

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

Rubrik: Revue géologique suisse pour l'année 1907

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: 13.12.2025

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

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Revue géologique suisse pour l'année 1907.

Nº XXXVIII¹

par CH. SARASIN.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

a) MINÉRALOGIE.

1. E. BAUMBERGER. Die Eisenerze im Schweizer Jura. *Mittheil. der naturf. Gesell. Bern*, 1907, 10 p. (Voir p. 319.)
2. H. BAUMHAUER. Ueber das Gesetz der regelmässigen Verwachsung von Rutil und Eisenglanz. *Zeitschrift f. Krystal.*, B. XLIII, 4, p. 64-67. (Voir p. 311.)
3. H. L. BOWMAN. Hamlinite from the Binnenthal. *Proceed. Miner. Soc. London*, séance du 11 juin 1907. (Voir p. 308.)
4. K. BUSZ. Apatit und Milarit von Gletsch am Rhonegletscher in der Schweiz. *Centralbl. f. Min. Geol u. Pal.*, 1906, p. 753-761. (Voir p. 310.)
5. L. DUPARC et HORNUNG. Constitution chimique et propriétés optiques des amphiboles. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXIII, p. 505-508. (Voir p. 311.)
6. A. GREBEL. Beiträge zur Mineralogie der Alpen. *Eclogæ*, t. IX, p. 439-440. (Voir p. 311.)
7. A. HUTCHINSON. The chemical composition of Lengenbächite. *Min. Magas.*, XIV, № 66, p. 204-206. (Voir p. 309.)
8. J. KÖNIGSBERGER. Beryll aus dem Valser Thal. *Eclogæ*, t. IX, p. 438. (Voir p. 308.)
9. G. LINCK. Orthoklas aus dem Dolomit von Campolongo. *Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal.*, 1907, I, p. 21-31. (Voir p. 307.)
10. L. ROLLIER. Les mines de fer du Jura. *Rameau de Sapin*, mars, avril, mai et juillet 1907. (Voir p. 319.)
11. H. SCHARDT. Produits minéraux de la Suisse. *Diction. géogr. de la Suisse*, t. V, p. 451-473, 1907. (Voir p. 317.)
12. C. SCHMIDT. Asphalt, Steinsalz, Erze. *Handwörterbuch der schweiz. Volkswirtschaft, Sozialpolitik u. Verwaltung*, B. III, p. 91-154. (Voir p. 312.)

¹ Par suite d'une erreur, le № XXXIV de la *Revue* a été reproduit deux fois. Les chiffres XXXIV, XXXV, XXXVI, doivent donc être remplacés par les chiffres XXXV, XXXVI, XXXVII.

13. R.-H. SOLLY and G.-T. PRIOR. Tenantite from the Binnenthal. *Proceed. Miner. Soc. London*, 19 mars 1907. (Voir p. 308.)
14. CH. TRECHMANN. Crystallography of Sartorite from Binn. *Min. Magas.*, XIV, № 66, p. 212-229. (Voir p. 309.)
15. CH. TRECHMANN. Ueber den Skleroklas von Binn. *Zeitschrift f. Krystal.*, XLIII, 1907, p. 548-563. (Voir p. 310.)

b) PÉTROGRAPHIE.

16. U. GRUBENMANN. Die Marmore. *Mittheil. der thurgau. nat. Gesell.*, XLII, p. 177. (Voir p. 332.)
17. U. GRUBENMANN. Vorläufige Mittheilung über einen schweizerischen Sillimanitgneiss. *Vierteljahrsschrift der nat. Gesell. Zürich*, Jahrg. 1907, LII, p. 279-282. (Voir p. 324.)
18. U. GRUBENMANN. Das Werden der Gesteine. *Mittheil. der thurgau. nat. Gesell.*, XVII, 1906, p. 169-170. (Voir p. 320.)
19. U. GRUBENMANN. Ueber Steinbeile an den thurgauischen Pfahlbauten bei Steckborn und Kreuzlingen. *Mittheil. der thurgau. nat. Gesell.*, 1907. (Voir p. 329.)
20. U. GRUBENMANN, E. LETSCH, B. ZSCHOKKE, L. ROLLIER, R. MOSER, mit Mitarbeitung mehrerer Autoren. Die schweizerischen Tonlagen. *Mat. Carte géol. de la Suisse, série géotechnique*, livr. IV, 782 p., 1 carte et 4 pl. (Voir p. 330.)
21. E. HUGI. Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen in der nördlichen Gneisszone des zentralen Aarmassives. *Ectogae*, IX, p. 441-464. (Voir p. 322.)
22. G. KLEMM. Bericht über Untersuchungen an den sogenannten Gneissen und den metamorphen Schiefern der Tessiner Alpen, IVter Theil. *Sitzungsber. der K. preuss. Akad. der Wissen.*, 1907, p. 245-258. (Voir p. 320.)
23. H. PREISWERK. Die Grünschiefer in Jura und Trias des Simplon-gebietes. *Mat. Carte géol. de la Suisse*, livr. XXVI, 1^{re} partie, 42 p. (Voir p. 324.)
24. C.-G.-S. SANDBERG. L'âge du granite alpin. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 581-594. (Voir p. 320.)
25. CH. TARNUZZER. Notiz über den Marmor von Lavin. *Jahresber. der nat. Gesell. Graubündens*, 1907, 5 p. (Voir p. 332.)
26. L. WEHRLI. Entstehung unserer Lehmlager. *Verh. der schweiz. nat. Gesell.* 89. *Versam.*, St. Gallen, 1906, et *Ectogae*, IX, p. 394-395. (Voir p. 332.)

c) GÉOPHYSIQUE.

27. A. BALTZER. L'éboulement de mai 1907 à Kienthal. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat., Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXIV, p. 470-472, 1907. (Voir p. 340.)
28. J. BEGLINGER. Urmeer und Festland. *Verh. der schweiz. naturf.*, 89. *Versam.*, St. Gallen, 1906, p. 60.
29. E. BRÜCKNER. Bericht der Flusskommission für das Jahr 1905-1906. *Verh. der schweiz. nat. Gesell.*, 89. *Versam.* St. Gallen, 1906, p. 484-486. (Voir p. 336.)
30. A. BRUN. Le Volcanisme. *Le Globe, org. de la Soc. de géogr. de Genève*, XLVI, Mémoires, p. 1-16. (Voir p. 347.)

31. L.-W. COLLET. La glauconie. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, 1907, p. 94-96. (Voir p. 338.)
32. J. FAVRE et M. THIÉBAUD. Monographie des marais de Pouillerel. *Bull. Soc. neuch. des Sc. nat.*, XXXIV, p. 23-87. (Voir p. 336.)
33. F.-A. FOREL. Les variations périodiques des glaciers, 21^e rapport, 1905. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 36-44. (Voir p. 339.)
34. F.-A. FOREL, M. LUGEON et E. MURET. Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses, 27^e rapport, 1906. *An. du S. A. C*, XLII^e année, 1907, p. 273-290. (Voir p. 339.)
35. J. FRÜH. Nachtrag zu « Naturbrücken und verwandte Formen mit spezieller Berücksichtigung der Schweiz. » *Jahrb. der St. Gall. nat. Gesell.*, 1906, 41 p., 3 pl. (Voir p. 332.)
36. A. GAUTIER. Intervention réelle de l'eau dans les phénomènes éruptifs. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 463-468. (Voir p. 348.)
37. E. HAGENBACH-BISCHOFF. Bericht der Gletscher-Kommission für das Jahr 1905-1906. *Verh. der schweiz. nat. Gesell.*, 89. Versam., St. Gallen, 1906, p. 487-491. (Voir p. 340.)
38. ALB. HEIM und J. FRÜH. Bericht der Erdbeben-Kommission für das Jahr 1905-1906. *Verh. der schweiz. nat. Gesell.*, 89. Versam., St. Gallen, 1906, p. 477-480. (Voir p. 346.)
39. M. LUGEON. Calcaire corrodé de Feydey sur Leysin. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 206-207 et *C. R. des séances de la Soc. vaud. des Sc. nat.*, 5 déc. 1906. (Voir p. 334.)
40. J. MEISTER. Mittheilungen über Quellen und Grundwasserläufe im Kanton Schaffhausen. *Beil. zum Jahresber. der Kantonsschule Schaffhausen*, 1906-1907., 50 p. (Voir p. 335.)
41. R. MEYER. Beitrag zur Frage der Selbsteinigung der Flüsse, speziell derjenigen der Töss. *Thèse présentée à la Fac. des Sc. univ. de Zurich*, 1907, 56 p., 1 pl. (Voir p. 334.)
42. P.-L. MERCANTON. La méthode de Folgereiter et son rôle en géophysique. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 467-482. (Voir p. 348.)
43. V. MONTI. Di alcune possibili relazioni fra la sismicità della Svizzera e dell'Alta Italia. *Atti, R. Accad. di Lincei*, 1907, *R. C. Cl. fis. mat. et nat.*, 1er juin, XVI, p. 916-920. (Voir p. 347.)
44. A. DE QUERVAIN. Die Erdbeben der Schweiz im Jahre 1905. *Ann. der schweiz. meteor. Zentralanstalt*, Jahrg. 1905. (Voir p. 343.)
45. A. DE QUERVAIN. Die Erdbeben der Schweiz im Jahre 1906. *Ann. der schweiz. meteor. Zentralanstalt*, Jahrg. 1906. (Voir p. 345.)
46. L. ROLLIER. Une pluie de pierres survenue à Trélex (Vaud), le 20 février 1907. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 486. (Voir p. 340.)
47. H. SCHARDT. Le tremblement de terre du 29 mars 1907 à Neuchâtel. *C. R. Soc. neuch. des Sc. nat.*, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 614-616. (Voir p. 347.)
48. H. SCHARDT. L'éboulement du Grugnay près Chamoson (Valais). *Bull. Soc. murithienne des Sc. nat. du Valais*, XXXIV, p. 205-223. (Voir p. 341.)
49. C. SCHMIDT. Untersuchungen über die Standfestigkeit der Gesteine im Simplontunnel. *Gutachten an die Dir. der schweiz. Bundesbahnen*, Bern, 1907, 63 p., 3 pl. (Voir p. 342.)
50. C. SCHMIDT. Erwiderung auf die vom 1. Okt. 1907 datierten Antworten der Baugesellschaft für den Simplontunnel. Brandt, Brandau

& Cie, Winterthur. *Beil. 2 zum Schreiben der Generaldirektion der schweiz. Bundesbahnen an das eidg. Post u. Eisenbahn-Depart.* № 55, 220-IV. (Voir p. 343.)

51. CH. TARNUZZER. Temperaturmessungen unter des Eiskeide des Canova-Sees im Domleschg. *Jahresber. der nat. Gesell. Graubündens*, 1907, 9 p. (Voir p. 336.)

52. CH. WALKMEISTER. Beobachtungen über Erosionserscheinungen im Plessurgebiet. *Jahresber. der St. Gall. nat. Gesell. f. das Jahr 1906*, p. 151-207, 1907. (Voir p. 333.)

d) TECTONIQUE. — DESCRIPTIONS RÉGIONALES.

Alpes.

53. O. AMPFERER. Ueber Bewegungsbild von Faltengebirgen. *Jahrbuch der K. K. geol. Reichanstalt, Wien*, LVI, 1906, p. 539-620. (Voir p. 364.)

54. O. AMPFERER. Zur neuesten geologischen Erforschung des Rhätikon-gebirges. *Verh. der K. K. geol. Reichanstalt, Wien*, 1907, № 7, p. 192-206. (Voir p. 376.)

55. P. ARBENZ. Zur Geologie des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. *Eclogæ*, IX, p. 464-483. (Voir p. 381.)

56. P. ARBENZ. Géologie des chaînes comprises entre Engelberg et Meiringen. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 480-482. (Voir p. 384.)

57. P. ARBENZ. Bericht über die Exkursion des oberrhein. geol. Vereins durch das Walenseethal am 5-6 April 1907. *Ber. über die XL Versam. des oberrh. geol. Vereins zu Lindau*, 1907, 7 p. (Voir p. 385.)

58. A. BALTZER. Erläuterungen zur geologischen Karte der Gebirge zwischen Lauterbrunnenthal, Kanderthal und Thunersee von E. Gerber, E. Helgers und A. Tröesch. Herausgegeben von der *geolog. Kom. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1907, 38 p., 1 pl. (Voir p. 377.)

59. T.-G. BONNEY. On the southern origin attributed to the northern zone in the Savoy and Swiss Alps. *Quarterly Journal of the geol. Soc. London*, LXIII, p. 294-307. (Voir p. 363.)

60. A.-F. ENGELKE. Untersuchungen über die Tektonik der Ebene von Bulle. *Bull. de la Soc. des Sc. nat. de Fribourg, géogr. et géol.*, IV, fasc. 3, 1907, 57 p., 7 pl. (Voir p. 394.)

61. ED. GERBER. Ueber Spitzer Klippen. *Mittheil. naturf. Gesell. Bern*, Jahrg. 1906, séance du 26 février. (Voir p. 394.)

62. ED. GERBER, E. HELGERS und A. TRÖSCH. Geologische Karte der Gebirge zwischen Lauterbrunnenthal, Kanderthal und Thunersee in 1 : 50 000. *Geol. Kom. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1907. (Voir p. 377.)

63. ALB. HEIM. Deutung der nördlichen Lappen des Tessiner Massives. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 60-61 et *Eclogæ*, IX, p. 394. (Voir p. 375.)

64. ALB. HEIM. Der Bau der Schweizer Alpen. *Neujahrsblatt naturf. Gesell. Zürich auf das Jahr 1908*, p. 1-26, 2 pl. et 9 fig. (Voir p. 352.)

65. ARN. HEIM. Exkursionsprogramm in die nördlichen Kreideketten vom Toggenburg bis zum Walensee. *Eclogæ*, IX, p. 368-371, 1 carte, 1 pl. (Voir p. 386.)

66. ARN. HEIM. Längszerreissung und Abquetschung in den Kreideketten. *Eclogæ*, IX, p. 384-385; voir aussi *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 1906, p. 56. (Voir p. 387.)

67. ARN. HEIM. Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. *Eclogæ*, IX, p. 386-387; voir aussi *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 1906, p. 56-57. (Voir p. 387.)
68. ARN. HEIM. Ueber den Berglittenstein und die Grabser Klippe. *Eclogæ*, IX, p. 425-437. (Voir p. 395.)
69. ARN. HEIM. Das Walenseethal. *Ber. über die XL Versam. des oberrhein. geol. Vereins zu Lindau*, 1907, 5 p. et 4 pl. (Voir p. 385.)
70. ARN. HEIM et J. OBERHOLZER. Geologische Karte der Gebirge am Walensee in 1 : 25 000. *Geol. Kom. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1907. (Voir p. 385.)
71. FR. JACCARD. Relief de la région du Grammont. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 5 déc. 1906, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 206. (Voir p. 388.)
72. FR. JACCARD. Géologie et tectonique de la région comprise entre la Sarine, l'Hongrin, la vallée supérieure de la Torneresse et le Meyelsgrundthal. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 3 juillet 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 291-292. (Voir p. 388.)
73. E. JOUKOWSKY. Une coupe du massif d'Arzinol. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 99-100. (Voir p. 366.)
74. E. KÜNZLI. Beobachtungen in der Südflanke des Juliermassives. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 59 et *Eclogæ*, IX, p. 389. (Voir p. 375.)
75. M. LUGEON. Les fenêtres d'Ardon. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 3 juillet 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXIV, p. 294. (Voir p. 376.)
76. M. LUGEON. La fenêtre de Saint-Nicolas. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 3 juillet 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 292-294. (Voir p. 366.)
77. M. LUGEON. Structure des Hautes-Alpes calcaires berno-valaisannes. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXIV, p. 483-485. (Voir p. 376.)
78. G. NIETHAMMER. Die Klippen von Giswyl. *Centralbl. f. Min. Geol. u. Pal.*, 1907, p. 481-484. (Voir p. 394.)
79. W. PAULCKE. Der Flæscherberg. *Ber. über die XL Versam. des oberrhein. geol. Vereins zu Lindau*, 1907, 6 p., 1 pl. (Voir p. 387.)
80. G. RÖSSINGER. La zone des cols dans la région de la Lenk. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 6 février 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 401-403. (Voir p. 389.)
81. G. RÖSSINGER. Coupes géologiques dans la région de Caux. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 17 avril 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 497-498. (Voir p. 474.)
82. L. ROLLIER. Les dislocations orogéniques des Alpes. *Actes de la Soc. juras. d'émulation*, 1906, p. 115-215, pl. I-VII, St-Imier, 1907. (Voir p. 359.)
83. L. ROLLIER. Note additionnelle aux « Dislocations orogéniques des Alpes. » *Le Jura, S. A.*, Porrentruy, 1907, 4 p. (Voir p. 363.)
84. CH. SARASIN. Rapport sur les excursions de la Soc. géol. suisse dans les chaînes calcaires situées à l'W du Toggenbourg. *Eclogæ*, IX, p. 372-381. (Voir p. 386.)
85. CH. SARASIN. Géologie des environs de la Lenk. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXIII, p. 96. (Voir p. 389.)
86. CH. SARASIN et L.-W. COLLET. La zone des cols et la géologie du Chamossaire. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 586-608. (Voir p. 389.)

87. H. SCHARDT. La Suisse, configuration du sol. *Diction. géogr. de la Suisse*, V, p. 101-164. (Voir p. 355.)
88. H. SCHARDT. Les vues modernes sur la tectonique et l'origine de la chaîne des Alpes. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 356-385 et 483-496. (Voir p. 353.)
89. H. SCHARDT. Die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 308-344. (Voir p. 353.)
90. C. SCHMIDT. Eröffnungsworte zur 52. Hauptversammlung der deutschen geol. Gesell. zu Basel. *Monatsberichte der deutschen geol. Gesell.*, LIX, 1907, № 8/9, p. 169-174. (Voir p. 352.)
91. C. SCHMIDT. Führer zu den Exkursionen der deutschen geol. Gesell. im südl. Schwarzwald, im Jura und in den Alpen. *Buchdruckerei Birkhäuser, Basel*, 70 p., 77 fig., 6 pl. (Voir p. 349.)
92. C. SCHMIDT. Bild und Bau der Schweizeralpen. *Beilage z. Jahrb. des S. A. C.*, XLII, 1906-1907, 91 p. 84 fig., 3 pl. (Voir p. 350.)
93. C. SCHMIDT. Tektonische Demonstrationsbilder. *Bericht über die XL Versam. des oberrhein. geol. Vereins zu Lindau*. 1907, 3 p. et 5 pl. (Voir p. 352.)
94. C. SCHMIDT. Ueber die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizeralpen. *Eclogæ*, IX, p. 484-584, 8 pl. et 10 fig. (Voir p. 366.)
95. C. SCHMIDT und H. PREISWERK. Geologische Karte der Simplongruppe in 1 : 50 000, 1907. *Geol. Kom. der schweiz. naturf. Gesell.* (Voir p. 375.)
96. G. STEINMANN. Ueber Gesteinsvernetzungen. *Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal.*, Textband 1907, p. 330-347. (Voir p. 384.)
97. G. STEINMANN. Alpen und Apennin. *Monatsber. der deutsch. geol. Gesell.*, LIX, 1907, p. 177-183. (Voir p. 365.)
98. P. TERMIER. Sur la nécessité d'une nouvelle interprétation de la tectonique des Alpes franco-italiennes. *Bull. Soc. géol. de France*, t. VII, p. 174-189, avec 2 pl. (Voir p. 366.)
99. A. TORNQUIST. Vorläufige Mittheilung über die Algäu-Voralberger Flyschzone. *Sitzungsber. der K. preuss. Akad. der Wiss.*, 1907, p. 591-599. (Voir p. 378.)
100. O. WILCKENS. Ueber den Bau des nordöstlichen Adulagebirges. *Centralbl. f. Min. Geol. u. Pal.*, 1907, p. 341-348. (Voir p. 375.)

Plateau molassique et Jura.

101. B. AEBERHARDT. Les gorges de la Suze. *Beilage zum Jahresbericht des Gymnasiums in Biel für das Schuljahr 1906-1907*, 35 p., 1 carte, 1 pl. (Voir p. 409.)
102. ABBÉ BOURGEAT. Quelques remarques orogéniques sur le Jura. *Mém. de la Soc. d'émulation du Jura*, 8^e série, t. I, 1907, p. 55-70. (Voir p. 408.)
103. A. BUXTORF. Geologische Beschreibung des Weissenstein-Tunnels und seiner Umgebung. *Mat. carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXI, 125 p., 1 carte au 1 : 25 000 et 3 pl. de profils. (Voir p. 412.)
104. A. BUXTORF. Zur Tektonik des Kettenjura. *Ber. über die XL. Versam. des oberrhein. geol. Vereins zu Lindau*, 1907, 40 p., 1 pl. (Voir p. 419.)

105. O. HERBORDT. Geologische Aufnahme der Umgegend von Rapperswil-Pfäffikon am Zürichsee. *Thèse présentée à la Fac. des Sc., Univ., Zürich*, 38 p., 1 carte au 1 : 25 000. (Voir p. 395.)
106. J. HUG. Geologie der nördlichen Theile des Kanton Zürich und der angrenzenden Landschaften. *Mat. pour la carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XV, 127 p., avec une carte au 1 : 25 000 comprenant les feuilles d'Andelfingen, Rheinfall, Kaiserstuhl de l'atlas Sigfried. (Voir p. 399.)
107. E. KÜNZLI. Temperaturen und Wasserverhältnisse im Weissenstein-Tunnel. *Mat. pour la carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXI, p. 126-147, 2 pl. (Voir p. 418.)
108. J.-T. MANDY. Geologische Untersuchungen in der Umgebung des Hauenstein-Tunnels. *Thèse présentée à la Fac. des Sc. de l'Univ. de Fribourg en Br.*, 1907, 44 p., 1 carte, 1 pl. (Voir p. 420.)
109. L. ROLLIER. Geologische Karte und Profile von der Weissensteinkette. *Mat. carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXI, p. 148, avec 1 carte au 1 : 25 000 et 1 pl. de profils. (Voir p. 419.)
110. H. SCHARDT. Géologie du cirque de Saint-Sulpice. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXIII, p. 86. (Voir p. 409.)
111. J. WEBER. Blatt 66 des Siegfried-Atlas, Wiesendangen, geologisch bearbeitet. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 58, et *Elogiae*, IX, p. 389. (Voir p. 399.)

e) STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE.

Généralités.

112. L. ROLLIER. Fossile Faunen der Schweiz. *Dictionn. géogr. de la Suisse*, chapitre « Suisse ». (Voir p. 423.)

Trias.

113. F. SCHALCH. Nachträge zur Kenntniss der Trias vom südöstlichen Schwarzwald. *Mittheil. der grosherz. bad. geol. Landesanstalt*, V, H. 1, 1906. (Voir p. 425.)

114. K. STRÜBIN. Mittheilungen über die bei der Herstellung eines Schachtes beim Bahnhof Pratteln durchgefahrenen geologischen Schichten. *Tätigkeitsber. der naturf. Gesell. Baselland*, 1904-1906, p. 93-94. (Voir p. 426.)

115. K. STRÜBIN. Geologische Beobachtungen im Rheinbett bei Augst. *Tätigkeitsber. der naturf. Gesell. Baselland*, 1904-1906, p. 97-100. (Voir p. 426.)

Jurassique.

116. ED. GERBER. Ueber das Vorkommen von Rhät in den Zwischenbildungen des Lauterbrunnenthal. *Mittheil. der naturf. Gesell. Bern*, 1907, 3 p. (Voir p. 426.)

117. E. JUILLERAT. Relations entre le Malm du Jura central et celui du canton d'Argovie. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 45-68 et 169-205. (Voir p. 428.)

118. F. LEUTHARDT. Ueber Reptilreste aus dem Dogger im Basler Jura. *Tätigkeitsber. der naturf. Gesell. Baselland*, 1904-1906, p. 79-83. (Voir p. 427.)

119. F. LEUTHARDT. Nachtrag zu den Crinoidenbänken im Dogger der Umgebung von Liestal. *Tätigkeitsber. der naturf. Gesell. Baselland*, 1904-1906, p. 84-88. (Voir p. 427.)

120. F. OPPLIGER. Spongien aus dem Argovien des Département du Jura. *Mém. Soc. pal. suisse*, XXXIV, 19 p., 6 pl. (Voir p. 429.)

121. L. ROLLIER. Sur les limites de l'étage callovien dans le Jura suisse et dans l'E de la France. *V^{le} congrès de l'Assoc. franc-comtoise, in Bull. Soc. d'agric., lettres, sciences et arts de la Haute-Saône*, 1907, 16 p. (Voir p. 428.)

122. K. STRÜBIN. Die Ausbildung des Hauptrogensteins in der Umgebung von Basel. *Tätigkeitsber. der naturf. Gesell. Baselland*, 1904-1906, p. 88-92. (Voir p. 427.)

Crétacique.

123. E. BAUMBERGER. Fauna der unteren Kreide im westschweizerischen Jura, 4. Theil. *Mém. Soc. pal. suisse*, 1907, vol. XXXIV, 48 p. 6 pl. (Voir p. 430.)

124. E. BAUMBERGER und ARNOLD HEIM. Paleontologisch-stratigraphische Untersuchung zweier Fossilhorizonte an der Valangien-Hauterivien-Grenze im Churfürsten-Mattstock-Gebiet, mit einigen Bemerkungen über die Stratigraphie der Analogen Schichten der Zentralschweiz von A. BUXTORF. *Mém. Soc. pal. suisse*, 1907, XXXIV, 30 p., 1 pl. (Voir p. 431.)

125. ARN. HEIM. Gliederung und Facies der Berrias-Valangien Sedimente in den helvetischen Alpen. *Vierteljahrsschrift naturf. Gesell. Zürich*, LII, 1907, 16 p. (Voir p. 433.)

126. ARN. HEIM. Parallélisme des divers faciès berriasiens-valangiens existant dans les chaînes à faciès helvétique. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 478-480. (Voir p. 435.)

127. CH. JACOB. Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. *Grenoble*, 1907, 314 p., 6 pl. (Voir p. 435.)

128. K. MAYER-EYMAR. Klassificationstabelle der Zentralalpinen unteren Kreide. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 61-62. (Voir p. 435.)

129. H. SCHARDT. L'origine de l'asphalte dans le val de Travers. *C. R. Soc. neuch. des Sc. nat.*, in *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 611-614. (Voir p. 440.)

Tertiaire.

130. C. ESCHER-HESS. Ueber einige Vorkommnisse der oligocänen und miocänen Molasse und Nagelfluh der östlichen Schweiz. *Zürich*, 1907, 44 p., 5 pl. (Voir p. 442.)

131. J. FRÜH. Zum Begriff Nagelfluh, speziell löcherige Nagelfluh. *Eclogæ*, IX, p. 408-412. (Voir p. 443.)

132. ARN. HEIM. Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch. *Eclogæ*, IX, p. 413-424. (Voir p. 440.)

133. C. SCHMIDT und FR. HINDEN. Geologische und chemische Untersuchungen der Tonlagen bei Altkirch im Ober Elsass und bei Allschwyl im Baselland. *Zeitschrift f. prakt. Geol.*, Febr. 1907, 11 p. (Voir p. 443.)

134. J. STITZENBERGER. Ueber die Molasse bei Stockach. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 63-64. (Voir p. 443.)

135. J. STITZENBERGER. Fossilienlager in der Molasse nächst des Contactes mit dem weissen Jura bei Stockach. *Eclogæ*, IX, p. 396-399. (Voir p. 443.)

136. A. TRÖESCH. Die Cerithienschichten am Hohthürli. *Mittheil. naturf. Gesell. Bern*, séance du 10 mars 1906. (Voir p. 440.)

Quaternaire.

137. B. AEBERHARDT. Les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, et *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 482-483. (Voir p. 448.)
138. A. BALTZER. Ueber eine Grabenversenkung in glazialen Kiesen. *Mittheil. der naturf. Gesell. Bern*, 1906, p. 96-97. (Voir p. 459.)
139. E. BÄCHLER. Die prähistorische Kulturstätte in der Wildkirchli-Ebenalp-Höhle. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 347-420. (Voir p. 469.)
140. ABBÉ BREUIL. Une collection d'objets travaillés de l'âge de la pierre taillée. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 472-473. (Voir p. 472.)
141. ABBÉ BREUIL. L'évolution de l'art à l'époque du renne. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 473-474. (Voir p. 472.)
142. J. BRUNHES. Comment creusent les glaciers. *Le Globe*, org. de la Soc. de géogr. de Genève, XLII^e Bull., p. 122-127. (Voir p. 445.)
143. J. BRUNHES. Interprétation nouvelle de l'érosion glaciaire. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 489-490. (Voir p. 445.)
144. CH. FALKNER. Vorläufige Mittheilungen aus dem Gebiete des Rhein-gletscherarmes St. Gallen-Wil. *Verhandl. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, et *Eclogæ*, IX, p. 382-383. (Voir p. 460.)
145. O. FREY. Thalbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuss. *Neue Denkschriften der schweiz. naturf. Gesell.*, XLI, p. 340-323, 1907. (Voir p. 451.)
146. J. FRÜH. Die Bildung des Tössthales. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 57-58, et *Eclogæ*, IX, p. 388. (Voir p. 460.)
147. J. FRÜH. Ueber Form und Grösse der glazialen Erosion. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 261-307. (Voir p. 444.)
148. J. FRÜH. Zur Morphologie von Brunnen-Schwytz. *Eclogæ*, IX, p. 399-407. (Voir p. 459.)
149. J. FRÜH. Erratische Blöcke und deren Erhaltung im Thurgau. *Mittheil. thurgau. naturf. Gesell.*, XVIII, 17 p. (Voir p. 460.)
150. P. GIRARDIN. Le modelé du plateau suisse à travers les quatre glaciations. *Revue de géogr. annuelle*, I, 1906-1907, p. 339-371. (Voir p. 447.)
151. P. GIRARDIN. Le surcreusement glaciaire. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 487-489. (Voir p. 445.)
152. P. GIRARDIN et F. NUSSBAUM. Sur les formations quaternaires de la Chaux d'Arlier. *C. R. Acad. des Sc. de Paris*, 1907, p. 1073-1075. (Voir p. 464.)
153. K. HESCHELER. Ueber die Tierreste aus der Keslerlochhöhle. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. 220-244. (Voir p. 468.)
154. K. HEIERLI. Das Kesslerloch bei Thayngen. *Nouv. Mém. de la Soc. helv. des Sc. nat.*, t. XLIII, p. 1-214, 32 pl. et 14 fig. (Voir p. 464.)
155. J. HEIERLI. Die Hallstadtgräber von Schötz. *Bull. sc. suisse*, suppl. aux *Nouv. Mém. de la Soc. helv. des Sc. nat.*, I, série c, p. 1-4. (Voir p. 473.)
156. M. LUGEON. L'ancien glacier de la Grande-Eau. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, 5 déc. 1906, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIII, p. 207-208. (Voir p. 447.)

157. J. MEISTER. Alte Durach und Rhein-Schotter bei Schaffhausen und ihre Grundwasserführung. *Verh. der schweiz. nat. Gesell.*, 1906, p. 59, et *Eclogae*, IX, p. 390-393. (Voir p. 462.)
158. J. MEISTER. Die Sammlung erratischer Blöcke im Fäsenstaub (Schaffhausen). *Beil. z. Jahresber. der Kantonsschule Schaffhausen*, 1906-1907, 26 p. (Voir p. 461.)
159. FR. MÜHLBERG. Der mutmassliche Zustand der Schweiz und ihrer Umgebung während der Eiszeit. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1907, p. 94-111. (Voir p. 445.)
160. FR. MÜHLBERG. La période glaciaire en Suisse. *C. R. Soc. helv. des Sc. nat.*, 1907, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, XXIV, p. 490. (Voir p. 447.)
161. J. NÜESCH. Stratigraphie du Schweizersbild et l'âge des différentes couches de cette station préhistorique. *C. R. XIII^e Cong. d'anthrop. et d'archéol. préhist.*, 1906, 6 p. (Voir p. 469.)
162. F. NUSSBAUM. Ueber die Schotter im Seeland. *Mittheil. der naturf. Gesel. Bern*, 1907, 29 p., 1 carte. (Voir p. 448.)
163. F. NUSSBAUM. Die Vergletscherung des Sigriswiler Grates. *Jahrb. des S. A. C.*, 1907, p. 365-370. (Voir p. 447.)
164. W. SCHMIDLE. Zur geologischen Geschichte des nordwestlichen Bodensees bis zum Maximumstand der Würmeiszeit. *Schriften d. Vereins f. Geschichte des Bodensees*, XXXV, 1906, p. 71-122. (Voir p. 462.)
165. W. SCHMIDLE. Ueber den Rückzug des Würmletschers im nordwestlichen Bodenseegebiet. *Centralbl. f. Min. Geol. u. Pal.*, 1907, p. 257-265. (Voir p. 462.)
166. H. SIEGFRIED. Die Rinderschädelfunde von Pasquart und deren Stellung zu den Subfossilien und rezenten Rinderrassen. *Mém. Soc. pal. suisse*, XXXIV, 56 p., 4 pl. (Voir p. 473.)
167. SIMONSON. Le Kesslerloch près de Thayngen (Schaffhouse), nouvelles fouilles et trouvailles, une étude comparative par le Dr Nuesch. *Bull. Soc. d'anthrop. de Bruxelles*, XXIV, 8 p. (Voir p. 469.)
168. K. STRÜBIN. Bericht über die Verbreitung erratischer Blöcke im Basler Jura. *Tätigkeitsber. der naturf. Gesell. Baselland*, 1904-1906, p. 95-96. (Voir p. 464.)

f) NÉCROLOGIES ET BIBLIOGRAPHIES.

169. U. GRUBENMANN. Arnold Bodmer-Beder, 1836-1906. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1906, p. xvi-xix. (Voir p. 304.)
170. ALB. HEIM et L. ROLLIER. Dr Karl Mayer-Eymar, 1826-1907. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 1907, 20 p. (Voir p. 304.)
171. W. KILIAN et J. RÉVIL. Notice sur la vie et les travaux de Marcel Bertrand, 23 p. (Voir p. 306.)
172. M. LUGEON. Eugène Renevier, 1831-1906. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, 1906, p. LXXXVII-CV. (Voir p. 304.)
173. M. LUGEON. Notice nécrologique sur Eugène Renevier. *Bull. Soc. géol. de France*, VII, p. 130-135. (Voir p. 304.)
174. L. ROLLIER. Bibliographie géologique de la Suisse. *Mat. carte géol. de la Suisse*, livr. XXIX, 1907, 588 p. (Voir p. 306.)
175. F. SACCO. Cenni biografici su Carlo Mayer-Eymar. *Boll. della Soc. geol. italiana*, XXVI, 1907, fasc. 3. (Voir p. 304.)
176. CH. SARASIN. Revue géologique suisse pour l'année 1906. *Eclogae*, IX, p. 585-760.

Nécrologies et bibliographies.

Après Renevier la Société géologique a perdu en 1907 son doyen et en même temps une de ses figures les plus originales; je veux parler de **Karl Mayer-Eymar**.

Mayer-Eymar naquit en 1826 à Marseille, d'un père saint-gallois d'origine et d'une mère française du Midi; il dut sans doute à ce mélange de races si différentes qui était en lui, ce caractère particulier qui rappelait d'une part le Germain, de l'autre le Latin méridional.

A la mort de son père, survenue en 1839, il fut recueilli par un oncle qui le fit éléver à Saint-Gall. Déjà alors se manifestait en lui le goût de collectionner des fossiles, aussi, arrivé à l'âge d'étudiant, il ne tarda pas à se vouer entièrement à la paléontologie et il devint bientôt dans ce domaine un précieux auxiliaire pour son maître zuricois, le bien connu Escher de la Linth. En 1851 il se rendit à Paris, où il étudia pendant plusieurs années sous la direction d'Elie de Beaumont, de Valenciennes et surtout de d'Orbigny, dont il devint un ardent disciple. Dès lors il se spécialisa plus particulièrement dans le domaine de la stratigraphie et la paléontologie des terrains tertiaires; dès lors aussi il commença ses voyages à travers la France, la Suisse, le nord de l'Italie, dans le but d'augmenter son matériel de comparaison, voyages qui furent durant toute sa vie une de ses grandes joies et qui lui permirent de réunir l'une des plus belles collections de fossiles tertiaires qui existent.

Depuis l'année 1858 Mayer-Eymar s'établit à Zurich, où il professa la paléontologie d'abord comme privat-docent, puis, depuis 1875, comme professeur extraordinaire; il n'eût du reste pas la satisfaction de faire des élèves.

D'une vigueur remarquable, il partit encore à l'âge de quatre-vingts ans, en automne 1906, pour l'Egypte, où il fit une fois de plus d'abondantes récoltes. C'est au retour de ce voyage qu'il fut pris de l'indisposition, qui devait l'emporter le 25 février 1907.

L'activité la plus féconde de Mayer s'est manifestée dans le domaine de la stratigraphie comparée tertiaire, dans lequel il a été une autorité. D'une part, il a établi successivement plusieurs tableaux synthétiques des sédiments tertiaires; d'autre part, il a joué un rôle tout à fait prépondérant dans l'éclaircissement de la stratigraphie, presque inconnue avant lui, des formations cénozoïques de Suisse, soit des couches

nummulitiques des Alpes calcaires, soit des marnes et des grès de la Molasse. Exploitant méthodiquement les gisements fossilifères dans les régions les plus diverses, il a établi de très nombreux catalogues de faunes et a publié plusieurs descriptions monographiques, dont les plus importantes sont consacrées aux fossiles crétaciques et nummulitiques des environs de Thoune, aux fossiles tertiaires et quaternaires d'Egypte, aux fossiles tertiaires de Madère, à quelques échantillons crétaciques du Pays des Somalis.

Charles Mayer s'est occupé aussi de la périodicité se manifestant dans les phénomènes géologiques en général et dans la sédimentation en particulier; il a posé en principe que chaque étage géologique correspond à un périhélié d'une durée de 21 à 26 000 ans et est arrivé à admettre pour la durée de l'ensemble des temps sédimentaires et fossilifères une longueur minimum de 1 500 000 ans.

Ces quelques notes sont tirées d'une notice biographique rédigée par MM. ALB. HEIM et L. ROLLIER (170) qui comprend une liste bibliographique complète de Mayer-Eymar. Une autre notice a été consacrée à notre défunt collègue par M. F. SACCO (175) qui, spécialisé aussi dans la stratigraphie tertiaire, a été à même d'apprécier Mayer-Eymar, soit comme savant, soit comme confrère.

Une notice nécrologique a été consacrée par M. U. GRUBENMANN (169), à **Bodmer-Beder**, dont nous annoncions ici le décès l'an dernier, de son côté M. M. LUGEON a rappelé dans deux publications différentes (172-173) ce que furent la vie et l'activité scientifique de son maître et notre vénéré confrère, **Eugène Renevier**, dont nous rappelions le sympathique souvenir dans la *Revue* pour 1906.

Après avoir pensé aux géologues suisses qui récemment ont quitté ce monde, il convient de songer aussi à un savant étranger qui aima beaucoup notre pays, qui fut attiré par les problèmes grandioses qui se posent dans le domaine de la tectonique de nos montagnes, et qui joua un rôle dirigeant dans l'évolution de nos idées sur la tectonique alpine; je veux parler de **Marcel Bertrand**.

Fils du distingué mathématicien Joseph Bertrand, celui qui devait être un des maîtres de la géologie en France naquit le 2 juillet 1847. Elève de l'Ecole polytechnique de 1867 à 1869, il fut nommé en 1886 professeur de géologie à l'Ecole des Mines et d'emblée son enseignement, consacré surtout à re-

constituer l'histoire des grands systèmes de plissements, se fit remarquer par l'ampleur de ces vues. C'est avec un véritable enthousiasme que l'auteur de ces lignes se rappelle les heures passées sur les bancs de l'Ecole des Mines, à écouter cette parole sobre et claire et cet exposé si lumineux de l'évolution du relief terrestre.

Par ses goûts Marcel Bertrand devait forcément se rapprocher de l'auteur de l'*Antlitz der Erde*, Edouard Suess, et en réalité il a contribué plus que tout autre à répandre dans les milieux scientifiques français ce remarquable essai de synthèse géologique.

Attaché depuis 1877 au service de la carte géologique de France, Bertrand en a été longtemps un des collaborateurs les plus actifs. Il commença ses travaux par le Jura aux environs de Besançon, Lons-le-Saulnier et Saint-Claude et fit faire dans cette région un progrès considérable à la stratigraphie du Jurassique supérieur, en établissant clairement la distinction entre les niveaux oolithiques divers du Rauracien, du Séquanien et du Virgulien et en montrant le recul progressif des formations corallines vers le S. Déjà alors il eut d'autre part l'occasion d'appliquer son coup d'œil tectonique en séparant des failles proprement dites ou failles de tassement les accidents qu'on confondait alors avec elles, tandis qu'ils appartiennent aux phénomènes de chevauchement.

Dès 1882 Bertrand entreprit l'étude de la Basse Provence, où il eut l'occasion de constater et de décrire pour la première fois de vastes recouvrements mécaniques. Il reconnut que l'îlot triasique et liasique du Beausset, envisagé avant lui comme le reste d'un ancien récif de la mer crétacique, était en réalité un lambeau de recouvrement, superposé mécaniquement sur les couches crétaciques, qui elles-mêmes dessinent un grand pli couché vers le N. Il montra qu'en Provence les plis couchés et les charriages horizontaux vers le N sont la règle et s'efforça d'établir qu'une grande nappe de terrains charriés horizontalement a dû exister sur tout le N de cette région et que cette nappe a été plissée ultérieurement avec son substratum.

Les constatations si importantes que Bertrand avait faites en Provence le conduisirent tout naturellement à s'occuper de phénomènes analogues existant dans d'autres régions ; c'est ainsi qu'il fut amené à étudier le « double pli glaronnais » alors classique et qu'il émit le premier, déjà en 1884, l'idée qui est actuellement admise par tous, du grand pli unique

s'amorçant dans les Grisons et s'étendant au N jusqu'aux chaînes calcaires externes ; c'est ainsi qu'il supposa que les charriages horizontaux devaient prendre une vaste ampleur dans les Alpes suisses et autrichiennes et que les Préalpes pourraient bien n'être qu'un lambeau d'une nappe superposée aux formations à faciès helvétiques.

Bertrand étudia dans le domaine de la géologie alpine plusieurs points particuliers ; sa monographie du Môle est connue de tous, ainsi que la part qu'il prit aux discussions concernant l'âge des Schistes lustrés et des gneiss du Grand Paradis, du Mont Pourri, etc. Plusieurs de ses travaux sont consacrés à la tectonique générale des Alpes françaises ; ils en font ressortir la structure en éventail composé, suivant l'axe duquel s'alignent tantôt des synclinaux, tantôt des anticlinaux amygdaloïdes. Enfin il convient de rappeler que Bertrand, en collaboration avec notre compatriote E. Ritter, établit l'existence dans le massif du Mont Joli de plusieurs plis couchés horizontalement des terrains jurassiques.

Il est impossible d'entrer ici plus profondément dans le détail de l'activité de cet homme exceptionnellement doué ; qu'il me suffise de rappeler encore les études qu'il fit des lois générales de l'orogénie et des relations qui existent entre les phénomènes tectoniques et la sédimentation. Tous nous avons reconnu en Marcel Bertrand un maître de premier ordre, dont l'influence se fera sentir longtemps encore sur le développement de la géologie, soit par les idées géniales qu'il a lui-même lancées, soit par les élèves distingués qu'il a formés. Nous, géologues Suisses, nous lui devons beaucoup, et tous ceux d'entre nous qui ont eu le bonheur de parcourir nos montagnes en sa compagnie se rappelleront toujours le savant distingué, le maître bienveillant et l'homme parfaitement aimable qu'il était.

Des détails plus complets avec de très nombreuses indications bibliographiques sur l'activité de Marcel Bertrand ont été publiés par MM. W. KILIAN et J. RÉVIL (171).

M. L. ROLLIER (174) a fait paraître en 1907 la première partie de la *Bibliographie géologique de la Suisse*, qu'il avait été chargé d'établir par la commission géologique suisse. Cette bibliographie comprend tout ce qui a été écrit sur la géologie de la Suisse de 1770 à 1900, à l'exclusion pourtant de certaines branches qui se rattachent plus ou moins directement à la géophysique, telles que la géodésie, l'hypsométrie, la limnimétrie, la topographie, l'alpinisme, l'étude des antiquités lacustres. Les travaux concernant l'exploitation

des matières premières n'y sont cités qu'en tant qu'ils contiennent des données d'ordre scientifique et géologique.

La première partie qui vient de paraître établit la liste des travaux concernant d'abord la géologie générale de la Suisse, ou la géologie spéciale du Jura, ou celle des Alpes, puis des publications d'ordre pétrographique et minéralogique, et enfin des études stratigraphiques, ces dernières étant classées d'après le terrain auquel elles se rapportent.

M. Rollier, pour établir la classification des publications, s'est toujours basé sur la nature des faits et la situation des lieux observés plutôt que sur les théories développées par les auteurs à la suite de leurs observations. Il a éliminé tous les travaux d'ordre général ne se rapportant pas spécialement à la Suisse, en particulier les traités; mais il s'est efforcé de tenir compte de toutes les publications contenant l'exposé d'observations originales, y compris les courts résumés de communications faites à des sociétés.

En tête de son répertoire M. Rollier a énuméré les publications qui contiennent des listes bibliographiques plus ou moins complètes intéressant notre pays.

1^{re} PARTIE. — MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

Minéralogie.

Description des minéraux. — M. G. LINCK (9) a étudié en détail un minéral qui se trouve abondamment répandu dans la dolomie de Campolongo, qui avait été pris d'abord pour du diaspose mais qui est en réalité une orthose. Les éléments de ce feldspath ne montrent que très rarement des formes cristallographiques et apparaissent presque toujours sous forme de grains fusiformes, aplatis suivant le plan de schistosité de la roche et frangés aux extrémités. Ils sont très riches en inclusions diverses, de quartz, de dolomie, de mica, de magnétite, de pyrite, de substance charbonneuse, dont la quantité varie du reste beaucoup, ce qui détermine des différences importantes, soit dans la densité ($D = 2.509$ à 2.57), soit dans la coloration tantôt presque nulle, tantôt brun-foncé ou presque noire, soit dans la composition chimique. Celle-ci correspond à celle d'une orthose contenant jusqu'à 10 % et même davantage d'éléments étrangers. Le

feldspath est du reste parfaitement frais; entre 2 nicols ses extinctions sont très franches et l'on n'y aperçoit aucune trace de structure cataclastique, quoique les grains fusiformes soient souvent ployés dans le même sens que la roche encaissante.

Cette roche est une dolomie fortement micacée, bitumineuse et contenant par places une grande quantité de quartz avec des minéraux de fer et une série de minéraux divers déjà décrits par Kenngott. La structure en est nettement fibreuse, le quartz et le mica sont souvent cataclastiques; l'orthose a des formes non seulement irrégulières mais corrodées, dans lesquelles la dolomie forme de profondes apophyses.

Quant à l'origine de cette dolomie et du feldspath qu'elle contient, il faut forcément envisager ce dernier comme d'origine métamorphique et l'idée la plus rationnelle consiste à dériver la roche en question d'un calcaire marneux; là où la silice était peu abondante le métamorphisme a donné naissance à du mica, là où elle était en quantité suffisante l'orthose s'est formée. Le fait que les cristaux d'orthose n'ont pas été brisés par le plissement de la roche montre que leur formation a été tardive.

M. J. KOENIGSBERGER (8) a signalé la découverte de cristaux de **Beryll** dans des fissures du gneiss de l'Adula sur le versant occidental du Piz Scharboden. Ce mode de gisement est nouveau pour le Beryll.

Il s'agit de cristaux prismatiques montrant seulement les faces (1010) et (0001) avec exceptionnellement (1011); $a : c = 1 : 6$. L'analyse chimique a donné de la silice, de l'alumine, de l'oxyde de beryllium et un peu de fer. Le poids spécifique est égal à 2.750.

Le Beryll était associé à des quartz fumés.

Les gisements classiques du **Binnenthal** continuent à attirer l'attention des minéralogistes. C'est ainsi que MM. R.-H. SOLLY et G.-T. PRIOR ont décrit de cette région (13) différents cristaux de **Tennantite**, dont l'un a la forme d'un cube strié profondément suivant le plan des faces du tétraèdre. Ces cristaux contiennent jusqu'à 8 % de zinc.

M. H.-L. BOWMAN, après avoir soumis à un examen attentif (3) les cristaux du Binnenthal décrits par M. Solly sous le nom de **Bowmanite**, est arrivé à la conviction que ce minéral est identique avec la **Hamlinite**. Les cristaux montrent

une division en 6 secteurs biaxes et sont par conséquent pseudohexagonaux.

M. A. HUTCHINSON (7) a analysé la **Lengenbachite**, un des nombreux sulfarséniures inclus dans la dolomie du Binnenthal. Ce minéral apparaît en cristaux tabulaires très minces probablement tricliniques. Le poids spécifique est égal à 5.85 à une température de 15.5°. La substance, décomposée dans un courant de chlore, a donné Pb 57.89, Ag. 5.64, Cu 2.36, Fe 0.17, As 13.46, Sb 0.77, S 19.33. En admettant que la petite quantité d'antimoine contenue dans ces cristaux remplace une quantité équivalente d'arsenic et que 2 Ag et 2 Cu jouent le rôle de Pb, l'auteur arrive au rapport atomique Pb : As : S à peu près = 7 : 4 : 13 et par suite à la formule empirique $Pb_7 As_4 S_{13}$ qui revient à 7 PbS 2 As₂ S₃.

Par sa composition chimique la Lengenbachite doit se placer parmi les sulfarséniures entre la Suitermanite et la Jordanite, de même que la Livéingite, la Baumhauerite et la Rathite s'intercalent entre la Sartorite et la Dufrenoysite :

Sartorite PbS. As ₂ S ₃	Dufrenoysite 2 PbS. As ₂ S ₃
Livéingite 5 PbS. 4 As ₂ S ₃	Suitermanite 3 PbS. As ₂ S ₃
Baumhauerite 4 PbS. 3 As ₂ S ₃	Lengenbachite 7 PbS. 2 As ₂ S ₃
Rathite 3 Pb. S 2 As ₂ S ₃	Jordanite 4 PbS. As ₂ S ₃

Si l'on admet une relation déterminée entre le nombre des atomes de plomb, d'argent et de cuivre, on obtient Pb : (Ag Cu) : As : S à peu près = 6 : 2 : 4 : 13, ce qui conduit à formule $Pb_6 (Ag, Cu)_2 As_4 S_{13}$ ou 6 PbS. (Ag, Cu)₂ S. 2 As₂ S₃; mais l'analyse effectuée par M. Hutchinson ne peut naturellement pas prouver que les quantités de cuivre et d'argent contenues dans la Lengenbachite soient constantes.

M. C.-O. TRECHMANN (14) a étudié plusieurs cristaux de **Sartorite** provenant de la dolomie du Binnenthal et décrit plus particulièrement 2 petits individus de moins d'1 mm. de longueur. Ces derniers sont nettement monocliniques, leurs orthodommes correspondant aux macrodomes de l'interprétation de v. Rath. Les hémipyramides positives et négatives sont richement développées; de nombreuses lamelles de macles suivant (100) coupent les cristaux. Le rapport des axes a : b : c = 1.2755 : 1 : 1.1949 et $\beta = 77^{\circ}48'$. Les faces cristallographiques déterminées sur ces 2 cristaux sont au nombre de 87; elles se répartissent comme suit: 3 pinaïcôides, 17 prismes, 6 clinodomes, 19 hémidomes positifs,

7 hémidomes négatifs, 16 hémipyramides positives, 19 hémipyramides négatives.

Les formes cristallographiques observées par M. Trechmann sur ces Sartorites sont remarquablement différentes de celles qu'avaient constatées v. Rath et M. Baumhauer; il n'y a guère coïncidence que dans la zone des prismes, où M. Trechmann a noté la fréquence des mêmes formes que MM. v. Rath et Baumhauer avaient relevées à de nombreuses reprises dans leur zone des brachydomes. L'attribution du minéral étudié à la Sartorite paraît bien démontrée, mais il se pourrait qu'on fût ici en présence d'un cas semblable à celui de la numite, dans lequel plusieurs minéraux de même constitution ont des formes presque exactement semblables suivant une zone, tandis que suivant les zones perpendiculaires des divergences considérables se manifestent entre eux. Des observations ultérieures devront encore éclaircir ce point intéressant.

M. Trechmann a communiqué les résultats de cette étude en langue allemande dans la *Zeitschrift für Krystallographie* (15).

M. K. Busz (4) a étudié plusieurs minéraux fixés sur le gneiss et provenant des bords du glacier du Rhône vers Gletsch. Ce sont :

Des **adulaires** en cristaux maclés suivant la loi de Baveno, qui montrent les faces (110) (101) et (001).

Des **quartz** clairs ou légèrement fumés avec, outre les faces du prisme et des 2 rhomboèdres fondamentaux, (1121) (3141) (5161) et plus rarement (4151) (13.4.17.4) (5053) (3031) (4041) (0772) (0.11.11.1).

De petits cristaux de **milarite**, dont les faces dominantes sont (1120) et (0001) et qui montrent encore (1010) et (1011). $a : c = 1 : 0.66468$.

Des **apatites** incolores ou violacées de dimensions très variables, qui peuvent aller jusqu'à 1.75 cm. de diamètre. La richesse des formes cristallographiques est extraordinaire; les faces dominantes sont : (1011) (0001) et (1121), mais l'auteur a constaté en outre: (1010) (1120) (4.0.4.21) (1013) (1012) (5057) (7079) (4045) (8089) (3032) (2021) (1122) (2131) (7.3.10.3) (3141) (4151) (2132) (3142). Chez beaucoup d'individus le développement inégal des 2 pôles du grand axe donne l'idée d'une hémimorphie. Le rapport $a : c = 1 : 0.733529$. Au point de vue chimique ces apatites, avec 2.93 %

de fluor, répondent presque exactement à la formule $[(\text{PO}_4)_2 \text{Ca}_3]_3 \text{Ca F}_2$.

M. A. GREBEL (6) a récolté dans différents gisements nouveaux des échantillons intéressants de galène:

1^o Un individu exceptionnellement tabulaire (100 111), couvert de petits cristaux de Wulfénite et associé à de l'adulaire, de la chlorite et de la calcite, trouvé dans une amphibolite au Bristenstock (Uri). Un autre échantillon du même gisement était couvert de cristaux de cerussite et associé à du quartz, de l'apatite, de l'adulaire, de l'albite et de la chlorite. Enfin un troisième individu était associé à de l'albite et de la calcite, sur lesquelles s'étaient développés des cristaux d'anatase et de brookite.

2^o Des galènes ont été récoltées d'autre part dans des gisements de fluorine du Steinbruchgraben dans le Baltschiederthal; elles sont associées à des adulaires, des célestines, des calcites, des fluorines, des quartz et des dolomies.

3^o De petits cristaux de galène proviennent du tunnel du Simplon, au kilomètre 9.400; ils étaient englobés dans des dolomies.

L'auteur termine par quelques remarques sur la répartition de la Wulfénite dans les Alpes.

Je citais l'an dernier une publication de M. H. BAUMHAUER, concernant les **associations d'hématite et de rutile**; depuis lors le même auteur (2) a complété ses observations et a reconnu pour ces associations une loi cristallonomique, suivant laquelle les rutiles se superposent avec leur face (100) sur la face (0001) de l'hématite avec une orientation telle que leur face (401) soit parallèle à la face (8170) de l'hématite. Le grand axe des cristaux de rutile forme ainsi avec un axe intermédiaire de l'hématite un angle de 2° 11' 36" et plusieurs des deutéropyramides du rutile coïncident approximativement avec des faces du prisme de l'hématite; mais il est certain que seules (7810) pour l'hématite et (041) pour le rutile jouent un rôle essentiel dans l'orientation relative des deux minéraux, d'abord parce que seules elles sont exactement parallèles, ensuite parce que l'hématite et le rutile sont soudés l'un à l'autre suivant le plan correspondant à ces 2 faces.

MM. L. DUPARC et HORNUNG (5) ont fait une étude physique et chimique de diverses **amphiboles** contenues dans des roches de provenances variées, dont un granite du Julier, 3

syénites de Plauen, de Ditrö et de Coschutz, une pseudosyénite du Mont Blanc, une diorite de l'Odenwald, une amphibolite des Aiguilles Rouges, 2 gabbros ouralitisés de l'Oural. Ils sont arrivés par ce travail à envisager la composition des hornblendes comme le résultat du mélange des trois silicates suivants : $R''_4 Si_4 O_{12}$, $R''''_2 R''_2 Si_3 O_{12}$ et $R'_2 R'''_2 Si O_6$.

Minéraux exploités. — Nous devons à M. C. SCHMIDT (12) un rapport en partie scientifique et en partie technique sur les exploitations existant en Suisse d'**asphalte**, de **sel** et de **minérais divers**.

A propos de l'**asphalte** l'auteur, citant seulement les calcaires bitumineux de Saint-Aubin et de La Sarraz, décrit les gisements d'**asphalte** du Val-de-Travers. Il s'agit, comme on le sait, d'une zone épaisse de 2 à 8 m. dans l'Urgonien supérieur qui est imprégnée de bitume (jusqu'à 12 %).

A propos des gisements de **sel**, M. Schmidt donne une série de renseignements d'abord géologiques, puis historiques et scientifiques sur l'exploitation des mines de Bex.

Quand aux minérais, ils sont très nombreux et variés en Suisse, quoiqu'ils n'aient donné lieu qu'à fort peu d'exploitations rentables. Dans le Jura le seul minéral d'une certaine importance est le minéral de fer qu'on trouve dans le **Sidérolithique**. Ces dépôts sont considérés par l'auteur comme une terra rossa formée par l'évaporation sur la surface d'un continent exposé à un climat tropical; leur teneur en fer varie infiniment et leur composition présente tous les passages du limon ferrugineux aux oolithes presque pures. Vu leur richesse si inégale et leur manque de continuité les minéraux de fer du Sidérolithique ont perdu rapidement de leur importance et ne sont plus exploités qu'à Delémont. En dehors du Sidérolithique on a exploité aussi localement dans le Jura les couches limonitiques du Valangien supérieur dans la vallée de Joux et la région de Sainte-Croix, puis les oolithes ferrugineuses des couches à *Ludw. Murchisonae* dans la région d'Undervelier et des Rangiers et les oolithes ferrugineuses calloviennes dans le Frickthal.

Sur le plateau suisse les exploitations de minéraux se sont réduites à quelques laveries d'or toutes abandonnées actuellement.

Les régions alpines sont évidemment les plus riches en gisements de minéraux. L'auteur y étudie en commençant la répartition des **minérais de fer**; il cite d'abord les oolithes fer-

rugineuses nummulitiques de la nappe du Säntis qui ont été exploitées momentanément vers l'extrémité S du lac de Lovenz ; des couches analogues ont été utilisées aussi au-dessus du glacier de Rosenlaui.

Au Gonzen le Malm contient une couche d'hématite associée en proportion variable à de la magnétite, de la limonite, de la sidérite et à divers minéraux de manganèse, de laquelle le fer a été extrait d'une façon intermittente depuis l'époque romaine jusqu'en 1876.

Dans les Alpes d'Unterwald on a utilisé pour l'extraction du fer des oolithes ferrugineuses qui se trouvent au niveau du Callovien sous forme de lentilles et qui contiennent par places une quantité importante de Chamoisite. L'exploitation s'est concentrée sur le versant N du Genthal à Erzegg et Planplatten, et n'a du reste jamais donné de résultats satisfaisants. Des oolithes ferrugineuses se retrouvent au même niveau dans les Alpes au S du lac de Brienz, puis dans le massif du Muveran, en particulier au-dessus de Chamoson, mais il ne s'agit jamais que d'amas lenticulaires locaux. A Chamoson l'oolithe contient comme dans le Genthal une quantité importante de chamoisite (40 %) mêlée à du carbonate de chaux, du carbonate de fer, de la magnétite, de la limonite et du quartz.

Dans la série autochtone qui recouvre le massif de l'Aar on trouve depuis les Alpes grisonnes jusque dans l'Oberland bernois un niveau très caractéristique d'oolithe ferrugineuse dans le Callovien. Les concrétions oolithiques, lorsqu'elles n'ont pas subi de métamorphisme, sont formées essentiellement d'hématite (41 %) de chamoisite (27 %) et de calcite (16 %), auxquelles se mêlent des éléments argileux, du quartz et très peu de carbonate de fer. Cette couche, connue sous le nom « Blegioolith, » a été exploitée à différents endroits.

A Amone, dans le val Ferret suisse, on a exploité un gisement important de pyrite, qui se trouve sous forme d'imprégnation abondante au contact des calcaires du Malm et des schistes du Dogger, dans la série qui revêt le versant S du massif du Mont Blanc ; dans l'intérieur des calcaires suprajurassiques, la limonite existe en grande quantité par places, particulièrement là où la roche contient de nombreux débris de polypiers.

La dolomie du Lengenbach, qui forme dans la zone des Schistes lustrés, plus particulièrement dans la vallée de Binn, le soubassement stratigraphique des schistes, contient par

places en quantité notable des minerais de fer, dont les plus abondants sont la sidérite, la magnétite, l'hématite et la limonite. Enfin les gisements de fer les plus importants du Valais sont ceux du Mont Chemin à l'E de Martigny. Ici le mineraï est de la magnétite, qui forme des amas au sein d'une roche amphibolique riche dans toute sa masse en FeO; cette roche est intimement liée à des calcaires marmoréens inclus, sous forme de zones répétées, dans des gneiss chloriteux sous-jacents à la protogine du Mont Blanc.

Dans les Grisons on a exploité le mineraï de fer sur un grand nombre de points et dans des gisements très variés. C'est ainsi que dans le val Tisch et le val Tuors on a utilisé la limonite et l'hématite qui imprègnent par places soit le Verrucano, soit la dolomie triasique; à Casanna au-dessus de Klosters on a exploité la limonite qui remplit des fissures dans la dolomie principale; au Monte Buffalora près de l'Ofenpass on a extrait de la limonite d'une poche creusée dans la dolomie principale. Dans le val Avers divers minerais de fer existent soit dans le Trias qui recouvre le porphyre de la Rofna, soit dans ce porphyre lui-même au voisinage de son contact avec le calcaire; le mineraï s'intercale en couches parallèles à la stratification du Trias et à la schistosité du porphyre et comprend de l'hématite, de la sidérite et de la magnétite. L'exploitation est interrompue dans cette région depuis 1845. Enfin, on a extrait du fer de veines minéralisées incluses dans une diorite schisteuse au-dessus de Truns, dans le val Puntaiglas, et qui contiennent de la magnétite, de l'hématite, de la pyrite, de la chalcopyrite, accompagnées de limonite, de malachite et de cuprite comme produits secondaires.

A propos du Tessin M. Schmidt cite une ancienne extraction d'hématite dans une poche creusée dans le gneiss du val Morobbia et une exploitation toute semblable dans le gneiss du val Colla.

Les minerais de manganèse n'ont été exploités jusqu'ici que dans l'Oberhalbstein; ce sont des amas lenticulaires de psilomélane, qui paraissent toujours être associés à des gisements de roches ophithiques et de radiolarites; l'imprégnation psilomélanitique s'est produite tantôt dans des corgneules triasiques, tantôt dans des schistes à radiolaires. Il existe du reste des radiolarites à psilomélane, toutes semblables à celles de l'Oberhalbstein dans le versant S du Piz Lischanna (Basse Engadine).

Les gisements de **galène** et de **blende** sont assez fréquents en Suisse; on en trouve d'abord dans les Grisons sous forme d'intercalations dans le Trias austro-alpin; c'est ainsi que dans la vallée de Davos et la chaîne de l'Amselalp le calcaire du Wetterstein comprend une zone bréchiforme sillonnée de calcite et imprégnée sur 8 à 10 m. d'épaisseur de blende et de galène à peine argentifère; de même dans la région du val Scarl (Basse Engadine) le calcaire du Wetterstein et les couches de Raibl contiennent fréquemment les 2 mêmes minéraux.

La galène existe d'autre part dans le Schams près de Zillis, où elle imprègne la brèche granitique bien connue sous le nom de Taspinite et où elle est associée surtout à de la baryte; elle contient jusqu'à 3 % d'argent.

Mais les gisements de galène sont surtout abondants dans le domaine des roches cristallophyliennes; ainsi dans la région de Vernayaz on a exploité, dans les deux versants de la vallée du Rhône et de part et d'autre du synclinal houiller de Salvan, des filons de quartz riches en minéral de plomb. Au Mont Chemin les gneiss injectés en contact avec la protogine contiennent par places des amas lenticulaires ou des filons de quartz, qui sont en partie riches en galène, et des gisements analogues se retrouvent le long du versant S du massif du Mont Blanc, au pied N du Catogne, aux environs de la Combe d'Orny, etc..

La mine de plomb de Goppenstein (Lötschenthal), la seule qui soit actuellement en exploitation, tire son minéral d'une zone fortement minéralisée intercalée dans le flanc S du massif cristallin de l'Aar. Cette zone, encadrée entre des schistes amphiboliques et des gneiss sériciteux au moins en partie d'origine éruptive, est sillonnée de filons de quartz, parallèles à la schistosité de la roche, d'épaisseur extrêmement variable et peu continu, qui sont en général imprégnés de galène, de blende et de pyrite. Un gisement de même nature existe dans le fond de la vallée de Lauterbrunnen à Trachsellauenen.

Les gisements de galène et de blende sont fréquents dans la zone des schistes cristallins du Grand-Saint-Bernard à travers tout le Valais, ainsi à Verbier au-dessus de Chabres, à l'Alpe Siviez au-dessus de Nendaz, à la Barma, à la mine Comtesse et à la Maison Vieille dans le Val d'Hérens, à Blesen un peu au S de Chippis.

Dans le canton du Tessin l'auteur cite des veines de quartz riches en galène coupant les schistes cristallins dans le val

Cadlimo, au N du val Piora, et, d'autre part un filon de baryte et de galène qui passe au contact d'un quartzporphyre et d'une porphyrite au NE de Figino sur les bords du lac de Lugano.

A propos des **minérais de cuivre** M. Schmidt décrit d'abord un intéressant filon dolomitique, qui coupe obliquement le Verrucano sur environ $1 \frac{1}{2}$ kilomètre entre la Mürtschenalp et le Kalsthal dans les Alpes glaronnaises. La masse dolomitique du filon est imprégnée de minérais de cuivre divers, dont le point de départ doit être la chalcopyrite, et auxquels sont associés différents composés du fer, du molybdène, de l'uranium et par places de l'argent natif. Des gisements analogues se retrouvent sur d'autres points des Alpes glaronnaises ainsi que dans le Verrucano des Grisons. Au Gnapperkopf, au-dessus de Vättis (Calanda) le « Röthidolomit » est injecté de quartz auquel s'associe du Fahlerz.

La région la plus riche de Suisse en minérais de cuivre est celle des Alpes valaisannes et plus particulièrement la zone cristallophyllienne du Grand Saint-Bernard-Bérusal, dans laquelle les minérais de cuivre sont associés à d'autres contenant de l'argent, du nickel, du cobalt, du bismuth. M. Schmidt cite les gîtes métallifères du val d'Anniviers exploités dans cette zone dans les vallées d'Anniviers et de Tourtemagne, en indiquant pour chacun ses propriétés minéralogiques et géologiques particulières; notons simplement qu'on distingue facilement parmi ces gisements des filons-couches et des filons proprement dits. Dans ces mêmes vallées de Tourtemagne et d'Anniviers, on rencontre aussi des gîtes cuprifères et argentifères compris dans les Schistes lustrés et associés aux roches ophitiques. Le minéral est dans ce cas essentiellement de la chalcopyrite, à laquelle sont associés par places du fahlerz, de la galène, de la blende, de la baryte. M. Schmidt donne sur les diverses mines exploitées dans ce secteur un grand nombre de renseignements, qu'il est impossible de résumer ici.

Dans les Grisons on connaît comme gîtes cuprifères les filons quartzeux à fahlerz qui traversent le gneiss de Rofna à l'Alp Ursera, au-dessus d'Andeer, puis les serpentines à pyrite et chalcopyrite de l'Oberhalbstein.

Enfin l'auteur termine son article par quelques indications sur les gîtes de nickel associés aux serpentines de la Basse Engadine et sur les rares mines d'or de notre pays, Gondo (Valais), Astano, Novaggio et Tesserete (Tessin). Le minéral est ici partout de la pyrite ou de la chalcopyrite aurifère. A

ces gîtes on peut relier la mine de leucopyrite aurifère de Salanfe (Valais) et le gisement curieux de la Goldene Sonne au pied SW du Calanda, où les schistes du Dogger inférieur sont traversés par une infinité de filons de quartz et de calcite, dans lesquels sont semés de la pyrite et un peu d'or natif en fines paillettes ou en agrégats dendritiques.

A la suite de cette publication il convient de citer un rapport fait par M. H. SCHARDT (11) pour le *Dictionnaire géographique de la Suisse sur les produits minéraux de la Suisse*. Ce travail, qui n'a pas la prétention d'être ni complet, ni original, débute par quelques renseignements sur les gisements les plus connus de quartz, de feldspath, d'épidot, de tourmaline, d'amphibole, de talc, de grenat, de staurolite, de chlorite, de mica, de titanite, de rutile, brookite et anatase, de calcite, de gypse cristallisé, de spathfluor, d'apatite et de divers minéraux métallifères.

L'auteur aborde ensuite la description des exploitations minières de notre pays en commençant par les mines de charbon et de substances bitumineuses. Il cite les deux ou trois gisements de mauvais graphite qui ont été exploités dans le Valais et les mines d'anthracite de Chandolin, Grange, Grône et Bramois ouvertes dans la zone axiale houillère du Valais; puis il parle des quelques exploitations tentées sans grand succès dans les couches de houille intercalées dans le Dogger à *Mytilus* de la zone de Gastlosen-Laimaire-Col de Vernaz. Enfin il s'étend plus longuement sur les mines de lignite de la région molassique.

Ces charbons sont inclus, de Paudex et la Conversion à l'E de Lausanne par Chatillens, Oron, Palézieux jusqu'à Semsales, dans les marnes à *Helix Ramondi*; on en retrouve de nombreux gisements toujours peu importants et difficilement exploitables dans d'autres régions du Plateau occidental et à des niveaux divers de la Molasse. Mais il faut aller jusqu'à la région de Käpfnach sur les bords du lac de Zurich pour rencontrer de nouveau des mines d'une valeur réelle. Ici le charbon est compris dans la Molasse d'eau douce supérieure et est exploité concurremment avec les matériaux marneux auquels il est mêlé. Des gisements de charbon existent du reste sur un grand nombre de points dans la Suisse orientale, tantôt au niveau de l'Aquitainien, tantôt au niveau de l'Œningien, mais le combustible ne se trouve pour ainsi dire jamais dans des conditions exploitables.

Des charbons interglaciaires ont été utilisés dans la région

de Dünten et de Unter Wetzikon (Zurich) et de Utznach (Saint-Gall).

Les tourbières font l'objet d'un chapitre spécial, dans lequel l'auteur, après avoir fait ressortir le contraste qui existe entre les tourbières planes ou inondées et les tourbières bombées ou exondées, décrit successivement les grandes tourbières des vallées synclinales du Jura, les tourbières du plateau molassique, dont les unes occupent d'anciens bassins lacustres, d'autres des dépressions d'un paysage morainique, d'autres encore des zones basses de la Molasse, enfin les tourbières des régions alpines.

M. Schardt nous fournit quelques renseignements sur les mines d'asphalte du Val de Travers, ouvertes, comme on le sait, dans les calcaires bitumeux de l'Urgonien, puis il passe aux mines de sel et réunit en somme sur ce sujet à peu près les mêmes données que nous avons trouvées dans l'article précédent de M. Schmidt.

De même le chapitre que M. Schardt consacre aux gîtes métallifères contient en plus résumé la même matière que le chapitre correspondant de M. Schmidt. Il est suivi de quelques pages, dans lesquelles l'auteur traite des matériaux de construction. Comme pierres à bâtir on utilise en Suisse les matériaux les plus divers, d'une part, des roches cristallines, granites des massifs de l'Aar et du Gothard, gneiss du Tessin ou des massifs centraux etc...., d'autre part et surtout des calcaires. Dans le Jura l'on exploite dans ce but surtout l'Hauterivien supérieur et le Valangien inférieur (marbre bâtarde) comme calcaires crétaciques, et, comme calcaires jurassiques, le Portlandien du Jura neuchâtelois et du val Saint-Imier, le Kimmeridgien de Soleure, le Séquanien de la région de Laufon, le Rauracien de Sainte-Ursanne, Soyhières, Movelier, la Dalle nacrée du Callovien, les calcaires oolithiques bathoniens.

Dans les régions alpines on exploite comme pierre à bâtir d'abord le Néocomien à Collombey, puis surtout l'Urgonien sur un grand nombre de points; mais ce sont plus particulièrement les calcaires jurassiques qui entrent ici en ligne de compte, et parmi eux en première ligne, les calcaires supra-jurassiques des Préalpes et des Hautes-Alpes calcaires, puis les calcaires liasiques des Préalpes médiales (marbre d'Arvel); enfin il faut citer encore de cette région les calcaires triasiques de Saint-Tiphon (vallée du Rhône).

Les marbres exploités dans notre pays proviennent en grande partie du Valais (marbre triasique de Saillon, mar-

bres de la Batiaz et du Mont Chemin près de Martigny, etc.).

Quant à la Molasse des carrières sont ouvertes suivant les régions dans l'un ou l'autre de ses nivaux : la Molasse œnin-gienne est exploitée en particulier dans les cantons de Thurgovie et de Lucerne, la Molasse marine fournit en général les meilleurs matériaux, grès fins ou homogènes ou grès grossiers (Seelasse) ; dans les environs de Lausanne on utilise la Molasse grise (Burdigalien) ; enfin sur la bordure des Préalpes et des chaînes calcaires externes les grès de Ralligen (Aquitaniens) donnent par places de bons matériaux. Les grès du Flysch ne sont utilisés que localement et dans des carrières temporaires.

Les ardoisières se rencontrent dans des terrains très divers, d'abord dans le Carbonifère du synclinal de Salvan et de la zone axiale houillère aux Mayens de Sion, à Nendaz et Plan Baar, puis dans les Schistes lustrés qui sont fréquemment exploités dans le Haut Valais, puis dans le Flysch comme dans la vallée de Frutigen, dans les environs de Meiringen, dans le Sernfthal, etc.

Enfin M. Schardt termine son exposé en donnant encore quelques renseignements sur les gisements de pierre ollaire et d'asbeste, sur les marnes employées comme terre d'amendement, sur les exploitations de graviers, sur les terres à briques qui font partie presque toujours des terrains pleistocènes ou tertiaires, sur les sables vitrifiables du Sidérolithique jurassien, sur l'industrie de la chaux et du ciment, et finalement sur les exploitations de gypse qui, soit dans le Jura argovien, soit dans les Préalpes, sont liées aux affleurements de Trias.

M. L. ROLLIER (10) a décrit à l'usage du grand public les conditions dans lesquelles apparaissent les **dépôts de fer pisolithique** à la base des bolus sidérolitiques. Il s'est attaché à démontrer l'âge éocène de ces formations et leur nature de sédiments lacustres ou palustres. Il a fait ressortir l'immense extension que prennent les dépôts pisolithiques, non seulement dans le Jura, mais aussi bien loin en dehors de ses limites, et a fourni, pour finir, quelques renseignements sur les exploitations anciennes et modernes de ce minerai de fer.

Nous trouvons d'autre part, quelques renseignements sur les fers pisolithiques du Sidérolithique jurassien dans une courte notice de M. E. BAUMBERGER (1), qui signale en outre les oolites ferrugineuses qu'on rencontre dans diverses régions du

Jura au niveau du Bajocien inférieur, du Callovien et du Valangien.

Pétrographie.

En réponse aux objections que M. L. Duparc a faites à son hypothèse de l'âge tertiaire du granite du Mont-Blanc (voir *Revue* pour 1906), M. C.-G.-S. SANDBERG (24) a publié une courte notice, dans laquelle il insiste d'abord sur l'évidence d'un métamorphisme intense et se propageant souvent à de grandes distances, déterminé par des intrusions de magmas granitiques. Il fait ressortir le fait que le métamorphisme croît de la charnière à la racine dans les anticlinaux, de l'extérieur vers la charnière dans les synclinaux et il explique en particulier par ce fait la présence, au fond des synclinaux de schistes lustrés, de roches vertes, qu'il considère au moins en partie comme des produits de métamorphisme.

L'auteur constatant que les granites alpins ont participé au plissement des schistes encaissants, et admettant qu'au moment de ce plissement ils étaient encore aptes à produire un métamorphisme, arrive à cette conclusion que leur mise en place ne peut pas être plus ancienne que l'Oligocène, que leur âge tertiaire est donc démontré.

Retenant ensuite la question des conglomérats à éléments cristallins, les uns anté-houillers, les autres houillers, les autres encore jurassiques, M. Sandberg cherche à prouver que les galets cristallins de ces poudingues ont forcément dû subir, avec tout le complexe dans lequel ils sont englobés, un métamorphisme profond postérieur à leur dépôt, que leur analogie avec certaines roches des massifs voisins provient simplement de l'identité du métamorphisme ayant agi sur les uns et sur les autres et qu'elle n'implique par conséquent pas du tout que ces galets soient dérivés des roches auxquelles MM. Duparc et Ritter ont voulu les rapporter. L'argument tiré de la composition des poudingues polygéniques en faveur d'un âge précarboniférien du granite du Mont Blanc n'a donc plus aucune valeur aux yeux de l'auteur.

Il suffit de signaler ici un court exposé, fait par M. U. GRUBENMANN (18) de ses idées sur le métamorphisme des roches et ses causes diverses, idées que nous avons analysées tout au long dans les *Revues* pour 1904 et 1906.

M. G. KLEMM (22), continuant son exploration du **massif cristallin du Tessin**, a étudié d'abord la coupe du Nufenen en suivant l'Eginenthal. Il a trouvé là, sur les sédiments mé-

tamorphisés du synclinal d'Urseren, une zone, dans laquelle les schistes sont injectés et mêlés à des filons granitiques, puis le granite seul, qui se continue sous des formes diverses mais toutes plus ou moins schisteuses jusqu'au pied du col, et qui supporte là, sans intercalation d'une zone de mélange, une nouvelle série de sédiments métamorphisés.

L'auteur étudie ensuite un profil pris dans le Val Bedretto vers All'Acqua et l'Alpe della Cassina. Ici le bas des pentes est formé par le prolongement de la zone des « gneiss de Sorrescia » qui comprend en abondance des micaschistes et des schistes phylliteux ; sur ces couches plongeant au N vient le complexe puissant du granite de Pizzo Rotondo, qui est séparé des schistes sous-jacents par une zone de mélange bien caractérisée avec filons granitiques et injections accentuées, tandis que vers le haut il est recouvert sans transition par un complexe de schistes injectés. Cette disposition rappelle exactement celle qui existe dans le val Tremola et il semble que le granite du Pizzo Rotondo-val Tremola correspond à une poussée tardive du magma qui s'est produite après l'extinction de l'effort tangentiel.

Dans la région d'Airolo l'auteur s'est préoccupé plus spécialement d'un complexe compliqué formé de schistes divers (schistes amphiboliques, phyllites à zoïsite etc.) qui représente le prolongement des Schistes lustrés du Nufenen et dans lequel s'intercalent des bancs de conglomérats métamorphisés ; puis il a étudié les schistes à trémolithe et les calcaires dolomitiques de Campolungo et de la région avoisinante et a pu faire ressortir la rapidité avec laquelle le faciès change longitudinalement dans une même zone de schistes suivant le degré et la nature du métamorphisme. A propos des fameux schistes à paragonite qui affleurent dans ce territoire, dans le versant S du Pizzo Forno, il se rallie absolument à l'idée émise par M. Weinschenk, d'après laquelle ces schistes seraient des roches filonniennes enrichies pendant leur pénétration dans leur milieu ambiant en paragonite, disthène, staurolithe, etc., et rendues schisteuses par une pression, agissant sur elles pendant leur consolidation.

Enfin la partie la plus importante de cette notice est consacrée à la zone de contact des « gneiss » du Tessin avec la zone des roches amphiboliques et des cornéennes de Bellinzona (zone d'Ivrée). M. Klemm a pu constater qu'ici le métamorphisme de contact est évident, que le soi disant gneiss, qui est en réalité un granite, pénètre en d'innombrables filons dans les schistes voisins et qu'il englobe des in-

clusions tout aussi nombreuses de ces derniers. Il y a donc sans aucun doute ici un contact primaire entre une roche intrusive et une calotte sédimentaire.

Par contre la zone des schistes amphiboliques est séparée de celles des schistes micacés et gneissiques du Monte-Cenere par une zone de dislocation et de broyage qui implique des mouvements certainement considérables. Ces schistes de la zone des lacs subalpins, dont l'âge est en tout cas précarboniférien, n'ont donc rien de commun avec le massif tessinois sur lequel ils s'appuient par chevauchement. Quand au gneiss du Tessin l'auteur maintient qu'il faut forcément l'envisager comme une roche endogène en tous cas plus jeune que le Lias, qu'il coupe de ses filons. L'intrusion de ces granites étant certainement en relation avec le soulèvement de la région et celui-ci devant être considéré comme la cause première de la formation à l'époque oligocène-miocène de grandes nappes de recouvrement alpines, l'auteur considère comme probable un âge même beaucoup plus récent, oligocène-miocène, de cette intrusion.

M. E. HUGI (21) a publié les résultats d'une première série d'observations faites sur la **zone septentrionale de gneiss du massif de l'Aar**. Il commence par exposer les arguments péremptoires qui militent en faveur de l'origine éruptive de la plus grande partie au moins de ces gneiss ; puis il aborde la question de la genèse des schistes sériciteux qui bordent les gneiss au S ; il montre que gneiss et schistes sont reliés par une transition graduelle et voit dans les seconds un produit de métamorphisme de quartzporphyres d'abord disloqués mécaniquement, puis injectés par des émanations pneumatolitiques.

En faveur de l'origine éruptive des gneiss de la zone septentrionale M. Hugi cite des schistes qui se trouvent au Wendenpass en contact avec le gneiss, entre celui-ci et les Zwischenbildungen, et qui montrent les marques les plus indiscutables d'un métamorphisme de contact.

La structure des gneiss concorde aussi avec cette manière de voir, mais l'argument le plus concluant qu'on puisse émettre en faveur de celle-ci réside dans la présence de très nombreuses inclusions dans la masse du gneiss en même temps que dans les phénomènes de résorption très étendus que montre ce dernier. Les inclusions sont du reste nettement limitées au voisinage des sédiments encaissants, soit le long de la bordure de la zone gneissique, soit suivant les lignes d'affleu-

rement des coins calcaires enfoncés dans le Cristallin. Au point de vue minéralogique et chimique, elles se divisent très nettement en 2 catégories l'une d'origine marneuse-argileuse, l'autre d'origine calcaire-dolomitique.

Les inclusions d'origine argileuse n'ont été reconnues comme telles que très récemment par M. Sauer ; elles comprennent des types de roches très divers, dont l'auteur décrit plusieurs exemples et présentent partout le caractère de formations métamorphisées et injectées.

Les inclusions calcaires atteignent des dimensions généralement plus grandes en particulier à Schafstelen, au Lauteren See, à Stieregg, au Schoenalphorn et vers la chute du glacier de Wenden. Formées de carbonate de chaux, ou, plus rarement, de dolomie, elles sont toujours riches en silicates vers la périphérie, en même temps que le grain, plutôt grossier à l'intérieur, devient de plus en plus fin vers l'extérieur. Leur structure ne porte pas de traces accusées d'écrasement. Les minéraux de contact qui s'y rencontrent sont : le grenat, le diopside (souvent très abondants), des feldspaths, l'antigorite ou le chrysotile en agrégats qui enveloppent parfois un noyau de Forterite ; plus rarement on y trouve du vésuviane, de la titanite, du quartz, de la mouscovite, de la magnétite, de la pyrite, du graphite.

Au point de vue des formes de métamorphisme subies par les diverses inclusions calcaires qu'il a étudiées, l'auteur distingue 3 types fondamentaux.

Dans le premier on constate les effets d'un métamorphisme de contact très net, tandis que les efforts mécaniques paraissent n'avoir exercé qu'une influence peu importante, évidemment postérieure au métamorphisme de contact. A ce groupe appartiennent les inclusions calcaires de l'Aeussere Urweid, du lac de Lauteren et du Dossenhorn.

Un second type, qui comprend les inclusions calcaires des environs d'Innertkirchen, de Stieregg, du Zäsenberg, de Wendenalp, et du Sustenpass, a subi successivement l'action d'un métamorphisme de contact pur, puis d'un écrasement énergique et enfin, à un faible degré, de minéralisateurs pneumatolitiques.

Le troisième type est caractérisé par l'action prépondérante des minéralisateurs qui s'y est marquée et par les signes d'un écrasement assez accusé. Ces inclusions se trouvent souvent au contact des pegmatites et dans des schistes sériciteux, que l'auteur considère comme également pneumatolisés. La minéralisation dans leur sein a dû se poursuivre

fort longtemps et continuer après que les efforts mécaniques avaient cessé de se faire sentir. Les meilleurs exemples qui en soient connus se trouvent vers Schafstelen, au Schönalp-horn et au Gstellihorn.

En terminant M. Hugi émet l'opinion que les gneiss, ou plus exactement les granites, dont il s'est occupé, sont d'âge postcarbonifère, sans pouvoir préciser davantage.

M. U. GRUBENMANN (17) a décrit un échantillon de **schiste injecté** récolté dans le voisinage de roches pegmatitiques entre Brissago et Ascona, sur les bords du lac Majeur. La roche est composée essentiellement de quartz, de biotite et de mouscovite, et contient du grenat en quantité variable. Sous le microscope on constate que la biotite est accompagnée de sillimanite en faisceaux serrés très abondants ; la mouscovite paraît être secondaire ; les micas et la sillimanite forment des feuillets ondulés qui enveloppent des lentilles de quartz, de feldspath (orthose et plagioclase basique) et de grenat. La structure de la roche est nettement cristalloblastique et l'injection pneumatolitique ne se manifeste que dans les associations de quartz et de feldspath.

L'auteur donne les résultats de 2 analyses de cette roche, qui est caractérisée par un fort excès en alumine et par la prédominance de $MgO + FeO$ sur les alcalis. L'excès en alumine doit avoir été primaire dans le sédiment, qui a été métamorphisé en partie par injection, en partie par contact direct, et a pris ainsi l'aspect d'un gneiss profond.

M. H. PREISWERK (23), le fidèle collaborateur de M. C. Schmidt pour l'exploration géologique des Alpes lépontines, a réuni en vue d'une étude pétrographique spéciale un abondant matériel appartenant au groupe bien connu des **schistes verts** ou *pietra verdi* et provenant du massif du Simplon. Ces roches sont en majeure partie d'origine éruptive, mais profondément métamorphisées ; elles s'intercalent, comme on le sait, dans les Schistes lustrés et dans les calcaires dolomiques du Trias, toujours à proximité du contact entre ces 2 complexes ; elles sont donc en partie liasiques. Comme elles passent parfois graduellement aux schistes calcaires, il faut admettre qu'elles comprennent aussi des tuffs stratifiés.

La principale zone d'affleurement de ces schistes verts se suit depuis la zone marginale des Schistes lustrés au S de Brigue par Binn et le Strahlgrat jusqu'au Banhorn. Une seconde zone va de la vallée inférieure de la Viège jusqu'à la Nanzlücke et une troisième, moins importante, jalonne un

autre synclinal de Schistes lustrés qui s'élève vers le Magenhorn.

Plus au S les gisements de Schistes verts sont beaucoup moins abondants et n'existent guère que suivant une zone dirigée N-S et qui passe par le Tschampigenkeller, le Monte Orfano, le Monte Larone au-dessus de Crodo et les montagnes comprises entre les vallées de Vigezzo et d'Onsernone. Suivant cette zone a dû exister aux temps triasiques-liaïques une ligne de fissures, suivant laquelle se sont élevées les magmas éruptifs basiques, pour faire en partie intrusion dans les gneiss anciens du Monte Leone, pour s'épancher en partie à la surface sous forme de coulées auréolées de tuffs.

Les roches vertes des environs de Viège ont déjà été étudiées par M. Preiswerk dans un travail antérieur (voir *Revue* pour 1903); dans le synclinal du Magenhorn des roches toutes semblables se retrouvent, parmi lesquelles 2 échantillons à grain très fin se sont révélés à l'analyse comme des schistes calcaires argileux et silicifiés ne contenant qu'une petite quantité d'alcalis.

Dans la région du Saflischpass, entre Bérusal et Binn, la zone des roches vertes comprend différents types:

Ce sont d'abord des amphibolites finement schisteuses formées d'agrégats lenticulaires de plagioclase-albite entourés par des faisceaux de hornblende. L'épidote y est très abondant; la zoïsite, la biotite, le rutile et le fer titané sont les éléments accessoires. La structure est cristalloblastique et la texture ocellaire.

On trouve en second lieu des amphibolites grossièrement fibreuses avec de grandes aiguilles de hornblende et une quantité spécialement grande d'épidote, puis des amphibolites à gros grain, gabbroïdes, enfin des schistes albitiques qui semblent établir comme une sorte de passage des roches vertes aux Schistes lustrés encaissants. Ces derniers sont formés de lits alternativement plus clairs composés essentiellement de quartz et d'albite avec de la calcite et peu de chlorite, du mica, du rutile, et plus foncés, c'est-à-dire plus riches en amphibole.

A côté de ces roches schisteuses M. Preiswerk a découvert un type massif, à grain fin, composé d'une pâte qui semble optiquement isotrope et qui est formée par un fin agrégat d'antigorite et de pennine, dans laquelle ressortent des macrocristaux aux contours bien nets, mais complètement pseudomorphosés tantôt en serpentine et talc, tantôt en tremo-

lite, calcite et magnétite. Cette roche devait posséder à l'état primaire une base vitreuse avec des macrocristaux d'olivine et peut-être quelques petits éléments de pyroxène. Sa composition chimique est celle d'une péridotite ou picrite, relativement pauvre en fer et en chaux.

Enfin toujours aux abords du Saflischpass l'auteur a trouvé un affleurement d'une amphibolite massive à cristaux macroscopiques de hornblende, de biotite, de plagioclase, de pyrite, de magnétite, qui paraît dériver d'une enclave sédimentaire.

Le long de la zone de roches vertes qui suit le versant N du Binnenthal jusqu'au Strahlgrat et au Blindenhorn les amphibolites conservent un type uniforme, finement schisteux et sont formées essentiellement de petites aiguilles de hornblende en amas feutrés et d'agrégats de plagioclase avec peu de quartz; elles contiennent en outre de l'épidote, de la biotite, de la pyrite et de la titanite. Marginalement elles passent aux calcschistes encaissants. Dans le prolongement de cette zone, sur le flanc du Gandhorn se trouve un affleurement de pierre ollaire.

Le versant SW du Banhorn est particulièrement riche en affleurements de roches vertes qui, plongeant au N, s'enfoncent sous la zone principale des Schistes lustrés, et qui alternent avec des calcschistes et des calcaires dolomitiques. Le caractère éruptif de ces amphibolites, tantôt fines, tantôt grossières, paraît ici particulièrement évident.

Le type grossier, gabbroïde, qui forme ici la masse principale, se compose surtout de gros amas irréguliers de hornblende englobés dans une pâte de feldspath et d'épidote. La biotite apparaît presque toujours associée à la hornblende; la titanite existe dans les variétés gabbroïdes franches, tandis qu'elle est remplacée par le rutile dans les variétés plus schisteuses. La composition chimique correspond à celles des gabbros; il est probable que la hornblende verte de la roche est dérivée d'une amphibole brune.

A ces amphibolites franches s'associent des amphibolites granatifères à almandine, massives ou plus ou moins schisteuses, dont les hornblendes sont foncées et les feldspaths sont sodiques. La biotite et l'épidote se rencontrent presque toujours dans ces roches; le titane est lié, dans la forme primaire de celles-ci, au fer, et inclus dans de l'ilmenite, mais il s'est souvent séparé du fer de façon à former d'une part des auréoles de leucoxène, d'autre part des cristaux isolés de titanite.

Dans la zone marginale de ces formations amphibolitiques la texture devient souvent de plus en plus schisteuse, la roche s'enrichit en fer et en magnésie et s'appauvrit en silice et il se développe ainsi des schistes formés essentiellement de hornblende en aiguilles et de clinochlore, auxquels s'associent par places des pierres ollaires. L'auteur signale en outre des filons, qui coupent les amphibolites gabbroïdes et dont les uns sont basiques, les autres sont plus acides que le magma normal et caractérisés par leur richesse en alumine et en oxyde ferrique. Enfin il faut envisager comme tuffs dérivant des épanchements amphiboliques des roches nettement stratifiées, de composition tout à fait concordante avec celle des roches éruptives voisines, avec cette différence qu'elle comporte dans certaines couches une teneur importante en Ca CO_3 .

M. Preiswerk aborde ensuite l'étude des amphibolites des environs du Tschampigenkeller, sur le chemin de l'Albrunpass. Ici les roches sont renversées sous le Trias et sous le gneiss chevauchant de l'Ofenhorn. Le type le plus abondant est comme au Banhorn une amphibolite gabbroïde, dont les hornblendes correspondent à un mélange de 85 molécules d'actinolite et 15 molécules de richterite, et dont les feldspaths sont compris entre l'albite et l'oligoclase. La biotite est relativement abondante; le quartz est toujours associé en petite quantité au feldspath. La composition de la roche est celle d'un gabbro, voisin du type de la Côte Saint-Pierre et tendant vers les diorites. Au contact de ces amphibolites et des sédiments voisins on trouve fréquemment des roches apliques formées d'une fine mosaïque de quartz et d'albite, dans laquelle sont semées des aiguilles de hornblende et des lamelles de biotite. La composition se rapproche de celle des diorites, mais elle est anormale par sa richesse en soude et en fer et résulte vraisemblablement d'une métamorphose. Ces roches sont accompagnées sur un point par un type voisin, mais un peu plus basique, et dans lequel la hornblende se présente sous forme de gros cristaux tabulaires. Enfin, toujours dans la zone de contact, M. Preiswerk a reconnu d'une part une petite lentille englobée dans les calcschistes et formée par une roche quartzo-albitique à diopside et à grands cristaux de tourmaline, puis des schistes métamorphiques constitués essentiellement d'albite et de calcite.

Le long des fissures traversant les amphibolites on peut constater comment la roche s'est parfois transformée, l'amphibole passant à un agrégat de chlorite et de calcite, la bio-

tite donnant naissance à de la chlorite et du rutile et l'élément feldspathique s'enrichissant. Cette transformation a été effectuée évidemment par une circulation d'eau ou de vapeur, d'acide carbonique et par des apports de soude. Son effet ultime est la production d'une roche riche en albite et en calcite, qui rappelle beaucoup certains faciès marginaux des amphibolites.

Pour finir, M. Preiswerk décrit les affleurements de roches vertes qui existent dans le flanc SE du val d'Antigorio entre Crevola et le Sonnenhorn. Il étudie spécialement de cette zone des roches massives ou faiblement schisteuses, qui prennent le faciès de gneiss à pyroxène et se rencontrent près d'Agarina et à la Forcoletta. Le pyroxène est une salite, il est accompagné de hornblende, de biotite et de titanite et ses cristaux sont disposés en une structure diablastique dans une masse claire formée de microcline, d'oligoclase-albite, de quartz, de calcite et de zoïsite. Soit la structure, soit la composition minéralogique de cette roche sont certainement secondaires; la composition chimique ne s'explique que par un mélange d'éléments éruptifs et sédimentaires et semble indiquer un tuff; elle correspond exactement avec celle de certains gneiss augitiques de la Basse Autriche. La présence de l'augite dans les roches d'Agarina, tandis que ce minéral n'existe nulle part dans les schistes verts du Simplon, s'explique par le fait que la zone de Crevola-Sonnenhorn appartient à un territoire de racines, où les pressions ont dû atteindre une valeur particulièrement forte.

En résumé les roches basiques de la région du Simplon, d'âge certainement triasique-liasique, comprennent les types pétrographiques suivants: gabbro-diorite, gabbro franc, diabase, dunite, wehrlite, picrite, auxquels il faut ajouter des tuffs variés. La constitution minéralogique primaire a été partout profondément altérée, mais le caractère éruptif ressort pourtant clairement des caractères de structure, de position géologique et de composition chimique.

Les éléments minéralogiques secondaires de ces roches sont peu variés: hornblende commune, biotite, calcite, épidoite englobant souvent un noyau de clinzoïsite, ilmenite, titanite, rutile, plagioclases du groupe albite-oligoclase, quartz.

Parmi les roches de contact il faut citer avant tout les schistes albitiques, auxquels sont associées d'autres roches, toutes caractérisées par leur forte teneur en soude. Ces formations semblent dues à un métamorphisme dynamique

contemporain du plissement de la chaîne alpine, et leur enrichissement en albite doit résulter d'un apport de soude provenant des roches voisines pendant les grands efforts orogéniques.

Roches employées par les palafiteurs. M. U. Grubenmann (20) a soumis à un examen pétrographique quelques haches néolithiques provenant du lac des Quatre-Cantons et de la vallée de la Murg, et y a reconnu des spécimens de chloromélanites, de néphrites, de lamprophyres, de porphyrites augitiques, d'amphibolites granatifères, d'amphibolites à epidote et chlorite, de serpentines, de schistes siliceux et de silex.

Les **chloromélanites**, reconnaissables par leur structure finement compacte, leur dureté et leur poids spécifique élevé, sont formées de fins éléments de pyroxène sodique, au milieu desquels se détachent tantôt des grenats mal formés, tantôt des amas de clinochlore, puis des grains de magnétite et des aiguilles de rutile. L'origine de ces échantillons reste problématique.

Une seule hache de néphrite montre la structure caractéristique pour le type qualifié par M. Kalkowsky de néphrite ordinaire. Des roches semblables existent dans le versant N du Saint-Gothard et dans la Basse Engadine.

Deux haches de Kreuzlingen sont confectionnées avec une roche lamprophyrique; l'une d'elles est relativement peu décomposée et facilement reconnaissable comme Kersantite, l'autre est beaucoup plus profondément altérée. Ces échantillons se rapprochent de roches filonniennes, qui coupent le gneiss au Rassassergrat entre la Basse Engadine et le Tyrol.

Deux autres haches sont constituées par une roche compacte, à grain fin, verdâtre, fortement altérée, qui sous le microscope se révèle comme formée de plagioclase et d'augite et qui ressemble absolument à des porphyrites augitiques du Rassassergrat.

Un fragment découvert à Wängi dans le Murgthal a été taillé dans une roche porphyroblastique, dont la pâte est formée par un fin agrégat de hornblende verte et de plagioclase, et qui comprend des cristaux macroscopiques de grenat. Cette roche est évidemment dérivée d'une éclogite, et se rapproche d'un type fréquent dans le Tyrol occidental et dans la vallée du Rhin antérieur, avec cette différence pourtant qu'elle contient un mica blanc, qui n'existe pas dans les roches en place précitées.

Parmi les roches les plus fréquemment employées par les palafiteurs, il faut citer des amphibolites à grain généralement fin, qui se composent de feldspath très altéré, d'amphibole verte, d'épidote et de chlorite avec de nombreux grains de magnétite et d'ilménite. Ces échantillons rappellent nettement certaines amphibolites de la Basse Engadine.

Plus souvent encore les haches étudiées par M. Grubenmann ont été confectionnées avec des serpentines compactes ou finement feuilletées. Leur roche est formée de petites lamelles d'antigorite et contient en général beaucoup de magnétite ; elle provient très probablement de la région si riche en serpentine de la Basse Engadine.

Enfin 3 haches sont taillées dans un schiste formé essentiellement de quartz en grains fins, auquel se mêlent des feldspaths, de l'épidote, de la biotite, de la séricite et de la pyrite. Il est probable que l'origine de ces échantillons doit être cherchée dans les schistes phylliteux qui sont intercalés dans les Schistes lustrés des Grisons. Quant à une hache taillée dans un silex sa provenance reste douteuse.

Formations sédimentaires. — La commission géotechnique de la carte géologique de la Suisse a publié en 1907 le fruit de longues recherches concernant les **exploitations d'argile** de notre pays (20). La récolte des documents nécessaires à cette publication a été faite, sous la direction de M. U. GRUBENMANN, par un grand nombre de collaborateurs et le rapport tiré de tous les renseignements recueillis a été rédigé par M. E. LETSCH.

Il est impossible de résumer ici les données réunies sur les 475 exploitations de terres à briques qui ont été prises en considération ; qu'il nous suffise d'indiquer que pour chaque gisement les auteurs ont déterminé approximativement le volume de la formation utilisable, ses caractères particuliers, son origine et la façon dont elle a été exploitée.

Ces terres à briques sont, dans la règle, des argiles impures contenant une proportion variable de carbonate de chaux, de sable quartzeux et de silicates divers. Quant à leur origine ces dépôts appartiennent pour une forte part aux moraines pléistocènes (30 %), pour une part importante aussi aux formations fluviales et lacustres postglaciaires (27 %) ; souvent ce sont des produits de désagrégation accumulés au bas des pentes et dérivant de sédiments argileux variés voisins (25 %) ; ces produits secondaires sont formés en grande partie au dépens des différents niveaux argileux

interstratifiés dans la Molasse, mais ils dérivent parfois de formations plus anciennes telles que le Keuper du Jura, le Lias, le Dogger, les couches d'Effingen.

Le Lœss décalcifié est exploité à divers endroits, en particulier dans le territoire des cantons d'Argovie et de Bâle. Quand aux argiles de la Molasse, elles sont utilisées directement par 29 entreprises distinctes. Les sédiments plus anciens ne se prêtent guère à ce genre d'exploitation, aussi ne connaît-on dans le Crétacique qu'une seule carrière importante qui utilise les schistes berriasiens des Alpes calcaires externes, dans le Jurassique 4 carrières ouvertes dans les couches d'Effingen ou dans les schistes du Lias supérieur du Jura, dans le Trias 2 carrières d'où l'on extrait les argiles du Keuper (Jura argovien).

Par la nature même de ces origines diverses il est clair que les terres à briques exploitées sont essentiellement concentrées sur le territoire du plateau molassique et du Jura tabulaire, comme le fait clairement ressortir la petite carte au 1 : 530000 de M. E. Letsch.

Outre les observations d'ordre géologique la publication de la commission géotechnique contient un rapport détaillé de M. B. Zschokke sur les qualités chimiques et physiques des différentes terres exploitées en Suisse, soit sur leur teneur en silice et feldspath, en carbonates, sulfates et oxydes de fer, sur leur teneur en eau, sur leur plasticité, leur résistance à la pression, leur couleur, etc.

La nature chimique et physique des argiles ne montre généralement pas de relation nette avec leur origine; pourtant les argiles dérivant du Lœss sont dans la règle caractérisées par leur faible teneur en CaO et en alcalis, qui leur donne une fusibilité élevée, tandis que les argiles morainiques, beaucoup plus riches en chaux et en alcalis, fondent à une température notablement plus basse. Les premières prennent à la cuisson une teinte foncée, les secondes gardent une couleur claire.

D'autre part, la composition d'une argile paraît être influencée d'une façon sensible par le fait qu'elle repose sur un sous-sol perméable qui favorise l'infiltration et par suite le départ du carbonate de chaux et des alcalis, ou sur un sous-sol imperméable.

Dans un chapitre spécial de ce même volume MM. B. ZSCHOKKE et L. ROLLIER ont réuni quelques renseignements sur les terres réfractaires de Suisse. Ils citent d'abord les dépôts

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

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

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

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

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

II^e PARTIE — GÉOPHYSIQUE

Actions et agents externes.

EROSION ET CORROSION

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

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

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

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

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

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

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

EAUX FLUVIALES

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

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

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

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

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

SOURCES ET NAPPES D'INFILTRATION

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

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

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

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

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

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

LACS et MARAIS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SÉDIMENTATION

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

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

GLACIERS ET NÉVÉS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TRANSPORTS ÉOLIENS

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

ÉBOULEMENTS

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

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

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

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

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

Actions et agents internes.

CONSISTANCE ET PLASTICITÉ DES ROCHES PROFONDES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TREMLEMENTS DE TERRE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

VOLCANISME

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

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

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

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

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

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

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

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

MAGNÉTISME TERRESTRE

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

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

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

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

III^e PARTIE.— TECTONIQUE. DESCRIPTION RÉGIONALES

GÉNÉRALITÉS

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

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

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

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

calcaires plus internes, et avec le massif de l'Aar font l'objet d'un chapitre spécial.

Ayant amené ainsi ses lecteurs, par Meiringen et Gletsch, à Brigue, M. Schmidt leur expose la structure de la chaîne du Simplon et du bassin de la Viège, dont la description détaillée publiée dans les *Eclogæ*, est analysée plus loin. Il donne en même temps de nombreux renseignements sur les observations faites pendant les travaux du tunnel du Simplon et quelques indications sur les richesses minérales du Valais.

Pour définir la publication de M. Schmidt, il reste à dire que l'abondance des figures, profils, photographies qu'elle contient en fait un véritable album géologique.

Nous devons au même auteur une seconde publication du même genre (92), elle aussi richement illustrée, dont le but est d'intéresser à la géologie les nombreux amateurs de nos montagnes, et dont le texte est mis à la portée du public.

Dans un premier chapitre nous trouvons l'exposé des relations existant entre les Vosges, la Forêt-Noire, le Jura tabulaire et les chaînes jurassiennes, suivi d'une description tectonique de ces dernières.

A propos du plateau molassique suisse, M. Schmidt montre l'accentuation progressive du plissement de la molasse du N au S, et la disparition des grès miocènes au S sous le front chevauchant des Alpes calcaires ; il fait ressortir aussi la prédominance des conglomérats le long de la bordure méridionale du plateau molassique et le rôle orographique que jouent ces masses particulièrement résistantes.

A propos des Alpes l'auteur commence par insister sur l'importance de certaines zones tectoniques, ainsi celle qui s'étend du Säntis aux Ralligstöcke, la zone tertiaire Amden, Brunnen, Sarnen, Habkern, la zone Glärnisch, Urirothstock, Faulhorn, la zone tertiaire Pfäffers, Altdorf, Meiringen, Gemmi. Puis il décrit les coins classiques de la série sédimentaire autochtone dans les schistes cristallins du massif de l'Aar et montre l'enfoncement longitudinal de ce massif soit vers l'E soit vers l'W sous son revêtement mésozoïque.

Viennent ensuite une série d'observations un peu hâchées sur les plis helvétiques s'enracinant dans les massifs centraux, sur les Klippes et les Préalpes, sur les formes orographiques naissant d'une part dans les schistes, de l'autre dans les granites, sur les lignes synclinales qui jalonnent au N et au S les massifs du Gothard et du Mont Blanc. L'auteur développe, à propos de la zone des Schistes lustrés, de la zone

axiale houillière et des grands plis couchés des Alpes valaisannes, tessinoises et grisonnes, les mêmes considérations qu'il a publiées plus en détails dans les *Eclogæ* et que nous analyserons plus loin. Enfin, par une courte description du territoire des lacs de Lugano, Majeur et de Côme, il montre les différences qui existent entre la structure du versant S et celle du versant N des Alpes.

Après ce chapitre consacré à des descriptions régionales, M. Schmidt aborde l'explication de la tectonique générale des Alpes d'après la notion moderne des grandes nappes de charriage venues du S, qui se sont écoulées les unes par dessus les autres sur l'avant pays, et dont les restes épargnés par l'érosion sont surtout conservés au-dessus des régions enfoncées du soubassement. Parmi ces ensellements jalonnés de lambeaux de recouvrement, il faut citer particulièrement la zone transversale qui s'étend du massif de la Dent Blanche dans les Alpes valaisannes, par la région du Wildstrubel et les Préalpes bernoises et fribourgeoises, jusque dans le Jura bâlois, où elle prolonge exactement le grand fossé de la vallée du Rhin.

Le phénomène des grands recouvrements ne doit du reste nullement être considéré comme spécial aux Alpes suisses et M. Schmidt montre en effet qu'il se retrouve avec une grande ampleur dans tout le système alpin. En tenant compte de ce fait on arrive à expliquer de nombreuses anomalies constatées dans la juxtaposition de séries stratigraphiques contemporaines et pourtant toutes différentes et, en replaçant dans leur position primitive ces séries diverses, on arrive à reconstituer des systèmes sédimentaires, dont les facies se transforment progressivement et normalement. C'est ainsi, qu'une notion d'abord purement tectonique a pu recevoir une précieuse confirmation d'ordre stratigraphique.

M. Schmidt consacre à la genèse de la tectonique alpine un important chapitre, qui montre comment les plissements hercyniens ont affecté avec l'Europe centrale la plus grande partie de la Suisse jusqu'à la ligne de Coire à Martigny, tandis qu'ils épargnaient la zone des Alpes actuelles du Valais et du Tessin, pour se faire sentir de nouveau dans le territoire actuel des lacs italiens. Il expose la façon dont la sédimentation mésozoïque s'est faite soit dans le domaine des plis hercyniens, soit dans la zone géosyndinale aux couches restées horizontales. Puis il définit le mécanisme de la formation des nappes de charriage pendant les temps tertiaires, en traitant en même temps du dynamométamorphisme subi par les

roches pendant les mouvements qu'elles ont effectués et sous l'effet des pressions qu'elles ont subies.

Cette étude se termine par un court exposé de l'idée qu'à la base de toute la topographie alpine, de la répartition des vallées et des lacs il y a toujours une cause fondamentale tectonique, qu'on a trop souvent négligée pour attribuer le rôle essentiel tantôt à l'érosion fluviale, tantôt à l'érosion glaciaire.

Il convient de citer ici, à la suite de ces 2 brochures de M. C. SCHMIDT, le discours de bienvenue que notre collègue de Bâle a prononcé lors de l'assemblée générale de la société géologique d'Allemagne tenue à Bâle en septembre 1907 (90).

Enfin nous devons toujours à l'activité de M. C. SCHMIDT un petit atlas de profils en 5 planches, accompagné d'un court texte explicatif (93) qui donne plusieurs coupes à travers les Vosges, la Forêt Noire et la vallée du Rhin, 1 profil général à travers la Suisse depuis le Dinkelberg jusqu'aux Alpes lombardes des environs du Lac Majeur, une coupe schématique des mêmes régions avant le rideau alpin, une coupe schématique à travers les Alpes glaronnaises et grisonnes et une petite carte d'ensemble de la Suisse, d'après le relief Perron, au 1 : 1 250 000.

M. ALB. HEIM (64) a de son côté consacré une conférence à l'historique de la question de la tectonique alpine. Partant de l'époque où Studer attribuait le soulèvement des montagnes à la montée en masse de roches endogènes vers la surface, il montre comment l'on est arrivé à l'idée de l'effort tangentiel, puis il signale les progrès constants faits dans la connaissance morphologique des plissements alpins et arrive finalement à la notion des vastes recouvrements horizontaux. Par une série d'exemples choisis soit dans les Préalpes et les Klippes, soit dans les Alpes calcaires, soit dans les Alpes cristallines du Valais et des Grisons, il fait constater la multiplicité des cas, où des formations plus anciennes reposent sans racine sur des formations plus jeunes et, par la coordination de ces différentes masses chevauchantes, il reconstitue le système des diverses nappes alpines superposées, dont la conception est devenue une nécessité tectonique. Enfin, M. Heim expose comment la répartition des faciès des terrains mésozoïques, incompréhensible avec la notion ancienne des plis autochtones, est devenue claire et logique avec la

théorie des nappes de charriage, la stratigraphie venant ainsi confirmer les déductions tirées d'abord d'études purement tectoniques.

M. H. SCHARDT, qui le premier a appliqué d'une façon précise la notion des nappes de charriage à la tectonique alpine, a cru devoir faire un nouvel exposé de ses idées à ce sujet, en tenant compte des dernières publications, et l'a fait paraître en même temps en français (88) et en allemand (89).

Après un résumé de l'historique de la question depuis l'époque où lui-même a le premier défini les Préalpes comme un vaste lambeau de recouvrement, l'auteur fait ressortir la structure nettement asymétrique des Alpes, qui correspond à une violente poussée S-N et qui résulte du développement presque exclusif de grandes nappes superposées, toutes déversées au N.

M. SCHARDT examine ensuite les relations de la zone axiale des Schistes lustrés d'une part avec les massifs cristallins en éventail qui la bordent au N, de l'autre avec les régions cristallines du Valais et du Tessin qui, comme le montrent les travaux récents, sont constituées par un véritable empilement de nappes enfoncées au N dans le remplissage sédimentaire du géosynclinal. Il distingue de haut en bas dans les Alpes méridionales :

1^o La nappe de la Dent Blanche qui s'enracine au S de la zone des « Pietri verde. »

2^o La nappe du Mont Rose qui s'enracine au N de cette même zone et se suit distinctement vers l'E jusqu'à la vallée de la Tosa pour se confondre finalement dans la masse des gneiss tessinois.

3^o La nappe du Grand Saint-Bernard qui, formant le front des plis cristallins du Saint-Bernard au Fletschorn, se superpose ensuite dans le massif du Simplon à d'autres plis semblables, et y forme la nappe des Schistes de Bérusal.

4^o La nappe du Monte Léone qui constitue un véritable lambeau de recouvrement entre le Col du Simplon et l'Ofenhorn.

5^o et 6^o Les 2 nappes inférieures du Simplon représentées par les 2 zones de gneiss de Lebendun et d'Antigorio.

La région du Simplon correspond à un bombement transversal, à partir duquel tous les éléments tectoniques s'abaissent soit vers l'W, soit vers l'E. Dans cette dernière direction les nappes valaisannes se joignent toutes avec le

massif tessinois, qui est encore trop imparfaitement connu pour qu'on puisse en délimiter exactement les zones tectoniques. Par contre il semble qu'en se basant sur des affinités pétrographiques on puisse établir un rapprochement entre la nappe de la Dent Blanche et celle de la Suretta dans les Grisons. Il faut donc admettre que la nappe, ou le système de nappes, qui forme les principaux massifs des Grisons, depuis la chaîne de la Bernina jusqu'au massif de Silvretta, appartient à une unité tectonique supérieure aux nappes valaisannes, qui s'enracine au S de la zone d'Ivrée.

La zone des Schistes lustrés est envisagée comme un géo-synclinal, dans lequel s'est déposée une série compréhensive s'étendant du Trias au Tertiaire et dont les sédiments ont pris secondairement par métamorphisme tectonique une apparence uniformément schisteuse, en même temps qu'ils étaient recouverts par les nappes cristallines.

Après avoir donné un rapide aperçu sur les Alpes calcaires méridionales, l'auteur aborde la description de la tectonique des hautes Alpes calcaires du N à faciès helvétique. Il rappelle la superposition dans les Alpes vaudoises du pli de Morcles, du pli des Diablerets et du pli du Mont Gond-Wildhorn ; il montre que dans ce système les 2 plis inférieurs doivent diminuer rapidement d'ampleur vers l'E, tandis que le troisième se continue par la chaîne du Lohner et les Alpes du Kienthal jusque dans la Suisse centrale et orientale ; il rappelle enfin que sur le dos de ce pli du Wildhorn se superposent, dans la région du Wildstrubel, des lambeaux importants de terrains jurassiques et crétaciques, reste d'une nappe supérieure qui fait déjà partie du système préalpin.

La base des nappes à faciès helvétique qui prolongent à l'E le pli du Wildhorn est, comme on le sait, la zone de terrains tertiaires qui se suit depuis la Gemmi par Oeschinen, Mürren, les Scheidegg, Meiringen et le pied N du Titlis jusqu'à Flüelen, et qui de là s'élargit dans les Alpes glaronnaises. Le fait que les Alpes calcaires d'Unterwald, d'Uri, de Glaris sont constituées par une vaste nappe s'amorçant au S, ne peut plus faire de doute. Cette nappe est divisée en 2 digitations culbutées par la zone tertiaire bien connue de Grafenort-Schoeneggpass - Isenthal - Riemenstalden - Pragel - Deyenalp-Näfels versant des Churfirsten, et dans ces 2 digitations on retrouve ce même caractère de l'absence presque complète dans toute la région frontale de formations plus anciennes que le Crétacique, ce qui implique forcément un décollement du Crétacique relativement à son soubassement normal pen-

dant la formation des plis-nappes. La digitation supérieure ou nappe du Säntis se festonne à son tour, de façon à former 3 plis couchés et superposés qui se relaient de l'E à l'W, celui du Deyenstok-Wageten, celui de Wiggis-Friedlispitz et celui du Drusberg. L'équivalence de ces 4 nappes des Alpes glaronnaises avec les 4 nappes qui se superposent dans les Alpes vaudoises et bernoises, ne paraît du reste pas vraisemblable; il y a entre les 2 régions simplement analogie.

M. Schardt passe ici à la description de la tectonique des Préalpes, dans lesquelles il distingue, comme M. Lugeon, une nappe inférieure imbriquée comprenant les Préalpes externes et la zone des Cols et se raccordant au S avec la nappe supérieure du Wildstrubel, puis une zone de Flysch continue depuis les Voirons et le Gurnigel d'une part jusqu'aux Ormonts et au Niesen de l'autre, troisièmement la nappe des Préalpes médianes, enfin la nappe de la Brèche du Chablais et de la Hornfliuh, sur laquelle se superpose, semble-t-il, la nappe rhétique de M. Steinmann représentée seulement par des lambeaux peu importants. Les Klippes sont envisagées, d'après les idées en cours, comme des restes démantelés des nappes supérieures, qui recouvrirent une fois les plis couchés à faciès helvétique.

La tectonique des Alpes orientales au delà du Rhin, telle qu'elle ressort des derniers travaux de M. Steinmann et de ses élèves, est dépeinte en un chapitre. Puis M. Schardt résume les traits principaux du système alpin; il montre comment les plis inférieurs se sont développés sous la masse des plis supérieurs; il place les racines des plis à faciès helvétique au N de la zone des Schistes lustrés, tandis qu'il rattache les nappes préalpines aux nappes cristallines du Valais et des Grisons et amorce la nappe austro-alpine au S de la zone d'Ivrée. Pour lui les nappes supérieures ont laminé les éléments sous-jacents à la façon d'un «rouleau compresseur»; les régions de racines sont fortement redressées et même renversées au S par un plissement en retour.

Du reste l'auteur termine en reconnaissant que, si la conception générale de la tectonique alpine paraît maintenant bien établie, il reste d'innombrables points de détail à fixer et à préciser.

Les mêmes idées ont été exposées avec un peu plus de détails par M. H. SCHARDT (87) dans le Dictionnaire géographique de la Suisse. A propos de cette publication je tiens à remarquer que jusqu'ici le Dictionnaire géographique a été

assimilé par moi aux livres d'ordre purement didactique, dont il n'est pas rendu compte dans la Revue, parce qu'ils ne contiennent dans la règle que des données qui ont déjà été publiées ailleurs. Je résume ici brièvement la description géologique de la Suisse rédigée par M. Schardt parce qu'elle a une portée générale.

L'auteur commence par un aperçu orographique et hydrographique des Alpes, du plateau molassique et du Jura, puis il décrit les caractères stratigraphiques des diverses régions de notre pays et résume toute les données qu'on possède sur ce sujet dans plusieurs tableaux synthétiques; dans ce chapitre il fait clairement ressortir les contrastes qui existent entre les séries sédimentaires du Jura, du plateau molassique, des chaînes à faciès helvétique, des Préalpes, et des chaînes à faciès austro-alpin.

La partie tectonique de cette description débute par un exposé de la situation qu'occupent les Alpes suisses et le Jura dans le vaste système de plis auquel ils appartiennent. Puis l'auteur décrit les divers massifs cristallins, en distinguant d'une part les massifs en éventail du Gothard, de l'Aar, du Mont Blanc, des Aiguilles Rouges, de l'autre les massifs formés de plis couchés ou de nappe de la Dent Blanche, du Mont Rose, du Grand-Saint-Bernard, du Simplon, du Tessin, des Grisons. La zone des Schistes lustrés est caractérisée comme ancien géosynclinal recouvert par un empilement de plis couchés de schistes cristallins; la zone des plis à faciès helvétique est définie comme région de nappes, qui se sont écoulées vers le N et dont la plus importante est celle qui s'étend du Wildhorn au Säntis et au Fläscherberg; les Préalpes sont décrites, suivant les idées bien connues de l'auteur, comme formées de 4 nappes superposées, dont la plus élevée, la nappe rhétique de M. Steinmann, n'est plus représentée que par de petits amas de roches éruptives basiques et de radiolarites; les Klippes sont envisagées comme des lambeaux isolés par l'érosion des nappes préalpines. Enfin, à propos des Alpes grisonnes, M. Schardt montre qu'on retrouve dans cette région la nappe des Préalpes, celle de la Brèche, celle des formations rhétiques, qui sont finalement toutes surmontées par la nappe austro-alpine depuis l'Oberhalbstein jusqu'au Rhäticon et au Vorarlberg.

Après quelques lignes consacrées au plateau molassique, l'auteur décrit en détail les caractères du Jura qu'il divise en :

1^o Le Jura méridional, dont l'élément principal est l'anticlinal du Reculet chevauchant au N sur le synclinal molassique de la Valserine.

2^o Le Jura central compris entre Saint-Cergues et la ligne Bienne-Délémont, qui comprend un faisceau de plis variant beaucoup longitudinalement dans leur ampleur et dans leur forme.

3^o Le Jura oriental formé vers l'W de 5 anticlinaux très accusés et tendant tous à chevaucher vers le N, puis rétréci progressivement vers l'E par la disparition successive de ses plis, pour se terminer finalement par l'anticlinal unique de la Lägern.

4^o Le Jura septentrional, qui borde de ses 4 plis arqués la région affaissée de la vallée du Rhin.

5^o Le Jura tabulaire, dont les couches ne sont que faiblement plissées, mais sont par contre coupées par un système compliqué de failles, et qui s'étend depuis la région septentrionale du Jura bâlois et argovien jusqu'au Randen et au Hegau.

Dans un chapitre intitulé « Orographie », M. Schardt traite de l'influence de l'érosion sur l'orographie; il définit les divers types de vallées; à propos des vallées aux versants abrupts dans le bas, faiblement inclinés vers le haut, il reconnaît une action combinée des glaciers et des cours d'eau, mais il conteste la possibilité d'un creusement vertical par les premiers, qu'il considère comme capables seulement d'élargir la section de leur lit; il cite quelques exemples typiques d'érosion régressive et de captage.

Le plateau molassique, qui a dû avoir d'abord la forme d'une pénéplaine faiblement inclinée vers le N, a été ensuite morcelé par les rivières sortant des Alpes et les cours d'eau qui prenaient naissance sur sa surface; puis est survenue la période glaciaire, pendant laquelle les formes ont été notablement modifiées soit par l'érosion, soit surtout par le dépôt considérable de moraines; c'est alors que de nombreux cours d'eau ont été détournés, que des lacs se sont formés, que les crues et les décrues alternatives des glaciers ont provoqué le dépôt des grands systèmes d'alluvions et leur morcellement en terrasses superposées, etc.... Enfin des phénomènes tectoniques ont dû intervenir encore dans les temps pléistocènes et le plus important, consistant dans l'affaissement du pied du Jura d'Orbe à Olten, a été la cause de la naissance d'un grand lac subjurassien, dont les lacs de Neuchâtel, Bienne et Morat sont les restes.

Dans le Jura la topographie est intimement liée à la tectonique, les vallées sont en majeure partie longitudinales, mais les cluses constituent pourtant un phénomène fréquent qui a dû s'ébaucher déjà dès les premières phases du plissement. L'érosion glaciaire ne joue ici qu'un rôle très secondaire ; par contre les dépôts morainiques sont abondants par places et forment des colmatages importants au point de vue hydrographique.

A propos de l'hydrographie de la Suisse M. Schardt commence par traiter en détail la question des infiltrations et des sources et énumère suivant leurs propriétés physiques et thérapeutiques les principales sources minérales exploitées en Suisse ; puis il passe aux eaux superficielles. Il décrit sommairement les bassins du Rhin, du Rhône, du Pô et de l'Inn et traite ensuite de la question des lacs ; il distingue : *a*) les lacs tectoniques qui comprennent d'après lui tous les lacs subjurassiens et subalpins, *b*) les lacs de barrage morainique (Sempach, Hallwil, Greiffensee, etc....), de barrage d'éboulement (Oeschinen, Poschiavo, des Brenets, etc....), de cônes de déjection, de barrage glaciaire (Märjelen), *c*) les lacs d'érosion glaciaire (lac du Grimsel, de Lucendro, de Tremorgio, du Saint-Gothard, du Simplon, de l'Oberalp, etc...), *d*) les lacs d'entonnoir ou d'affaissement (lac des Taillères, lac Ritom, Glattensee, Muttensee, etc....). Enfin il réunit de nombreux renseignements concernant les glaciers, l'enneigement et les avalanches.

Sous le titre de Paléogéographie M. Schardt fait un exposé de l'évolution géographique subie par notre pays depuis l'époque des plissements hercyniens jusqu'aux temps historiques. Je ne puis résumer ici ce chapitre, et me contente de noter que l'auteur fait commencer les plissements alpins et la formation des nappes de charriage avec l'Oligocène, et admet que ces mouvements se sont poursuivis jusque dans le Pliocène, qui paraît correspondre aux principaux plissements et soulèvements.

Après avoir collationné dans un court chapitre les données qui ont été réunies dans ces dernières années sur les tremblements de terre en Suisse, M. Schardt termine son article par un court exposé historique du développement de la géologie, dans lequel il fait ressortir la part qu'ont prise successivement à ce développement H.-B. de Saussure, L. v. Buch, B. Studer, Arn. Escher de la Linth, Alph. Favre, E. Renvier, etc...., etc....

J'en arrive maintenant à une publication d'ordre général due à M. L. ROLLIER (82) et qui offre avec les précédentes le contraste le plus absolu au point de vue de l'interprétation qu'elle propose de la tectonique alpine.

L'auteur est heurté, comme beaucoup de géologues l'ont été pendant longtemps, par la difficulté incontestable qu'il y a à expliquer d'une façon satisfaisante le mécanisme qui a donné naissance aux nappes de charriage. Il considère d'autre part que, pendant les longues périodes pendant lesquelles a dû se continuer le mouvement vers le N de ces masses chevauchantes, celles-ci auraient dû subir du fait de l'érosion un démantellement et un morcellement tels, qu'elles n'auraient pas pu se mouvoir comme des masses continues.

Ne pouvant admettre des transports aussi étendus que le supposent les adeptes de la théorie des charriages, M. Rollier cherche à expliquer la tectonique particulière des Préalpes et des Klippes par la notion proposée déjà par Studer d'une **chaîne vindélicienne** en grande partie enfouie de nos jours sous la Molasse. Les Préalpes et les chaînes à faciès préalpin des Alpes bavaroises représentent pour lui les seuls restes de cette chaîne visibles aujourd'hui ; quant aux Klippes, qu'il appelle môles, elles doivent représenter des paquets plus ou moins volumineux glissés des bords de la chaîne vindélicienne, avant son abrasion et son ennoiement dans la mer molassique, sur le Flysch des plis à faciès helvétique. Le plissement de cette chaîne vindélicienne a dû se faire pendant une phase antérieure à celle des plis alpins proprement dits.

L'auteur conteste qu'on puisse démontrer d'une façon absolue l'absence de racine pour l'ensemble des Préalpes et il montre que les sédiments jurassiques des Préalpes se rapprochent en réalité beaucoup plutôt des faciès jurassiens que des dépôts correspondants des Alpes méridionales, ce qui se concilie mal avec les origines supposées pour les nappes préalpines.

Parlant des Alpes orientales, M. Rollier reproche aux coupes établies par M. Termier d'être avant tout une œuvre d'imagination, de manquer de base sérieuse et d'homologuer les schistes des Hohe Tauern, de la Basse Engadine, du Prättigau, etc.... en une unité tectonique, tandis qu'en réalité ces formations sont les unes paléozoïques, les autres mésozoïques ou même tertiaires. Il remarque que les formations des Alpes calcaires septentrionales d'Autriche et de Bavière ne montrent aucune trace des laminages intenses qu'elles auraient du subir si elles avaient été charriées jusque dans leur

emplacement actuel sous le « traîneau écraseur des Dinarides ». Puis il développe une série d'arguments stratigraphiques en faveur de la position autochtone des Alpes bavaroises ; pour lui les brèches cénomaniennes qui se suivent du Rhäticon jusqu'au Wienerwald se sont déposées le long du rivage méridional d'une mer qui longeait les Alpes au N. Les marnes, poudingues et grès stampiens de Häring dans la vallée de l'Inn doivent être considérés comme un niveau inférieur de la Molasse pincé dans des synclinaux des chaînes triasiques et formés au dépens de ces chaînes ; si les formations triasiques sont charriées, la Molasse devrait donc l'être aussi, et ce charriage ne pourrait être que post-stampien.

La zone du Vorarlberg, du Säntis, de la Rigi-hochfluh, du Pilate, et des Ralligstöcke devait, d'après M. Rollier, se trouver à peu près le long du rivage septentrional de la mer subalpine du Crétacique et du Nummulitique. Cette zone chevauche au N jusqu'au lac de Thoune sur la chaîne vindélienne, dont les seuls restes visibles sont les Klippes. Le rivage méridional de cette même mer, marqué en particulier par le faciès gréseux de l'Aptien, passe par les Alpes vaudoises, le Suldthal, les chaînes externes des montagnes d'Engelberg, le Seelisberg, le Haut Wæggithal et les Churfirsten. A l'époque sénonienne l'existence de ce même bras de mer est marqué par les marnes de Siegsdorf en Bavière et les marnes supracrétaciques toutes semblables des Churfirsten. A l'époque nummulitique cette Mésogée, limitée en Bavière à la région molassique, empiétait au contraire en Suisse sur le territoire des chaînes à faciès helvétique.

Ainsi, pour M. Rollier, la stratigraphie des Alpes orientales, aussi bien que celle des chaînes helvétiques ne se concilie pas avec la notion des charriages et l'argument le plus catégorique à invoquer contre cette notion se trouve dans la présence des grès stampiens dans les synclinaux des plis triasiques de la région de Häring (vallée de l'Inn).

Après cette réfutation de la théorie des nappes de charriage, M. Rollier commence l'exposé de la notion du reste ancienne qu'il lui oppose. A l'origine des Préalpes et des Klippes se trouve une chaîne qui bordait au S la mer molassique et dont le ridement principal est plus ancien que celui des Alpes. Cette chaîne s'est en partie effondrée le long d'une faille verticale ; elle a été en partie abrasée par la mer molassique et recouverte par les sédiments de cette mer ; elle a subi le contre-coup des plissements alpins et c'est pendant cette dernière phase de dislocation que sont venues s'ajouter aux plis

vindéliciens proprement dits des Préalpes, les Préalpes externes d'une part, les Préalpes internes de l'autre. La zone des Voirons doit être considérée comme autochtone, parce que les formations crétaciques y sont enveloppées dans la Molasse exactement comme au Salève et, comme le Néocomien des Voirons se rattache à celui des plis plus internes, il s'ensuit que ces plis aussi sont autochtones. D'autre part on suit des Voirons au Rhéticon et aux Alpes bavaroises les dépôts jurassiques-crétaciques de la Mésogée subalpine et la lacune plus ou moins étendue qui existe suivant cette zone entre le Jurassique supérieur et les couches rouges turoniennes s'explique par des émersions locales en relation avec une première ébauche de la chaîne vindélicienne ; cette lacune rappelle du reste celle qu'on observe dans le Jura aux environs de Cressier et Bienne.

A l'E du lac de Thoune la chaîne vindélicienne est cachée par le chevauchement des chaînes calcaires externes, mais sa présence en profondeur se manifeste par les pointements de terrains préalpins qui percent le Flysch sur la bordure des chaînes chevauchantes en maints endroits. Les blocs exotiques, si caractéristiques du Flysch helvétique, paraissent être tombés, avant le chevauchement, de la chaîne vindélicienne dans la mer éogène ; ils ont donc une origine équivalente à celle des Klippes.

Quant aux écailles de terrains très divers prises dans le Flysch, qui constituent un des caractères les plus frappants des Préalpes externes et des Préalpes internes, l'auteur y voit des paquets arrachés au pied de la chaîne vindélicienne pendant les plissements post-miocènes et expulsés de bas en haut suivant les principaux plans de chevauchement. C'est de la même façon du reste qu'il explique la tectonique imbriquée de la périphérie du Rhéticon et du massif de la Plessur, et aussi la disposition sans racine du Matstock dans les Alpes Saint-Galloises.

En terminant M. Rollier reconstitue comme suit la genèse de la tectonique alpine : Au début de l'Oligocène une première phase de plissement, accompagnée peut-être d'intrusions et d'épanchements volcaniques, a créé au milieu de la mer du Flysch la chaîne vindélicienne. Celle-ci, morcelée à la fois par les dislocations qu'elle dut subir et par l'érosion, s'est désagrégee marginalement et des paquets plus ou moins considérables, glissant de ses bords dans la mer du Flysch, sont devenus ensuite les môles (Klippes). Les dépôts mêmes du Flysch ont été alimentés par des apports partis d'une

part de la chaîne vindélicienne, de l'autre des Alpes qui devaient être émergées depuis longtemps déjà; ils comprennent de plus des produits éruptifs, tuffs et roches d'épanchement basiques.

Pendant l'Aquitanién la chaîne vindélicienne a été en partie recouverte par les dépôts transgressifs de la Molasse, puis elle subit un nouveau soulèvement au début du Miocène et servit dès lors de rivage méridional à la mer molassique, dont les dépôts se formèrent en partie au dépens de cette chaîne littorale, en partie au dépens des régions plus méridionales. A la fin du Miocène les plis vindéliciens devaient être à peu près abrasés dans la Suisse centrale et orientale et recouverts de nouveau en partie par la Molasse helvétique. Ensuite la mer abandonne définitivement le plateau suisse et l'érosion des régions subalpines commence; les principaux plissements des Alpes se produisent pendant la période pliocène, et ont leur contrecoup jusque sur les territoires molassiques; ils amènent le recouvrement d'une grande partie de la chaîne vindélicienne par les plis helvétiques et le chevauchement d'une partie de cette chaîne, les Préalpes romandes, sur la Molasse. Pendant cette phase de dislocation le synclinal molassique a exercé une influence fondamentale par la résistance invincible que son complexe puissant de grès a opposé à la poussée.

C'est cette action qui d'abord, écrasant les plis vindéliciens déjà fortement disloqués, en a fait jaillir certains éléments sous le chevauchement des chaînes helvétiques, qui ensuite a nécessité le déversement de la plus grande partie de ces chaînes au S par-dessus la zone de Flysch des Alpes glaronnaises et de Meiringen, qui enfin a donné aux Alpes calcaires septentrionales de Bavière et d'Autriche une structure en éventail imbriqué. Pendant le jeu de ces vastes dislocations, des décrochements horizontaux de grande ampleur ont dû naître suivant les lignes où la résistance de la Molasse subissait un amoindrissement sensible et, pour M. Rollier, la dissymétrie bien connue des 2 versants de la vallée de l'Aar aux environs de Thoune est due au fait qu'au SW les chaînes vindéliciennes ont pu vaincre la résistance de la Molasse et pousser plus loin vers l'extérieur tandis qu'au NE ce mouvement a été empêché et que les chaînes vindéliciennes, restées en arrière ont été submergées sous le chevauchement des plis helvétiques. Des décrochements semblables ont dû se produire le long de la vallée du Rhône et de la vallée de l'Aar.

Cette compréhension de la tectonique alpine est illustrée par quelques coupes schématiques et une petite carte géologique, dont l'idée générale est en somme à peu près conforme à celles qui prédominaient il y a 15 ou 20 ans, alors que le double pli glaronnais était pour la plupart le pivot de la tectonique en Suisse.

Cet article de M. Rollier a été suivi d'une petite note (83) consacrée aux 2 travaux publiés antérieurement par M. Douvillé sur la géologie des Ralligstöcke et des montagnes du Kienthal. L'auteur se basant sur les observations de son collègue français, mais contestant ses déductions, maintient que les Klippes du versant NW des Ralligstöcke sont des débris d'une chaîne sous-jacente aux plis helvétiques et non d'une nappe sus-jacente à ceux-ci ; il considère le Wildflysch comme la couverture stratigraphique des dépôts nummulitiques des Ralligstöcke et du Beatenberg et les blocs exotiques qu'il contient comme des blocs tombés de la chaîne vindélicienne avant son enfouissement.

L'auteur cite d'autre part la découverte faite récemment par MM. E. Blöesch et Arn. Heim, d'un galet de granite rose vindélicien dans les calcaires glauconieux à Nummulites lutétiennes de Seewenbad (Schwytz), qui lui paraît une nouvelle confirmation de sa manière de voir.

M. T.-G. BONNEY (59) a discuté de son côté la théorie des grandes nappes de charriage en tenant compte non des détails, mais de quelques principes généraux. A propos de la chaîne du Simplon il conteste absolument l'assimilation des calcaires dolomitiques et des calcschistes aux formations triasiques, telle que l'ont admise MM. Lugeon, Schardt, Schmidt et d'autres, et refuse par conséquent tout fondement aux déductions tectoniques tirées des relations de ces sédiments métamorphisés avec les gneiss.

L'auteur oppose ensuite à la notion des charriages les formes de dislocations toutes différentes qui ont été obtenues par les diverses expériences de laboratoire, en particulier celles faites récemment par M. Sollas, et conteste que les formations qui constituent les nappes supposées aient pu avoir la plasticité nécessaire à la naissance des formes qu'on leur attribue ; il cite en particulier comme ayant exigé une plasticité à son avis inadmissible le profil dessiné par M. Lugeon le long de la vallée de la Dranse à travers la partie frontale de la nappe de la Brèche du Chablais. Il conclut enfin en attribuant les complications de la tectonique des Préalpes à

l'influence de horsts anciens sur le développement de plis autochtones.

Cette communication a été suivie à la Société géologique de Londres d'une discussion, pendant laquelle le président, Sir ARCHIBALD GEIKIE, a reconnu la possibilité des grands charriages alpins, contestés par M. Bonney, et rappelé les formes tectoniques analogues constatées par les géologues écossais.

C'est également en se basant sur des considérations d'ordre purement théorique que M. O. AMPFERER (53) n'a pas cru non plus devoir se rallier à la théorie des nappes de charriage de MM. Schardt et Lugeon. L'auteur commence par envisager d'une façon tout à fait générale l'idée d'un effort tangentiel dérivant de la contraction de la terre et se concentrant sur une ligne déterminée, et il arrive à poser le principe de l'impossibilité de cette concentration au-delà de limites très restreintes par le fait même de la faible résistance qu'offrent les éléments constituants de la lithosphère à la pression. Dans certains cas déterminés les ridements de l'écorce se développent autour de compartiments résistants, qu'ils entourent dans la règle à la façon d'un anneau et, si plusieurs ridements naissent de cette façon à proximité immédiate les uns des autres, il peut en résulter des formes très compliquées. Mais cette explication est tout à fait insuffisante pour la majorité des cas, comme du reste toutes celles qui font dériver l'effort de régions étrangères au territoire plissé même.

Ensuite M. Ampferer insiste sur le fait que la notion de l'écrasement des géosynclinaux, au sein desquels ont dû naître les nappes de charriage, est impossible, parce qu'elle comporte forcément une diminution de volume du soubassement de ces géosynclinaux qui atteint des proportions gigantesques et inadmissibles.

Puisqu'aucune explication faisant intervenir un effort d'origine étrangère n'est satisfaisante, il faut chercher la cause des ridements et des chevauchements dans la région affectée elle-même ou dans son soubassement direct, dont elle suit forcément tous les mouvements. C'est ainsi qu'on peut admettre pour certaines dislocations la formation de plis couchés par le simple fait du glissement d'un système de couches sur un socle incliné. Mais il ne peut s'agir que de phénomènes locaux et, pour trouver une cause plus générale, il faut supposer des mouvements tangentiels ou obliques du soubassement plastique de la pellicule terrestre. Ces mou-

vements, que l'auteur désigne sous le nom de courants de profondeur, « *Unterströmungen* », seraient eux-mêmes en relation avec des poussées verticales déterminées par des variations locales de volume dans une lithosphère de composition beaucoup plus hétérogène qu'on ne le suppose en général; et l'on peut rattacher à ces mêmes mouvements verticaux, tantôt négatifs, tantôt positifs, qui donnent naissance aux courants de profondeur et indirectement aux recouvrements tectoniques superficiels, les oscillations dans le niveau des terres et des mers et par suite tout l'ensemble des phénomènes de transgression et de régression.

M. G. STEINMANN est par contre définitivement acquis à la notion des grands mouvements horizontaux; il a consacré récemment une notice (97) à la **tectonique générale des Alpes et de l'Apennin**, dans laquelle il commence par rappeler les nombreux points d'analogie qui relient les formations jurassiques-crétaciques de la région s'étendant à l'W du lac de Côme aux sédiments de même âge des Alpes calcaires septentrionales d'Autriche.

Passant ensuite à l'Apennin ligure et toscan, l'auteur montre que le complexe des « argille scagliose » avec ses intercalations de radiolarites et de roches éruptives basiques, se superpose tectoniquement sur une autre série normale terminée vers le haut par la scaglia et le macigno, et représente une série compréhensive, exactement comparable à celles des Schistes lustrés. Il existe donc dans cette partie de l'Apennin 2 séries stratigraphiques indépendantes, dont l'une inférieure correspond à la nappe austro-alpine, dont l'autre représente la nappe rhétique. Le fait que ces 2 séries se superposent ici dans un ordre inverse de celui qui existe dans les Grisons s'explique parce que les deux zones sédimentaires dans lesquelles s'enracinaient ces 2 nappes occupaient relativement au sens de la poussée des positions exactement contraires à celles qu'elles avaient dans la zone des racines des nappes rhétiques et austro-alpines. La zone des « argille scagliose » et des roches vertes paraît devoir se continuer depuis les Alpes pennines dans la direction du S jusqu'à la côte orientale de la Corse; c'est donc suivant cette ligne qu'il faut chercher la racine de la nappe supérieure de l'Apennin, qui serait venue ainsi du SW, tandis que la racine de la nappe inférieure de l'Apennin se trouverait plus au NE.

M. Steinmann termine son article par un exposé des raisons pour lesquelles il faut supposer, soit dans les Alpes,

soit dans l'Apennin, une phase de grands chevauchements oligocènes, suivie d'une phase de plissements supra-miocènes et pliocènes.

ALPES MÉRIDIONALES

Se basant sur les publications récentes de MM. Lugeon et Argand concernant la tectonique de la zone du Piémont dans la région de la Dent Blanche, du Mont Rose et du Simplon, M. P. TERMIER a été amené à modifier l'idée qu'il s'était faite de la structure des **Alpes franco-italiennes** (98), en ce sens qu'il envisage maintenant toute la zone du Briançonnais et la zone houillère comme faisant partie du « pays de nappes ». En effet les gneiss du Mont Rose et du Grand Paradis sont les mêmes que ceux de la Vanoise, et ceux-ci ne peuvent par conséquent pas être autochtones. La coupe du vallon de la Leisse doit s'expliquer non par l'hypothèse de plis déversés concentriquement, mais par l'existence de nappes enracinées à l'E et moulées sur une carapace. Toute la zone houillère des Alpes françaises se rattache nécessairement à la carapace du Grand Paradis et flotte sur des nappes plus profondes ; sa disposition en éventail n'est qu'un épisode postérieur aux charriages et n'a qu'une importance secondaire comparée aux grands plissements de la région.

M. M. LUGEON (76) a constaté la présence, aux environs de **Saint-Nicolas** et sous les schistes de Casanna, de quartzites, de calcaires et de corgneules triasiques, qui apparaissent en une véritable fenêtre. Ces formations triasiques sont évidemment les mêmes que celles qui surgissent sous le front des schistes de Casanna entre Stalden et Viège et leur présence aussi loin vers le S sous les schistes paléozoïques démontre que ceux-ci sont en chevauchement sur une largeur de plus de 12 km. ; la nappe du Grand Saint-Bernard, contestée par M. Franchi, est ainsi définitivement établie.

M. E. JOUKOWSKY (73) a relevé le profil de la **pointe d'Arzinol** et du Mont Rouge et a noté directement au N de la zone de quartzites et de dolomies triasiques plongeant au S qui forme ces sommets, l'existence d'un synclinal complexe de Schistes lustrés et de Trias. Il a trouvé d'autre part, sur l'arête du Mont Rouge, une brèche calcaire qui se rapproche de la Brèche du Chablais.

M. C. SCHMIDT, chargé depuis bien des années des leviers pour la carte géologique de la **région orientale des Alpes** va-

laisannes, a suffisamment avancé son travail pour en publier la carte et il vient de nous donner par avance une sorte de notice explicative de celle-ci (94), dans laquelle il dépasse du reste beaucoup les limites de son sujet pour traiter la question de la tectonique générale des Alpes.

Les levers dans le territoire du Simplon et les régions voisines lui ont appris l'existence dans ces chaînes de 5 grands plis couchés de schistes cristallins superposés et alternant avec des zones synclinales laminées de Trias et de Schistes lustrés. Il distingue de haut en bas :

1^o Les Schistes lustrés de la couverture de la nappe supérieure, qui existent particulièrement au Magenhorn et dans le val Bedretto.

2^o La nappe des gneiss de Bérusal qui comprend, outre divers types de gneiss, des micaschistes granatifères et des amphibolites, et qui affleure entre le Wasenhorn et la Ganter.

3^o Les Schistes lustrés de la Ganter qui, passant sous les gneiss précités, réapparaissent au Monte Leone et au Hüllehorn.

4^o Les gneiss du Monte Leone et de l'Ofenhorn, associés à des amphibolites et des serpentines, dont le front relevé apparaît dans la vallée de la Ganter.

5^o Les Schistes lustrés du Monte Carnera et du Pizzo del Rovale.

6^o Les gneiss à amphibole et grenat du Pizzo Valgrande.

7^o Les Schistes lustrés de Veglia et du Val Devero.

8^o Les gneiss schisteux à 2 micas de Lebendun.

9^o Les Schistes lustrés du Teggiolo.

10^o Les gneiss massifs d'Antigorio.

11^o Les Schistes lustrés de Varzo et Baceno.

12^o Le gneiss granitoïde de Verampio.

Une complication curieuse intervient au Monte Leone, où les gneiss de Bérusal de la nappe supérieure avec la zone de Schistes lustrés sous-jacente s'enfoncent, en une sorte de synclinal couché, sous les gneiss du Monte Leone-Ofenhorn pliés en un anticlinal horizontal fermé au N.

Les 5 plis-nappes qui constituent la chaîne du Simplon sont tous culbutés au N ; pourtant les 2 plus élevés ont leur front brusquement relevé à la façon des plis à arrêt forcé.

M. Schmidt donne un aperçu détaillé des affleurements dans le tunnel et montre que la galerie traverse du N au S :

1^o les Schistes lustrés du Val Bedretto, 2^o le front relevé des gneiss Ganter-Ofenhorn, 3^o les Schistes lustrés de la Ganter,

4^o les gneiss de Bérusal, 5^o de nouveau les Schistes lustrés de la Ganter-Monte Leone, 6^o de nouveau les gneiss Ganter-Ofenhorn, 7^o la zone des Schistes lustrés du Monte Carnera, 8^o les gneiss de Valgrande, 9^o les Schistes lustrés de Veglia qui occupent une grande largeur, 10^o les gneiss de Lebendun, 11^o les Schistes lustrés du Teggiolo, 12^o les gneiss d'Antigorio. Les travaux du tunnel n'ont donc pas permis de constater directement la jonction des Schistes lustrés de Veglia avec ceux du Val Bedretto, mais cette jonction, niée encore par M. Stella, ne peut pourtant guère faire de doute, d'autant plus que l'allure, dûment constatée maintenant, des zones synclinales triasiques-jurassiques, démontre à l'évidence l'existence d'un véritable système de nappes empilées. Les racines de ces plis sont toutes au S, mais la culbute générale des fronts au N donne au massif son apparence en voûte bien connue, qui devient même celle d'un dôme par suite de plongées longitudinales soit vers l'E, soit vers l'W. Il faut remarquer de plus que chacune des zones de gneiss qui se superposent dans la chaîne du Simplon a ses caractères pétrographiques particuliers, tandis que le passage d'un type à l'autre s'observe dans la région des racines redressées au S de la Diveria.

M. Schmidt développe ensuite les arguments qui militent en faveur de l'âge jurassique des Schistes lustrés et définit le Trias comme formé par des calcaires dolomitiques passant souvent aux corgneules et par des amas irréguliers de gypse. Quant aux diverses zones tectoniques de schistes cristallins, le gneiss de Verampio, qui apparaît dans le fond de la vallée de Baceno, est un granite métamorphisé ; le gneiss d'Antigorio dérive également d'un granite, dont la teneur en SiO_2 oscille entre 75 % et 67 %. Le gneiss de Lebendun est formé en grande partie par des gneiss schisteux et contient par places de curieuses intercalations conglomératiques à éléments aplitiques ; c'est à ce pli de Lebendun, étalé vers son front en une sorte de fourche évasée qu'il faut attribuer les gneiss à texture conglomératique qui sont apparus dans le tunnel du Simplon après la traversée du pli d'Antigorio et que MM. Schardt et Stella considèrent comme constituant une voûte inférieure autochtone. Le gneiss de Valgrande, qui apparaît dans le versant oriental du Monte Leone, comprend surtout des gneiss plaquetés à 2 micas et granatifères. Quant aux gneiss de l'Ofenhorn-Monte Leone ce sont des orthogneiss, dans lesquels s'intercalent des amphibolites et des serpentines. Enfin la nappe supérieure des gneiss de Berisal se compose de schistes micacés divers, souvent granatifères, sériciteux,

ou riches en mouscovite, auxquels s'associent quelques zones de schistes amphiboliques.

M. Schmidt aborde ici la question de la genèse du métamorphisme particulièrement intense, que l'on constate au sein des calcaires triasiques et des Schistes lustrés des Alpes valaisannes; à ce sujet il soumet à un examen critique toute une série de cas, où différents auteurs ont voulu attribuer le métamorphisme de telle ou telle formation mésozoïque des régions alpines à une action de contact lors d'une intrusion granitique, et démontrer par là même l'âge secondaire ou même tertiaire de l'un ou de l'autre des granites alpins. Il prouve que le plus souvent le métamorphisme de contact non seulement n'est pas démontré, mais encore qu'il est contredit par des faits plausibles, et que presque toujours l'âge précarboniférien des granites alpins ne peut pas faire de doute.

Puis l'auteur prend la défense de la théorie si décriée de nos jours du dynamométamorphisme et expose comment, en faisant intervenir non pas simplement l'action mécanique de la pression, mais encore des agents chimiques et en particulier l'eau contenant en solution les acides carbonique, silicique, borique, titanique, etc., on peut expliquer toutes les transformations et les recristallisations qu'on constate au milieu des schistes métamorphiques. En réalité la notion du dynamométamorphisme est la seule qui s'applique d'une façon satisfaisante aux formations mésozoïques de la zone des Schistes lustrés, et l'intensité du métamorphisme doit provenir en partie du fait que les dépôts sédimentaires se sont trouvés comme étroitement emprisonnés entre des plis de roches cristallines, en partie et surtout du fait que le système de plis couchés des Alpes valaisannes a dû naître sous l'énorme surcharge des nappes qui lui étaient superposées et a dû subir une recristallisation d'autant plus complète, qu'il appartenait à une zone plus profonde.

M. Schmidt passe ensuite à l'étude générale de la tectonique des Alpes méridionales. Ayant établi qu'au Simplon 4 pli-nappes se superposent successivement, celui d'Antigorio, celui de Lebendun-Valgrande divisé dans son front en 2 digitations, celui de l'Ofenhorn-Monte-Leone et celui des schistes de Bérusal, il montre comment ces plis s'enracinent tous au S du val Divedro et comment ils s'élèvent tous longitudinalement vers le NE. Cet exhaussement d'ensemble du système des plis-nappes, qui correspond à une inclinaison

longitudinale d'environ 13°, correspond exactement à celle du massif du Gothard.

Comme conséquence de l'enfoncement général des plis vers le SW, il faut noter d'abord la disparition au Gebidem de la zone des gneiss de la Ganter qui, comme nous l'avons vu, représente le front brusquement redressé de la nappe Monte-Leone-Ofenhorn, et qui s'enfonce là sous le Trias et les Schistes lustrés. Les schistes de Bérusal se continuent dans le massif du Fletschhorn et dans le bassin de la Viège, d'où ils se prolongent dans la zone anticlinale du Saint-Bernard. Au Magenhorn un synclinal de Schistes lustrés enfoncé de haut en bas divise cette zone en 2 digitations inégales.

Vers l'E la nappe des schistes de Bérusal cesse déjà au Bortelhorn; la nappe Monte-Leone-Ofenhorn cesse à son tour dans la région de l'Ofenhorn et dès lors la zone de Schistes lustrés du val Bedretto se confond avec celle de l'Alp Veglia. Quant au gneiss de Valgrande et Lebendun, il forme encore le massif du Basodino, où il faut voir une tête anticlinale plongeante; il se continue jusqu'au S d'Airolo, où il finit en pointe. La zone synclinale de Teggiolo, qui sépare la nappe de Lebendun de celle d'Antigorio, se suit depuis le Monte Cistella jusqu'au P. Castello, puis elle reparaît à Campo Lungo et finit en pointe à l'W de Faido. Entre cette zone de plis couchés au N et la zone des amphibolites d'Ivrée s'étend le massif tessinois, formé d'orthogneiss et de schistes cristallins plus récents plissés en une double voûte. Sur sa bordure méridionale il est flanqué par une zone écrasée de calcaires dolomitiques et de Schistes lustrés, qui s'intercalent entre lui et les amphibolites d'Ivrée, et la présence de ces couches ici est d'autant plus intéressante que, de l'autre côté des mêmes amphibolites, un autre synclinal écrasé ne comprend plus des Schistes lustrés, mais des sédiments du faciès des Alpes méridionales. La zone d'Ivrée marque ainsi une limite stratigraphique très importante.

Voulant montrer les relations existant entre les chaînes cristallines du Valais et les systèmes de plis plus externes, M. Schmidt commence par rappeler la plongée longitudinale des massifs du Gothard et de l'Aar vers un grand ensemble transversal, qui comprend au S la région de la Dent Blanche, au N la région du Wildstrubel-Wildhorn et le territoire des Préalpes. Il expose ensuite la complexité de la vallée du Rhône, qui comprend du S au N des zones stratigraphiques et tectoniques bien distinctes; ce sont:

1^o La zone des schistes de Bérisal, dont le front, entouré de quartzites triasiques et de calcaire de Pontis, se suit depuis le Simplon par Stalden, le versant gauche de la vallée du Rhône entre Loèche et Sion, le Mont Fort et le Mont Velan jusqu'à la Doire Baltée.

2^o La zone anticlinale des schistes houillers, qui se suit depuis le Petit Saint-Bernard par Chabres et Sion jusqu'à Chippis au S de Sierre, et qui correspond à un pli déversé au N W. On pourrait voir dans cet anticinal le prolongement du massif du Gothard.

3^o La zone des Schistes lustrés, qui s'étend par le versant S du val Ferret, puis par le massif de la Pierre-à-Voir jusqu'à Riddes, passe au N du Rhône entre Conthey et Sierre et réapparaît finalement au S de la vallée en face de Gampel pour se souder dans le bas de la vallée de la Vièze avec le synclinal du Magenhorn. Dans cette zone on trouve outre l'élément principal, les Schistes lustrés, des calcaires divers et surtout des brèches du type de la Brèche du Télégraphe; la remarquable analogie de celles-ci avec les brèches du Chablais Hornfluh permet de voir dans cette zone synclinale la racine de la Brèche. Ce qui confirmerait cette idée c'est que dans la même zone, à l'W de Courmayeur, on trouve des schistes appartenant probablement au Flysch et des roches ophiolitiques, telles qu'on en connaît sur le plateau des Gets et dans la région de la Hornfluh.

4^o La zone septentrionale du val Ferret ou zone des Aiguilles d'Arve des géologues français. Cette zone se suit du versant N du Mont Chétif par Amone, le versant S du Catogne et Vence jusqu'à Saxon; là elle franchit le Rhône, passe entre Vétroz et Conthey et finit en pointe un peu à l'E de la Morge. Les faciès de ce nouveau synclinal écrasé se rapprochent nettement de ceux des Préalpes médianes et M. Schmidt a en particulier trouvé près d'Amone des couches fossilifères qu'il n'hésite pas à identifier avec les couches à *Mytilus* des *Gastlosen*. Nous avons donc ici la racine de la nappe des Préalpes médianes et il y a lieu de remarquer que, tandis que ce synclinal est plaqué à l'W du Rhône contre le massif du Mont-Blanc, il s'appuie plus à l'E, d'abord contre le pli de Morcles, puis contre les plis plus élevés des Hautes Alpes calcaires.

5^o La zone des formations mésozoïques des collines de Sierre, qui se suit depuis la Morge jusqu'au-dessus de Sierre entre le synclinal précédent et les plis du Wildhorn. Les sédiments de cette zone se retrouvent jusque dans le terri-

toire du Rawyl et du Wildstrubel et ils semblent correspondre à la racine de la zone interne des Préalpes ou zone des Cols.

Ici M. Schmidt revient, dans un nouveau chapitre, à la tectonique des Alpes pennines à l'W du Simplon (zone du Piémont); il montre que les terrains triasiques et jurassiques reposent dans ce territoire en concordance sur le Cristallin, et que les premiers tendent à se rapprocher du type méditerranéen ou austro-alpin, tandis que les seconds conservent un faciès prédominant de calcschistes (Schistes lustrés); il rappelle en outre l'abondance des roches éruptives basiques qui caractérise la zone du Piémont (zone des Pietre Verdi des Italiens).

Quant aux relations existant entre les différentes zones cristallines de cette région des Alpes, M. Schmidt arrive à une notion très éloignée de celle qui a été exposée récemment par MM. M. Lugeon et E. Argand (voir *Revue* pour 1906). Il commence par montrer la continuité de la zone des Schistes verts et des Schistes lustrés qui borde au S le pli cristallin de Bérusal-Grand Saint-Bernard, depuis le val Bognanco jusqu'à Zermatt. Localement, dans la région de Saas, ce synclinal s'enfonce par une sorte de pli en retour sous les gneiss de Bérusal-Saint-Bernard au N, mais, bientôt après, dans les environs de Zermatt, il s'évase largement vers le haut s'appuyant au N sur les gneiss de Bérusal, au S sur ceux du Mont Rose, et s'enfonçant à l'W sous les gneiss d'Arolla, du Weisshorn et de la Dent Blanche.

De cette zone synclinale se détache, dans le haut du val Bognanco, une ramification qui entoure vers le S W le massif cristallin de Camughera et le sépare de celui du Mont Rose; cette ramification de Schistes lustrés est en superposition normale sur les gneiss de Camughera, tandis que, du moins aux environs d'Antrona, elle est recouverte à l'W par les gneiss du Mont Rose.

Le massif de la Dent Blanche est constitué en grande partie par des orthogneiss, produits du métamorphisme de roches intrusives variant du granite aux diorites et même aux gabbros. Ces roches cristallines reposent de toutes parts, comme l'ont indiqué MM. Lugeon et Argand, sur un soussassement de Schistes verts et de Schistes lustrés; elles font donc partie d'un vaste lambeau de recouvrement, qui s'étend entre la zone de Zinal-Evolène et celle du val Tournanche depuis le Weisshorn jusqu'au Mont Mary et au Mont Emilius,

et ce lambeau de recouvrement est le reste d'une nappe qui ne pouvait s'enraciner, d'après la nature même de ces roches que dans la zone d'Ivrée.

Cette conception est la seule que M. Schmidt partage avec MM. Lugeon et Argand et les éléments sous-jacents à la nappe de la Dent Blanche, le pli des gneiss de Bérusal et le pli du Mont Rose sont envisagés par le savant géologue bâlois l'un comme un pli autochtone plus ou moins couché vers l'extérieur, l'autre comme une voûte presque normale. Le massif du Mont Rose est en effet entouré au N, à l'W et au S par une ceinture de sédiments mésozoïques qui, loin d'apparaître en fenêtre sous les gneiss comme l'admettent MM. Lugeon et Argand, recouvrent au contraire partout le Cristallin bombé en un môle qui s'enfonce vers le SW; la région d'Antrona est le seul point où M. Schmidt ait pu constater un chevauchement du gneiss sur les terrains secondaires, et le synclinal de Schistes verts qui monte du val Bognanco vers le Sonnighorn, considéré par MM. Lugeon et Argand comme une fenêtre ouverte au travers du gneiss, est en réalité un véritable synclinal enfoncé de haut en bas.

De même la zone des gneiss de Sesia représente pour M. Schmidt une zone anticlinale autochtone de schistes cristallins fortement redressés, qui devait naturellement être sous-jacente à la nappe de la Dent Blanche, et les deux zones de Schistes lustrés d'Alagna-Banio et de Fobello-Rimella sont des synclinaux redressés de la couverture normale des gneiss, enfoncés dans ceux-ci. La zone d'Ivrée, qui vient ensuite, correspond par contre, comme nous l'avons vu déjà, à la racine de la nappe de la Dent Blanche.

Dans le développement de cette nappe il faut remarquer d'abord la façon dont la masse chevauchante s'est moulée sur son soubassement en épousant les formes de tous ses ridements; il faut remarquer d'autre part le fait curieux que les plis sous-jacents à la nappe de la Dent Blanche se sont déversés en partie vers le S, c'est-à-dire en sens inverse du mouvement de celle-ci. Ce déversement contraire paraît à M. Schmidt devoir être expliqué non par un plissement en retour postérieur à la formation de la nappe sus-jacente, mais plutôt par une résistance à la poussée déterminée par les massifs centraux qui existaient plus au N.

Vers l'E la nappe de la Dent Blanche doit très probablement se continuer dans celle qui forme le massif de l'Abula dans les Grisons. Vers l'W elle ne se retrouve plus au-delà du Mont Emilius et c'est, semble-t-il, à sa réduction rapide dans

cette direction qu'il faut attribuer le desserrement manifeste qui se produit dans les zones plus externes des Alpes françaises, en particulier dans la zone axiale houillère et dans les 2 zones de Schistes lustrés du Val Ferret.

M. Schmidt termine ici son étude par un exposé d'ensemble de la tectonique alpine ; il refait l'historique de la notion des grandes nappes de charriage helvétiques et préalpines et décrit quelques coupes transversales à travers tout le système alpin. A propos d'un premier profil traversant la Suisse orientale de la Valteline par Coire et les Alpes glaronnaises jusqu'au Säntis, l'auteur corrige avec M. Rothpletz le profil de M. Heim passant par le Flimserstein, en ce sens que ce que M. Heim avait pris au Flimserstein pour le jambage renversé de la nappe glaronnaise appartient en réalité à la série normale autochtone ; il montre en outre que dans la région de Bonabüs les schistes grisons sont nettement en chevauchement mécanique sur le Dogger à faciès helvétique et donne une explication, du reste difficile à comprendre, de la tectonique si compliquée de la région du Prättigau et de la Plessur ; enfin il admet pour les Alpes grisonnes la superposition, sur le système des nappes helvétiques, des Klippes, de la Brèche et austro-alpine, d'une cinquième nappe, la nappe sudalpine ou des Dinarides, qui serait le prolongement de celle de la Dent Blanche.

La seconde coupe décrite par M. Schmidt suit à peu près les vallées du Tessin et de la Reuss depuis la plaine lombarde jusqu'aux environs de Schwytz. L'auteur y montre le développement des 2 nappes helvétiques superposées de l'Axenberg et du Frohnalpstock-Rigihochfluh ; il place la racine de la nappe des Klippes (Mythen) encore dans le massif de l'Aar et celle de la nappe de la Brèche dans la zone synclinale de la Furka ; enfin il admet le recouvrement de toute cette succession par les nappes austro-alpine et sudalpine qui sont peut-être confondues et dont les relations restent en tout cas problématiques. Quant au massif tessinois nous savons déjà que M. Schmidt y voit des plis autochtones, peu déjetés au N, de gneiss enveloppé de micaschistes.

Enfin une troisième coupe s'étend de la zone des lacs italiens par le massif de la Dent Blanche, le Wildhorn, le Moléson jusqu'au plateau suisse et expose synthétiquement les idées tectoniques de l'auteur, telles qu'elles ont été exposées plus haut.

Puis, pour terminer, M. Schmidt montre comment la notion des nappes de charriage, qui s'impose au point de vue

tectonique, donne seule une explication convenable des particularités stratigraphiques des régions alpines, qui depuis longtemps intriguaient les géologues sans que leur raison initiale eût pu être définie.

Cet exposé a été complété par l'apparition de la carte géologique du massif du Simplon au 1 : 50 000, que M. SCHMIDT a publiée avec son élève M. H. PREISWERK (95) et qui fait ressortir d'une façon parfaiteme nt claire les relations existant entre les nappes de gneiss et les synclinaux couchés de Schistes lustrés et de Trias, telles que M. Schmidt les a définies dans la monographie précitée.

M. O. WILCKENS (100) a entrepris l'exploration de la partie NW du **massif gneissique de l'Adula**. Il a reconnu d'abord que les calcaires dolomitiques plus ou moins marmorisés qui alternent avec les schistes cristallins dans la chaîne du Fanella Horn, au S de Vals, sont incontestablement triasiques et cette constatation l'a forcément amené à la conclusion qu'ici le front du massif cristallin est profondément lobé par des synclinaux mésozoïques enfouis horizontalement dans les gneiss. Le recouvrement des terrains secondaires par le Cristallin est très net dans la vallée de Peil, dont le fond est en partie creusé dans des calcschistes, tandis que le sommet du Curaletschhorn qui la domine est en gneiss.

M. Wilckens a constaté d'autre part dans la haute vallée du Rheinwald, en amont de Hinterrhein, plusieurs bancs de calcaires évidemment mésozoïques qui, sous-jacents aux gneiss du Rheinwaldhorn, figurent sans aucun doute un synclinal couché intercalé entre un grand pli supérieur et une masse cristalline inférieure. Le pli couché supérieur, auquel M. Wilckens réserve le nom de pli de l'Adula est plusieurs fois digité, comme nous venons de le voir, dans la chaîne de Fanella, et tous ces plis s'enfoncent longitudinalement vers l'E. Ainsi le front N du massif de l'Adula est notablement plus compliqué encore que M. Alb. Heim ne l'a supposé récemment.

Ces observations complètent celles faites récemment par M. ALB. HEIM, dont je rendais compte dans la *Revue* pour 1906 et que leur auteur a relatées brièvement à nouveau (63).

Je citais également l'an dernier dans la *Revue* quelques faits nouveaux signalés par M. E. Künzli à propos de la géologie du versant S du Julier; je puis donc me dispenser de revenir sur une nouvelle édition de cette courte notice (74).

ALPES ORIENTALES

M. O. AMPFERER (54), qui a parcouru après M. W. de Seidlitz le **Rhaeticon oriental**, a été amené à corriger sur une série de points les observations publiées par cet auteur (voir *Revue* pour 1906). Il conteste en particulier la présence du Trias entre les gneiss amphiboliques du Walseralpgrat et la diorite du Schwarzhorn et l'enveloppement de cette diorite vers le bas par une zone de serpentine. Il envisage d'une façon très différente de celle de M. Seidlitz les relations entre le paquet de gneiss du Bilkengrat et les schistes du Flysch qui l'encadrent et considère les schistes à Fucoïdes du sommet du Verspalen comme une simple interstratification dans le Flysch et non comme un coin synclinal. Enfin il conteste l'existence des 3 écailles superposées de Malm dans la chaîne de la Drusenfluh et conclut que l'enfoncement mécanique de haut en bas de la diorite du Schwarzhorn et du gneiss du Bilkengrat n'est en aucune façon démontré, pas plus du reste que la superposition de 5 nappes distinctes dans le massif du Rhæticon.

A propos de la superposition de ces nappes, M. Ampferer explique que le mélange de terrains divers, qui existe dans le Karr de « in den Gruben » et que M. de Seidlitz a interprété comme dû à une ouverture en fenêtre à travers les nappes austro-alpine, rhétique et de la Brèche, est dû en réalité simplement à l'accumulation sur ce point de matériaux morainiques de provenances diverses.

HAUTES ALPES CALCAIRES

M. M. LUGEON (75) continuant ses recherches dans le **massif des Diablerets et du Wildstrubel**, a pu suivre jusque près d'Ardon la couverture nummulitique normale du pli de Morcles et démontrer ainsi que celui-ci est recouvert sur toute sa largeur par la nappe des Diablerets. L'Urgonien et le Nummulitique de Morcles forment dans la vallée de la Liserne 4 anticlinaux secondaires. La racine de la nappe des Diablerets correspond probablement à la bande cristalline, dernier prolongement du massif du Mont Blanc, qui forme un anticlinal couché au S du Rhône et se termine près de Charrat.

Dans une seconde communication (77) M. Lugeon rend compte de ces mêmes observations, puis il décrit une grande faille transversale qui passe au N du Sanetsch. Il revient éga-

lement sur le chevauchement des formations de la zone des Cols sur le Crétacique du dos du pli du Wildhorn ; il note une discordance bien nette qui sépare dans la chaîne de Cretabessa les schistes de Wang des calcaires sénoniens ; enfin il signale l'existence, aux environs de Sion et de Saint-Léonard, du Carboniférien, qui relie la zone des Schistes lustrés de la rive droite du Rhône aux nappes des Alpes pennines.

J'ai analysé déjà dans de précédentes *Reviues* les travaux de MM. E. GERBER et E. HELGERS sur la région des Alpes bernaises comprise entre les vallées de la Kien et de la Lutschine ; les levers de ces deux auteurs ont été complétés par ceux de M. A. TROESCH qui s'étendent à l'W jusqu'à la Kander et le fruit de ces études détaillées a été consigné en une belle carte au 1:50 000 de toute la région comprise entre le lac de Thoune, la vallée de la Kander, le massif de l'Aar et la vallée de la Lutschine (62). Cette carte marque un progrès important quant à l'interprétation stratigraphique de ce territoire ; elle fait ressortir d'autre part de la façon la plus claire le recouvrement du Nummulitique et du Flysch de la série autochtone par le grand pli couché des Alpes du Kienthal, prolongement de celui du Wildhorn. Ce recouvrement est démontré avec plus de netteté encore par une planche de profils qui a été publiée concurremment avec la carte.

M. A. BALTZER, le maître des trois jeunes auteurs précités, a tenu à donner lui-même le commentaire de cette carte (58). Il expose d'abord comment une bonne partie du Jurassique de Moesch a été reconnu comme étant du Berriassien et du Néocomien et comment ses élèves ont constaté une extension beaucoup plus grande du Nummulitique qu'on ne l'avait admis jusqu'alors.

Dans un exposé stratigraphique détaillé M. Baltzer distingue 3 zones sédimentaires : celle des Alpes calcaires moyennes, celle des Alpes calcaires internes et celle des Klippes, qui n'est représentée qu'en dehors du territoire de la carte aux environs de Spiez.

Dans la série des Alpes calcaires moyennes le *Lias* paraît comprendre 3 niveaux bien développés au Bundstock :

1^o Alternances de calcaires gris, de couches à *Pentacrines* et de schistes noirs avec *Naut. striatus*, *Ariet. Brooki*, *Ariet. raricostatus*, *Bel. acutus*, *Gryphaea arcuata*, etc....

2^o Alternances de calcaires et de schistes à *Aegoc. capricornu*.

3^o Alternances semblables à *Harpoc. costula* et *Harp. thouarsense*.

Le **Dogger** commence par des schistes foncés à concrétions de pyrite décomposée et à rognons quartzeux (Opalinusschiefer), sur lesquels reposent des schistes gris gréseux et grumeleux, très pauvres en fossiles, mais qui contiennent par places des *Ludwigia* et des *Stephanoceras* avec des *Belemnites* et appartiennent au Bajocien ; il se termine par une succession de calcaires spathiques et par des oolites ferrugineuses qui semble représenter le Bathonien et le Callovien, car elle contient d'une part : *Perisph. arbustigerus*, *Perisph. Moorei*, *Park. Parkinsoni*, *Opp. fusca*, de l'autre des *Hecticoceras* et des *Perisphinctes* du groupe du *convolutus* et du *funatus*.

Les oolites ferrugineuses sont recouvertes par les schistes oxfordiens à fossiles pyriteux de *Perisph. bernensis* et *Phylloc. tortisulcatum*, puis par le Schiltkalk ou calcaire schisteux à *Peltoceras transversarium*, qui les séparent du puissant massif de Hochbirgskalk.

Le **Néocomien** débute par les calcaires plaqués du Berriasien à *Pyg. diphyoïdes*, *Cidaris alpina*, *Belem. latus*, puis il se compose d'alternances de marnes et de calcaires gréseux ou compacts, très pauvres en fossiles et dans lesquelles les niveaux successifs ne peuvent pas être séparés. Il supporte les calcaires compacts, oolithiques-spathiques de l'Urgonien, qui se terminent parfois mais pas toujours par un niveau à *Orbitolina lenticularis*. Le **Gault** n'est représenté que par sa partie supérieure qui comprend des grès glauconieux à *Belemnites* et les couches à *Turrilites Bergeri*, à *Mortoniceras* et à *Inoceramus concentricus*. Enfin la série crétacique se termine par le **Seewerkalk** qui passe par places vers le haut à des marnes.

Parmi les dépôts tertiaires M. Baltzer distingue :

1^o Le **Parisien**, qui comprend des calcaires gris à *Num. complanata* et des grès à *Orbitoïdes*.

2^o Le **Bartonien**, formé de grès glauconieux contenant en petite quantité des *Orbitoïdes* et des *Nummulites*.

3^o L'**Oligocène inférieur**, auquel appartiennent des schistes marneux à *Globig. bulloïdes* et *Pulvinula tricarinata* et des marnes schisteuses et gréseuses, bleuâtres à *Glob. bulloïdes*.

4^o Le **Flysch**, qui se compose d'alternances de schistes, de grès polygéniques et de brèches à éléments granitiques.

La série des Alpes calcaires internes est nettement différente ; se superposant directement aux gneiss du massif de l'Aar, elle débute par des couches permianes, comme suit :

- | | |
|--|------------|
| 1 ^o Verrucano, 2-3 m. | } Permien. |
| 2 ^o Dolomies et corgneules, 20-30 m. | |
| 3 ^o Quartzites claires et schistes foncés, 0-3 m. | |
| 4 ^o Schistes rouges et verts, dolomitiques. | |
| 5 ^o Calcaire à <i>Avic. contorta</i> , 20 m. | } Trias. |

Le Lias n'existe que dans le versant S de la Blümlisalp, tandis que le Dogger, du reste mal connu dans le détail, comprend des schistes foncés probablement aaléniens, des calcaires bréchiformes, des calcaires siliceux, et des oolithes ferrugineuses qui semblent appartenir en partie au Bathonien en partie au Callovien. Sur ce Dogger repose directement le puissant massif du Hochgebirgskalk.

Le Néocomien commence par des alternances de marnes et de gros bancs calcaires qui contiennent une faune berriasiennne : *Hopl. Callisto*, *Hopl. Boissieri* etc..., puis vient une épaisse zone marneuse à ammonites écrasées que recouvrent des calcaires en gros bancs, indistinctement oolithiques, coralligènes. Ces derniers se confondent vers le haut avec l'Urgonien qui est peu développé et ne comprend pas de couches à Orbitolines. La partie supérieure du Crétacique est formée par une complexe de schistes siliceux rubannés, de calcaires gris, verdâtres ou rougeâtres, gréseux, et de brèches échinodermiques, qui a été attribué jusqu'ici à des étages très divers et que M. Baltzer place au niveau du Gault et du Seewerkalk en leur donnant d'après Bachmann le nom de **Tschingelkalk**.

Le Tertiaire commence en général avec le Bartonien ; sur 3 points pourtant on a trouvé, au-dessous de celui-ci, des couches minces à *Cerithium plicatum* et *Cytherea Vilanova*. Le Bartonien est formé par des alternances de grès quartzueux et de calcaires à lithothamnium, qui contiennent de petites nummulites et des orbitoïdes ; puis viennent des marnes schisteuses avec par places des amas de lithothamniums, de coraux et de nummulites et des calcaires argileux gris sans fossiles. Sur ces couches reposent des grès tachetés de Taveyannaz, qui supportent des marnes grises à globigérines et finalement des alternances de schistes et de grès polygéniques du Flysch.

Dans la partie tectonique de sa publication, M. Baltzer se

rallie absolument à la notion des grandes nappes helvétiques. Il décrit d'abord la nappe du Kienthal qui, formée de terrains jurassiques et crétaciques, repose visiblement presque partout sur un socle tertiaire, et il attribue le lambeau de recouvrement crétacique-nummulitique de la Standfluh à une digitation frontale de cette même nappe, qui aurait été séparée de celle-ci par une dislocation compliquée et difficile à définir exactement.

Il montre que soit les formations autochtones, soit la nappe chevauchante sont replissées en de nombreux anticlinaux déjetés qui se modifient en partie très rapidement dans le sens longitudinal. Dans la région de la Kander il attribue avec M. Troesch le Giessenengrat, le Sattelhorn et le Gerihorn aux plis autochtones, le Bundstock, le Dündenhorn, le Schwarzgrätli et l'Aermighorn à la nappe du Kienthal. La nappe chevauchante et son soubasement se pénètrent du reste ici réciproquement de la façon la plus compliquée.

Sur le dos de la nappe du Kienthal subsistent quelques lambeaux d'une nappe supérieure, qui comprennent les mêmes faciès que les formations sous-jacentes, et doivent donc représenter les restes d'un élément tectonique d'importance secondaire. Ces lambeaux forment les sommets des Lohhörner, du Hohganthorn, du Drettenhorn, du Schilthorn.

Entre la Kander et la Kien les formations autochtones montrent une forte plongée longitudinale vers le NE, qui explique facilement le contraste existant entre les chaînes situées à l'W et à l'E de la Kien.

M. Baltzer a complété ces observations par la publication de 2 profils, qui ont l'avantage d'établir une distinction absolue entre ce qui y est observé directement et ce qui y est déduit théoriquement. Le premier profil s'étend du Briegerbäd dans la vallée du Rhône par le Bietschhorn, le Breithorn, le Schilthorn, le Drettenhorn, le Buchholzkopf et le Niederhorn, jusqu'au Sigriswyler Rothhorn. Il traverse donc d'abord le massif cristallin de l'Aar avec ses deux culots batholitiques du Bietschhorn et du Gasterenthal, puis la série autochtone des Alpes calcaires internes qui, couvrant le granite de Gastern, va s'enfoncer au S en un coin profond entre ce granite et la zone des schistes sériciteux du Breithorn. Sur la couverture tertiaire de cette série, la coupe montre la nappe du Kienthal au cœur de Lias et de Dogger, formant les chaînes comprises entre le lac de Thoune et la zone tertiaire de la Sefiner Furka, et supportant au Schilthorn, au Drettenhorn et au Hohganthorn les lambeaux d'un

pli supérieur. Mais M. Baltzer ne place pas le front de cette nappe au S du lac, il lui rattache les chaînes du Beatenberg et du Sigriswyler Grat, qui en représenteraient ainsi le véritable front, la partie supérieure du lac de Thoune se trouvant dans un large enfoncement synclinal entouré de fractures diversément orientées.

Le second profil passe un peu au NE par la Jungfrau, le Männlichen, la Schynige Platte, Interlaken, Habkern et la Scheibe. Ici le travail de dénudation a enlevé non seulement le pli supérieur, mais encore la couverture crétacique de la nappe du Kienthal, mettant à découvert les plis couchés du cœur au Männlichen. Le pli crétacique du Morgenberghorn se continue dans la chaîne du Harder, et le synclinal tertiaire qui le suit au N se retrouve dans la vallée de Habkern, tandis que la zone des plis frontaux du Sigriswyler Grat est ininterrompue par la Scheibe jusqu'au Hohgant et au Pilate.

Dans son texte explicatif, M. Baltzer fait des réserves sur les relations tectoniques qui existent entre les chaînes externes du Beatenberg et du Sigriswyler Grat et les chaînes calcaires moyennes. Il place la racine de la ou des nappes helvétiques du Kienthal dans la zone des schistes métamorphiques qui encadrent la protogine du Bietschhorn, tout en reconnaissant qu'il s'agit d'une simple hypothèse. Enfin il explique la formation des nappes helvétiques comme un contre-coup du resserrement du massif de l'Aar, sur lequel les sédiments mésozoïques reposaient en discordance.

Nous devons à M. P. ARBENZ (55) une description sommaire des **Hautes Alpes calcaires entre la vallée d'Engelberg et l'Aar**. Au point de vue tectonique l'auteur a constaté l'existence, entre la série autochtone du Titlis et la nappe supérieure du Brisen, de 3 plis couchés superposés, formés essentiellement de Trias, de Jurassique et de Berriasien, dont l'un se suit depuis le versant S du Graustock dans le flanc de la vallée d'Engelberg, puis par l'Arnialp jusque vers Grafenort, dont le second s'étend depuis la ligne de Tannalp et du Schwarzhorn jusqu'à Nünalphorn et au Widderfeld, dont le troisième forme le Lauberstock, le Rothorn, le Hochstollen, le Brunighaupt et le Hutstock.

Ce sont du reste surtout les données stratigraphiques qui sont traitées en détail. A ce propos, M. Arbenz signale d'abord des calcaires sableux et schisteux, qui forment la partie supérieure du Hochgebirgskalk à la Rotegg sur le ver-

sant N du Titlis et qui paraissent devoir être homologués aux calcaires de Tschingel.

La série renversée qui affleure au N du Jochpass est intéressante surtout par ses dépôts liasiques qui comprennent :

1^o Un banc de calcaires gris sableux et lumachelliques avec de nombreux débris de coquilles indéterminables, épais de 0,7 à 1,5 m., qui paraît appartenir au Rhétien.

2^o Un calcaire brunâtre, délitable, contenant de nombreuses Cardinies qui représente l'Hettangien.

3^o Des schistes argileux noirs, épais de 15 à 30 m., riches en Fucoïdes et contenant des intercalations dures de grès.

4^o Des quartzites à Gryphées, dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 50 m.

5^o Des calcaires sableux à Belemnites du Lias supérieur, associés à des schistes argileux et à des brèches échinodermiques.

Le Dogger de la même série se compose de :

1^o Schistes argileux, dans lesquels sont interstratifiés des calcaires échinodermiques et des grès tendres, et qui ont fourni comme fossiles *Gram. fluitans* Dum., *Ludwigia costosa* Qu., *Ludw. Murchisonae acutus* Qu. Bajocien inférieur.

2^o Calcaires gris, sableux, en partie schisteux, épais d'environ 15 m. qui doivent représenter encore le Bajocien.

Le Bathonien et le Callovien manquent et le Malm n'est représenté dans cette série renversée que par une mince zone de Schiltkalk et par un complexe fortement laminé de Hochgebirgskalk.

Le massif du Scheideggstock, situé au NW d'Engelberg, est formé par les digitations frontales de la même nappe inférieure, dont fait partie la série du Jochpass. Aussi les dépôts jurassiques y sont-ils développés avec des faciès très semblables. Au niveau du Bajocien apparaissent pourtant des brèches échinodermiques qui n'existent pas au Jochpass. En outre on voit se développer à la base du Malm, entre le Schiltkalk et le Hochgebirgskalk, une zone de marnes à Aptychus qui rentre vraisemblablement dans l'Argovien. Sur le Jurassique se superposent des schistes berriasiens.

Le jambage supérieur de cette même nappe affleure dans sa partie radicale dans le massif du Graustock. Ici la série jurassique montre des modifications assez importantes. Le Dogger prend une épaisseur beaucoup plus grande et est caractérisé par l'importance qu'y prennent les calcaires échino-

dermiques soit dans le complexe des schistes aaléniens, soit au niveau du Bajocien proprement dit; ces calcaires deviennent par places oolithiques et riches en fer. En outre le Bathonien, qui manquait dans les profils précédents, est représenté ici par une couche mince mais très fossile à *Cosmoc. subfurcatum* Qu., *Cosm.*, *Garantianum* d'Orb., *Cosm. baculatum* Qu. etc.... Quant au Malm il commence ici par des schistes oxfordiens à *Phyl. tortisulcatum* et *Perisph. bernensis* épais d'environ 17 m., qui supportent le Schiltkalk. Puis viennent 27 m. environ de schistes argoviens, le Hochgebirgskalk épais de 200-230 m. et finalement des couches alternativement calcaires et schisteuses contenant des Perisphinctes du groupe du *Per. Lorioli*, qui représentent le Tithonique.

La nappe de l'Erzegg, qui se superpose sur la précédente, possède une série jurassique qui rappelle beaucoup celle du Graustock. Le Dogger ne diffère guère que par quelques variations dans l'épaisseur des nivaux alternants de schistes et de calcaires; pourtant les couches à *Cosm. subfurcatum* sont remplacées ici par un complexe épais de 20 m. de schistes foncés micacés, qui contient dans sa partie supérieure une intercalation d'oolithe ferrugineuse à *Perisph. Moorei* Op. et *Perisph. Koenigi* Sow. et comprend probablement encore le Callovien.

Le Malm présente ici le même développement qu'au Graustock; les schistes oxfordiens y sont particulièrement fossilières.

Dans la nappe supérieure du Hochstollen le Dogger débute par un ensemble de grès ferrugineux et de calcaires échino-dermiques à *Ludw. Murchisonae*; ensuite vient une zone épaisse de 125 m. de schistes argileux sans fossiles et un complexe de 330 m. de calcaires plaquetés, sableux et plus ou moins marneux, qui est divisé en 2 par une zone schisteuse médiane. Le Bathonien et le Callovien paraissent manquer. Entre les schistes oxfordiens et les schistes argoviens le Schiltkalk est réduit à une couche de quelques centimètres. Le Tithonique est très développé et fossile et les schistes brunâtres du Berriasien atteignent jusqu'à 150 m. d'épaisseur.

En résumé, si l'on replace en imagination les nappes superposées dans leurs positions relatives originelles on constate :

1^o Une réduction du N au S du Hochgebirgskalk, dont les parties supérieure et inférieure tendent à être remplacées par les schistes tithoniques et argoviens.

2^o Un développement progressif du N au S des schistes oxfordiens.

3^o Une augmentation d'épaisseur considérable du Dogger et du Lias dans la direction du S, en même temps que dans le Dogger les calcaires échinodermiques prennent toujours plus d'importance et que des niveaux ferrugineux toujours plus nombreux s'intercalent en particulier dans le Dogger inférieur.

Un abrégé français de la notice de M. Arbenz a paru dans les *Archives de Genève* (56).

M. G. STEINMANN (96) a décrit une intéressante zone de broyage de Flysch et de Seewerkalk qu'il a observée dans un plan de chevauchement secondaire de la Nappe de Drusberg que coupe le Käswaldtobel au-dessus d'Iberg. Ici le calcaire de Seewen chevauchant et le Flysch du soubassement se pénètrent réciproquement de la façon la plus intime en donnant naissance à des formes de complication diverses. Vers le bas on voit comme des miches de calcaire englobées de toute part par les schistes tertiaires; plus haut le calcaire devient de plus en plus abondant, mais il est plissoté en petits anticlinaux entre lesquels le Flysch pénètre en coins effilés; ou bien les lits du Crétacique supérieur sont non seulement plissés mais encore décollés les uns des autres et les intervalles nés ainsi sont remplis par des lits de Flysch; ou bien encore le Flysch a pénétré dans des fissures du calcaire. Chose remarquable ce dernier n'est pour ainsi dire pas métamorphisé et les coquilles de Foraminifères qui s'y trouvent en grand nombre ne sont pas écrasées.

Il est évident qu'il s'agit ici d'une pénétration mécanique réciproque de 2 éléments tectoniquement superposés, pénétration qui a été facilitée par le décollement et le morcellement des lits du Seewerkalk et effectuée par une sorte de foisonnement en relation avec la poussée de la masse supérieure. Le phénomène s'est compliqué d'un processus hydrochimique bien marqué par de nombreuses veines de calcite.

Cette zone de pénétration réciproque est tout à fait comparable à celle que représente le Lochseitenkalk sous le Verrucano dans la nappe glaronnaise, avec cette différence que dans le Lochseitenkalk la dislocation est encore plus accentuée et la matière première est plus altérée. Elle rappelle aussi les paquets de calcaires échinodermiques et de gneiss englobés dans les Schistes lustrés du Scarlthal et les zones de broyage de la Haute Engadine décrites récemment par

M. Zöppritz. Enfin c'est par une pénétration toute semblable à celle qui a donné naissance aux mîches de Seewerkalk du Käswaldtobel qu'on peut expliquer l'origine des blocs exotiques de gneiss, de granite ou de calcaire qu'on trouve fréquemment englobés dans le Flysch sous les grands plans de chevauchement.

En terminant, l'auteur attire l'attention sur le fait que le mélange tectonique d'un élément schisteux et d'un élément calcaire primitivement tout à fait indépendants peut produire l'apparence, pour peu qu'un métamorphisme énergique soit intervenu ensuite, d'une transition graduelle stratigraphique et donner l'idée d'une série normale, là où il y a au contraire chevauchement de 2 séries différentes.

MM. ARN. HEIM et J. OBERHOLZER ont terminé en 1907 la carte géologique au 1 : 25 000 des environs du lac de Wallenstadt (70), dans laquelle il font ressortir d'une façon fort claire les relations qui existent entre la nappe des Churfirsten-Säntis et les nappes glaronnaises inférieures. Cette carte complète fort heureusement la carte du Säntis publiée récemment par MM. Alb. et Arn. Heim et E. Blumer.

A l'occasion d'une visite faite par la Société géologique du Rhin supérieur à la région des **Alpes Saint-Galloises**, plusieurs courtes publications ont été consacrées à ces chaînes soit comme programmes, soit comme comptes rendus d'excursion. M. ARN. HEIM (69) après avoir défini la vallée du lac de Wallenstadt comme une ancienne vallée du Rhin, a exposé la tectonique de cette région formée par l'empilement des nappes helvétiques et lépontiques. Il a décrit en particulier les relations qui existent entre les 2 nappes helvétiques du Mürt-schenstock et du Säntis, et montré qu'entre elles deux s'intercale, au-dessus de Wallenstadt, une nappe secondaire ou écaille formée de Dogger et de Malm. Il donne un tableau stratigraphique des terrains de ces 2 nappes, qui permet de constater facilement le contraste existant entre leurs 2 séries sédimentaires, et termine par 3 vues tectoniques prises dans la chaîne des Churfirsten.

M. P. ARBENZ (57), rendant compte de l'excursion mentionnée, commence par décrire les plis jurassiques du Gonzen, en faisant ressortir le fait que, grâce à la plasticité des schistes berriasiens qui enveloppent ces plis, les formations sus-jacentes du Crétacique n'ont pas épousé les formes compliquées de leur soubassement et donne pour cette raison l'illusion d'une masse chevauchante, qui formerait l'Alvier.

L'auteur décrit ensuite les affleurements de Verrucano et de Trias des environs de Mels, puis un beau pli couché de Lias visible dans le pied de l'Alvier vers Berschis, puis l'écaille intercalée au-dessus de Wallenstadt entre les 2 nappes helvétiques principales, qui a été découverte par M. Arn. Heim. Il fait ressortir aussi les caractères si particuliers des 2 versants qui dominent le lac de Wallentadt : le versant S est formé essentiellement par la nappe du Mürtschenstock et couvert d'abondantes moraines, qui dérivent les unes du glacier du Rhin, d'autres d'un grand glacier alimenté par les chaînes du Mürtschenstock, de Magereu et de Spitzmeilen, d'autres enfin de petits glaciers locaux ; dans le versant N, par contre, on voit se superposer les 2 nappes helvétiques principales, dont le contraste stratigraphique est si frappant. La série crétacique de la nappe du Säntis se distingue de celle de la nappe inférieure par son épaisseur presque triple, par la prédominance à peu près exclusive du faciès schisteux au niveau du Berriasien et du Valangien d'une part, du Turonien et du Sénonien d'autre part.

En 1906, la Société géologique avait choisi comme but de ses excursions annuelles la région récemment étudiée alors par M. Arn. Heim qui comprend l'extrême occidentale du Säntis avec le Gulmen, le Mattstock et la Durchschlägiberg. De ces excursions ont été publiés d'abord le programme élaboré par M. ARN. HEIM (65) avec une carte au 1 : 50 000 et une planche de profils, puis un rapport rédigé par M. CH. SARASIN (84).

Dans ce dernier nous trouvons une description sommaire du Häderenberg avec ses 2 anticlinaux serrés, seuls prolongements du faisceau du Säntis, qui se compriment et s'effilent de plus en plus vers le SW pour disparaître brusquement avant la coupure du Dürrenbach. Le pli interne du Häderenberg finit au Gewölbekopf par une sorte de Klippe, dont les couches crétaciques nagent nettement sur le Flysch.

Le Gulmen a été séparé du Häderenberg par des déchirements longitudinaux, et la trainée d'Urgonien et de Seewerkalk du Farenstock forme entre ces 2 massifs une liaison évidente quoique discontinue. De même le Stock et le Goggeien sont 2 tronçons déchirés d'une même zone.

Quant au Mattstock il repose visiblement de toutes parts sur le Flysch. Il est constitué par une série normale de Valangien récifal, de Néocomien, d'Urgonien repliée en un synclinal et un anticlinal. Ces formations crétaciques s'effilent

vers l'E pour finir en coin au milieu du Flysch, et l'on doit admettre de nouveau ici un déchirement dû à des tractions et des laminages longitudinaux. A l'W, dans le ravin du Flibach, on peut constater non seulement que le Mattstock n'a pas de racine, mais encore que la Molasse existe partout avec un plongement discordant sous le Flysch et le Crétacique.

M. Sarasin se rallie absolument à la manière de voir de M. Arnold Heim, qui envisage le Mattstock, le Gulmen, le Stock et le Goggeien comme les lambeaux déchirés d'une seule et même nappe, celle des Churfirsten-Säntis. Il décrit en terminant le chevauchement de cette nappe sur la série crétacique-tertiaire des bords du Lac de Wallenstadt, tel qu'on le voit au-dessus de Bettis à l'E de Weesen.

Dans 2 courtes notices consacrées à la même région M. ARN. HEIM montre d'une part l'importance des laminages longitudinaux qui y ont affecté les formations crétaciques (66), d'autre part le contraste qui existe entre la tectonique très simple de la Molasse et la structure extrêmement compliquée des nappes qui la recouvrent (67). Ce contraste paraît indiquer que la Molasse était déjà non seulement plissée, mais abrasée avant la mise en place des éléments qui la chevauchent, et qu'elle n'a pas participé à cette dernière phase de dislocation.

Un compte rendu de l'excursion faite au **Fläscherberg** par les géologues de l'Oberhein. Verein, rédigé par M. W. PAULCKE (79), nous montre que ces messieurs sont arrivés pour la plupart des faits à confirmer simplement les observations antérieures de M. Lorenz. Dans la partie SE de la chaîne, pourtant, qui comprend la Obere Platte, le Plattenstein et la Halde, il semble que les couches marneuses à polypiers et nérinées, qui sont intercalées entre 2 massifs de Malm, ne sont pas, comme M. Lorenz l'avait supposé, le cœur de Dogger d'un anticlinal couché au NW sur le grand synclinal néocomien du Fläscherberg, mais qu'elles représentent simplement un faciès marneux interstratifié dans une série normale de Jurassique supérieur. Ces couches appartiennent vraisemblablement à un faciès mixte entre celui des plis helvétiques sous-jacents et celui de la nappe du Falkniss sus-jacente. Nous aurions ainsi à la Halde, au Plattenstein et à la Obere Platte, une écaille normale de Jurassique supérieur recouvrant tectoniquement le Néocomien helvétique et chevauchée par la nappe du Falkniss. Cette écaille a été disloquée par des failles.

L'interprétation de cette région proposée par M. Rothpletz

semble n'avoir pas, malgré la présence de son auteur, rencontré d'adhérents parmi les excursionistes.

Dans une récente publication consacrée à la zone de Flysch de l'Algäu-Vorarlberg, prolongement de la zone du Säntis, M. A. TORNQUIST (99) discute à nouveau 2 points de tectonique alpine soulevés en 1906-07 par M. Arn. Heim, d'abord la question de l'âge relatif du plissement de la Molasse et de la mise en place des nappes helvétiques, ensuite celle de l'origine des roches exotiques du Flysch.

A propos du premier point, l'auteur ne peut se rallier à l'opinion de M. Heim et placer le recouvrement de la Molasse par les nappes helvétiques seulement à l'époque plio-cène; il préfère supposer, sans du reste fournir d'arguments bien plausibles, que la mise en place des nappes est intervenue en même temps que se formaient les plis de la Molasse, soit à l'époque miocène. Le recouvrement a suivi directement la sédimentation des dépôts miocènes et n'a par conséquent pas été précédé par la phase de dénudation supposée par M. Heim.

M. Tornquist explique sommairement l'origine des Klippes jurassiques qui existent dans cette même zone de l'Algäu-Vorarlberg et qu'il envisage comme formées par une lame de charriage arrachée à la partie S de la nappe de l'Algäu par la nappe du Lechthal et entraînée jusqu'au delà du front de la première, où elle s'est enfoncée dans le Flysch.

L'origine des blocs exotiques du Flysch paraît due à un mécanisme du même genre: les dépôts riches en roches cristallines représentent pour l'auteur le dernier terme de la sédimentation tertiaire dans la région où est née la nappe de l'Algäu, et leur formation a pu se continuer pendant la poussée au N des nappes alpines. Par le développement de ces dernières, les conglomérats et brèches ont été ensuite décollés de leur soubassement et poussés dans le Flysch de l'avant-pays.

PRÉALPES ET KLIPPIES

M. Fr. JACCARD (71) a élaboré un relief géologique de la région du **Grammont** (Valais), et M. G. ROEMINGER (81) a consacré une très courte notice aux **environs de Caux**, décrivant en particulier l'anticlinal au cœur rhétien de la Dent de Merdasson, et donnant quelques détails complémentaires sur le chevauchement de la Baie de Montreux.

M. Fr. JACCARD (72) en présentant à la Société vaudoise des sciences naturelles ses observations sur le groupe de la

Gummfluh et du Rubli, rappelle qu'à la Gummfluh la nappe des Préalpes médianes et celle de la Brèche se superposent au Flysch du Niesen. Il insiste particulièrement sur le fait que, contrairement à l'opinion de MM. Keidel et Steinmann, les Couches rouges qui entourent la digitation frontale de la Brèche au N du Rubli, appartiennent à une lame de charriage indépendante de la nappe de la Brèche, qui a été entraînée sous celle-ci. Il décrit sommairement le chevauchement des masses calcaires du Rubli et de la Gummfluh sur le Flysch et montre que le pli-faille des Gastlosen ne se continue pas directement dans les plis du Mont Chevreuil.

Je ne fait que citer ici une courte relation faite par M. CH. SARASIN (85) des observations qu'il a faites sur la **zone des Cols** dans la région de la Lenk en collaboration avec M. L.-W. Collet, et dont il a été question déjà dans la *Revue* pour 1906. Ces observations ont provoqué de la part de M. G. ROESSINGER quelques remarques (80) qui peuvent se résumer comme suit :

Dans le soubassement du Laubhorn, M. Rössinger croit avoir reconnu, sous l'écaille chevauchante d'Oxfordien et de Malm, la présence de couches néocomiennes, qui reparaîtraient d'autre part à Siebenbrunnen sur cette même écaille ; mais il ne donne aucun argument plausible en faveur de cette observation.

En second lieu, M. Rössinger maintient, sans du reste être retourné sur le terrain, que dans la région du Metschhorn et de Trogegg le Trias dessine une charnière synclinale fermée au S autour du Lias, tandis que MM. Sarasin et Collet considèrent comme appartenant à 2 écailles tout à fait différentes le Trias de Metschberg-Ludnung et celui de Trogegg.

M. C. SARASIN et L. COLLET (86), continuant leur étude de la **zone des Cols** sur la bordure interne des Préalpes, sont arrivés à modifier absolument leurs vues antérieures sur la tectonique générale des Préalpes et, persuadés particulièrement par des explorations faites dans le Chablais, ils se sont ralliés à la notion, développée par MM. Schardt et Lugeon, des nappes de charriage. Ils n'ont pourtant pas adopté telle quelle l'interprétation de ces 2 savants ; considérant que dans la zone des Cols les formations triasiques-jurassiques ne se terminent pas en un bord radical moulé sur les fronts haut-alpins, mais qu'elles décrivent au contraire des plis fermés au S, ils se représentent cette zone interne des Préalpes comme formée par une première nappe, qui aurait été comme roulée par le chevauchement des nappes sus-jacentes et se

serait trouvée ainsi finalement rebroussée avec son front digité au S et son bord radical au N, sous le Flysch du Niesen, qui lui-même serait le manteau tertiaire normal du pli du Wildhorn détaché de son soubassement et entraîné au N en un grand pli plongeant. La zone des Cols représenterait par rapport au Flysch du Niesen une forme tectonique toute semblable à celle de la lame de Néocomien à Céphalopodes d'Anzeindaz par rapport au pli des Diablerets.

Ainsi ni la zone des Cols, ni celle du Niesen ne se raccordent directement aux Préalpes externes, par-dessous les Préalpes médianes, et ce fait explique à la fois le contraste absolu qui existe entre le Flysch du Niesen et celui de la Berra-Gurnigel, et l'absence des zones des Cols et du Niesen à l'W du Rhône.

MM. Sarasin et Collet ont décrit d'autre part la **géologie du Chamossaire**. Ils ont montré la superposition dans cette chaîne de 2 séries stratigraphiquement et tectoniquement indépendantes : l'une, inférieure, est la même que l'on trouve avec quelques variations peu considérables d'un bout à l'autre de la zone des Cols, elle est caractérisée par le grand développement des schistes argileux au niveau du Lias supérieur et du Bajocien inférieur, ainsi que dans l'xfordien, le Dogger étant formé en grande partie par des calcaires spathiques et gréseux à zoophycos. La série supérieure du Chamossaire commence avec des gypses et des calcaires dolomitiques du Trias, puis viennent des calcaires spathiques qui ne tardent pas à passer vers le haut à la Brèche du Chamossaire formée de gros éléments calcaires et contenant par places à profusions des Bélemnites (*B. niger*, *B. brevis*, *B. acutus*) ; cette Brèche constitue toute la région culminante de la chaîne ; contrairement à l'opinion de Renevier, elle est liasique.

Tandis que la série inférieure est bien développée entre le ravin de la Gryonne, Villars et les pâturages que domine Bretayes, on peut voir au S de cette localité, dans le pied des 2 petits sommets appelés l'Aiguille et le Roc à l'Ours, le chevauchement du Trias et de la Brèche de la série supérieure sur l'xfordien de la série inférieure. Ce chevauchement se suit depuis les environs de Bretayes, d'une part jusqu'à Ensex, de l'autre jusqu'à Orsay ; dans cette dernière direction il se complique par l'intercalation, entre les schistes oxfordiens et le Trias de la base de la Brèche, d'une lame, toujours plus épaisse vers l'W, de grès et brèches granitiques appartenant au type du grès des Ormonts (Flysch). Le plan de chevauchement est coupé au N de l'Aiguille et du Roc à

l'Ours par une faille de tastement, qui fait butter au N la Brèche chevauchante contre les schistes toariens de la série inférieure et qui a fait admettre fautivement à Renevier l'intercalation stratigraphique de ces schistes entre le Trias et la Brèche.

La série inférieure apparaît en fenêtres à différents endroits dans l'intérieur du massif de la Brèche, ainsi dans la coupure qui relie Bretayes au lac des Chavonnes, vers l'extrême orientale de ce lac, et aux environs des chalets de Conches. Elle se retrouve d'autre part très développée au N du massif dans le grand cirque qui forme le fond du vallon de Coussy, et là le chevauchement de la Brèche sur cette série inférieure est particulièrement net.

Quant au Flysch, qui couvre de grands espaces tout autour du Chamossaire, il est formé essentiellement par des grès et des brèches à gros éléments de granite des Ormonts, associés par places à des schistes feuilletés; il contient à différents endroits des couches riches en *Orthophragmina* et en petites *Nummulites* et même des bancs calcaires entièrement formés de *Lithothamnium*, d'*Orthophragmina* et de *Nummulites*. Tandis que dans la partie occidentale de la chaîne ce Flysch est intercalé entre la série des Cols et celle de la Brèche, dans la région de Perche et des Chavonnes il se superpose à la seconde, et enfin du côté de la vallée des Ormonts, aux environs de la Forclaz et de Coussy, il est sous-jacent aux 2 séries.

Les auteurs ont été amenés par diverses considérations à admettre que ce Flysch des Ormonts-Niesen s'est intercalé d'une façon générale entre les 2 nappes de terrains secondaires, nappes des Cols et nappe de la Brèche, qu'il a été ramené à Perche sur la Brèche par un petit chevauchement secondaire, qu'il a été supprimé par laminage entre Ensex et Orsay et qu'il a été finalement rebroussé sous un pli couché au N de la nappe inférieure dans les pentes que dominent Exergillod et Plambuit.

Quant à la Brèche du Chamossaire elle est évidemment un lambeau d'une nappe superposée au Flysch du Niesen, qui semble bien, vu la remarquable analogie de faciès, n'être autre chose que la nappe de la Brèche du Chablais-Hornflih. Ici comme dans le Chablais la nappe des Préalpes médianes serait donc supprimée dans sa partie radicale.

M. A.-F. ENGELKE (60) a entrepris l'étude détaillée des environs de Bulle qui correspondent, comme on le sait, à

une profonde encoche dans le front des Préalpes entre la chaîne Montsalvens-Berra et celle du Niremont.

L'auteur commence par décrire l'affleurement de Dogger à zoophycos qui se voit le long du lit de la Trême près du pont de la route Bulle-Tour de Trême, et qui comprend des calcaires gris gréseux, plus ou moins marneux suivant les lits, plongeant au SE. Dans ces couches on récolte à côté des zoophycos quelques ammonites mal conservées, parmi lesquelles *Park. Parkinsoni* paraît exister. Ces mêmes formations se trouvent le long de la Trême vers les Jordils, puis au pont des Auges; en ce dernier point le Bathonien, plongeant au NW, supporte des calcaires quartzeux et grumeleux, qui contiennent *Macro. macrocephalus* et *Bel. callovienensis* et représentent ainsi le Callovien inférieur. L'ensemble du Callovien et du Bathonien est coupé vers le pont des Auges par une faille verticale de faible rejet, qui se suit dans la direction de l'ESE et semble prendre plus loin une importance plus considérable.

Un dernier affleurement se montre le long de la Trême près de Crêt Vudy et ce sont de nouveau des calcaires à zoophycos qui apparaissent; ils contiennent de nombreuses bélémnites, parmi lesquelles l'auteur a reconnu: *B. bessinus*, *B. Escheri*, *B. Gillieronii*. Leurs couches montrent un plongement d'ensemble vers l'W et sont en outre incurvées en un petit anticlinal, bordé au N par un synclinal aigu et dirigé à peu près de l'W à l'E.

Le long du cours de la Sarine, M. Engelke signale les grès et schistes du Flysch, violemment tourmentés, qui apparaissent près du pont de la route de Broc, puis les calcaires sableux gris-jaunâtres et divisés par des lits schisteux de même couleur qui se trouvent plus au N près de Fulet. Ces dernières formations, qui contiennent *Steph. Humphriesi* et de très nombreux zoophycos, se distinguent du Bathonien précité par leur plus grande homogénéité et leur grain plus fin; elles appartiennent évidemment au Bajocien et représentent probablement cet étage en entier jusqu'aux schistes à *Lioc. opalinum*; elles sont incurvées en un anticlinal droit. Les mêmes couches se rencontrent dans le bois de Bouleyres, tandis que sur la lisière SW du bois de Sautaux affleurent les couches de Klaus.

Dans le bourg de Tour de Trême M. Engelke a observé différents affleurements de couches presque verticales, dont les unes, formant une zone septentrionale, sont des calcaires finement lités, à petits silex, de couleur rougeâtre ou ver-

dâtre, appartenant à l'Oxfordien, dont d'autres, s'appuyant sur les premières, sont des calcaires typiques du Malm, dont d'autres enfin se composent de calcaires feuilletés verdâtres, et sont attribuées sans argument plausible par l'auteur au Néocomien. Tout cet ensemble montre une direction générale qui est à peu près EW.

En synthétisant ces diverses observations, l'auteur est arrivé à admettre l'existence dans la plaine de Bulle de 3 plis dirigés du SW au NE. Un premier anticlinal en partant du S se suit depuis le pont de la route de Broc sur la Sarine, où il se marque dans le Flysch, par les affleurements du Dogger de Crêt Vudy jusqu'à la colline de Sautaux, après laquelle il disparaît sous les alluvions. Le second anticlinal passe par les affleurements de Dogger de Fulet sur la Sarine et par les couches d'Oxfordien et de Malm de Tour de Trême, qui en représentent le jambage méridional; il montre plusieurs torsions de son axe. Le troisième anticlinal commence entre Morlon et Contravaux et se continue par le pont des Auges jusqu'au pont de Bulle-Tour de Trême, en changeant, semble-t-il, lui aussi plusieurs fois de direction.

Les environs de Bulle sont traversées par plusieurs fractures, dont la plus importante se suit, avec diverses inflexions, mais avec une direction générale NW-SE, depuis le pont des Auges jusqu'à Bouleyres d'en haut et a provoqué un affaissement du territoire situé à l'W, grâce auquel le Malm et l'Oxfordien de Tour de Trême ont pu être conservés. En outre M. Engelke admet que les affleurements de Flysch du pont de Broc correspondent à un compartiment effondré de l'anticlinal de Crêt Vudy, limité à l'E par une fracture dirigée du N au S le long de la Sarine en aval du pont de Broc; enfin une autre faille doit suivre longitudinalement la ligue axiale de l'anticlinal Fulet-Tour de Trême et marque une descente du jambage N de ce pli.

Les 3 anticlinaux dont M. Engelke a établi l'existence se poursuivent au NE dans la chaîne du Montsalvens comme suit: celui du Crêt Vudy-Pont de Broc se continue dans l'anticlinal couché de Malm de Bataille, mais il faut admettre entre la Sarine et Bataille une ou plusieurs fractures transversales suivant lesquelles l'axe du pli se relève notablement vers l'E. L'anticlinal Tour de Trême-Fulet se retrouve au S de Botterens, où affleure aussi le Bajocien, et l'anticlinal des Auges se prolonge dans celui de Biffé.

Vers le SW le prolongement de ces trois mêmes plis est impossible à préciser à cause du développement que prend

dans cette direction le Flysch ; il semble pourtant que l'anticlinal de Tour de Trême soit la continuation de la zone d'affleurements suprajurassiques et infracrétaciques qui passe au S de Vaulruz et près de Montalban.

En terminant l'auteur cherche à établir que l'origine de la plaine de Bulle est liée à des effondrements, dont l'un, du côté de Montsalvens est incontestable, dont l'autre, vers le SW, reste plus douteux, mais paraît pourtant ressortir clairement du niveau relatif des formations jurassiques dans la plaine et dans la chaîne du Niremont.

M. Ed. GERBER (62) a signalé dans la région des **Klippes de Spiez** des écailles de terrains à faciès helvétique, mélangées aux faciès préalpins et qui semblent avoir été arrachées au dos de la nappe du Kienthal. Ces écailles sont formées de schistes berriasiens à Zeissigbad, à Waldweid et à Oertlimat, de Malm à Rossweidli.

M. G. NIETHAMMER (78) a fait quelques observations nouvelles dans le domaine des **Klippes de Giswyl** et est arrivé à considérer comme appartenant au Muschelkalk les calcaires dolomitiques inférieurs du Giswylerstock et de la Rossfluh à *Retsia trigonella*, tandis que la partie supérieure de ces calcaires, qui contient *Diplopora annulata*, serait du calcaire du Wetterstein. Ce Trias fait partie de la nappe austro-alpine ; entre lui et le soubassement à faciès helvétique, on trouve des lambeaux laminés de terrains préalpins, ainsi des calcaires liasiques existent en particulier dans cette position à l'Alp Fontanen et à l'Alpboglenalp.

L'auteur signale d'autre part, au Jänzimatberg, une série préalpine qui comprend du Lias moyen et supérieur, du Dogger et des calcaires schisteux, tachetés, néocomiens qui sont surtout développés entre Kratzeren et Alpboglen. Il indique l'existence à la Rothspitz d'une brèche toute semblable à la « Ramsibreccie » que M. Tobler a décrite des Mythen, qui surmonte le Callovien déjà signalé par M. Hugi et est recouverte par des dolomies semblables aux dolomies suprakeupériennes des Mythen.

Par ses caractères stratigraphiques le Jänzimatberg paraît se rapprocher plus particulièrement des Préalpes externes, tandis que la Rothspitz a plus d'analogie avec les Préalpes internes. L'inversion de la succession des deux zones stratigraphiques du N au S dans les klippes de Giswyl doit être déterminée par des complications locales difficiles à préciser.

M. ARN. HEIM (68) a décrit récemment une klippe de terrains préalpins reposant sur le Flysch, dont on ne connaît jusqu'ici qu'une petite partie, le Berglittenstein. Cette klippe, qui est située dans la vallée du Rhin au N de l'Alvier et a une longueur d'un kilomètre et demi sur une largeur de 200 à 300 m., forme la crête du Grabserberg et peut être désignée comme **Klippe de Grabs**. Ses éléments constituants sont des calcaires divers en général dépourvus de fossiles et par conséquent impossibles à déterminer stratigraphiquement avec certitude. M. Heim y a pourtant reconnu un calcaire tithonique du faciès préalpin incontestable, qui contient des Bélemnites et *Calpionella alpina* Lor. et des Couches rouges très caractéristiques avec *Globigerina bulloides* d'Orb. et *Pulvinula tricarinata* Quereau. Tectoniquement ces formations préalpines paraissent être recourbées en synclinal, elles montrent plusieurs complications, qu'il est difficile de préciser à cause de l'insuffisance des affleurements.

La klippe de Grabs représente sans aucun doute un lambeau de recouvrement superposé au Flysch ; ce lambeau ne peut pas être en relation avec un chevauchement de l'Alvier sur les Churfisten, comme l'a admis M. Rothpletz, d'abord parce que les faciès de la klippe ne se retrouvent ni à l'Alvier, ni dans aucune autre chaîne helvétique, ensuite parce que le chevauchement de l'Alvier supposé par M. Rothpletz n'existe pas en réalité. Le rapprochement de la klippe de Grabs avec la nappe des Préalpes s'impose par contre, à cause de la présence dans la première du calcaire tithonique (calcaire de Châtel) et des Couches rouges, qui forment deux des éléments les plus typiques de la seconde. En outre des grès micacés, qui s'associent au Tithonique dans la klippe de Grabs, ressemblent exactement à des dépôts du Malm inférieur du Buochserhorn et du Stanserhorn.

PLATEAU MOLASSIQUE

M. O. HERBORDT (105) a levé la carte géologique au $1/25000$ des deux rives du lac de Zurich au S et au N de Rapperswil et l'a publiée avec un bref commentaire.

Dans ce dernier l'auteur décrit en détail les formations molassiques de son territoire dans lesquelles il distingue les niveaux suivants :

- 1^o Des marnes bigarrées sans fossiles qui semblent appartenir encore à l'Aquitaniens ;
- 2^o Un complexe formé de marnes, de grès durs composés

essentiellement de quartz et de feldspath avec du mica (grès granitiques) et de nagelfluh polygénique riche en quartzites, en granites divers, en porphyres, en gneiss, etc. Ces couches doivent rentrer dans le Miocène inférieur ;

3^o Des grès durs formés surtout de grains fins de quartz et de paillettes de biotite chloritisée, désignés sous le nom de grès de Bäch, qui contiennent *Cardium commune*, *Anomia ephippium*, *Pinna Brocchii*, *Perna Soldani* et doivent être parallélisés avec la molasse de Lucerne et de Saint-Gall (Burdigalien). Vers le NE ces grès passent à des poudingues ;

4^o Des grès tendres à ciment marno-calcaire, associés à des marnes et à des conglomérats qui contiennent des Turritelles et des huîtres et qui correspondent au Vindobonien ;

5^o Un complexe de nagelfluh et de grès tendres, dans lequel s'intercalent par places un banc de calcaire d'eau douce ou des brèches calcaires (Hüllesteiner Nagelfluh = Appenzeller-Granit) et qui contient soit des débris végétaux, soit des mollusques terrestres. Ces formations, qui ne sont bien développées qu'au N de Rapperswil, appartiennent à la Molasse d'eau douce supérieure ou au Sarmatien.

Le territoire étudié au S du lac de Zurich est constitué essentiellement par les trois termes inférieurs de cette série qui sont repliés en trois anticlinaux. Le premier de ces plis coupe le Spreitenbach près de Neuschwendi et se continue dans la direction du SW sur Mühlebachsegg ; ses deux jambages, formés de marnes et de grès, sont fortement inclinés. Il est bordé au N par un synclinal très dissymétrique avec un jambage méridional presque vertical, même renversé dans la direction de l'E. A 2 km. plus au N passe un second anticlinal, dont l'axe se suit depuis les hauteurs de St. Johann jusqu'à la Teufelsbrücke dans la vallée de la Sihl et dont le jambage septentrional forme le Hohe Etzel ; les couches qui affleurent suivant cette zone montrent des plongements accentués variant de 50 à 80° et appartiennent à l'Aquitainien et au Burdigalien inférieur. Enfin le troisième anticlinal commence au bord du lac un peu au NW de Lidwil et passe près de Feusisberg ; il est composé des mêmes formations que les précédents et possède lui aussi des jambages fortement redressés ; du côté du N pourtant le plongement s'atténue rapidement et ainsi s'établit la liaison avec la région de la Molasse horizontale.

La région qui s'étend au N du lac est constituée essentiellement par les deux termes supérieurs de la série précitée, les grès de Bäch n'apparaissant que sur la ligne Rapperswil-

Jona. Les formations molassiques n'y sont que faiblement ondulées et les détails de la topographie y sont déterminées surtout par les alternances de poudingues et de grès tendres ou de marnes. Les calcaires d'eau douce y sont bien développés dans les environs de Hombrechtikon, d'Unter Wolfhausen et du Egelsee, suivant une zone dirigée du SW au NE et qui correspond à peu près au fond d'un large synclinal. Une ondulation anticlinale passe un peu plus au NW par le Herrenholz et Herrgass. Enfin une zone de granites d'Appenzell (poudingue calcaire) s'étend depuis l'Iona au S de Rüti jusqu'au bord du lac à l'E de Feldbach.

Passant à la description des formations pléistocènes, M. Herbordt décrit d'abord la grande moraine latérale du glacier de la Linth qui se suit depuis les hauteurs d'Eschenmooswald (980 m.), par le versant N de l'Etzel, jusqu'au-dessus de Feusisberg (850 m.), pour se continuer en dehors du territoire de la carte jusque près de Zurich. Il cite d'autre part de petits talus morainiques qui, au N du lac, ferment au N le bassin du Lützelsee. Parmi les éléments constitutants de ces moraines on ne trouve pour ainsi dire que des calcaires suprajurassiques ou crétaciques et des grès éocènes des Alpes glaronnaises ; l'auteur n'y a rencontré en fait de roches cristallines que deux blocs de gneiss, qui se rapportent à des roches existant dans le bassin de la Linth et en conclut qu'on ne trouve dans la région qu'il a étudiée aucun apport attribuable au glacier de la Reuss.

Quant aux moraines de fond elles sont surtout développées au S de l'Etzel, où elles ont été fortement remaniées par des glissements de terrain et autour de l'embouchure de l'Iona.

La presqu'île de Hurden et la terrasse de Breiten, à laquelle elle se rattache au S, doivent être considérées comme le reste d'un delta fluvio-glaciaire formé devant une moraine frontale, dont il subsiste une partie au S de Rapperswil et le long du talus sous-lacustre Rapperswil-Hurden. Ces dépôts se sont évidemment accumulés pendant la phase de retrait de la glaciation de Würm dans un lac de Zurich dont le niveau devait se trouver à 425 m. D'autres formations semblables existent à Freienbach, puis plus à l'E vers Mühlebach et à l'E de Jona.

Dans le bassin de la Sihl, M. Herbordt signale deux lambeaux d'alluvions fluvio-glaciaires, qui ont dû se déposer devant le front du glacier de la Sihl pendant la glaciation de Würm ; l'un se trouve dans le fond de la vallée à Burg

(887 m.), l'autre sur le versant SW de l'Etzel à 950 m. d'altitude.

L'auteur fournit ensuite quelques renseignements sur les tourbières situées dans le territoire de sa carte, soit celles de Schwantenu et de Grundegg dans le bassin de la Sihl, celles de Seeweid, de Lütikerried, de Krähenried au NW de Rapperswyl, qui occupent le fond de dépressions tapissées de moraines, celles de la petite vallée de Lehnhof bordées par des crêtes molassiques et enfin les marais tourbeux qui bordent le lac entre Freienbach et Hurden, ainsi qu'entre Schirmensee et Feldbach. Puis, après avoir réuni quelques données sur l'activité des torrents et la répartition des sources, M. Herbordt termine son travail par une discussion sur la formation de la vallée du lac de Zurich. Il rappelle que les deux versants de celle-ci sont étagés en un système de sept terrasses, comme l'a déjà indiqué M. Äppli et il se rallie absolument à l'interprétation donnée par cet auteur puis contestée par M. Brückener, d'après laquelle ces terrasses sont tout à fait indépendantes du plongement des couches molassiques, qu'elles coupent suivant des angles très divers. Pour lui ces terrasses correspondent chacune à un ancien fond de vallée et leur relèvement anormal vers l'aval, observé par MM. Heim et Äppli, est dû, sans aucun doute, au bombardement pléistocène d'un anticinal, dirigé de l'WSW à l'ENE et passant par Kalkofen, la presqu'île de Au et Männedorf. La surface de ces terrasses a été, il est vrai, profondément modifiée dans la suite par le ruissellement, qui a fait ressortir sous forme de crêtes les bancs de grès durs et de nagefluh, ceci plus particulièrement dans la région aux couches redressées. Quant à l'origine même du lac, M. Herbordt ne peut admettre l'explication de M. Rothpletz, qui fait intervenir une grande fracture, ni celle de MM. Penck et Brückner qui attribue le creusement du bassin lacustre à l'action du glacier de la Linth. Il oppose à cette dernière manière de voir le fait de la présence répétée sous la moraine d'alluvions qui ne portent aucune trace de l'action du glacier, puis l'existence d'îlots molassiques au milieu même de la vallée, enfin et surtout la forme étagée des versants qui implique une action essentiellement fluviale. Il se rallie par contre à l'explication donnée par M. Heim d'un bassin lacustre formé d'une part par un affaissement important des Alpes et de la région interne du plateau molassique, de l'autre par l'accumulation dans la région de Zurich des moraines frontales du glacier de la Linth et du cône de déjection de la Sihl.

M. Herbordt se rallie également en tous points aux idées bien connues de M. Heim sur l'histoire de la vallée de la Sihl; quant à la vallée de l'Iona, il faut faire intervenir dans son évolution d'abord la phase de dislocation pléistocène, qui a causé la formation du lac de Zurich et qui paraît correspondre à la première période interglaciaire. Cette dislocation a en effet réduit à presque rien l'inclinaison au N de la vallée supérieure de la Töss, en sorte qu'il a suffi d'un dépôt morainique laissé par la glaciation suivante dans la région de Ried pour rejeter au S les eaux de ce tronçon. Pendant la 3^e glaciation une abondante quantité de graviers fluvio-glaçiaires s'est déposée autour de Rüti et en amont. Quant au cours inférieur de l'Iona, qui serpente dans un paysage molassique côtelé de crêtes de Nagelfluh, il est de date récente.

J'ai cité l'an dernier la carte géologique au 1 : 25000 des environs de Wiesendangen qu'a publiée M. J. WEBER, ainsi que le bref commentaire que cet auteur en a donné. Ce commentaire a été reproduit en 1907 sans détails nouveaux (111).

M. J. HUG (106) a terminé en 1907 son étude monographique des **bords du Rhin entre Kaiserstuhl et Schaffhouse**.

Son travail commence par la description stratigraphique des formations qui constituent cette région, et dont les plus anciennes appartiennent au Jurassique supérieur. Aux environs de Kaiserstuhl affleurent en effet les calcaires siliceux de Wettingen (Kimmeridgien sup.), et le Portlandien sus-jacent apparaît depuis là jusque dans la région de Schaffhouse sous forme de calcaires plaquetés, dont la surface corrodée porte une couche plus ou moins épaisse de bolus sidérolithiques éocènes.

La série molassique commence aux environs de Schaffhouse et d'Eglisau par les grès tendres et les marnes de la Molasse d'eau douce inférieure. La Molasse marine comprend dans la vallée inférieure de la Thur des grès gris et verdâtres à *Cardium commune* (Burdigalien) et, au-dessus, un gros banc de Nagelfluh à *Ostrea crassissima* (Vindobonien). Plus au N, au Kohlfirst et près de Benken, les couches à *Card. commune* manquent et la Molasse d'eau douce inférieure est directement surmontée par des grès formés en partie de quartz presque pur (Glassande) qui montrent une stratification de delta typique et correspondent au niveau du Vindobonien. Ces couches sont surmontées en discordance et suivant une surface ravinée par des sables quartzeux, qui

contiennent à la base des fossiles marins, vers le haut des *Helix* (*H. turonensis*, *H. liguriana*) et dans lesquels s'intercalent des bancs de galets ; ces formations marquent un dernier mouvement transgressif de la mer helvétique.

La Molasse d'eau douce supérieure, qui couronne la série tertiaire, se compose comme d'habitude essentiellement de grès tendres rognonneux et de marnes, et contient des interstratifications peu importantes de calcaire d'eau douce et des lignites qui ont été exploités en divers endroits. D'assez nombreux restes de Vertébrés se trouvent dans ce complexe : *Testudo vitodurina*, *Test. Escheri*, *Sus latidens*, *Rhinoc. incisivus*, *Mastodon angustidens*, etc...

La plus grande partie du travail de M. Hug est consacrée à l'étude des formations pléistocènes et de l'origine du modèle actuel. L'auteur décrit d'abord les 2 niveaux du Deckenschotter, bien distincts soit par leur altitude, soit par la composition de leurs alluvions, le Deckenschotter ancien couronnant l'Irchel, la Hochwacht (630-671 m.), le Hebelstein (620-654 m.), le Forrenirchel (650-677 m.), la Steig (660-684 m.) et se retrouvant d'une part au Neuhauserwald, de l'autre au Stadlerberg et au Haggengberg au-dessus de Weyach, le Deckenschotter inférieur formant le sommet du Rheinsberg entre 530-537 m. La présence de gros blocs dans les alluvions de l'Irchel indique que ces dépôts fluvioglaciaires ont dû se former à une faible distance des moraines frontales.

Le Deckenschotter inférieur est bien développé au S de la gare d'Eglisau ainsi qu'au Emperg près de Weyach et présente dans ces 2 territoires cette particularité qu'il est étagé en plusieurs terrasses inclinées faiblement vers le N. Cette disposition semble ne pouvoir s'expliquer que par un tassement suivant plusieurs fractures dirigées parallèlement de l'ENE à l'WSW ; du reste des failles du même genre, mais dirigées du NNE au SSW, coupent le Deckenschotter au Hagenberg, au Sangenberg et au Hiltenberg, et toutes ces dislocations doivent s'être produites pendant la deuxième période interglaciaire.

Le Deckenschotter inférieur existe d'autre part dans la région de Schaffhouse au Kohlfirst (530-570 m.) et au Stammheimerberg (600-625 m.), puis au Asenberg sur Neunkirch (470-510 m.) et au Rechberg sur Griessen (440-470 m.). Il est certain qu'entre le dépôt des 2 niveaux du Deckenschotter est intervenue une longue phase d'érosion interglaciaire, pendant laquelle de larges vallées ont été creusées dans la plaine du Deckenschotter supérieur jusqu'à une profondeur de 110-

140 m. Trois de ces vallées devaient passer, l'une par le bassin inférieur de la Glatt, la seconde par le bassin inférieur de la Thur, la troisième par la ligne Singen-Schaffhouse-Klettgau.

Les alluvions des Hautes Terrasses forment un vaste plateau au S de Glattfelden, au niveau de 450-460 m.; on en retrouve des lambeaux entre Glattfelden et Weyach, mais elles prennent surtout une immense extension sur le Rafzerfeld et de là jusqu'au plateau qui domine Kaiserstuhl au N; puis elles existent sur de grandes étendues dans le Klettgau méridional, tandis que plus au N elles forment une bordure élevée aux Basses Terrasses, en particulier à l'E de Neunkirch. L'épaisseur de ces alluvions paraît être partout considérable, car leur soubassement est partout au-dessous du niveau des Basses-Terrasses.

Les Hautes Terrasses cessent brusquement vers le SE avec la ligne des moraines frontales de Würm, qui se suit à peu près par Schaffhouse, Lottstetten, Rüdligen, Bülach, Stadel, Regensberg; à l'intérieur de cette ligne on n'en retrouve que des restes sporadiques, ce qui peut s'expliquer ou bien par une coïncidence approximative du front des 2 dernières glaciations, ou bien par une destruction de la Haute Terrasse par les glaciers de Würm.

Dans son étude des moraines de Riss M. Hug montre que, de la répartition de ces dépôts on peut conclure que le glacier de la Linth, renforcé par le bras occidental du glacier du Rhin, a non seulement couvert pendant l'avant dernière glaciation tout le canton de Zurich, mais s'est étendu au N sur le Rafzerfeld, d'où il a encore débordé sur le Klettgau occidental et a suivi d'autre part la vallée du Rhin vers l'aval bien au-delà de Kaiserstuhl. Pendant ce temps le glacier du Rhin venant du bassin de Constance a couvert tout le territoire au S du Randen et s'est avancé aussi jusque dans le Klettgau, où il a atteint les environs de Hallau. La répartition respectives de ces moraines de Riss et des alluvions des Hautes Terrasses montre clairement que ces dernières se sont déposées pendant une première phase de la glaciation qui a précédé un maximum.

A propos des formations interglaciaires, M. Hug commence par parler longuement d'un cours interglaciaire du Rhin signalé déjà par M. Meister. Cet ancien lit se retrouve assez facilement par la tranchée qu'il forme dans les roches en place (Malm et Molasse) et qui a été remplie par des alluvions dites du Rheinfall; on le suit depuis Renckthalen à l'E de Schaffhouse par Flurlingen jusqu'à Neuhausen; là il traverse le Rhin ac-

tuel en aval de la chute et passe un peu à l'E du fleuve jusqu'à Dachsen, puis il repasse sur la rive droite ; il recoupe le Rhin entre Rheinau et Marthalen pour suivre une direction presque rectiligne jusqu'à l'embouchure de la Thur, depuis laquelle il se continue vers l'WSW en passant au N de Rüdlingen et d'Eglisau. Depuis là il s'écarte peu du cours actuel du Rhin sans le suivre exactement ; il passe sur la rive gauche entre Herdern et Hohenthengen, puis de nouveau, après un court parcours sur la rive droite, dans les environs de Kaiserstuhl ; il coupe le coude du Rhin près de Lienheim, puis repasse sur la rive gauche entre Melliken et Reckingen.

Les alluvions qui remplissent cet ancien lit différent nettement par leur pauvreté en galets cristallins des Grisons des alluvions des Basses Terrasses, qui les recouvrent souvent, mais dont elles sont par places séparées par une couche de moraine. De plus elles montrent un degré de décomposition et de cimentation notablement plus avancé. Il faut donc admettre qu'elles appartiennent au système des Hautes Terrasses et datent par conséquent de la troisième période glaciaire, ce qui fait remonter le creusement du lit qu'elles comblient à la deuxième période interglaciaire. L'épaisseur de ces alluvions est partout considérable et leur base se trouve constamment au-dessous du niveau du Rhin ; ceci nous prouve d'abord que le lit du Rhin a été plus bas pendant la deuxième période interglaciaire qu'à aucune autre époque, ensuite que cette période a été marquée par une érosion très particulièrement importante, puisque entre la surface du Deckenschotter inférieur et le fond du lit interglaciaire du Rhin il y a une dénivellation de 210 m. environ.

La vallée de la Thur paraît du reste aussi avoir été creusée au-dessous de son niveau actuel avant la glaciation de Riss ; on y voit en effet un système très développé de moraine de fond, caractérisée par sa nature essentiellement sableuse, qui repose sur la surface érodée d'alluvions anciennes jusqu'à un niveau inférieur au lit de la Thur, et qui supporte en discordance des alluvions et des moraines de la dernière glaciation. Il paraît bien probable que les moraines inférieures datent de la période de Riss et que le creusement qui a précédé leur dépôt s'est fait pendant la deuxième période interglaciaire.

Le cours inférieur de la Töss, en aval de Pfungen, n'est en tous cas pas plus ancien que la dernière période interglaciaire. Quant à la vallée de la Glatt, on y voit, entre Glattfelden et Hochfelden, les moraines de la dernière glaciation

recouvrir des alluvions, dont la base se trouve au dessous du cours d'eau actuel et qui paraissent ne pouvoir être identifiées qu'avec les alluvions du Rheinfall.

L'ensemble de ces faits démontre clairement que, pendant la période interglaciaire Mindel-Riss, les vallées du Rhin, de la Thur et de la Glatt étaient déjà creusées jusqu'à un niveau plus bas que leur thalweg actuel, tandis que le tronçon inférieur de la vallée de la Töss n'existe pas encore.

A propos de la période interglaciaire Riss-Würm, M. Hug fait remarquer que, tandis que dans le tuff de Flurlingen datant de cette époque on trouve, à côté de restes de *Rhinoceros Merckii*, les débris d'une flore forestière correspondant aux climats humides actuels, le loess qui couvre la surface des Hautes Terrasses indique au contraire un climat sec de steppes ; il faut donc admettre pendant la durée de cette période une modification importante du climat, dont il est difficile de préciser le sens.

Les moraines externes de la dernière glaciation sont relativement peu marquées dans le territoire en question. L'auteur les a suivies depuis les flancs du Randen au NW de Thayngen par les environs du Schweizersbild, Hemmenthal, la bordure orientale du Klettgau, Lottstetten, la bordure orientale du Rafzerfeld, Rüdlingen, le flanc NE de l'Irchel, Rorbas, jusqu'à la vallée de la Glatt. Là elles deviennent beaucoup plus nettes et forment en particulier un grand arc frontal au N de Bülach ; plus à l'W elles dessinent un beau cirque en aval de Stadel, puis un autre en travers du Wehntal à l'W de Steinmaur. L'on trouve par places des restes de moraines plus externes encore, qui correspondent à un maximum de courte durée.

Les Basses Terrasses sont reliées à ce système de moraines par des cônes de transition à surface inclinée ; elles couvrent de grandes surfaces dans le Klettgau, où elles sont encaissées dans les alluvions beaucoup plus épaisses des Hautes Terrasses ; de là leur surface s'élève vers l'E par Osterfingen (408 m.) jusqu'à Jestetten (440 m.) tandis qu'elle s'abaisse vers le SW jusqu'à Griessen (393 m.) et Lauchringen. Au Rafzerfeld on les voit de même s'abaisser lentement de l'E à l'W, pour se continuer jusqu'à Kaiserstuhl (380 m.).

La profonde coupure qui s'étend de Pfungen sur la Töss à Eglisau a été évidemment formée par les eaux de fusion du bassin de la Töss pendant la dernière glaciation ; puis les eaux du glacier du Rhin, débordant au S par dessus les moraines, ont creusé rapidement le tronçon Buchberg -- em-

bouchure de la Töss et ont déterminé ainsi le cours actuel du fleuve.

Au S du Rhin les eaux de fusion du glacier de la Linth ont accumulé pendant la période de Würm des alluvions sur une grande étendue au N de Bülach dans les directions de Glattfelden et d'Eglisau, dans les vallées de Windlach et de Stadel-Weyach, puis dans la vallée de la Surb depuis Schöf-flisdorf jusqu'au débouché dans la vallée de l'Aar.

La moraine de fond de la dernière glaciation est particulièrement développée le long du Rhin, ainsi à Diesenhofen, vers la gare de Schlatt, à Flurlingen, à Neuhausen, aux environs d'Altenburg et de Rheinau.

Les roches erratiques qui sont mêlées dans cette région des moraines de Würm appartiennent à des types extraordinairement variés; dans le territoire occupé par le glacier du Rhin on trouve côte-à-côte les diverses roches cristallines des Grisons, les variétés nombreuses des schistes lustrés, le Verrucano sous ses multiples formes, les formations jurassiques-crétaciques des Hautes Alpes calcaires, puis la Seelaffe de la molasse des environs de Bregenz et les roches éruptives du Hegau. Dans la partie occupée par le glacier de la Linth-Rhin, les calcaires des Hautes Alpes calcaires, le Verrucano, le granite de Puntaiglas constituent les éléments les plus caractéristiques.

Pendant le retrait de la dernière glaciation, plusieurs stades d'arrêt peuvent être distingués. Le premier d'entre eux correspond à des moraines frontales du glacier du Rhin situées sur la ligne Herblingen-Altenburg, à partir de laquelle les eaux de fusion s'écoulaient vers l'W d'une part par le Klaf-fenthal et le Wangenthal, de l'autre par le Rafzerfeld et probablement aussi par la vallée du Rhin actuel. Puis le glacier a abandonné complètement la vallée de la Fulach jusqu'à Thayngen et ses eaux de fusion ont déposé des alluvions dans cette vallée à 460 m. près de Thayngen et 445 m. au S de Herblingen, puis à Schaffhouse (Munoth-Terrasse) et jusqu'à Altenburg (416 m.) et Lottstetten (413 m.); ces eaux ne traversaient plus alors ni le Wangenthal ni le Rafzerfeld. Mais ces 2 stades de retrait ont été séparés par une poussée en avant des glaciers marquée par des lambeaux de formations fluvioglaciaires et qui correspond à la «Laufenschwan-kung» de Penck et Brückner.

Lors d'un nouveau stade de retrait, les moraines frontales du glacier du Rhin se déposaient à l'E de Welchingen, près de Gottmalingen et près de Langwiesen et devant elles

se formaient les alluvions des thalwegs du Biberthal supérieur et du Fulachthal et celles de la terrasse de Feuerthalen. Puis nous trouvons le front du glacier sur la ligne Diesenhofen-Schlattingen et devant lui se constituent les alluvions de la terrasse de Scharenwald-Büsingen qui paraît se continuer vers l'aval dans la terrasse de Neu-Rheinau. D'après le niveau de cette terrasse et de la précédente, on doit admettre que c'est entre les dépôts des 2 nappes d'alluvions correspondantes que la chute du Rhin a dû commencer à se dessiner.

Après avoir déposé encore une série de moraines frontales sur la ligne qui s'étend du S au N de l'embouchure de la Biber au Hohentwyl, le glacier du Rhin s'est arrêté longtemps un peu plus à l'W et a laissé le beau système des moraines internes de Würm, qui existent aux environs d'Arlen, puis entre Reichlingen et Stein et entre Stammhein et Nussbaumen.

A propos de la vallée de la Thur, M. Hug commence par décrire les drumlins qui se développent autour d'Andelfingen, soit vers le S dans la région de Henggart-Hettlingen, soit vers l'W dans les environs de Marthalen, soit vers le N au Langenbuck et vers Trüllikon. Ces drumlins sont partout orientés exactement suivant la direction des digitations correspondantes du glacier, qui s'avançaient les unes vers la Töss, les autres vers le Rhin. Les collines drumliniques des environs de Trüllikon sont formées de graviers irrégulièrement stratifiés et par leur structure semblent plutôt appartenir à la catégorie des ösars. Dans leur ensemble, ces drumlins représentent un système de moraines frontales de retrait, qui ont été momentanément recouvertes par une crue du glacier. Plus à l'E se développent d'une façon très nette les moraines internes de Würm autour d'Ossingen, puis à l'E d'Andelfingen et de là suivant la ligne Eschlikon-Welzikon-Wiesendangen ; elles passent vers l'aval aux alluvions de la vallée inférieure de la Thur et de la plaine de Flaach. Vers l'E elles se continuent par places dans un paysage drumlinique, qui est surtout bien développé à l'W de Frauenfeld aux environs d'Islikon ; elles enveloppent dans cette même direction un bassin frontal typique avec lac de barrage et hydrographie centripète.

Dans la vallée inférieure de la Töss, M. Hug a reconnu l'existence d'un système d'alluvions qui, depuis Teufen (426 m.) s'élève graduellement d'un côté jusqu'à Dättlikon où il se soude à une moraine frontale du glacier du Rhin, d'un autre côté jusqu'en amont de Lufingen et d'Ober

Embrach, où il se raccorde à des moraines du glacier de la Linth. Ces terrasses datent certainement de la période de retrait de la glaciation de Würm. Un niveau inférieur d'alluvions se suit depuis Rorbas (400 m.) par Pfungen (416 m.) d'une part jusqu'à Neftenbach et Hettlingen, où il se termine dans le paysage drumlinique précité, d'autre part par Wülfingen jusqu'à Winterthur, où ses dépôts prennent un caractère nettement fluvio-glaciaire, pour se raccorder finalement à Wiesendangen avec les moraines internes; il se continue même dans l'Elggerthal jusqu'à la belle moraine frontale de Adorf-Awangen, et dans la vallée de Seen jusqu'aux moraines d'Eidberg. C'est à ce même système d'alluvions qu'appartiennent la terrasse de Töss et le thalweg du Kempthal jusqu'aux moraines qui barrent le lac de Pfäffikon, ainsi que le thalweg de la vallée de la Töss jusqu'aux moraines de Gischwyl et celui de la vallée sèche Turbenthal-Dussnang.

Ainsi la région de Winterthur a été le point de convergence de nombreux émissaires de glaciers, qui ont disparu successivement avec le retrait des glaces qui les alimentaient.

Dans la vallée de la Glatt, les moraines externes de Würm délimitent un beau bassin frontal, à l'intérieur duquel apparaissent des cirques concentriques de moraines de retrait: 1^o suivant la ligne Brütten, Winkel, Höri; 2^o suivant la ligne Balterswyl, Dietlikon, Seebach.

Passant à l'étude des formations postglaciaires, M. Hug décrit d'abord un intéressant gisement de Lœss qui recouvre au Mühleberg près d'Andelfingen la moraine de fond de la dernière glaciation. Il fournit quelques renseignements concernant l'influence des dépôts formés par les affluents latéraux sur la nature du thalweg: des barrages se forment de cette façon et favorisent, ou bien l'accumulation des eaux en des lacs ou des marais, ou bien des détournements de cours d'eau. Puis l'auteur parle de la disparition progressive de lacs morainiques soit par sédimentation détritique, soit surtout par l'envahissement du bassin par la végétation littorale; cette disparition des lacs depuis l'époque historique est clairement mise en lumière par une carte du canton de Zurich datant du dix-septième siècle. Enfin, après quelques mots sur les tuffs post-glaciaires, il aborde la question de l'évolution du cours du Rhin et de ses principaux affluents.

Le cours du Rhin en aval de Schaffhouse devait être approximativement fixé suivant sa direction actuelle dès le retrait des glaciers; pourtant les grands serpentins que forme le fleuve dans la région de Rheinau se sont considérablement

accentués depuis lors. En outre, vers l'aval, entre Balm et l'embouchure de la Thur, le Rhin s'est déplacé latéralement dans une zone large de 4 à 5 km. tout en abaissant son lit et a créé ainsi un système de 8 terrasses superposées. L'embouchure de la Thur et le fort courant d'eau qui y arrive tendent à rejeter le Rhin contre sa rive droite et à créer ainsi un coude toujours plus convexe en amont de Rüdlingen. Enfin, après le tronçon épigénétique Rüdlingen-Eglisau, la vallée s'élargit de nouveau et sur ses 2 versants s'étagent 4 terrasses bien distinctes.

Le profil longitudinal du Rhin se divise en une série de tronçons à faible pente creusés dans les alluvions et séparés les uns des autres par des seuils de roche en place, qui sont marqués chacun par des rapides. Ces seuils se trouvent d'abord à la chute du Rhin, puis en aval de Rheinau, entre Rüdlingen et Eglisau, vers l'embouchure de la Glatt, etc... ; celui de la chute du Rhin a donné naissance à une rupture de pente particulièrement forte à cause de la résistance très grande qu'opposent à l'érosion les calcaires supra-jurassiques, tandis que la molasse qui constitue les seuils situés vers l'aval est relativement tendre. Il vaut la peine de remarquer à propos de cette chute fameuse qu'elle ne doit avoir reculé que de 20 à 30 m. depuis le retrait des glaciers de Würm ; ce déplacement extraordinairement faible est évidemment la conséquence, d'une part de la résistance opposée par le seuil, d'autre part et surtout du fait que les eaux du Rhin arrivent à Schaffhouse très pures de matières en suspension. L'origine des différents affleurements de roches en place dans le lit du Rhin doit s'expliquer par des déplacements du cours du fleuve à la suite de la dernière glaciation, chaque seuil correspondant clairement à un tronçon épigénétique.

Dans le tronçon de la vallée de la Thur compris entre les moraines internes et le Rhin, la rivière s'est déplacée latéralement et s'est creusée en particulier un lit épigénétique dans la molasse près d'Alten. La Glatt a du abaisser son lit de 35 m. depuis le dépôt de la Basse Terrasse pour le mettre au niveau de celui du Rhin et a créé aussi un tronçon épigénétique en aval de Glattfelden.

Faisant en terminant l'historique des temps pléistocènes dans le NE de la Suisse, M. Hug fixe la limite des glaciers de la première glaciation à proximité de l'Irchel et du Stadlerberg, et admet pendant la première période interglaciaire la formation de 3 grandes vallées, dont les thalwegs devaient se trouver à 100 — 120 m. au-dessus du Rhin actuel, l'une

sur l'emplacement de la vallée de la Glatt, la seconde entre l'Irchel et le Schienerberg, la troisième entre ce dernier et le Randen. La seconde période interglaciaire a été marquée par la phase d'érosion principale, pendant laquelle les lits du Rhin et de ses affluents sont descendus plus bas que les lits actuels ; le Rhin s'écoulait alors par Flurlingen-Neuhausen, Ellikon et le Rafzerfeld, le Randen était drainé par la Durach qui débouchait en amont de Schaffhouse, le tronçon inférieur de la vallée de la Töss n'existe pas encore.

Ensuite est venue la troisième glaciation, pendant laquelle la vallée du Rhin a été couverte de glace jusqu'à Rheinfelden et qui a été marquée par le dépôt de la masse énorme des alluvions des Hautes Terrasses. C'est dans l'épaisseur de ces formations que se sont creusées, pendant la troisième période interglaciaire, les vallées des Basses Terrasses ; puis est venue la dernière glaciation, dont les limites et les phases de retrait successives ont été fixées ci-dessus. Pendant la décrue de cette dernière période, les eaux de fusion des glaciers de la Linth et du Rhin ont jeté devant les moraines frontales d'abondantes masses d'alluvions, qui forment les thalwegs de bon nombre de vallées actuelles et plusieurs niveaux de terrasses. Cette décrue a été interrompue par un retour offensif des glaciers, qui est indiqué par la superposition de moraines sur la Basse Terrasse aux environs de Schaffhouse et par la formation des drumlins de la région d'Andelfingen. Elle a été marquée aussi par un stade d'arrêt sur la ligne des moraines internes de Arlen, Stein, Stammheim, Ossingen, Wiesendangen, Seen, à l'intérieur de laquelle existent encore de belles cuvettes et tout un système de lacs de barrage. Puis, les glaciers s'étant retirés plus au S encore, bon nombre de vallées ont perdu la plus grande partie des eaux qui les alimentaient et les cours d'eau actuels se sont établis progressivement suivant leur cours et à leur niveau actuel.

JURA

M. l'abbé BOURGEAT (102) a consacré une courte notice à la **tectonique générale du Jura**. Après avoir rappelé que cette chaîne se divise en 3 faisceaux de plis, celui qui borde entre Lagnieu et Salins la plaine bressanne, celui qui limite le plateau suisse et celui qui s'étend de Salins au canton de Bâle, l'auteur montre que l'idée de chercher la cause de la formation de ces faisceaux dans un affaissement des pays de plaines qu'ils bordent respectivement, idée proposée par M. L.

Rollier, ne repose sur aucun fait absolument probant et est, en tous cas pour le faisceau oriental, en contradiction avec le fait que le plateau molassique s'est certainement soulevé et non affaissé après l'Helvétien.

M. Bourgeat admet avec M. Brückner que la partie occidentale du Jura s'est plissée à une époque plus ancienne que le faisceau des chaînes internes. Ensuite, se basant essentiellement sur la répartition des dépôts morainiques, il cherche à prouver que toute la partie SW du Jura a subi, après la dernière glaciation, un affaissement, qui peut être évalué à 400 mètres. Ce mouvement de descente serait le même que celui supposé par M. Schardt comme cause déterminante de la formation des lacs de Neuchâtel, Bièvre et Morat et se rattachera à un mouvement correspondant ayant affecté les régions voisines des Alpes.

Dans un dernier chapitre l'auteur traite des phénomènes éruptifs supposés ou reconnus dans le Jura ; il expose d'une part comment les minéraux sidérolithiques, auxquels on a souvent attribué une origine éruptive ou thermale, sont en somme des dépôts de terra rossa ; il cite d'autre part 3 filons qu'il envisage comme des signes d'une activité éruptive, un filon de zinc et fer constaté à la Combe des Prés au N de Saint-Claude, un filon de fer qui existe aux Brulats tout près du Reculet, un filon d'asphalte qui a été exploité dans la Combe de Lelex.

M. H. SCHARDT continue à signaler de nouveaux détails intéressants de la géologie du **Jura neuchâtelois** (110) ; à propos de la configuration du cirque de Saint-Sulpice, il a montré la part importante qu'a prise au creusement de cette profonde coupure, l'érosion effectuée par un glacier local, dont les moraines subsistent aujourd'hui. Il confirme d'autre part le fait, constaté déjà par Jaccard, que les marnes de Furcile n'affleurent pas dans ce cirque, dont le fond est dans les marnes argoviennes ; celles-ci sont coupées par une faille, qui a pu faire croire à 2 niveaux marneux distincts et superposés.

M. B. AEBERHARDT (101) a fait une étude des environs de Bièvre et des **gorges de la Suze**. Dans la partie stratigraphique de son travail il décrit sommairement les moraines latérales de Würm des environs de Macolin, les Basses Terrasses de Sutz-Lattringen, les argiles glaciaires de Riss du Chasseral d'Orvin, les Hautes Terrasses du Büttenberg, du Jensberg et du Bucheggberg ; puis il passe au profil à travers la Molasse qui affleure entre Brügg et Mett.

Ce profil comprend de haut en bas :

1^o Les couches tortoniennes de la Molasse d'eau douce supérieure, épaisses de 150 m. et formées de grès tendres, gris, verdâtres ou jaunâtres avec des zones marneuses.

2^o Le grès coquillier formé de grès durs, grossiers, en plaquettes, contenant surtout des dents de poissons, mais pauvre en débris de coquilles (9 m.).

3^o Molasse grise, plus ou moins fine (62 m.).

4^o Molasse grossière avec bancs de poudingue polygénique (1.5 m.).

5^o L'Aquitaniens, sous sa forme habituelle de sables et de marnes multicolores épais de plus de 1000 m.

M. Aeberhardt donne également une coupe prise dans la carrière de Vigneules ouverte dans le Crétacique inférieur. La succession des couches en cet endroit offre ceci d'intéressant que le Valangien inférieur y comprend au-dessous du marbre bâtarde des calcaires crayeux blancs tachetés de rose et des marnes bigarrées absolument semblables aux couches du plateau de Ried que Gilliéron avait prises pour du Cénomanien en se basant sur la découverte d'un *Hol. subglobosus*. Il semble donc que le Cénomanien n'existe pas sur la rive gauche du lac de Bienne.

Quant au Jurassique supérieur, qui affleure dans les environs des gorges de la Suze, M. Aeberhardt y distingue un grand nombre de niveaux lithologiques. Le tableau stratigraphique qu'il en donne peut se résumer comme suit :

1^o **Callovien** formé de calcaires plaquetés, gréseux et spatiques (10 m.).

2^o **Oxfordien** représenté seulement par 0.7 m. de calcaire marneux et de marnes onctueuses.

3^o **Argovien** composé d'assises alternativement marneuses et calcaires et contenant une faune assez riche, dont les Pholidomyes et les Perisphinctes sont les éléments les plus fréquents (160-180 m.).

4^o **Séquanien** qui comprend des calcaires blanchâtres en partie subcompacts en partie oolitiques, épais d'environ 100 mètres.

5^o **Kimmeridgien** formé de calcaires gris en bancs généralement épais (140 m.).

6^o **Portlandien** représenté par des calcaires en bancs minces, jaunâtres vers le bas, blancs vers le haut, qui contiennent dans leur partie supérieure un gros banc de dolomie. A la base de ces couches on trouve en abondance *Exog. virgula*;

vers le haut ce sont les Nérinées qui sont les fossiles les plus fréquents.

Cet aperçu stratigraphique est complété par 2 listes de fossiles concernant l'une le Valangien inférieur de Vigneules, l'autre l'Argovien des gorges de Reuchenette et de la chaîne du Chasseral.

Après avoir signalé 2 petites failles longitudinales qui jalonnent la région culminante de la chaîne du lac au NE des gorges, M. Aeberhardt examine en détail la question de l'évolution du cours de la Suze. Il remarque d'abord qu'en amont du pont de chemin de fer de Boujean la gorge s'élargit notablement et passe à un tronçon situé à l'altitude de 500 m., qui montre une pente moyenne de 2.5 % et qui, correspondant comme niveau à la Basse Terrasse, doit s'être formé pendant le dépôt de celle-ci. La partie aval de la vallée, caractérisée par sa section extrêmement étroite, a été creusée ensuite, c'est-à-dire pendant les temps postglaciaires.

Le tronçon élargi qui commence en amont de Boujean, se continue vers l'amont sans rupture de pente jusqu'à la chute de Rondchatel; ses parois verticales aboutissent vers le haut au fond d'une ancienne vallée largement ouverte, aux flancs obliques, qui vers l'amont, entre Rondchatel et Reuchenette, est restée intacte et qui d'après son niveau (590-560 m.) devait autrefois se prolonger dans la plaine de la Haute Terrasse. On doit donc admettre que le tronçon de la gorge Rondchatel-Boujean a été creusé entre le dépôt de la Haute Terrasse et celui de la Basse Terrasse.

Le Val de Pery et le Val Saint-Imier sont les prolongements du thalweg supérieur, auquel correspond d'autre part la terrasse qui descend de l'église d'Orvin à Frinvillier; et il paraît évidemment que tout ce système de vallées était déjà établi à peu près dans sa forme actuelle avant la fin du dépôt des Hautes Terrasses.

Passant ensuite à des considérations d'ordres chronologiques, M. Aeberhardt suppose une durée de 28 000 ans depuis le retrait du glacier du Rhône de la région de Bienne, et arrive à évaluer le travail d'érosion opéré par la Suze dans la partie inférieure de ses gorges, partie seule approfondie depuis lors, à l'enlèvement de 1.4 m³ par an. En partant de cette base, il évalue à 225 000 ans le temps nécessaire au creusement des gorges entre Rondchatel et Boujean du niveau des Hautes Terrasses à celui des Basses Terrasses, et calcule la durée totale des temps pléistocènes à 928 000 ans.

Toute son argumentation repose du reste sur l'idée que les périodes glaciaires ont toujours été beaucoup plus courtes que les périodes interglaciaires, pendant lesquelles se sont opérés les alluvionnements successifs des 2 Deckenschotter, des Hautes et des Basses Terrasses.

Quant à l'origine même de la vallée de la Suze l'auteur la rattache à un ensellement transversal qui affecte aussi bien la chaîne du Chasseral que celle du lac, et il adopte l'idée de l'antécédence de cette vallée, qui se serait ébauchée dès les premières phases du plissement du Jura.

M. A. BUXTORF (103) a profité du percement récent du **Weissenstein** pour refaire une étude détaillée de cette partie de la première chaîne du Jura.

Les données stratigraphiques qu'il a récoltées soit à l'extérieur soit dans le tunnel s'étendent en profondeur jusqu'au Keuper ; elles peuvent être résumées comme suit :

Trias. — Le Trias n'existe au Weissenstein qu'en profondeur, où il a été traversé par le tunnel ; les couches atteintes par les travaux appartiennent exclusivement au Keuper moyen et supérieur.

Le Keuper moyen comprend de bas en haut :

1^o Marnes bigarrées, surtout rouges, un peu salifères, avec des intercalations d'anhydrite (34 m.).

2^o Banc dolomitique divisé par des lits schisteux (6.5 m.).

3^o Marnes bigarrées avec quelques bancs dolomitiques peu épais (20 m.).

Le Keuper supérieur ou Rhétien se compose de marnes grises ou rouges, alternant avec des bancs minces de grès blanchâtres ; de ces bancs 2 contiennent des débris d'ossements (*Sargodon tomicus*, *Gyrolepis*, *Hybodus*) et quelques Lamellibranches, entre autres *Avic. contorta*. Ces couches sont épaisses de 2 m. environ.

L'auteur signale comme point de comparaison un gisement de Rhétien qu'il a relevé dans la même chaîne au Günsberg et où un bonebed marneux très décomposé, épais d'1 m. environ, lui a fourni quelques fossiles de Lamellibranches parmi lesquels prédominent les Cardinies. Il montre que le Rhétien, qui manque complètement dans le Jura argovien, n'a certainement pas une extention générale dans le Jura bâlois et soleurois, mais qu'il se trouve dans 3 districts, l'un entre Bâle, Mönchenstein, Liestal et Adelhausen, le second dans les chaînes jurassiennes septentrionales entre Bretzwil et Läufelfin-

gen, le troisième dans la chaîne traversée par le tunnel de Glovelier.

Le **Lias** commence par un lit de marnes noires, épais de 10 cm. seulement qui paraît représenter les *Insektenmergel*, puis viennent des calcaires gréseux avec de nombreuses coquilles de *Cardinia*, épais de 3 m. (Hettangien). Le Sinémurien est formé en grande partie par des calcaires gréseux et spathiques à *Gryphaea arcuata* (20 m.) et se termine vers le haut par un banc de grès calcaire à gros grains de quartz (3 m.). Au niveau du Lias moyen se développent d'abord des calcaires associés à des marnes, qui contiennent en abondance *Gryphaea obliqua*, puis des calcaires glauconieux très riches en *Belem. paxillodus*, dans lesquels on récolte d'autre part *Am. margaritatus* et *Aeg. capricornu*. L'épaisseur totale de l'étage est de 10 à 12 m. Le Lias supérieur n'a qu'une puissance totale de 2 m. ; à sa base se trouve un mince banc de calcaire bitumineux à écailles de poissons surmonté d'une couche de 10 cm. seulement de schistes feuilletés sans fossiles ; puis il comprend surtout 1.50 m. de calcaires marneux et de marnes, dans lesquels on trouve à côté de nombreuses *Belemnites Harp. aalense. Gram. af. thouarsense*, etc...

Le **Dogger** apparaît à la surface dans toute la région axiale de la chaîne. Il comprend de bas en haut :

1^o Marnes grises, micacées, se terminant vers le haut par une zone à chailles, qui ne contiennent pas de fossiles, mais correspondent au niveau à *Loc. opalinum* (110 m.).

2^o Banc épais de 0.5 à 1.5 m. de calcaire spathique, ocreux, qui contient *Ludw. Murchisonæ acutus* Qu. *Ludw. Murchisonæ falcatus* Qu. *Pecten pumilus* Lam., *Pect. disciformis* Schübler.

3^o Calcaire oolithique ferrugineux, marneux vers le haut, épais d'1.5 m., qui renferme *Ludw. Murchisonæ* Sow., *Ludw. cornu* Buckm., des *Pecten*, *Gryphaea sublobata* Desh., etc... D'après l'auteur, cette couche, malgré son peu d'épaisseur comprendrait la zone à *Son. Sowerbyi*.

4^o Couches marno-calcaires, grises, riches en mica, qui se terminent vers le haut par des bancs de calcaires ferrugineux, oolithiques ou spathiques ; l'épaisseur totale est de 45 à 50 m. Les couches ferrugineuses du haut, qui n'ont fourni au Weissenstein que des fossiles peu caractéristiques, correspondent exactement aux couches à *Sphaer. Sauzei*, *Son. alsatica*, *Son. furticarinata* du Jura bâlois.

5^o Calcaire oolithique marneux et riche en limonite qui

contient *Steph. linguiferum*, *St. Humphriesi*, *Bel. giganteus* (3 m. au maximum).

6^o Calcaires marneux et sableux, très homogènes, épais de 45 à 50 m., pauvres en fossiles (*Avicula Münsteri*, *Ter. cf. perovalis*), qui correspondent aux couches à *Steph. Blagdeni*.

7^o Hauptrrogenstein inférieur ou oolithe subcompacte de Thurmann (60-68 m.).

8^o Marnes à *Homomya gibbosa* et *Ostrea acuminata* (6-10 mètres).

9^o Hauptrrogenstein supérieur ou grande oolithe de Thurmann (35-36 m.)

10^o Calcaires ocreux, sableux et spathiques, associés à des lits de marnes (calc. roux sableux de Thurmann), épais de 10 m. qui contiennent vers la base *Rhynch. spinosa*, dans leur partie supérieure *Macro. macrocephalus*, *Macr. typicus* Blake, *Rhynch. cf. varians*, etc... Epaisseur environ 10 m.

11^o Argiles sableuses à concrétions calcaires épaisses de 20 m. à *Perisph. cf. balinensis* Neum.

12^o Banc de 1 à 1.5 m. de calcaire échinodermique (dalle nacrée) à *Macro. typicus*, *Reineckeia Greppini* Opp., *Perisph. alligatus* Leckenby, *Kepplerites calloviensis* Sow.

13^o Oolithe ferrugineuse (0.5) très riche en fossiles, qui contient entre autres :

<i>Hecticoceras pseudopunctatum</i> Lah.	<i>Perisphinctes convolutus</i> Qu.
» <i>cf. punctatum</i> Stahl	» <i>hereticus</i> Mayer
» <i>nodosum</i> Bonar.	» <i>sulciferus</i> Op.
» <i>cf. lunula</i> Rein.	» <i>cf. subtilis</i> Neum.
<i>Distichoceras bipartitum</i> Ziet.	<i>Peltoceras athleta</i> Phil.
» <i>bicostatum</i> Stahl	» <i>caprinum</i> Qu.
<i>Haploceras voulteense</i> Oppel	<i>Cosmoceras ornatum</i> Qu.
<i>Cardioceras flexicostatum</i> Phil.	» <i>cf. Jason</i> Rein.
» <i>vertumnus</i> Leckenby	

Le **Malm** est divisé par l'auteur de la façon suivante :

1^o Les marnes oxfordiennes à *Crenic. Renggeri* (4 à 6 m.).

2^o Les couches de Birmensdorf, épaisses de 5 à 20 m. et formées de calcaires en bancs, gris-clair, riches en pyrite.

3^o Les couches d'Effingen qui comprennent des marnes et des marno-calcaires épais de 100 à 150 m.

4^o Les couches du Geissberg qui commencent vers le bas dans la partie N de la chaîne par un banc coralligène.

5^o Les couches marneuses et calcaires à *Hem. crenularis* (15 à 16 m.).

6^o Les calcaires oolithiques du Séquanien moyen (60 à 120 m.).

7^o Les calcaires crayeux de Sainte-Vérène (12 à 14 m.).

8^o Les calcaires clairs, compacts, partiellement oolithiques ou spathiques du Kimmeridgien (130 à 190 m.).

9^o Les calcaires à grain fin, plaquetés et alternant avec des lits marneux du Portlandien. A la base, ces couches contiennent *O. virgula*. Elles n'existent que sur le versant S. du Weissenstein, où se trouve leur affleurement le plus oriental connu dans le Jura.

A propos du **Tertiaire** M. Buxtorf décrit d'abord quelques gisements de bolus sidérolithiques et signale le calcaire d'eau douce à *Hydrobia*, qui sépare ces dépôts de la molasse et qui paraît se placer à la limite de l'Eocène et de l'Oligocène, puis il passe aux grès tendres de la Molasse alsacienne, qui remplissent le fond du synclinal de Gängsbrunnen, avec des dépôts plus jeunes de l'Oligocène. Ces derniers semblent se diviser en un niveau inférieur de grès gris à fossiles d'eau douce, un niveau moyen de marnes bigarrées et un niveau supérieur de grès grisâtres ; ils représentent le Délémontien et la molasse lausannienne.

Quant aux **formations pleistocènes**, l'auteur distingue d'abord des dépôts morainiques provenant des 2 dernières glaciations ; parmi les dépôts de Riss il cite une moraine située à 1050-1060 m., au-dessous de l'hôtel du Weissenstein, puis de la moraine de fond qui tapisse les prairies du Montpelon à l'W de Gängsbrunnen, et enfin quelques blocs erratiques de gneiss d'Arolla, de protogine du Mont Blanc qui permettent de reconnaître qu'à l'exception de la crête la plus élevée toute la chaîne du Weissenstein était enfouie sous la glace, dont le niveau atteignait 1150 m.

Les moraines de Würm comprennent surtout un talus latéral, qui se suit sur le flanc S de la chaîne au niveau de 770-730 m.

Dans la vallée de Gängsbrunnen l'auteur a établi l'existence 1^o d'alluvions fluvio-glaciaires appartenant probablement à la phase de retrait de la glaciation de Riss, 2^o de dépôts torrentiels postglaciaires. A ces formations postglaciaires il faut ajouter les éboulis et les éboulements de Kimmeridgien et les glissements de couches, qui se sont produits surtout dans les argiles toarcianes et les couches d'Effingen.

Au point de vue **tectonique** le premier fait important mis en lumière par les études de détail de M. Buxtorf, consiste

en ceci que non seulement la chaîne du Weissenstein est constituée par un anticlinal double, comme l'ont reconnu déjà MM. L. Rollier et C. Schmidt, mais encore qu'elle est le siège d'un relaiement typique entre un anticlinal qui forme à l'E la Röthifluh et s'amortit progressivement vers l'W, et un anticlinal qui se développe vers l'W à la Stahlfluh tandis qu'il disparaît rapidement vers l'E; dans la région médiane, au S de Gänsbrunnen, l'anticlinal de la Röthifluh passe au S de celui de la Stahlfluh, dont il est séparé par un synclinal aigu.

En relation avec ce relaiement, on peut observer une déviation locale de la chaîne, qui prend momentanément une direction WNW-ESE, déviation dont l'apparence est encore accentuée par le fait que, l'anticlinal de la Röthifluh qui prédomine seul vers l'E étant déjeté au S, c'est le jambage N de Malm qui remonte ici le plus près de l'axe, tandis que vers l'W, dans le pli déjeté au N de la Stahlfluh, c'est le flanc S qui est couvert sur presque toute sa hauteur par le Malm.

C'est dans la région des 2 profonds ravins qui descendant de la crête vers Gänsbrunnen qu'apparaît le plus nettement le synclinal intercalé entre les 2 plis du Weissenstein, sous forme d'un coin aigu de Hauptrogenstein enfoncé entre 2 voûtes de Bajocien et Toarcien. Localement, au Grosskessel la pointe de ce synclinal est disloquée d'une façon fort compliquée.

Dans le flanc S de la chaîne M. Buxtorf a relevé le fait que les calcaires portlandiens, beaucoup plus puissants que l'épaisseur normale, contiennent, au pied de la Geissfluh, 2 intercalations de bolus sidérolitiques énergiquement disloqués et laminés, et il admet comme évident qu'il y a ici un véritable écaillement du Portlandien, qui se produit exactement là, où le jambage S de l'anticlinal de la Röthifluh tend à se redresser verticalement.

Quant au versant N de la chaîne, il subit une modification complète de l'W à l'E. Vers l'W, là où l'anticlinal de la Stahlfluh est bien développé, les couches sont verticales sur ce versant ou même renversées de façon à plonger au S, mais, à mesure que le pli de la Stahlfluh s'amortit dans le jambage N du pli de la Röthifluh, on voit un plongement faible du Malm au N s'établir sur une largeur toujours plus grande de ces pentes, en sorte que ce n'est finalement plus qu'au fond de la vallée de Gänsbrunnen, qu'ont peut voir

l'inclinaison du Jurassique supérieur se rapprocher brusquement de la verticale.

Le synclinal de Gänsbrunnen est certainement un synclinal profond, beaucoup plus qu'on ne l'a admis jusqu'ici, et ses couches molassiques montrent d'une façon générale un plongement isoclinal au S.

Quant à la chaîne du Graity, M. Buxtorf n'en décrit que le jambage méridional dans un petit territoire situé à l'W de Gänsbrunnen, où il a constaté une faille longitudinale, ou plutôt 2 petites failles parallèles et très rapprochées, qui ont déterminé un affaissement relatif de leur lèvre S. Cette dislocation qui passe au Montpelon, est peu importante d'abord, mais elle tend à s'accentuer vers l'W.

La chaîne interne du Jura subit, à l'E du Weissenstein, une modification importante de sa forme tectonique: à la Röthifluh le pli est déjà nettement resserré à sa base par le plongement vers son axe des 2 synclinaux qui l'encadrent; aux Balmberge cette disposition en éventail régulier subsiste, mais à partir de là intervient dans le jambage S une dislocation, qui fait chevaucher dans des proportions toujours plus importantes les formations jurassiques de ce jambage sur la molasse. C'est au-dessus de Günsberg que ce chevauchement atteint son plus grand développement, mettant presque directement en contact le Keuper et le Muschelkalk du cœur du pli et la molasse. Cette complication ne tarde pas du reste à s'atténuer beaucoup vers l'E et M. Buxtorf la met en relation avec l'existence devant cette partie de la chaîne du brachyanticlinal du Brandberg, qui s'élève au milieu du synclinal de Gänsbrunnen.

A propos de la tectonique générale du Jura, M. Buxtorf remarque que les anticlinaux de ces chaînes ne contiennent jamais de formations plus anciennes que le Trias moyen, et il admet que les argiles et les anhydrites qui appartiennent à ce niveau ont formé à la base des sédiments jurassiens plissés comme une pâte plastique, tandis que les roches sous-jacentes du Trias inférieur, du Permien des schistes cristallins n'ont jamais pénétré dans les cœurs d'anticlinaux. La région qui prolonge le fossé de la vallée du Rhin au S à travers le Jura représente manifestement un ensellement transversal qui devait être déjà dessiné pendant la période éogène. On doit supposer en outre que le socle cristallin du Jura septentrional est traversé de l'W à l'E par une flexure ou une cassure ayant déterminé un affaissement de la partie N, qui suit la ligne de la racine du pli chevauchant du Mont

Terrible-Lägern, et qui a été la cause du recouvrement du Jura tabulaire par les chaînes jurassiennes.

Le travail de M. Buxtorf se termine par une comparaison des divers profils géologiques faits à travers la chaîne du Weissenstein avant et pendant le forage du tunnel. Cet examen critique fait ressortir clairement les erreurs qui ont été commises dans les expertises, leurs causes et les moyens par lesquels on aurait pu les éviter.

La 51^e livraison des Mat. pour la carte géologique de la Suisse contient, après l'étude stratigraphique et tectonique de M. Buxtorf, le relevé des observations faites par M. E. KÜNZLI (107) sur la répartition des températures et sur les venues d'eau dans le tunnel du Weissenstein.

La plus haute température a été constatée dans le tunnel à peu près sous le point culminant du profil, un peu au N du cœur de l'anticlinal méridional; elle atteint 13° ce qui donne un degré géothermique de 70 m. De cette ligne la température s'abaisse soit au N soit au S et la valeur du degré géothermique sous le Hinter Weissenstein a été évaluée à 130-140 m..

Suivant la règle la température est au-dessous de la normale dans les traversées des couches aquifères et fortement inclinées; elle paraît du reste indépendante de la nature pétrographique et chimique des roches.

Quant aux venues d'eau, elles possèdent toutes le caractère d'une très grande variabilité dans le débit et la plupart d'entre elles sont intermittentes, ne se produisant qu'au moment des chutes de pluie ou de la fonte des neiges; c'est ainsi que le débit total des eaux qui s'écoulent vers le portail S oscille entre 60 et 400 litres-seconde.

La plupart des sources ont jailli au début dans le tunnel avec une forte pression qui a diminué assez rapidement; les eaux sont généralement troubles au moment des crues, ce qui montre clairement l'imperfection de la filtration.

Quant aux couches aquifères, ce sont avant tout les calcaires du Dogger d'une part, ceux du Séquanien et du Kimmeridgien de l'autre.

La composition chimique des eaux varie avec celle des couches aquifères; c'est ainsi que les sources du Séquanien-Kimmeridgien et du Hauptrogenstein sont pauvres en éléments dissous, celles du Dogger moyen contiennent beaucoup de CaO et de MgO, celles du Keuper sont riches en sulfates et en chlorures et celles du Lias montrent une composition sem-

blable quoique diluée qui provient évidemment d'infiltrations venant du Trias.

Enfin des analyses bactériologiques faites par le Dr A. PFÄEHLER ont montré que les eaux du tunnel dans leur ensemble contiennent une quantité trop forte de bactéries pour pouvoir être recommandées comme eaux potables. La filtration ne s'opère que dans la couche d'humus superficielle, là où elle existe ; elle est donc très imparfaite.

Toujours dans le même volume des matériaux pour la carte, nous trouvons une carte géologique de la chaîne du Weissenstein au 1 : 25 000 élaborée par M. L. ROLLIER (109) et une planche de profils, dont l'un suit la ligne du tunnel, dont le second traverse plus au N la chaîne des Raimeux et se continue jusqu'à Courrendlin, tandis que 3 autres coupent la chaîne du Chasseral.

M. A. BUXTORF est revenu dans une seconde publication (104) sur la tectonique de la chaîne du Weissenstein, faisant ressortir en première ligne le profil si curieux qu'on observe au Günsberg, entre la Röthifluh et le Balmberg. Ici en effet l'anticlinal du Weissenstein est écrasé à la base et prend la forme d'un éventail, dont le jambage S, très fortement réduit par laminage, devient même chevauchant.

L'auteur traite ensuite de la tectonique générale du Jura septentrional ; il appuie sur le fait qu'aucun anticlinal de cette chaîne ne contient des formations plus anciennes que le Muschelkalk supérieur et en conclut que les couches à anhydrite se sont décollées de leur soubassement de Trias inférieur et du socle cristallin discordant. Il montre que le fossé de la vallée du Rhin se continue au S à travers le Jura par un large ensellement transversal, qui doit dater de la même époque que lui et que d'autre part le socle cristallin du Jura doit comporter une forte flessure longitudinale qui passe sous la racine du pli chevauchant du Mont Terrible-Hauenstein-Bötzberg. Cette flexure a à la fois protégé les formations secondaires-tertiaires contre la poussée venant du S et favorisé le déversement vers le N des anticlinaux des chaînes jurassiennes.

Pour finir, M. Buxtorf fait ressortir l'influence qu'ont eu sur led éveloppement des plis jurassiens les horsts hercyniens, et il attribue la formation de ces plis sur leur emplacement au fait que, la région du Jura étant déjà surélevée pendant les temps tertiaires, la couche des sédiments molassiques y

a atteint une épaisseur beaucoup moindre que plus au SE sur le plateau suisse.

M. Jos. MANDY (108), dans le but d'éclaircir la question pendante entre MM. Mühlberg et Steinmann concernant la prédominance des failles verticales ou des chevauchements dans le Jura soleurois, a cherché à préciser les caractères géologiques du **Hauenstein**.

Dans la partie stratigraphique de son travail l'auteur décrit successivement :

Le **Muschelkalk** formé de bas en haut par

a) Le groupe de l'anhydrite et la dolomie inférieure, brunâtre et poreuse.

*b) Le Hauptmuschelkalk formé de calcaires compacts, bleuâtres ou brunâtres, bitumineux, à *Tereb. vulgaris* et *Lima striata*, qui contiennent dans leur partie moyenne des bancs à *Encr. liliiformis*.*

c) La dolomie supérieure, jaunâtre, sableuse, plaquetée avec des silex, qui correspond au Trigonodus dolomit.

Le **Kœuper**, épais d'une centaine de mètres comprend :

a) Les marnes grises avec bancs dolomitiques de la Lettenkohle.

b) Le Keuper moyen formé de gypse en bancs séparés par des lits argileux.

c) Les argiles bariolées rouges et vertes avec bancs sableux et dolomitiques du Keuper supérieur.

Le **Lias**, épais de 35 à 40 m., se divise comme suit :

*a) Banc calcaire à *Psil. planorbe*.*

*b) Calcaire gris, un peu marneux, à concrétions pyriteuses, qui contiennent *Ar. Bucklandi*, *Gr. arcuata*, *Bel. acutus*, *Spir. Walcotti* et des débris de Pentacrines.*

*c) Calcaires grumeleux, en bancs séparés par des lits marneux à *Terebr. numismalis*, peu épais.*

*d) Calcaires durs, gris, bréchiformes à *Gr. cymbium* et *Am. margaritatus*.*

e) Schistes brunâtres à Posidonomyes.

*f) Marnes grises à bancs de chailles qui correspondent au niveau à *Lyt. jurense*.*

Le **Dogger** est composé de la façon suivante :

*a) Argiles à *Lioc. opalinum* (50-100 m.), grises ou noires, riches en concrétions pyriteuses.*

b) Complexe de calcaires plus ou moins marneux, en

grande partie oolitiques et ferrugineux, avec *Ludw. Murchisonae*, *Pecten pumilus*, *Lima semicircularis*, épais de 2.4 m. et surmontés par 2.5 m. de marnes foncées stériles.

c) Calcaires sableux ocreux, alternant avec des marnes et contenant en grande quantité *Cancellophyicus scoparius* (5 m.).

d) Marnes dures, riches en concrétions pyriteuses et en limonite, avec *Ludw. Murchisonae* (5 m.).

e) Zone qui comprend un banc de calcaire oolithique ferrugineux (0.5 m.), une couche de marnes micacées (1.2 m.) et un banc de calcaire sableux (0.5 m.) et dans laquelle on trouve pour la dernière fois *Ludw. Murchisonae*.

f) Marnes semblables à d, mais contenant *Son. Sowerbyi* avec *Inoc. polyplocus*.

g) Zone de bancs calcaires variés, en partie spathiques, en partie sableux, marneux ou siliceux, qui semblent correspondre aux couches à *Spher. Sauzei* du Jura bâlois (1.7 m.).

h) Calcaire oolithique ferrugineux, très riche en débris de *Ctenostreon*, qui représente le niveau à *St. Humphriesi* (0.8 m.).

i) Alternances de marnes et de marno-calcaires à *Steph. Blagdeni*, *Avic. Münsteri*, *Terebr. perovalis*, etc. . (50 m.).

j) Le Hauptrogenstein, épais de 60-70 m., sableux à la base, puis formé vers le haut d'oolithes toujours plus pures.

h) Calcaires spathiques et ocreux, ooliques vers la base, coupés par de minces lits marneux, épais de 15 à 20 m., qui contiennent *Rhynchonella varians*, *Rh. spinosa*, *Holectypus depressus*, *Collyrites ovalis*, etc.

Le Malm comprend de bas en haut les niveaux suivants :

a) Calcaires spathiques, bleuâtres, devenant ocreux à la surface, oolithiques vers le haut, qui contiennent *Macroc. macrocephalus* (30-40 m.).

b) Une couche très mince, et qui n'existe pas partout, de calcaires oolitiques et ferrugineux, très riches en coquilles de *Perisphinctes* et d'*Hecticoceras*.

c) Marnes jaunes à *Card. cordatum*, *Oppelia lophotus*, *Op. complanata*, *Perisph. convolutus impressae* (1 m.).

d) Les couches de Birmensdorf, formées de calcaires clairs et durs avec des zones d'oolithes ferrugineuses, et dans lesquelles on récolte en grande quantité des ammonites et des spongiaires (7 m.).

e) Les marnes divisées par des bancs calcaires d'Effingen, très pauvres en fossiles, épaisses de 100 m. environ.

f) Les calcaires jaunâtres et esquilleux du Geissberg (12 m.).

g) Des calcaires massifs, qui représentent les couches à *Hemicidaris crenularis* et les couches de Wang et sont fortement limonitisés à leur partie supérieure par des infiltrations descendant du Sidérolithe sus-jacent.

M. Mandy fournit ensuite quelques renseignements sommaires sur le Sidérolithe, sur la Basse Terrasse, dont il reste un lambeau au N de Trimbach, et sur quelques formations morainiques qui couvrent la chaîne du Hauenstein, puis il passe à la description tectonique de son territoire.

Dans cette seconde partie de son travail, qui est illustrée par une carte et 5 profils, l'auteur s'attache plus particulièrement à définir une série de lignes de fractures qui jalonnent son territoire. La première de ces dislocations coupe obliquement la chaîne avec une direction à peu près E-W et passe entre le Fluhberg et la Frohburg mettant en contact le Keuper du jambage méridional du synclinal du Fluhberg avec le Muschelkalk qui forme le pied de la série normale du versant S de la chaîne ; le Keuper de la lèvre N plonge au N, le Muschelkalk de la lèvre S plonge au S ; il ne peut donc pas s'agir ici d'un chevauchement et M. Mandy admet que le synclinal du Fluhberg est le prolongement de celui du Hauenstein, affaissé suivant la fracture oblique précitée.

Le synclinal du Hauenstein est coupé ainsi par une fracture oblique, qui se suit depuis Isenthal vers l'ESE, jusque près de l'entrée S du tunnel du chemin de fer. Ici c'est le Dogger inférieur du côté N qui, plongeant faiblement au N, butte vers le S contre le Hauptrogenstein ; il y a donc affaissement relatif de la lèvre S.

Une autre faille, transversale celle-là, coupe brusquement la paroi de Hauptrogenstein de la Erlifluh, dont le prolongement occidental s'est affaissé. Elle est en relation, semble-t-il, avec une dislocation longitudinale, que l'auteur a suivie depuis le pied S de l'Erlifluh par Horn et Miesern jusqu'à Unter Erlimoos. Dans sa partie orientale cette fracture a l'apparence d'une véritable faille, qui met en contact les schistes à *Lioc. opalinum* plongeant faiblement au N du jambage S du synclinal du Hauenstein et les couches fortement inclinées au S du Keuper d'Unter-Erlimoos-Lindenrain ; vers l'W au contraire le plan de cette fracture devient oblique au S et parallèle avec les couches qu'il sépare soit le Keuper au S, le Lias au N ; l'apparence devient ainsi celle d'un chevauchement.

chement. Cette dislocation est décrochée sous l'Erlifluh par la faille transversale précitée, mais elle se continue ensuite plus au N par Waldrüti et Spitalberg jusqu'à Fasiswald. Elle est bordée au SE vers la nouvelle route du Hauenstein par une fracture du même genre mais très localisée, qui ramène une seconde fois le Keuper à la surface sur le Lias.

M. Mandy décrit différents exemples pris dans la région de la Frohburg et dans celle du Mahrenkopf, de glissements du Hauptrogenstein sur les couches plus marneuses sous-jacentes. Puis pour conclure il fait ressortir l'influence qu'a dû avoir sur le détail des dislocations la constitution lithologique de la chaîne du Hauenstein, qui comporte des alternances de grands complexes plastiques de couches argilo-marneuses et d'épais massifs calcaires, avec une prédominance assez forte des premiers. C'est à ce caractère, semble-t-il, qu'il faut attribuer les irrégularités constatées dans la tectonique de la chaîne, du moins en grande partie; peut-être la dissolution des anhydrites et gypses du Trias a-t-elle aussi été pour une part dans la genèse de certaines failles.

IV^e PARTIE. — STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE.

• GÉNÉRALITÉS

Le Dictionnaire géographique de la Suisse comprend dans son chapitre « Suisse, » un petit article de M. L. ROLLIER (112) intitulé **Faunes fossiles**, qui est destiné à donner une idée d'ensemble des faunes qui se sont succédé sur le territoire de la Suisse depuis la période permienne jusqu'à nos jours. L'auteur rappelle que le fossile le plus ancien découvert dans notre pays est une aile de *Blattina helvetica* provenant des schistes à anthracite d'Arbignon (Valais), puis il énumère les principaux restes organiques trouvés dans le Trias des environs de Bâle et donne ensuite, pour le Jurassique et le Crétacique, la liste étage par étage des espèces les plus caractéristiques. A propos de ces 2 systèmes il fait un exposé stratigraphique détaillé, montrant les variations de faciès dans le temps et dans l'espace et les relations qui existent entre le faciès de chaque sédiment et la faune qu'il contient. Il s'étend surtout sur la stratigraphie du Jura, à propos de laquelle il expose ses idées bien connues sur les parallélismes des faciès vaseux et coralligènes du Jurassique supérieur.

Parlant des couches à *Mytilus* des Préalpes, que l'on classe généralement dans le Dogger, il les attribue au Séquanien.

Passant aux formations tertiaires, M. Rollier commence par décrire les dépôts sidérolithiques du Jura qui s'échelonnent, d'après les restes de Mammifères qu'on y trouve, depuis le Lutétien moyen jusqu'au Ludien supérieur. Les calcaires d'eau douce qui s'intercalent dans ces sables et ces bolus appartiennent aussi à des niveaux divers ; ce sont :

1^o Le calcaire à *Plan. pseudoammonius* du Jura bâlois, qui représente le Bartonien supérieur (Calc. de St-Ouen, calc. de Buchsweiler).

2^o Le calcaire à *Limn. longiscata*, *Plan. goniobasis*, *Plan. Choffati* de Moutier, de la vallée de Delémont et d'Oberdorf (Weissenstein) qui correspond au Ludien supérieur.

Pour les formations marines de l'Eocène alpin M. Rollier propose la classification suivante :

Londinien : Schistes de Wang des Alpes orientales et centrales de Suisse.

Lutétien : Grès et calcaires à *Num. complanata*, *Num. perforata*, *Num. Ramondi*, *Assilina exponens* et couches à lignites et à fossiles d'eau saumâtre des Ralligstöcke, qui contiennent *Cer. Diaboli*, *Cer. Tiara*, *Limn. longiscata*, *Plan. pseudoammonius*.

Bartonien : Grès du Hohgant, schistes à Pectinites et à Cérithes, calcaires à *lithothamnium* de Ralligen ; calcaire à *Cer. Diaboli* des Alpes vaudoises.

Ludien-Sannoisien. Schistes marneux à globigérines.

A propos de l'Oligocène l'auteur cite d'abord les calcaires stampiens à Cerithes du Porrentruy, de la vallée de Delémont, de Laufon et des environs de Bâle qui contiennent *Cer. pli-catum*, *Cer. Lamarcki*, *Cer. trochleare*, *Pectunc. obovatus*, etc. et qui sont surmontés par des argiles bleues, ou par des calcaires à *Helix rugulosa*. Le Flysch des Alpes suisses est attribué à l'Oligocène inférieur, tandis que l'Aquitaniens est représenté par les grès de Ralligen et Vaulruz, les couches à lignite de Belmont, les molasses rouges du pied du Jura, les calcaires d'eau douce supérieur à *Helix Ramondi* de Delémont.

Le Miocène est divisé en Burdigalien qui comprend la molasse grise de Lausanne et les grès coquilliers, en Vindoboniens, dans lequel rentrent les Molasses de Berne, de Lucerne,

de St-Gall et le calcaire grossier du Randen, et en Oeningen ou molasse d'eau douce supérieure.

Enfin l'article de M. Rollier se termine par quelques renseignements concernant les dépôts pléistocènes.

TRIAS

M. F. SCHALCH (113) a complété et précisé récemment les données qu'il avait publiées en 1873 sur le **Trias du SE de la Forêt-Noire**. Ce travail pouvant servir utilement de point de comparaison à une étude du Jura suisse, il convient de le citer ici brièvement.

Le Buntsandstein est toujours imparfaitement développé ; son terme inférieur manque partout et son terme moyen n'existe guère qu'entre Sanct-Georgen et Donaueschingen.

Le Muschelkalk comprend de bas en haut :

A. Wellendolomit et Wellenkalk:

a) le Wellendolomit qui commence à la base par 6.5 m. de calcaire dolomitique à Encrines et se termine par des marnes foncées à bancs dolomitiques contenant des débris d'*Encr. dubius* et *Ben. Buchi*.

b) le Wellenkalk, formé surtout de marnes et épais de 28 m. dans lequel l'auteur distingue un niveau à *Ben. Buchi*, *Myoph. cardissoïdes*, *Lima lineata*, un niveau à *Ter. vulgaris*, un niveau à *Spir. fragilis*, *Sp. hirsuta*.

c) Des marnes bitumineuses avec minces bancs dolomitiques à *Myoph. orbicularis* (10 m.).

B. Le Muschelkalk moyen ne forme pas de bons affleurements.

C. Par contre, le Muschelkalk supérieur se subdivise nettement comme suit :

a) Calcaire siliceux avec *Ter. vulgaris* et peu de débris d'Encrines (5 m.).

b) Calcaire échinodermique à Encrines avec *Ter. vulgaris* et *Spir. fragilis* (11 m.).

c) Calcaires plaquetés à *Cer. compressus* et *Pemphix Sueuri* (9 m.).

d) Bancs oolithiques riches en débris d'Encrines, avec *Cer. evolutus*, *Myophoria ovata*, etc... (3 m.).

e) Calcaires plaquetés à *Pecten discites* et *Cer. nodosus* type (14. 5 m.).

f) Calcaires dolomitiques à *Trigonodus Sandbergeri*, *Myoph. Goldfussi* et *Gervillia costata* (17. 5 m.).

Le Keuper n'est représenté que par sa partie inférieure et moyenne, et se subdivise comme suit :

A. Lettenkohle.

a) Dolomies glauconieuses avec bonebeds, contenant *Myoph. Goldfussi* et *Esteria minuta* (1. 5 m.).

b) Argiles sableuses avec lits charbonneux à *Equisetum*, qui contiennent encore les 2 espèces citées dans le niveau sous-jacent (2. 5 m.).

c) Dolomies avec bonebeds, à *Myophoria Goldfussi*.

B. Keuper moyen.

a) Le gypskeuper, épais de 70 - 80 m., formé d'alternances de marnes et de gypse, et dans la base duquel s'intercalent encore quelques bancs dolomitiques, contient *Corbula Keuperina*, *Gervillia substriata*, *Myophoria vulgaris*, *Myoconcha gastrochaena*.

b) Le Schilfsandstein comprend des grès rouges et verts à *Equisetum arenaceum* et *Pteroph. Jaegeri* (0-9 m.).

c) Des marnes bariolées (4 m.).

d) Le Dürröhrlestein, calcaire dolomitique poreux à anthracite (3. 5 m.).

e) Des marnes bariolées avec intercalations dolomitiques (4 m.).

f) Le Stubensandstein, grès clair, du type arkose, contenant des débris d'ossements (1. 75 m.).

g) Des marnes violettes et bleuâtres à chailles dolomitiques (10 m.).

Ce dernier niveau est recouvert directement par le Lias.

M. K. STRÜBIN (114) a rendu compte d'un forage, qui a été effectué près de Pratteln (Bâle Campagne) et a mis au jour, sous les alluvions de la Basse Terrasse, les dolomies jaunâtres à *Myoph. Goldfussi*, les marnes schisteuses et le banc dolomitique à bonebed de la Lettenkohle et la dolomie à silex du Muschelkalk supérieur (*Trigonodus dolomit*). Le même auteur a fourni quelques renseignements nouveaux (115) sur le **Trias des environs d'Augst** sur le Rhin. Il a redonné une coupe détaillée de cette série du reste bien connue et a attiré l'attention sur l'existence de 2 failles, qui coupent obliquement le Rhin au NW de Baselaugst et entre lesquelles le Keuper s'est enfoncé dans le Muschelkalk supérieur.

JURASSIQUE

M. ED. GERBER (116) a relevé plusieurs coupes intéressantes à travers les formations triasiques-jurassiques qui, à

l'W de la vallée de Lauterbrunnen, se superposent au granite du massif de l'Ar. Il a remarqué en particulier la présence dans cette série de couches alternativement gréseuses, argileuses et calcaires, d'une épaisseur totale de 12 m., au milieu desquelles se détache un banc lumachellique à Lamel-libranches rhétiens, qui contiennent en particulier *Avic. contorta*. Ce niveau, attribué antérieurement au Dogger, appartient donc au Rhétien, qui n'avait pas encore été signalé dans cette région des Alpes.

M. F. LEUTHARDT (118) a découvert dans les couches à *Rhynch. varians* d'Arboldswyl (Jura bâlois) un fragment d'apophyse et un os de l'avant-bras d'un sauroptérygien qui paraît se rapprocher plus spécialement de *Cimoliasaurus plicatus* Phillips.

Le même auteur (119) a fait de nouvelles études sur les Cainocrinus du Hauptrogenstein inférieur dans le Jura bâlois et est arrivé à la conviction que les calcaires à Cri-noïdes de ce niveau contiennent 2 espèces bien distinctes. L'une, à laquelle il faut conserver le nom de *Cain. Andreeae* de Lor., a 13 brachiales de premier ordre; l'autre, pour laquelle l'auteur propose le nom de *Cain. major*, a 18-19 de ces brachiales. Ces 2 espèces ne paraissent du reste jamais être mélangées dans un même gisement.

M. K. STRUBIN (122) a reconstitué d'après 2 coupes partielles relevées aux environs de Bâle, au Schänzli près de St.-Jacob et à la carrière de Sulz près de Muttenz, un profil complet à travers le Hauptrogenstein. Il distingue au-dessus des marnes à *Steph. Blagdeni*.

Couches à <i>Park. ferruginea</i>	Hauptrogenstein supérieur.
Calcaire marneux peu épais sans fossiles	
Banc coralligène	
Oolithes jaunâtres (23 m.)	
Calcaire marneux gris (3.2 m.)	Hauptrogenstein inférieur.
Couche grise à <i>Nerinea basileensis</i> et Ostracés	
Oolithes claires (50 m.)	
Banc de calcaire spathique à <i>Cainocr. major</i> (0.5 m.)	
Alternances de calcaires oolitiques et marneux, de couleur grise-jaunâtre	

M. L. ROLLIER a consacré quelques pages (121) à la question de la **limite inférieure du Callovien** et cherché à montrer la nécessité de faire rentrer dans la base de cet étage le Corn-brash anglais et par conséquent les couches synchroniques du Jura suisse à *Rhynch. varians*. L'apparition des Macrocephalites doit en effet servir à fixer ici la limite et celle-ci coïncide du reste sur une grande partie de l'E de la France avec une superposition de marnes ferrugineuses sur des oolithes pures. La zone à *Op. aspidoïdes*, établie par M. Haug, ne peut pas être maintenue, parce que l'espèce qui devrait la caractériser a une extension verticale trop grande.

La thèse de doctorat de M. E. JUILLERAT (117), qui a paru plusieurs mois après la mort de son auteur, est une étude stratigraphique du **Malm dans le Jura bernois et le Jura argovien**. Elle a pour but de contrôler les idées publiées sur ce sujet par M. L. Rollier, et comprend toute une série de coupes à travers les assises oxfordiennes, séquanienes et kimmeridiennes depuis les environs de Porrentruy et depuis le territoire de Sainte-Croix jusqu'à la région d'Aarau et du Bötzberg. Il est impossible de résumer ici les nombreux documents que M. Juillerat a réunis ainsi sur la stratigraphie du Malm jurassien et je dois me contenter de rendre compte de ses conclusions.

L'auteur insiste sur la nécessité de contrôler les parallélismes basés sur les seules données de la paléontologie, en suivant d'un profil à l'autre les niveaux bien définis, en notant éventuellement leur continuité stratigraphique, ou au contraire les transformations qu'ils subissent. Il confirme ensuite le fait, déjà observé par Moesch, de la disparition vers l'ouest, dans la région d'Olten et de Wangen, des caractères typiques des couches à *H. Crenularis* et des couches du Geissberg du Jura argovien, tandis que les couches de Wangen conservent sur toute cette distance leur faciès de calcaires blancs, crayeux, souvent oolithiques et contenant des rognons siliceux. Ce faciès se retrouve même jusqu'à Longeaigue près de Sainte Croix. Les couches à *H. Crenularis* et celles du Geissberg sont remplacées vers l'W par le Séquanien inférieur du Jura bernois, qu'on voit nettement devenir de plus en plus calcaire de l'W à l'E.

A l'appui de ce parallélisme, M. Juillerat cite le fait qu'on trouve à Mervelier, à la limite du Séquanien inférieur et de l'oolithe blanche du Séquanien supérieur, un banc de calcaire oolithique, qui par sa teneur, faible il est vrai, en glauconie

rappelle nettement les calcaires glauconieux à *H. Crenularis* du Jura argovien. D'autre part, le passage latéral de l'oolithe du Séquanien inférieur aux couches du Geissberg peut s'observer directement dans la région de Wangen et Olten. Enfin l'apparition d'une série de Pectinidés avec *Cid. Blumenbachi* et *Cid. florigemma* dans des couches du Geissberg bien caractérisées aux environs de Niedergösgen accentue le rapprochement de ces couches avec le Séquanien.

Cette notion amène à limiter l'Argovien aux couches de Birmensdorf et d'Effingen et à mettre en parallèle avec les couches d'Effingen les formations du Jura bernois qui étaient jusqu'ici considérées comme synchroniques des couches du Geissberg, soit celles qui composent le Rauracien et sont sous-jacentes aux oolithes et aux marno-calcaires du Séquanien inférieur. Le passage latéral du Rauracien de Saint-Ursanne, de Liesberg, de Laufon, de Montfaucon, de Choindez etc., à l'Argovien du Jura neuchâtelois et du Jura argovien est confirmé du reste par la présence de coraux et de représentants divers de la faune récifale dans l'Argovien de Saint-Sulpice, de Noiraigue, etc...

En résumé les couches de Sainte-Vérène ou Séquanien supérieur se continuent jusque dans le Jura argovien, où elles ont reçu le nom de couches de Wangen ; ces calcaires sont de plus en plus oolithiques vers l'W.

Le Séquanien inférieur, représenté dans le Jura argovien par les couches à *H. crenularis* et les couches du Geissberg prend à l'W de Wangen, à Langenbruck, Steinenbach, Mervelier, le faciès de calcaire oolithique homogène ; aux Rameux, au Chasseral et dans le Jura neuchâtelois il comprend des assises alternativement calcaires et oolithiques et marnieuses. Il diminue considérablement d'épaisseur du Jura bernois vers l'E.

Quant à l'Argovien, qui comprend en Argovie les couches d'Effingen et de Birmensdorf, il est représenté par le Rauracien du Jura bernois ; plus au S dans le Jura neuchâtelois sa limite supérieure coïncide avec l'apparition de bancs réguliers de calcaires jaunes ou roux.

M. F. OPPLIGER (120) a entrepris une revision des **Spongiaires** de l'Argovien du Jura français qui avaient servi de types à Etallon et y a joint quelques autres échantillons. Le matériel étudié provient du Rauracien inférieur de Champlitte et Valfin et de l'Argovien des environs de Saint-Claude.

L'auteur a déterminé et décrit les espèces suivantes :

Platychonia tuberosa sp. nov.	Verrucocælia Bonjouri Etal.
» Oppeli Etal.	Pachyteichisma Gresslyi Etal.
» ostreaformis sp. nov.	Cyphelia caliciformis sp. nov.
» rotundus sp. nov.	» conica sp. nov.
Lecanella acetahula sp. nov.	Stauroderma vasa sp. nov.
Tremadictyon crateriformis Etal.	» Etalloni sp. nov.
Craticularia subcylindrica sp. nov.	» depressa sp. nov.
» subclathrata Etal.	Placotelia Marcouï Etal.
» clavaeformis Etal.	» dolata Etal.
Sporadopyle Farrei Etal.	Ceriodictyon coniformis sp. nov.
» flabellum Etal.	Stellispongia sulcata sp. nov.

L'auteur a créé deux genres nouveaux :

Placotelia est un genre voisin de *Porospongia*, avec un corps tabulaire soutenu par une tige ; la face supérieure est semée de gros oscules ronds, entre lesquels elle est couverte d'une pellicule siliceuse ; les spicules hexactinellides sont très irrégulièrement juxtaposés. Deux espèces de ce genre ont été décrites par Etallon comme *Porostoma*.

Ceriodictyon est une forme voisine de *Plocoscyphia* ; le corps conique est composé de lames méandriformes disposées en tubes communiquant entre eux ; la face supérieure est à peu près plane et montre les ouvertures anastomosées des diverses coupes. Le squelette est très régulier.

CRÉTACIQUE

M. E. Baumberger (123) continuant ses études sur les **ammonites infracrétaïques du Jura occidental**, a consacré une quatrième partie de sa publication aux Hoplites voisins de *Hopl. Vaceki* Neum. et Uhl., de *Hopl. Euthymi* Pict., de *H. hystrix* Phill., de *H. Ottmeri* N. et U. et aux Astieria.

A propos d'*Hopl. Vaceki*, l'auteur fait remarquer que, parmi les formes qui se rapportent à cette espèce, il faut distinguer 2 types, dont l'un a des tours aussi larges que hauts et une ornementation trituberculée précoce, dont l'autre à des tours plus hauts que larges et ne développe que tardivement ses tubercles latéraux.

M. Baumberger, parlant ensuite de *Hopl. Euthymi* Pict, montre que plusieurs formes se rattachent à cette espèce tout en offrant entre elles des différences assez sensibles, soit quant à l'ornementation des derniers tours, soit quant aux caractères des tours internes. Il rapporte avec doute à *Hopl. hystrix* Phil. un grand échantillon de 122 mm. de diamètre, dont le dernier tour, plus haut que large, porte alternative-

ment des côtes trituberculées non bifurquées et des côtes plus faibles qui diminuent progressivement de force du tubercule marginal au pourtour ombilical. Il rapproche de *Hopl. Ottmeri* Neum. et Uhl. plusieurs individus qui ressemblent en effet à cette espèce du Hils par la disposition de leurs côtes, mais qui en diffèrent par un ombilic notablement plus petit. Enfin il décrit comme individu jeune de *Hopl. obliquecostatus* Baumb. un échantillon de 66 mm. de diamètre, orné sur le dernier tour de 20-24 côtes principales bifurquées, entre lesquelles s'intercalent chaque fois, sur la région externe des flancs, 2 côtes secondaires, et caractérisé par l'obliquité générale de sa costulation.

A propos des *Astieria* M. Baumberger répartit d'abord les formes voisines d'*A. Astieri* en 3 espèces :

1^o *Ast. Astieri* d'Orb. avec environ 20 côtes ombilicales, desquelles partent chaque fois 4 à 6 côtes latérales qui ne se multiplient ensuite ni par division ni par intercalation.

2^o *Ast. scissa* Baumb. (= *Am. Astieri* d'Orb. fig. 3, T. XXIV) avec 14-15 côtes ombilicales, desquelles partent chaque fois 6 à 7 côtes latérales, dont le nombre est porté par division et intercalation à 10-12 sur le pourtour externe.

3^o *Ast. filosa* Baumb. (= *Olcost. Astieri* Bayle) avec 20-22 côtes ombilicales, desquelles partent chaque fois 8 à 9 côtes latérales dont le nombre n'augmente pas vers l'extérieur.

Vient ensuite la description d'un petit échantillon qui paraît voisin d'*Ast. latiflexa* B. et de plusieurs individus jeunes que l'auteur rapproche d'*Ast. psilostoma* Neum. et Uhl.

Enfin la dernière partie du fascicule est consacrée à *Ast. Atherstoni* Sharpe, qui est très abondante à la base de l'Hauterivien dans le Jura neuchâtelois. Cette espèce, qui a été identifiée par certains auteurs avec *Holc. multiplicatus* Neum. et Uhl, doit en réalité en être séparée, car ses côtes latérales sont flexueuses et ne se divisent jamais, tandis que celles de *Holc. multiplicatus* sont droites et partiellement bifurquées.

Les études détaillées faites récemment par M. A. BUXTORF dans la région du Pilate, par M. ARN. HEIM dans la chaîne des Churfirsten, ont amené la constatation dans ces 2 territoires d'un niveau de calcaire glauconieux fossilifère, qui s'intercale entre la base du Kieselkalk hauterivien et les calcaires valangiens. Ces 2 auteurs ont publié conjointement leurs observations, qu'ils ont fait suivre d'une description de la faune récoltée par eux, faite avec la collaboration de M. E. BAUMBERGER (124).

M. A. Buxtorf décrit un profil relevé au Gemsmättli dans la chaîne du Pilate et qui comprend de bas en haut :

1^o Les couches inférieures à *Exog. Couloni*.

2^o Un banc épais de 8 m. de calcaire zoogène, clair, riche en quartz, devenant un peu glauconieux à sa partie supérieure (oberer Valangienkalk de Heim).

3^o Une couche de calcaire spathique et glauconieux à faune supravalangienne (0.5 à 1.5 m.).

4^o Une série de schistes calcaires sans fossiles qui passent vers le haut au Kieselkalk (10 m.).

Dans les plis S du Pilate la couche glauconieuse à ammonites valangiennes de Gemsmättli manque, ainsi que le calcaire supravalangien, en sorte que le Kieselkalk entre en contact direct avec des marnes qui passent aux marnes valangiennes. Plus au S, dans la chaîne du Brisen, le calcaire supravalangien et la couche de Gemsmättli font aussi défaut et sont remplacés, semble-t-il, par des calcaires plaquetés à *Aptychus* du type des « *Diphyoïdeskalke* ». Enfin les calcaires supravalangiens reparaissent dans la zone de l'Axenberg, dont le caractère stratigraphique général se rapproche du reste beaucoup de celui des plis externes du Pilate.

Au Vitznauerstock et à la Righochfluh le calcaire supravalangien existe avec une épaisseur même supérieure à celle qu'il a à Gemsmättli, mais la couche glauconieuse est réduite à un feuillet d'1 à 5 cm. d'épaisseur et les schistes calcaires qui la séparent du Kieselkalk manquent complètement au Vitznauerstock et n'ont à la Righochfluh qu'une épaisseur réduite de moitié.

M. Arn. Heim a retrouvé la couche glauconieuse de Gemsmättli à Obersäss dans les Churfirsten, où elle couronne aussi le calcaire supravalangien, mais où elle est séparée du Kieselkalk par 4 m. environ de grès quartzeux à Bélemnites qui paraissent être un dépôt local ; on ne retrouve en effet ces grès qu'au Kerenzerberg, entre la chaîne de Wiggis et celle de Risetzen, dans le pli de Räderten et dans la chaîne des Aubrig. M. Heim a constaté d'autre part que le calcaire supravalangien des Churfirsten passe latéralement dans la direction du SE à des calcaires plaquetés à *Aptychus* et à *Pygope diphyoïdes* et il en conclut que les calcaires à *Pyg. diphyoïdes* des Alpes calcaires en général et de l'Axenstrasse en particulier sont du Valangien moyen et non du Berriasien, tandis que le Kieselkalk appartient partout à l'Hauterivien.

M. Arn. Heim a reconnu en outre la présence dans la

chaîne du Mattstock (nappe du Säntis) d'une seconde couche glauconieuse, qui est séparée du calcaire supravalangien sous-jacent par 2.5 m. de grès à *Pygurus rostratus* et qui appartient ainsi à un niveau nettement supérieur à celui de la couche de Gemsmättli. Cette zone glauconieuse riche en ammonites, qui forme la base de l'Hauterivien, n'est épaisse que de 5 à 15 cm. ; elle se retrouve pourtant en divers endroits au Säntis.

En terminant cet exposé stratigraphique M. Heim reconnaît que plus la connaissance détaillée des chaînes calcaires helvétiques se complète, plus l'idée de MM. Buxtorf et Tobler se confirme, d'après laquelle les chaînes frontales du Pilate et de la Rigi hochfluh représentent le front de la nappe du Säntis et non celui de la nappe de l'Axenberg qui doit se fermer bientôt au N.

M. Baumberger a décrit de la faune de la couche glauconieuse de Gemsmättli une série de formes se rattachant à *Hoplites neocomiensis* d'Orb., une espèce voisine de *H. pexiptychus* Uhl. pour laquelle l'auteur propose le nom de *Hoplites pseudo-pexiptychus* sp. nov., plusieurs échantillons d'*Astieria Bachelardi* Sayn, un individu de *Lytoceras ex. af. sutile* Op. et 2 fragments de *Haploc. Grasi* d'Orb.

La faune de la même couche aux Churfirsten comprend *Terebr. Moutoni* d'Orb., *Collyrites ex. af. ovulum* Des., *Discoïdea decorata* Des., avec les mêmes Hoplites et les mêmes *Astieria* qu'à Gemsmättli ; c'est une faune valangienne bien caractérisée.

La faune du niveau glauconieux supérieur découvert par M. Heim au Mattstock comprend par contre :

<i>Nautilus neocomiensis</i> d'Orb.	<i>Astieria Astieri</i> d'Orb. (?)
<i>Haploceras Grasi</i> d'Orb.	<i>Belemnites jaculum</i> Phil.
<i>Leopoldia Leopoldi</i> d'Orb.	<i>Collyrites ex. af. Jaccardi</i> Des.
<i>Astieria Sayni</i> Kil.	<i>Discoïdea decorata</i> Des.

Cette faune est nettement hauterivienne avec ce trait particulier de l'existence de *Discoïdea decorata*, qui est considérée comme une espèce médiocrétacique.

M. ARN. HEIM s'est du reste consacré depuis plusieurs années à une étude stratigraphique détaillée du Crétacique inférieur de la nappe du Säntis et a résumé ses observations dans une petite notice qui marque un réel progrès (125).

Après s'être rallié aux idées de M. Kilian concernant les

relations entre le Berriasien et le Valangien, l'auteur donne du Valangien la description suivante :

Le Valangien supérieur dans le NE de la Suisse comprend de haut en bas :

b) Des brèches échinodermiques, associées à des grès quartzeux, qui contiennent *Pyg. rostratus* et *Neithea atava* (13 m. au Säntis, en général moins épaisses).

a) Calcaires glauconieux de Gemsmättli, très riches en ammonites, entre autres *Hopl. neocomiensis* (10 à 30 cm.).

Si, après avoir développé les sédiments des nappes helvétiques pour leur rendre leur position primitive, on suit ces couches au S, on voit les calcaires s'amincir progressivement jusqu'au moment où les schistes calcaires à *Pyg. diphyoïdes* passent sans limite tranchée aux schistes de la base du Kieselkalk. Tel est le cas dans l'Alvier, au Drusberg, au Brisen. Vers le N la couche de Gemsmättli disparaît et les calcaires échinodermiques ou bien cessent aussi, ou bien se confondent avec ceux du Valangien moyen.

Le Valangien moyen est représenté au Säntis par le « obere Valangienkalk, » un calcaire spathique gris, à silex, épais d'environ 50 m.; vers le N son épaisseur diminue sensiblement; vers le S le faciès devient de moins en moins spathique, de plus en plus marneux et schisteux et passe ainsi latéralement aux schistes à *Pyg. diphyoïdes* qui représentent exclusivement ce niveau dans l'Alvier, au Voralberg, au Rädertenstock, au Drusberg, au Frohnalpstock, au Pragel, au Brisen, au Brienzerothorn, au Morgenberghorn. Ces couches correspondent au calcaire du Fontanil des environs de Grenoble.

Le Valangien inférieur comprend les « obere Valangienmergel » du Säntis et du Mattstock, soit des marnes jaunes à concrétions pyriteuses et chailles calcaires, qui contiennent *Exog. Couloni*, *Alectr. rectangularis*, *Pinna robinaldina*, *Myt. Couloni*, *Ter. moutoniana*. Ces formations, qui manquent complètement dans la chaîne externe du Säntis, s'épaissent progressivement vers le S, pour dépasser 100 m. de puissance dans les Churfirsten, dans l'Alvier, au Drusberg, etc.... Elles font défaut dans la nappe glaronnaise inférieure.

Le Berriasien se compose dans la chaîne externe du Säntis de haut en bas comme suit :

d) Örlikalk supérieur, massif calcaire épais de 100 m., spathique et compact à sa partie supérieure avec des polypiers, des nérinées, des réquiénies, oolithique à la base.

- c) Marnes supérieures de l'Œrli (15-20).
- b) L'Œrlikalk inférieur, brunâtre, échinodermique et oolithique (12 m.).
- a) Marnes inférieures de l'Œrli, à Ostracés (50 m.).

Vers le S les 2 zones calcaires diminuent rapidement d'épaisseur; dans les Churfirsten la zone inférieure a disparu, tandis que la zone supérieure est réduite à une dizaine de mètres; dans l'Alvier, au Rädertenstock, au Drusberg, au Brisen, etc., tout le Berriasien est représenté par les Balfriesschiefer, dont la puissance s'accroît fortement du N au S.

Dans la nappe inférieure glaronnaise, qui correspond à une zone de sédimentation plus septentrionale, le Berriasien est entièrement constitué par l'Œrlikalk qui atteint 250 m. d'épaisseur au Glärnisch et qui se confond vers sa base avec les calcaires suprajurassiques au Mürtschenstock.

Il devient ainsi évident que les nappes helvétiques correspondent à une zone sédimentaire de transition entre un faciès méridional bathyal et essentiellement marneux et un faciès septentrional nérétique, récifal et subrécifal, entièrement calcaire. La série infracrétaque du Säntis méridional figure un type mixte, dans lequel alternent des marnes à Ostracés et des calcaires échinodermiques, et qui correspond au faciès mixte des Alpes françaises intercalé entre le faciès jurassien et le faciès alpin. Mais le bord septentrional du géosynclinal alpin devait être dirigé à peu près de l'E à l'W obliquement par rapport à la direction des chaînes; aussi voyons-nous le faciès bathyal prendre beaucoup plus d'extension dans les nappes helvétiques des Alpes bernoises, que dans celles de la Suisse orientale, et la série autochtone de l'Oberland bernois se rapprocher de celle de la nappe inférieure glaronnaise.

M. Heim a exposé ces mêmes idées très en abrégé à la Société helvétique des sciences naturelles (126).

M. K. MAYER-EYMARD (128) ne s'est pas trouvé absolument d'accord avec les nouvelles classifications proposées par M. Buxtorf pour les formations infracrétaques des Alpes d'Uri et d'Unterwald et a formulé quelques observations aux idées de son jeune confrère.

Il convient de citer brièvement ici l'étude que M. Ch. JACOB (127) a faite de la partie moyenne des terrains crétacés en tenant compte, à côté des gisements classiques du SE de

la France, des formations aptiennes et albiennes des Alpes suisses.

L'auteur établit dans son introduction le tableau suivant, qui servira de base à son travail :

Cénomanien	{ VIII. Zone à <i>Schlænbachia varians</i> . VII. Zone à <i>Acanth. rotomagense</i> .
Albien	{ VI ^b . Sous-zone à <i>Morton. inflatum</i> et <i>Tur. Bergeri</i> . VI ^a . Sous-zone à <i>Morton. Hugardianum</i> . V. Zone à <i>Hopl. dentatus</i> . IV. Zone à <i>Hopl. tardefurcatus</i> . III. Zone à <i>Douv. nodosocostatum</i> . et <i>Douv. Bigoureti</i> .
Aptien	{ Gargasien { II ^b . Sous-zone à <i>Douv. subnodosocostatum</i> , <i>Douv. Buxtorfi</i> et <i>Bel. semicanaliculatus</i> . II ^a . Sous-zone à <i>Oppelia Nisus</i> et <i>Hopl. furcatus</i> . Bedoulien. I. Zone à <i>Parahopl. Deshayesi</i> et <i>Ancyl. Matheroni</i> .

Dans un chapitre plus spécialement paléontologique M. Jacob cite tout au long les faunes de quelques gisements classiques pour le Crétacique moyen, entre autres celui du Luitere Zug dans la vallée d'Engelberg qui se place au niveau du Gargasien supérieur; puis il fait une étude monographique des principaux genres de l'Aptien et l'Albien : *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Desmoceras*, *Hoplites*, *Douvilleiceras*, *Stoliczkaia*, *Acanthoceras*, *Schlænbachia*.

Abordant ensuite la stratigraphie du Crétacique moyen, M. Jacob décrit le développement de ces couches dans les régions alpines et subalpines du SE de la France, puis remontant au N, il définit les caractères de ces dépôts dans la Haute Savoie et en Suisse. A propos de la Perte du Rhône il modifie le profil établi par Renevier en ce sens qu'il place les marnes à Orbitolines au niveau du Gargasien; les grès verts sus-jacents, qui contiennent *Parahopl.* cf. *Nolani*, *Douv. Bigoureti*, *Douv. nodosocostatum* seraient de l'Albien inférieur (niveau de Clansayes); ils supportent les grès verts à fossiles blancs avec *Douv. mamillatum*, *Hopl. tardefurcatus*, *Hopl. regularis*, etc. puis les couches à phosphate caractérisées avant tout par l'abondance des Mortoniceras (*Schlænbachia*), qui correspondent à la sous-zone à *Mort. inflatum*.

Dans les Alpes du Genevois l'Aptien inférieur est encore

compris dans la masse calcaire de l'Urgonien; le Gargasien ne contient guère de niveaux fossilières et semble être représenté localement, ainsi au Mont Saxonnen, par des argiles et des grès noirs. L'Albien est formé de grès glauconieux, souvent calcaires et échinodermiques et comprend, suivant les points, soit des faunes inférieures à *Hopl. tardefurcatus*, soit des faunes supérieures à *Mortoniceras*.

Dans les Alpes calcaires de Savoie, au-dessus de Samoëns et Sixt, on constate un contraste bien marqué entre les formations médico-crétaciques des plis externes du Bostan et du Tuet et celles du pli chevauchant de Clévieux et du Criou. Dans les premiers l'Aptien est représenté d'abord par des argiles noires à *Ex. aquila*, puis par des marnes grumeleuses rouges. L'Albien comprend des grès poudinguiformes alternant avec des schistes noirs, qui contiennent tantôt la faune à *Hopl. tardefurcatus*, tantôt celle à *Turrilites Bergeri*. Au Criou l'on voit directement sur l'Urgonien des grès transgressifs à *Douv. mamillatum*, puis 4 à 5 m. de schistes sans fossiles et finalement un calcaire glauconieux à *Morton. varicosum*, *Mort. inflatum*, *Turril. Bergeri*, etc.

Dans le versant N des **Dents du Midi** l'Aptien existe entre l'Urgonien et les grès à ammonites du Gault sous forme de grès à *Ex. aquila*. Aux **Dents de Morcles** la série décrite par Renevier doit s'interpréter en ce sens que le Rhodanien à Orbitolines correspond au Bedoulien des auteurs français, les calcaires rosés aptiens de Renevier appartiennent au Gargasien, l'Albien équivaut seulement à l'Albien inférieur, tandis que le Vraconnien représente l'Albien supérieur à *Morton. inflatum*.

Dans la Suisse centrale M. Jacob a étudié une série de gisements de Gault situés aux environs du lac de Lucerne. Il donne d'abord la coupe suivante prise dans le versant N du **Bürgenstock**:

- 5^o Seewerkalk transgressif.
- 4^o Calcaires à miches et grès verts à *Turril. Bergeri*.
- 3^o Schistes marneux.
- 2^o Grès à *Inoc. concentricus*, contenant une riche faune de l'Albien inférieur.
- 1^o Calcaire échinodermique et grès verts à *Parahopl. ex af. crassicostatus* et *Douvil. ex af. Martinii*.

Au-dessus de Wolfenschiessen M. Jacob avec M. Tobler ont relevé la coupe suivante:

- 8^o Calcaires de Seewen.

- 7^o Calcaire gris glauconieux à *Hopl. dentatus*, *Hopl. splendens*, etc., dit couches du Lochwald (Albien inférieur).
- 6^o Brèche échinodermique à grandes huitres.
- 5^o Grès verts sans fossiles (25 m.).
- 4^o Schistes noirs (15 m.).
- 3^o Marnes noires à fossiles phosphatés du Luitere Zug, qui contiennent une riche faune du Gargasien supérieur.
- 2^o Brèche échinodermique avec rognons siliceux et *Rhynch. Gibbsi* du Gargasien.
- 1^o Urgonien supérieur riche en polypiers.

A propos des coupes publiées récemment par M. Arn. Heim à travers le Gault des Churfirsten, M. Jacob remarque que les Turrilitenschichten de cet auteur représentent l'Albien supérieur, auquel doivent appartenir aussi les Knollenschichten ; la position des Concentricusschiefer et de l'Echinodermenbreccie ne peut pas être fixée exactement vu l'absence de fossiles caractéristiques, par contre le Glauconitsandstein de la base du Gault est certainement Gargasien, car il contient *Parahopl. crassicostatus* et *Douwil. Martinii*.

En synthétisant les données réunies dans ces dernières années par MM. Alb. et Arn. Heim, Buxtorf, Arbenz, Tobler sur les Alpes calcaires de la Suisse centrale et orientale, M. Jacob fait ressortir le fait que vers le S le Crétacique moyen et supérieur prennent le faciès vaseux des schistes de Wang que, suivant une zone médiane, le Crétacique supérieur prenant la forme des couches de Seewen, le Gault constitue une série continue, épaisse d'environ 80 m., de calcaires échinodermiques, de grès glauconieux et de marnes, puis que vers le N le Crétacique moyen diminue rapidement d'épaisseur et qu'il perd successivement ses termes inférieurs, le Glauconitsandstein, la brèche échinodermique et une grande partie des Concentricusschiefer, de façon à être réduit finalement à quelques mètres de calcaires à miches (Ellipsoïdenkalk = Knollenschicht) et de grès à Turrilites. Par places comme au Lochwald c'est l'Albien supérieur qui manque sous les calcaires de Seewen. Cet amincissement progressif du Gault vers le N et cette disparition successive des couches inférieures dans toute la nappe glaronnaise supérieure constituent un passage au type stratigraphique qui règne dans la nappe glaronnaise inférieure et dans les séries autochtones du Calanda et de l'Oberland bernois, où le Gault, s'il ne manque pas complètement, n'est représenté que par 1 à 3 m. de grès verts à Turrilites. Ainsi on peut conclure qu'à travers

toutes les Alpes suisses les différents niveaux du Crétacique sont transgressifs les uns sur les autres du S au N.

Passant au Jura, M. Jacob fait un examen critique de la série médio crétacique des **environs de Sainte-Croix** qu'il interprète comme suit :

1^o Marnes à *Hopl. furcatus*, *Douvil. Martinii*, etc. du Gargasien.

2^o Calcaires jaunes à fossiles rouges qui doivent représenter la zone de Clansayes.

3^o Sables à fossiles phosphatés avec *Parahopl. Milleti*, *Hopl. tardifurcatus*, etc. (Albien inférieur).

4^o Marnes à fossiles pyriteux avec *Hopl. dentatus*, *Desm. Boudanti*, etc. (Albien moyen).

5^o Série épaisse de grès grossiers à *Morton. inflatum*, *Turril. Bergeri*, etc. (Albien supérieur ou Vraconnien).

Le Gargasien et les couches de Clansayes manquent fréquemment dans le Jura suisse, où l'Albien inférieur et moyen a une extension beaucoup plus générale. Dans le Val de-Travers, à la Presta, le niveau de Clansayes se présente sous forme de grès verdâtres, imprégnés de bitume; on le retrouve à Boveresse, à Vallorbe, au Pont, aux Rousses. Le Vraconnien n'est connu avec certitude qu'aux environs de Sainte-Croix.

Ces considérations sur le Jura suisse sont complétées par de nombreuses données sur le Jura franc-comtois, les environs de Dijon, la vallée de la Saône et par un aperçu sur le Crétacique moyen du bassin anglo-parisien.

Se basant sur les parallélismes établis au cours de son travail, M. Jacob termine son étude par un historique de la période médio-crétacique dans le SE de la France et en Suisse. Il montre que, dans un territoire comprenant la partie orientale des Basses-Alpes et le N des Alpes maritimes et désigné sous le nom de fosse vocontienne, la sédimentation vaseuse s'est poursuivie sans interruption du Néocomien au Crétacique supérieur, tandis que périphériquement, vers l'W et le N, dans la région d'Apt, dans le géosynclinal dauphinois et dans le territoire jurassien, se développent au-dessus de l'Urgonien des faciès côtiers en séries plus ou moins incomplètes. Une première incursion marine se produit avec le Gargasien inférieur partout marneux; ensuite viennent les dépôts du Gargasien supérieur et du niveau de Clansayes, gréseux autour de la fosse vocontienne, devenant partiellement zoogènes vers la périphérie au N et à l'W. La zone à

Hopl. tardesfurcatus marque une transgression importante soit vers le S dans les Alpes maritimes, soit vers le N dans les Alpes suisses et le Jura; cette transgression s'est continuée dans les Alpes suisses jusque dans le Cénomanien. Il est du reste évident que l'Aptien et l'Albien ont coïncidé avec une période d'instabilité.

Enfin l'auteur termine son travail par un examen des classifications successivement proposées pour le Crétacique et par un exposé des raisons à la fois historiques et objectives qui militent en faveur de celle qu'il a donnée en tête de son étude.

Signalons, en terminant ce chapitre, une notice que M. H. SCHARDT (129) a consacrée à la question de l'origine de l'**asphalte qui imprègne l'Urgonien** dans le Val de Travers. L'auteur expose pourquoi la formation *in situ* de l'élément bitumineux pendant la sédimentation des calcaires urgoniens est impossible à admettre; les moules des coquillages urgoniens sont en effet presque toujours complètement blanches, tandis que l'asphalte remplit les vides laissés par la dissolution des coquilles. L'imprégnation bitumineuse de l'Urgonien ne peut pas provenir non plus d'infiltrations venant des sédiments molassiques, ceux-ci étant très pauvres en substances organiques. On arrive donc presque forcément à l'idée que l'asphalte doit avoir eu pour origine les innombrables organismes qui ont été mêlés aux dépôts du Gault et dont on trouve en si grande quantité les coquilles phosphatisées dans ces dépôts.

TERTIAIRE

Nummulitique. — M. A. TROESCH (136) a trouvé dans le versant N de la **Blümlisalp** (Alpes bernoises) trois gisements de couches à Cerithes correspondant aux couches des Diables-rets. Il a pu déterminer parmi les nombreux fossiles mal conservés de cette formation *Cerithium cf. plicatum*, *Cytherea Villanova* et *Cyrena vapincana*.

Flysch. — M. ARN. HEIM (132) a trouvé dans le Flysch de la région du Säntis, donc dans le Flysch des nappes à faciès helvétique, des blocs exotiques divers, les uns cristallins, les autres d'origine sédimentaire, et il a repris à ce sujet l'étude de la question de l'**origine des blocs exotiques du Flysch**. Il montre que, puisque la mise en place des nappes helvétiques est certainement postmiocène, l'idée, suggérée par M. Schardt,

de dériver les blocs exotiques du Flysch d'un démantellement des falaises des nappes préalpines, rhétique ou austro-alpine, pendant le mouvement de celles-ci vers le N ne peut plus être soutenue. Il montre aussi que nombre de roches incluses dans le Flysch ne se retrouvent pas en place dans les systèmes des nappes supérieures, tandis que plusieurs d'entre elles paraissent provenir des Alpes méridionales. Quant à vouloir dériver les galets de la Nagelfluh d'un démantellement des nappes supérieures pendant leur mouvement, c'est une hypothèse gratuite, qui est en contradiction, soit avec la nature même des galets, soit avec les relations tectoniques existant entre la Nagelfluh et les nappes.

Etudiant la répartition des blocs exotiques dans le Flysch, M. Heim constate que ces blocs manquent ou sont très rares dans les chaînes autochtones, qu'ils sont peu abondants dans les nappes inférieures, tandis que leur nombre augmente rapidement dans les nappes supérieures. Ce fait paraît concorder bien avec l'origine méridionale que M. Sarasin a admise précédemment pour beaucoup de blocs du Flysch, puisque les nappes supérieures sont aussi celles qui s'enracinaient le plus au S ; il amène à la conclusion que les blocs exotiques ont été englobés dans le Flysch dans une zone méridionale du système alpin et qu'ils ont été transportés ensuite avec le milieu ambiant et toute la masse des nappes auxquelles ils appartenaient jusque dans leur position actuelle. Quant au mode de dépôt de ces blocs de dimensions et de forme si diverses l'auteur tend à l'attribuer à des glaces flottantes.

Au point de vue stratigraphique il faut remarquer que des blocs exotiques se trouvent à peu près à tous les niveaux du Flysch depuis probablement le Crétacique supérieur jusque dans l'Oligocène.

Envisagées dans leur ensemble les inclusions contenues dans le Flysch comprennent du reste des éléments d'origines très différentes : ce sont d'abord des interstratifications de calcaires ou de grès nummulitiques broyées et morcelées par des laminages tectoniques ; ce sont ensuite des lambeaux de nappes supérieures préalpines, enfoncés dans le Flysch, en un mot des Klippes en petit ; ce sont enfin des blocs étrangers déposés stratigraphiquement dans les sédiments du Flysch et appartenant à des roches très variées. Ce sont ces derniers que l'auteur a eus plus particulièrement en vue dans ce travail, et, après son étude, il reconnaît que la question qui les concerne est très loin d'être tranchée.

Molasse. — M. C. ESCHER-HESS (130) a entrepris l'étude exacte d'un grand nombre de galets récoltés dans divers niveaux de la Molasse.

Dans le compte rendu de son travail il commence par décrire des bancs de Nagelfluh intercalés dans la Molasse d'eau douce supérieure qu'il a étudiés à Lichtensteig puis sur différents points au NE du lac de Zurich et à l'Utlberg. La composition de ces poudingues diffère notablement d'un gisement à l'autre; ainsi la proportion des galets calcaires varie de 20 à 42 %, celle des galets dolomitiques de 37 à 68 %, celle des quartzites de 0.8 à 5 %, celle des granites de 1.7 à 6 %, celle des roches basiques des Grisons de 1.7 à 6 %, etc.

Un grand nombre de ces éléments ont été examinés au microscope, ce qui a permis de préciser avec certitude l'origine de beaucoup de calcaires. Parmi eux les roches qui prédominent de beaucoup sont des dolomies provenant de divers niveaux du Trias austro-alpin et du Trias des Klippes. Ensuite viennent les calcaires, parmi lesquels les plus fréquents dérivent du Flysch; les calcaires triasiques et liasiques austro-alpins sont également abondants, puis viennent les calcaires crétaciques des chaînes helvétiques, tandis que les calcaires jurassiques des mêmes chaînes sont relativement rares. Les mélaphyres et les spilites ne se trouvent qu'en quantité beaucoup moindre et les roches cristallines acides (granites, porphyres, gneiss et micaschistes sont rares). Enfin l'on rencontre, sous forme d'échantillons isolés, des galets provenant du Buntsandstein, du Keuper, du Lias d'Adneth, du Dogger et du Malm de la série helvétique, etc.... En somme ces éléments paraissent provenir en première ligne de la nappe austro alpine et de la nappe des Klippes, en partie beaucoup moins des nappes helvétiques. Les petites dimensions qu'atteignent en général les galets indiquent un long transport.

M. Escher-Hess décrit ensuite un gisement de Nagelfluh qui se superpose dans le Flithal, à l'W du Speer, à des marnes jaunâtres à globigérines et textilaires et appartient à la Molasse marine. Cette zone de poudingues se continue vers l'W dans le Wäggithal inférieur. Les galets qu'on y trouve sont pour ainsi dire exclusivement d'origine sédimentaire; ils proviennent en majeure partie du Flysch; l'Urgonien y est assez abondant ainsi que le Gault; par contre le Seewerkalk et le Nummulitique paraissent manquer, le Néocomien est rare, de même que le Jurassique de la série helvétique, tandis que le Malm du faciès préalpin est relativement fréquent. Le Trias austro-alpin n'est que faiblement représenté; une assez

forte proportion de galets paraissent avoir une origine éloignée impossible à préciser.

Enfin l'auteur a étudié la composition d'une nagelfluh polygénique qui se superpose aux marnes rouges et aux grès tendres de l'Aquitaniens, dans l'anticinal molassique méridional du Rigi et du Rossberg. Ici les éléments cristallins sont beaucoup plus abondants que dans les cas précédents et parmi eux prédominent des granites à orthose rouge et des micaschistes gris. Parmi les calcaires on rencontre surtout des roches noires à spicules de Spongiaires, qui pourraient être rapportés aussi bien au Lias qu'au Néocomien ; l'Urgonien est en outre assez fréquent ; quelques silex rouges se rencontrent en divers points ; mais la quantité des calcaires est de beaucoup dépassée par celle des grès du Flysch. L'auteur estime ne pas pouvoir émettre d'opinion précise sur l'origine de ces matériaux de transport.

M. J. FRÜH (131) a cherché à préciser le sens du terme « löcherige Nagelfluh », qui en réalité doit s'appliquer seulement aux conglomérats quaternaires ; ceux-ci se distinguent des poudigues de la Molasse par la forme généralement moins arrondie de leurs éléments, par leur teneur en galets dolomiques plus ou moins profondément corrodés, par un ciment relativement peu abondant et plus ou moins argileux, par leur aspect vacuolaire et poreux, et par l'apparence ruiniforme de leur falaises.

Les *Eclogae* ont publié récemment une courte notice de M. J. STITZENBERGER (135) consacrée aux affleurements molassiques des environs de Stockach. L'auteur donne plusieurs listes de fossiles récoltés les uns dans la Molasse d'eau douce de Stockach, les autres dans la Molasse marine de Berlingen et Hildisburg. Une courte mention des mêmes observations a paru d'autre part dans les Actes de la Soc. helv. des sciences naturelles (134).

M. C. SCHMIDT (133) a étudié, en vue d'une expertise technique, des gisements d'argile qui existent aux environs de Bâle et qui appartiennent aux formations suivantes :

1^o Les argiles à Septaria de l'Oligocène moyen d'Allschwyl (Bâle-Campagne).

2^o Le Lœss qui existe dans la même région.

Il a comparé ces 2 formations aux dépôts correspondants qui sont utilisés pour la fabrication des briques dans la région d'Altkirch (Haute-Alsace).

QUATERNNAIRE

Erosion glaciaire. — Dans une conférence M. J. FRÜH (147) a traité de nouveau en détail la question de l'**érosion glaciaire**. Il commence par faire ressortir le contraste bien connu entre la topographie des régions couvertes par les glaciers et les formes créées par le ruissellement et la désagrégation. Il montre ensuite que seule une véritable érosion par le glacier peut expliquer d'une part ces accumulations de sables molassiques qui se mêlent souvent à la moraine de fond, de l'autre la répartition sur de vastes territoires et en quantité considérable de blocs enlevés à des couches peu épaisses, comme la Seelaffe de la crête du Rossbühl et « l'Appenzellergranit. » Il est impossible que ces blocs innombrables soient tous tombés de parois dominantes sur la surface du glacier.

M. Früh montre ensuite en détail les arguments qu'on peut tirer en faveur de l'érosion glaciaire de la forme en *trog* des vallées occupées une fois par de grands glaciers et remarque à ce propos que les différences entre les vallées purement fluviales et les vallées glaciaires proviennent non d'une différence essentielle dans le mode de ces 2 érosions, mais du volume occupé par le glacier, infiniment plus grand que celui où l'action directe du cours d'eau a pu se faire sentir. Comment expliquer d'autre part autrement que par l'érosion glaciaire les élargissements en entonnoirs des vallées à leur débouché sur le plateau molassique et aussi ces terrasses mamelonnées qui bordent des 2 côtés les principaux *trogs* et qui se distinguent si nettement par le détail de leurs formes des terrasses d'alluvions ou d'érosion fluviale ?

La dénivellation bien connue entre les vallées principales des Alpes et les vallées latérales ne peut en aucune façon résulter d'une érosion fluviale normale, tandis qu'elle se comprend facilement, si l'on admet avec Davis que la vallée principale a été surcreusée par son glacier d'autant plus que celui-ci était plus considérable. On peut en dire autant de la disposition de la plupart des vallées en une succession de bassins lacustres étagés, et aussi de certains lacs subalpins, qui ne s'expliquent par aucune forme d'érosion fluviale, ni par aucune dislocation tectonique. Plus encore peut-être faut-il nécessairement faire intervenir l'érosion glaciaire pour concevoir ces diffluences de vallées, telles qu'on en connaît autour du lac de Constance et au N du lac des Quatre-

Cantons, et ces transfluences dans lesquelles un seuil séparant une vallée d'une autre a été visiblement abaissé dans des proportions importantes par le glacier qui débordait au-dessus de lui.

M. J. BRUNHES (143), se basant sur la topographie spéciale des vallées glaciaires et des laisses mises à nu par la dernière phase de retrait des glaciers actuels, a cherché à faire ressortir l'importance de l'action des eaux sous-glaciaires dans le phénomène de l'érosion glaciaire. En somme, l'approfondissement des vallées est, d'après lui, effectué essentiellement par les eaux, le glacier lui-même ne faisant que supprimer les aspérités, arrondir les angles et élargir les formes.

Le même auteur (142) a d'autre part montré que beaucoup des formes considérées comme caractéristiques des vallées glaciaires se retrouvent avec des dimensions beaucoup plus petites dans le lit des cours d'eau torrentiels. Il conclut de cette observation que le mécanisme de l'érosion glaciaire, tout en produisant des effets morphologiques spéciaux, reste étroitement lié au mécanisme de l'érosion torrentielle; la différence entre les effets produits par ces 2 actions résultent surtout du fait que le volume du lit des glaciers pléistocènes dépassait infiniment celui des cours d'eau correspondants.

M. P. GIRARDIN (151) est arrivé aux mêmes conclusions, après avoir fait les leviers détaillés de plusieurs laisses glaciaires, en particulier de celles des glaciers de Bézin en Maurienne et de Zanfleuron dans les Alpes vaudoises. Le fait marquant de ces laisses réside dans la présence d'une ou plusieurs échines longitudinales, qui divisent le lit glaciaire en plusieurs thalwegs et qui sont dues évidemment à la division des eaux sous-glaciaires en plusieurs torrents qui érodaien simultanément et parallèlement.

Formations pléistocènes. — En tête de ce chapitre il convient de signaler une conférence tenue par M. FR. MÜHLBERG (159) sur les conditions géographiques de la Suisse pendant la période glaciaire. Après avoir exposé sommairement la genèse des régions alpines et subalpines jusqu'à la fin du Pliocène et refait l'historique de la question des formations glaciaires pléistocènes depuis Perraudin jusqu'à nos jours, l'auteur aborde le sujet de la topographie de notre pays avant la première glaciation, et montre comment tout le plateau suisse devait alors former une pénéplaine élevée, dominée vers le S par des Alpes beaucoup moins érodées et par conséquent beaucoup plus hautes que les chaînes alpines actuelles.

M. Mühlberg rappelle le passage du Deckenschotter supérieur à de la moraine qui a été constaté à l'Uthliberg, et admet que, pendant la phase d'érosion qui a séparé le dépôt des 2 niveaux du Deckenschotter, le niveau des vallées a été abaissé de 120 à 130 m. dans les régions subalpines. La seconde glaciation, dont on ne retrouve nulle part en Suisse les moraines, a été certainement moins étendue que la première ; les alluvions du Deckenschotter inférieur, qui lui correspondent, ont une épaisseur de 70 m. environ. Ensuite est venue la principale phase d'érosion, pendant laquelle plusieurs des grandes vallées ont été abaissées au-dessous de leur niveau actuel et la vallée de l'Aar a été creusée aux environs de Brugg de 200 m. environ.

Puis pendant la 3^e glaciation, les moraines frontales se sont déposées sur une ligne relativement très interne, passant à l'E de Wetzikon dans le bassin de la Linth, au S de Bremgarten dans le bassin de la Reuss, à l'E de Spiez dans le bassin de l'Aar et au S de Fribourg dans le bassin de la Sarine. En même temps se déposait la masse énorme des alluvions de la Haute Terrasse.

La nappe de ces alluvions a été à son tour profondément érodée, avant le développement d'une quatrième glaciation, qui a couvert tout le plateau suisse et une partie importante du Jura, et qui représente la glaciation principale. Cette énorme invasion de glaciers paraît du reste avoir été de courte durée, parce que son front n'est presque nulle part marqué par des talus morainiques nets, et le retrait qui l'a suivie a dû être rapide, amenant ainsi bientôt la dernière période interglaciaire. Celle-ci, marquée par les dépôts éoliens du Loess, a dû être aussi peu prolongée et posséder un climat assez semblable au climat actuel.

Enfin est survenue la dernière glaciation, dont les moraines frontales de Wangen, de Berne, de Mellingen, de Bülach, de Schaffhouse sont bien connues, et dont le retrait a été marqué par plusieurs stades d'arrêt et même par des retours offensifs.

M. Mühlberg calcule à 30 000 ans la durée des temps post-glaciaires depuis le commencement du retrait des glaciers, à 300 000 ans la durée de la dernière glaciation et à 2500 000 ans la durée totale de la période glaciaire, ces calculs étant basés sur les valeurs de l'érosion et de l'accumulation pendant les durées considérées. Puis il termine par quelques observations sur les variations du climat pendant les temps pléistocènes et sur l'influence qu'ont exercée les grandes crues

glaciaires sur la répartition des organismes animaux et végétaux.

Cet exposé de M. Mühlberg est surtout intéressant par l'interprétation qu'il donne des relations des Hautes Terrasses avec les moraines de Riss, interprétation toute différente de celle de Du Pasquier et de MM. Penck et Brückner, qui amène à concevoir 5 glaciations au lieu de 4.

Une brève citation de ce travail a paru dans les comptes rendus français de la Société helvétique des sciences naturelles (160).

J'ai parlé longuement dans de précédentes Revues de la publication désormais classique de MM. Penck et Brückner : « *Die Alpen im Eiszeitalter* » ; ceci me dispense d'analyser ici en détail une brochure publiée récemment par M. P. GIRARDIN (150) qui n'est en somme qu'un extrait de l'exposé synthétique de nos 2 confrères allemands.

Plusieurs études locales des terrains quaternaires ont vu le jour en 1907. C'est ainsi que M. M. LUGEON (156) a précisé l'extension prise par le glacier de la Grande Eau pendant la dernière phase de décrue. Il a reconnu d'abord une moraine locale qui, à Feydey sur Leysin, recouvre des surfaces de roches polies et striées suivant une direction NE-SW. Puis il a repaire exactement 3 moraines de retrait déposées par le glacier de la Grande Eau après que le glacier du Rhône eût abandonné la région ; l'une de ces moraines traverse la ville d'Aigle et se raccorde à la moraine latérale du château, la seconde coupe la vallée vers l'hôtel des Salines, la troisième occupe le bas des bois du Cheneau.

M. F. NUSSBAUM (163) a fait une étude détaillée des formations morainiques qui couvrent les deux flancs du Sigriswilergrass et a décrit les moraines des environs de Sigriswil, celles qui plus haut couvrent le col de Mayersmad, celles du bassin supérieur de la Zulg et enfin celles du Justithal. Ces moraines appartiennent en partie à la glaciation de Würm, en partie au stade de Bühl. Pendant la glaciation de Würm, une langue du glacier de l'Aar, débordant par le col de Mayersmad, s'écoulait dans la direction de Schwarzenegg et barrait la vallée de la Zulg, tandis que deux glaciers locaux descendaient du Sigriswilergrat par les vallées du Vorder et du Hinter Horrenbach, et déposaient des moraines latérales qui se sont conservées. Pendant le stade de Bühl, le niveau du glacier de l'Aar s'étant considérablement abaissé, les glaciers locaux se sont développés d'une façon plus complète, et on re-

trouve nettement la trace de 7 d'entre eux ; le principal suivait le Justithal et déposait ses moraines frontales en aval de Grön ; un second descendait le long du Zulggraben jusque vers Marbach ; 2 autres occupaient la région des sources du Vorder et du Hinter Horrenbach ; enfin 3 petits glaciers étaient suspendus sur le flanc occidental de la partie méridionale de la chaîne. La vallée supérieure de la Zulg et le Justithal sont de véritables trogs, dont le modelage a dû se faire déjà avant la glaciation de Würm. Enfin les formes de tout ce territoire ont été modifiées d'une façon importante pendant les temps postglaciaires par les transports et les dépôts torrentiels, ainsi que par les accumulations de matériaux éboulés.

M. B. AEBERHARDT (137) s'occupe depuis longtemps des divers niveaux d'alluvions de la plaine suisse à l'W de l'Aar. Ses études l'ont amené à modifier complètement l'idée qu'on se fait généralement des relations existant entre les moraines des 2 dernières glaciations et les alluvions des Hautes et des Basses Terrasses. Ces 2 systèmes d'alluvions, qu'on arrête avec les lignes respectives des moraines de Riss et de Würm, se continuent en réalité fort loin en amont de ces lignes, la Basse Terrasse jusqu'à Montbovon dans la Gruyère, la Haute Terrasse jusqu'à Broc. Aussi doit-on admettre que, loin de s'être déposées pendant les maxima des 2 dernières glaciations, ces alluvions sont interglaciaires.

J'aurai du reste l'occasion de revenir l'an prochain sur ces idées, dont M. Aeberhardt a publié en 1908 un exposé plus détaillé.

Nous devons à M. FR. NUSSBAUM (162) une nouvelle étude des alluvions du Seeland. L'auteur commence par décrire une série de dépôts localisés sur les hauteurs molassiques du Frienisberg et du Bucheggberg entre 500 et 680 m., recouverts par la moraine de Würm et reposant tantôt sur de la moraine, tantôt directement sur la Molasse. Ces alluvions ont souvent une stratification horizontale, parfois la stratification oblique des deltas ; elles sont constituées exclusivement ou en très grande partie par des roches du bassin de l'Aar. Les principaux affleurements se trouvent vers Meikirch (680 m.) et Ortschwaben (600 m.) sur le flanc SE du Frienisberg, au dessus de Schüpfen (570 m.), puis sur le Bütenberg au Bartholomäushof (540 m.), sur le Bucheggberg, au dessus de Arch (530 m.) et vers Schnottwyl (535 m.), enfin entre la vallée du Limpach et celle de Schüpfen, au N. de Rapperswyl, vers Zuzwil et vers Wiggiswil. Tous ces dépôts

doivent être considérés comme des formations fluvioglaciaires, déposées au moins en partie dans des lacs de barrage, à proximité du glacier; ils sont antérieurs à la dernière glaciation, mais n'appartiennent pas au Deckenschotter.

Passant ensuite à la grande vallée Morat-Büren, M. Nussbaum montre que, depuis le lac de Morat jusqu'à Soleure, les 2 versants de cette large coupure sont couverts près de leur pied, jusqu'à une altitude qui peut atteindre 40 m. au dessus du thalweg, par des graviers diversement stratifiés qui portent de la moraine rhodanienne. Dans la partie amont de ce tronçon les alluvions sont formées d'éléments rhodaniens, mêlés à des roches du bassin de la Sarine et du plateau molassique, tandis que vers l'aval elles contiennent une proportion importante de roches du bassin de l'Aar; elles se mêlent en alternances répétées à des couches de moraine de fond ou de moraine remaniée; elles ne sont que partiellement cimentées et leur stratification est en général horizontale. Le contact entre le gravier et la moraine est tantôt franc avec une discordance nette de la seconde sur les premiers, tantôt au contraire confus, les 2 dépôts superposés ayant été manifestement enchevêtrés par des mouvements déterminés par le glacier. La composition de cet ensemble varie d'un bord à l'autre de la vallée en ce sens que du côté du NW les éléments rhodaniens se mêlent à une quantité considérable de calcaires jurassiens, au lieu que du côté SE les roches du bassin de la Sarine et de l'Aar sont beaucoup plus abondantes. Les moraines ont conservé sur de grandes longueurs la forme en talus, et elles vont se souder près de Soleure à une moraine frontale, qui appartient au système de Würm.

Pendant la glaciation de Würm le glacier du Rhône a déterminé la formation sur ces 2 flancs d'une série de lacs de barrage, dans lesquels se sont déposées des alluvions, reconnaissables actuellement à leur fraîcheur, à leur non cimentation et aussi à leur mode de stratification et leur position relativement aux moraines latérales; c'est dans cette catégorie de dépôts qu'il faut faire rentrer les alluvions de Diesbach au S du Bürenberg, de Lobsigen au S d'Aarberg, de Sutz et Nidau, de Cornaux-Cressier etc.

Après le retrait du glacier un grand lac a dû se former en amont des moraines internes jusqu'à Orbe, comme Alphonse Favre l'avait déjà reconnu, et son niveau à 450-451 m. est nettement marqué par une succession de terrasses qui existent vers l'extrémité orientale du Büttenberg, sur la rive droite de

l'Aar à Leuzingen et Lüsslingen, aux environs mêmes de Morat. C'est dans ce lac qu'ont dû se former le delta qui se développe entre Kallnach Walperswil et Lyss et qui est dû à l'Aar, celui qui se trouve près de Greng et le delta supérieur de l'Areuse à Boudry.

L'étude comparative de ces différents faits amène aux résultats suivants : Les graviers qui existent sur les plateaux du Frienisberg et du Bucheggberg et qui se composent exclusivement de matériaux charriés par l'Aar, se sont probablement déposés pendant une phase ancienne de la glaciation de Riss, à un moment où le glacier de l'Aar s'avancait jusqu'à Meikirch et Zuzwil. Ensuite est venu le maximum de la glaciation de Riss, pendant lequel le glacier du Rhône, envahissant la région entière, a creusé les vallées du pied du Jura et du Seeland, rabotté tous les plateaux molassiques et donné aux vallées du Limpach et de l'Urtenen leur forme et leur niveau actuels. Au début de la glaciation de Würm le glacier de l'Aar a de nouveau atteint avant celui du Rhône le pays au N de Berne et, tandis que son front stationnait vers Zollikofen et Münchenbuchsee, les eaux de fusion qui en sortaient répandaient des alluvions dans la région de Hindelbank-Fraubrunnen et dans le Lyssbachthal. Pendant le maximum de cette dernière glaciation, une nouvelle phase d'érosion s'est fait sentir dans le Seeland ; puis, le recul ayant commencé, le glacier du Rhône s'est retiré dans les 2 dépressions des lacs de Neuchâtel et de Morat et devant ce double front se sont accumulées les alluvions fluvio-glaciaires, auxquelles se sont mêlés d'un côté les graviers de la Sarine et de l'Aar, de l'autre ceux des torrents descendant du Jura ; des dépôts correspondants se formaient en même temps sur les 2 flancs du glacier, où alluvions et moraine latérale devaient forcément se mêler. Enfin une dernière poussée en avant a ramené jusqu'à Soleure le glacier du Rhône, qui a labouré les alluvions dans l'axe de ces deux vallées, les a recouvertes dans les régions marginales de moraines latérales, et a en particulier déterminé la formation de plusieurs petits lacs de barrage, à Kosthofen et à Diessbach. Le retrait définitif a été suivi de la formation du grand lac Orbe-Soleure, dont il a été question.

L'interprétation de M. Nussbaum est, comme on le voit, très différente de celle proposée antérieurement par M. Æberhardt ; elle conçoit toutes les alluvions de la région étudiée comme directement fluvio-glaciaires et, au lieu de répartir les différents niveaux d'alluvions entre les 4 grandes glaciations,

elle les attribue à des phases successives des 2 dernières seulement, en se basant sur leur cimentation imparfaite et leur décomposition peu avancée ; elle fait intervenir l'érosion glaciaire dans l'approfondissement de la dépression sub-jurassienne et le modelage des plateaux molassiques et elle reprend l'idée du grand lac post-glaciaire énoncée par Alph. Favre.

M. O. FREY (145) a terminé récemment une importante étude sur l'origine des vallées entre Reuss et Emme et sur les formations pléistocènes qui existent dans ce secteur.

Dans une courte introduction l'auteur décrit le caractère général topographique du territoire dont il s'est occupé, en faisant ressortir particulièrement le contraste frappant que présentent d'une part les vallées descendant du Napf, de l'autre celles qui s'allongent du S au N entre le lac des Quatre Cantons et l'Aar.

Ensuite M. Frey montre combien l'ablation a du être considérable dans la région molassique, et comment en particulier la Molasse d'eau douce supérieure a du avoir un développement beaucoup plus grand que son extension actuelle. Dans la Suisse occidentale, par suite du relèvement longitudinal des couches, l'érosion a été spécialement forte et l'on voit disparaître de ce fait vers l'W d'abord la Molasse d'eau douce supérieure, puis la plus grande partie de la Molasse marine. À ce propos l'auteur discute quelques points contestés de la stratigraphie des termes supérieurs du Tertiaire subalpin.

A la fin de la période de sédimentation molassique, la région de la plaine suisse devait, d'après M. Frey, être un territoire plat et peu élevé au dessus de la mer, sur lequel les rivières descendant des Alpesjetaient des alluvions en abondance et ceci particulièrement dans le secteur du Napf actuel et dans la partie molassique des Cantons de St-Gall et Appenzell. L'écoulement des eaux de cette vaste étendue devait se faire vers le NE, soit vers le Danube, tandis que rien d'équivalent au Rhône et à l'Aar actuels traversant le Jura n'existaient encore. Il est du reste clair que l'hydrographie de cette époque ne peut en aucune façon être précisée, puisqu'une grande partie des dépôts formés alors par les eaux a été enlevée depuis lors.

Lorsque le plissement de la Molasse a commencé, les cours d'eau ont du d'abord maintenir leur direction et l'hydrographie a conservé momentanément son caractère gé-

néral. Mais le ridement s'accentuant, son action a prévalu sur l'érosion, et il faut admettre que la formation des vallées actuelles n'a commencé qu'après le soulèvement de la molasse, en tenant compte du fait que premièrement les terrasses les plus anciennes ne sont pas affectées par les plissements, que secondement les coupures des vallées ne semblent avoir eu aucune influence sur les formes tectoniques de la Molasse.

Quant à l'évolution de l'hydrographie pendant le Pliocène et le début des temps pléistocènes, M. Frey rejette l'hypothèse émise récemment par M. Brückner pour expliquer l'abondance des galets alpins dans les alluvions anciennes de la Haute Alsace. Il admet d'autre part que, par suite de l'enfoncement de la région qui sépare la Forêt Noire du Jura, cette zone est devenue comme un drain de première importance, dont les affluents venant du S ont creusé d'autant plus facilement leur lit que celui-ci était plus incliné et que les formations tendres de la Molasse lui offraient moins de résistance. Ainsi a été créée par érosion régressive la tranchée transversale de Brugg-Koblenz et ainsi ont été captés successivement l'Aar, la Reuss, la Limmat et le Rbin, dont les eaux s'écoulaient jusqu'alors vers le Danube.

Passant ensuite à l'étude du Deckenschotter dans le territoire considéré, M. Frey décrit tous les affleurements de cette formation qu'il a constatés, et arrive à la conclusion qu'ici, comme dans la Suisse orientale et comme dans la région de Bâle-Koblenz, on retrouve 2 niveaux de Deckenschotter. Le Deckenschotter ancien n'est du reste plus représenté que par des lambeaux peu étendus, qui existent sur la chaîne du Homberg, à l'E du Winenthal, et en particulier à la Wandfluh. A propos de ce dépôt, l'auteur conteste le bien fondé, pour cette région de la Suisse, de l'hypothèse d'une pénéplaine préglaciaire, sur laquelle se serait déposée une nappe continue de Deckenschotter. Il admet au contraire qu'au moment du dépôt de ces premières alluvions la région considérée avait la forme d'un pays de collines, traversé par des vallées peu profondes et que l'alluvionnement a été ainsi localisé dans les vallées et les parties basses.

Le Deckenschotter récent est particulièrement bien développé sur le versant W du Winenthal et sur la ligne de hauteurs qui sépare les vallées de la Suhr et du Ruederchen. En comparant l'altitude du plan de superposition de cette formation avec celle des sommets molassiques voisins, on constate que cette phase d'alluvionnement a été précédée d'une

érosion importante; ainsi au Schiltwald, entre Suhr et Ruederchen, la Molasse s'élève jusqu'à 150 m. au-dessus du plan de superposition du Deckenschotter au Güetch (720 m.). Il est donc certain que le Deckenschotter récent n'a pas formé non plus une nappe d'alluvions continue, mais qu'il dû prendre une grande extension, comblant complètement certaines vallées et couvrant en bonne partie les plateaux.

La limite de la glaciation pendant le dépôt du Deckenschotter ancien est nettement marquée par l'apparition de caractères morainiques suivant une ligne passant par la Wandfluh vers Zetzwil, par Kulm, Siggenberg et Egg, tandis qu'il n'est pas possible de fixer la position occupée par le front des glaciers pendant la formation du Deckenschotter récent (période de Mindel). Les 2 systèmes d'alluvions dérivent nettement d'un glacier de la Reuss.

Les observations de M. Frey, qui concernent la Haute Terrasse peuvent se résumer comme suit: les dépôts de cette période ne peuvent être constatés avec certitude qu'en dehors des moraines de Würm. Dans le Seetal la Haute Terrasse existe au Staufberg près de Lenzburg jusqu'à 520 m. Dans le Winenthal les principaux affleurements se trouvent dans la région de Kulm (550 m.) du Grosser et du Kleiner Rain (515-520 m.), de Teufenthal et de la Fornegg (490-510 m.), de Bleienrain (480 m.), de Moorthal (470-480 m.), de Gränichen-Vorstadt (460-490 m.). Dans le bassin de la Suhr on retrouve des lambeaux de Haute Terrasse entre Schloosrued et Schöftland, près de Niederhofen (520-525 m.) à « Auf der Suhre » et au Haberberg, puis au S de Holziken (490 m.), au Ghürst entre Holziken et Safenwil (470 m.) enfin au Studenrain (490 m.) et au Buchlisberg (500 m.). Dans le bassin de la Wigger il faut attribuer au système de la Haute Terrasse les alluvions qui, dans la vallée de la Luthern entre Zell et Willisau, sont développées depuis le niveau du thalweg actuel jusqu'à 30 ou 40 m. au-dessus, puis des graviers affleurant à Kastelen sur Alberswil (570 m.), sur le versant W du Wiggenthal au S de Langnau (510 m.) et au Hirzenberg près de Zofingue.

Dans la vallée de la Langeten les alluvions de la Haute Terrasse existent d'abord sur le Hinterberg, où elles prennent un grand développement et sont souvent couvertes d'argile glaciaire, puis dans les environs de Madiswil.

Ces alluvions des Hautes Terrasses sont couvertes sur de grands espaces, vers les débouchés des vallées de la Reuss, de la Bünz, de la Wina et de la Suhr et en dehors des mo-

raines terminales de Würm par des dépôts morainiques, et ceci de telle façon que fort souvent la Haute Terrasse paraît avoir été profondément érodée avant la formation de la moraine sus-jacente. De plus le matériel de cette dernière est en grande partie rhodanien, tandis que dans les alluvions ce sont des galets du bassin de la Reuss qui prédominent exclusivement. Ces faits ont amené, comme on le sait, M. Mühlberg à admettre 2 glaciations, l'une correspondant au dépôt de la Haute Terrasse, l'autre au dépôt des moraines externes, séparées par une longue période de retrait. M. Frey ne croit pas cette explication probable, et considère la Haute Terrasse et la moraine sus-jacente comme formées pendant 2 phases successives d'une seule et même glaciation. La phase de dépôt de la Haute Terrasse correspondait à une extension des glaciers à peu près semblable à celle que marquent les moraines de Würm.

Passant à l'hydrographie, telle qu'elle devait être au début de la période de Riss, M. Frey montre qu'alors la distribution des cours d'eau et l'état d'approfondissement des vallées étaient déjà dans un état assez voisin de l'état actuel, le creusement des vallées molassiques entre Emme et Reuss ayant dû s'effectuer en grande partie pendant la période interglaciaire Mindel-Riss. C'est pendant cet intervalle entre la

- deuxième et la troisième glaciation que la Reuss a dû abandonner la ligne Lowertz-Zug, pour s'écouler par le bassin moyen du lac des Quatre Cantons et Küssnacht, et que l'Aar a adopté son cours actuel par Thoune, Berne et Aarberg. La Petite Emme semble avoir pris alors la direction du Wiggerthal ; la Roth, la Suhr, l'Aar, la Bünz, la Wina se trouvaient déjà avant la glaciation de Riss dans des conditions semblables à leur état actuel, ainsi que la Grande Emme. La Langeten s'écoulait de Huttwil vers l'E pour se jeter dans la Wigger-Petite Emme.

Quant au niveau des vallées à la fin de la période interglaciaire Mindel-Riss, on peut démontrer qu'il se trouvait au-dessous de la surface des Basses Terrasses pour la vallée de l'Aar et au niveau des thalwegs actuels sinon au-dessous pour les vallées latérales.

Lors de la glaciation de Riss il a dû se produire un premier stade d'arrêt des glaciers suivant une ligne approximativement voisine de celle des moraines de Würm, et pendant cet arrêt un alluvionnement intense s'est effectué dans la vallée de l'Aar, dans celle de la Reuss et, par contre coup, jusque dans les vallées qui n'hébergeaient aucune langue gla-

ciaire, comme celle de la Luthern par exemple. Dans le bas de la vallée du Ruederchen, au S de Schœftland, des graviers et des sables à stratification inclinée, qui prennent une grande extension, semblent avoir formé un delta dans un lac barré par le glacier de Reuss qui occupait alors la vallée de la Suhr. Ensuite est venue la seconde phase de la glaciation de Riss, qui a amené les glaciers jusqu'au N du Jura, et il paraît probable que l'érosion des alluvions des Hautes Terrasses, qui s'est produite avant le dépôt de la moraine de fond superposée dans la région de Brugg, d'Aarau, etc..., est essentiellement due à une sorte de labourage glaciaire.

Après cela, M. Frey aborde l'étude des moraines de Würm et des alluvions des Basses Terrasses ; passant rapidement sur la région très connue de la Reuss et de la Suhr, il s'arrête plus longuement à décrire les formations morainiques du bassin de la Wigger et des environs de Wertenstein dans la vallée de la Petite Emme ; il établit ainsi la limite occidentale du glacier de la Reuss qui passe par Egotswyl, Höngg, Alberswyl, et Ettiswyl. Un bras de ce même glacier remontait pourtant, encore pendant la dernière glaciation, la vallée de la Petite Emme jusque près de Wolhusen et forçait ainsi ce cours d'eau à se frayer un passage par Menznau sur Willisau. Le seuil qui sépare Wolhusen de Willisau paraît du reste avoir été considérablement élevé dans la suite par le dépôt d'une épaisse couche d'alluvions.

L'Emme a été forcément influencée d'une façon très importante dans tout son cours inférieur par la progression du glacier de l'Aar qui, formant le flanc droit du glacier du Rhône s'étendait au SE jusqu'à la ligne Burgdorf-Alchensdorf-Seeberg-Oenz. Barrée à Burgdorf, elle a dû se frayer un chemin sur le flanc du glacier et a cheminé par la ligne Burgdorf, Wynigen, Riedwyl, Bleienbach, Langenthal, en subissant du reste dans la dernière partie de son cours des modifications successives, qui l'ont fait passer soit par la vallée de la Langeten jusqu'à Murgenthal, soit par Herzogenbuchse et Bützberg, soit encore par Oenz. L'Emme était à ce moment renforcée par de nombreuses émissaires latéraux du glacier de l'Aar qui débordait sur le versant droit de sa vallée à Schwarzenegg, à Linden, à Zäziwyl, à Walkringen et à Sinneringen.

Il paraît évident que lors du maximum de la glaciation le barrage de l'Emme par le glacier du Rhône-Aar devait se faire plus loin vers l'amont et que plusieurs anciennes vallées mortes ont été créées par le passage momentané de ce cours

d'eau, ainsi en particulier la coupure si caractéristique qui relie Lützelfluh et Sumiswald à Huttwil. La formation de semblables vallées par le débordement latéral d'un lac de barrage glaciaire paraît du reste avoir été un phénomène très fréquent pendant les diverses glaciations et M. Frey en cite de nombreux exemples. Il est clair du reste qu'il faut mettre en relation avec la formation de ces lacs barrés par les glaciers, le dépôt de nombreuses alluvions en strates inclinées suivant le mode des deltas et l'auteur décrit en détail des dépôts de ce genre qui se sont formés, soit dans la vallée de la Petite Emme, entre Malters et Littau, soit dans la vallée de Krienz, pendant que le glacier de la Reuss obstruait encore le débouché de ces deux vallées et y déterminait l'accumulation des eaux en des lacs importants.

M. Frey, abordant ensuite la question de l'influence qu'ont exercée les glaciers sur le modelé de la topographie, adopte la notion d'une puissante érosion glaciaire, facilitée dans le cas particulier par la structure peu résistante de la molasse. Il considère la large coupure qui relie la région de Sursee à celle de Schötz comme créée par une langue du glacier de la Reuss ayant débordé latéralement, qui a creusé sous elle jusqu'à la supprimer presque complètement la dénivellation préexistante. Il attribue à une cause toute semblable la forme de la vallée du Dürnbach entre Knuttwyl et Dagmersellen avec le seuil peu élevé qui la sépare de la vallée de la Suhr et la largeur de son profil tout à fait disproportionnée à l'importance du cours d'eau insignifiant qui la suit. Il montre en outre que toute la topographie si caractéristique du pays molassique compris entre la Wigger et la Reuss ne peut s'expliquer que par une puissante action modelante glaciaire. Cette action ressort déjà clairement du contraste qui existe entre les parties de ces vallées occupées par la dernière glaciation et celles qui ne l'ont pas été; elle ressort également de la façon dont les vallées de la Wigger, de la Suhr, de l'Aa, débouchent toutes vers l'amont sur la ligne Emmenbrücke-Sins par de larges ouvertures. Du reste l'explication qu'on a voulu donner de la création de ces vallées beaucoup trop vastes pour les cours d'eau qu'elles hébergent, en supposant des déplacements successifs de la Reuss, est fort peu satisfaisante, vu l'invraisemblance de ces déplacements répétés; elle ne tient compte ni du contraste entre les parties glaciées et non glaciées pendant la période de Würm, ni des nombreuses irrégularités des profils longitudinaux du Seetal, du Suhrthal, etc.... Aussi faut-il admettre que la Reuss avait déjà avant la

glaciation de Würm à peu près son cours actuel et que, à l'W de la Reuss, le plateau était drainé par des cours d'eau qui suivaient approximativement les lignes de la Wigger, de la Suhr, de l'Aa, de la Bünz, et qui par le recul de leurs sources avaient abaissé les seuils qui les séparaient de la vallée de la Reuss-Petite Emme, tout en creusant leurs lits au-dessous du niveau des thalwegs actuels.

Ensuite est venue la dernière invasion du glacier de la Reuss et celui-ci, débordant par dessus le flanc gauche de sa vallée a envoyé des langues plus ou moins indépendantes dans la vallée du Rothbach et de la Wigger, dans le Suhrthal, le Wynenthal, le Seethal, le Bünzthal, qu'il a considérablement élargis et ouverts largement vers le S. Cette action du glacier est envisagée jusque dans ses détails par l'auteur, dont nous ne pouvons malheureusement pas citer les innombrables observations.

Passant au bassin du glacier du Rhône, M. Frey fait ressortir la largeur des coupures qui traversent du SW au NE cette partie du plateau suisse, soit celle d'Yverdon, Neuchâtel, Bienne, Pieterlen, Soleure, celle de la vallée de la Broye qui se continue par Büren sur Soleure, celle du Limpachthal qui se suit de Lyss par Gross-Affoltern sur Bätterkinden et Wangen et celle qui passe par Neuenegg, Berne et Utzensdorf. La largeur de ces vallées, tout à fait disproportionnée aux cours d'eau qui les suivent ou les ont suivies, est d'autant plus frappante qu'elle contraste avec les formes relativement étroites des vallées actuelles de l'Aar en aval de Berne et de la Sarine en aval de Fribourg. Elle ne s'explique que par l'intervention d'une puissante érosion glaciaire, et les lignes de hauteur qui séparent ces dépressions longitudinales ont dû elles-mêmes subir un rabottage intense. Le glacier a dû non seulement abaisser le niveau général de la région molassique qu'il a couverte et creuser ces vastes sillons parallèles à sa direction de marche ; il a encore par sa crue progressive barré les cours d'eau qui, débouchant des Préalpes, s'écoulaient auparavant dans la direction du NW, la Sarine et la Singine en particulier, et en a rejeté le cours au NE ; c'est ainsi que la Singine qui suivait probablement d'abord le vallon du Gotteron puis celui du Tafersbach a été rejetée pendant la glaciation de Würm dans la direction de Thörishaus et Berne.

L'auteur décrit ensuite la topographie si particulière du bassin de la Glatt et de la Thurgovie et montre qu'ici encore la seule explication satisfaisante se trouve dans l'hypothèse d'une importante action érosive des diverses langues du gla-

cier du Rhin, qui, pénétrant dans des vallées préexistantes, les a considérablement élargies. Il est clair du reste que cette action des glaciers n'a pas été limitée à la période de Würm et qu'elle est intervenue avec une force particulière pendant la glaciation principale de Riss, ce qui fait qu'on en retrouve facilement des traces jusque dans le domaine des moraines externes. C'est probablement pendant cette même glaciation de Riss que les cours d'eau descendant de l'Emmenthal et du Napf, barrés au N par le glacier du Rhône, ont créé les coupures dirigées du SW au NE qui relient obliquement entre elles les vallées de la Langen, de Saint-Urbain et de Vor dem Wald.

Dans un dernier chapitre, consacré spécialement à la question de l'origine des lacs subalpins, M. Frey commence par démontrer que les lacs de Sempach, de Baldegg et de Halwyl ne peuvent pas être considérés comme simplement barrés par un cirque de moraines, car leurs fonds correspondraient à des vallées, dont le niveau serait notablement plus bas que tout niveau admissible. Comme une origine tectonique de ces cuvettes lacustres n'est absolument pas possible, il ne reste plus qu'à faire intervenir dans la création de ces cuvettes l'érosion glaciaire. Le lac de Sempach en particulier s'est visiblement formé immédiatement en amont de l'endroit où la digitation du glacier qui occupait la vallée de la Suhr s'est divisée en plusieurs bras et a perdu ainsi une grande partie de sa puissance érosive. De nombreuses cuvettes lacustres qui avaient été créées de la même façon dans les diverses vallées de l'Argovie ont été comblées peu-à-peu et transformées en des marais tourbeux au fond de craie lacustre.

Il existe du reste évidemment dans la même région quelques lacs purement morainiques, c'est-à-dire situés dans des dépressions des dépôts glaciaires, ainsi le Soppensee dans le Roththal, le Mauensee à l'W de Sursee et un grand nombre de cuvettes lacustres transformées en marais tourbeux; mais toujours les lacs ayant cette origine ont de petites dimensions et des formes irrégulières caractéristiques. Le petit lac de Tutensee au S de Willisau est barré par un cône de déjection torrentiel; quant au Rothsee au N de Lucerne, il est limité par des moraines de retrait du glacier de la Reuss et situé dans une ancienne vallée de la Petite Emme.

A propos de l'origine du lac des Quatre Cantons et du lac de Zoug, l'auteur signale la découverte près de Küssnacht, à un niveau de 575 m., d'alluvions stratifiées obliquement, qui appartiennent selon lui à un delta interglaciaire formé à une

époque où le niveau du lac était d'au moins 140 m. plus élevé que le niveau actuel ; il établit un rapprochement entre cette formation et un autre dépôt de même nature, qui se trouve au niveau de 550 m. au N du lac de Zoug près de Steinhausen. Il est évident d'autre part que le bassin de l'Urnersee et celui du lac de Zoug ne peuvent pas être, comme certains auteurs l'ont admis, 2 tronçons successifs d'une ancienne vallée de la Reuss, puisqu'ils sont séparés par un seuil molassique qui affleure près d'Ober Arth et dont le niveau est supérieur d'au moins 240 m. à celui du fond du lac de Zoug et d'au moins 230 m. à celui du fond de l'Urnersee. Des raisons toutes semblables empêchent de voir dans le bassin du lac de Zoug simplement un prolongement de la vallée de la Muotta.

Les anomalies topographiques des environs du lac des Quatre Cantons ne semblent pouvoir être expliquées d'une façon satisfaisante que si l'on suppose que le relief, fixé dans ses grands traits par l'érosion fluviale, a subi une modification profonde de tous ses détails du fait de l'érosion glaciaire. Ainsi s'expliquent en particulier les vallées de communication qui ne laissent entre elles que des îlots saillants (Rigi, Bürgenstock, etc.), les formes très peu profondément entamées par l'érosion fluviale de toute la partie inférieure des pentes, les saillies bien marquées que dessinent dans le relief les régions constituées par des roches particulièrement dures, enfin les grandes cuvettes qui constituent les principaux bassins lacustres. Le fait de la présence des îlots saillants qui subsistent au milieu du paysage ainsi modelé peut d'autant moins être invoqué contre la théorie de l'érosion glaciaire, que ces îlots eux-mêmes ont manifestement été limés et abaissés dans des proportions importantes par le glacier.

M. A. BALTZER (138) a observé dans les dépôts fluvio-glaciaires de l'Elfenau, près de Berne, une curieuse dislocation : les strates se sont effondrées sur une largeur d'environ 10 m. et d'une hauteur de 10 m. à peu près entre 2 fractures parallèles, marquées par des sortes de filons vaseux. La cause de ce tassement paraît être une érosion souterraine effectuée par un cours d'eau circulant à la limite des graviers et de la moraine sous-jacente.

Dans une étude topographique des environs de Brunnen (Schwytz) M. J. FRÜH (148) décrit d'abord les terrasses de l'Urmiberg et d'Ingenbohl-Hinter Ibach, qui encadrent la vallée de la Muotta à l'E et à l'W, et dont la surface mame-

lonnée est formée par de la roche en place, en partie créta-
cique, en partie éocène, sauf dans les environs d'Ibach qui
sont déjà sur le delta de la Muotta.

L'auteur discute ensuite l'origine de la colline de Bühl, qui
s'élève à l'W de Brunnen et paraît formée essentiellement
d'Urgonien. En se basant sur l'aspect des quelques affleure-
ments de cette roche, qui montrent des plongements très
irréguliers et la position de l'Urgonien très anormale relati-
vement aux formations crétaciques voisines, il admet qu'il
doit s'agir ici d'un amas de blocs tombé des parois de l'Axen-
strasse sur le glacier de la Reuss et transporté par celui-ci
sur son emplacement actuel pendant le stade de Bühl.

A la suite de cette note, je cite ici simplement une autre
publication de M. J. FRÜH (146) qui n'est qu'une reproduction
en allemand de la définition de l'origine de la vallée de la
Toess parue déjà en français en 1906 et dont j'ai parlé dans
la précédente Revue.

Dans une courte notice consacrée aux environs de Saint-
Gall, M. Ch. FALKNER (144) a d'une part précisé la position
de la limite entre la Molasse marine et la Molasse d'eau douce
supérieure, d'autre part signalé quelques faits intéressant les
formations pléistocènes. Il a décrit plusieurs moraines qui
subsistent à l'W de Saint-Gall et défini les caractères parti-
culiers du Deckenschotter du Tannenberg.

La conservation des blocs erratiques intéresse de plus en
plus tous ceux qui s'occupent de la période glaciaire et les
sociétés de sciences naturelles en général. A ce propos je dois
signaler en passant un rapport de M. J. FRÜH (149) consacré
aux blocs erratiques du canton de Thurgovie et au rôle qu'ils
jouent dans la compréhension des extensions successives du
glacier du Rhin. L'auteur montre comment depuis bien long-
temps l'attention des populations a été attirée par les blocs
erratiques qui ont valu leur nom à d'innombrables localités,
mais comment aussi ces mêmes blocs ont été détruits systé-
matiquement pour les besoins de l'agriculture ou pour des
constructions. Il rappelle par contre le mouvement qui s'est
manifesté peu à peu en Suisse sous l'impulsion d'Alph. Favre,
de L. Soret, d'A. Heim, etc. en faveur de la conservation de
ces témoins des grandes glaciations, et les enquêtes qui ont
été faites en particulier dans le canton de Thurgovie sur la
répartition des blocs erratiques.

Enfin il propose les mesures suivantes à la Société thurgo-
vienne des sciences naturelles:

1^o Création d'une collection de types erratiques avec prise en considération particulière des régions élevées ; 2^o protection de tous les blocs de dimensions importantes ; 3^o photographie et repaire exact de tous les blocs dont la destruction est inévitable ; 4^o inventaire des monuments mégalithiques ; 5^o étude pétrographique des objets travaillés préhistoriques.

M. J. MEISTER (158) s'occupe de son côté de collectionner des échantillons des blocs erratiques si variés des environs de Schaffhouse, et s'efforce d'attirer l'attention de ses concitoyens sur l'intérêt que présentent de semblables collections. Il montre qu'un bloc erratique peut nous fournir de précieux renseignements soit par son altitude et sa position, qui nous indiquent l'extension d'une glaciation déterminée, soit par sa nature pétrographique qui nous permet de le rattacher à une roche en place connue. Puis il parle plus spécialement de la collection d'erratiques qui a été commencée par M. Schalch au Fäsenstaub (Schaffhouse) et dont il a pris lui-même la direction.

Cette collection comprend les principaux types suivants :

- 1^o Les calcaires du Randen, qui par places se mêlent en quantités importantes aux moraines du glacier du Rhin.
- 2^o Des calcaires noirs alpins, qui appartiennent soit au Crétacique, soit au Lias des chaînes à faciès helvétique.
- 3^o Des poudigues de la Molasse.
- 4^o Des grès molassiques et en particulier des échantillons de Seelaffe des environs de Rorschach-Saint-Gall.
- 5^o Diverses variétés de Verrucano.
- 6^o Des phonolithes du Hegau, et de rares échantillons de basaltes provenant du même groupe volcanique.
- 7^o Des granites du Julier et de l'Albula, et des amphibolites granatifères des Grisons.
- 8^o Des marbres et des quartzites des Grisons.
- 9^o Des gabbros, des porphyres de la Rofna.
- 10^o Des gneiss pegmatitiques du massif de Silvretta.
- 11^o Des schistes lustrés des Grisons.

L'auteur termine son rapport par la description de quelques beaux exemples de polissages glaciaires sur des surfaces de calcaire du Randen et par l'exposé des 3 desiderata suivants : conservation de quelques blocs erratiques particulièrement beaux, augmentation de la collection du Fäsenstaub, protection de quelques belles surfaces de roches polies et striées.

M. J. MEISTER (157) a réédité en 1907 une petite note concernant le cours interglaciaire du Rhin aux environs de Schaffhouse, dont nous avons parlé déjà dans la Revue pour 1906 et sur laquelle nous ne revenons par conséquent pas ici.

Nous devons à M. W. SCHMIDLE deux publications successives (164-165) consacrées aux **moraines de retrait de la glaciation de Würm au NW du lac de Constance**.

L'auteur distingue trois phases de retrait, dont chacune comprend à son tour plusieurs stades.

Dans la première phase un premier stade correspond aux limites frontales suivantes : Langenwiesen-Buchhalden dans la vallée du Rhin ; Schienerberg, Biethingen-Thayngen-Riedernhof dans la vallée de la Biber ; Welchingen, Ehingen, Grauenstein, Eigeltingen dans la dépression d'Engen ; Deutwang, Oberndorf dans la vallée d'Ueberlingen ; Alberweiler, Ruhstetten, Schlegel, Adriatsweiler, Kleinstadelhofen, Oberrhena dans le Frickingerthal ; Oberbethenbrunn, Aspen, Oberboshasel, Krumbach dans la vallée de Deggenhausen, Oberhomberg, Indentenburg sur les flancs du Höchsten ; Burgweiler, Ostrach dans le Pfrungerried.

Le second stade de cette première phase se distingue du précédent par une lobation beaucoup plus accusée du front du glacier, la plupart des plateaux émergeant de sa surface. Dans la vallée du Rhin les moraines terminales sont à Schlattingen, Diessenhofen et Gailingen ; dans la vallée de la Biber elles se trouvent à Buch, au NW de Gottmadingen et à Schorenberg. Dans la dépression d'Engen deux langues séparées s'étaient formées, dont l'une atteignait Mühlhausen-Rumisbohl, l'autre Volkertshausen-Volkertsbühl. Dans la vallée d'Ueberlingen le glacier dépassait un peu Orsingen et envoyait une langue latérale jusqu'à l'E de Stockach, puis venaient 2 langues partiellement confondues, qui devaient aboutir toutes deux vers Frickenweiler. Dans le Frickingerthal les moraines suivent la ligne Ebratsweiler-Aach-Linz.

La seconde phase de retrait correspond en grande partie aux « *Jungmoränen* » de M. Penck ; elle est marquée en général par 3 moraines concentriques, dont 2 grandes et une petite. Dans la vallée du Rhin ces moraines se trouvent aux environs d'Etzwilen. Dans la vallée de Radolfzell on distingue un système externe passant par Ramsen, Roseneck, Singen, Friedingen, Steisslingen, Bord, Rohrnang, Hals, un système moyen passant par Hittisheim, Witzenbohl, Frei-

bühl, Hirschbühl, Weidfeld, Bord, Vogelherd, et un système interne passant par le versant N du Galgenberg, Lü-mold, Haslen, Hauen, Langenrain. A l'époque correspondant à cette phase un lac de barrage devait exister devant le front du glacier dans la région de Singen. Dans la vallée d'Ueberlingen les 3 moraines frontales correspondant aux 3 stades se trouvent dans les environs de Wahlwies, une langue du glacier pénétrait jusque près de Stockach. Pendant les 2 premiers stades le glacier occupait encore le Bondor-ferthal jusque près de Bondorf; il en était de même pour le Billafingerthal qui, rempli de glace jusqu'à Seelfingen pendant les 2 premiers stades, est devenu libre pendant le der-nier. Dans le Friekingerthal on trouve les moraines frontales des 2 premiers stades vers Taisersdorf. Le long du Heiligen-berg les moraines des 2 derniers stades sont très nettes sui-vant la ligne Burgstall, Sandbühl, Hartberg, N de Lellwan-gen. Enfin des moraines appartenant à la seconde phase existerent au S d'Ellenfurth et dans le Pfrungenriedthal à Unterhomberg, Latten, Tischberg, Wilhemsdorf.

Après cette seconde phase est venu le retrait général connu sous le nom d'oscillation d'Aachen, pendant lequel le bassin du lac de Constance a été occupé par plusieurs lacs indépendants. Puis un nouveau retour offensif s'est produit, le glacier a recouvert les deltas accumulés dans les lacs préexistants et en a mamelonné la surface. Les moraines de cette dernière phase se distinguent des plus anciennes par le fait qu'elles reposent souvent sur des dépôts de Lœss, avec lesquels elles s'enchevêtrent d'une façon compliquée; il faut donc admettre que cette oscillation positive des glaciers a été précédée d'une période à climat de steppes, à laquelle correspond la couche à silex taillés du Kesslerloch, tandis que les 2 couches inférieures du Schweizersbild appartiennent au début de l'oscillation positive.

Après un maximum de glaciation, pendant lequel les lan-gues frontales ont atteint les extrémités des 3 digitations de l'Untersee, du Zellersee et de l'Ueberlingersee, l'auteur distin-gue 4 stades de retrait. Le premier est marqué par des mo-raines à Gaienhofen, Horn, Izwang, Markelfingen, Mindelsee, Dettingen, Ueberlingen, Rickenbach, Frickingen. Le second n'est indiqué que par des moraines peu importantes à Erma-tingen, la Reichenau, Hegne, Lützelstetten, Dingelsdorf, Nussloch, W du Göhrenberg. Le troisième stade est au con-traire très nettement marqué et influe profondément sur l'hy-drographie; ses moraines se trouvent à Zuben, Kreuzlingen,

Constance, Wollmatingen, Mainau, Unter Uhldingen, Daisendorf, Neuweiher, Aahausen, Markdorf, Rehweiler, Riethen. Enfin un dernier stade, bien net aussi, correspond aux moraines de Guttingen-Münsterlingen, Hagnau-Immenstaad, S de Markdorf, Schnetzenhausen, Unter Ailingen. L'île de Lindau se trouve sur une moraine plus interne encore.

Ces observations de M. Schmidle constituent un très heureux complément à celles que M. Hug a faites un peu plus à l'W et dont nous avons parlé plus haut.

MM. P. GIRARDIN et F. NUSSBAUM (152) ont étudié les **formations quaternaires de la Chaux d'Arlier** à l'W de Pontarlier et ont reconnu à cet endroit la superposition sur l'erratique alpin des moraines de 2 grands glaciers jurassiens. Ces moraines appartiennent non à un stade de retrait de la glaciation de Riss, comme le suppose M. Brückner, mais à la glaciation de Würm ; devant elles on trouve des galets siliceux épars, dont le dépôt évidemment plus ancien a du se faire pendant la glaciation de Riss.

M. K. STRÜBIN (168), qui s'occupe depuis plusieurs années des **blocs erratiques du Jura balois**, a signalé, dans un supplément à ses précédents rapports, 12 nouveaux blocs, qu'il a découverts aux environs de Gelterkinden, Hölstein, Läufelingen, Maisprach, Liestal, Langenbruck et qui proviennent tous des Alpes valaisannes ou du massif du Mont Blanc.

Préhistoire. — M. J. HEIERLI (154), qui a mené à bout pendant les années 1902 et 1903 les fouilles de la **grotte du Kesslerloch** près de Thayngen (Schaffhouse), a publié une description monographique détaillée de cette station paléolithique désormais classique.

L'auteur commence par rappeler les fouilles antérieures faites au Kesslerloch en particulier par Merk et Nuesch et refait l'historique des discussions violentes qui eurent lieu concernant l'authenticité des fameux dessins d'animaux découverts en 1874. Puis il décrit en détail ses propres fouilles.

Une seconde partie de l'ouvrage, rédigée par M. J. MEISTER donne un aperçu de la géologie des environs de la station paléolithique. Elle fait ressortir les relations existant entre le Jura schaffhousois et la région affaissée du Hegau et expose le rôle joué par les formations glaciaires et fluvio-glaciaires dans la topographie des environs de Thayngen. Elle montre enfin comment la vallée de la Fulach, après avoir été remplie

par des alluvions pendant l'oscillation d'Achen, a été ensuite couverte par des dépôts de plus en plus fins, d'abord sableux, puis argileux. Ces argiles contiennent aux abords du Kesslerloch les objets travaillés paléolithiques et l'on peut ainsi admettre avec M. Penck que cette station a été occupée déjà pendant l'oscillation d'Achen.

L'étude des ossements du Kesslerloch a été faite par M. C. HESCHELER et a confirmé exactement les données qui avaient été réunies sur la faune de cette station par Rütimeyer, puis par M. Th. Studer. L'immense majorité des os mis à jour proviennent du lièvre blanc ou du renne; les autres espèces communes sont le cheval, *Lagopus alpinus* et *Lagopus albus*. Pourtant M. Hescheler n'a pas retrouvé parmi les débris qu'il a étudiés des ossements variés de petits rongeurs semblables à ceux que M. Studer avait signalés; il n'a pu attribuer à cette catégorie d'animaux que quelques petits os, qui proviennent tous de *Spermophilus rufescens* et il en conclut que les petits rongeurs ne devaient pas constituer un élément essentiel de la faune de la région au moment de l'occupation du Kesslerloch. Par contre l'auteur a déterminé 2 espèces nouvelles pour ce gisement: *Capreolus caprea* et *Ovibos moschatus*.

La liste complète des espèces déterminées est la suivante:

<i>Lynx lynx</i> L.	<i>Equus caballus</i> L.
<i>Canis lupus</i> L.	<i>Asinus hemionus</i> Pall.
<i>Leucocyon lagopus</i> L.	<i>Rangifer tarandus</i> L.
<i>Vulpes alopec</i> L.	<i>Capreolus caprea</i> Gray.
<i>Gulo luscus</i> L.	<i>Capra ibex</i> L.
<i>Ursus arctos</i> L.	<i>Ovibos moschatus</i> Zim.
<i>Lepus timidus</i> L.	<i>Bison priscus</i> Rüt.
<i>Arctomys marmotta</i> L.	<i>Bos primigenius</i> Boj.
<i>Spermophylus rufescens</i> Keys Bl.	<i>Lagopus alpinus</i> Nils.
<i>Castor fiber</i> L.	<i>Lagopus albus</i> Gm.
<i>Elephas primigenius</i> Blum.	<i>Corvus corax</i> L.
<i>Rhinoceros tichorhinus</i> Cuv.	<i>Cygnus musicus</i> Bechst.

A propos de cette liste il faut remarquer d'abord que les restes de Canidés mis à découvert par les dernières fouilles sont relativement beaucoup moins nombreux que ceux qui étaient mêlés au matériel étudié par Rütimeyer et M. Studer. De plus les dernières fouilles n'ont fait découvrir aucun ossement de félin, et il faut remarquer aussi l'absence dans le matériel extrait par M. Heierli de tout reste de cerf.

Tous les ossements précités ont été récoltés dans la couche

principale du Kesslerloch, caractérisée par sa teinte jaunâtre (gelbe Kulturschicht). Quoique on ait distingué soigneusement les divers niveaux de cette couche pendant les fouilles, on n'a pu constater aucune variation de la faune de bas en haut. Au dessus de cette « gelbe Kulturschicht » vient une couche grisâtre qui en est séparée par un pavé très distinct et presque continu et qui contient aussi, quoique en petite quantité des débris de Vertébrés. Ce sont de beaucoup les os de lièvre blanc qui y sont les plus fréquents ; les espèces qui y ont été récoltées sont les suivantes :

Canis lupus L.	Elephas primigenius Blum.
Leucocyon lagopus L.	Equus caballus L.
Vulpes alopec L.	Sus scrofa L.
Lepus timidus L.	Rangifer tarandus L.
Spermophilus rufescens Keys	Lagopus sp.

En remaniant les matériaux extraits de la grotte lors des précédentes fouilles, M. Heierli a mis à jour quelques ossements, parmi lesquels il faut citer spécialement *Mustela martes*, *Talpa europea*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus* et *Pica caudata* dont on n'a trouvé en place aucun reste dans la « gelbe Kulturschicht ».

Enfin M. HESCHELER traite dans un chapitre à part de quelques ossements découverts vers l'entrée S de la caverne et qui offrent cet intérêt spécial qu'il comprennent en quantité appréciable des os de petits rongeurs, qui manquent presque complètement à l'intérieur de la grotte.

En résumé la faune du Kesslerloch a un caractère arctique-alpin très marqué et correspond du reste à un mélange d'habitants des steppes, des tundras et des bois.

M. E. Neuweiler a eu comme tâche d'étudier les quelques débris de bois et de charbon mis à jour par les dernières fouilles. Il a reconnu parmi ces objets des fragments de noisetier et de pin et est arrivé à la conviction que les morceaux de lignites souvent travaillés, qui sont mêlés aux outils des troglodytes, proviennent des couches charbonneuses de la molasse voisine.

M. Heierli s'est réservé la description des objets travaillés ; il commence son exposé par une étude des silex taillés, qui se trouvent en très grande quantité au Kesslerloch et ont pu être confectionnés exclusivement avec les silex que contiennent les calcaires suprajurassiques du voisinage. Parmi ces silex taillés il faut distinguer, à côté des nuclei et des dé-

chets très abondants, des racloirs de diverses formes, des couteaux et des scies, des burins, des poingons, des pointes de lances ou de flèche.

Les instruments en os sont aussi très nombreux et comprennent des alènes, différents modèles d'aiguilles, des poignards et des pointes de lances, des harpons, des bâtons de commandement percés d'un ou de deux trous et toujours ornés de dessins, des propulseurs.

Parmi les nombreux fragments de lignite récoltés au Kesslerloch beaucoup sont travaillés ; ils sont en partie percés d'un trou et ciselés en forme de perle irrégulière ou de pendeloque ; quelques uns portent des dessins au silex plus ou moins frustes. Les troglodytes se fabriquaient aussi d'autres ornements avec des objets variés, ainsi avec des dents, avec certains os de renne, avec des fossiles (ammonites, bélémnites, cerithes, etc.....).

Les œuvres d'art du Kesslerloch sont en partie connues depuis longtemps ; elles se répartissent naturellement en simples ornements, dessins d'animaux et sculptures. Les ornements sont tantôt ponctuées, tantôt linéaires et, dans le second cas les traits peuvent être dirigés irrégulièrement ou parallèlement ; il peuvent former entre eux des angles réguliers ou même des dessins géométriques (losanges) : parfois aussi ils dessinent des lignes courbes ou divergent à la façon de rameaux d'un axe médian.

Les dessins d'animaux font partie des trouvailles les plus intéressantes faites au Kesslerloch ; ils comprennent une figure de porc incomplète, 2 figures de chevaux complètes et 2 têtes isolées, 4 dessins de rennes, dont 3 il est vrai sont peu distincts, mais dont le quatrième, connu sous le nom de renne paissant, est tout à fait remarquable.

Parmi les sculptures les plus intéressantes, il faut citer celles que M. Nuesch a décrites et qui sont basées sur un dessin géométrique, dont le motif essentiel est le losange. En outre les fouilles du Kesslerloch ont mis au jour 2 sculptures de têtes d'animaux, dont l'une paraît représenter une tête de cheval, l'autre une tête de bœuf musqué.

Dans son chapitre final M. HEIERLI fait ressortir le fait que les objets travaillés trouvés aux divers niveaux de la couche à silex varient nettement avec le niveau : dans la zone la plus basse on a trouvé surtout des objets frustes, des racloirs nucléiformes, des pointes à cran atypiques, on n'y a pas rencontré d'os ornés de dessins ; dans la seconde couche sont

apparus des bâtons de commandement et d'autres objets en os ornés avec des silex du type aurignacien ; enfin dans le niveau supérieur de la gelbe Kulturschicht les objets travaillés appartiennent essentiellement au type magdalénien ; c'est de là que proviennent toute une série d'os à ornements, les dessins d'animaux et les pendeloques faites avec des fossiles ou des fragments de lignite.

Au point de vue des quantités relatives des restes des diverses espèces animales il faut remarquer que les os de cheval, de *Bos primigenius*, de *Capra ibex* sont plus communs à la base de la couche à silex que vers le haut ; que les restes de *Rhinoceros tichorhinus* ont été trouvés seulement à la base, tandis que les os d'ours et de chevreuil sont plus communs vers le haut.

Quant à l'époque pendant laquelle le **Kesslerloch** a été habité, elle coïncide sans doute avec le Magdalénien, quoique peut-être elle ait débuté déjà dans le Solutréen. Elle correspond d'autre part d'une façon remarquablement claire avec la phase de retrait du glacier du Rhin, qui a suivi le maximum de la dernière glaciation.

M. K. HESCHELER (153), chargé de la détermination des restes de mammifères qui ont été mis au jour par les fouilles entreprises au **Kesslerloch**, a publié le résumé de ses observations. Ces restes fossiles ont été récoltés dans 2 couches superposées, dont l'une, inférieure, est jaune et beaucoup plus riche en ossements, dont l'autre est grise ; cet ensemble de dépôts s'est formé après le retrait de la glaciation de Würm, pendant l'oscillation Achen.

Les os sont tous brisés et représentent sans doute en très grande partie des déchets de repas ; les déterminations qu'ils permettent donnent la notion très claire d'une faune de mélange, dans laquelle prédominent les types circumpolaires, mais dans laquelle on trouve aussi des types alpins ainsi que des types de la faune des steppes et de la faune forestière. L'immense majorité des os appartiennent à 4 formes, le renne, le lièvre blanc, le cheval sauvage et la perdrix blanche ; les restes de mammouth et de rhinocéros sont rares, et il en est de même de ceux des petits rongeurs si communs dans une couche paléolithique du *Schweizersbild*. Les renards (renard blanc, renard commun et renard rouge d'Amérique) sont représentés par les restes d'au moins 13 individus, la marmotte par ceux d'au moins 3 individus, *Spermophilus rufescens* par ceux d'au moins 4 individus. Les autres

espèces qui ont pu être déterminées, dont l'auteur donne la liste et dont le nombre s'élève à 18, sont plus rares. Un os du pied semblant appartenir à *Ovibos moschatus* mérite une mention spéciale comme étant le premier reste de cette espèce découvert en Suisse.

M. Hescheler remarque enfin que la faune est restée sensiblement la même pendant tout le dépôt de la couche jaune et de la couche grise et fait ressortir l'analogie de cette faune avec celle de la couche jaune paléolithique du *Schweizersbild*.

A la suite de ce résumé je puis me contenter de citer un compte rendu publié par M. SIMONSON (167) des travaux effectués par M. Nuesch au Kesslerloch et des principaux résultats obtenus par ces fouilles si productives.

M. J. NUESCH lui-même (161) a rappelé devant le congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique à Monaco, la façon dont se succèdent au *Schweizersbild* les différents niveaux à ossements et à silex qu'il a pu distinguer, en montrant qu'on retrouve dans cette station les signes d'une occupation presque continue depuis la période qui a suivi le stade de Bühl jusque dans les temps historiques, c'est-à-dire pendant une durée qui équivaut à au moins 24 000 ans. Cette communication a été suivie d'une discussion, à laquelle ont pris part M. M. BOULE et M. le Dr OBERMAIER, ce dernier contestant, à tort semble-t-il, l'existence au *Schweizersbild* d'objets provenant de la civilisation tourasséenne ou mieux azyienne.

Des recherches récentes ont fait découvrir sous l'Ebenalp, dans la partie orientale de la chaîne septentrionale du Säntis à une altitude de 1477-1500 m., les restes d'une station paléolithique doublement intéressante, d'abord parce qu'elle se trouve à une altitude de beaucoup supérieure à celle des stations connues jusqu'ici dans notre pays, ensuite parce qu'elle paraît être notablement plus ancienne que le Kesslerloch et le *Schweizersbild* et appartenir au Moustérien.

M. E. BÄCHLER (139) a publié une première communication rendant compte des principaux faits mis en lumière par les premières fouilles. Cette station, dite du *Wildkirchli*, du nom d'une petite chapelle bien connue qui s'élève à proximité immédiate, se compose de 2 grottes situées l'une un peu au-dessus de l'autre dans une paroi d'Urgonien que domine l'Ebenalp; la plus élevée de ces grottes et la plus importante communique par un tunnel naturel avec l'Ebenalp; toutes

deux sont dues à la corrosion du calcaire par les eaux d'infiltration suivant un réseau de fractures tectoniques. Les fouilles ont montré que les dépôts qui forment le plancher des grottes se composent exclusivement d'éboulis tombés du plafond et des parois ; ces éboulis ont subi par places une corrosion importante, qui a arrondi souvent les arêtes des débris, et sont couverts d'autre part par un dépôt pulvérulent de tuff qui peut devenir abondant. L'auteur distingue de haut en bas dans la grotte inférieure les couches suivantes :

- 1^o Un pavage datant du dix-septième siècle (15 cm.).
- 2^o Une couche tuffeuse (15 cm.).
- 3^o Une zone terreuse (30 cm.), contenant de petits débris d'Urgonien et à la base de laquelle on a découvert des os d'*Ursus speleus*.
- 4^o Du cailloutis anguleux et fin mêlé à de la terre brune (85 cm.).
- 5^o Une couche terreuse foncée, riche en débris d'os et de dents (25 cm.).
- 6^o Du cailloutis grossier, dont les fragments d'Urgonien sont transformés plus ou moins profondément en matière tuffeuse (70 cm.).
- 7^o Pierraille mêlée à de la terre foncée et très décomposée (55 cm.).
- 8^o Terre brune, presque noire, très riche en ossements (90 cm.).
- 9^o Mélange de pierraille et de terre brune ou noirâtre (55 cm.).
- 10^o Terre foncée contenant beaucoup d'ossements et des fragments calcaires corrodés et décomposés (45 cm.).
- 11^o Cailloutis grossier mêlé à de la terre noire et à quelques ossements, qui repose sur le plancher urgonien (60 cm.).

La répartition des ossements dans les différentes grottes du Wildkirchli varie en ce sens que dans l'une, la grande grotte supérieure, qui est humide et pour ainsi dire pas éclairée, on trouve des squelettes relativement intacts d'animaux qui paraissent s'être réfugiés là pour y mourir, en particulier d'*Ursus speleus*, tandis que dans la grotte dite de l'autel et dans celle de l'auberge les ossements sont entassés pêlé-mêlé, évidemment par l'homme.

Le caractère de la faune du Wildkirchli est donné en première ligne par les restes qu'on y trouve d'*Ursus speleus*, de *Felis leo* var. *spelea* et de *Felis pardus* var. *spelea* et en

particulier par l'abondance des os de la première espèce qui se retrouvent dans tous les niveaux des profils. Comme autres formes l'auteur a pu déterminer des débris de loups (*Canis lupus* et *Cuon alpinus*), de blaireaux, de martres, de bouquetins, de chamois, de cerfs, de marmottes et de loutres. Cette liste donne nettement l'idée d'une faune forestière de région élevée.

Les objets travaillés ont été trouvés presque exclusivement dans les 2 grottes antérieures dites de l'autel et de l'auberge, où les os paraissent avoir été entassés par l'homme. Ils sont confectionnés avec des quartzites tantôt foncées, tantôt claires et verdâtres, tantôt blanches, avec des jaspes rouges et des calcédoines bleuâtres, roches diverses qui toutes manquent dans les environs immédiats, mais qui se retrouvent à une petite distance, dans la vallée du Weissbach, sous forme de galets dans la Nagelfluh. Pourtant quelques objets, en général bien confectionnés, sont fabriqués avec un silex verdâtre, translucide, qui n'est connu ni comme roche en place, ni comme élément erratique dans la Suisse orientale ; il s'agit donc ici d'objets importés, provenant peut-être des Alpes occidentales.

Au point de vue de leur confection, les objets taillés du Wildkirchli sont frustes et se rapprochent nettement des types moustériens. L'auteur a pu reconnaître parmi eux : 1^o des instruments divers usagés, 2^o des échantillons atypiques, 3^o des silex inachevés et inutilisés, 4^o des éclats de débitage, 5^o des nuclei, 6^o des percuteurs, 7^o des enclumes, 8^o des pointes à main, 9^o des éclats Levallois. Tous ces silex ont une forme aplatie et un dos non travaillé ; ils montrent pour la plupart des conchoïdes de percussion et des esquilements de percussion. Le plan de frappe, qui correspond à la base élargie de l'outil, est rarement retouché. Les pointes se distinguent des vraies pointes moustériennes par leur forme plus courte ; elles sont du reste rarement encore aiguës. Les arêtes des outils ne sont en général pas améliorées par une frappe fine et, quand elles ont été retouchées, ce travail présente toujours le caractère d'une retouche d'utilisation. L'analogie générale dans la configuration de tous les silex typiques et atypiques indique nettement qu'ils sont tous le produit d'une même civilisation. Les dimensions moyennes des outils sont de 3.5-4 sur 2-2.5 cm. et le plus grand échantillon atteint 8.13 cm. de longueur. Il faut du reste ici tenir compte de la matière première très peu favorable qu'avaient à leur disposition les *Troglodytes* du

Wildkirchli, qui, comme nous l'avons vu, exploitaient surtout des cailloux de la Nagelfluh et ne trouvaient pas parmi ceux-ci les types de roches les plus commodes à tailler.

Les silex taillés se rencontrent dans toutes les couches qui comblent en partie l'entrée des grottes de l'autel et de l'auberge et, fait très intéressant, on les trouve partout mêlés à des ossements, restes du gibier des Troglodytes, et en particulier à des os d'*Ursus speleus*. L'ours des cavernes était évidemment cohabitant de l'homme dans ces parages, et l'homme le chassait.

Le caractère de la station paléolithique du Wildkirchli est donné d'une part par le type nettement moustérien des silex taillés, de l'autre par l'absence complète d'os travaillés, de sculptures et de peintures. La faune dont on trouve les restes dans cette station correspond à celle du début des temps paléolithiques avec cette particularité qu'il y manque certaines formes, telles que le mammouth, le renne, le cheval, qui évidemment ne sont pas acclimatés à cette altitude. Aucun reste humain ne s'est trouvé jusqu'ici mêlé aux ossements d'animaux ; aucune trace de foyer n'a été non plus découverte. Quant à l'âge de la station du Wildkirchli relativement aux dernières glaciations, il est impossible dans l'état actuel de nos connaissances de décider avec certitude si cette station est interglaciaire (Riss-Würm) ou postglaciaire.

Ce qui est certain c'est que le Wildkirchli est le point le plus élevé, où l'on ait trouvé jusqu'ici des restes de l'ours des cavernes, du lion et de la panthère, en même temps que la station paléolithique la plus élevée, la première connue en plein territoire alpin et en dedans de la ligne des moraines de Würm. Par le caractère de ses silex taillés le Wildkirchli se rattache aux stations moustériennes, et établit une liaison entre celles déjà connues en Allemagne et en Autriche d'une part, celle de France de l'autre ; il complète d'une façon fort intéressante nos connaissances préhistoriques concernant la Suisse, en nous prouvant l'existence dans notre pays de races notablement plus anciennes que celle de Thayngen et du Schweizersbild.

L'abbé BREUIL (140-141) a fait lors de la réunion de la société helv. des sciences naturelles à Fribourg deux communications, l'une destinée à présenter une collection d'objets travaillés paléolithiques formée par lui-même, la seconde rendant compte d'une étude longuement poursuivie sur l'évolution de l'art à l'époque du renne. L'auteur expose comment

les arts graphiques ont passé par une première phase, pendant laquelle les troglodytes se contentaient de saupoudrer, la couleur autour des objets, des mains par exemple, de façon à créer des silhouettes ; ensuite est venue une phase de dessins gravés frustes, puis une troisième de dessins incisés mieux étudiés et finalement une quatrième de fresques et de légers graphitis.

M. J. HEIERLI (155) a signalé la découverte de sépultures du début de l'âge du fer au pied du Wellberg près de Schötz (Lucerne). Les urnes funéraires sont ici simplement enfouies dans l'argile quaternaire au bord d'un terrain bas et marécageux, tandis que les sépultures de même âge connues jusqu'ici en Suisse sont surtout des tumuli situés sur des points élevés. Les tombes de Schötz contiennent probablement les restes de populations misérables.

Les urnes en question sont maintenant au Musé national de Zurich.

M. H. SIEGFRIED (166) a fait un examen détaillé des crânes de bœufs découverts il y a quelques années dans la craie lacustre à Pasquart près de Bienne.

Avant de décrire ces objets l'auteur rappelle les diverses idées qui ont été émises sur la classification des bœufs pré-historiques et actuels, et il admet qu'à l'époque paléolithique 2 races fondamentales devaient exister en Europe, *Bos taurus primigenius* Boj. et *Bos taurus brachyceros* Rüt. = *Bos taurus longifrons* Owen. D'après lui *Bos taurus frontosus* Nilson, *Bos taurus brachycephalus* Wilkens et *Bos taurus akeratos* Aren. seraient des formes dérivées de ces races primitives, résultant en partie de croisements et modifiées par la domestication.

Le meilleur des crânes de Pasquart, auquel il ne manque que les os du nez, quelques dents maxillaires et la mandibule, est caractérisé en première ligne par la longueur de ses frontaux et se rattache sans aucun doute à la race pure de *Bos taurus brachyceros*.

Le second crâne de Pasquart, beaucoup moins complet que le premier, appartient exactement au même type. Quant aux 3 fragments de crânes trouvés dans la même localité ils sont encore de la race brachyceros, mais 2 et surtout 1 d'entre eux sont caractérisés par la réduction notable des cornes et tendent ainsi vers le *Bos taurus akeratos*, qui serait ainsi très probablement un descendant modifié par domestication de la race brachyceros.

D'après le caractère de ces crânes, on peut admettre que la station de Pasquart date du début des temps néolithiques.

Quant à l'origine de *Bos taurus brachyceros*, M. Siegfried se rallie à l'opinion, d'après laquelle cette race n'a pas existé en Europe à l'état sauvage, mais a été importée d'Asie par les palafitteurs, et il fonde cette manière de voir sur un grand nombre d'observations faites par différents auteurs sur les races de bœufs d'Asie et de l'Europe orientale. Il admet que le *brachyceros* a probablement dû subir une légère diminution du fait de sa domestication. Enfin, étudiant les relations qui existent entre *Bos taurus brachyceros* et les races modernes de l'Europe centrale, il montre qu'on trouve encore dans les régions reculées (Schwytz, Tessin, etc....) des types extrêmement voisins de la race des tourbières, qu'ailleurs un élevage bien compris a créé une race plus forte (Toggenbourg, Simmenthal), mais qui se rattache en somme à la même origine. A ce propos M. Siegfried montre que les idées de M. Helmich, d'après lesquelles la race plus forte de plaine dériverait de *Bos primigenius*, tandis que *Bos brachyceros* aurait donné naissance à la race de montagne, ne reposent en réalité sur aucun fait plausible; il admet pourtant la possibilité d'une intervention de croisements avec une race plus forte que le *Bos brachyceros* dans la formation de certaines races modernes.

APPENDICE

Dans le chapitre concernant la tectonique des Préalpes, j'ai omis de citer une courte notice de M. G. ROESSINGER (81), dans laquelle l'auteur décrit en particulier l'anticlinal au cœur rhétien de la dent de Merdasson et donne quelques détails complémentaires sur le chevauchement de la Baie de Montreux.

TABLE DES MATIÈRES

de la Revue géologique suisse.

	Pages
Liste bibliographique	293
Nécrologies et bibliographies :	
K. Mayer-Eymar.	303
Marcel Bertrand.	304
I. Minéralogie et Pétrographie	307
MINÉRALOGIE. Description de minéraux	307
Minéraux exploités.	312
PÉTROGRAPHIE. Granite du Mont Blanc	320
Gneiss du Tessin	320
Gneiss du massif de l'Aar	322
Schiste injecté du Tessin	324
Schistes verts du Valais	324
Roches erratiques	329
Formations sédimentaires.	330
II. Géophysique. ACTIONS ET AGENTS EXTERNES	332
Erosion et corrosion	332
Eaux fluviales.	334
Sources et nappes d'infiltration	335
Lacs et marais	336
Sédimentation.	338
Glaciers et névés.	339
Transports éoliens.	340
Eboulements	340
ACTIONS ET AGENTS INTERNES. Consistance des roches profondes .	342
Tremblements de terre	343
Volcanisme	347

	Pages
III. Tectonique. Descriptions régionales. Généralités	349
Alpes méridionales.	366
Alpes orientales	376
Hautes Alpes calcaires	376
Préalpes et Klippes	388
Plateau molassique	395
Jura	408
IV. Stratigraphie et Paléontologie. Généralités	423
<i>Trias</i>	425
<i>Jurassique</i>	426
<i>Crétacique</i>	430
<i>Tertiaire. Nummulitique</i>	440
<i>Flysch</i>	440
<i>Molasse</i>	442
<i>Quaternaire. Erosion glaciaire</i>	444
Formations pléistocènes	445
Préhistoire	464
Appendice aux chapitres Préalpes et Klippes	474