluh, a achevé de détruire les derniers vestiges de ces roches.

Après avoir donné quelques renseignements sur les conglomérats miocènes des environs de Sigmaringen, l'auteur résume ses observations, en constatant que la Nagelfluh jurassienne doit être envisagée comme un ensemble de dépôts formés à l'époque tortonienne autour et au dépens du massif de la Forêt noire par une série de cours d'eau indépendants, tandis qu'entre les aires d'alluvionnement devaient exister des lacs, où se formaient des calcaires d'eau douce. Puis il termine par quelques considérations générales concernant les modifications diverses subies par certains galets, soit par décomposition, soit par corrosion, soit par pression.

Quaternaire.

Formations pleistocènes. — M. F. MÜHLBERG (151) a publié, en 1908, un court résumé d'une conférence faite l'année précédente sur les diverses phases de la période glaciaire en Suisse (voir Revue pour 1907, p. 445).

M. G. RÖESSINGER (153) a découvert, dans la moraine du pied du Jura, aux environs de Gilly et de Vinzel, des blocs de calcaire gris cénomanien fossilifère, qui sont évidemment d'origine jurassienne.

A propos de l'achat, par la Société helvétique des sciences naturelles, de la **Pierre des Marmettes**, un des plus beaux blocs erratiques des environs de Monthey, M. H. SCHARDT a consacré quelques pages à l'imposant dépôt morainique, comprenant une série ininterrompue de gros blocs, qui se développe là sur environ 3 km. de longueur, à 100-150 m. au-dessus du fond de la vallée (156). Il a décrit non seulement la Pierre des Marmettes, mais tous les plus beaux échantillons erratiques de la région, et a rappelé qu'une partie considérable de ces témoins de la période glaciaire ont déjà été victime du marteau impitoyable des carriers.

L'auteur montre que la moraine de Monthey a été déposée, pendant le stade de Bühl, sur le flanc gauche du glacier du Rhône, qui était formé, sur ce parcours, par le glacier de la Dranse descendant du versant S du massif du Mont-Blanc: Cette formation a été accumulée probablement en même temps que la moraine du Ravoir au-dessus de Martigny (1200-1300 m.). Elle repose tantôt sur de la moraine graveleuse, tantôt sur la roche en place, Urgonien et Flysch, dont la surface est fréquemment moutonnée.

Cette notice a été traduite en français pour les *Eclogæ* (155).

M. K. STRÜBIN (157), continuant ses observations sur les **blocs erratiques du Jura bâlois**, a signalé encore douze échantillons nouvellement découverts. Ces blocs proviennent de diverses régions des Alpes valaisannes, du massif du Mont-Blanc et de la zone des Aiguilles Rouges.

M. B. AEBERHARDT, qui s'est consacré, depuis bien des années, à l'étude des **terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale**, a proposé une conception du sujet, qui s'écarte absolument des idées émises par MM. Penck et Brückner (141).

Il remarque d'abord que la Basse Terrasse, au lieu de cesser dans la région de Wangen, comme on l'admet généralement, se suit, d'une façon continue, jusqu'aux environs d'Aarberg, reposant, par l'intermédiaire de dépôts morainiques, sur la surface ravinée de la molasse et supportant de la moraine de fond. Il attribue au même système d'alluvions, des terrasses qui subsistent à Biberen, à Guin et à Fribourg (625 m.), ainsi que d'autres qui bordent la vallée actuelle de la Sarine jusque dans les environs de Bulle, Broc et Gruyère et admet même que la Basse Terrasse se continue dans la Gruyère jusqu'à Montbovon.

De même, M. Aeberhardt croit avoir suivi les alluvions de la Haute Terrasse depuis les environs d'Aarau, par les hauteurs qui dominent Aarwangen au N, par le Bucheggberg, le Büttenberg et le Jensberg, par la vallée sèche de Lyss-Münchenbuchsee et les environs de Berne, par Fribourg et Marly jusqu'à Broc. Le niveau du socle molassique sous-jacent à ces alluvions s'élève graduellement de 385 m. à Brugg, à 530 m. au Büttenberg, 540 m. à Schüpfen, 560 m. à Berne, 645 m. à Fribourg, 711 m. à Broc. La nature des galets concorde partout avec une origine fluviale, nulle part avec un transport glaciaire.

Après avoir montré l'impossibilité d'établir avec sûreté l'âge d'une alluvion ou d'une moraine d'après l'état de cimentation de ce dépôt, ou l'épaisseur de sa couche d'oxydation superficielle, ou le degré de décomposition de ses galets cristallins, l'auteur cite comme devant appartenir au système du Deckenschotter récent des alluvions qu'il a constatées au-dessus de Schüpfen, à 630 m., et au sommet de la colline de Morlon près de Bulle, à 780 m.

Comme sur toute leur étendue ces trois systèmes d'alluvions sont constitués non de galets rhodaniens, mais d'éléments empruntés aux bassins de l'Aar et de la Sarine, leur origine fluviale paraît hors de doute. Dans le territoire intramorainique de la Suisse occidentale, l'auteur ne connaît comme dépôt nettement glaciaire que les deux niveaux de moraine de fond qui encadrent les alluvions de la Basse Terrasse, ce qui le rend sceptique sur les quatre glaciations généralement admises. Il considère comme alluvions fluvio-glaciaires des accumulations de graviers montrant une stratification torrentielle, qui se trouvent un peu partout où les glaciers ont passé en dehors des vallées. Il admet la superposition, dans le temps et dans l'espace, des moraines terminales avec leurs cônes de transition sur les terrasses d'alluvions. Enfin, il cherche à prouver, par la conservation même

des terrasses intramorainiques, que l'action érosive des glaciers a été beaucoup moins énergique qu'on ne le suppose généralement et qu'elle n'a pu déterminer un véritable surcreusement que dans certaines conditions.

Dans une seconde note M. AEBERHARDT (140) est revenu sur le même sujet, discutant d'abord brièvement les relations des Basses et des Hautes Terrasses avec les moraines de Würm et de Riss dans les bassins de l'Iller, du Lech, de l'Isar, de l'Inn et de la Salzach, puis abordant plus en détail le problème dans le bassin du Rhône.

Il insiste sur l'importance que prennent, au point de vue de la genèse de la Basse Terrasse, les dépôts de moraine de fond qu'on trouve à peu près partout à la base de ces alluvions, depuis les environs de Brugg et d'Aarau, jusqu'à ceux de Bulle d'une part, de Genève de l'autre. Il reprend ensuite l'étude de la répartition de la Basse Terrasse dans le territoire intramorainique de la Suisse occidentale, et montre l'impossibilité d'attribuer à la première phase de retrait de la glaciation de Würm les alluvions couvertes de moraines du Seeland, comme le font MM. Brückner et Nussbaum. Il explique pourquoi la terrasse de Fribourg ne peut être pour lui que la Basse Terrasse et pourquoi les alluvions de la Gruyère, attribuées par M. Nussbaum à la phase de Bühl, doivent être beaucoup plus anciennes, 1^o parce qu'elles sont couvertes par les moraines de la dernière glaciation, 2^o parce qu'elles se relient par leur niveau d'une façon pour ainsi dire continue aux Basses Terrasses; 3^o parce que, depuis le dépôt de ces alluvions, la Sarine s'est creusé plusieurs tronçons épigénétiques, dont l'origine doit se rattacher à des barrages glaciaires.

A propos de la prolongation intramorainique de la Haute Terrasse, M. Aeberhardt décrit les alluvions de Bannwyl près d'Aarwangen, celles de la colline de Karlsruhe à Berne et celles du plateau de Lorette à Fribourg.

Enfin, l'auteur explique la présence de plusieurs seuils rocheux en travers de la vallée de la Gruyère par des déplacements latéraux de la rivière sur d'anciens thalwegs tapissés par des nappes d'alluvions. Puis il conclut que les phases d'érosion et les phases d'alluvionnement des vallées alpines ont été, les unes et les autres, essentiellement interglaciaires, les périodes de grande crue des glaciers n'ayant été que des épisodes répétés mais courts dans l'ensemble des temps pleistocènes.

Un résumé très bref de ces idées a été publié dans les Actes de la Soc. helvét. des Sc. nat. (142).

Dans des publications antérieures consacrées aux vallées de l'Inn, de l'Oetz et de l'Oglio, M. H. HESS avait cherché à montrer que les versants de ces vallées sont étagés et coupés par quatre ruptures de pentes, que ce caractère doit être général dans toutes les grandes vallées alpines et résulter de la succession de quatre phases d'érosion glaciaire, correspondant chacune à une des quatre grandes glaciations reconnues par MM. Penck et Brückner.

L'énoncé de ces idées ayant suscité plusieurs critiques, de la part particulièrement de MM. Penck et Brückner, M. H. Hess a voulu les contrôler par une étude topographique détaillée de la **vallée du Rhône** en Valais, basée sur l'atlas Siegfried (150).

Par ce travail il a constaté l'existence d'une première rupture de pente qui se trouve à environ à 3000 m. à la Furka à 2400 m. au-dessus de Viège, à 2200-2300 au-dessus de Sion, à 2100 au-dessus de Martigny et à 1800 m. au-dessus de Villeneuve. Cette ligne qui établit la démarcation entre les régions déchiquetées supérieures et les régions polies par le glacier, correspond à la limite entre l'ancienne vallée préglaciaire et le trog de la glaciation de Günz.

Une seconde rupture de pente qui se suit le long de la vallée, se trouve à 2100 m. au-dessus de Viège, à 1800 m. au-dessus de Sion, à 1600 m. au-dessus de Martigny, à 1500 m. au-dessus de Villeneuve. Elle correspond au bord supérieur du trog de Mindel, creusé dans le fond du trog de Günz.

La troisième rupture de pente se trouve au niveau de 2700 m. à la Furka, de 1500 m. au-dessus de Viège, de 1300 m. au-dessus de Sion, de 1100 m. au-dessus de Martigny, de 1000 m. au-dessus de Villeneuve ; cette ligne aboutit dans la plaine molassique exactement à l'altitude de la pénéplaine d'abrasion supérieure de M. Brückner ; très nette dans la topographie non seulement de la vallée du Rhône, mais aussi des grandes vallées affluentes, elle a été envisagée par M. Brückner comme marquant le bord interne de l'ancienne vallée préglaciaire, tandis que, pour M. Hess, elle représente la limite supérieure du trog de Riss, creusé dans le fond du trog de Mindel.

Enfin, une quatrième rupture de pente existe au niveau de 1000 m. au-dessus de Viège, de 800 m. au-dessus de Sion, de 700 m. au-dessus de Martigny, de 700 m. au-dessus de Villeneuve ; elle porte la terrasse inférieure de M. Brückner, qui en réalité représente le fond du trog de Riss, dans lequel celui de Würm a été creusé.

Les quatre sortes de terrasses, dont M. Hess a ainsi établi l'existence, ont des inclinaisons qui diminuent de l'amont vers l'aval et qui s'atténuent progressivement de la terrasse la plus élevée à la plus basse, cette dernière cheminant presque parallèlement au fond actuel de la vallée.

L'auteur développe ensuite la théorie générale de l'érosion glaciaire et l'applique au cas particulier du Valais, dans lequel les quatre trogs emboîtés les uns dans les autres de la vallée du Rhône doivent être considérés comme ayant été creusés pendant quatre phases d'érosion glaciaire successives et distinctes, soit pendant les quatre glaciations de Günz, de Mindel, de Riss et de Würm. Il montre que le niveau qu'il attribue lui-même à la vallée du Rhône préglaciaire s'accorde mieux que celui supposé par M. Brückner avec le niveau de la pénéplaine subalpine. Il reconnaît que le glacier du Rhône devait, en particulier pendant la dernière glaciation, déborder notablement hors de son trog et atteindre un niveau beaucoup plus élevé que le bord de celui-ci ; mais il discute le prolongement des moraines de Würm dans l'intérieur du Valais, tel qu'il a été établi par M. Brückner, et montre que les raccords supposés par ce dernier sont loin d'être certains.

Cette étude de M. Hess est complétée par 35 profils topographiques à travers la vallée du Rhône et les principales vallées affluentes, par une carte au 1 : 250 000 et par un tableau des altitudes des quatre ruptures de pentes en question.

Il me paraît utile de citer brièvement ici deux publications récentes de M. O. AMPFERER (143 et 144), dans lesquelles la question de l'origine des **terrasses de la vallée inférieure de l'Inn** est soumise à un nouvel examen.

Dans la description synthétique que M. Penck a donnée de ces terrasses, celles-ci sont réparties en deux systèmes, dont l'un, développé vers l'aval, est mis en relation directe avec l'oscillation de Laufen, dont l'autre, existant plus en amont, est considéré comme une accumulation fluvioglaciaire contemporaine de l'oscillation d'Achen et du stade de Bühl. M. Ampferer ne peut se rallier à cette manière de voir et y fait une série d'objections tirées d'un grand nombre de faits de détails que je ne puis citer ici. Il établit, d'une façon générale, que les alluvions de l'Innthal constituent un seul et même système, qui est non seulement continu par sa répartition géographique, mais est encore homogène par sa composition et sa structure ; il montre que ces dépôts sont compris entre deux niveaux de moraines, dont l'un appartient à

la glaciation de Riss, l'autre à celle de Würm, et qu'ils passent progressivement de bas en haut de l'état d'argiles rubanées, par l'intermédiaire de sables et de graviers, à l'état de véritables alluvions contenant même par places de gros blocs. Il insiste sur le fait que cet alluvionnement essentiellement fluvial a commencé par la vallée de l'Inn et s'est propagé de là dans les vallées latérales et admet, pour expliquer cet ensemble de faits, que des déformations tectoniques ont affecté, pendant la période interglaciaire Riss-Würm, cette région des Alpes, de façon à diminuer la pente des vallées et à provoquer ainsi un alluvionnement intense là où jusqu'alors avait prédominé l'érosion. Les sables et les graviers de l'Innthal seraient ainsi des dépôts interglaciaires jetés par l'Inn sur des tronçons plats de vallées et dans de grands lacs formés tectoniquement. Après cet alluvionnement serait intervenue la glaciation de Würm pendant laquelle le glacier de l'Inn, labourant les glaciers déposés peu auparavant dans la vallée principale, les aurait entraînés en grande partie jusque devant son front, tandis que les alluvions des vallées latérales auraient été en grande partie épargnées.

M. Ampferer suppose que les idées qu'il a tirées de l'étude spéciale du bassin de l'Inn pourront se vérifier dans d'autres grandes vallées alpines et prendre ainsi une application générale.

M. A. GUTZWILLER (147) a fait quelques observations nouvelles sur les **alluvions à fossiles végétaux de Saint-Jacques** près de Bâle, dont l'âge a été apprécié différemment par O. Heer et par lui-même ; il a pu constater la présence, sur les terrasses d'érosion de la Basse Terrasse, de graviers post-glaciaires d'âges différents et identifier la couche de Saint-Jacques avec l'un de ces dépôts. Il s'est convaincu, d'autre part, de l'analogie absolue de la flore de Saint-Jacques avec celle des schistes carbonneux d'Uznach, ce qui l'a conduit à attribuer les alluvions qui la renferment au stade de Bühl.

M. Gutzwiller a étudié, en second lieu, des graviers qui sont enfoncés dans des dolines du Rogenstein près de Saint-Jacques et couverts par les dépôts de la Basse Terrasse. Il attribue ces lambeaux au niveau du Deckenschotter de la Haute Alsace.

Dépôts récents. — M. H. SCHARDT (154) a découvert, dans le vallon de la Creuze, au-dessus de Saint-Blaise, une couche épaisse de 1^m8 de terre tuffeuse, qui recouvre une pierre tombale romaine du deuxième siècle, et qui a évidemment été dé-

posée par les débordements d'un ruisseau dans un laps de temps relativement court.

Ossements pleistocènes. — M. K. HESCHELER (149) a signalé la découverte d'une vertèbre cervicale d'*Ovibos moschatus* dans les graviers de Jacob, près du lac de Constance. Il a montré que les couches, qui ont fourni ce fossile, doivent dater de l'oscillation d'Achen ou du stade de Bühl et en a conclu que l'existence du bœuf musqué en Suisse, au moment de l'occupation du Kesslerloch, ne peut plus faire de doute.

A l'occasion de l'achat, par le Musée du Polytechnikum de Zurich, d'un squelette de *Cervus euryceros* provenant des tourbières d'Irlande, M. K. HESCHELER (148) a publié une notice consacrée à cette espèce préhistorique. Il rappelle que des restes de ce cerf géant ont été découverts non seulement en Grande-Bretagne, mais en France, en Allemagne, en Autriche, en Hongrie, en Russie, dans le N de l'Italie, que la présence de cette espèce en Suisse pendant le Quaternaire n'a, par contre, pas encore été démontrée. Il montre d'autre part que *Cervus euryceros* se trouve, en particulier en Allemagne, dès la base des formations pleistocènes jusqu'à la période de Würm, et qu'il s'est perpétué en Irlande pendant les temps postglaciaires.

Après avoir décrit sommairement le squelette de *Cervus euryceros*, M. Hescheler expose les idées diverses émises sur la question des relations existant entre cette espèce et les autres Cervidés pleistocènes ou actuels et montre que ce problème est actuellement loin d'être résolu. Puis, dans un dernier chapitre, l'auteur fait ressortir la concordance qui existe entre le développement ontogénique des bois chez les cerfs quaternaires et actuels et l'évolution phylétique de ces bois chez les Cervidés tertiaires.

J'ai analysé, dans la revue pour 1907, l'importante monographie dans laquelle M. K. Heierli et plusieurs collaborateurs ont rendu compte des résultats des dernières fouilles effectuées au **Kesslerloch** près de Thayngen (Schaffhouse). Cette publication a été depuis lors analysée et critiquée d'une façon peu bienveillante par M. J. NUESCH, le principal explorateur du Kesslerloch (152), et par M. G. BUSCHAU-STETTIN (146).

TABLE DES MATIÈRES

de la Revue géologique suisse.

| | Pages |
|--|----------------|
| Liste bibliographique | 577 |
| Nécrologies et bibliographies | 586 |
| P. de Loriol. | 586 |
| I. Minéralogie et Pétrographie | 589 |
| MINÉRALOGIE. Description de minéraux | 589 |
| Cristallisation du quartz | 590 |
| Ouralitisation | 590 |
| Cristallographie. | 590 |
| PÉTROGRAPHIE. Serpentes des Alpes lépontines | 591 |
| Péridotites granatifères du Tessin | 591 |
| Gneiss du Tessin | 593 |
| Schistes cristallins du Saint-Gothard | 599 |
| II. Géophysique. Erosion et corrosion | 603 |
| Morphologie géophysique. | 605 |
| Sources | 608 |
| Lacs. | 608 |
| Glaciers et névés | 615 |
| Transports éoliens. | 618 |
| Eboulements | 618 |
| Plasticité des roches | 618 |
| Variation de la gravité. | 621 |
| Géothermie. | 622 |
| Tremblements de terre. | 623 |
| Plissements. Orogénie | 625 |
| Volcanisme. | 625 |

| | Pages |
|--|-------|
| III. Tectonique. Descriptions régionales | 625 |
| <i>Tectonique alpine en général</i> | 625 |
| <i>Alpes. Alpes orientales</i> | 632 |
| <i>Zones du Piémont et des schistes lustrés</i> | 644 |
| <i>Hautes Alpes calcaires</i> | 648 |
| <i>Préalpes et Klippes</i> | 666 |
| <i>Plateau molassique</i> | 690 |
| <i>Jura</i> | 693 |
| IV. Stratigraphie et Paléontologie. Trias | 702 |
| <i>Jurassique</i> | 703 |
| <i>Crétacique</i> | 708 |
| <i>Tertiaire</i> | 710 |
| <i>Quaternaire. Formations pléistocènes</i> | 715 |
| <i>Dépôts récents</i> | 721 |
| <i>Ossements pléistocènes</i> | 721 |