

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 13 (1914-1915)
Heft: 1

Rubrik: Revue géologique suisse pour l'année 1912

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: 04.04.2026

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

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Revue géologique suisse pour l'année 1912.

N° XLIII

Par CH. SARASIN.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

a) MINÉRALOGIE.

1. H. BAUMHAUER. Arsenoferrit, ein neues Glied der Pyritgruppe. *Zeitschrift f. Kryst.*, t. LI, H. 2, p. 143-145. (Voir p. 17.)
2. M. DEL GROSSO. Sopra una dolomite ferrifera del Traforo del Sempione. *Riv. Min. e. Crist. italiana*, t. XLI, p. 56-64. (Voir p. 17.)
3. L. DUPARC et R. SABOT. Les méthodes de Fédorow. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIV, p. 5-19. (Voir p. 17.)
4. W.-J. LEWIS. On an sulfarsenite from Binn, probably Liveingite. *C. R. Miner. Soc. of London*. Séance du 23 janv. 1912 (Voir p. 16.)
5. G. T. PRIOR. Analyses of Seligmannite, zinciferous Tennantite (Binnite) and Fuchsite from the Binnenthal. *Min. Mag*, t. XV, p. 385-387. (Voir p. 16.)
6. G. F. H. SMITH. Anatas from the Binnenthal. *C. R. Miner. Soc. of London*, séance du 23 janvier 1912. (Voir p. 17.)
7. R. H. SOLLY. Dufrenoisite with Seligmannite from the Binnenthal. *Ibid.*, séance du 14 nov. 1911. (Voir p. 16.)
8. R. H. SOLLY and G. F. SMITH. A new tricline Mineral from the Binnenthal. *Ibid.*, séance du 23 janvier 1912. (Voir p. 16.)
9. F. ZYNDEL. Ueber Quarzzwillinge von Seedorf (Uri). *Eclogæ*, t. XII, p. 166-168 et *Verh. der schw. naturf. Gesell.*, Jahrg. 1912, 2^{ter} Theil p. 193-195. (Voir p. 17.)

b) PÉTROGRAPHIE.

10. A. BRUN. Sur la genèse des granites. *Eclogæ*, t. XII, p. 172-176. (Voir p. 18.)
11. A. BRUN. Cristoballite simili ou Cristoballite Sigma. *Actes Soc. helv. des Sc. nat.*, année 1912, 2^e partie, p. 200-201. (Voir p. 18.)
12. H. P. CORNELIUS. Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer und Julierpass. *N. Jahrb. für Min. Geol. u. Pal.*, Beilageband XXXV, p. 375-498. (Voir p. 27.)
13. U. GRUBENMANN. Struktur und Textur der metamorphen Gesteine. *Fortschritte der Min. Kryst. und Petrogr.* B. II, p. 208-226. (Voir p. 18.)

14. U. GRUBENMANN. Ueber einige tiefe Gneisse aus den schweizer Alpen. *C. R. du 11^e congrès géol. intern.*, 1910, p. 625-631. (Voir p. 23.)
15. U. GRUBENMANN. Mineral- und Gesteinsbildung auf dem Wege der Metamorphose. *Handwörterbuch der Naturwissenschaft*, t. VI, p. 934-944. (Voir p. 19.)
16. E. GUTZWILLER. Zwei gemischte Hornfelse aus dem Tessin. *Zentralblatt f. Min. Geol. u. Pal.*, 1913, N^o 12, p. 354-361. (Voir p. 23.)
17. E. GUTZWILLER. Injektionsgneisse aus dem Kanton Tessin. *Eclogæ*, t. XII, p. 5-64. (Voir p. 24.)
18. J. KOENIGSBERGER. Die Kristallinen Schiefer der zentral-schweizerischen Massive und Versuch einer Einteilung der Kristallinen Schiefer. *C. R. 11^e congrès intern. de géologie*, 1910, p. 639-671. (Voir p. 20.)
19. J. KOENIGSBERGER. Ueber Gneissbildung und Aufschmelzungszone der Erdkruste in Europa. *Geol. Rundschau*, t. III, p. 297-308. (Voir p. 22.)
20. J. KOENIGSBERGER. Ueber Analogien zwischen der ersten Zone der Westalpen und benachbarten Massive. *Ibid.*, t. III, p. 319-323. (Voir p. 22.)
21. J. KOENIGSBERGER. Ueber Mineralfundorte in den Alpen und über Gesteinsmetamorphismus. *Zeitschrift der deutschen geol. Gesell.*, Jahrg. 1912, p. 501-529. (Voir p. 19.)

c) GÉOPHYSIQUE.

22. A. BUXTORF. Bemerkungen zur Abhandlung von W. Paulcke: Kurze Mitteilung über tektonische Experimente. *Jahresber. u. Mitteil des oberrhein. geol. Vereins*, N. F., t. II, H. 1, p. 153-157. (Voir p. 40.)
23. F. A. FOREL, E. MURET et P. L. MERCANTON. Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses. 32^e rapport 1911. *An. du S. A. C.*, t. XLVII, p. 231-248. (Voir p. 35.)
24. J. FRÜH. Bericht der Erdbebenkommission für das Jahr 1911-1912. *Verh. der Schweiz. naturf. Gesell.*, 95^{te} Jahresvers., Altdorf, 2^{ter} Theil, p. 97-100. (Voir p. 39.)
25. R. DE GIRARD. Recherches de tectonique expérimentale. *Ann. de l'Inst. géol. de l'Univ. de Fribourg*, 1912, 63 p., 12 pl. (Voir p. 41.)
26. ALB. HEIM. Bericht der Gletscherkommission für das Jahr 1911-1912. *Ibid.*, p. 103-106. (Voir p. 36.)
27. ARN. HEIM und P. ARBENZ. Karrenbildungen in den Schweizer Alpen. *Geolog. Charakterbilder* von H. Stilli, H. 10, Berlin 1912. (Voir p. 38.)
28. L. HORWITZ. Quelques rapprochements entre le climat, la glaciation et l'écoulement dans le bassin du Rhin alpin. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 10 janvier 1912 *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIII, p. 452-454. (Voir p. 35.)
29. R. LAUTERBORN. Wirkungen des Erdbebens vom 16. Nov. 1911 unter dem Spiegel des Bodensees. *Jahresber. und Mitteilungen des oberrhein. geol. Vereins*, N. F. T. II, p. 10. (Voir p. 40.)
30. M. LUGEON. Les sources thermales de Louèche les Bains (Valais). *Mat. carte géol. de la Suisse*. N. S. Livr. XXXVIII, 29 p., 2 pl. (Voir p. 36.)
31. P.-L. MERCANTON. L'enneigement des Alpes en 1911. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 6 mars 1912. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIV, p. 81-82. (Voir p. 36.)

32. W. PAULCKE. Das Experiment in der Geologie. *Festschrift zur Feier des Geburtstages S. K. H. des Grossherzogs von Baden*, herausgegeben von der Techn. Hochschule Karlsruhe, 1912. (Voir p. 41.)

33. H. PHILIPP. Bemerkungen über die Karren der Rhön und die Entwicklung der Karren im allgemeinen. *Centralblatt für Min., Geol. u. Pal.*, 1911, N° 23, p. 705-718. (Voir p. 39.)

34. CH. RABOT et E. MURET. Les variations périodiques des glaciers, 17^e rapport, 1911. *Ann. de Glaciologie*, t. VII, p. 37-47. (Voir p. 36.)

35. G. ROESSINGER. Le glissement de la Recorne. *Rameau de Sapin*, sept. 1911, janvier, mars et mai 1912. (Voir p. 39.)

36. G. RÜETSCHI. Vorläufige Mitteilung über die Veränderungen des Unterseebeckens durch das Erdbeben vom 16. Nov. 1911. *Jahresb. und Mitteil. des oberrhein. geol. Ver.*, N. F., t. II, H. 1, p. 108-118. (Voir p. 40.)

37. W. SALOMON. Die oberrheinischen Erdbeben und das Beben vom 16 Nov. 1911. *Naturwis. Wochenschrift*, N. F., t. XI, N° 6, p. 81-84. (Voir p. 39.)

38. W. SCHMIDLE. Beobachtungen über das Erdbeben vom 16. Nov. 1911 in Konstanz. *Jahresber. u. Mitteil. des oberrhein. Geol. Ver.*, N. F., t. II, H. 2, p. 6-9. (Voir p. 40.)

d) TECTONIQUE. — DESCRIPTIONS RÉGIONALES.

Généralités.

39. ALB. HEIM u. A. AEPPLI. Bericht der geologischen Kommission für das Jahr 1911-1912. *Verh. der schweizer. naturf. Gesell.*, 95. Jahresvers., Altdorf, 1912, 1^{er} Theil, p. 87-92. (Voir p. 44.)

40. H. SCHARDT. Neue Gesichtspunkte der Geologie. *Mitteil der naturw. Gesell. Winterthur*. H. IX, 1911-1912, 15 p. (Voir p. 42.)

41. J. WEBER. Geologische Wanderungen durch die Schweiz, herausgegeben vom S. A. C., 1912. Volume in-8° de 256 p. (Voir p. 43.)

Alpes.

42. P. ARBENZ. La structure des Alpes de la Suisse centrale. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIV, p. 401-425, 2 pl. (Voir p. 86.)

43. P. ARBENZ. Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. *Verh. der schweizer naturf. Gesell.* 95. Jahresvers., 1912, 2^{ter} Theil, p. 95-122, pl. 1 et 2. Résumé dans *Protokolle der naturf. Gesell. Zürich*, Sitzung des 4 Dez. 1911. (Voir p. 84.)

44. P. ARBENZ und W. STAUB. Programm der Exkursionen der schweizer. geolog. Gesellschaft ins Wildflyschgebiet am Ausgang des Schächentales und in die Gegend zwischen Engelberg und Meiringen. *Eclogæ*, t. XII, p. 183-188. (Voir p. 86.)

45. E. ARGAND. Les nappes de recouvrement des Alpes occidentales. 1 carte d'ensemble au 1 : 500 000 et 3 planches de profils. *Mat. carte géol. de la Suisse*, 1912. (Voir p. 47.)

46. E. ARGAND. Phases de déformation des grands plis couchés de la zone pennique. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 21 février 1912. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIV, p. 80-81. (Voir p. 49.)

47. E. ARGAND. Encore sur les phases de déformation des plis couchés de la zone pennique. *Ibid.*, séance du 6 mars 1912 et *Ibid.*, t. XXXIV, p. 85-86. (Voir p. 49.)

48. E. ARGAND. Le rythme du proplissement pennique et le retour cyclique des encapuchonnements. *Ibid.*, séance du 20 mars 1912, et *Ibid.*, t. XXXIV, p. 87-88 (Voir p. 49.)
49. E. ARGAND. Sur le drainage des Alpes occidentales et les influences tectoniques. *Ibid.*, séance du 3 avril 1912, et *Ibid.*, t. XXXIV, p. 173-175. (Voir p. 49.)
50. E. ARGAND. Le faite structural et le faite topographique des Alpes occidentales. *Ibid.*, séance du 17 avril 1912, et *Ibid.*, t. XXXIV, p. 367-369. (Voir p. 49.)
51. P. BECK. Die Niesen-Habkern-Decke und ihre Verteilung im helvetischen Faciesgebiete. *Eclogæ*, t. XII, p. 65-147. (Voir p. 88.)
52. P. BECK. Ueber die Entstehung der Beaten- und Balmfluh-höhlen am Thunersee und die Geologie ihrer Umgebung. *An. du S. A. C.*, t. XLVII, 1912, p. 217-230. (Voir p. 83.)
53. M. BLUMENTHAL. Der Calanda. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*. N. F., Lief. XXXIX, 48 p., 2 pl., 1912. (Voir p. 73.)
54. J. BOUSSAC. Remarque à propos du massif cristallin ligure. *C. R. des séances, Soc. géol. de France*, 1912, No 13, p. 108-109. (Voir p. 46.)
55. A. BUXTORF. Ueber die geologischen Verhältnisse des Furkapasses und des im Bau befindlichen Tunnels. *Eclogæ*, t. XII, p. 176-178. *Verh. der schw. naturf. Gesell.* 95. Jahresvers., 1912, 2^{ter} Theil, p. 201-203. (Voir p. 61.)
56. A. BUXTORF. Bericht über die Exkursion der schweiz. geol. Gesellschaft ins Flyschgebiet des unteren Schächentales. *Eclogæ*, t. XII, p. 188-194. (Voir p. 86.)
57. A. BUXTORF. Neuaufnahme des Westendes der Axenkette und des Isentales. *Eclogæ*, t. XII, p. 164-166. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 95. Jahresvers., 1912, 2^{ter} Theil, p. 190-193. (Voir p. 86.)
58. H.-P. CORNELIUS. Ueber die rhätische Decke im Oberengadin und in den südlich benachbarten Gegenden. *Centralblatt für Min. Geol. u. Pal.*, 1912, No 20, p. 632-638. (Voir p. 57.)
59. W. DEECKE. Die alpine geosynclinale. *N. Jahrbuch f. Min. Geol. u. Pal.*, Beilageband XXXIII, H. 3, p. 831-858. (Voir p. 44.)
60. B.-G. ESCHER. On an essential condition for the formation of overthrust-covers. *Koninklyke Akad. van Wetenschappen te Amsterdam*, C. R., séance du 24 février 1912, 8 p. (Voir p. 45.)
61. F. HERITSCH. Das Alter des Deckenschubes in den Ostalpen. *Sitzungsber. der K. K. Akad. der Wiss. Wien, math. naturw. Klasse*, t. CXXI, Abt. 1, p. 615-632. (Voir p. 59.)
62. A. JEANNET. Carte géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes au 1 : 25 000. *Mat. carte géol. de la Suisse*, carte spéciale No 68, 1912. (Voir p. 87.)
63. E. KETTERER. Das Massiv der Arpille und die Kohlenmulde von Salvan. *Inaug. Dissert. Univ. Fribourg*, 1912, 54 p., 8°. (Voir p. 59.)
64. M. LUGEON. Sur la tectonique de la nappe de Morcles et ses conséquences. *C. R. Acad. des Sc., Paris*, séance du 30 septembre 1912. *Eclogæ*, t. XII, p. 180-182. *Actes Soc. helvét. des Sc. nat.*, 95^e réunion, 1912, 2^e partie, p. 207. (Voir p. 77.)
65. H. MYLIUS. Die Schuppen und Quetschzonen des Rhæticon. *Centralblatt für Min. Geol. u. Pal.*, 1912, No 24, p. 781-784. (Voir p. 58.)

66. P. NIGGLI. Die Chloritoïdschiefer und die sedimentäre Zone am Nordoststrand des Gotthardmassives. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*, N.F. Lief. XXXVI, 94 pp., 2 pl. (Voir p. 66.)

67. P. VAN DER PLOEG. Geologische Beschreibung der Schlossberg-Spannortgruppe. *Eclogæ*, t. XII, p. 194-245, 1 carte au 1 : 50 000 et 5 pl. (Voir p. 68.)

68. H. PREISWERK. Structur der nördlichen Tessiner Alpen, *Eclogæ*, t. XII, p. 169-172, *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.* 95. Jahresvers., 1912, 2^{ter} Theil, p. 197-200. (Voir p. 51.)

69. A. ROTHPLETZ. Zur Stratigraphie und Tektonik des Simplongebietes. *Zeitschrift der deutschen geol. Gesell.*, t. LXIV, 1912, Monatsbericht 4, p. 218-225. (Voir p. 50.)

70. A. ROTHPLETZ. Eine 2^{te} vorläufige Mitteilung im Anschluss an die vom 16. März über das Simplongebiet. *Ibid.*, Monatsbericht 11, p. 545-548. (Voir p. 50.)

71. H. SEEBER. Beiträge zur Geologie der Faulhorngruppe (westlicher Theil) und der Männlichengruppe. *Inaug. Dissert. Univ. Bern*, 1911, 143 p. in-8^o, 7 pl. (Voir p. 77.)

72. W. VON SEIDLITZ. Sind die Quetschzonen des westlichen Rhaeticon exotisch oder ostalpin. *Centralblatt f. Min. Geol. u. Pal.*, 1912. No 16, p. 492-500, und No 17, p. 534-542. (Voir p. 58.)

73. W. STAUB. Gebirgsbau und Talbildung im Maderanertal und Schächental (Uri). *Eclogæ*, t. XII, p. 148-151. (Voir p. 87.)

74. W. STAUB. Bau der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal. *Eclogæ*, t. XII, p. 162-164. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 95^{te} Jahresvers., 1912, 2^{ter} Theil, p. 188-190. (Voir p. 87.)

75. W. STAUB. Beobachtungen am Ostende des Erstfeldermassives. *Geol. Rundschau*, t. III, p. 310-319. (Voir p. 67.)

76. A. STELLA. Sulle condizioni geologiche di una galeria dello Spluga. *Boll. Soc. geol. italiana*, t. XXX, fasc. 4, p. 961-968, 1912. (Voir p. 51.)

77. T. TARAMELLI. A proposito del giacimento carbonifero di Manno presso Lugano. *R. C. del Ist. lombardo di Sc. et Lett.*, t. XLV, p. 720, 1912. (Voir p. 47.)

78. D. TRÜMPY. Zur Tektonik der unteren ostalpinen Decken Graubündens. *Vierteljahresschrift der naturf. Gesell. Zürich*, Jahrg. LVIII, 1912, 9 p. (Voir p. 56.)

79. O. WILCKENS. Neuere Fortschritte in der geologischen Erforschung Graubündens. *Geol. Rundschau*, t. III, H. 1, p. 15-29. (Voir p. 59.)

80. O. WILCKENS. Neuere Arbeiten über die Voralpen zwischen Genfer und Thuner See, 1906-1911. *Ibidem*, t. III, H. 5/6, p. 374-382. (Voir p. 91.)

81. BAILEY WILLIS. Report on an investigation of the geological structure of the Alps. *Smithsonian Miscel. Coll.*, t. LVI, No 31, 13 pp., 1912. (Voir p. 46.)

82. F. ZYNDEL. Ueber den Gebirgsbau Mittelbündens *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*, N. F. Lief. XLI, p. 1-40, 4 pl. (Voir p. 52.)

Jura et Plateau molassique.

83. E. BRÄNDLIN. Ueber tektonische Erscheinungen in den Baugruben des Kraftwerkes Wyhlen-Augst am Oberrhein. *Mitteil. der grossherz. bad. geol. Landesanstalt*, t. VI, H. 2, p. 735-743, pl. 31-34. (Voir p. 100.)

84. L. BRAUN. Der Tafeljura zwischen Aare und Fricktal. *Jahresber. des oberrhein. geol. Vereins*, N. F., t. II, 1912, H. 2, p. 39-43. (Voir p. 102.)
85. S. VON BUBNOFF. Zur Tektonik des schweizer Jura, Ergebnisse und Probleme. *Jahresber. des oberrhein. geol. Vereins*. N. F., t. II, H. 1, p. 103-107. (Voir p. 100.)
86. L. COLLOT. Feuille de Pontarlier. *Bull. Carte géol. de France*, No 132, t. XXI, Mai 1912, p. 63-79 (Voir p. 94.)
87. W. DELHAES und H. GERTH. Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoldswil und Oensingen. *Geol. u. Paleont. Abhandl.*, N. F., t. XI, H. 1, p. 1-97. 1 carte au 1 : 25 000, 8 pl. (Voir p. 95.)
88. K. DISLER. Geologische Skizze von Rheinfeldern. *Jahresber. des oberrhein. geol. Vereins*, N. F., t. II, H. 2, p. 19-34. (Voir p. 101.)
89. E. JOUKOWSKY et J. FAVRE. Note préliminaire sur la Tectonique de la partie orientale de la chaîne du Salève. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIII, p. 535-537. (Voir p. 94.)
90. F. MÜHLBERG. Ueberschiebungen und Verwerfungen in den Clusen von Oensingen und Mümliswil. *Eclogæ*, t. XII, p. 168-169. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 95^{te} Jahresvers., 1912, 2^{ter} Theil, p. 195-197. (Voir p. 94.)
91. P. NIGGLI. Geologische Karte von Zofingen zu 1 : 25 000. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*, Spezialkarte 65, 1912. (Voir p. 91.)
92. P. NIGGLI. Das kristalline Grundgebirge bei Laufenburg. *Jahresber. des oberrhein. geol. Ver.*, N. F., t. II, 1912, H. 2, p. 35-38. (Voir p. 102.)
93. F. SCHALCH. Geologische Spezialkarte des Grossherzogthums Baden : Blatt Stühlingen, mit Erläuterungen. *Heidelberg*, 1912. (Voir p. 93.)
94. W. SCHMIDLE. Zur Geologie des Untersees. *Jahresb. des Oberrhein. geol. Ver.* N. F., t. II, 1912, H. 1, p. 29-53. (Voir p. 92.)

e) STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE.

Trias.

95. H. REICH. Ueber ein neues Vorkommen von Fossilien im Servino des Luganer Sees *Centralblatt. f. Min. Geol. und Pal.*, 1912, No 22, p. 702-704. (Voir p. 102.)
96. M. WEIGELIN. Hauptsteinmergel und Gansinger Horizont in der Umgebung von Basel. *Jahresber. des oberrhein. geol. Ver.* N. F., t. II, 1912, H. 3, p. 19-20. (Voir p. 103.)

Jurassique.

97. F. FAVRE. Contribution à l'étude des *Oppelia* du Jurassique moyen. *Mém. Soc. paléont. suisse*, t. XXXVIII, 1912, p. 1-33, 1 pl. (Voir p. 105.)
98. A. JEANNET. Etudes stratigraphiques des Préalpes vaudoises (Stratigraphie de la nappe rhétique). *Dissert. Fac. des Sc. Univ. Lausanne*. 105 p. 4^o, 2 pl. (Voir p. 105 et 106.)
99. M. LUGEON. Tortue fossile de l'Oxfordien du Tanneverge (Massif Tour Saillère, Bas Valais). *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 21 février 1912, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIV, p. 79-80. (Voir p. 105.)
100. L. ROLLIER. Fossiles nouveaux ou peu connus des terrains secondaires du Jura et des contrées environnantes, 2^e partie. *Mém. Soc. paléont. suisse*, t. XXXVIII, p. 35-148, pl. 5-12. (Voir p. 103.)

Crétacique.

101. E. GANZ. Stratigraphie der mittleren Kreide der oberen helvetischen Decken in den nördlichen Schweizeralpen. *N. Denkschriften der Schw. naturf. Gesell.*, t. XLVII, Abh. 1, p. 1-149, 20 fig., 6 pl. (Voir p. 110.)

102. W.-A. KELLER. Die autochtone Kreide auf Bifertenstock und Selbsanft. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, N. F., Lief. XLII, 20 p., 1 carte au 1 : 15 000, 2 pl. (Voir p. 71.)

103. L. ROLLIER. Ueber die obercretacischen Pyritmergel der Schwyzeralpen. *Eclogæ*, t. XII, p. 178-180. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 95^{te} Jahresvers., 1912, 2^{ter} Theil, p. 203-207. (Voir p. 117.)

Tertiaire.

104. J. BOUSSAC. Etudes paléontologiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Carte géol. de France*, 1911, 439 p. 4^o avec 22 pl. (Voir p. 120.)

105. J. BOUSSAC. Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. *Ibidem*, 1912, 692 p. 4^o avec 20 pl. (Voir p. 124.)

106. A. BUXTORF. Dogger und Meeressand am Röttler Schloss bei Basel. *Mitteil. der grossherzog. bad. Landesanstalt*, t. VII, H. 1, 1912, p. 57-83. (Voir p. 137.)

107. W. KRANZ. Das Alter der Sylvanaschichten II. *Jahresber. des ober-rhein. geol. Ver.*, N. F., t. II, 1912, p. 11-18. (Voir p. 139.)

108. L. ROLLIER. Nouvelles études sur les terrains tertiaires et quaternaires du Haut Jura. *Actes Soc. jurassienne d'émulation*, Année 1910-1911, 45 p. (Voir p. 139.)

109. W. SCHMIDLE. Ueber Gerölle in der marinen Molasse bei Ueberlingen. *Mitteil. der grossherz. bad. Landesanstalt*, t. VII, H. 1, p. 25-54. (Voir p. 138.)

110. H.-G. STEHLIN. Die Säugethiere des schweizerischen Eocäns. 7^{ter} Theil, 1^{te} Hälfte. *Abh. der schweiz. pal. Gesell.*, t. XXXVIII, 134 p., 46 fig. (Voir p. 118.)

Quaternaire.

111. A. BALTZER. Die in der Nähe des Iscosees vorkommenden Blättermergel von Pianico-Sellere. *Eclogæ*, t. XII, p. 182-183. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 95^{te} Jahresvers., 2^{ter} Theil, p. 207-208. (Voir p. 165.)

112. C.-A.-R. BEHMER. Die erratischen Blöcke in der Freiburger Ebene. *Inaug. Dissert. Univ. Freiburg (Schweiz)*, 1912, 66 p. (Voir p. 163.)

113. BIERMANN. La partie inférieure de la vallée de Tourtemagne. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 6 décembre 1911, *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIII, p. 363-364. (Voir p. 149.)

114. E. BRÜCKNER. Gliederung der diluvialen Schotter in der Umgebung von Basel. *Zeitschrift. f. Gletscherkunde*, t. VI, p. 350-351. (Voir p. 163.)

115. R. FREI. Monographie des schweizerischen Deckenschotter. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*, N. F., Lief. XXXVII, 182 pp., 1 table, 6 pl. (Voir p. 149.)

116. R. FREI. Ueber die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schweiz. *Ibid.*, Lief. XLI, p. 41-59, avec 1 carte au 1 : 1 000 000. (Voir p. 160.)

117. ED. GERBER. Der Tunnel des Electricitätswerkes Niederried-Kallnach. *Mitteil. der naturf. Gesell. Bern*, Jahrg. 1912, 7 p., 1 pl. (Voir p. 164.)

118. ED. GERBER, B. AEBERHARDT und F. NUSSBAUM. Bericht der Kommission für Erhaltung erratischer Blöcke im Kanton Bern, über ihre Tätigkeit im Jahre 1911. — *Mitteil. der naturf. Gesell. Bern.*, Jahrg. 1912, p. 277-283. (Voir p. 164.)

119. D. GEYER. *Helix arbustorum* L. und das Klima der Loessperiode. *Jahresber. des oberrhein. geol. Vereins*, N. F., t. II, 1912, H. 1, p. 66-76. (Voir p. 165.)

120. A. GUTZWILLER. Die Gliederung der diluvialen Schotter in der Umgebung v. Basel. *Verh. der naturf. Ges. Basel.*, t. XXIII, 19 pp. (Voir p. 161.)

121. H. HARTMANN. Neue Höhle mit prähistorischen Funden nahe der Beatushöhle bei Interlaken. *Mitteil. für Höhlen-Kunde*, Jahrg. IV, H. 4, 1911. (Voir p. 166.)

122. FR. JACCARD. Une petite hache en diorite, *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, séance du 20 déc. 1911. *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXIII, p. 368-369. (Voir p. 166.)

123. A. LUDWIG. Ueber die Vorgänge bei der Talbildung. *Eclogæ*, t. XII, p. 245-264. (Voir p. 141.)

124. E. DE MARTONNE. L'évolution des vallées glaciaires alpines en particulier dans les Alpes du Dauphiné. *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 4^e série, t. XII, fasc. 7, p. 516-549. (Voir p. 143.)

125. F.-C. MÜLLER. Die diluvialen Kohlen in der Schweiz. *Zeitschrift f. prakt. Geol.*, Jahrg. XX, 1912, H. 8, p. 289-300. (Voir p. 164.)

126. J. NUESCH. Die Nagethierschichten am Schweizersbild. Eine Richtigstellung der Angriffe auf das Letztere. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 95^{te} Jahresvers. 1912, 2^{ter} Theil, p. 241-251. (Voir p. 166.)

127. F. NUSSBAUM. Die Landschaften des bernischen Mittellandes. *Mitteil. der naturf. Gesell. Bern*, Jahrg. 1912, p. 229-276. (Voir p. 148.)

128. E. PITTARD. Atlas des stations lacustres des lacs de Genève, Neuchâtel, Morat, Bienne, Zurich et de la Suisse préhistorique. *Attinger frères, Neuchâtel*, 1912, 16 p., 9 cartes. (Voir p. 166.)

129. W. SALOMON. Ueber zwei Altersverschiedene Moränen am Monte Bre bei Lugano. *Geol. Rundschau*, t. III, H. 5/6, p. 416. (Voir p. 164.)

130. ED. SCHEIBENER. Die Schieferkohlen von Mörswil. *Jahresb. des oberrhein. geol. Ver.*, N. F., t. II, H. 3, p. 30-34. (Voir p. 165.)

131. H. VON STAFF. Zur Morphogenie der Präglaciallandschaft in den westschweizer Alpen. *Zeitschrift der deutsch. geol. Gesell.*, t. LXIV, 1912, p. 1-80. (Voir p. 144.)

132. L. VAN WERVECKE. Nochmals die Mittelterrasse Steinmanns. Gliederung des Loess. *Mitteil. der geol. Landesanstalt Elsass-Lothr.*, t. VIII, H. 1, p. 137-152. (Voir p. 163.)

f) BIBLIOGRAPHIES ET BIOGRAPHIES.

133. H. BLANC. Le Prof.-Dr François-Auguste Forel. 1841-1912. *Actes Soc. helvét. des Sc. nat.*, année 1912, 1^{re} partie, p. 110-148. (Voir p. 15.)

134. A. HEIMANN. Dr Berchtold Aeberhardt, 1872-1912. *Ibidem*, p. 167-170. (Voir p. 15.)

135. CH. SARASIN. Revue géologique suisse pour l'année 1911. *Eclogæ*, t. XII, p. 265-452.

136. O. STOLL. Dr Jakob Heierli, 1853-1912. *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 95^{te} Jahresvers, 1912, 1^{er} Theil, p. 152-166. (Voir p. 13.)

Nécrologies.

L'année 1912 a été marquée par plusieurs pertes douloureuses dans le milieu des hommes de sciences s'intéressant à la géologie de la Suisse. La mort nous a enlevé coup sur coup Jacob Heierli, François Forel et Berchthold Aeberhardt.

Jacob Heierli était né le 11 août 1853 dans une modeste famille de Schwemberg près de Hérिसau. Après avoir fréquenté pendant une série d'années le séminaire de Kreuzlingen, d'abord comme élève, puis comme maître, il s'établit à Zurich où, tout en se consacrant à l'enseignement, il cultiva son goût pour la préhistoire. Dès lors, cette science fut le grand intérêt de sa vie, et Heierli partagea son temps entre son enseignement, un cours d'archéologie préhistorique qu'il fit dès 1889 à l'Université de Zurich comme privat-docent et des travaux spéciaux de diverse nature.

Les publications de Heierli ont été nombreuses et ont touché à des sujets variés ; elles ont trait plus particulièrement aux palafittes de la Suisse orientale et centrale et aux sépultures de l'âge de la pierre polie et de l'âge du bronze, mais dans leur ensemble elles dénotent une étude très étendue des temps préhistoriques depuis le Paléolithique jusque et y compris la période gallo-romaine. Dans ces dernières années, Heierli avait repris les fouilles de la station de Kesslerloch près de Schafhouse, dont il a publié en 1907 une fort belle étude monographique.

Passionné pour sa science et très convaincu de la valeur de ses opinions, Heierli a été un polémiste parfois violent ; il a été vivement discuté, mais, maintenant que son œuvre est terminée, personne ne contestera qu'il a fourni aux sciences préhistoriques en Suisse un apport réel et précieux.

Une biographie de J. Heierli, accompagnée d'une liste bibliographique, a été publiée par M. O. STOLL (136) dans les Actes de la Soc. helvét. des Sc. nat.

François-Aug. Forel n'était pas à proprement parler un géologue ; il était un naturaliste dans le sens le plus élevé du mot, c'est-à-dire un savant passionnément épris de la nature et des phénomènes naturels. Comme tel il s'est intéressé avec toute l'ardeur qui le caractérisait d'une part à la préhistoire, d'autre part à la géophysique et plus particulièrement à la limnologie, à la glaciologie et à la séismologie.

Né le 2 février 1841 dans une ancienne famille de Morges, Forel étudia d'abord au gymnase et à l'académie de Genève ;

de là il se rendit à Montpellier puis à Wurzburg, où il acquit en 1867 le grade de docteur et où il fut associé à l'enseignement du professeur d'anatomie Kölliker.

En 1870 Forel rentra à Lausanne comme professeur d'anatomie et de physiologie générale, fonction qu'il exerça pendant 25 ans; mais il n'était pas homme à se cantonner dans une science; son esprit curieux le portait aux observations les plus diverses. Dans la belle nature qui l'entourait ce fut d'abord le Léman qui fixa son attention et dès le début de sa carrière Forel commença à réunir sur ce sujet des documents, dont l'ensemble a fini par former la monographie unique en son genre, qui a été l'œuvre capitale de sa vie et dont les trois volumes ont paru successivement en 1892, 1896 et 1904. Cette étude, à elle seule, suffirait à prouver l'étendue des connaissances de Forel, puisqu'à propos du Léman elle touche à presque toutes les branches des sciences physiques et naturelles.

Sur les bords de son lac, Forel fut conduit déjà comme jeune homme, par l'influence de son père, à étudier les stations de palafittes et par là il acquit cet intérêt pour les questions de préhistoire qu'il a toujours conservé.

Dans le domaine de la glaciologie, Forel s'est occupé plus spécialement des variations des glaciers, dont il a contribué plus que tout autre à organiser l'étude systématique en Suisse depuis 1880 et dans l'ensemble des pays civilisés depuis 1895. Dans les rapports annuels qu'il publiait sur ce sujet, il s'efforçait non seulement de réunir des faits, mais encore d'en tirer des déductions théoriques.

Avec E. Hagenbach et A. Heim, Forel fonda en 1878 la commission séismologique suisse, et en 1901 il prit une part active à la fondation de l'association séismologique internationale. Il contribua à faciliter les comparaisons entre les séismes par l'établissement d'une échelle d'intensité en collaboration avec le professeur Rossi.

A côté de ces sujets, qui nous intéressent ici plus directement, Forel en a abordé bien d'autres dans le domaine de la météorologie, de la zoologie, de l'histoire, de l'agronomie, etc.... Si nous ajoutons à cela que le savant que nous pleurons était toujours prêt à se dévouer à toute cause touchant au développement des sciences et qu'il a été toute sa vie un patriote convaincu et éclairé, nous aurons montré dans une faible mesure les services que cet homme aussi modeste que distingué a rendu à la culture scientifique et à son pays.

Atteint, à la fin de 1911, par une douloureuse maladie,

Forel a supporté avec une admirable patience huit longs mois de souffrance; il s'est éteint le 8 août 1912. Le 10 août, une foule émue d'amis et de collègues a rendu hommage au savant émérite et à l'homme foncièrement bon, trop tôt enlevé à l'affection de sa famille et de ses amis.

Cette belle carrière a été retracée en quelques pages par M. H. BLANC (133) qui a donné la liste extrêmement longue des publications de Forel.

Berchthold Aeberhardt, qui a été enlevé prématurément à l'affection des siens le 24 septembre 1912, était né en 1872 à Villeret dans le Jura bernois. Elevé d'abord à Delémont, puis à Porrentruy, il se rendit comme jeune étudiant à Berne, où il se prépara à l'enseignement des sciences naturelles. Il pratiqua cet enseignement pendant six ans à Corgémont, après quoi il fut nommé maître de sciences naturelles au progymnase de Bienne et occupa ces fonctions jusqu'à sa mort.

Malgré tout le travail qu'il consacra constamment à sa charge de pédagogue, qu'il remplit avec une extrême conscience, Aeberhardt poursuivit avec persévérance le développement de sa propre instruction et resta toujours en contact avec l'Université de Berne, dont il acquit le grade de docteur ès sciences. Encouragé dans ses études par les professeurs Baltzer et Brückner, il se consacra en outre constamment à des recherches personnelles, touchant spécialement à la classification des formations pléistocènes de la Suisse occidentale. Il multiplia dans ce domaine les observations et, au moment où cette question était mise spécialement à l'ordre du jour par la publication de l'ouvrage classique de MM. Penck et Brückner « die Alpen im Eiszeitalter », il fit paraître une série de travaux, dans lesquels il exposait des idées toutes personnelles sur l'origine de la haute et de la basse terrasse et sur les relations de ces deux niveaux d'alluvions avec les moraines rissiennes et wurmiennes. Ce sujet le préoccupa jusqu'à la fin et il est mort en laissant presque terminé un dernier travail intitulé : « Essai de monographie des dépôts quaternaires de la Suisse occidentale et des régions limitrophes. »

Aeberhardt a été fauché en pleine activité, à la fleur de l'âge et a succombé aux suites d'une opération; il laisse le souvenir d'un travailleur acharné et d'un observateur extrêmement consciencieux. M. A. HEIMANN a donné avec un bref aperçu de sa vie une liste de ses travaux (134).

1^{re} PARTIE. — MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE*Minéralogie.*

Description de minéraux. — Parmi les gîtes minéraux de Suisse ceux qui attirent toujours le plus l'attention sont ceux du **Binnental**. Plusieurs publications ont été consacrées à ce sujet.

C'est ainsi que M. G.-T. PRIOR, qui depuis plusieurs années étudie les minéraux du Binnental et en particulier les sulfarséniures inclus dans la dolomie du Lengenbach, a analysé plusieurs échantillons appartenant à des minéraux divers (5).

Une analyse de **Seligmannite** du Lengenbach a permis de confirmer la formule suivante : $\text{Cu}_2 \text{S}_2 \text{PbSAs}_2 \text{S}_3$ et de montrer que, comme l'avait admis M. Baumhauer, ce minéral est isomorphe avec la Bournonite.

M. Prior a analysé également un échantillon de **Tennantite** particulièrement riche en zinc (Binnite), du Lengenbach.

Enfin le même auteur a établi la composition de petits cristaux verts de **Fuchsité** inclus dans la dolomie du Lengenbach.

M. R.-H. SOLLY (7) a donné la description d'une jolie cristallisation de **Dufrenoyssite** découverte dans la dolomie du Lengenbach et dans laquelle les cristaux de Dufrenoyssite sont comme saupoudrés de petits individus de Seligmannite. Le premier de ces 2 minéraux a fait l'objet d'une série de mesures cristallographiques, qui ont permis à M. Solly d'établir l'existence de 26 formes non encore constatées.

M. R.-H. SOLLY a d'autre part repris avec M. G.-F.-H. SMITH (8) l'étude de 5 petits cristaux fixés sur un même individu de Rathite du Binnental, dont il avait signalé la découverte en 1902. Ces cristaux sont tricliniques avec $a : b : c = 0.9787 : 1 : 1.1575$, $\alpha = 116^\circ, 53 \frac{1}{2}'$, $\beta = 85^\circ, 12'$, $\gamma = 113^\circ, 44 \frac{1}{2}'$; ils sont limités par 21 faces, dont les principales sont : (100), (010), (001), ($\bar{1}10$), ($1\bar{1}1$), ($11\bar{1}$); ils possèdent un éclat métallique et se raient en brun; ils appartiennent probablement à un sulfarséniure de plomb nouveau.

M. W.-J. LEWIS (4) a étudié de son côté des cristaux appartenant au même groupe minéral et provenant de la même région; il les a brièvement décrits et les a attribués, du reste avec doute, à la **Liveingite**.

D'autre part M. G.-F.-H. SMITH (6) a donné la description d'un grand cristal d'**Anatase**, provenant du Binnental et présentant la combinaison $a(100) \tau(313)$ et $z(113)$ compliquée par l'apparition de quelques autres faces beaucoup moins développées. Les faces (313) de cet échantillon sont couvertes par d'innombrables cristaux très petits du même minéral, orientés parallèlement à l'individu principal et présentant les faces (113), (112), (111) et (101).

Enfin je dois signaler encore à propos des minéraux du Binnental une notice de M. H. BAUMHAUER (1), consacrée à la description de quelques petits cristaux intéressants découverts dans le gneiss de cette vallée. Il s'agit de représentants du groupe de la pyrite, qui diffèrent de celle-ci par le fait que la face (210) y est remplacée par la face (310). La composition de ce minéral paraît correspondre à la formule $FeAs_2$, mais elle a été altérée par oxydation. Il s'agit donc d'une espèce spéciale, pour laquelle l'auteur propose le nom d'**Arsenoferrite**, et qui est probablement identique au minéral découvert en 1881 par Groth sur l'Alp Lerchelting.

M. M. DEL GROSSO (2) a fait une étude à la fois chimique et cristallographique d'une **dolomie ferrifère** trouvée dans le tunnel du Simplon. A ce propos, il a fait une revision critique des diverses idées émises dans la bibliographie sur la classification de cette espèce minérale.

M. F. ZYNDEL (9) a réuni un certain nombre de cristaux de **quartz**, provenant de Seedorf dans le canton d'Uri et a trouvé parmi eux deux types de macles intéressants. Dans les deux cas la face b^2 de l'individu B est parallèle à la face r^2 de l'individu A, mais tandis que dans un type la zone $b_1 b_2 b_3$ de B se place parallèlement à la zone $b_1 r_2 \rho_3$ de A, dans le second type elle se place parallèlement à la zone $b_2 r_2 o$ de A. M. Zyndel désigne ces deux formes de macle comme macles I et II de Seedorf.

Optique minéralogique. Je ne puis que signaler tout à fait sommairement ici une notice, dans laquelle MM. L. DUPARC et R. SABOT (3) donnent un aperçu sur les méthodes nouvelles appliquées par M. Fédorow à l'étude microscopique des minéraux.

L'une de ces méthodes, abandonnée du reste par son auteur, était basée sur les propriétés des courbes d'égale extinction; l'autre, qui marque un progrès considérable sur tous les moyens employés antérieurement, consiste à déterminer

directement la position des plans d'élasticité, en se servant d'un dispositif spécial, qui consiste en une platine à trois axes de rotation perpendiculaires

Pétrographie.

Genèse des granites. Dans le but d'élucider la question de la cristallisation des granites, M. A. BRUN (10) a fait les expériences suivantes :

Il a d'abord chauffé à 1000-1100° du verre de silice et a obtenu ainsi de petits cristaux fibreux, qu'il rapporte à la cristoballite. En poussant la chauffe à 1600° et en la prolongeant il a obtenu une autre forme de cristoballite avec une accentuation générale de la cristallinité.

En chauffant un verre de composition albitique, il a obtenu déjà à 750° des cristaux d'albite et en maintenant pendant 30 jours un verre de composition voulue à une température de 600° il a vu se développer une cristallisation d'anorthose.

En troisième lieu M. Brun a constaté que les micas se déshydratent et se détruisent déjà à des températures très peu élevées (240-540°) ; il en a conclu que ces minéraux ont du se développer a posteriori au sein des roches granitiques et que leur eau de cristallisation doit avoir une origine externe.

M. Brun déduit de l'ensemble de ses observations, que le quartz et les feldspaths peuvent cristalliser par voie purement ignée et anhydre à des températures en somme peu élevées, toujours plus basses que les températures de fusion des verres, d'autant plus élevées que le magma est plus riche en calcium.

M. A. BRUN (11) a résumé ces observations dans une conférence faite à la Société helvétique des sciences naturelles.

Métamorphisme. Dans une notice d'une vingtaine de pages M. U. GRUBENMANN (13) a fait un exposé des idées modernes sur la **structure et la texture des roches métamorphiques**. Il a insisté d'abord sur la nécessité de distinguer ces deux notions, dont l'une, la structure, est déterminée surtout par des causes internes, constitution du magma, rapidité de la consolidation, tandis que l'autre, la texture, dépend des causes externes, en particulier de la pression.

M. Grubenmann définit ensuite la structure cristalloblastique, qui est typique pour les roches métamorphiques et qui est caractérisée soit par la cristallisation imparfaite des éléments, soit par l'absence d'un ordre régulier de cristallisation.

Il étudie les règles qui président au développement des divers minéraux pendant le métamorphisme et fait intervenir la notion de puissance de cristallisation, qui varie pour chaque minéral avec les conditions ambiantes et en particulier avec la nature de la solution qui le baigne. Le développement des porphyroblastes dans une roche métarmorphique dépend du degré de sursaturation de la solution qui imprègne le milieu ambiant et de la faculté de croissance du minéral en voie de formation. Quant au moment où se forment ces porphyroblastes, il paraît coïncider le plus souvent avec la recristallisation de la pâte de la roche.

M. Grubenmann traite aussi de la structure diablastique, qui équivaut dans les roches métamorphiques à ce qu'est dans les roches endogènes la structure micropegmatitique ; puis il cite comme caractères fréquents dans les roches métamorphiques l'absence de cristaux maclés et le fait que dans les feldspaths zonés l'élément calcique augmente de l'intérieur vers l'extérieur, à l'inverse de ce qui se passe dans les roches endogènes.

Enfin, après avoir parlé de l'uniformisation du grain des roches qui se produit souvent sous l'influence du métamorphisme, l'auteur consacre quelques pages à l'étude des textures schisteuses et fibreuses et de leur développement sous l'influence des pressions et des laminages.

Dans une seconde notice M. U. GRUBENMANN (15) a traité un sujet analogue, de façon à le mettre à la portée du grand public. Il commence par définir le métamorphisme en général, ses diverses formes et les facteurs variés dont il dérive, soit la composition chimique du milieu, les actions hydrochimiques, l'influence de la température et de la pression. Puis il décrit les principaux types de roches métamorphiques.

M. J. KOENIGSBERGER (21) a repris de son côté la question du métamorphisme des roches alpines conjointement avec celle de la genèse des gîtes minéraux.

L'auteur rappelle que dans les Alpes les gîtes minéraux ne comprennent que des éléments dérivant de la roche ambiante, qu'ils ne sont pas en relation avec des phénomènes intrusifs et qu'ils sont répartis assez également dans de vastes volumes. Ces gîtes se classent donc normalement en trois catégories fondamentales, suivant que la roche encaissante est formée de silicates acides et de silice, de silicates basiques ou de carbonates. L'auteur rappelle la paragenèse des minéraux, qui correspond à ces divers cas et qui est susceptible de quelques variations.

Passant ensuite à la question du métamorphisme subi par les formations alpines, M. Kœnigsberger l'aborde par l'étude des phénomènes métamorphiques qu'on observe dans les sédiments mésozoïques. Il constate que la recristallisation subie par ces roches, pour ainsi dire nulle dans les nappes helvétiques, apparaît dans la couverture septentrionale du massif de l'Aar, puis s'accroît vers le sud jusque dans le massif du Gothard, où elle atteint un maximum et diminue ensuite progressivement jusqu'au sud du massif tessinois. Ce métamorphisme provoqué en partie par des actions dynamiques, en partie par l'intervention d'eaux ascendantes et acidulées, date des temps tertiaires et a dû commencer à se produire déjà avant la mise en place des grandes nappes alpines.

Après avoir décrit quelques cas de métamorphisme de contact proprement dit, observés soit dans les Alpes soit en dehors, M. Kœnigsberger cherche à définir la genèse de la grande phase métamorphique, qui a marqué la fin des temps paléozoïques et qui est liée à d'énormes intrusions de magmas granitiques. En se basant surtout sur des observations faites en Bavière et dans la Forêt Noire, il admet qu'une intrusion comporte normalement trois phases : d'abord le magma endogène ne pénètre que lentement par imprégnation progressive dans les roches, qu'il métamorphose ainsi sur de vastes étendues à la fois par injection et par réchauffement, de cette façon se forment de véritables massifs gneissiques, dont la cristallinité diminue avec le degré du métamorphisme subi de l'intérieur vers l'extérieur. Puis, grâce au ramollissement provoqué dans les roches par cette injection, un voussoir peut se produire, dans lequel le magma pénètre en masse et plus ou moins brusquement et il se forme un massif batholithique ; enfin cette intrusion est suivie d'une phase pneumatolithique plus ou moins prolongée.

Cette conception s'applique, d'après l'auteur, fort bien aux massifs de l'Aar, du Gothard et du Tessin.

M. J. KÖENIGSBERGER (18) a traité d'autre part cette question du métamorphisme à propos d'une étude d'ensemble des **schistes cristallins des massifs de l'Aar et du Gothard**.

L'auteur distingue trois grandes catégories dans les schistes cristallins du massif de l'Aar :

1° Les gneiss et micaschistes prestéphaniens de la zone septentrionale.

2° Les gneiss qui forment la zone marginale du massif granitique principal du côté du S.

3^o Les sédiments suprapaléozoïques et mésozoïques métamorphisés.

Il admet qu'avec des venues de roches dioritiques, gabbroïdes et porphyritiques est survenue, entre le Dévonien supérieur et le Carboniférien inférieur, l'intrusion des orthogneiss d'Erstfeld ; puis le Carboniférien supérieur a été marqué à la fois par le bombement du massif et l'intrusion du granite de l'Aar, qui ont été suivis pendant le Permien par des épanchements porphyriques. Enfin pendant le Tertiaire s'est produit le grand plissement des Alpes.

Dans le massif du Gothard le granite est d'âge carboniférien et n'a pu agir que sur les schistes anciens ; par contre les schistes mésozoïques ont subi un métamorphisme plus intense que dans le massif de l'Aar du fait soit des intrusions de roches basiques survenues pendant le Crétacique, soit des plissements tertiaires. Le métamorphisme tertiaire a été plus intense encore dans le massif tessinois.

En résumé M. Kœnigsberger distingue dans les Alpes deux grandes phases de métamorphisme, l'une carboniférienne, l'autre tertiaire, qui ont donné naissance chacune à un groupe de schistes cristallins ; pour lui les schistes de la zone de grande profondeur de MM. Becke et Grubenmann sont des schistes métamorphisés surtout par des phénomènes d'intrusion à l'époque carboniférienne, tandis que les schistes de la zone de moindre profondeur sont des roches métamorphosées surtout par des forces dynamiques pendant le Tertiaire.

Par divers exemples choisis dans des régions variées, M. Kœnigsberger cherche à démontrer le fait que la formation de schistes cristallins riches en minéraux de contact a perdu beaucoup de son importance à partir du Carboniférien, à cause du refroidissement progressif de la terre, mais que les phénomènes métamorphiques ont pu cependant reprendre à certains moments une grande ampleur à la suite de l'intrusion lente de magmas endogènes. Ce métamorphisme-là n'aurait rien de commun avec le métamorphisme régional de certains géologues.

L'auteur ne croit pas qu'aucun schiste cristallin actuellement superficiel puisse devoir sa cristallinité à son enfouissement antérieur à de grandes profondeurs ; par contre il admet comme les deux causes déterminantes du métamorphisme, les phénomènes d'intrusion d'une part, de l'autre les grandes pressions orogéniques.

En se basant sur ces diverses considérations, M. Kœnigs-

berger propose une nouvelle classification des schistes cristallins, basée sur une notion spécialement géologique.

Il distingue :

I. *Schistes dus à un métamorphisme de contact.*

A. Paraschistes à métamorphisme exomorphe.

1^o Schistes peu métamorphisés, ayant conservé en grande partie leur structure primaire et ne contenant qu'un petit nombre de minéraux cristallisés.

2^o Schistes au métamorphisme moyen, provoqué soit par simple réchauffement, soit par pneumatolyse.

3^o Schistes complètement recristallisés.

B. Orthoschistes à métamorphisme exomorphe ou roches éruptives modifiées par un apport en relation avec des mouvements fluidaux.

C. Gneiss injectés.

D. Orthoschistes des zones marginales des masses intrusives.

II. *Schistes métamorphisés par dislocation.*

A. Mylonites.

B. Schistes métamorphisés par pression et laminage en corrélation avec des actions dues à des gaz ou des eaux thermales.

III. *Schistes ayant subi plusieurs phases distinctes de métamorphisme.*

Dans une troisième publication M. J. KÖNIGSBERGER (19) a cherché à étendre à une zone considérable, s'étendant de la Turquie d'Asie jusque dans le Plateau central français, la notion d'une importante phase de métamorphisme carboniférienne, déterminée par une intense pénétration de magmas gneissiques et ayant transformé tous les sédiments précambriens en schistes cristallins. Les schistes cristallins de cette zone seraient ainsi en grande partie paléozoïques et non archéens. Les intrusions batholithiques des magmas granitiques auraient suivi l'injection gneissique et n'auraient provoqué que des phénomènes métamorphiques très localisés.

Dans une quatrième notice M. J. KÖNIGSBERGER (20) a relevé les analogies que présentent les massifs centraux des Alpes avec les Vosges et la Forêt Noire, ainsi que les différences qui existent entre ces diverses régions. Il a repris la question du clivage, que montrent la plupart des roches dans

les massifs centraux et a expliqué cette schistosité secondaire par des mouvements de la masse parallèlement à la schistosité primaire des gneiss sous l'influence de l'effort orogénique alpin.

Schistes cristallins du Tessin. M. U. GRUBENMANN (14) a consacré une brève notice à la description de divers types de roches, qu'il a observés dans le massif tessinois, plus particulièrement dans les environs de Bellinzone et de Locarno, ainsi que dans les vallées de Maggia et de Verzasca. Il décrit ainsi d'abord des schistes injectés, tantôt rubanés, ou feuilletés, tantôt œillés, tels qu'ils existent en très grande quantité. Puis il parle des roches qui se développent sur la périphérie des massifs granitiques par le fait de l'absorption plus ou moins abondante des roches encaissantes. En résumé il considère que le massif tessinois est formé pour la plus grande partie de roches injectées et de roches de rebrassement, que l'injection y a pris un caractère essentiellement pneumatolytique et qu'elle a affecté surtout des roches principalement schisteuses.

Dans les massifs du Gothard et de l'Aar la proportion des roches injectées est beaucoup moindre, sauf dans la zone d'Erstfeld, où les phénomènes d'injection reprennent une très grande importance ; mais ici l'injection est surtout aplitique.

M. EM. GUTZWILLER (16) a eu l'occasion d'étudier deux types de **roches cornéennes** qu'il a trouvés en contact avec des calcaires dans la zone de roches injectées, qui passe par Locarno, le Centovalli et le Val Onsernone.

La première de ces roches se trouve dans la carrière de Castione près de Bellinzona, où elle est désignée comme « granito scuro » ; elle est en général massive avec une structure porphyroblastique ; elle se compose de quartz granulitique, d'un plagioclase voisin de l'anorthite en gros individus, d'orthose en petits éléments, de scapolithe, de calcite incontestablement primaire, de biotite, de mouscovite et de phlogopite, de hornblende commune et d'augite toutes deux en cristaux macroscopiques, de grenat en grains très irréguliers, de tourmaline au contraire bien cristallisée et de titanite. Ces divers éléments se pénètrent réciproquement, de façon à prendre un développement absolument xénoblastique. Il s'agit évidemment d'une roche calcaréo-siliceuse, dans laquelle l'influence d'un métamorphisme de contact est évidente.

L'autre roche étudiée se trouve sur la route de Contra à Mergoscia (Val Verzasca) entre des calcaires et des gneiss d'injection. Les deux éléments constituant principaux sont

le quartz et l'orthose-microcline ; le plagioclase est notablement moins abondant ; l'augite et la hornblende forment des trainées foncées ; la calcite est assez abondante ; le grenat, la zoïsite, la titanite forment les principaux minéraux accessoires. La structure de la roche est encore xénoblastique avec une tendance granoblastique ; elle est nettement caractérisée par les associations micropegmatitiques de quartz et de feldspath. Il s'agit évidemment ici d'un produit d'injection dans une roche calcaire.

Dans une seconde publication M. E. GUTZWILLER (17) a donné une description pétrographique de la zone **méridionale du massif cristallin tessinois entre le Val Verzasca et Bellinzona**. Cette zone comprend des gneiss rubanés de composition diverse, associés à des paragneiss, à des roches augitiques et péridotiques variées et à quelques bancs de marbre ; elle est surtout caractérisée par l'abondance des roches filoniennes aplitiques et pegmatitiques qu'elle comporte et par l'intensité de l'injection qu'ont subie ses divers éléments.

Les **pegmatites filoniennes** forment les plus gros filons ; les feldspaths y sont surtout l'orthose et le microcline, auxquels se mêlent en moindre quantité des oligoclases variant de l'albite à l'andésine. Les micas appartiennent en proportions très diverses à la biotite et à la mouscovite ; la tourmaline se trouve dans presque tous les filons ; le grenat est fréquent ; la structure est caractérisée par la pénétration réciproque des éléments les uns dans les autres.

Les **aprites** sont reliées aux pegmatites par une série continue de termes de transition, aussi bien au point de vue de la composition minéralogique, qu'à celui de la structure ; de nombreux filons montrent une pénétration micropegmatitique du quartz et du feldspath.

Les **gneiss injectés** offrent des types assez variés de texture, parmi lesquels le plus fréquent est celui des gneiss rubanés, caractérisés par leurs alternances de lits aplitiques et de minces feuilletés micacés ; d'autres fois les filonets d'aprite, au lieu d'être parallèles, se croisent en tous sens, donnant lieu à des roches veinées ou artérites ; enfin on trouve encore des gneiss œillés et des gneiss tachetés.

L'intensité de l'injection dans les schistes cristallins varie dans des limites très étendues et M. Gutzwiller a choisi, pour les décrire en détail, divers types de schistes correspondant à des degrés successifs de l'injection. Il signale d'abord un micaschiste qu'il a rencontré entre Riveo et Visletto dans le Val Maggia au milieu de roches gneissiques et qu'il considère

comme une roche métamorphique franche, sans injection ; il décrit ensuite un gneiss à biotite des environs de Losone, près de Locarno, qui se distingue déjà par les formes moins allongées des quartz et des feldspaths, par la structure zonée des derniers, par l'apparition de quartz microgranulitique et par l'aspect corrodé des biotites ; il considère cette roche comme un paragneiss.

Comme roches à injection évidente, M. Gutzwiller commence par citer deux gneiss à biotite et hornblende, qu'il a trouvés l'un un peu à l'E de Locarno, l'autre au-dessus de cette ville, vers la Madonna del Sasso, et dans lesquels il a pu observer soit la pénétration réciproque du quartz et du feldspath, soit la pénétration de l'un et l'autre dans les biotites et les hornblendes, qui ont pris par suite des formes extrêmement déchiquetées. La structure qui résulte de ces faits ne peut être due qu'à une injection pneumatolytique et mérite le nom de *pneumatomorphe*. Vers le pont sur le Tessin de Bellinzone, M. Gutzwiller a observé des gneiss à mica noir, dans lesquels le quartz forme aussi des apophyses dans les autres éléments, en particulier dans les feldspaths ; l'orientation parallèle ne se marque ici nettement que dans les micas, qui sont fortement déchiquetés ; ces roches sont associées à des gneiss rubanés, dans lesquels les lits aplitiques prennent un grand développement ; le quartz y est en partie en gros grains, en partie en filonets microgranulitiques, en partie associé au plagioclase, de façon à former des myrmékites ; les orthoses y montrent une curieuse extinction onduleuse réticulée, due très probablement à une action pneumatolytique. Plus au S, dans les carrières de Palasio et Pedevilla, affleurent des gneiss rubanés du même type.

Le tunnel de l'entreprise électrique de Verzasca traverse entre autres un gneiss à biotite et hornblende, très riche en feldspath, dans lequel les éléments blancs présentent une structure rappelant d'une part celle des aplites, de l'autre celle des micropegmatites, tandis que la biotite y est presque constamment corrodée. Cette roche dont la structure primaire cristalloblastique est encore conservée par places, doit sa structure secondaire à une intense injection aplitique.

A l'entrée supérieure du même tunnel, vers Gorippo, ainsi qu'au Ponte Brolla, affleurent des gneiss rubanés, au grain extrêmement fin, dans lesquels les lits de minéraux blancs montrent une structure mixte aplitique-micropegmatitique et qui doivent, contrairement à l'opinion de M. Klemm, être considérés aussi comme des schistes injectés.

A ces roches se rattachent des gneiss aplitiques, qui s'en distinguent seulement par leur faible teneur en biotite et se composent essentiellement de quartz, d'orthose, de microcline, de plagioclases acides et de mouscovite avec très peu de mica noir. Ces roches affleurent à Intragna, au Ponte Brolla et vers la gare de Bellinzone.

Ainsi dans cette zone de schistes injectés on rencontre deux éléments, l'un, sédimentaire, qui est conservé à peu près pur dans les micaschistes métamorphiques de Riveo-Visletto, l'autre, éruptif, qui forme les filons aplitiques-micropegmatitiques de la région. Ces deux éléments se sont mélangés par injection et ont donné une série de roches mixtes.

M. Gutzwiller décrit en outre deux types de roches un peu spéciaux, dont il a constaté la présence dans la carrière du pont de Bellinzone sur le Tessin. L'une de ces roches est un gneiss amphibolique à scapolithe, qui se rattache aux roches déjà décrites du même gisement par le développement de ses feldspaths et de ses micas, mais qui, outre sa teneur en hornblende commune et en scapolithe, est caractérisé par les nombreux filonets de quartz qui le traversent. La seconde roche décrite est une aplitite, au sein de laquelle se développent par places de la hornblende et de l'augite; l'apparition de ces deux minéraux est évidemment due à une absorption par le magma éruptif d'éléments amphiboliques provenant de la roche voisine, qui ont été à la fois corrodés et partiellement transformés en augite.

Près de Corcapolo dans le Centovalli l'auteur a trouvé un gneiss formé surtout de quartz, d'orthose, de microcline et de biotite avec peu de plagioclase, qui apparaît à proximité d'un filon de micropegmatite et dans lequel on peut facilement distinguer une portion primaire granoblastique-lépidoblastique et une portion résultant d'une injection de caractère aplitique-pegmatitique. Enfin, M. Gutzwiller décrit un gneiss biotitique très acide, qu'il a trouvé dans la carrière de Reazino et dans lequel l'élément aplitique-pegmatitique devient fortement prédominant.

Après avoir étudié ainsi une série de schistes injectés divers, M. Gutzwiller établit une comparaison entre ces roches et les orthogneiss et granites, qui affleurent directement au N de la zone considérée dans la région d'Osogna. Ces gneiss et granites correspondent à un magma très acide, voisin de la composition des aplites, riche en alcalis avec prédominance de la soude; leur structure ne varie que faiblement entre les

types granitique et blastogranitique ; par places ils contiennent des enclaves schisteuses.

En matière de conclusion, M. Gutzwiller considère comme démontré le caractère de schistes injectés des gneiss de la zone Bellinzona-Locarno, puisqu'il a pu établir tous les termes de passage entre la pénétration filonienne des roches aplitiques-pegmatitiques et l'injection la plus fine et trouver tous les degrés d'injection. Ces schistes sont caractérisés minéralogiquement par l'abondance d'un feldspath intermédiaire entre l'orthose et le microcline, puis par les formes corrodées qu'y prennent le mica noir et la hornblende. L'injection est ici en relation intime avec la pénétration filonienne des aplites-pegmatites et ces roches elles-mêmes dérivent du même magma que les orthogneiss de la zone voisine des gneiss tessinois.

Roches cristallines des nappes rhétiques et austro-alpines.
M. H.-P. CORNELIUS (12) a entrepris, pendant les années 1910 et 1911, une étude géologique du massif montagneux qu'encadrent la Haute Engadine, la route du Julier et celle du Septimer. Il a publié récemment la partie pétrographique de son travail.

L'auteur fait précéder son exposé pétrographique d'un court aperçu tectonique, montrant que dans son champ d'étude trois nappes se superposent ; ce sont de haut en bas :

1^o La nappe du Julier formée essentiellement de roches granitiques, qui constitue la région du Piz Lagrev, du Piz Polaschin et du Piz dellas Colonnas et se prolonge en une klippe jusqu'au Piz Gravasalvas ;

2^o La nappe d'Err, qui comprend des granites, des schistes prétriasiques, des quartzporphyres métamorphisés et des sédiments du Trias, du Lias et du Malm. Cette nappe, qui est surtout développée au N de la route du Julier, est, dans le territoire considéré, intensément laminée et disloquée ;

3^o La nappe rhétique, qui se compose d'un complexe inférieur cristallophyllien et prétriasique, d'une série moyenne de roches ophiolithiques et de schistes verts, et d'un complexe supérieur de calcaires dolomitiques du Trias, de schistes liasiques du type des Schistes lustrés, enfin de radiolarites et de marbres suprajurassiques. Cette nappe forme essentiellement la partie S et W de la région considérée ; elle comporte de multiples complications et montre en particulier un plissement des deux termes supérieurs remarquablement indépendant de celui de la série cristallophyllienne.

Les roches sédimentaires des deux nappes inférieures ont été le plus souvent profondément métamorphisées, les schistes argileux ayant passé à l'état de calcphyllites et les calcaires ayant été plus ou moins marmorisés avec formation de mica blanc. Avec les radiolarites M. Cornelius a trouvé, à divers endroits, des amas noduleux de fer et de manganèse, qu'il compare aux nodules de manganèse qui se développent actuellement dans les argiles rouges des grands fonds.

Dans son étude pétrographique M. Cornelius envisage d'abord les schistes cristallins de la nappe rhétique, auxquels il applique le nom général de série de la Maloja et qui sont puissamment développés depuis le lac de Sils et la Maloja jusqu'au S du Septimer.

La roche la plus typique de la série de la Maloja est un gneiss schisteux formé de lits minces de quartz et d'albite alternant avec de fines couches de mouscovite (Phengite); aux minéraux blancs précités se mêle une certaine quantité de microcline soit en petits éléments dans la pâte, soit en porphyroblastes. Le zircon, l'apatite, la magnétite et la pyrite sont les minéraux accessoires. Parfois la schistosité devient moins régulière. D'autres fois les gneiss passent à des mica-schistes, dans lesquels le microcline n'existe plus, tandis qu'une chlorite fortement polychroïque s'y développe à côté de la mouscovite.

Parmi ces schistes l'auteur décrit spécialement des schistes foncés, dans lesquels le feldspath est en quantité très réduite et qui contiennent à côté de la mouscovite et la chlorite un pigment foncé formé par le graphite. La structure de ces roches oscille entre celle des phyllites à séricite et celle des quartzites.

Dans leur ensemble les schistes de la Maloja paraissent être d'origine sédimentaire; ils correspondent à la zone de cristallisation supérieure de M. Grubenmann, sauf les types porphyroblastiques, qui ont déjà un caractère transitoire aux roches de la zone de cristallisation moyenne.

Dans un chapitre spécial M. Cornelius décrit une puissante lame de granite, qui apparaît dans les versants N et W de la Rocabella entre des quartzporphyres de la nappe d'Err sous-jacents et des schistes jurassiques de la nappe rhétique sus-jacents et se trouve ainsi dans une position tectonique des plus compliquées. La roche se rapproche beaucoup du granite du Julier, elle est formée en majeure partie par un plagioclase verdâtre, presque complètement transformé en séricite avec formation d'albite secondaire; elle comprend en outre très peu

d'orthose, du quartz en gros grains gris et de la biotite chloritisée en petite quantité; la texture est massive avec un grain de grosseur assez variable.

Mais ce granite a été dans une grande partie de sa masse complètement transformé par les laminages qu'il a subis et a passé à l'état de mylonite. Les quartz y sont pulvérisés; les feldspaths y ont plus ou moins complètement disparu, en donnant naissance à des amas feuilletés ou fibreux de séricite; la texture est devenue schisteuse; quant à la composition chimique, elle s'est modifiée dans le sens d'un léger enrichissement en alumine, d'un enrichissement plus marqué en fer et surtout en potasse et d'un appauvrissement en soude.

A ce propos M. Cornelius décrit quelques échantillons de mylonites qu'il a observés à la base de la nappe granitique du Julier, et parmi lesquels il distingue un type presque exclusivement formé de séricite et de quartz en gros grains cataclastiques avec un peu de chlorite et de mica blanc, et un second type, dans lequel de beaux cristaux maclés d'albite sont conservés et la structure granitique primaire est moins profondément altérée. D'autre part M. Cornelius a étudié un gneiss, qui est compris dans la masse granitique du Julier près du sommet de l'Is Crutscharöls; cette roche se distingue par son grain fin et sa fine schistosité.

Le chapitre suivant de la thèse de M. Cornelius est consacré à l'étude d'un quartzporphyre métamorphique, qui prend une grande extension au S. W. du col du Julier jusque près du Pian Canfer. Cette roche appartient à une nappe d'épanchement contemporaine du Verrucano supérieur et faisant partie de la nappe d'Err; elle se compose d'une pâte fine verdâtre, au milieu de laquelle se détachent des grains de quartz, des prismes de feldspath et des lamelles de biotite chloritisée. Sous le microscope on peut voir que les quartz sont complètement brisés et que la pâte a subi une modification absolue de sa structure primaire et est devenue un fin agrégat de quartz et de séricite. Par sa composition chimique cette roche est un quartzporphyre et se rapproche beaucoup du porphyre de la Rofna. Lorsque le laminage a été particulièrement intense la roche passe à l'état de schiste à séricite.

En relation avec le porphyre de Nair, M. Cornelius décrit une curieuse roche, qui forme des lentilles dans la base du porphyre et qui se compose pour les $\frac{3}{4}$ de quartz, pour $\frac{1}{4}$ de pyrite, le premier de ces minéraux formant des auréoles autour des cristaux du second; la cataclase est peu accusée.

L'origine de cette formation est énigmatique, mais elle est certainement en relation avec l'épanchement du porphyre, d'autant plus que des roches analogues se retrouvent en relation avec des roches porphyriques près d'Ardez dans la Basse Engadine.

L'auteur a prêté une attention particulière aux roches ophiolithiques, qui constituent l'élément le plus caractéristique de la nappe rhétique et qui comprennent des gabbros, des diabases, des serpentines et des schistes verts. Ces diverses roches sont associées en proportion très diverses suivant les régions et sans qu'on puisse trouver aucune règle à leur répartition.

Quant à leur genèse les formations ophiolithiques doivent être considérées comme intrusives à cause du métamorphisme de contact qu'on constate dans les milieux encaissants. Cette intrusion, d'après ce qu'on sait des roches ophiolithiques de la nappe rhétique en général, a dû être en tout cas postcénomaniennne; d'autre part le fait que ces roches ne se trouvent nulle part dans les synclinaux écrasés du cœur gneissique de la Maloja, tandis qu'en général elles s'intercalent entre les schistes cristallins et leur revêtement mésozoïque, fait supposer à l'auteur que leur intrusion a été postérieure à la formation de ces synclinaux, par conséquent à la première phase des plissements alpins, et qu'elle a été provoquée par la profonde dislocation, qui est devenue le chevauchement de la nappe austro-alpine.

Au point de vue pétrographique ces roches se répartissent entre les types suivants :

a) Les **gabbros** ne sont connus que sur deux points, d'abord près du Septimer Pass, où un petit affleurement de roche extrêmement décomposée a déjà été signalé par Théobald, ensuite près de Gravasalvas, au-dessus du lac de Sils, où le gabbro apparaît en bancs discontinus et en petits amas au milieu d'une masse de schistes verts. La roche a subi ici un laminage d'intensité variable; les feldspaths y sont complètement séricitisés et les augites y restent seules reconnaissables à l'œil nu. L'examen microscopique révèle la présence à côté de l'augite d'une hornblende primaire et permet de constater l'existence dans la pâte de restes pulvérisés d'andésine au milieu d'un fouillis de séricite. Le métamorphisme a transformé partiellement ces gabbros en de véritables schistes sériciteux, dans lesquels, à côté de la séricite on trouve de l'albite, de l'épidote, de la chlorite et souvent des aiguilles de trémolithe; cette transformation peut du reste facilement se

suivre grâce à une succession de termes transitoires, tandis qu'on ne peut constater aucun passage du gabbro aux schistes verts encaissants, qui doivent dériver d'un magma diabasique. Il semble donc que la roche gabbroïde a été traversée et recoupée après sa consolidation par une venue importante de diabase.

Au point de vue chimique le gabbro de Gravasalvas se distingue par sa richesse en alcalis (2.28 % de K_2O et 4.28 % de Na_2O) qui est peut-être en partie due à des apports secondaires.

b) Les **roches diabasiques** appartiennent à des types très divers suivant leur structure primaire et surtout suivant leur degré de métamorphisme. Parmi les roches peu métamorphisées on peut distinguer des diabases francs entièrement formés d'une fine pâte de plagioclase et d'augite, et des porphyrites diabasiques avec macrocristaux de plagioclase. Les types métamorphiques ou schistes verts sont beaucoup plus abondants ; ils comprennent : 1° des schistes chloriteux avec porphyroblastes d'augite et parfois de plagioclase, qui peuvent être envisagés comme des porphyrites augitiques métamorphisées et cataclastiques ; 2° des schistes chloriteux à épidote, riches en albite qui sont de beaucoup les plus abondants ; ce sont des roches au grain très fin et à la schistosité peu prononcée, sans porphyroblastes, qui possèdent presque exactement la même composition chimique que les précédentes et se rattachent au type Oroville d'Ossan ; 3° des schistes chloriteux à épidote qui se distinguent des précédents par l'absence de l'albite et la présence de petits porphyroblastes de hornblende. Ces dernières roches présentent dans leur composition chimique des anomalies, qui tendent à les faire dériver d'une péridotite altérée dans sa composition par une absorption de roche calcaire.

c) Les **serpentes** sont des serpentines normales à antigorite, qui contiennent encore des grains d'enstatite et de pyroxène monoclinique et, comme minéral secondaire, de la magnétite en très grande quantité.

Enfin le dernier et principal chapitre de la thèse de M. Cornelius est consacré à l'étude des roches métamorphisées par contact, qui se présentent soit dans la série gneissique de la Maloja, soit parmi les calcaires triasiques et les schistes jurassiques.

Parmi les types métamorphiques de la série de la Maloja l'auteur décrit d'abord un schiste, dont la pâte est formée essentiellement de quartz et d'albite et pigmentée en gris ver-

dâtre par de très fines particules de graphite mêlées à de petits éléments de biotite, de hornblende et probablement d'un composé de titane. Au milieu de cette masse se détachent des porphyroblastes d'une hornblende bleue, voisine de la Riebeckite. Cette roche se trouve soit au contact des phyllites foncées avec de la serpentine, soit comme inclusion dans des schistes verts; elle représente évidemment une phyllite métamorphisée par les roches basiques voisines. Un autre schiste semblable se trouve sous forme de banc englobé dans la serpentine; il se distingue du précédent surtout par le fait que les porphyroblastes de hornblende sont ici zonés avec un cœur d'actinolithe et une auréole périphérique de Riebeckite et que la pâte y est plus riche en graphite et surtout en biotite.

En relation avec ces schistes amphiboliques, M. Cornelius décrit un micaschiste, trouvé aussi intercalé dans la serpentine, dont la pâte est formée comme dans les cas précédents d'un fin agrégat de quartz et d'albite et qui contient la même biotite d'un brun doré, mais ici la hornblende a disparu, tandis que le mica est devenu très abondant; le graphite paraît faire défaut.

L'auteur a pu étudier un profil complet à travers une zone de contact entre la serpentine et les gneiss de la Maloja, qu'il a découverte au N du lac de Sils entre les ravins de l'Ova della Roda et de l'Ova del Crot. Il a trouvé là à partir de la serpentine :

1° Une roche formée essentiellement de diopside (10 cm. à 2 m.).

2° Une roche formée d'épidote en grains fins, qui passe vers le haut à :

3° Une roche rubanée, formée de lits alternatifs d'épidote d'une part, de quartz et d'albite de l'autre; on trouve dans cette zone des porphyroblastes de diopside.

4° Une roche dans laquelle la masse microgrenue de quartz et d'albite prend de plus en plus d'importance, dans laquelle l'albite forme en outre d'assez gros porphyroblastes maclés et dans laquelle apparaissent soit des agrégats fasciculés d'une hornblende bleuâtre, soit de petits amas de biotite brune.

5° Un schiste gueissique, qui ne se distingue guère des schistes normaux de la Maloja que par leur teneur du reste peu considérable en épidote.

Il est évident que les termes 1 et 2 de cette coupe sont dus à l'action de la roche intrusive sur des sédiments cal-

caires ; quant aux termes suivants leur richesse progressivement décroissante en épidote s'explique par la pénétration d'une certaine quantité de chaux, empruntée aux sédiments calcaires sous-jacents sous l'influence du métamorphisme de contact.

Les roches calcaires métamorphosées par contact se trouvent soit englobées dans les serpentines, soit entre les serpentines et les gneiss dans des conditions rendues le plus souvent obscures par les complications tectoniques. Ces roches contiennent comme minéraux les plus fréquents ou les plus caractéristiques, en proportions très diverses du reste : des diopsides le plus souvent verts, parfois blancs, des hornblendes, en particulier de la gramatite, de la clinozoïsite et un épidote incolore très pauvre en fer, un grenat rouge, du vésuviane, des feldspaths riches en CaO, de l'antigorite, des chlorites et des micas divers, de la titanite, de la calcite et du graphite. Suivant la prédominance des uns ou des autres de ces éléments les roches prennent le caractère d'ophicalcites, de marbres ou de roches à silicates calciques.

Les ophicalcites se trouvent très fréquemment sous forme de bancs englobés dans la serpentine ; elles sont formées d'agrégats de calcite enchevêtrés avec d'autres formés de serpentine, l'association de ces deux éléments comme la grosseur du grain étant susceptibles d'amples variations, et la texture, en général massive, pouvant devenir schisteuse. La trémolite, la magnétite et la pyrite y sont les minéraux accessoires les plus fréquents ; en outre on voit souvent dans les agrégats de calcite un pigment rouge intense, qui doit être ou de l'hématite ou un silicate de fer.

Les marbres sont tantôt formés de calcite presque pure, tantôt plus ou moins riches en quartz, ou en micas divers (séricite, moucovite, biotite brune), ou en chlorite, ou en diopside.

Les roches à silicates calciques forment le groupe le plus intéressant et le plus varié. Parmi elles il faut distinguer d'abord celles dans lesquelles le diopside ou bien existe exclusivement, ou bien prédomine fortement sur tous les autres éléments ; au diopside se mêle fréquemment dans ce cas surtout l'épidote et la clinozoïsite et en faible quantité des grenats, du vésuviane, des plagioclases, de la calcite, de la chlorite, etc.... A côté des gros amas rocheux le diopside forme aussi par places des filons irréguliers pénétrant profondément dans l'intérieur des schistes liasiques.

D'autres fois ce sont l'épidote et la clinozoïsite qui devien-

nent les éléments essentiels de la roche, tandis que le diopside ne s'y trouve plus qu'en petite quantité avec l'albite, la chlorite et la calcite.

Très localement on trouve aussi des roches formées essentiellement de vésuviane avec un peu de diopside. Enfin, M. Cornelius décrit encore une roche formée par des agrégats rayonnés d'un minéral serpentino-chloriteux, dans lequel se détachent des fibres de chrysotile, des grains de vésuviane et de petits cristaux de grenat. Ce type très caractéristique a été découvert sur la route du Septimer en aval du Pian Canfer.

Le fait que ces roches dans leur ensemble doivent leur origine à un métamorphisme de contact, découle avec certitude, pour M. Cornelius, soit de leur composition minéralogique, soit de leur structure comme aussi de leur répartition, qui implique une liaison intime avec les roches ophiolithiques.

Il est probable que les ophicalcites et les marbres dérivent tous des calcschistes jurassiques, ainsi qu'une partie des roches épidotiques, tandis que les roches à diopside doivent se rattacher surtout aux calcaires dolomitiques du Trias. Dans leur composition minéralogique ces roches présentent toutes cette particularité que l'anorthite y est remplacée par l'épidote et et la clinozoïsite et que la wollastonite fait complètement défaut. L'ordre de cristallisation des éléments constituants est en général le suivant : 1° diopside et épidote ; 2° grenat ; 3° vésuviane ; 4° albite ; 5° chlorite ; 6° calcite. Pour expliquer la composition définitive de ces divers produits métamorphiques, il faut supposer un apport important d'origine éruptive qui a consisté surtout en Si O_2 et pour une moindre part en Na_2O , en chrome, en Ti O_2 et pour une faible part en Fe O . Quant aux ophicalcites, il semble que leur teneur en serpentine soit due à la pénétration dans le sédiment calcaire de vapeurs de Si Cl_4 et de Mg Cl_2 , grâce auxquelles a pu se former de l'olivine, qui a été transformé subséquemment en serpentine.

En terminant, M. Cornelius attire l'attention sur certains caractères généraux, qui se manifestent dans l'ensemble des roches qu'il a étudiées ; ce sont d'abord le développement d'un pigment vert de chlorite et de phengite formé aux dépens des feldspaths, dont l'albite seule a subsisté ; c'est ensuite l'extension de la structure cataclastique et en général des formes de texture qui se développent dans les cas de métamorphisme superficiel ; ce n'est que dans le cœur de la nappe rhétique qu'on

constate des traces d'un métamorphisme plus profond. Du reste l'auteur insiste sur le fait que ces distinctions n'ont pas une valeur générale dans le système des nappes grisonnes et il croit pouvoir admettre que dans chaque nappe le métamorphisme correspond à une zone de profondeur de plus en plus grande à mesure qu'on l'étudie plus au S.

II^{me} PARTIE. — GÉOPHYSIQUE

Cours d'eau.

M. L. HORWITZ (28) a entrepris l'étude des relations qui se manifestent entre les conditions de température et les quantités des précipitations atmosphériques d'une part, d'autre part l'extension de la glaciation dans les bassins secondaires et le débit des cours d'eau. Il a publié sur ce sujet une très courte notice préliminaire.

Glaciers.

Le 32^e rapport sur les variations des glaciers des Alpes suisses, rédigé par MM. F.-A. FOREL, E. MURET et P.-L. MERCANTON (23) est consacré à la période 1910-11. Il débute par une chronique des glaciers, dont s'est chargé M. Muret et qui met clairement en lumière l'effet de l'été extraordinairement chaud de 1911. En effet sur 67 glaciers observés 63 ont été trouvés en décrue, 1 a été trouvé stationnaire et 3 seulement, soit le glacier de l'Eiger et les 2 glaciers de Firnälpele dans les Alpes d'Unterwalden ont marqué de légères crues. Ainsi la tendance à la crue, qui se manifestait sur différents petits glaciers pendant les années antérieures, a été interrompue par un excès d'ablation.

C'est M. Mercanton qui s'est chargé de collationner les observations concernant les névés qui ont été faites avec une exactitude spéciale à Orny, sur le flanc de l'Eiger, et aux Diablerets grâce aux nivomètres installés en ces trois endroits. L'ensemble de ces observations montre que l'enneigement a été généralement régressif dans les Alpes suisses en 1911. D'autre part elles ont permis de constater que les rimaies ont eu la tendance à s'ouvrir particulièrement pendant ce même été et que souvent des rimaies supplémentaires se sont ouvertes au-dessus des rimaies habituelles. M. Mercanton explique ce fait par une augmentation d'épaisseur de la gencive glaciaire déterminée elle-même par l'enneigement progressif de 1910.

M. Mercanton donne la description d'une balise nivométrique qu'il a installée près de la cabane d'Orny en novembre 1911 dans le but de déterminer exactement l'alimentation annuelle du glacier, en même temps que son mouvement.

Enfin M. Forel, déjà atteint par la maladie et hors d'état de compléter ce rapport par un chapitre théorique nouveau, a donné une table des articles théoriques sur les variations des glaciers qu'il avait incorporés dans les 31 rapports auxquels il avait collaboré.

Dans une notice spéciale, M. P.-L. MERCANTON (31) a publié à nouveau les renseignements qu'il a pu réunir sur les variations de l'enneigement en 1911; il a attribué la régression générale des névés qui a marqué cette année à trois causes: 1° un défaut d'alimentation hivernale; 2° un excès d'ablation estivale; 3° un tassement des névés en relation avec la propagation vers l'aval d'une vague de déformation de tout l'appareil glaciaire.

MM. CH. RABOT et E. MURET (34), qui se sont chargés de réunir dans un rapport spécial les renseignements recueillis sur les variations des glaciers en général, ont pu montrer que la décrue générale constatée en Suisse s'est produite non seulement dans l'ensemble des glaciers alpins, mais encore dans presque toutes les régions glaciées d'Europe. En Suède seulement la majorité des glaciers ont continué à croître, tandis qu'en Norvège c'est encore la décrue qui a prédominé.

Grâce à l'activité de la commission suisse des glaciers les observations poursuivies depuis tant d'années sur le glacier du Rhône ont été continuées en 1912. D'après le rapport dans lequel M. ALB. HEIM (26) rend compte de ces observations, nous voyons que cette année-là encore le glacier du Rhône a diminué notablement d'épaisseur, que ses névés collecteurs se sont tassés également et que son front s'est retiré en moyenne de 10 m. Ce rapport contient comme d'habitude des indications nombreuses sur la vitesse d'écoulement du glacier dans ses diverses parties.

Sources.

Pendant son étude générale des Alpes berno-valaisannes, M. M. LUGEON (30) s'est occupé en particulier des **sources de Louèche** et a collationné ses observations sur ce sujet dans une courte monographie.

Après un exposé historique de la question, l'auteur décrit sommairement 21 sources, qui sont localisées le long d'une

ligne légèrement arquée, dans l'axe de la vallée de la Dala, en aval et en amont de Louèche-les-Bains. Toutes ces sources sont nettement thermales, quoique leur température varie notablement de l'une à l'autre; elles sont aussi toutes minéralisées et beaucoup d'entre elles déposent soit un limon gris, qui dérive directement des schistes aaléniens voisins, soit un fango rouge de péroxyde de fer. Quant à leur distribution il faut distinguer parmi ces sources celles qui sortent dans le ravin de la Dala près du niveau du torrent et celles qui apparaissent à la surface à une altitude bien supérieure, à Louèche même, aux Obere Maressen ou aux Untere Maressen. Les premières émergent la plupart de la roche en place, soit des calcaires bajociens, soit en petite partie des schistes aaléniens; les secondes, qui sont les plus importantes, sortent de la moraine ou d'un dépôt tuffeux qui recouvre celle-ci, et paraissent jaloner un ancien ravin de la Dala comblé par des dépôts morainiques. Il n'y a du reste aucun doute que toutes ces eaux sont montantes et proviennent des calcaires bajociens, qui sont incurvés dans la région de Louèche en une charnière synclinale culbutée, fermée au S et enveloppée par les schistes aaléniens.

M. Lugeon examine ensuite la composition chimique des eaux de Louèche, qui sont caractérisées 1^o par leur teneur riche en sulfates, 2^o par leur pauvreté en carbonates et par leur forte radioactivité, et qui d'une part dégagent en grande quantité des gaz, parmi lesquels l'azote prédomine de beaucoup, d'autre part déposent soit du limon, soit du fango ferrugineux, soit du gypse.

D'après les observations faites par M. Lugeon, il n'y a aucun doute que c'est le pli synclinal de Bajocien précité qui sert de cheminement aux eaux pour leur mouvement ascendant; or ce pli s'élève longitudinalement du SW au NE; il appartient en outre à un système de plis couchés, qui sont nettement arqués dans la région de Louèche, de façon à passer de la direction S-N à une direction SW-NE. Cette courbure des plis a dû provoquer la formation dans le calcaire de nombreuses diaclases, qui sont devenues des conduits faciles pour les eaux.

Pour déterminer le parcours souterrain des eaux qui sortent à Louèche, M. Lugeon se base essentiellement sur la nature de leur minéralisation. Riches en sulfate de chaux, ces eaux doivent avoir été en contact avec un Trias gypsifère, qui ne peut guère être que celui des plis du Torrenthorn; très fortement radio-actives elles ne peuvent avoir acquis ce

caractère que par un contact avec les roches granitiques, elles-mêmes très radio-actives, du batholithe de Gasteren ; relativement peu calcaires elles ne peuvent avoir fait la plus grande partie de leur parcours dans la zone des plis jurassiques du Balmhorn. L'auteur arrive ainsi à l'idée que les eaux minéralisées de Louèche proviennent d'infiltrations se produisant dans la zone des plis du Torrenthorn, qu'elles ont ensuite passé par dessus le dome granitique de Gasteren, en le contournant plus ou moins loin vers le SW, qu'elles sont descendues de là jusque dans la charnière de l'anticlinal parautochtone le plus profond du système des plis couchés de la Gemmi et du Balmhorn, pour remonter finalement dans le synclinal de Dogger qui sépare cet anticlinal inférieur des plis sus-jacents.

Dans un dernier chapitre, M. Lugeon examine la question de la température des sources de Louèche et de ses variations ; cette étude, qui comporte beaucoup de réserves, porte spécialement sur les quatre grosses sources de Rossgüll, de la Guérison, de Saint-Laurent et du Bain des Pauvres ; elle montre que les sources de Saint-Laurent ont conservé une température sensiblement constante depuis la fin du dix-huitième siècle, que la source de la Guérison s'est légèrement refroidie depuis 1844, tandis que la source du Bain des pauvres, après s'être un peu refroidie entre 1770 et 1829, a légèrement relevé sa température de 1829 à l'époque actuelle. L'auteur émet l'hypothèse que la température des sources élevées pourrait être à la longue influencée par une diminution progressive du débit au profit des sources plus basses.

Ajoutons en terminant que l'exposé de M. Lugeon est complété par une coupe géologique traversant les zones du Torrenthorn et du Balmhorn et par une petite carte des environs de Louèche.

Lapiaz.

MM. ARN. HEIM et P. ARBENZ (27) ont décrit, dans un article destiné au grand public, les caractères typiques des paysages de lapiaz si fréquents dans les Alpes suisses ; ils ont rappelé que les bancs de l'Urgonien et ceux du Malm se sont prêtés particulièrement souvent au développement de ces formes et ils ont fait ressortir l'influence qu'exercent sur l'évolution d'un champ lapiaire le degré de la pente, la nature de la roche et son état de dislocation, ou encore les conditions climatiques.

Karrs.

Je ne puis que citer brièvement ici une publication de M. H. PHILIPP (33) consacrée à la description d'un système de karrs étudié dans la Rhön. A ce propos l'auteur expose quelques idées générales sur le développement des karrs ; il cherche en particulier à démontrer que les karrs typiques, limités vers l'amont par des parois abruptes, représentent un stade profondément évolué d'érosion glaciaire, tel qu'il apparaîtrait après une phase de décrue prononcée mettant à nu des territoires longtemps couverts.

L'auteur cite plusieurs exemples pris dans les Alpes de la Suisse centrale.

Eboulements et glissements.

M. G. ROESSINGER (35) a eu l'occasion de suivre de près des mouvements assez importants et menaçants, qui se produisent dans la Dalle nacrée de la Recorne au-dessus de la Chaux-de-Fonds. La cause première de ces mouvements se trouve dans l'état de morcellement avancé de la roche, qui est coupée par trois plans de désagrégation, l'un parallèle à la stratification principale, le second correspondant à une stratification secondaire oblique, le troisième irrégulier, presque perpendiculaire aux bancs. La cause déterminante des mouvements a été l'ouverture imprudente de carrières au bas de la pente, travail qui a rompu l'équilibre des calcaires peu cohérents.

Séismes.

Il suffit de signaler ici le rapport, dans lequel M. J. FRÜH (24) a rendu compte de l'activité de la commission séismologique suisse et de la station séismographique fédérale pendant la période 1911-1912. Quant au rapport annuel de M. de Quervain sur les séismes en Suisse, sa publication a été retardée par le voyage que notre collègue a entrepris au Groenland.

L'on se souvient que le 16 novembre 1911 la région NE de la Suisse a été secouée par un tremblement de terre exceptionnellement violent. Ce séisme a, comme de juste, attiré l'attention de divers naturalistes et fait l'objet de plusieurs publications.

Citons d'abord à ce propos une notice de M. W. SALOMON (37) dont l'auteur développe l'idée d'une intervention simultanée de deux centres d'ébranlement, situés l'un dans la région de Constance, bien connue comme un territoire en

voie de tassement, l'autre dans la région d'Ebingen-Hechingen, où l'on pourrait rattacher l'action séismique soit au jeu de décrochements horizontaux, soit au réveil d'une activité volcanique.

Les déformations produites par le séisme du 16 novembre 1911 dans le bassin du lac de Constance ont été d'abord brièvement décrites par M. R. LAUTERBORN (29), qui les a observées spécialement entre Ermatingen et Gottlieben. Elles ont fait l'objet d'une description plus détaillée, publiée par M. G. RÜETSCHI (36), qui a recherché toutes les dislocations survenues sur les deux rives de l'Untersee. Sur la rive N un affaissement marqué a été constaté entre Hemmenhofen et Oberstad sur une longueur de 1 1/2 km.; sur la rive S, les principaux affaissements se sont produits aux environs d'Ermatingen, près de Berlingen et près de Steckborn. Les mouvements qui ont affecté les vases lacustres ont provoqué un trouble des eaux du Rhin pendant plusieurs jours et ils ont été assez importants pour remanier les coquillages enfouis dans ces vases.

M. W. SCHMIDLE (38) a cherché à préciser les lignes d'ébranlement maximal de ce même séisme dans les environs de Constance. Il a reconnu que ces lignes coïncident exactement avec les lignes de dislocation pléistocènes qu'il avait reconnues antérieurement. La direction du mouvement, vérifiée par de nombreuses observations, paraît avoir été SE-NW. Le séisme a été accompagné de grondements souterrains.

Mouvements orogéniques.

Dans la Revue de 1911 j'ai rendu compte d'une première publication, dans laquelle M. Paulcke exposait les résultats d'une série de recherches expérimentales sur la genèse des dislocations orogéniques. Depuis lors, M. A. BUXTORF (22), tout en reconnaissant l'intérêt qui s'attache à de semblables expériences, s'est élevé contre certaines comparaisons établies par M. Paulcke entre les formes obtenues par lui et les dislocations reconnues dans la nature. Il a insisté en particulier sur le fait que les plis du Jura septentrional ne sont pas nés dans une zone déprimée, comme le croit M. Paulcke. Il a montré ensuite que, malgré son habileté, notre collègue de Karlsruhe n'a pas réussi à reproduire complètement les formes caractéristiques des grandes nappes de recouvrement des Alpes.

Du reste, M. W. PAULCKE (32) a continué ses **recherches expérimentales sur les phénomènes orogéniques** et dernièrement il a consacré à ce sujet une publication importante. Il commence son exposé par un historique de l'expérimentation dans le domaine, soit de la pétrographie et la minéralogie, soit de la géophysique générale, soit de la tectonique.

Les expériences de M. Paulcke ont eu pour but de reproduire aussi exactement que possible l'ensemble des conditions qui ont présidé aux divers types de plissements jurassiens et alpins; elles ont été combinées de façon à pouvoir agir sur une épaisseur relativement grande de couches inégalement plastiques, intercalées entre deux lits de sable, supportées par un plancher susceptible de s'élever ou s'abaisser par compartiments et chargées de poids variables et inégaux.

L'auteur a obtenu ainsi d'abord des plis rappelant les anticlinaux faillés du Jura soleurois et a pu mettre en évidence soit l'influence des failles ou flexures du soubassement sur la distribution des plis principaux dans la couverture, soit l'action des bombements et des ensellements transversaux du soubassement sur le resserrement ou l'étalement des plis de la couverture.

M. Paulcke, en variant la surcharge sur les diverses parties de ces couches comprimées, a obtenu des plis couchés, qu'il considère comme des amorces de nappes et qu'il compare aux nappes helvétiques. Il discute à ce propos, un peu à bâton rompu, différents points de tectonique alpine.

Enfin, M. Paulcke a essayé de comprimer l'une contre l'autre deux séries, dont l'une beaucoup moins plastique représentait les formations austro-alpines, tandis que l'autre correspondait par sa plasticité plus parfaite aux formations des Préalpes et des Klippes; il a obtenu ainsi un chevauchement de la première série sur la seconde et un plissement intense de cette dernière, à la façon à peu près de ce qu'on constate dans l'Engadine ou le Praetigau entre les nappes austro-alpines et lépontines.

M. Paulcke considère du reste ces expériences comme de premiers essais qu'il a l'intention de compléter par de nouvelles tentatives variées.

M. R. DE GIRARD (25) a poursuivi de son côté les **expériences tectoniques** qu'il avait commencées déjà en 1905 et vient de traiter à nouveau la question dans une seconde notice. Il commence son exposé par une introduction développée, destinée à montrer l'utilité de semblables expériences, soit au point de vue du simple contrôle des déductions théoriques

tirées de l'observation sur le terrain, soit au point de vue pédagogique.

L'auteur a opéré d'une part avec de grandes lames de plomb épaisses de 0.75 mm. pour reproduire des formes de plissement pures, d'autre part avec des plaques d'argile à modeler pour obtenir des phénomènes de fracture et il s'est attaché à définir la genèse non seulement des formes générales cherchées et obtenues, mais aussi des formes concomitantes, qui se sont superposées aux premières d'une façon plus ou moins accidentelle.

En second lieu, M. de Girard a cherché à reproduire aussi exactement que possible les formes structurales de certaines régions typiques, en particulier du massif armoricain et du Plateau central français et a obtenu par cette méthode des résultats pédagogiques satisfaisants.

L'auteur décrit plus en détail les expériences qui lui ont permis de reproduire des formes tectoniques connues, en se servant exclusivement d'une lame de plomb et en la comprimant simplement avec les doigts. Il a obtenu ainsi des plis en éventail passant à des plis monoclinaux, des plis à déjettement inversé, des plis arqués et déjetés soit en dehors, soit en dedans, des plis en champignon, des plis en cornette et il a contrôlé la genèse des dômes à extinction rapide et celle des plis relayés.

III^{me} PARTIE. — TECTONIQUE, DESCRIPTIONS RÉGIONALES

Généralités.

A l'occasion de son installation à la chaire de géologie de l'École polytechnique fédérale, M. H. SCHARDT (40) a traité dans une conférence trois sujets différents de la géologie moderne. Il a commencé par donner un aperçu sommaire de la conception actuelle de la tectonique alpine et a réédité à ce propos l'idée, qu'il avait déjà émise, d'après laquelle les grandes nappes alpines ont commencé par être des plis effilés, mais fortement redressés, puis se sont couchées au Nord sous l'influence surtout de la pesanteur en se rompant et en se déracinant.

M. Schardt a traité en second lieu la question des circulations d'eaux souterraines, en se basant surtout sur les expériences faites dans le tunnel du Simplon ; il a montré que les systèmes hydrographiques souterrains sont beaucoup moins distincts les uns des autres qu'on ne l'a cru longtemps

et qu'ils peuvent comporter à la fois de grandes accumulations d'eau et des mouvements descendants et ascendants très accentués.

Enfin, dans les dernières parties de sa conférence, M. Schardt a montré l'importance des observations de M. Alb. Brun concernant l'exhalaison volcanique, qui ont fait ressortir la nullité du rôle attribué à la vapeur d'eau dans l'explosion volcanique proprement dite.

Il suffira de citer ici d'une façon sommaire un **guide géologique à travers le plateau suisse et le Jura**, que M. J. WEBER, a rédigé à l'usage des membres du Club alpin (41).

L'auteur commence par un chapitre lithologique et stratigraphique, dans lequel il décrit les différents types de roches sédimentaires, endogènes ou métamorphiques. Ensuite il aborde la description du plateau molassique, en commençant par les formations oeningiennes et tortoniennes. A propos des niveaux successifs de la molasse il décrit des exemples choisis dans la Suisse orientale et centrale; c'est ainsi qu'il parle assez longuement des formations classiques d'Oeningen, du Muschelsandstein de Würenlos dans l'Argovie, de la Seelaffe de Saint-Gall, des couches à charbon de Kaepfnach.

Ayant ainsi défini dans ses grandes lignes la stratigraphie de la Molasse, M. Weber cherche à donner une idée générale de la structure géologique de certaines chaînes molassiques particulièrement connues; il décrit ainsi l'Utliberg, l'Irchel, le Kohlfirst, le Rossberg, le Rigi, le Belpberg; il consacre également quelques pages à la vallée des lacs de Hallwil et Baldegg, qu'il prend comme type de vallée glaciaire à travers le plateau molassique. Enfin M. Weber termine ce chapitre par un exposé sommaire de l'histoire géologique du plateau suisse depuis la sédimentation de la Molasse, jusqu'à la fin de la période glaciaire.

Pour le Jura l'auteur commence aussi par quelques pages de description générale, puis il choisit quelques sujets qu'il présente d'une façon plus détaillée. A propos des environs de Soleure il parle d'une part des couches à tortues kimmeridgiennes, de la tectonique du Weissenstein d'autre part; à propos du Jura oriental il rend compte de la structure de la Lägern et consacre un court chapitre aux sources de Baden; puis il passe au Jura Neuchâtelois qu'il décrit surtout d'après les travaux de M. H. Schardt. Enfin M. Weber termine son exposé par une description du Randen et du Jura tabulaire argovien-bâlois, traitant d'une part de la tectonique de ces

régions faillées, d'autre part des formations pléistocènes de la vallée du Rhin.

Dans un rapport très sommaire, MM. ALB. HEIM et A. AEPPLI (39) ont rendu compte des travaux publiés ou entrepris par la commission géologique suisse et ses nombreux collaborateurs en 1911-1912.

Alpes.

Géosynclinal alpin. Dans une publication récente, M. W. DEECKE (59) a fait la critique de la notion du géosynclinal et en particulier de son application aux régions alpines.

Dans un premier chapitre l'auteur montre que, malgré l'époque relativement récente, à laquelle fut créé le terme de géosynclinal, on l'a déjà employé pour désigner des choses absolument différentes soit par leur orientation, soit par leur caractère tectonique. Il considère aussi que bien souvent on a voulu établir l'existence de géosynclinaux d'après la présence de formations supposées bathyales sans raison valable, telles que couches à radiolaires, calcaires à céphalopodes, etc., et il soutient que les grands complexes argileux se sont très souvent accumulés dans des profondeurs faibles ou moyennes à proximité de terres émergées.

Examinant ensuite la répartition des aires d'enfoncement et de sédimentation d'une part, des zones de plissement de l'autre aux différentes périodes géologiques, M. Deecke ne peut voir entre ces deux éléments aucune relation régulière. Quant au géosynclinal alpin, admis maintenant par la majorité des auteurs, M. Deecke en conteste l'existence dans une longue critique; il n'en voit d'abord aucune trace dans le Trias qui dans les Alpes occidentales est peu épais avec une forte proportion de dépôts lagunaires, dans les Alpes orientales est, il est vrai, beaucoup plus puissant, mais comporte des formations d'eau peu profonde, dont la succession implique l'alternative de mouvements descendants et ascendants et un relief sous-marin très irrégulier. La période jurassique qui a suivi n'a pas non plus été caractérisée, d'après l'auteur, par l'enfoncement d'un grand géosynclinal alpin; le caractère surtout détritique et néritique du Lias et du Dogger, l'existence de lacunes stratigraphiques, l'intercalation par places de couches à charbon montrent au contraire que la sédimentation a dû se faire sur un fond accidenté, coupé de dépressions et semé d'îles et de bas fonds, modifié du reste fréquemment par des mouvements et des dislocations. Même à l'époque du Malm, qui a été marquée par un enfon-

cement important de certaines régions alpines, l'on ne peut pas considérer comme démontrée l'existence d'un vaste géosynclinal alpin, puisque d'une part le Jurassique supérieur paraît manquer dans la zone du Piémont et que d'autre part il est souvent recouvert directement dans les Préalpes par les Couches rouges.

Les formations crétaciques qui se sont déposées sur toute la zone externe de l'arc alpin, soit en France, soit en Suisse, sont essentiellement de faciès néritique et leur succession n'est jamais complète; plus au S la zone des Schistes lustrés ne comprend pour ainsi dire pas de termes crétaciques certains. Il n'y a donc pour cette période de nouveau aucun indice d'un vaste géosynclinal.

Dans la mer du Flysch des régions alpines M. Deecke admet aussi l'existence de nombreuses îles dont les formes, les dimensions et le nombre ont dû varier constamment sous l'influence de mouvements orogéniques et aussi de mouvements locaux provoqués par des phénomènes volcaniques. Il suppose que les dépôts du Flysch se sont accumulés dans de grands fossés et dans des dépressions en cuvettes, ouverts entre des parties émergées et se sont formés essentiellement au dépens de celles-ci. Cet enchevêtrement de horsts, de fossés et de bassins d'accumulation a déterminé une répartition très irrégulière des divers niveaux du Flysch et créé des relations très compliquées entre celui-ci et les formations plus anciennes; aussi beaucoup de plans de contact mécanique considérés par les auteurs comme plans de chevauchement ne sont pour M. Deecke que d'anciens plans de dislocation éocènes couchés ultérieurement pendant les ridements alpins.

M. Deecke termine enfin son travail par quelques critiques adressées à la théorie des grandes nappes alpines de charriage. Il conteste en particulier que la transformation progressive des sédiments mésozoïques alpins doive se faire régulièrement de l'extérieur vers l'intérieur, comme l'admettent les géologues suisses en se basant sur la notion fondamentale du géosynclinal alpin et il soutient que les poussées alpines ont pu se faire dans des sens variés.

Théorie des nappes de charriage. M. B. G. ESCHER (60) a fait ressortir, dans une courte notice, l'influence qu'ont exercée les massifs anciens du Mercantour, du Pelvoux, de Belledonne, du Mont Blanc, des Aiguilles Rouges, de l'Aar et du Gothard sur le développement des grandes nappes alpines, qui sont venues butter contre ces massifs ou ont déferlé par dessus leur surface. Il cherche à établir que le

rôle qu'ont joué dans les plissements alpins les massifs hercyniens a été joué de la même façon dans les plissements hercyniens des Ardennes par les massifs calédoniens et plus au N dans les plissements calédoniens par les massifs huro-niens.

Dans une brève notice M. J. BOUSSAC (54) a développé l'opinion que les nappes préalpines et austro-alpines devaient être déjà en position sur le front externe des Alpes avant la sédimentation de la Molasse; il s'est basé, pour soutenir cette idée, avant tout sur la composition des poudingues molassiques.

M. BAILEY WILLIS (81) a publié récemment une critique des conceptions modernes de la tectonique des Alpes suisses et en particulier des travaux de MM. Lugeon et Schardt. En opposition à la notion des grandes poussées dirigées unilatéralement du S au N, il cherche à développer celle de deux poussées ayant agi concentriquement l'une du SE au NW, l'autre du NW au SE, reprenant ainsi une interprétation, qui rappelle celle qui fut appliquée autrefois à la tectonique des Alpes glaronnaises.

M. Willis considère comme nullement démontré le fait que toutes les nappes alpines aient leur racine dans la même direction et met en doute les raccords que les divers auteurs ont cherché à établir entre les nappes successives et les zones de racines; il prétend d'autre part que l'interprétation de tête de pli a été fréquemment appliquée à tort et envisage la classification adoptée pour les systèmes de nappe dans le temps et dans l'espace comme sujette à caution.

Dans les régions préalpines M. Willis admet, un peu comme M. Rothpletz, plusieurs phases de dislocation, qui ont provoqué d'abord des chevauchements au SE, puis plus tard des poussées au NW. Dans les Alpes bernoises il considère la soi-disant racine de la nappe du Wildhorn comme l'extrémité méridionale d'une masse chevauchant vers le S. Pour lui les lambeaux de recouvrement de la nappe de la Brèche ont été amenés dans leur position anormale chevauchante par l'effet de deux poussées ayant agi successivement et en sens inverse et dont les plans se sont coupés; ils auraient été ainsi arrachés de leur racine sans avoir été transportés à une grande distance. Le même raisonnement s'applique à l'ensemble des Préalpes et des Klippes, qui occuperaient actuellement une position peu éloignée de leur origine.

M. Willis propose pour les Hautes-Alpes calcaires vaudoises une interprétation bien difficile à suivre pour qui connaît la tectonique de ces régions et suppose des intersections compliquées entre des plans de chevauchement de 1^{er} et de 2^e ordre.

En terminant l'auteur propose la succession suivante de phénomènes géophysiques dans la genèse des régions alpines :

1^o Poussées dirigées du NW au SE.

2^o Importante phase d'érosion, déterminant des formes en stade de maturité et un relief peu élevé.

3^o Poussées dirigées du SE au NW et provoquant une dislocation des plans tectoniques créés par la première phase de poussées, tout en élevant le niveau des Alpes et en compliquant leurs formes.

4^o Phase d'érosion ayant déterminé les formes actuelles.

Dinarides, environs de Lugano. A propos de la notice publiée par M. Escher sur le Carboniférien de Manno près de Lugano (voir Revue pour 1911), M. T. TARAMELLI (77) a fait observer : 1^o que la position synclinale du Carboniférien en cet endroit n'est nullement démontrée, 2^o que la superposition discordante du Verrucano était connue depuis longtemps, ainsi que l'existence de failles coupant la série post-carboniférienne, mais que le rôle orographique attribué à ces failles par M. Escher n'est pas conforme à la réalité.

Alpes méridionales. A la suite de ses explorations dans les Alpes occidentales poursuivies pendant dix années, M. E. ARGAND (45) a publié en 1912 une carte d'ensemble de ces régions alpines et trois grandes planches de profils, qui illustrent d'un façon frappante le superbe travail de synthèse, auquel notre jeune collègue s'est livré.

Sur la carte de M. Argand nous voyons avec une remarquable clarté le développement des zones suivantes :

1^o Les Dinarides qui, se rétrécissant de l'E à l'W à partir du lac Majeur, disparaissent près d'Ivrée sous la plaine du Pô.

2^o La zone de Sesia, racine de la nappe de la Dent Blanche, qui, écrasée et laminée à l'E de la Toce et jusque dans la Valteline, se dilate entre la Toce et la Stura, pour disparaître ensuite brusquement au SW sous la plaine du Pô. Cette zone est bordée au S. par la zone du Canavese, dans laquelle l'auteur voit la racine des nappes supérieures préalpines (nappe rhétique).

3° La zone principale des Schistes lustrés, que l'auteur suit depuis la Toce jusque dans la région de Savone et au milieu de laquelle se développe la grande nappe cristalline du Mont Rose-Grand Paradis. A cette même nappe M. Argand rattache encore le grand massif cristallin qui s'étend de la Dora Riparia à la Dora Maira.

4° La zone cristalline du Grand Saint-Bernard, dont la racine est visible dans la vallée de la Toce au S de Domo d'Ossola, et qui se suit constamment depuis le Valais, par la zone houillère des Alpes franco-italiennes et les pointements cristallins de l'Ubaye jusque dans le Savonese. M. Argand rattache à l'enveloppe cénozoïque de cette nappe les formations éogènes, qui prennent une extension particulièrement grande dans l'Embrunais, mais qui se suivent, soit vers le S dans la direction d'Albenga, soit vers le N dans la chaîne des Aiguilles d'Arves, et qui semblent même se prolonger dans les Préalpes suisses dans la zone de Flysch du Niesen.

5° Le complexe des nappes simplo-tessinoises, qui surgit entre la Toce et le Mesocco grâce à un bombement transversal très accentué.

6° La zone des massifs centraux avec le système des plis parautochtones et des nappes helvétiques.

7° Le vaste lambeau de recouvrement des Préalpes romandes et du Chablais, dont une partie appartient, d'après M. Argand à l'enveloppe des nappes penniques inférieures, tandis que l'autre partie se rattache à la zone du Canavase.

Les profils, qui accompagnent cette carte et la complètent, se répartissent en trois catégories. Nous y trouvons d'abord des coupes transversales d'ensemble à travers tout le système alpin, destinées à montrer les relations existant entre les systèmes de nappes et exposant en particulier celles qu'on peut admettre entre les nappes préalpines et les nappes penniques.

M. Argand a, en second lieu, composé des coupes longitudinales, qui font ressortir les bombements et les ensellements transversaux, qui jouent un rôle si considérable dans les diverses zones des Alpes en se prolongeant de l'une dans l'autre.

Enfin l'auteur a donné toute une série de coupes et de stéréogrammes à plus grande échelle des Alpes pennines, qui permettent de suivre les différents éléments de cette vaste zone depuis la région du Simplon jusqu'à l'extrémité orientale du massif de la Dent Blanche. Ces coupes font com-

prendre très clairement, en particulier, comment la structure en éventail de la région du Saint-Bernard s'est développée sur le dos d'une nappe par la formation d'un puissant pli en retour, qui encapuchonne le front plongeant de la nappe sous-jacente du Mont Rose.

Comme une sorte de bref commentaire à cette superbe publication, M. E. ARGAND a fait paraître une série de courtes notices touchant aux **Alpes pennines**. Dans une première communication (46) il a cherché une explication rationnelle de la tectonique des nappes du Simplon, du Mont Rose et de la Dent Blanche et est arrivé à admettre quatre phases de déformation successives : 1^o formation des nappes inférieures, y compris celle du Saint-Bernard (IV) ; 2^o développement de la nappe de la Dent Blanche (VI), qui a déterminé un entraînement au NW et une accumulation de la nappe du Saint-Bernard dans l'éventail de Bagnes ; 3^o poussée au N de la nappe du Mont Rose (V), qui a occasionné le pli en retour de la nappe IV depuis la région de Saas jusque dans les Alpes franco-italiennes ; 4^o écrasement et renversement de la zone des racines par la poussée au N de la zone insubrienne. Ainsi s'explique la présence des trois zones en éventail, celle de Bagnes, celle de l'éventail principal et celle de l'éventail radical.

Dans une seconde notice M. E. ARGAND (47) a montré plus spécialement les effets produits sur la nappe du Saint-Bernard par les poussées au N des deux nappes sus-jacentes du Mont-Rose et de la Dent Blanche, tandis que dans sa troisième notice (48) il a traité plus spécialement la question du redressement de la zone des racines des nappes penniques et du bombement de la partie interne de ces nappes. Ces deux actions sont le fait exclusif de l'effort tangentiel et ont dû continuer à se faire sentir jusque dans le Néogène, sinon plus tard, tandis que les poussées au N des nappes penniques et les déformations qui en ont été la conséquence ont dû se produire avant la fin de l'Oligocène.

Les deux dernières notices de M. E. ARGAND sont consacrées aux relations de l'hydrographie avec la tectonique dans les Alpes pennines ; dans la première (49) l'auteur a fait ressortir l'influence des formes structurales, en particulier celle de l'ensellement transversal valaisan et du bombement tessinois, sur le développement du réseau hydrographique. Dans la seconde notice (50) M. Argand a mis en lumière le fait de la migration lente du faite topographique des Alpes méridionales de l'intérieur vers l'extérieur à cause

de la suprématie marquée du drainage interne. La ligne de faite topographique ne coïncide donc plus avec celle du faite structural et, si l'écart entre ces deux lignes est très irrégulier, c'est que le travail de l'érosion sur le versant S a été influencé de façon très inégale dans les divers systèmes hydrographiques soit par les formes structurales, soit par la résistance variée des roches.

M. A. ROTHPLETZ (69) a parcouru à trois reprises pendant ces dernières années le **massif du Simplon** en se guidant d'après la carte de MM. Schmidt et Preiswerk et est arrivé par ses observations personnelles à des conceptions très différentes de celles des deux géologues bâlois. Il s'est convaincu d'abord que la délimitation du Carboniférien, du Trias et du Jurassique établie par MM. Schmidt et Preiswerk est sur beaucoup de points purement arbitraire et que la répartition des coins synclinaux basée sur cette stratigraphie manque de fondement solide. En second lieu M. Rothpletz considère comme certain que tous les gneiss du massif du Simplon sont des orthogneiss intrusifs dans les schistes cristallins et plus jeunes même que les calcschistes jurassiques. Il arrive ainsi à envisager les plis couchés de gneiss comme des pénétrations laccolithiques d'un magma fluide et il attribue à cette pénétration non seulement l'apparence de structure en nappes empilées de la région, mais encore une partie des transports subis par les formations sédimentaires, qui auraient été englobées comme des enclaves dans le magma en mouvement.

Quant aux phénomènes orogéniques proprement dits, M. Rothpletz suppose d'abord une phase de ridement suivie d'abrasion entre le Paléozoïque et le Trias, puis deux phases de plissement postjurassiques, la première correspondant à une poussée SW-NE et ayant provoqué en particulier le chevauchement des Schistes cristallins sur les Schistes lustrés qui s'observe entre le col du Simplon et le Hüllehorn, la seconde en relation avec une poussée SE-NW. Les relations de l'une ou l'autre de ces phases orogéniques avec les intrusions granitiques précitées n'ont pas pu être établies.

Enfin M. Rothpletz estime que les failles jouent dans le massif du Simplon un rôle beaucoup plus important que ne l'ont admis MM. Schmidt et Preiswerk.

Dans une seconde notice M. A. ROTHPLETZ (70) soutient à propos du gneiss de la Dent Blanche une thèse analogue; ici encore il voit, non comme M. Argand, une nappe purement tectonique, mais la pénétration laccolithique d'un granite dans des schistes mésozoïques. Dans la même publica-

tion l'auteur parle de la zone d'Ivrée, dans laquelle il voit en première ligne des roches endogènes, qui ont pénétré intrusivement dans des schistes sédimentaires, les ont métamorphisés et enclavés et qu'il considère ainsi non comme une zone de racines, mais comme une aire d'intrusion intense.

Enfin dans un dernier chapitre de son article M. Rothpletz parle de la région de la Gemmi et du Lötschberg. Ici, au lieu de considérer avec M. Lugeon la grande voûte de Jurassique moyen et supérieur et de Crétacique, qui s'étend de la vallée du Rhône à la Gemmi, comme la couverture normale du Lias redressé des Rothhörner, il voit dans ces formations une nappe indépendante, à laquelle appartient aussi le Jurassique traversé par le tunnel du Lötschberg en contact avec le granite de Gasteren sous le Doldenhorn.

M. H. PREISWERK (68) a exposé dans ses grandes lignes la structure de la partie septentrionale des **Alpes tessinoises**. Au point de vue stratigraphique il a établi l'existence dans cette région de trois grandes unités, qu'on retrouve soit vers l'W, soit vers l'E :

1^o Le Cristallin, qui comprend des roches granitoïdes endogènes, des roches exogènes métamorphiques, en particulier des schistes micacés granatifères, et des roches filoniennes.

2^o Le Trias formé de calcaires dolomitiques, de cornieules et de gypse.

3^o Les Schistes lustrés, qui appartiennent en partie au Lias, en partie probablement à des niveaux plus élevés, et qui reposent, semble-t-il, par places en transgressivité discordante sur le Trias.

Au point de vue tectonique l'élément principal de la région considérée est représenté par la masse granitique de Sambuco, qui prend un grand développement entre les vallées de Bavona et de Peccia, recouvrant la nappe d'Antigorio et s'enfonçant rapidement vers l'E par une plongée longitudinale.

Entre ces deux nappes l'auteur a suivi depuis le Pizzo del Mascarpino, par Somco dans le Val Maggia jusqu'à Vergelieto, une importante zone synclinale, formée de Trias et de schistes, qui prolonge le synclinal de Teggiolo.

Dans une courte notice M. A. STELLA (76) a cherché à préciser les conditions dans lesquelles se ferait le forage du tunnel dit du **Splügen**, qui, en réalité, passera notablement à l'E du col du même nom. Il admet que la galerie rencontrera à partir du portail S :

- 1° Du portail au km. 6 des gneiss et des micaschistes.
- 2° Du km. 6 au km. 12,5 des calcaires du Trias.
- 3° Du km. 12,5 au km. 18 des gneiss et des micaschistes.
- 4° Du km. 18 au portail N des roches porphyriques du Permien.

M. Stella suppose d'autre part que le tunnel passera au-dessous du niveau hydrostatique des eaux dans la zone des calcaires triasiques.

Nappes grisonnes. M. F. ZYNDEL (82) est arrivé, à la suite d'un travail de révision détaillée, à une conception tectonique de la **région de l'Oberhalbstein et du Schams**, toute différente de celle que s'en sont faite M. Steinmann et ses élèves MM. H. Meyer et O. Welter.

Au point de vue stratigraphique l'auteur est arrivé à la certitude que les calcaires coralligènes que M. Welter considérait comme le Tithonique de sa nappe des Klippes inférieure, ainsi que les brèches de Vizan que le même auteur attribuait au Tithonique de sa nappe des Klippes supérieure, sont en réalité du Lias ; il a pu se convaincre d'autre part que les séries représentant, d'après M. Welter, les deux nappes des Klippes et la nappe de la Brèche ont entre elles d'étroites affinités. Il a enfin montré que la zone des calcaires de Splügen et d'Avers, étant sous-jacente au complexe des schistes verts de l'Oberhalbstein, ne peut pas faire partie de la nappe austro-alpine, comme l'admettait M. Welter, et il a établi le caractère artificiel de la délimitation des diverses nappes que MM. Meyer et Welter ont proposée pour le versant oriental de l'Avers.

En réalité la tectonique de ce territoire des Grisons peut se définir sommairement comme suit :

Un complexe de nappes inférieures, que M. Zyndel dénomme nappes du Schams, s'appuie dans sa partie S sur le pli du porphyre de la Rofna, dans sa partie N il déborde, surtout par son élément le plus élevé (nappe de la Brèche supérieure de M. Welter), sur les calcschistes de la Via Mala. Ce complexe se suit depuis la sortie S des gorges de la Via Mala jusque près de Tiefenkasten ; là, plongeant à l'E il disparaît sous une nappe formée de Trias, de schistes jurassiques, de brèches crétaciques et de schistes à Fucoïdes tertiaires, qui se montre depuis l'Oberhalbstein, la Lenzer Heide et le Stätzerhorn jusque dans le Prättigau et que l'auteur désigne sous le nom de nappe du Prättigau. Dans ce complexe M. Zyndel a pu distinguer deux zones tectoniquement distinctes de Flysch, séparées par une série de schistes argileux noirs.

Ainsi le Flysch du Prättigau fait partie d'une nappe indépendante, qui doit être complètement séparée du complexe des Schistes lustrés proprement dits et qui est sus-jacente aux nappes de Schams, tandis qu'elle est recouverte par la nappe rhétique. Celle-ci se suit, avec des interruptions dues aux couvertures détritiques, depuis la région de Parpan dans les pentes qui dominent la Lenzer Heide, puis dans la région de Brienz et Surava, puis tout autour de la Klippe du Piz Toissa, pour prendre un développement maximum dans l'Oberhalbstein ; partout elle forme le soubassement des nappes austro-alpines et elle est toujours caractérisée par l'abondance des roches ophiolithiques, auxquelles se mêlent fréquemment des radiolarites. De l'Oberhalbstein la nappe rhétique se continue jusque dans la Haute Engadine ; c'est à elle qu'appartiennent d'autre part les roches ophiolithiques de la région d'Arosa.

La nappe austro-alpine se décompose dans sa partie occidentale en deux éléments fondamentaux ; elle comprend d'abord comme partie principale la nappe de la Silvretta formée de schistes cristallins, de Verrucano, de Trias et de Lias, qui chevauche sur la zone des calcschistes liasiques de Scans-Bergün, et à laquelle appartient encore la partie septentrionale du massif du Piz d'Aela et du Piz Saint-Michel. La jambage renversé de cette nappe est conservé depuis le soubassement du Piz Kesch jusque dans le Val Tisch et le Val Tuors. Dans le massif du Piz d'Aela, la nappe de la Silvretta repose sur les nappes austro-alpines inférieures suivant un plan compliqué par des replissements et s'enfonce ainsi synclinalement dans les éléments sous-jacents.

Les nappes austro-alpines inférieures constituent un complexe beaucoup plus compliqué, dans lequel il faut distinguer toute une série d'unités tectoniques. En font partie d'abord les nappes de Bergün, qui se suivent depuis la région de Scans et Madulein par le Piz Uertsch et le col de l'Albula jusque dans le massif d'Aela et auxquelles appartient encore, à l'W de l'Oberhalbstein, la Klippe du Piz Toissa.

Ces nappes de Bergün sont au nombre de trois :

a) La nappe de l'Albula est l'élément inférieur ; formée de gneiss, de Verrucano, de cornieules et de calcaires dolomitiques du Trias, de schistes et de brèches liasiques, elle se suit depuis la région à l'W de Madulein, par le col de l'Albula et le Weissenstein jusqu'à l'Alp Muglix et prend la forme d'un anticlinal déjeté au N, qui surgit au milieu des éléments sus-jacents.

b) La nappe d'Aela est formée surtout de calcaires dolo-

mitiques du Trias et de Lias, comprenant des schistes et des brèches à éléments triasiques. C'est à elle qu'appartiennent les arêtes calcaires du Piz Uertsch et du P. 3017 au N du Weissenstein, ainsi que les parties culminantes du Piz Rugnux, du Piz d'Aela, du Tinzenhorn et du Piz Saint-Michel, ainsi que la zone liasique du Val Tisch. Cette nappe dessine un pli culbuté au N dans la zone Piz Uertsch-Piz d'Aela-Tinzenhorn, puis elle s'enfonce au N sous la nappe de la Silvretta, en subissant des dislocations intenses. Dans le versant SW de la crête qui s'étend du Tinzenhorn à la Motta Palusa, on peut voir un véritable enchevêtrement de cette nappe avec la nappe rhétique, qui ici est directement sous-jacente.

c) La nappe de Surava s'intercalie entre celle d'Aela et la grande nappe de la Silvretta ; elle n'apparaît du reste que localement dans la région de Surava et de la Motta Palusa sous forme de lambeaux égrenés, pris dans des synclinaux des schistes liasiques sous-jacents, ou intensément laminés.

Font partie en second lieu des nappes austro-alpines inférieures, les nappes d'Err et du Julier. La première comprend essentiellement les énormes masses granitiques qui encadrent au S et au N le Val Bevers et qui forment, plus à l'W le massif d'Err. Ces granites s'appuient sur un jambage renversé de Verrucano, de Trias, de schistes et de brèches liasiques, qui apparaît en fenêtre dans le haut du Val Bevers, qui forme une zone presque continue le long du front du pli depuis Ponte par le Weissenstein jusqu'à l'Alp Muglix et qui se retrouve enfin dans le versant occidental du Piz d'Err et de la Cima da Flix. Dans cette dernière région, ce jambage renversé est séparé de la nappe rhétique sous-jacente par une zone intensément laminée et broyée de Trias et de Lias avec des lambeaux de granite et de Verrucano, qui paraît être formée par des écailles de la nappe d'Err. Le jambage normal de cette nappe comprend le Verrucano de la Cima da Flix et les dépôts triasiques et liasiques qui se suivent depuis le Piz Bardella et le Val d'Agnelli jusqu'au Piz Padella.

Ces sédiments s'enfoncent au S sous le granite de la nappe du Julier, dont elles paraissent former le soubassement jusqu'aux Monts de Gravasalvas ; on trouve en effet dans la vallée de la Julia et plus au S des schistes verts nettement distincts de ceux, sous-jacents, de la nappe rhétique, qui se relie au Verrucano par un passage latéral et qui sont associés à des lambeaux de Lias et de Trias austro-alpins.

Enfin, la nappe du Julier porte comme jambage normal

les sédiments du Val Languard et du Piz d'Alv, qui s'enfoncent vers l'E sous la région méridionale de la nappe austro-alpine supérieure.

Quant aux relations des nappes de Bergün avec celles du Julier, M. Zyndel est tenté d'admettre que les nappes d'Aela et de Surettà proviennent d'éléments tectoniques sus-jacents à la nappe du Julier.

Après avoir ainsi montré l'existence entre la nappe rhétique et la nappe austro-alpine principale de tout un système de nappes austro-alpines inférieures, développé surtout entre l'Oberhalbstein et la Haute Engadine, M. Zyndel cherche à retrouver les éléments de ce système, qui peuvent se présenter sous la nappe de la Silvretta plus au N, autour du bassin de la Plessur. Il les trouve d'abord dans les montagnes de Parpan et d'Arosa, où de grosses écailles de Trias et de Lias avec des roches cristallines sont mêlées mécaniquement à des schistes de la nappe rhétique, puis entre la Plessur et la Landquart, dans la chaîne de la Weinfluh et de l'Alp Casanna. En étendant ses investigations il arrive même à la conclusion que la nappe de la Brèche des élèves de M. Steinmann représente en réalité une nappe austro-alpine inférieure sus-jacente à la nappe rhétique, à laquelle appartiennent les sédiments du synclinal de la Mittagspitz et peut-être aussi les calcaires de la Sulzfluh.

Dans la direction du S, M. Zyndel voit le prolongement de la nappe rhétique dans la zone de dolomies, qui contourne à l'W et au S le massif de la Bernina, pour aboutir à la zone des calcaires du Piz Canciano; il en conclut que cette nappe doit avoir sa racine dans la partie méridionale de la zone d'Ivrée, qui est représentée ici par les schistes verts de Malenco et du Monte della Disgracia.

Dans la Basse-Engadine, M. Zyndel admet que les schistes de la base correspondent aux schistes de la Via Mala, que la zone supérieure des schistes correspond aux nappes du Schams et du Prättigau et que la zone très disloquée du Samnaun représente un broyage des nappes rhétiques et austro-alpines inférieures; il admet que la région calcaire qui s'étend du Piz d'Esen au Piz Lischanna avec le massif granitique de Sesvenna appartient encore à une nappe austro-alpine inférieure, tandis que le massif de l'Oetz fait partie de la nappe supérieure.

Etendant plus au S ses investigations, M. Zyndel expose les raisons qui l'ont fait envisager, comme M. Termier, le massif de l'Ortler comme un pays de nappes et qui lui ont fait

ranger la nappe de l'Ortler dans les nappes austro-alpines inférieures. Enfin, après quelques réflexions générales sur la fenêtre des Tauern, le Semmering, les Karpathes et les Klippes de la bordure septentrionale des Alpes orientales, l'auteur traite en terminant, la question des masses exotiques de la bordure des Alpes suisses. Il développe l'idée que la nappe des Préalpes médianes et celle de la Brèche du Chablais doivent rentrer dans le système des nappes austro-alpines inférieures, qu'elles représentent des éléments qui étaient primièrement sus-jacents à la nappe rhétique et que la nappe de la Brèche devait être au début au-dessous de celles des Préalpes médianes, le Trias et le Lias y présentant un caractère nettement moins méridional que dans la nappe préalpine proprement dite. L'ordre de superposition primaire des divers éléments tectoniques a dû subir de fréquentes interversions du fait de mouvements différentiels intenses dans les plans superposés.

Cette publication de M. Zyndel a été presque immédiatement soumise à la critique par M. D. TRÜMPY (78) qui, tout en reconnaissant la justesse de la plupart des observations de M. Zyndel, conteste absolument ses conclusions sur la tectonique des nappes grisonnes.

M. Trümpy admet avec M. Zyndel que la nappe de la Bernina se prolonge au N jusque dans le massif du Julier, mais il montre que ce dernier est formé par une tête de pli cristallin relevée au N et enveloppée par une vaste charnière de terrains mésozoïques, à laquelle appartiennent d'une part la série triasique-jurassique du versant S de la Cima da Flix, d'autre part les formations permienno-mésozoïques du Piz Padella. Celles-ci se prolongent au SW dans la zone sédimentaire du Val Languard et du Piz d'Alv, qui sépare la nappe de la Bernina et du Julier d'une nappe sus-jacente, celle du Languard.

Les roches cristallines de la nappe du Languard, grâce à la plongée générale vers l'E, s'enfoncent dans la région du val Chamuera sous les calcaires du Piz Vauglix, mais le front de ce pli ne dépasse pas le val Chamuera et, dans le massif du Piz Mezzem, on voit le Trias tourner autour des gneiss, pour dessiner une charnière couchée analogue à celle du Piz Padella.

A l'W de l'Inn les relations entre les nappes de la Bernina et du Languard se compliquent d'un phénomène d'encapuchonnement. La nappe du Languard s'enfonce synclinalement sous le front de la nappe de la Bernina et c'est à cette partie

enfoucie qu'appartiennent les éléments tectoniques que M. Zyndel a appelés nappes d'Err et nappes de l'Albula. Quant à la nappe d'Aela de M. Zyndel, elle paraît bien représenter un élément tectonique indépendant, sus-jacent à la nappe du Languard, qui prolonge vers l'W la nappe de Braulio-Lischanna. Du reste ces deux nappes du Languard et de Braulio-Lischanna-Aela semblent se rattacher à une racine commune; elles forment ainsi une grande unité tectonique sous-jacente à la nappe de la Silvretta.

En terminant M. Trümpy fait des réserves sur l'identification des brèches jurassiques des Grisons avec la nappe de la Brèche de la Suisse occidentale et il signale des plissements transversaux, qui dans la région du col de la Bernina ramènent la nappe de la Bernina sur celle du Languard.

M. H.-P. CORNELIUS (58) a entrepris l'étude géologique détaillée d'une partie de la Haute-Engadine; il a publié récemment sur ce sujet une première notice, qui est consacrée spécialement aux relations existant entre les nappes austro-alpines et la nappe rhétique.

A l'W de la Haute-Engadine, M. Cornelius distingue deux nappes austro-alpines: l'une supérieure, dit du Julier, ne comprend que des roches granitoïdes ou porphyroïdes se rattachant génétiquement au granite du Julier; elle forme la région granitique du Piz Julier et du Piz Lagrev ainsi que la klippe du Piz Materdell-Piz Gravasalvas; l'autre nappe, dite de Bardella, comprend du granite, du Verrucano, du Trias, du Lias et du Malm (radiolarites); elle est puissamment développée au N du col du Julier et dans le massif du Piz d'Err, mais s'effile rapidement vers le S sous la nappe précitée.

Sous la nappe de Bardella vient la nappe rhétique, qui ici est formée par une série normale de gneiss variés, de quartzites et de dolomies triasiques (50 m.), de calcschistes avec zones calcaires du Lias (100 m.), de calcaires marmorisés avec zones riches en quartz et en séricite appartenant probablement au Dogger et de radiolarites du Malm. Dans la zone triasique s'intercalent des roches éruptives basiques, transformées en grande partie en schistes verts; l'intrusion de ces roches a provoqué des phénomènes de contact intenses dans le Trias et même dans le Lias.

L'ensemble de ces formations rhétiques constitue un grand pli enfouci au N et compliqué par de multiples replis secondaires, qui déterminent une pénétration réciproque non seulement des divers éléments rhétiques, mais encore de la nappe rhétique et de la nappe sus-jacente de Bardella. D'autre part

la nappe rhétique et les nappes austro-alpines plongent fortement vers l'E, en même temps que la première s'effile dans la même direction.

Le cœur gneissique de la nappe rhétique se retrouve plus au S dans les montagnes du Fextal et se suit de là jusque dans le versant S du Piz Fora-Sasso d'Entova; après une interruption de quelques kilomètres, il réapparaît vers le SE au Pizzo Scalino et s'enfonce finalement au S dans le val Malenco; il couvre constamment le complexe des serpentines de Malenco; c'est encore lui qui forme le versant occidental du val Poschiavo. Les zones de roches calcaires qu'on observe entre le val Malenco et le Puschlav correspondent à des synclinaux secondaires de Trias et de Lias enfoncés dans la base gneissique de la nappe rhétique.

En terminant, M. Cornelius expose comme suit l'interprétation génétique qu'il donne de la nappe rhétique: Pendant les premières poussées au N des nappes austro-alpines, les régions à facies rhétiques se sont plissées devant elles et ont subi les intrusions basiques qui leur ont donné leur caractère spécial; la pénétration des roches éruptives s'est faite en profitant des zones les moins compactes, en particulier des zones triasiques. Ensuite sont intervenus les charriages austro-alpins, qui ont provoqué le transport au N de la nappe rhétique; pendant ce mouvement une partie des roches basiques a été recouverte par le cœur gneissique de la nappe rhétique, une partie a été entraînée dans le plan de chevauchement de la nappe austro-alpine.

Dans une publication antérieure M. W. VON SEIDLITZ avait émis l'idée que plusieurs des zones de Flysch, qui traversent le **Rhæticon** de l'W à l'E, devaient être envisagées non comme des synclinaux enfoncés dans le mésozoïque austro-alpin, mais au contraire comme des ressurgences tectoniques, suivant de grandes lignes de dislocation, du soubassement tertiaire de la nappe austro-alpine. A la suite d'un travail récent de M. H. MYLIUS qui contestait non seulement cette hypothèse, mais encore toute la compréhension tectonique moderne des Alpes calcaires septentrionales d'Autriche, M. VON SEIDLITZ (72) a repris son idée et a montré que les observations faites par M. Mylius, loin d'infirmer sa manière de voir, la confirment plutôt dans son principe essentiel, et ne la modifient qu'en ce qui concerne la répartition détaillée des zones de dislocation du Rhæticon.

M. H. MYLIUS (65) a répliqué brièvement à cette publication, en maintenant l'opinion que là où il y a dans le Rhæti-

con du Flysch typique à Fucoides, celui-ci appartient au revêtement de la nappe austro-alpine, et en contestant l'âge tertiaire de certaines formations attribuées par M. VON Seidlitz au Flysch.

Il suffit de citer ici une notice, dans laquelle M. O. WILCKENS (79) a rendu compte des principaux travaux parus entre 1905 et 1910 et intéressant la tectonique des Grisons, en intercalant par-ci, par-là dans son exposé quelques critiques et observations personnelles.

A propos de la géologie des Grisons, il est nécessaire de signaler encore une publication de M. F. HERITSCH (61), dans laquelle l'auteur propose une classification chronologique des dislocations qui ont affecté les **Alpes orientales**.

M. Heritsch admet que la série austro-alpine avait déjà subi d'intenses dislocations avant la sédimentation des couches de Gosau, que le chevauchement des nappes austro-alpines sur les nappes lépontines ne s'est produit que bien plus tard, entre l'Eocène et le Miocène, qu'enfin le plissement de la zone septentrionale de Flysch n'est survenu qu'après le Miocène. Il considère le développement des nappes helvétiques comme provoqué surtout par la poussée au-dessus d'elles des nappes austro-alpines.

L'auteur remarque que la théorie d'après laquelle les nappes sont d'autant plus jeunes qu'elles sont plus élevées, n'est vraie que dans l'intérieur d'un même système tectonique, tandis qu'au contraire ces systèmes tectoniques se sont superposés, de façon que les plus jeunes occupent les positions les plus profondes.

Massifs centraux et Série helvétique autochtone. M. E. KETTERER (63) a consacré son travail de thèse à la description de la **zone houillère de Salvan** et du **massif d'Arpille**.

Après un aperçu sur la topographie des environs de Salvan, l'auteur définit brièvement la stratigraphie de cette région, distinguant des sédiments carbonifériens, permien et triasiques.

Dans le Carboniférien rentrent des grès fins, tantôt noirs, tantôt gris, plus ou moins riches en mouscovite, des bancs d'antracite, des schistes ardoisiers, les conglomérats de Valorsine et des gneiss œillés, surtout développés dans le massif d'Arpille.

Dans le Permien M. Ketterer classe des phyllades vertes et violacées associées à des conglomérats riches en quartz et en fragments d'amphibolites.

Le Trias est représenté par des grès quartzeux et micacés.

Quant à la tectonique du synclinal de Salvan, l'auteur croit pouvoir démontrer qu'elle est moins simple qu'on ne l'a admis en général et que dans l'axe de ce pli il faut admettre deux zones de schistes et de conglomérats permien, séparées par une zone de schistes et grès carbonifériens. Cette disposition se suit depuis les Granges et Salvan soit dans la direction de la vallée du Rhône, soit dans celle de Finhaut et du Châtelard. L'auteur suppose ici une phase de dislocation entre le dépôt du Carboniférien et celui du Permien et une venue de granulites filoniennes pendant la période permienne.

Dans la chaîne qui s'étend de la Tête Noire à la Croix de Fer, M. Ketterer a relevé la présence, outre les dépôts carbonifériens et permien semblables à ceux de la région de Salvan, de Trias comprenant des grès quartzeux de couleur claire, des schistes de couleurs bigarrées, des cornieules et des calcaires dolomitiques, puis de Lias, formé de schistes foncés calcaires, associés à la base à des calcaires compacts, vers leur partie supérieure à des brèches échinodermiques et comprenant des faciès tout semblables à certains Schistes lustrés.

Au point de vue tectonique on rencontre dans cette chaîne un synclinal de conglomérats supracarbonifériens et de Permien, qui passe près de la Tête Noire, puis, vers le S., un anticlinal fortement redressé de Carboniférien. Dans la partie occidentale de ce petit massif, soit dans la région de la Croix de Fer, ces formations carbonifériennes sont coupées suivant un plan plongeant faiblement au SE par des quartzites du Trias, que recouvrent en concordance des calcaires dolomitiques et des cornieules, puis la série liasique. M. Ketterer voit dans cette superposition discordante, non une superposition stratigraphique, mais un recouvrement tectonique sur une surface d'abrasion, un chevauchement survenu pendant les grands plissements alpins.

Le dernier chapitre de la thèse de M. Ketterer est consacré au massif d'Arpille, à la constitution duquel prennent part des gneiss variés et des micaschistes, coupés par des filons de granulite et d'aplite, puis des grès et schistes carbonifériens, des calcaires dolomitiques du Trias très peu épais et des couches marmorisées du Lias, tantôt compactes, tantôt plaquetées.

La tectonique de ce massif est caractérisée en première

ligne par l'apparition dans le versant N, depuis la Tête Noire jusqu'à la Soulze, avec une interruption due aux couvertures d'éboulement, d'une série normale de Trias et de Lias, qui, plongeant au SE, repose aux environs de la Tête Noire sur le Carboniférien redressé, tandis qu'elle est recouverte par les gneiss de la crête de la chaîne. Cette série est évidemment le prolongement de celle de la Croix de Fer, qu'elle relie avec celle de Six Carro dans le soubassement de Morcles; elle est coupée, avec le massif tout entier, par de grandes dislocations transversales, déterminant des dénivellations considérables et passant l'une dans l'axe de la vallée du Rhône, la seconde à l'W de la Soulze, la troisième au NE de la Croix de Fer.

En résumé M. Ketterer a constaté dans la zone houillère de Salvan l'existence d'un anticlinal abrasé de Carboniférien, bordé de deux bandes de Permien. Cet anticlinal, qui se suit le long de la vallée du Trient, disparaît dans le massif de la Croix de Fer sous une masse recouvrante de Trias et de Lias plongeant au SE qui se continue de là vers le NE par la Tête Noire, Leytroz, Planajeur, la Soulze et Charravex. Dans tout le massif d'Arpille ce Trias et ce Lias, profondément métamorphisés, s'enfoncent au SE sous des gneiss œillés, qui doivent très probablement être envisagés comme d'anciens sédiments, transformés par les multiples injections qu'ils ont subies.

M. A. BUXTORF (55) a décrit une série normale, qui recouvre près du **Col de la Furka** les roches cristallines du massif du Gothard, tandis qu'elle est en contact mécanique avec le massif de l'Aar. Cette série débute par des calcaires dolomitiques associés à des schistes et à du gypse, qui représentent le Trias; elle comprend ensuite des calcschistes variés ressemblant aux Schistes lustrés et elle se termine par un banc de calcaire clair, qui paraît devoir être identifié avec le Malm.

M. P. NIGGLI (66) a soumis à une revision détaillée la zone sédimentaire qui s'intercale depuis le **Tavetsch** jusqu'au delà du **Val Somvix** entre le massif de l'Aar et l'extrémité orientale du massif du Gothard.

Dans la zone septentrionale du massif du Gothard il a relevé une série de coupes très semblables entre elles, dans lesquelles on voit les orthogneiss passer vers l'extérieur à des schistes injectés, souvent œillés, riches en feldspath, auxquels succèdent vers le N des paragneiss et des mica-schistes.

Cette série à cristallinité décroissante, qui plonge presque verticalement, tend à recouvrir vers le N la série sédimentaire qui fait l'objet spécial de cette étude et qui était considérée jusqu'ici comme un synclinal déjeté de Permocarbone de Trias et de Schistes lustrés.

Par l'étude de nombreux profils pris depuis le Tavetsch jusqu'au Val Somvix au travers de cette zone, M. Niggli est arrivé à une tout autre conception :

Sous les schistes cristallins du Gothard il a constaté d'abord une zone épaisse de schistes, dont la structure grossièrement détritique est souvent encore reconnaissable avec facilité et qui, sous le Piz Muraun, débute par des couches riches en charbon. Ce complexe paraît appartenir au Permien et probablement en partie au Carboniférien; il passe vers le bas à des phyllades de couleur foncée, bleuâtre, rappelant beaucoup certains schistes du Verrucano, avec lesquels il faut vraisemblablement les identifier. Ce sont ces couches qui sont indiquées sur la carte de M. Alb. Heim comme Schistes des Grisons. Vers le N les phyllades foncées s'appuient sur des calcaires dolomitiques d'âge évidemment triasique, qui recouvrent par l'intermédiaire d'une zone de schistes à chloritoïde une série de schistes calcaires. Ces derniers contiennent des bancs échinodermiques; ils ont fourni quelques bélemnites et sont des Schistes lustrés; ils sont supportés directement par les schistes cristallins à séricite du massif de l'Aar.

Cette série, complète au N du Piz Muraun, s'amincit rapidement vers l'W, et n'est plus représentée dans le Tavetsch que par une mince zone de phyllades; vers l'E elle est effilée aussi mais à un moindre degré. Malgré ces irrégularités il est facile de reconnaître en elle une série renversée appartenant à la couverture du massif du Gothard. M. Niggli expose comment elle a été écrasée pendant la poussée du massif du Gothard vers le N, sous l'effort exercé par les nappes pennines en mouvement dans la même direction. Il conteste la possibilité d'un raccord entre la zone du Tavetsch et les racines des nappes helvétiques, qui devaient se trouver plus au N.

La partie principale du travail de M. Niggli consiste en une étude détaillée de la zone schisteuse comprise entre les calcaires dolomitiques du Trias et les calcschistes du Lias depuis le Tavetsch jusqu'au Val Somvix, qui a été décrite déjà sous le nom de schistes à ottrélite par M. Schmidt, mais qui mérite plutôt le nom de *schistes à chloritoïde*.

L'auteur commence son étude par un examen comparatif des chloritoïdes, des otrérites et des sismondines ; il admet pour les premiers la formule $\text{Si Al}_2 \text{Fe H}_2\text{O}_7$, tandis que chez les otrérites le fer est en partie remplacé par du manganèse et que les sismondines contiennent en quantité importante de la magnésie. Une analyse chimique des chloritoïdes de l'Alp Nadels a donné, il est vrai, une teneur en Si O_2 plus forte que la formule ci-dessus ne le comporte, mais ce désaccord peut être dû à des impuretés.

Par leur position géologique les schistes à chloritoïde doivent dériver des Quartenschiefer du Trias supérieur ; ils montrent des variations étendues et se différencient en six types fondamentaux, qui sont :

1^o Le type de Nadels est une roche dont la base est formée par un tissu feutré de séricite, auquel se mêle souvent une quantité variable de chlorite et au milieu duquel se détachent d'abord des grains de quartz aux contours indécis et surtout des porphyroblastes tabulaires de chloritoïde. Parfois la séricite est complètement remplacée par la chlorite ; d'autres fois il s'y mêle de l'hématite. Les cristaux de chloritoïde sont tantôt régulièrement délimités parallèlement à la base, tantôt irréguliers de forme ; à côté des gros porphyroblastes il apparaît aussi de petits individus dispersés dans la pâte et correspondant à une première phase de cristallisation ; le pléochroïsme du chloritoïde va du vert foncé bleuâtre parallèlement à la base, au vert clair jaunâtre perpendiculairement à celle-ci.

Ce type de Nadels apparaît en divers points, en particulier à l'Alp Nadels, vers le Tenigerbad, dans la vallée de la Garvera, près de Curaglia et dans le Nalpstal.

2^o Le type du Val Naustgel se distingue du précédent par l'importance qu'y prennent les oxydes de fer, en particulier l'hématite, qui contribue à donner aux roches une teinte rouge ou violacée. Les porphyroblastes de chloritoïde sont fréquemment entourés de quartz sécrétionné ou bordés de zones de mouscovite. La chlorite est plus abondante que dans le type précédent et forme souvent de grosses lamelles irrégulières. Dans certains échantillons on trouve des porphyroblastes de pyrite.

4^o Le type de Garvera 1 comprend des schistes très variés d'aspect, voisins dans leur ensemble du type précédent, mais contenant toujours une quantité appréciable de substance charbonneuse.

5^o Le type de Garvera 2 est caractérisé par une teneur

importante en carbonates ; ceux-ci forment des amas elliptiques foncés, qui ont parfois subi une pseudomorphose avancée ; ils sont aussi répandus en petits grains dans toute la roche. Ces lentilles foncées de carbonates donnent aux schistes l'aspect de « Knötchenschiefer. »

6°. Le type de Runcahetz est particulièrement riche en oxydes de fer, hematite et limonite.

Après avoir ainsi décrit les types fondamentaux des schistes à chloritoïde, M. Niggli cherche à définir la genèse de ces roches. Il examine d'abord le facteur mécanique des transformations qu'ils ont subies et pour cela commence par définir les notions de stress ou pression agissant entre les parties d'un même milieu et de strain ou déformation subie par ce milieu sous l'action du stress. Il montre qu'à chaque pression agissant dans un milieu donné correspond un ellipsoïde de strain, la relation entre la pression et la déformation pouvant être simple dans le cas d'un milieu homogène, ou compliquée par l'orientation préexistante des éléments dans un milieu hétérogène. Il décrit sous le nom de strain tangentiel les mouvements relatifs, qui se produisent entre des plans parallèles et il montre que dans la règle à chaque ellipsoïde de strain correspondent deux plans de strain tangentiel maximal, qui se comportent différemment, en ce sens que l'un reste parallèle à lui-même pendant toutes les phases de la dislocation, tandis que l'autre est progressivement dévié. Les plans de strain tangentiel maximal se marquent non seulement par l'allongement dans ce sens des éléments préexistants, mais aussi par l'apparition et le développement de minéraux secondaires.

Dans le cas particulier des schistes à chloritoïde du Tavetsch, qui ont été soumis d'une part à la poussée S-N exercée par le massif du Gothard et à la surcharge des roches susjacentes, dont la résultante devait être une pression parallèle à un plan plongeant d'environ 30° au N, d'autre part à la résistance du massif de l'Aar, qui agissait suivant un plan peu incliné en profondeur, mais de plus en plus redressé vers le haut, il s'est développé d'abord un plan de strain plongeant au S, fortement en profondeur, avec un angle de moins en moins grand vers le haut, qui est à peu près parallèle à la schistosité primaire, puis un second plan de strain, plongeant faiblement au N vers le haut, de plus en plus fortement en profondeur, qui correspond au clivage proprement dit.

Après les actions mécaniques, M. Niggli considère les

actions caloriques, qui se manifestent dans les régions soumises à des efforts orogéniques ou simplement enfoncées lentement ; il développe une série de formules destinées à fixer la valeur du facteur température dans les réactions produites au sein des roches et montre que la chaleur et la pression agissent sur les milieux hétérogènes dans le même sens, de façon à provoquer la cristallisation de minéraux secondaires au volume moléculaire réduit.

Ayant ainsi défini les conditions générales du métamorphisme dans un milieu soumis aux efforts orogéniques, M. Niggli aborde la question spéciale de la genèse des schistes à chloritoïde de la zone du Tavetsch. Il rappelle en commençant que le phénomène de recristallisation dans les roches peut varier dans le temps et dans l'espace suivant les facteurs qui entrent en jeu, et qu'il n'est nullement limité à des actions hydrochimiques, comme on l'admet volontiers, mais peut comporter des réactions étendues se produisant directement entre corps solides.

Pour déterminer la nature primaire des schistes en question, l'auteur a fait une série de huit analyses, qui ont établi qu'il s'agit de schistes argileux plus ou moins riches en sable quartzeux et contenant parfois une quantité appréciable de carbonates (surtout $Mg CO_3$ $Fe CO_3$). La teneur en silice varie de 50 à 75 %, celle en alumine de 11 à 28 % ; le fer calculé en $Fe O$ se trouve en quantités variant de 4.5 à 12 % ; la magnésie prédomine constamment sur la chaux ; les alcalis sont représentés surtout par K_2O , dont les quantités varient de 1.5 à 5 %. Il est évident que les chloritoïdes sont nés au dépens de l'élément argileux de ces formations.

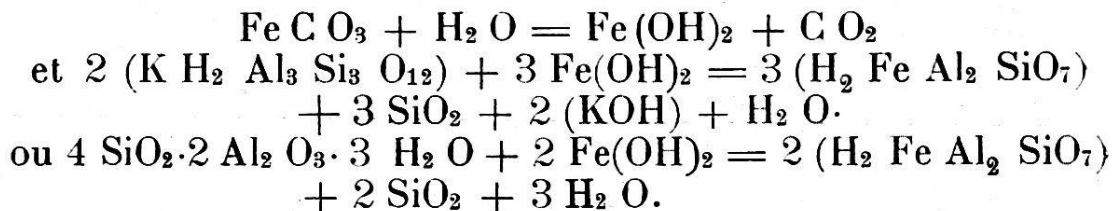
Partant de cette composition primaire, M. Niggli cherche à suivre les transformations des schistes du Tavetsch ; il examine ainsi le processus de la séricitisation de la pâte, qui correspond à une transformation, pendant laquelle l'énergie libre de la cristallisation n'a été pour ainsi dire que partiellement employée ; il détermine l'origine du quartz disséminé dans la roche, qui est en partie primaire, en partie secondaire, ainsi que celle des minéraux accessoires et de la chlorite.

Quant à la genèse des chloritoïdes, l'auteur lui a prêté une attention particulière ; il a constaté d'abord que ce minéral apparaît tantôt en grains irréguliers criblés d'inclusions des divers éléments de la pâte, la séricite exceptée, tantôt en individus bien délimités suivant le plan de la base, contenant surtout des inclusions de rutile et d'oxyde de fer. Les grains irréguliers correspondent à des commencements de

recristallisation se manifestant sur un grand nombre de points à la fois; les cristaux mieux formés sont dus à une action de l'énergie de cristallisation plus prolongée ou plus concentrée.

M. Niggli ne croit pas qu'il faille admettre une phase spéciale de métamorphisme pour la cristallisation du chloritoïde; celle-ci a pu fort bien s'effectuer en même temps que celle de la séricite et elle a concordé dans le temps avec l'intervention de poussées orogéniques; le fait ressort clairement de l'orientation soit des chloritoïdes dans la roche, soit des inclusions dans les chloritoïdes. Quant aux grandes dimensions des chloritoïdes, elles s'expliquent par la puissance de cristallisation supérieure du minéral et n'impliquent la nécessité d'aucune intervention extérieure particulière. La forte puissance de cristallisation du chloritoïde lui a du reste souvent permis de développer ses cristaux en dehors du plan de strain maximal, mais alors ces porphyroblastes ont fréquemment subi une rotation plus ou moins prononcée. Enfin, le fait que presque tous les porphyroblastes de chloritoïde sont maclés prouve l'intervention générale de la pression pendant la cristallisation.

Au point de vue chimique la cristallisation du chloritoïde est en relation avec la dissociation du carbonate de fer inclus dans la roche primaire et pourrait être déterminée par les deux réactions successives :



Mais il est probable que les eaux d'imprégnation sont intervenues dans cette cristallisation, qu'il faut par conséquent supposer des solutions contenant des molécules d'andalousite ($\text{Al}_2 \text{SiO}_5$), de corindon ($\text{Al}_2 \text{O}_3$) et de divers oxydes de fer, capables par conséquent de donner lieu à des précipitations de chloritoïde.

Du reste, la question de la genèse du chloritoïde dans les schistes du Tavetsch est inséparable de celle de la genèse dans les mêmes roches de la chlorite, de l'hématite et du quartz secondaire et on peut admettre que dans des conditions déterminées de température et de pression un mélange de caolin ($4 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2 \text{O}$), de limonite ($\text{Fe}_2 \text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2 \text{O}$) et de brennerite ($\text{Fe Mg} (\text{CO}_3)_2$) doit donner naissance à de

la chlorite ($H_4 Mg_3 Si_2 O_9 \cdot H_4 Mg_2 Al_2 SiO_9$), à du chloritoïde ($H_2 Fe Al_2 SiO_7$) à de l'hématite ($Fe_2 O_3$), à du quartz (SiO_2) avec dégagement d'eau et d'acide carbonique.

En résumé M. Niggli a démontré que le développement porphyroblastique du chloritoïde n'implique nullement une phase de cristallisation distincte et il a fait ressortir le rôle relatif que jouent dans la genèse de ce minéral les trois facteurs : composition de la roche, température et pression.

Reprenant les analyses des schistes du Tavetsch citées au début de ce compte rendu, M. Niggli s'attache à montrer le caractère de série naturelle de ce complexe schisteux, dont les divers termes offraient dans leur composition initiale beaucoup de traits communs et ont passé par un même métamorphisme, réglé par les mêmes actions dynamiques et caloriques. Les schistes du Tavetsch possèdent dans leur ensemble une forte teneur en $Al_2 O_3$, une teneur relativement riche en FeO , et au contraire des teneurs faibles en CaO et en alcalis, mais les teneurs en $Al_2 O_3$, FeO , et MgO diffèrent suffisamment d'un cas à l'autre, pour faire varier dans des proportions importantes les quantités de chloritoïde, de chlorite et d'hématite formées. Quant à l'apparition de la magnétite en quantité importante et même sous forme de porphyroblastes, elle est en relation avec une teneur de la roche en alcalis abondante relativement à la quantité d'alumine; les alcalis fixent alors une grande partie des silicates d'alumine, pour former de la séricite au dépens du chloritoïde et l'excès de fer cristallise en magnétite. De même un excès de magnésie favorise la formation de la chlorite au dépens du chloritoïde et peut être ainsi cause d'une cristallisation de magnétite.

En terminant M. Niggli établit une comparaison entre les schistes du Tavetsch et quelques types de roches semblables, en particulier avec les schistes à chloritoïde du Fasortastein près de Truns-Reichenau, décrits par d'Acchiardi et avec les schistes à ottrélite des Ardennes.

M. W. STAUB (75) a, dans une nouvelle publication, repris certains points de la géologie du **massif d'Erstfeld** et des nappes parautochtones qui le recouvrent. Il a rappelé la différence très nette, qui existe entre le Dogger qui fait partie de la couverture septentrionale des gneiss d'Erstfeld et celui qui est compris dans le pli couché de la Windgälle et dans les nappes sus-jacentes, et il a expliqué cette différence par l'existence à l'époque mésojurassique d'un dôme correspondant au massif d'Erstfeld.

Dans un second chapitre M. Staub examine à nouveau le système si enchevêtré des nappes parautochtones, en insistant d'une part sur l'influence qu'a exercée sur son développement le massif résistant d'Erstfeld, d'autre part sur les contrecoups qu'ont provoqués jusque dans le front des nappes helvétiques les poussées exercées par les nappes parautochtones sous-jacentes pendant leur dernière phase de dislocation.

En terminant l'auteur établit un rapprochement entre sa nappe du Griesstock et le pli de Tchepp-Flimsenstein que M. Blumenthal a reconnu dans le massif du Segness, tandis qu'il envisage la nappe du Kammlistock comme l'équivalent du pli de Panära.

Nous devons à M. P. VAN DER PLOEG (67) des levés au 1 : 50 000 et une description détaillée de la chaîne du **Schlossberg** et du **groupe des Spannorte**, qui appartiennent à la couverture sédimentaire de la bordure septentrionale du massif de l'Aar à l'W de la Reuss.

Dans un chapitre stratigraphique, l'auteur, après avoir envisagé sommairement les schistes cristallins et le Carboniférien de la zone d'Erstfeld, décrit successivement le Trias, le Jurassique et le Tertiaire.

Le **Trias**, qui couvre en discordance le Cristallin, commence par un banc, épais de 1-2 m., de grès quartzeux micacés, qui passent vers le haut à des schistes peu puissants. Cet ensemble représente le Buntsandstein; on trouve dans sa partie supérieure des lambeaux de calcaires dolomitiques, représentant des restes de bancs minces plus ou moins remaniés. Le Muschelkalk est constitué par les calcaires dolomitiques de Röti, qui, épais de 12 à 15 m. vers le NE, s'effilent progressivement vers le S et font parfois complètement défaut. Quant au Keuper il n'est représenté que par des grès à grain fin, souvent teintés en rouge ou en vert, tendres, avec par places des zones conglomératiques, qui sont épais au maximum de 10 m. et qui correspondent aux « Quartenschiefer. »

Le **Jurassique** débute par des schistes argileux foncés, micacés, épais de 10-14 m., qui contiennent des concrétions de limonite; les fossiles trouvés à ce niveau ne permettent pas une détermination certaine, mais il est très probable que l'on a affaire ici à des schistes aaléniens.

Ensuite vient un banc de calcaire spathique foncé, épais de 6-7 m., contenant près de sa base des oolithes ferrugineuses en abondance et un grand nombre de fossiles, mal-

heureusement indéterminables pour la plupart ; parmi les échantillons recueillis, les espèces suivantes on pu être reconnues :

Ludwigia falcata Horn	Inoceramus fuscus Qu.
Pecten pumilus Lam.	Pleuromya arenacea Ag.
» ambiguus Münster	» elongata Münster.
» Dewalquei Opp.	

Cette couche est séparée par un banc de calcaire gréseux imprégné de silice, mais sans fossile, d'une zone supérieure de calcaires échinodermiques, associés à des calcaires à polypiers, qui a fourni :

Isastrea Bernardi d'Orb.	Heimia Meyeri Hof.
Confusastrea Cotteau d'Orb.	Pecten spatulatus Rol.
Pentacrinus cristagalli Qu.	» disciformis Schübl.
Cidaris cucumifera Ag.	» ambiguus Münster.
Rhynchon. Pallas Ch. et Dew.	Belemnites giganteus Schlot.

Sur ce niveau, qui représente la zone à *St. Humphriesi*, vient une seconde couche d'oolithe ferrugineuse, caractérisée par *Park. garantiana* d'Orb. et *Park. bifurcata* Zieten, qui est recouverte par une seconde zone de schistes argileux, épaisse de 8-12 m. Celle-ci a fourni d'assez nombreux fossiles :

Rhynchonella varians Schlot.	Limatula helvetica Opp.
Terebratula globata Sow.	Posidonia Parkinsoni Qu.
Zeilleria subbuculenta Dav.	Trigonia Kurri.
» ornithocephala Sow.	Goniomya proboscidea Ag.
Ostrea Knorri Zieten	Trochus bijugatus Qu.
Pecten Bouchardi Opp.	Cerithium echinatum Qu.
Astarte depressa Qu.	Parkinsonia cf. ferruginea Opp.

Enfin le Dogger se termine par un troisième niveau à oolithes ferrugineuses, particulièrement riches en limonite, qui contient de nombreuses ammonites, en particulier des *Perisphinctes* et des *Hecticoceras* et qui correspond aux zones à *Macr. macrocephalus* et à *Rein. anceps*.

À la base du Malm on trouve les calcaires gris, tachetés de jaune, du Schiltkalk, qui deviennent marneux et schisteux vers le haut et représentent l'Argovien. Ensuite le Jurassique supérieur est formé par la masse compacte du Hochgebirgskalk, épaisse de 300-400 m. ; vers le haut cette série se termine par des calcaires à polypiers ; elle est surmontée par une faible épaisseur de schistes marno-calcaires que couronne un banc de calcaire oolithique. En l'absence d'arguments probants, il est impossible de déterminer si ce dernier

appartient encore au Tithonique, ou déjà au Crétacique inférieur, représentant alors un équivalent de l'« Oerlikalk ».

Sauf cette réserve le Crétacique paraît faire défaut dans la chaîne du Schlossberg.

Quant au **Tertiaire**, il se subdivise normalement en trois parties : le Sidérolithique, le Nummulitique et le Flysch. Le Sidérolithique comprend des bolus rouges et verts, des sables quartzeux et des amas de limonite, en général sous forme de concrétions pisolithiques ; il recouvre le Malm et surtout pénètre dans les anfractuosités de sa surface.

Le Nummulitique comprend sur le versant N du Schlossberg les éléments suivants :

1° Des marnes et marno-calcaires épais de 1-2 m. qui correspondent au niveau saumâtre à cérithes des Gadmenflühe.

2° Un banc de grès quartzeux (1^m05).

3° Des grès quartzeux en gros bancs contenant des orthophragmines et de petites nummulites granuleuses (30-35 m.), qui se terminent vers le haut par 10 m. environ de grès quartzeux à base calcaire particulièrement riches en orthophragmines.

4° Calcaires gris à lithothamnies et orthophragmines, contenant *Orth. Pratti*, *Num. striata*, *Num. Heeri* var. *minor* (7 m.).

5° Des alternances de schistes et de grès (7-10 m.)

Le Flysch débute par des grès en bancs séparés par des feuilletts schisteux (20 m.) ; au-dessus viennent des schistes à Foraminifères, puis les bancs de grès réapparaissent dans les schistes en proportion toujours plus forte vers le haut et prédominent finalement d'une façon absolue.

Sur cette série inférieure, épaisse dans son ensemble de 70-80 m., reposent des grès de Taveyannaz, alternant avec des grès polygéniques et formant avec eux un complexe puissant de 150 m. ; celui-ci supporte des schistes ardoisiers de 100 m. environ d'épaisseur, que recouvrent finalement les grès fins et compacts d'Altdorf.

La série nummulitique du Schlossberg paraît commencer avec le Priabonien, auquel elle appartient entièrement ainsi que probablement le Flysch inférieur, les grès de Taveyannaz marquant la base de l'Oligocène.

Au point de vue tectonique les formations mésozoïques et tertiaires de la chaîne du Schlossberg et des Spannorte représentent la couverture normale de la bordure septentrionale du massif de l'Aar ; d'abord presque horizontales aux Spannorte, elles plongent de plus en plus fortement vers le

N. Le plan de superposition de ce revêtement n'est du reste pas simple; comme plus à l'W au Titlis, il comporte des replis imbriqués, dans lesquels le gneiss sous-jacent est par places entraîné. La principale de ces imbrications se suit depuis le pied du Schlossberg jusque dans le versant de la vallée de la Reuss, marquée par un retour du Dogger, du Trias et même du gneiss; elle est légèrement oblique sur la direction des gneiss d'Erstfeld et tend à s'atténuer de l'W à l'E. D'autres replis imbriqués du même genre se trouvent plus au N, vers le débouché du Bockitobel dans la vallée de la Reuss. Le Malm a été affecté d'une façon beaucoup moins accusée par ces dislocations; il montre pourtant un repli synclinal bien marqué dans le versant N des Sonnigstöcke et du Geissberg. Quant au Nummulitique son plongement est presque régulier au N, ce qui implique par places des discordances avec le Jurassique supérieur, tandis que le Flysch a pris au contraire des formes extrêmement disloquées en relation avec le chevauchement des nappes sus-jacentes.

Dans un dernier chapitre M. van der Ploeg décrit sommairement les formations morainiques de la vallée d'Erstfeld et de la Surenenalp, ainsi que les nombreux Kars très typiques qui se sont développés dans ces deux régions.

M. W. A. KELLER (102) a établi une carte géologique au 1 : 15 000 de la région calcaire qui s'étend de l'arête du **Bifertenstock** à l'E du Tödi, par le Limmerngletscher, jusqu'au **Selbsanft**, et l'a complétée par une courte notice explicative accompagnée d'une planche de profils.

Dans la partie stratigraphique de cette notice l'auteur décrit d'abord en quelques lignes le Malm supérieur, qui comprend les calcaires massifs du Hochgebirgskalk épais d'environ 500 m., des calcaires coralligènes et des brèches calcaires du Tithonique, enfin, des couches marno-calcaires, qui forment la limite supérieure du Jurassique.

M. Keller décrit ensuite, plus en détail, les formations crétaciques de cette série autochtone du massif de l'Aar, dans laquelle il a reconnu, de bas en haut, les termes suivants :

1° Le calcaire de l'Oerli (Infravalangien), qui n'est séparé du Tithonique par aucune limite tranchée et qui est formé par des bancs massifs de calcaire gris riche en débris de Crinoïdes; l'épaisseur de ce niveau diminue de 60 m. vers le SW, à 30-40 m. au Selbsanft.

2° Le calcaire valangien, formé de calcaires spathiques, ocreux à la surface, épais de 20 m. au Bifertenstock, mais

réduits, à moins de 10 m., au Selbsanft. Ce niveau est riche en ostracés.

3° Le Kieselkalk de l'Hauterivien, qui présente ici son faciès habituel et s'amincit aussi rapidement du SW au NE (60-8 m.).

4° Les couches marno-calcaires du Drusberg avec *Ostrea sinuata* (20-13 m.).

5° Les bancs clairs et massifs de l'Urgonien, qui ne comprennent pas de couches à Orbitolines et paraissent représenter exclusivement le Barrémien (70-40 m.).

6° Des calcaires gréseux noirs de l'Albien, qui reposent sur la surface corrodée de l'Urgonien et ne contiennent pas de fossiles. Ce niveau passe d'une épaisseur de 35 m. au Bifertenstock à une épaisseur de 20 m. vers Farschas; il fait défaut, ainsi du reste que l'Urgonien et les couches de Drusberg dans le massif du Selbsanft, où le Nummulitique couvre directement le Kieselkalk.

7° Un banc épais de 0.5-1 m. de calcaires foncés, sableux et grumeleux, qui contient en abondance les fossiles de la couche à Turrilites.

8° Le calcaire de Seewen qui, épais de 40 m. dans le versant S du Bifertenstock, s'amincit rapidement vers le NE et ne tarde pas à disparaître.

L'Eocène débute par les grès glauconieux à *As. exponens* et *Num. complanata* (2-5 m.) qui passent vers le haut aux calcaires sableux à *Num. complanata* (20-30 m.). Ceux-ci sont séparés par un gros banc de grès quartzeux (3-6 m.), des schistes marneux à Pectinites, dans lesquels *Spondylus limiformis* est l'espèce la plus commune (4-10 m.). Enfin la série éogène se termine par une grande épaisseur de schistes à globigérines, que couronnent, dans les Mutttenberge, des grès de Taveyannaz.

Il existe ainsi dans cette série deux lacunes stratigraphiques, correspondant à deux phases d'émersion suivies de transgressions, l'une au niveau de l'Aptien, l'autre entre le Crétacique et l'Eocène. Cette dernière lacune, réduite au Bifertenstock aux termes tout à fait supérieurs du Crétacique et inférieurs de l'Eocène, prend toujours plus d'ampleur vers le N, ensorte que dans la partie N du Selbsanft le Nummulitique repose sur l'Hauterivien et même sur le Valangien. D'autre part, l'amincissement de toutes les couches du Crétacique intérieur vers le NE est frappant.

Dans son chapitre tectonique, M. Keller décrit d'abord le synclinal évasé qui, du Bifertenstock, se suit vers l'E par la

dépression du glacier de Biferten en montrant un notable abaissement d'axe. Tandis que le jambage S de ce synclinal est fortement redressé, son jambage N ne se relève que très lentement vers le Selbsanft, qui est formé dans son ensemble par une large voûte de Malm, couverte de Crétacique inférieur peu épais et couronnée par les sédiments éocènes. Ce n'est que dans le versant N du sommet le plus septentrional du Selbsanft qu'on trouve une tectonique un peu plus compliquée. Ici, un coin synclinal de Crétacique et d'Eocène s'enfonce au S sous un chevauchement de Malm, tandis qu'un peu plus bas un synclinal simple de Nummulitique et de Flysch apparaît au Goldenes Horn.

M. Keller décrit aussi une série de failles, qui coupent la puissante masse de Malm qui forme paroi tout autour du massif en question. Ces fractures ne donnent pas lieu, pour la plupart, à des rejets importants, mais elles se marquent très nettement dans la topographie par des rainures profondes entaillées dans les plans de friction.

Enfin, l'auteur insiste sur le fait que toute la série sédimentaire du Bifertenstock et du Selbsanft montre un clivage très accusé, dont le plan, plongeant avec un fort angle vers le S, dans la partie méridionale du massif, est de moins en moins incliné dans la région septentrionale. Il voit dans ce fait l'effet du laminage opéré par les nappes sus-jacentes.

Dans un dernier chapitre, M. Keller fournit quelques renseignements sur le caractère orographique du massif; il décrit en particulier les niches aux parois abruptes et très élevées, qui entament soit le versant S de l'arête du Bifertenstock, soit le versant W du Selbsanft, et qui doivent être attribuées surtout à la désagrégation atmosphérique activée par le gel. M. Keller signale en outre les signes de décrue générale qu'il a constatés sur les glaciers et névés du massif, particulièrement affectés, il est vrai, par l'été très chaud de 1911.

M. M. BLUMENTHAL (53), dont j'ai analysé, dans une Revue antérieure, l'étude détaillée concernant la chaîne de la Ringelspitz et du Segnes, a poursuivi ses investigations plus à l'E dans le **massif du Calanda**, de façon à compléter les observations faites en 1897 par M. Piperoff, à la lumière de la tectonique alpine moderne.

Dans un premier chapitre, M. Blumenthal décrit les dislocations qu'il a constatées soit dans le vallon d'Uldis au N de Haldenstein, soit entre Batänia et le Val Cosenz, soit dans la région culminante de la chaîne depuis le Calanda de Felsberg jusqu'au sommet de la Kaminspitz, soit dans le Val Cosenz. Il

montre ainsi que le Calanda, qui, d'après la carte au 1:100 000, semble formé par une série simple, incurvée en voûte par-dessus le Trias et le Cristallin de Vättis, possède en réalité une structure beaucoup plus compliquée et correspond à une zone de plis couchés parautochtones. Dans le Val Uldis c'est l'Haute-rivien qui est ramené par chevauchement sur l'Urgonien; dans la région culminante du Calanda, en particulier dans les coupures du Hintertal et du Mittlertal, on voit le Malm recouvrir par l'intermédiaire d'un jambage renversé laminé un synclinal couché de Crétacique, comprenant encore les couches de Seewen, et ce pli se suit, par Vazeralp et Cortschna, jusque vers la ruine de Neuenburg, en s'atténuant il est vrai progressivement. Sur la ligne de faite, au S de l'Aelplistein, on voit de nouveau le Malm chevaucher au N sur le Crétacique; enfin, à la Zweienspitz et la Kaminspitz, le Malm, en série normale sous le Crétacique des pentes qui descendent vers Untervatz, recouvre directement le Flysch des montagnes de Mastrils. Ces lignes de dislocations sont accidentées de complications diverses et la région du Hintertal montre en particulier des replis extrêmement compliqués du Jurassique et du Crétacique.

Le second chapitre de M. Blumenthal est consacré à la stratigraphie du Tithonique et du Crétacique. A propos du Tithonique, l'auteur fait surtout ressortir le passage graduel du faciès calcaire et coralligène, qui règne exclusivement dans les plis externes du Calanda, à un faciès marneux, qui se développe à la partie supérieure du Tithonique déjà dans le pli du Hintertal et surtout dans celui d'Uldis.

La classification adoptée pour le Crétacique est presque purement lithologique vu l'extrême rareté des fossiles; elle distingue :

1° Le calcaire de l'Oerli, comprenant des calcaires riches en débris échinodermiques, foncés et teintés à la surface par un pigment ocreux plus ou moins abondant, sans fossiles déterminables.

2° Le calcaire valangien, épais de 5-6 m., qui se distingue du précédent par sa teinte claire, jaunâtre et par la présence de nombreux débris d'ostracés et de brachiopodes : *Ter. valdensis* de Lor., *Rh. valanginiensis* de Lor., *Rh. Desori* de Lor.

3° Le Kieselkalk, qui se distingue du calcaire sous-jacent surtout par sa patine ocreuse foncée; il est échinodermique et siliceux, glauconieux seulement par places et à un faible degré. Comme fossiles il contient quelques exemplaires de

Tox. complanatus avec des débris d'huitres et d'autres lamellibranches.

4° Les marnes de Drusberg, qui sont plus argileuses et schisteuses dans le pli de la région culminante du Calanda, tandis que dans les plis inférieurs elles sont représentées par des alternances de marnes et de calcaires. Ce niveau est caractérisé par *Ex. sinuata*.

5° L'Urgonien, qui a été en partie confondu par Theobald, Rothpletz et Piperoff avec le Malm, et qui diminue d'épaisseur du S au N pour disparaître finalement tout à fait à la Kaminspitz.

Cet étage reparait dans la série autochtone de la vallée de la Tamina avec une puissance qui, de 30 m., diminue rapidement de nouveau vers le N.

6° Le Gault qui est représenté dans la région culminante du Calanda avec une épaisseur de 10-15 m., à la Kaminspitz avec une épaisseur de 3-4 m. et près d'Untervatz, où Piperoff l'avait pris pour du Valangien; il est schisteux et glauconeux à la base, formé de grès verts, riches en calcaire vers le haut et se termine par un niveau noduleux à *Tur. Bergeri*.

7° Les couches de Seewen, qui sont surtout développées dans les environs du Val Cosenz, où elles ont été attribuées à tort par Piperoff aux Balfriesschiefer. La partie supérieure de ce niveau est marneuse et schisteuse et n'est pas nettement délimitée relativement à des schistes probablement tertiaires.

Dans un troisième chapitre M. Blumenthal examine la région de Flysch, qui s'étend de la Kaminspitze jusque dans les environs de Ragatz entre la Tamina et le Rhin. Il a pu reconnaître dans ce complexe de Flysch la succession suivante de bas en haut :

1° Des schistes marneux de couleur foncée contenant un ou deux bancs de grès verdâtres ou brunâtres.

2° Des schistes à globigérines épais d'au moins 60 m.

3° Des grès verts à assilines associés à des calcaires marneux.

4° Une nouvelle série de schistes à globigérines.

5° Des bancs calcaires à petites nummulites séparés par des zones schisteuses.

6° Des schistes ardoisiers.

7° Un grès semblable au grès de Taveyannaz.

Cette succession apparaît d'abord dans un ordre renversé sous la Kaminspitz, puis, après une inflexion synclinale pro-

fonde, elle dessine dans les environs de Pfäfers deux anticlinaux déjetés au N, qui font réapparaître les couches nummulitiques en plusieurs zones; enfin elle se développe en ordre normal entre Pfäfers et Ragatz. Il s'agit évidemment ici de replis autochtones du Flysch et les interprétations données de cette région par MM. Piperoff, Rothpletz et Tollwinsky doivent être abandonnées.

En terminant M. Blumenthal consacre quelques pages à la description des klippes crétaciques qui recouvrent le Flysch en divers points. Il y a d'abord la klippe de l'Aelplistein dans le bassin du Val Cosenz, qui montre des couches de Drusberg, de l'Urgonien et du Seewerkalk chevauchant sur du Flysch et s'enfonçant dans le synclinal qui sépare les plis de la Kaminspitz et du Calanda. Il y a ensuite des lambeaux de Crétacique supérieur couvrant le Flysch près de la Matonalp au N de la Kaminspitz.

Une klippe plus importante se trouve au Piz Lun et le long de la frontière des Grisons et de Saint-Gall; elle est formée de Seewerkalk et d'Urgonien profondément métamorphisés et a été prise à tort par M. Rothpletz pour un pointement anticlinal. Dans la vallée du Rhin les affleurements de Seewerkalk des environs de Mastrils doivent aussi être considérés comme susjacents au Flysch ambient, dans les replis synclinaux duquel ils sont enfoncés.

Il en est de même des lambeaux de Seewerkalk des environs de Pfäfers, signalés d'abord par M. Rothpletz, mais envisagés comme appartenant au soubassement du Flysch.

Quant à l'origine de ces klippes, M. Blumenthal croit devoir les rattacher toutes au jambage renversé de la nappe glaronnaise, en se fondant sur le métamorphisme intense qu'ont subi leurs éléments, sur l'indépendance complète qu'elles montrent relativement au Flysch sous-jacent et sur le fait que plusieurs d'entre elles sont enfoncées profondément entre les anticlinaux autochtones, ce qui prouve non seulement qu'elles ne peuvent dériver de l'un de ces plis, mais encore qu'elles étaient déjà en place avec l'ensemble de la nappe glaronnaise, lorsque les plis autochtones ont subi leur dernière phase de dislocation.

En résumé M. Blumenthal a pu montrer que dans la chaîne du Calanda trois plis couchés viennent se déverser au N par dessus le bombement anticlinal de Vättis. Ce sont :

1° Le pli de la Kaminspitz, qui, très net dans la partie septentrionale de la chaîne, se confond plus au S dans la grande paroi de Malm du versant occidental du Calanda

2° Le pli du Calanda, qui apparaît dans le Val Cosenz et forme la région culminante du Weibersattel; cet anticlinal est marqué par un puissant noyau de Malm; son jambage normal est compliqué de replis secondaires.

3° Le pli du Hintertal, qui commence vers la ruine de Neuenburg, puis s'élève et s'accroît vers le SW, de façon à atteindre son développement maximum dans le versant SE du Weibersattel, en particulier dans le Mitteltal et le Hintertal. Ici encore le Malm apparaît au cœur de l'anticlinal et de multiples complications secondaires interviennent.

Enfin un quatrième pli, beaucoup moins accentué, n'apparaît que dans le vallon d'Uldis et ses environs immédiats.

Au point de vue stratigraphique, M. Blumenthal a fait ressortir l'épaississement progressif du Crétacique des plis inférieurs vers les plis supérieurs.

Vers l'E tous les plis du Calanda s'enfoncent rapidement sous les nappes plus élevées; vers l'W ils se continuent dans les plis déjà reconnus et décrits par M. Blumenthal à propos du massif de la Ringelspitz et du Segnes comme suit : le pli de la Kaminspitz correspond à celui des Orgeln; le pli du Calanda est le prolongement de celui des Panärahörner; les plis du Hintertal et d'Uldis semblent naître dans la région du Calanda sur le dos du pli du Calanda et s'intercaler ainsi entre l'axe de ce pli et celui du Piz Mirutta.

Nappes helvétiques. — M. M. LUGEON (64) a découvert dans le **synclinal de Morcles**, entre le Flysch et le Nummulitique, un ensemble de couches très curieuses, qui comprend de bas en haut : 1° des mylonites résultant de l'écrasement de roches gneissiques et aplitiques (30 m.), 2° une brèche à cailloux cristallins (2-5 m.), 3° des schistes argileux (2-5 m.) et des calcaires noirs probablement mésozoïques (1-3 m.) Cet ensemble doit correspondre à une lame de charriage et les mylonites proviennent d'après leur composition pétrographique du massif du Mont Blanc, de sorte qu'il faut admettre d'une part que l'enveloppe de ce massif a été entraînée au N jusqu'au bord des Préalpes, d'autre part que le synclinal de Morcles-Dent du Midi représente l'embouchure du synclinal de Chamonix.

M. H. SEEBER a terminé en 1911 une étude détaillée de la **région comprise entre le lac de Brienz et le massif cristallin de la Jungfrau** depuis la Lutschine à l'W jusqu'à la ligne Grindelwald-Giesbach à l'E (71).

Dans la publication consacrée à cette région, l'auteur com-

mence par définir les caractères de la série sédimentaire de la partie de la nappe du Wildhorn comprise dans son domaine. Cette série se termine vers le haut avec le **Valangien**, qui comprend à la base un complexe schisteux et marneux, tout à fait équivalent aux « Balfriesschiefer » des Alpes glaronnaises, puis des calcaires en partie spathiques, en partie siliceux, desquels proviennent les fossiles récoltés par Martin et Bravais sur le versant oriental du Faulhorn et déterminés par d'Orbigny comme : *Bel. subfusiformis* Blainv., *Bel. extincorius* Rasp., *Am. asperrimus* d'Orb., *Am. semistriatus* d'Orb. et *Am. cryptoceras* d'Orb.

Le Jurassique supérieur est divisé par M. Seeber en Oxfordien, Argovien, couches à *Op. tenuilobata* et Tithonique.

Le **Tithonique** est fréquemment séparé des marnes berriasiennes par un lit de limonite; il comprend de haut en bas :

1° Des calcaires gris brunâtres, plaquetés, à grain fin, un peu marneux qui contiennent : *Perisph. transitorius* Opp., *Terebr. Euthymi* Pict., etc...

2° Des calcaires foncés, plus massifs avec *Per. Richteri* Opp.

3° Des calcaires en gros bancs, grenus et un peu spathiques, tachetés d'ocre, contenant des lits plus marneux et fossilifères avec *Haploc. elimatum* Opp., *H. carachtheis* Zeuschner, *Phylloc. ptychoichum* Font.

Les couches à *Op. tenuilobata* sont représentées par des calcaires foncés, à grain fin, contenant des concrétions de pyrite et des silex englobant des squelettes de radiolaires. Elles contiennent en nombre restreint des ammonites appartenant à :

Rhacoph. tortisulcatus d'Orb.	Perisphinctes balnearius de Lor.
Oppelia tenuilobata Opp.	» colubrinus Rein.
» compsa Opp.	» Lothari Opp.
» trachinota Opp.	» plebeius Neum.
Haploceras Fialar Opp.	» progeron Am.
Aspidoceras acanthicum Opp.	» subinvolutus Moesch.
» circumspinosum	Suttneria platynota Rein.
Opp.	Simoceras Doublieri d'Orb.
Aspidoceras epison Opp.	

L'**Argovien** se compose de calcaires schisteux et noduleux, gris, ils sont caractérisés par *Peltoceras transversarium* Qu., *Opp. Pichleri* Opp., *Perisph. Dybowskyi* Siem., *P. plicatilis* Sow., *P. bernensis* de Lor., *Trimarg. complanatus* Qu., *Rhynch. arolica* Op., etc... Au microscope on découvre dans ces couches de nombreux radiolaires, des Rotalidés et des Lituolidés.

L'**Oxfordien** se compose de schistes marneux gris, avec bancs calcaires, qui contiennent sur de nombreux points des ammonites de la zone à *Creniceras Renggeri*. Ces couches diminuent notablement d'épaisseur vers le S; elles commencent dans la chaîne du Laucherhorn par un banc de conglomérats.

Le **Callovien**, toujours très peu épais, est représenté d'une part dans la chaîne au S du lac de Brienz par des calcaires brunâtres, en partie oolithiques avec *Pleurotomaria Buvi-gnieri* d'Orb., *Hectic. hecticum* Qu., d'autre part dans les environs de la Petite Scheidegg par des calcaires gréseux et oolithiques contenant *Macro. macrocephalus*.

Le **Dogger** comprend de haut en bas :

1° Des calcaires gris, largement spathiques, contenant du quartz en grains, des débris reconnaissables de *Pentacrinus*, avec *Gryphea sublobata* Desh., *Avic. Münsteri*, *Zeil. digona* Sow.; vers le S ces couches prennent un grain de plus en plus fin, perdent beaucoup en épaisseur et sont finalement en grande partie remplacées par des schistes argileux gris dans la région de la Petite Scheidegg.

2° Des calcaires finement spathiques, en bancs minces séparés par des lits marneux et portant de nombreuses empreintes de *Cancellophycus scoparius*. Ce complexe prend un développement particulièrement important dans la chaîne du Männlichen.

3° Des calcaires marneux et schisteux, un peu grumeleux, de couleur foncée, associés à des schistes francs, qui contiennent surtout des restes de Trigonies, *Tr. costellata* et *Tr. lineolata* Ag. Ces couches représentent vraisemblablement l'Aalenien et une partie du Bajocien; à leur base apparaissent des calcaires gréseux, riches en quartz et passant localement à de véritables bancs de quartzite, que M. Seeber homologue avec les couches à *L. Murchisonae*.

4° Les schistes opaliniens, qui sont grumeleux dans leur partie supérieure, lisses et réguliers dans leur partie inférieure, qui sont extrêmement pauvres en fossiles, mais ont fourni à Mœsch un *Lioc. opalinum*.

Le **Lias** n'apparaît qu'au bord du lac de Brienz à 2 km. à l'E de Bönigen, sous la forme de calcaires siliceux à *Pecten aequivalvis* Sow., de calcaires échinodermiques, finement bréchiformes, avec *Ter. punctata* Sow., *Pecten Hehli* d'Orb., *P. aequivalvis* Sow., *P. corneus* Goldf., *Gryphea obliqua* Goldf. et de schistes noirs argileux avec nodules de limonite, qui ont fourni un *Aegoceras* indéterminé.

M. Seeber passe ensuite à la description de la série autochtone qui borde le massif de l'Aar :

Les **formations éogènes** comprennent de haut en bas : 1° des schistes argileux du Flysch ; 2° des grès de Taveyanaz ; 3° des calcaires à lithothamnies et petites nummulites ; 4° des grès quartzeux de couleur claire ; 5° des grès sidérolithiques associés à de véritables quartzites, à des brèches formées d'éléments calcaires et à des schistes bigarrés.

Le **Crétacique** est beaucoup plus réduit ici que plus à l'W ; il comprend : 1° des calcaires gréseux à grains de quartz du type de Tschingel et des calcaires à silex qui représentent l'Hauterivien ; 2° des calcaires siliceux probablement valangiens ; 3° des schistes gris foncé avec bancs calcaires du Berriasien.

Dans le **Jurassique** l'épais complexe du Hochgebirgskalk peut être divisé en trois niveaux lithologiques : 1° à la partie supérieure des calcaires de couleur claire, en bancs bien nets et en général peu épais, contenant des débris d'Apiocrinus et de Cidaris ; 2° des calcaires foncés, bleuâtres, en gros bancs ; 3° des calcaires schisteux, jaunâtres, contenant des bélemnites. C'est probablement aussi au même niveau qu'appartiennent des calcaires marmorisés, en partie bréchiformes, en partie schisteux, en partie compacts, qui apparaissent dans les pentes du massif de la Jungfrau et en particulier vers les glaciers de Grindelwald.

Directement sous les couches schisteuses de la base du Hochgebirgskalk viennent des calcaires schisteux, tachetés de rouge et de vert, riches en oolithes, qui contiennent des ammonites, soit du Callovien, soit du Bathonien, sans qu'il soit possible de distinguer ici ces deux étages. Ces couches sont séparées du Trias seulement par une faible épaisseur de calcaires foncés, spathiques, riches en quartz, du Dogger inférieur ou du Lias.

Le **Trias** comprend de haut en bas : 1° des dolomies associées à des schistes bariolés ; 2° des grès quartzeux blancs ; 3° des schistes argileux noirs, contenant des Equisetum et comprenant quelque bancs minces de dolomie ; 4° une zone de dolomies et de cornieules, épaisse d'une dizaine de mètres, qui paraît correspondre au Muschelkalk ; 5° un complexe de grès quartzeux et de schistes verdâtres.

En terminant cette description stratigraphique, M. Seeber donne un aperçu sommaire sur les formations pléistocènes de la région, en particulier sur les moraines du glacier de l'Aar qui recouvrent la chaîne septentrionale, sur les dépôts

morainiques des vallées de Lauterbrunnen et de Grindelwald, sur quelques moraines locales et quelques éboulements.

Dans la partie tectonique de son exposé M. Seeber commence par décrire le système de plis formés surtout de Malm et de Valangien, qui apparaissent dans le Sägistal et se suivent depuis le Lütschental jusqu'à la Bättenalp. On peut distinguer dans cette zone trois pointes synclinales de schistes berriasiens enfoncées au S entre trois anticlinaux de Malm; le plus méridional de ces anticlinaux est très fortement disloqué et au Schwarzhorn il recouvre par un véritable chevauchement les schistes berriasiens.

Cette zone de Malm et de Berriasien joue dans son ensemble un rôle synclinal entre les plis médiojurassiques du Männlichen et une zone anticlinale importante d'Oxfordien et de Dogger, qui se suit depuis Gündlischwand dans le Lütschental par le Laucherhorn et le Furgehorn jusqu'au N de Bättenalp. Cet anticlinal se divise en plusieurs replis, qui font alterner le Dogger supérieur, l'Oxfordien-Argovien et même parfois le Malm; son axe est culminant au Geisshorn et s'abaisse de là rapidement vers le NE, ce qui fait que le Dogger et l'Oxfordien tendent à disparaître toujours plus dans cette direction sous une carapace replissée de Malm.

Au N de la zone anticlinale du Geisshorn et du Laucherhorn se développent des plis serrés et isoclinaux, formés de Malm, d'Oxfordien et de Dogger supérieur. Dans le versant occidental de la vallée de la Lütschine les synclinaux de Malm prennent un développement particulièrement important par suite de la descente brusque de leurs axes vers le SW; dans la direction du NE ces synclinaux deviennent notablement moins profonds; à la Heimenegg ils ne sont plus marqués que par des zones oxfordiennes enfoncées dans le Dogger; puis à partir du Laucherhorn et surtout du Rothorn, les axes s'abaissant de nouveau vers le NE, les synclinaux de Malm reparaissent dans le versant N du Rothorn, du Furgehorn et de la Bättenalpburg.

Au-dessous de cet ensemble de plis serrés apparaissent, dans la moitié inférieure des pentes qui descendent vers le lac de Brienz, deux zones synclinales plus largement arrondies de Malm et de Berriasien, séparées par un anticlinal écrasé d'Argovien et de Dogger supérieur; vers le NE le plus bas de ces deux synclinaux se complique de plusieurs digitations.

Ces plis sont supportés par un anticlinal frontal de Dogger, dont la section apparaît très nettement dans le versant occi-

dental de la vallée de la Lüttschine; cet anticlinal couché est divisé par un synclinal étroit de Malm en deux replis, dont l'un se suit de Schweifstädt jusqu'à la Senggfluh près d'Iseltwald, dont l'autre n'apparaît qu'à l'E de Bönigen au bord du lac, où il présente cette intéressante particularité de comporter du Lias moyen et supérieur. Ces dépôts sont séparés du Dogger voisin par une faille, qui paraît correspondre à une dislocation prolongée assez loin vers l'W.

M. Seeber consacre le chapitre suivant à la description des massifs du Männlichen et du Faulhorn, qui, formés essentiellement de Dogger et de Lias supérieur, se font suite du SW au NE. Dans cette zone interne de la nappe du Wildhorn-Kiental on peut distinguer les éléments tectoniques principaux suivants :

1° Chevauchant au N sur la zone synclinale digitée du Sägistal se développe un grand anticlinal couché formé de Bajocien et de couches à *Canc. scoparius* avec des schistes opaliniens au cœur, qui apparaît d'abord dans le versant droit de la vallée de Lauterbrunnen, en aval de cette localité, puis passe à mi-hauteur dans le versant N du Männlichen, traverse le Lüttschental vers Burglauenen, va former en se redressant peu à peu les hauteurs de la Winteregg et de la Faulegg, puis passe dans le versant N du Faulhorn.

2° Sur le dos de ce pli un second anticlinal moins important se développe, qui passe aussi dans le versant N du Männlichen, mais ne tarde pas à se résoudre en un nombre plus grand de replis toujours moins accentués. Ensuite vient une profonde zone synclinale, remplie par les couches à *Cancellophycus*, qui vers l'W s'enfonce du Männlichen jusque sous le Tschuggen, qui de la Winteregg descend jusque dans le haut Lüttschental et qui vers l'E pénètre profondément sous le Rötihorn et le Ritzengrätli.

3° Un troisième anticlinal, formé de Bajocien et de Lias supérieur et couché au N sur la zone précitée, se trouve d'abord au Tschuggen, traverse la vallée de la Lüttschine en aval de Grindelwald et forme plus au NE le Simelihorn et le Ritzengrätli.

Au dessus de ce dernier anticlinal se développent au N de Grindelwald, plusieurs plis plus internes, dont le plus important s'élève au NW jusqu'au Rötihorn, où il a une allure chevauchante, tandis que les autres sont réduits par l'érosion à peu près à leur partie radicale. Dans le prolongement de cette zone de plis on trouve, dans la région de la Petite Scheidegg, des plis serrés de Lias supérieur et de Bajocien profon-

dément érodés, et c'est très probablement dans ce système d'anticlinaux imbriqués qu'il faut chercher la racine d'une sorte de klippe de Lias et de Bajocien, qui forme le sommet du Tschuggen et repose en discordance très nette sur son soubassement.

La base de la nappe du Wildhorn-Kiental est formée par les schistes opaliniens, qui tantôt reposent directement sur la série autochtone, tantôt en sont séparés par une zone renversée de Dogger ou par une sorte de zone de broyage intensément recristallisée. Le recouvrement apparaît d'une façon particulièrement claire dans la vallée de Lauterbrunnen, mais il est très net aussi dans les environs de la Wengernalp.

Le dernier chapitre de la brochure de M. Seeber traite de la tectonique de la série sédimentaire autochtone, telle qu'elle se présente dans le haut de la vallée de Lauterbrunnen et dans le versant N de la Jungfrau, du Mönch et de l'Eiger. Cette tectonique comporte plusieurs plis couchés horizontalement; c'est ainsi que dans le versant N du Schwarzer Mönch le Malm est incurvé en un anticlinal horizontal, au dessus duquel apparaît un synclinal couché, fermé au S de Crétacique et d'Eocène; puis un nouvel anticlinal couché, chevauchant sur les formations précitées, forme les parois qui s'élèvent du Schwarzer Mönch vers la Jungfrau; enfin ce pli, marqué dans son dos de replis secondaires, est chevauché par le gneiss de la Jungfrau.

Plus à l'E le synclinal crétacique-tertiaire a été enlevé par l'érosion, mais il est certain que le Malm est replié plusieurs fois sur lui-même suivant le même plan que dans le versant de la Jungfrau.

Vers le haut, la série autochtone, qui s'enfonce au N sous la nappe du Wildhorn-Kiental, se termine par des dépôts éocènes, dont on peut admettre la continuité presque absolue de la vallée de Lauterbrunnen jusqu'à celle de Grindelwald.

Nous devons à M. PAUL BECK (52) une brève description de la **Grotte de la Balmfuh**, qui s'ouvre à proximité de la grotte de Beatus, au dessus du lac de Thoune et dans le pied du Beatenberg.

L'auteur commence son exposé par une indication sommaire des conditions stratigraphiques et tectoniques dans lesquelles se trouvent ces grottes; il décrit les formations crétaciques, qui constituent essentiellement les environs, et les grès du Hohgant, qui ici recouvrent directement l'Urgonien: il signale d'autre part les principales failles qui ont dirigé les infiltrations et parle de deux éboulements partis l'un du

Balmholzberg, l'autre du Beatenberg et datant de la dernière glaciation ou de la période interglaciaire précédente.

Enfin, décrivant plus spécialement la grotte de la Balmfluh, M. Beck montre que celle-ci s'ouvre de plain pied sur une petite terrasse rocheuse formée par les bancs de l'Urgonien inférieur. Vers l'entrée une sorte de remblai, épais de deux mètres, est formé pour une moitié de moraine du glacier de l'Aar, pour l'autre de fragments éboulés d'Urgonien. L'origine de la grotte à ce niveau doit être cherchée dans la structure bréchiforme des bancs inférieurs de l'Urgonien et dans l'action désagrégante des eaux de fusion sortant du flanc du glacier de l'Aar, au moment où celui-ci atteignait ce niveau. Il est probable qu'alors un ruisseau latéral, coulant entre la moraine et les rochers de la Balmfluh, travaillait le pied de ceux-ci et les minait par la base ; il semble même qu'une partie de ces eaux a dû se perdre momentanément dans la grotte de la Balmfluh et suivre un conduit souterrain jusqu'à la grotte de Beatus. Après le retrait du glacier, les principales modifications subies par la grotte de la Balmfluh ont été la conséquence de l'effritement du toit, dont les débris, accumulés surtout près de l'entrée, ont été solidement cimentés par des incrustations calcaires. Enfin la forme de la grotte a été déterminée en grande partie par la position et l'orientation des fractures, qui coupent ici l'Urgonien et qui sont jalonnées par des zones bréchiformes de friction.

M. P. ARBENZ a donné, à l'occasion d'une conférence, un aperçu général sur la **structure des Alpes de la Suisse centrale** (43).

Dans un chapitre introductif, il a rappelé le développement récent de la tectonique alpine sous l'influence des travaux de Marcel Bertrand, puis de MM. H. Schardt et M. Lugeon, et a défini les diverses zones qui constituent le système alpin. Il a décrit ensuite les grandes lignes du massif de l'Aar, la zone septentrionale des gneiss d'Erstfeld et la zone principale au vaste culot granitique, puis l'enfoncement longitudinal vers l'E et la double discordance qui sépare le Carboniférien soit du Trias, soit du Cristallin ; il développe l'idée que le synclinal du Maderanertal doit se prolonger à l'W dans l'« Oberer Jungfrau keil » de M. Baltzer et dans la zone calcaire bien connue du Lötschental.

M. Arbenz place la racine du pli couché des Windgällen dans la zone principale du massif de l'Aar au S du Maderanertal ; il appelle ce pli nappe parautochtone, ainsi que les deux plis couchés qui le recouvrent et dont il a pu préciser exac-

tement l'extension, les nappes du Griestock et du Faulen. Entre ces trois nappes la superposition a été compliquée par un véritable encapuchonnement, qui montre que le pli des Windgällen est certainement plus jeune, au moins quant à son développement définitif, que les plis qu'il porte.

Passant aux nappes helvétiques, M. Arbenz décrit sommairement les caractères à la fois stratigraphiques et tectoniques de celles-ci ; il rappelle la distinction en deux grands éléments fondamentaux, la nappe inférieure de l'Axen avec son front enfoncé de haut en bas dans son soubassement et la nappe supérieure du Drusberg, qui a déferlé et s'est digitée en plis déjetés. Etudiant le prolongement de ces deux nappes vers l'W et vers l'E, il montre que la nappe du Drusberg se prolonge seule jusque dans les Alpes bernoises comme nappe du Wildhorn, tandis que, vers l'E, on voit au contraire apparaître sous la nappe de l'Axen deux éléments plus profonds, les nappes du Mürtschen et de Glaris.

M. Arbenz parle à diverses reprises des replis frontaux et des phénomènes de relaiement qui s'y développent ; il décrit le décollement et l'entraînement au N des formations crétaciques ; il fait ressortir l'importance de l'enfoncement synclinal, qui affecte les nappes entre leur front et leur bombement par-dessus le massif de l'Aar ; enfin il insiste sur le fait, constaté maintenant sur de nombreux points, de l'encapuchonnement des nappes inférieures dans les éléments sus-jacents. Il conclut de l'ensemble des caractères tectoniques des Alpes calcaires à la nécessité de distinguer trois phases de dislocation successives :

1^o Le chevauchement des nappes préalpines dans l'Eocène-Oligocène ; 2^o le chevauchement des nappes helvétiques ; 3^o le bombement du massif de l'Aar, l'enfoncement de la zone synclinale située au N et le développement des plis parautochtones.

Dans la dernière partie de son étude, M. Arbenz attire l'attention sur les ondulations longitudinales qui se marquent dans le système des grandes nappes alpines. Il distingue dans le massif de l'Aar trois culminations séparées par deux ensembles et il retrouve des ondulations analogues, sous une forme, il est vrai, atténuée, jusque dans le front des chaînes calcaires, où il croit pouvoir établir une correspondance entre les culminations transversales et les centres d'accumulation des conglomérats molassiques. Il explique ces ondulations longitudinales des nappes par une réaction sur celles-ci, pendant leur développement, soit des massifs hercyniens, soit, à un moindre degré, des massifs de Nagelfluh.

En relation avec ces formes de segmentation longitudinale, M. Arbenz envisage brièvement l'influence exercée par les ensembles et les culminations sur la répartition des anciennes vallées tertiaires et sur la sédimentation molassique.

Cet exposé ayant été répété par M. Arbenz devant plusieurs cercles d'auditeurs a été publié à plusieurs reprises soit en allemand (43), soit en français (42), et il a donné lieu à des discussions intéressantes.

M. A. BUXTORF (57), qui poursuit depuis de nombreuses années l'étude de la géologie des environs du lac des Quatre-Cantons, a communiqué sommairement les principaux résultats, qui découlent de ses observations récentes sur l'**extrémité occidentale de la nappe de l'Axen et la région de l'Isental**. Il a fait ressortir la forme digitée que conserve la nappe de l'Axen aux abords de l'Urnersee. Il a montré ensuite que la masse chevauchante de Malm et d'Eocène du Gitschen n'appartient pas, comme on l'a cru, à cette nappe, mais correspond à un des plis parautochtones de M. Staub, probablement à la nappe du Griesstock. Contre la tête de ce pli plongeant s'appuient au N un ensemble extrêmement compliqué de formations infracrétaciques, puis une série renversée d'Eocène, de Crétacique, de Malm et de Dogger, qui affleure aux Gitschenstöcke et dans le Kleintal, qui aboutit à une charnière frontale plongeante et qui paraît représenter le prolongement de la digitation inférieure de la nappe de l'Axen. Ce fait confirme l'idée, émise par M. Lugeon, que les plis jurassiques de l'Urirothstock appartiennent à la nappe glaronnaise inférieure.

A la suite de cette communication, M. H. SCHARDT a signalé la découverte du Rhétien typique à la base du Lias de la nappe de l'Axen dans le versant N du Schächenthal.

A l'occasion des excursions projetées pour la Société géologique suisse en 1912, MM. P. ARBENZ et W. STAUB (44) ont décrit dans un bref programme, le premier un itinéraire passant par Engelberg, l'Arnialp, le Trübsee, l'Engstenalp, la Tannenalp, le Hochstollen, Mägisalp et Meiringen dans les **Alpes d'Unterwalden**, le second le Schächenthal avec ses grandes masses de Flysch et le bord radical des nappes helvétiques.

A la suite de l'excursion faite dans le Schächenthal, M. A. BUXTORF (56) a rendu compte des observations faites par les géologues suisses dans cette région sous la conduite de M. Staub. D'après ce rapport, nous voyons que les levers

faits par M. Staub dans ce territoire très compliqué ont été reconnus exacts par tous les participants à l'excursion, qui ont admis soit la nature complexe de la masse du Flysch du Schächental, formée de plusieurs éléments d'origine indépendante, mais mécaniquement mêlés, soit l'existence sous la nappe de l'Axen de tout un système de nappes parautochtones, tel que M. Staub l'avait défini.

M. W. STAUB (74) a du reste ajouté à ses publications antérieures concernant la région du **Schächental**, des **Windgällen** et du **Maderanertal**, deux contributions nouvelles ; dans une première notice il a rappelé que les plis parautochtones qui se sont développés sur la bordure septentrionale du massif de l'Aar sont au nombre de trois ; il a décrit leur forme couchée et intensément laminée et a montré que le plus élevé d'entre eux, celui du Kammlistock, a été longtemps confondu avec le jambage renversé de la nappe glaronnaise sous le nom de Lochseitenkalk.

Dans une seconde notice, M. W. STAUB (73) a traité plus spécialement la question de la genèse des vallées de Schächen et de Maderan, qui, creusées, la première dans le Flysch, la seconde dans les schistes cristallins, sont toutes deux dominées au N par les bords radicaux de grandes masses chevauchantes de calcaires mésozoïques. Dans ces deux vallées l'auteur a reconnu des signes d'une érosion glaciaire, mais tandis que cette action a laissé jusqu'à nos jours des traces très nettes dans le Maderanertal, elle s'est en grande partie effacée dans le Schächental, sous l'influence d'une désagrégation intense déterminée par l'hétérogénéité des roches du Flysch.

Nappes préalpines. — M. A. JEANNET (62) a publié en 1912 une carte au 1 : 25 000 de la région comprise entre la vallée du Rhône, la vallée de la Grande Eau, le Mont d'Or et la vallée de la Tinière. Ce territoire comprend le jambage S de l'anticlinal de la Tinière, qui forme la chaîne du Mont d'Arvel, l'anticlinal des **Tours d'Al**, le bord radical de la nappe des Préalpes médianes qui suit la vallée de la Grande Eau, et, entre ces éléments, les deux zones de Flysch de Leysin et d'Ayerne.

Les principaux progrès réalisés par cette carte sont d'ordre stratigraphique. Ils consistent dans les faits suivants :

1^o Les formations pléistocènes sont reportées suivant les principes de la cartographie moderne et classifiées exactement d'après leur genèse.

2° Les formations jurassiques de la chaîne des Tours d'Aï sont classées d'une façon nouvelle, les calcaires directement sous-jacents au Malm et considérés jusqu'ici comme Jurassique moyen, ayant été reconnus comme appartenant au Sinémurien et au Pliensbachien. Il y a donc, entre la zone du Dogger à Zoophycos et celle du Dogger à Mytilus, une zone dans laquelle le Jurassique moyen fait défaut, le Séquanien reposant directement sur le Lias moyen.

3° La stratigraphie du Jurassique dans la zone radicale renversée des Préalpes médianes le long de la vallée de la Grande Eau est mise au point.

4° Dans la chaîne d'Arvel, M. Jeannet a été amené à attribuer au Jurassique supérieur une grande partie de ce qui était considéré comme Néocomien. D'après lui, le Crétacique inférieur ne dépasse guère, au SW, le sommet de Malatrais et à partir de là le Jurassique supérieur, qui forme tout le versant SE de la chaîne d'Arvel, est directement recouvert, comme aux Tours d'Aï, par le Crétacique supérieur.

Au point de vue tectonique, la principale nouveauté que contient la carte de M. Jeannet réside dans un repérage exact des lambeaux de nappe rhétique, qui couvrent le Flysch du synclinal d'Ayerne et qui comprennent des radiolarites et des calcaires à *Aptychus* jurassiques, et surtout des schistes marneux, gris ou jaunâtres, du Crétacique supérieur, dans lesquels s'intercalent soit des grès à orbitolines, soit des poudingues.

J'ai cité déjà dans des Revues antérieures plusieurs publications de M. P. BECK, concernant le rôle tectonique du **Flysch du Niesen et de Habkern**; en 1912, le même auteur, a consacré à ce même sujet une notice plus développée (51).

Après une introduction bibliographique, M. Beck donne une définition de ce qu'il appelle la nappe du Niesen et de Habkern; au point de vue stratigraphique il distingue dans cette unité des couches lutétiennes, formées de schistes, de grès et de brèches polygéniques, avec, par places, des débris de *N. millecaput*, et particulièrement développées aux environs de Habkern, puis des couches auversiennes, représentées surtout par le Flysch des Schlieren, qui sont, en grande partie, gréseuses et contiennent *N. variolaris*, enfin des couches priaboniennes, qui, dans la région de Habkern, sont prises entre le Lutétien précité et le Nummulitique helvétique et qui sont formées de schistes noirs avec des paquets plus ou moins broyés de grès et de blocs exotiques. Les blocs en partie cristallins, en partie mésozoïques et préalpins qui for-

ment les brèches du Flysch sont considérés par M. Beck comme accumulés sur place le long d'une côte aux formes déchiquetées et comme se rattachant intimement au phénomène des klippes.

Parlant du Niesen, M. Beck établit une distinction dans l'épaisse série de Flysch qui forme cette chaîne entre un niveau inférieur comprenant surtout des schistes à Fucoïdes avec des bancs de grès micacés généralement fins et de brèches polygéniques et un niveau supérieur formé de grès siliceux à petites nummulites, de brèches polygéniques et de calcaires gris disposés en lentilles irrégulières plutôt qu'en bancs ; il considère ces deux niveaux comme tectoniquement superposés. Enfin, M. Beck termine ce premier chapitre en établissant que la nappe du Niesen-Habkern ne peut pas correspondre à la « Bündner Decke » de M. Paulcke, comme le voudrait cet auteur, mais représente le prolongement de sa « Klippendecke », qui, dans les Grisons, est intercalée entre la « Bündnerdecke » et la nappe de la Brèche.

M. Beck cherche ensuite à démontrer le fait d'une extension considérable de sa nappe du Niesen-Habkern ; il rattache à cette unité tectonique le Flysch du Bregenzerwald et les schistes à Fucoïdes de l'Allgau et du Vorarlberg ; il admet en outre que le Flysch du Niesen comprend dans la région du Säntis tout le puissant complexe qui couvre dans les synclinaux d'Amden et de la Fliegenspitz les schistes marneux à Foraminifères, ainsi qu'une partie du Flysch de la zone subalpine, et même celui qui perce en boutonnière au cœur de l'anticlinal valangien de la Gräpplenalp. Tout ce Flysch préalpin est caractérisé par l'abondance des schistes à Fucoïdes, par la présence de brèches cristallines et de quartzites vertes ; il est intensément disloqué et contient très probablement des paquets de couches mésozoïques.

Dans la région du Flysch dit autochtone des Alpes glaronnaises, M. Beck attribue au Flysch du Niesen tout le complexe supérieur, au facies de Wildflysch, que surmonte la nappe de Glaris, et que M. Boussac considère comme le jambage renversé de celle-ci ; il suppose donc une pénétration très profonde de la nappe du Niesen-Habkern sous les nappes helvétiques. Il arrive à des conclusions toutes semblables pour le Flysch du Schächental et des environs d'Altdorf.

Passant à la région frontale des nappes helvétiques, M. Beck croit pouvoir admettre l'existence du Flysch du Niesen-Habkern dans la couverture de la chaîne des Aubrig et de

celle de Rieseten. Quant à la région de Schwytz, il suppose qu'il faut attribuer au Flysch préalpin les schistes à Fucoïdes et les grès, qui recouvrent les marnes à globigérines, tandis que les couches nummulitiques, qui contiennent la riche faune lutétienne bien connue seraient helvétiques, et appartiendraient à une écaïlle revenue par chevauchement sur les grès préalpins. Il y a donc sur ce point une opposition absolue entre les vues de M. Beck et celles de M. Boussac.

M. Beck considère comme appartenant encore au Flysch du Niesen-Habkern, la plus grande partie du Flysch, qui s'étend entre la vallée d'Unterwalden et les environs de Habkern, y compris tout le « Schlierenflysch ». Dans la zone subalpine, qui longe le pied de la Schratzenfluh et du Sigriswilergrat, il distingue un Flysch helvétique comprenant en particulier les grès de Taveyannaz et un Flysch préalpin, qui est représenté par les schistes englobant les klippes et par des brèches polygéniques.

Au SW du lac de Thoune la nappe du Niesen-Habkern se retrouve, soit dans le grand synclinal qui borde au N la chaîne du Morgenberghorn, soit dans la couverture des plis frontaux de la nappe du Wildhorn et dans la zone des Cols, soit dans le soubassement de cette nappe jusqu'à Kandersteg et même jusque sous le Doldenhorn. Les schistes et brèches qui ont été rencontrés vers le km. 8 N du tunnel du Lötschberg sous du gypse et des cornieules triasiques, et qui ont été considérés par M. Buxtorf comme du Carboniférien, sont envisagés par M. Beck comme du Flysch de la nappe du Niesen, écrasé entre la série autochtone et les plis paraautochtones. Dans tout ce territoire de la couverture comme du soubassement de la nappe du Wildhorn le Flysch du Niesen conserve le caractère du Wildflysch avec prédominance du faciès schisteux, avec intercalations de brèches et inclusion de multiples petites klippes de terrains mésozoïques broyés.

Enfin, M. Beck rattache à sa nappe du Niesen-Habkern le Flysch du Gurnigel et des Préalpes externes en général.

Dans un dernier chapitre, M. Beck cherche à définir la genèse de sa nappe du Niesen-Habkern ; se basant sur les analogies frappantes qui existent entre les sédiments mésozoïques de cette nappe et ceux des Préalpes médianes et aussi sur certaines analogies avec les Hautes Alpes calcaires, il place la racine de la zone du Niesen au S de celle des nappes helvétiques. Il considère d'autre part comme certain que les éléments des poudingues molassiques proviennent en grande partie de la nappe du Niesen-Habkern, qui devait

donc déjà recouvrir les terrains helvétiques et par contre ne pas être encore cachée sous les Préalpes médianes pendant la seconde moitié de l'Oligocène. Quant à la façon dont cette nappe s'est formée et mise en place, M. Beck admet que dès le début des temps tertiaires des ridements intenses se sont produits dans les Alpes au S des massifs centraux, et qu'une nappe composée d'un socle granitique et d'une série mésozoïque s'est développée vers le N ; cette nappe serait devenue, encore pendant sa poussée au N, la proie de l'érosion et aurait alimenté un dépôt spécial de Flysch, dans lequel calcaires mésozoïques et roches cristallines se seraient mêlés en des brèches souvent gigantesques. Ce sédiment aurait été ensuite refoulé au N, dès le début de l'Oligocène, par les parties de la nappe cristalline restées intactes, qui devaient tendre constamment à le recouvrir par chevauchement. Pendant la seconde moitié de l'Oligocène et du Miocène la nappe cristalline et la nappe de Flysch du Niesen, immobilisées, ont subi un démantèlement intense, qui a fini par faire disparaître complètement la première, mais a ménagé une grande partie de la seconde. A l'époque pliocène les plissements ont repris, donnant naissance aux nappes helvétiques et aux nappes préalpines supérieures. Ainsi s'expliquerait la pénétration de la nappe du Niesen-Habkern dans le soubassement des nappes helvétiques soit dans les Alpes glaronnaises soit dans les Alpes bernoises.

En terminant ce chapitre il suffit de citer un article dans lequel M. O. WILCKENS (80) rend brièvement compte de quelques publications parues pendant ces dernières années et intéressant spécialement la tectonique des Préalpes.

Plateau molassique.

M. P. NIGGLI (91) a publié, en 1912, une carte au 1 : 25 000 de la **région comprise entre les vallées de la Wigger et de la Suhr**, depuis la dépression du Sagenwil-Kölliken jusqu'à Langnau, au Dagmersellerwald et à Winikon.

Cette carte donne d'abord une image claire de la répartition des divers niveaux de la Molasse, l'Aquitanién, l'Helvétien, le Vindobonien et l'Oeningien, qui, plongeant vers le SSE avec un angle de plus en plus réduit, se superposent sur une grande partie du territoire considéré en couches presque horizontales.

M. Niggli a figuré d'autre part avec soin les formations pléistocènes, parmi lesquelles il a distingué les alluvions des

Hautes Terrasses, les moraines de la glaciation rissienne avec les produits remaniés qui en découlent, les alluvions des Basses Terrasses et les moraines wurmiennes. Les moraines de la grande glaciation sont surtout développées sur les versants de la vallée de la Wigger, en particulier sur les pentes qui dominant Zofingue au SE et à l'E, ainsi que dans la région de Sagenwil et Kölliken. Les moraines de la dernière glaciation atteignent leur plus grand développement dans la vallée de la Suhr, depuis Staffelbach, où existe un système frontal, le long des flancs de la vallée jusqu'au S de Winikon, où existent plusieurs moraines latérales parallèles.

J'ai à signaler cette année une nouvelle publication de M. W. SCHMIDLE, consacrée à la géologie du bassin de l'Untersee et des environs de Constance (94).

Dans un premier chapitre l'auteur décrit les moraines qui couvrent le pied des pentes molassiques entre Münsterlingen et Constance et les dépôts d'alluvions coupés par des terrasses, qui se relie vers l'amont à ces moraines et s'étendent vers l'aval jusqu'à Ermatingen. L'ensemble de ces dépôts correspond au 3^{me} stade de retrait de la glaciation de Würm, que l'auteur dénomme stade de Constance; il est complété par les moraines frontales de Constance. A l'W de celles-ci une coupe a pu être établie grâce à plusieurs forages, et l'on a pu constater la présence, sous la plaine de Tägerwylen, de deux niveaux de moraines séparés par des argiles rubannées et des alluvions.

Au N du Rhin on constate la présence d'abord d'une terrasse d'alluvions fluviales, puis d'un système de drumlins morainiques, qui se suivent d'Allmatsrieden à Wollmatingen. Les alluvions reposent nettement sur la moraine; leur surface a été rendue irrégulière par des érosions contemporaines du stade de Constance et elle est partiellement couverte par des moraines datant de la même époque; ces alluvions sont donc en majeure partie interstadiennes; elles sont en outre intéressantes par le fait qu'elles portent la trace évidente d'un affaissement tectonique dans la direction du seuil de Constance; elles se prolongent en effet sous ce seuil dans les alluvions comprises entre les deux niveaux de moraine, et ces deux niveaux correspondent eux-mêmes l'un à la moraine drumlinique d'Allmatsrieden-Wollmatingen, l'autre à la moraine du stade de Constance. On doit donc admettre un affaissement du seuil de Constance jusqu'à 50 m. environ au-dessous du niveau actuel du lac pendant ou peu avant le stade de Constance, affaissement qui a été compensé par le dépôt d'une

couche supérieure d'argiles rubannées et de sables à Helix. Ces dislocations paraissent du reste se perpétuer plus faiblement jusqu'à nos jours; elles se sont marquées par de véritables failles, par de nombreuses irrégularités affectant les dépôts d'alluvions et même par la surrection de petits volcans de boue.

M. Schmidle a pu étudier, grâce à des forages, les relations existant entre les alluvions précitées et la moraine drumlinique sous-jacente et il a constaté que les premières se superposent sur la seconde suivant une surface très irrégulière. Le fait est particulièrement frappant dans les environs de Wollmatingen. L'auteur a pu établir d'autre part que le même système d'alluvions prend une extension prépondérante dans l'île de Reichenau, où il repose sur la même moraine drumlinique et supporte des éléments morainiques avec des argiles rubannées; l'auteur a pu en outre se convaincre que cette île a été séparée de la rive N de l'Untersee par un affaissement, tandis que la rive S du lac est jalonnée aussi par une faille.

Enfin M. Schmidle a suivi les mêmes alluvions le long de la rive septentrionale de l'Untersee jusque près de Radolfzell et a constaté ici encore des traces d'affaissement de la partie méridionale de ces dépôts.

De l'ensemble de ces faits, l'auteur conclut que :

1^o Le dépôt de la moraine drumlinique a été séparé de la phase de Constance par une période de retrait accusé du glacier, pendant laquelle la région était couverte par un lac élevé jusqu'au niveau de 440-450 m. Ce lac recevait des affluents venant du S, du SW et du N, qui y accumulaient de grands deltas.

2^o Ensuite est intervenu le stade de progression de Constance, pendant lequel d'importants affaissements se sont produits, contribuant à la formation de l'Untersee, mais ménageant l'île de Reichenau, restée comme un petit horst. Parmi les lignes de dislocation datant de cette époque la plus importante suit la rive méridionale du lac.

3^o Divers faits indiquent du reste que le bassin de l'Obersee a été affecté par des dislocations semblables.

4^o Les tremblements de terre actuels sont vraisemblablement en relation avec ces dislocations.

Un peu au N de la frontière suisse s'étend le plateau de **Stühlingen**, dont la carte géologique détaillée a été levée et publiée récemment par M. F. SCHALCH (93) et complétée par une notice explicative. Le territoire compris dans cette carte s'é-

tend sur l'extrémité orientale du massif de la Forêt-Noire et sur la région du plateau souabe qui borde ce massif au SE... Les formations géologiques qui sont le mieux développées sont d'une part le Trias et le Lias, dont l'auteur donne une description détaillée, d'autre part les dépôts pléistocènes, qui prennent une très grande extension et que M. Schalch a étudiés et décrits avec précision.

Jura.

Chaînes jurassiennes. — En attendant la publication prochaine d'une étude monographique de la **chaîne du Salève**, qu'ils préparent, MM. E. JOUKOWSKY et J. FAVRE (89) ont fait un exposé très sommaire de leurs observations très intéressantes sur cette chaîne. Ils ont montré d'abord l'importance qu'y prennent les décrochements transversaux, qui y sont beaucoup plus nombreux qu'on ne l'avait admis jusqu'ici; ils ont constaté ensuite que l'anticlinal déjeté du Salève, simple dans sa partie orientale, se dédouble à partir de la Croisette vers l'W; ils ont relevé toute une série de failles longitudinales, qui, souvent, sont remplies par de curieuses brèches à ciment argileux ou par des grès siliceux d'apparence sidérolithique. Enfin, MM. Joukowsky et Favre ont fait ressortir les relations qui existent au Salève entre les accidents topographiques et les dislocations tectoniques.

M. L. COLLOT (86) a rendu compte de quelques observations faites récemment et concernant soit les environs de Pontarlier et la région du Lac de Saint-Point, soit la **chaîne du Noirmont et du Mont d'Or**. Il a décrit en particulier dans le versant S de cette chaîne un important accident, qui s'étend obliquement du Mont d'Or jusque près du Pont et qui prend la forme d'un repli faillé dans le jambage S de la voûte principale. En surface ce pli-faille se marque par l'apparition d'une zone argovienne-séquanienne, qui recouvre au SE un synclinal de Kimmeridgien; en profondeur, au niveau du tunnel du Mont d'Or, ce même accident a amené un chevauchement du Jurassique moyen en position presque horizontale sur l'Argovien énergiquement redressé et disloqué.

La discussion continue entre les géologues jurassiens d'une part, d'autre part l'école de M. Steinmann sur la question de la tectonique des **cluses d'Oensingen et de Mumliswil**. En 1911, c'était M. Buxtorf qui réfutait les observations et les déductions de M. Gerth sur les environs de la cluse d'Oensingen (voir Revues p. 1910 et 1911); en 1912, M. F. MÜHLBERG (90)

a pris la plume à son tour, pour déclarer que les grands effondrements supposés dans le Jura soleurois par MM. Steinmann et Gerth, pour expliquer la formation des cluses, n'existent pas et qu'on ne peut avancer en faveur de leur existence aucun argument péremptoire, tandis qu'on peut démontrer de la façon la plus claire l'existence dans les chaînes du Weissenstein et du Passwang de chevauchements étendus.

L'argumentation de M. Mühlberg a du reste laissé inébranlables les convictions de nos collègues allemands et deux élèves de M. Steinmann, MM. W. DELHAES et H. GERTH (87) ont entrepris de démontrer la justesse de l'hypothèse édifiée par leur maître; ils ont consacré à cette noble tâche un volume de 80 pages, une carte au 1 : 25 000 et 8 planches de profils, élaborés après des études sur le terrain prolongées.

Après un aperçu sur les caractères orographiques de la région considérée, les auteurs abordent la description stratigraphique de ce territoire du Jura. Ils citent d'abord quelques cas intéressants de formations pléistocènes, puis décrivent les dépôts tertiaires des zones synclinales, parmi lesquels ils ont pu distinguer le niveau des molasses alsaciennes, les couches à calcaires d'eau douce du Délémontien et les molasses lausanniennes. L'épaisseur de l'Alsacien et du Délémontien est ici très réduite, surtout vers le S; dans la molasse lausannienne s'intercale, dans la partie orientale du synclinal de Mumliswil, un banc de conglomérat avec galets en partie jurassiens, en partie exotiques. Ces dépôts molassiques reposent le plus souvent sur des formations sidérolithiques, qui comprennent à la fois des bolus à bohnerz et des sables quartzeux.

Le Kimmeridgien est formé dans sa partie supérieure de calcaires grumeleux à silex, au-dessous desquels apparaissent les couches à *Pygurus* et à *Collyrites trigonalis*; son épaisseur diminue soit vers l'E, soit vers le N. Le Séquanien est formé dans les chaînes méridionales des couches oolithiques de Sainte-Vérène, difficiles à délimiter relativement au Kimmeridgien, des calcaires spathiques et oolithiques de Wangen et des couches marno-calcaires à *Hemic. crenularis*; vers l'W ses couches s'épaississent et contiennent des bancs coralligènes. Plus au N les couches de Sainte-Vérène sont moins nettement oolithiques; le Séquanien moyen est formé de calcaires d'aspect conglomératique ou plus ou moins grossièrement oolithique; le Séquanien inférieur se modifie en ce sens que le faciès marneux est remplacé de plus en plus par des calcaires massifs contenant des polypiers et des fossiles silicifiés;

on constate ainsi par places un enchevêtrement des faciès marneux à *H. crenularis* et calcaire et la limite du Séquanien est difficile à tracer exactement. L'Argovien comprend de haut en bas les couches du Geissberg, d'Effingen et de Birmensdorf avec leur faciès classique; seules les épaisseurs donnent lieu à des variations importantes. Les marnes oxfordiennes s'amincissent notablement du N au S et finissent par disparaître, en sorte que, dans la chaîne du Weissenstein, les couches de Birmensdorf recouvrent directement le Callovien.

Le Callovien commence vers le haut par les oolithes ferrugineuses, qui contiennent à la fois *Peltoc. athleta* et *Rein. anceps*, puis il comprend les calcaires spathiques de la Dalle nacrée, une zone de marnes à *Avic. costata* et les calcaires marneux gris à *Macro. macrocephalus*. Le Bathonien se divise normalement en: 1° marno-calcaires à *Rh. varians*, 2° oolithes du Hauptrogenstein qui passent vers le bas aux 3° marnes à Homomyes. Le Bajocien est formé de haut en bas par des calcaires brunâtres, foncés, sableux ou oolithiques, riches en rognons siliceux, par des calcaires marneux riches en limonite et partiellement oolithiques, qui contiennent *Steph. Humphriesi* avec de nombreux brachiopodes et lamelibranches, par des calcaires moins riches en limonite, devenant plus marneux et riches en mica vers le bas, qui correspondent à la zone à *Sph. Sauzei*, par la zone à *Sonninia Sowerbyi*, représentée vers le S par des argiles à bancs de calcaire dur, plus au NE par des calcaires spathiques et gréseux et enfin par les couches à *Ludw. Murchisonæ*, qui comprennent des calcaires spathiques ou oolithiques.

Le Lias est formé dans toute sa partie supérieure par l'épais complexe des schistes à *Lioc. opalinum* et à *Lytoc. jurensis*. Au-dessous viennent, dans la chaîne du Passwang, des calcaires plaquetés un peu glauconieux à *Amaltheus costatus* et *Gryphea cymbium*, puis les calcaires gréseux et spathiques à *Gryphea arcuata* et *Gr. obliqua*.

Dans le Trias les auteurs ont distingué de haut en bas: les grès rhétiens, les marnes à gypse et bancs dolomitiques du Keuper supérieur, les argiles micacées à *Estheria minuta* du Keuper inférieur, auxquelles sont associées des marnes à débris végétaux, la dolomie à *Trigonodus*, le calcaire à *Trochites* et le groupe de l'Anhydrite, qui n'affleure que dans le cœur de l'anticlinal de l'Ullmet.

La partie tectonique de la description de MM. Delhaes et Gerth commence par l'étude de la chaîne du Passwang,

œuvre spéciale de M. Delhaes. L'auteur décrit d'abord le jambage S de l'anticlinal, dans lequel il a reconnu tout un système de fractures. Entre la vallée de la Vordere Frencke et le ravin du Limmernbach passent trois grandes failles transversales : l'une, traversant tout le jambage S, passe, avec une direction SSW-NNE, directement à l'E du Bilsteinberg et se suit jusque dans le haut de Kunigraben ; elle est marquée par un affaissement de sa lèvre occidentale et paraît prolonger une grande faille qui traverse obliquement la chaîne du Farisberg. Une seconde fracture, moins considérable, passe avec une direction à peu près N-S entre le Bilsteinberg et le Hauberg. Enfin une troisième faille passe avec une direction S-N de Schwänglen à Vorder Hauberg ; là elle s'incurve vers le NW et atteint les pâturages de Limmern avec une direction presque longitudinale. Cette dislocation est probablement le prolongement de celle qui cause les contacts anormaux entre l'Argovien et le Dogger à l'E de la cluse de Mumliswil.

A l'W des gorges du Limmernbach, le jambage S de l'anticlinal du Passwang est coupé à la fois par plusieurs failles longitudinales et par des fractures transversales, qui donnent lieu à des complications multiples dans la région de la Wiechtenegg.

La région axiale de l'anticlinal du Passwang, dans laquelle apparaissent le Dogger, le Lias et le Trias, est déchiquetée par des failles, les unes longitudinales, les autres transversales ; du reste, à plusieurs reprises, des fractures transversales dans le jambage S deviennent longitudinales près de l'axe du pli. Mais il est impossible de suivre ici l'auteur dans la description qu'il donne de ces multiples dislocations.

Quant au jambage septentrional du même anticlinal, M. Delhaes a, comme de juste, prêté une attention particulière à la région qui s'étend entre Neubrunn et les Hintere Wasserfalle. Ici le Dogger empiète fort loin au N, de façon à se placer dans le prolongement de la zone du Jurassique supérieur. M. Mühlberg, et d'autres après lui, ont expliqué cette anomalie par un repli chevauchant dans le jambage septentrional de l'anticlinal du Passwang. M. Delhaes, suivant en cela son maître, M. Steinmann, veut rendre compte du fait en faisant intervenir des fractures et des affaissements. Il admet d'abord une faille dirigée SE-NW et séparant l'Argovien de Hintere Wasserfalle du Dogger du Kellenköppli et de Hinter Egg, puis deux failles longitudinales passant l'une au N, l'autre au S du Kellenköppli et faisant réapparaître la première les schistes opaliniens, la seconde le Bajocien, enfin

une faille oblique, dirigée du Ramisgraben vers l'ENE. Ce réseau de fractures ne constitue du reste pas un phénomène localisé : la grande faille qui passe entre Hintere Wasserfalle et Hinter Egg se suit par Ramisgraben, Soalgraben, Kunisrüti et Spitalmatt jusque de l'autre côté de la vallée de la Frencke, où elle sépare la Schöntalfluh de la Krähegg. Une autre fracture jalonne au S les rochers de Hauptrogenstein de Bilstein et les met par places en contact avec le Rhétien. La région argovienne de Neubrunn est enfoncée dans l'angle rentrant formé par deux failles dirigées l'une à peu près N-S, l'autre WNW-ESE. Enfin toute une série d'autres dislocations moins importantes interviennent encore pour donner à cette terminaison orientale de la chaîne du Passwang l'apparence d'une véritable mosaïque.

Passant au synclinal de Waldweide-Bürtenweid, qui sépare la chaîne du Passwang de celle d'Ullmet, M. Delhaes fait intervenir encore dans la tectonique de cette zone toute une série de failles longitudinales, à l'aide desquelles il explique en particulier l'amincissement très fort de la zone argovienne entre le Dogger de Vorder et Hinter Egg et le Séquanien de Sonnenrain, ainsi que l'apparition au milieu de la molasse de Waldweide de la bande séquanienne de Hohe Stelle.

Après avoir donné un aperçu des dislocations qu'il a pu observer dans la chaîne anticlinale d'Ullmet, M. Delhaes résume les principaux points, qu'il considère comme acquis par l'ensemble de son étude. Il rappelle les nombreuses variations de faciès et d'épaisseur que l'on constate dans la région du Passwang, surtout dans le Bajocien et le Séquanien. Au point de vue tectonique il substitue la notion de multiples fractures, déterminant de nombreux contacts anormaux, à la notion des recouvrements adoptée par MM. Mühlberg, ROLLIER, GREPPIN, etc.... Quant à l'âge de ces dislocations, il ne se prononce pas.

La dernière partie de ce travail, consacrée aux chaînes du Farisberg et du Weissenstein, est rédigée par M. Gerth. Après avoir décrit l'anticlinal traversé par la cluse de Langenbruck comme une voûte normale aux jambages fortement redressés, l'auteur montre que cette chaîne est bientôt coupée, entre le Beretenkopf et le Farisberg, par une grande fracture oblique, suivant laquelle l'anticlinal a subi vers l'W un affaissement d'environ 200 m., en même temps qu'il a été repoussé vers le S. Cette faille met en contact sur une grande longueur l'Argovien avec le Hauptrogenstein ; dans la direction du SW elle s'infléchit progressivement, de façon à devenir

finale^{ment} longitudinale et elle se termine dans une simple flexure du jambage méridional avant d'atteindre la cluse de Mumliswil.

M. Gerth voit aussi une faille oblique, dirigée du NE au SW, dans le plan de contact anormal qui sépare le Hauptrogenstein, le Bajocien et l'Opalinien des pentes du Farisberg, du Séquanien, de l'Argovien, de l'Oxfordien-Callovien et du Bathonien qui affleurent dans le bas des pentes et dans le fond de la cluse de Mumliswil. Pour lui, comme pour M. Steinmann, cette faille en coupe une autre au fond de la cluse avec un angle de 90° et cette nouvelle fracture, prenant bientôt une direction longitudinale, sépare la voûte médiojurassique de l'Oberberg, de l'Argovien et du Séquanien affaissés du Winterwald. La cluse de Mumliswil a donc bien été déterminée, comme l'admettait M. Steinmann, par un affaissement entamant profondément le jambage N de la chaîne de Farisberg-Oberberg.

Plus à l'W, entre l'Oberberg et le Breitenberg, M. Gerth décrit une nouvelle grande fracture dirigée NE-SW, qui provoque un relèvement brusque du Dogger de la chaîne et qui, comme la faille du Beretenkopf, s'incurve progressivement vers le SW dans une direction longitudinale, pour mourir finalement dans le jambage méridional. L'auteur fait ressortir d'autre part le changement d'allure brusque que montrent les formations suprajurassiques du jambage septentrional, qui, faiblement inclinées au Winterwald, sont à peu près verticales au N du Breitenberg.

Passant ensuite à l'anticlinal du Weissenstein dans sa partie située à l'E de la cluse d'Oensingen, M. Gerth insiste d'abord sur les nombreuses irrégularités qu'il a constatées dans le plongement et la position des calcaires suprajurassiques aussi bien sur un versant que sur l'autre. Il explique ces irrégularités, ainsi que le morcellement du Malm qui se montre toujours en même temps qu'elles et a déterminé partout des éboulements, par des glissements de ces couches sur leur soubassement argovien après la rupture de la voûte.

Pour la cluse d'Oensingen, M. Gerth est arrivé à la conviction qu'ici, comme dans la cluse de Balsthal, deux failles dirigées l'une du N au S, l'autre de W à l'E et se rejoignant vers Aussere Klus, ont déterminé l'affaissement du compartiment qu'elles encadrent. Ces deux fractures en s'éloignant de leur point de jonction, tendent toutes deux à prendre une direction longitudinale et à se transformer en flexures. Ainsi s'expliquent le redressement vertical et le laminage du Malm

dans l'arête du Balsthalroggen et le niveau bas du Malm de Schwengimatt relativement au Dogger de l'Ausserberg. A côté de ces deux fractures principales, l'auteur en a reconnu toute une série d'autres, qui contribuent à accentuer le caractère de compartiment effondré du fond de la cluse.

En terminant, M. Gerth cherche à expliquer les relations compliquées qui existent entre l'anticlinal médiojurassique de l'Ausserberg et celui de la Randfluh, deux plis qui paraissent se relayer. Sur le flanc S du pli de l'Ausserberg, le Hauptrogenstein a subi des mouvements importants de glissement, qui ont complètement modifié sa forme et sa distribution en créant des anomalies difficilement compréhensibles.

En résumé, MM. Delhaes et Gerth sont arrivés à reprendre sur toute la ligne l'explication imaginée par M. Steinmann, pour les cluses d'Oensingen et de Balsthal-Mumliswil, mais il faut reconnaître qu'ils n'ont apporté en faveur de cette manière de voir aucun argument nouveau et vraiment probant.

Jura tabulaire. — M. S. VON BUBNOFF (85) a cherché à définir la genèse de la tectonique si caractéristique du Jura tabulaire au SE de Bâle; il est arrivé à admettre que le réseau de fractures qui a déchiqueté ce territoire s'est développé non sous l'influence exclusive de phénomènes de tassement, comme on le suppose en général, mais aussi, pour une part importante, par l'intervention d'un effort tangentiel puissant. Pendant que cet effort agissait sur les régions jurassiennes pour les pousser vers le N, les résistances inégales offertes par l'avant-pays, dont les formes tectoniques étaient déjà compliquées par de multiples dislocations, ont été la cause de mouvements différentiels et par conséquent d'accidents nombreux. A ce point de vue, l'auteur fait ressortir en première ligne l'intervention des affaissements de la vallée du Rhin, du Dinckelberg et de l'Ajoie.

A l'occasion des travaux considérables nécessités par la construction de l'usine de forces électriques de Wyhlen-Augst, à l'E de Bâle, M. BRÄNDLIN (83) a pu relever en détail le réseau extrêmement serré des failles, qui coupent ici le Trias sur la rive droite du Rhin. Ces fractures, dirigées du NE au SW, sont particulièrement abondantes aux abords mêmes de l'usine, où une bande de dolomie à *Trigonodus* est non seulement enfoncée en fossé entre deux failles, mais est encore morcelée en une quantité de compartiments par des fractures à plus faible rejet.

En suivant de l'W à l'E la tranchée du canal de décharge on rencontre : 1^o une bande enfoncée de Keuper, large d'une centaine de mètres, 2^o une étroite bande surélevée de Muschelkalk, 3^o un fossé intensément faillé de dolomie à *Trigonodus* large de 120-150 m. et divisé en deux par un petit horst de Muschelkalk, 4^o une large zone de Muschelkalk supérieur, qui s'appuie vers l'E sur les couches à Anhydrite.

M. Brändlin a constaté ici comme M. Buxtorf l'avait fait ailleurs, une tendance très nette des failles à diverger de part et d'autre des horsts pour converger vers les fossés, de sorte que les dislocations qui en résultent correspondent à une extension de surface.

M. K. DISLER (88) a donné un aperçu de la géologie des environs de **Rheinfelden**. Dans un premier chapitre, il résume les caractères stratigraphiques de ce territoire.

A la base de la série sédimentaire se place le **Permien**, qui n'affleure que sur un point en aval de Rheinfelden, mais qui a été traversé en entier par un forage et qui comprend essentiellement des argiles rouges avec des grès et des couches de gypse; son épaisseur atteint 320 m.

Dans le **Buntsandstein**, le terme inférieur manque; le terme moyen commence par les conglomérats à galets quartzitiques du « Hauptkonglomerat » (2 m.) et comprend ici des grès et des argiles à stratification oblique (12 m.); le terme supérieur est formé par : 1^o un niveau de grès blancs ou violacés à chailles dolomitiques et concrétions de jaspe rouge; 2^o les grès à *Voltzia* du Röth, dans lesquels s'intercalent des argiles bigarrées.

Dans le **Muschelkalk**, le niveau du Wellendolomit est caractérisé par la prédominance du faciès marneux dans toute sa partie supérieure; le niveau du Wellenkalk est représenté surtout par des marnes à *Beneckeia Buchi*, *Spiriferina fragilis*, etc..., dans lesquelles s'intercalent seulement quelques bancs calcaires; il passe ainsi aux marnes à *Myophoria orbicularis*. Le groupe de l'anhydrite débute par des argiles, dans lesquelles sont interstratifiés deux bancs de sel, tandis que sa partie supérieure est surtout riche en gypse et en anhydrite et se termine par une zone dolomitique. Le Muschelkalk supérieur se divise nettement dans les trois niveaux des calcaires à *Trochites*, du *Nodosuskalk* en gros bancs vers la base, finement lité avec des zones dolomitiques vers le haut, et de la dolomie à *Trigonodus*.

L'auteur décrit sommairement les formations pléistocènes de cette région de la vallée du Rhin, puis il aborde la des-

cription tectonique; après avoir rappelé l'existence au S du Rhin de fractures qui prolongent la grande faille du Wehrtal, il signale deux failles, qui traversent le Rhin avec une direction SW-NE, un peu en aval de Wallbach; il montre ensuite que la région entre Rheinfelden et Kaiseraugst est coupée par toute une série de failles disposées de façon que, de part et d'autre d'une zone médiane, les compartiments sont affaissés en escalier soit vers l'E, soit vers l'W.

Cette notice est complétée par une petite carte tectonique et plusieurs profils.

M. P. NIGGLI (92) a décrit sommairement le gneiss de Laufenburg et surtout les roches filoniennes qui le recourent; celles-ci sont en partie leucocrates et correspondent à une première venue, en partie mélanocrates et appartiennent à une seconde venue. Toutes ces roches présentent du reste des affinités évidentes entre elles et sont des produits de différenciation d'un magma fondamental étroitement parent du granite de l'Albtal et de Tiefenstein. On peut admettre que cette région méridionale du massif de la Forêt-Noire a subi d'abord une intrusion granitique, bientôt suivie d'une injection intense, puis les deux venues filoniennes successives des roches leucocrates et mélanocrates, dont la première a été accompagnée d'une seconde phase d'injection.

M. L. BRAUN (84) a résumé, d'après l'étude récente qu'en a faite M. E. Brändlin (voir *Revue* p. 1911), les caractères géologiques de la région du Jura tabulaire comprise entre la vallée de Frick et l'Aar.

IV^e PARTIE. — STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE

TRIAS

M. H. REICH (95) a découvert dans le Servino de la série permo-triasique de la rive S du lac de Lugano, un niveau fossilifère, qui se trouve à quelques mètres au dessus des derniers bancs de porphyrite dans des grès quartzeux et micacés. Le gisement exploité est près de Serpiano; il a fourni : *Myophoria costata* v. Alb. en plusieurs variétés, *M. ovata* Goldf., *M. rotundata*, *Gervillia mytiloïdes* Schlot., *G. polyodonta* Stromb., *Pseudomonotis Telleri* Bittner.

D'après cette faune, le parallélisme de la couche en question avec le niveau supérieur de Campil ne peut pas faire de doute et on doit admettre comme certain aussi un parallé-

lisme entre les couches précitées à Myophoria du Mendrisiotto et celles qui ont été signalées antérieurement dans le Werfénien supérieur des Alpes orientales.

Dans une toute autre région, soit à la Neuwelt, près de Bâle, M. M. WEIGELIN (96) a relevé une coupe à travers les couches dolomitiques sus-jacentes au niveau du Schilfsandstein; il a identifié cette série avec les niveaux des Hauptsteinmergel et des couches de Gansingen.

JURASSIQUE

M. L. ROLLIER (100) a publié en 1912 la 2^me partie de ses *Fossiles nouveaux ou peu connus des terrains secondaires du Jura et des régions environnantes*. Cette publication intéresse spécialement les Lamellibranches des familles des Arcidés, Nuculidés, Trigoniidés, Astartidés et des Cardiidés.

Comme Arcidés, l'auteur décrit en détail :

Arca jurana sp. nov. du Séquanien inférieur,

Cucculea Schalchi sp. nov. des couches à Ludw. Murchisonæ,

Cucculea oolithica sp. nov. du Bajocien supérieur,

Cucculea solodurina sp. nov. du Callovien inférieur ou Cornbrash,

Cucculea ampla sp. nov. de l'Oxfordien ou Terrain à chailles,

Cucculea rauraca sp. nov. du Rauracien inférieur,

Cucculea chatelotensis sp. nov. du Séquanien inférieur.

A propos de ces Cucculées, M. Rollier fait remarquer que ce genre apparaît dans les régions jurassiennes avec l'Aalénien et reste commun dans tout le Jurassique moyen, tandis qu'il redevient rare dans le Jurassique supérieur; l'auteur donne une liste de trente espèces, qui se répartissent entre l'Aalénien et le Portlandien et cherche à préciser les limites à adopter entre les genres *Arca*, *Cucculea*, *Parallelodon* et *Beushausenia*.

Après avoir décrit deux espèces nouvelles d'*Isoarca*, *Isoarca Meylani* de la zone à Pelt. *athleta* et *Isoarca Schüllereri* du Séquanien inférieur, puis *Nucula montenotensis* sp. nov. des marnes oxfordiennes à Card. *cordatum* et *Leda Matheyi* sp. nov. du même niveau, M. Rollier termine son étude des formes taxodontes, en proposant l'adoption du genre nouveau *Nuculopsis* pour le groupe de *Leda Palmae* Sow., *L. Delila* d'Orb., *L. compressa* d'Orb., *L. Oppeli* Etal., qui est caractérisé par la forme ovale comprimée et

peu prolongée en arrière de la coquille, par les faibles dimensions des crochets, le peu de profondeur des impressions musculaires et la petitesse du sinus palléal.

A propos des Trigonies, M. Rollier décrit trois espèces du sous-genre Lyriodon : *L. alemanicum* sp. nov. des couches à L. Murchisonæ, *L. reticulatum* Ag. et *L. arduennense* sp. nov. des couches à Card. vertebrale, puis il donne une liste de 43 espèces de ce même sous-genre, qui s'échelonnent entre le Bajocien et le Crétacique inférieur.

Vient ensuite une étude de 4 espèces de Myoconcha : *M. gigantea* Mæsch des couches du Geissberg, *M. Germaini* sp. nov. de l'Argovien moyen-supérieur, *M. sequana* sp. nov. du Séquanien inférieur et *M. dactylus* sp. nov. des couches de Baden. Ces descriptions sont suivies d'une liste des espèces jurassiques de Myoconques.

D'après un échantillon plus que douteux provenant du Lias moyen de Franconie, l'auteur décrit l'espèce nouvelle *Praeonia* (?) *liasica*. Puis il aborde l'étude des Astarte jurassiques-crétaciques. Il décrit : *Astarte excelsa* sp. nov. des couches à Coel. Blagdeni, *Ast. Werveckeï* sp. nov. du Terrain à chailles, *Ast. prælonga* sp. nov. de l'Aalénien, *Ast. Stebleri* sp. nov. du Rauracien et de l'Argovien ; puis il donne la liste des espèces de ce genre qui se rattachent au sous-genre Coelastarte et se rencontrent depuis le Lias jusque dans le Pliocène.

Les Cardium décrits par M. Rollier se répartissent entre les trois sous-genres Protocardium, Integricardium et Pterocardium. Dans le sous-genre Protocardium, l'auteur fait entrer quatre espèces nouvelles ; ce sont : *Protoc. argovianum* des couches à Ludw. Murchisonæ, *Protoc. Mattheyi* sp. nov. du Calcaire roux sableux de Liesberg du Callovien inférieur, *Protoc. Rauracum* du Rauracien inférieur et *Protoc. juranum* du Séquanien inférieur ; il décrit en outre à nouveau *Protoc. Ræderi* de Lor. de l'Oxfordien supérieur, et il donne la liste de trente-deux espèces, qui s'échelonnent sur les divers étages du système Jurassique.

Le sous-genre Integricardium est créé ici par M. Rollier pour *Cardium Dupinianum* d'Orb. et les formes voisines, qui sont caractérisés par l'absence de stries rayonnantes, par la forme bien définie du corselet et par l'allongement accusé de la coquille en arrière, qui donne à celle-ci une certaine analogie avec les Cyprines. Des représentants de ce sous-genre se retrouvent depuis le Dogger jusque dans le Crétacique moyen ; M. Rollier leur rattache quatre espèces nouvelles :

Integric. Pagnardi du Callovien, *Int. Triboleti* du Séquanien inférieur, *Integr. cyprinoideum* de l'Aptien, *Integr. Couloni* de l'Aptien également.

Le sous-genre *Pterocardium* est représenté depuis le Dogger jusque dans le Crétacique moyen par *Pteroc. pes bovis* d'Arch. du Bradfordien, *Pteroc. Buvignieri* Desh. du Rauracien supérieur, *Pteroc. valfinense* sp. nov. du Séquanien supérieur, *Pteroc. wimmisense* Ooster du Crussolien, *Pteroc. cochleatum* Qu. du Danubien, *Pteroc. alatum* de Lor. de l'Allobrogien, *Pteroc. aubersonense* P. et C. du Valangien, *Pteroc. impressum* Leym. de l'Hauterivien, *Pteroc. Couloni* sp. nov. de l'Aptien.

Enfin, en terminant, M. Rollier donne une description de deux espèces nouvelles de *Pachyerisma* : *P. vesuntinum* du Rauracien inférieur et *P. Desori* de l'Urgonien, et d'une espèce de *Diceras* : *D. porlandicum* Etal. du Bononien.

M. F. FAVRE (97), pour faire suite à des recherches antérieures, a étudié la question des relations phylétiques qui relient entre elles les diverses espèces du groupe d'*Oppelia subradiata* Sow. Il a redonné une description de *Opp. præradiata* Douv., *Op. subradiata* Sow., *Opp. fusca* Quenst., *Op. aspidoides* Op. et *Op. subdisca* d'Orb. Il a montré d'une part que plusieurs de ces espèces offrent des variations assez étendues, d'autre part qu'elles constituent dans leur ensemble un groupe très homogène, dont les divers termes sont reliés par une parenté évidente et qu'il est inadmissible de diviser, comme le voudrait M. Rollier, en plusieurs genres, d'après le développement du pourtour externe et du sillon latéral. Enfin M. Favre a insisté sur le fait que, tandis qu'on admet en général une succession et une filiation d'*Op. subradiata*, *Op. fusea* et *Op. aspidoides*, ces espèces ont en réalité coexisté, *Op. subradiata* se prolongeant jusque dans le Bathonien et *Op. aspidoides* apparaissant déjà par une mutation nettement définie dans le Bajocien.

Dans une très courte notice, M. M. LUGEON (99) a simplement signalé la découverte, dans l'Oxfordien du Col de Tanneverge, d'une tortue, qui n'est du reste pas déterminable exactement.

A la suite de ces publications il convient de citer une description, faite par M. A. JEANNET, du **Jurassique supérieur de la nappe rhétique**, dont des lambeaux sont conservés sur le Flysch du synclinal d'Ayerne, au NW des Tours d'Aï (98).

La description de M. Jeannet commence par un aperçu sur

la géographie et la tectonique de la chaîne des Tours d'Aï, comprise entre la Grande-Eau et la Tinière.

Les roches que l'on peut attribuer dans la région considérée au Jurassique supérieur de la nappe rhétique sont essentiellement des bancs de jaspe, purement siliceux à l'état frais, verdâtres ou brunâtres, qui sous le microscope apparaissent comme de véritables vases à Radiolaires plus ou moins métamorphisées. Le genre qui s'y trouve le plus abondamment est le genre *Cenosphaera* et la faune, pas plus du reste que la position tectonique, ne permettent une détermination stratigraphique précise, mais ces radiolarites appartiennent certainement au même système stratigraphique et tectonique que celles qui apparaissent dans le prolongement de la même zone vers le NE, puis dans le vallon de Vert Champ, dans le Bas Simmental, sur le Plateau des Gets, dans les Klippes d'Iberg, dans les régions de la Plessur, de l'Oberhalbstein dans les Grisons, et enfin dans la zone du Canavase. Dans le synclinal d'Ayerne, les radiolarites ne sont jamais accompagnées de roches ophiolitiques, contrairement à ce qui existe dans les zones plus méridionales; elles forment des bandes incrustées dans des formations d'âge crétacique et appartenant à la même nappe rhétique.

CRÉTACIQUE.

Conjointement avec les radiolarites jurassiques, M. A. JEANNET a étudié et décrit les formations crétaciques qui les accompagnent dans les lambeaux de la **nappe rhétique** conservés dans le synclinal d'Ayerne (98).

Ce sont d'abord des calcaires gris clair, un peu verdâtres par places et quelquefois siliceux à un degré variable, qui contiennent des *Aptychus* et qui sous le microscope apparaissent comme des vases calcaires très fines contenant par places des Radiolaires. Ces dépôts sont en contact avec les radiolarites, mais n'alternent pas avec elles et en sont séparés par une limite bien nette; ils sont surmontés en général par des schistes foncés. Ce sont exactement les mêmes calcaires que ceux qui accompagnent les radiolarites dans les Préalpes fribourgeoises et bernoises, dans les Klippes d'Iberg et dans les Grisons, ainsi que dans la zone du Canavase; d'autre part, ils ressemblent absolument aux calcaires du Biancone, qui, dans la région des lacs lombards, recouvrent des radiolarites jurassiques. Aussi peut-on les considérer comme appartenant, au moins en partie, au Crétacique inférieur, en partie peut-être au Jurassique supérieur.

Mais la partie la plus importante de la description de M. Jeannet concerne des couches cénomaniennes fossilifères, appartenant aussi à la nappe rhétique et qui avaient été confondues jusqu'ici avec le Flysch du synclinal d'Ayerne.

Le complexe cénomanien comprend ici plusieurs faciès, ce sont :

1^o Des calcaires gréseux à grain fin, à patine grise ou rousse, formant tantôt un banc homogène, tant plusieurs bancs séparés par des lits marneux, caractérisés en première ligne par l'abondance d'*Orbitolina plana* d'Arch., mais contenant en outre une faune assez abondante; au milieu de nombreux fossiles non déterminables exactement, M. Jeannet a reconnu les espèces suivantes :

Acanthoceras Mantelli Sow.	Pteria haldonensis Woods.
Pholadomya substriata d'Orb.	Neithea striatocostata Goldf.
Cardium Guerangeri d'Orb.	Pecten orbicularis Sow.
Modiola sarthensis Guér.	Tylostoma ovatum Sharpe.
» reversa Sow.	Leptophyllia patellata Mich.
Pinna bicarinata Math.	Orbitolina plana d'Arch.

2^o Des calcaires en bancs minces, de structure bréchi-forme, séparés par des marnes, qui sont remplis d'*Orbit. mamillata* d'Arch. et qui ont fourni comme fossiles particulièrement caractéristiques :

Turritella cf. Fittoniana Münster.	Serpula gordialis Schl.
Cerithium. aequale Gein.	Cidaris af. vesiculosa Goldf.
» pustulosum Sow.	Cyclolites Guerangeri Edw. et H.
» Lallierianum d'Orb.	Orbitolina mamillata d'Arch.
Trigonia cf. crenulata Lam.	» conica d'Arch.
Neithea alpina d'Orb.	

3^o Des grès plus ou moins grossiers formés de fragments de radiolarite, de quartz et de calcaire clair néocomien, unis par un ciment jaunâtre, et remplis d'*Orbitolina conica* d'Arch. La surface des bancs est souvent marquée de nombreuses empreintes vermiformes ou en forme d'Helminthoïdes. A ces grès sont associés des calcaires gréseux et des marnes. La faune, plus pauvre que dans les niveaux précédents, comprend, à côté d'*Orb. conica*, *Orb. mamillata*, *Cerithium pustulosum* et des débris d'*Inoceramus*, d'*Ostrea*, de *Pecten*, de *Serpula*, d'Echinides divers et de Polypiers.

4^o Des grès siliceux, schisteux ou marneux par places, caractérisés par la fréquence de *Pecten curvatus* Gein. et de diverses formes de Turritelles, contenant aussi de petites orbitolines, probablement des jeunes d'*Orb. plana*.

5° Des brèches à pâte marno-calcaire avec des fragments de grès à Orb. plana, de calcaire noir et de radiolarite. Ces couches sont particulièrement riches en fossiles, qui y sont généralement accumulés en amas. *Orbit. mamillata* y est très abondante, les Gastéropodes y sont très nombreux et les Polypiers y forment une riche faune. Les espèces les mieux représentées sont :

Turritella cf. <i>Fittoniana</i> Münster.	<i>Nucula impressa</i> Sow.
» cf. <i>cenomaniensis</i> Guér.	<i>Nucula Vibrayeana</i> d'Orb.
» cf. <i>Prevosti</i> d'Arch.	<i>Modiola Guerangeri</i> d'Orb.
<i>Scalaria Guerangeri</i> d'Orb.	<i>Pectunculus Requierianus</i> d'Orb.
<i>Natica Monnetina</i> Chelot.	<i>Neithea notabilis</i> Münst.
<i>Delphinula tuberculata</i> Guer.	» <i>sexcostata</i> Woods.
<i>Teinostoma cretaceum</i> d'Orb.	<i>Ostrea conica</i> d'Orb.
<i>Trochus Geslini</i> d'Arch.	<i>Serpula gordialis</i> Schaf.
<i>Turbo Guerangeri</i> d'Orb.	<i>Ceratotrochus minimus</i> From.
<i>Fusus</i> cf. <i>Renauxianus</i> d'Orb.	» <i>ornatus</i> From.
<i>Cerithium tectum</i> d'Orb.	<i>Trochocyathus gracilis</i> E. et H.
» cf. <i>Lallierianum</i> d'Orb.	<i>Cycloseris cenomanensis</i> E. et H.
» <i>pustulosum</i> Sow.	<i>Sphenotrochus gracilis</i> From.
» <i>dichaondratum</i> Den.	<i>Stylocyathus conjunctus</i> From.
<i>Emarginula Guerangeri</i> d'Orb.	<i>Montlivaultia inaequalis</i> E. et H.
<i>Protocardia hillana</i> Sow.	» <i>pateriformis</i> E. et H.
<i>Astarte similis</i> Münst.	<i>Trochosmia praelonga</i> From.
» <i>Guerangeri</i> d'Orb.	<i>Orbitolina mamillata</i> d'Arch.
<i>Corbula elegans</i> Sow.	» <i>conica</i> d'Arch.

6° Des poudingues formés d'une pâte gréseuse à ciment calcaire et de galets en général petits de grès rougeâtres, de calcaires gris infracrétaciques, de quartzites blancs, de silex noirs et de radiolarites, qui ont été confondus avec le Flysch sous le nom de poudingues de la Mocausa. Ces couches ne comprennent que quelques rares débris de fossiles, parmi lesquels l'auteur a reconnu des *Inoceramus*, des *Aptychus*, des *Orbitolines*.

7° Des schistes argileux et des marnes foncées, qui forment la plus grande partie des affleurements cénomaniens, s'intercalant entre les niveaux précités. Ces dépôts, qu'on pourrait fort bien prendre pour du Flysch, contiennent par places des orbitolines : *O. conica* et surtout *O. mamillata*.

M. Jeannet a procédé à la détermination des fossiles récoltés dans ces divers niveaux avec la méthode la plus scrupuleuse et a été conduit ainsi à faire suivre la description des couches cénomaniennes d'un chapitre paléontologique, dans lequel chaque espèce reconnue est examinée d'une façon critique. Ce chapitre ne se prête pas à une analyse ; disons seu-

lement que l'auteur y donne une importance spéciale à la description des orbitolines, en particulier d'*Orb. conica* et *Orb. mamillata* qu'il considère comme formant un couple.

Par un examen approfondi et comparatif des types de sédiments décrits ci-dessus et en tenant compte de leurs positions respectives, M. Jeannet est arrivé à la conclusion, que les couches 1 et 4 représentent le même niveau modifié latéralement d'un point à l'autre et qu'il en est de même des couches 2 et 5. Les couches 1 à 5 se répartissent ainsi en trois niveaux : *a* (1+4), *b* (2+5) et *c* (3), dont les deux premiers sont caractérisés par une faune importante. Par la comparaison de ces faunes avec les faunes cénomaniennes d'autres régions, en particulier avec celles des environs du Mans, l'auteur a pu établir avec beaucoup de vraisemblance le parallélisme du niveau *a* avec le Cénomancien inférieur (craie à *Turrill. tuberculatus* et sables à *Perna lanceolata* et *Anorthopygus orbicularis* de la Sarthe, zone VII de M. Jacob) et du niveau *b* avec le Cénomancien moyen (sables et grès à Scaphites et Trigonies du Maine) ; quant au niveau *c* sa faune est trop pauvre pour permettre une comparaison solidement fondée, mais sa position relativement aux deux autres permet de le placer avec beaucoup de probabilité au niveau du Cénomancien supérieur.

Quant aux couches 6, qui sont des conglomérats formés essentiellement de galets empruntés à la nappe rhétique, il paraît nécessaire de les attribuer à cette même nappe ; comme elles ne contiennent pas d'éléments provenant des grès cénomaniens, on est justifié à les considérer comme plus anciennes que ceux-ci, et d'autre part le caractère des rares orbitolines qui s'y rencontrent parle plutôt en faveur d'un âge cénomancien que d'un âge albien ou aptien. C'est pourquoi M. Jeannet voit dans ces poudingues un conglomérat de base de la série transgressive cénomaniennne de la nappe rhétique. Enfin les schistes et marnes sont en partie intercalés entre les niveaux fossilifères précités ; ils contiennent localement *Orb. mamillata* et *Orb. conica* ; ils sont donc, en tout cas partiellement, cénomaniens. Ainsi la série cénomaniennne en ordre normal comprend :

1° Des conglomérats de base (couche 6) transgressifs sur le Néocomien et les radiolarites.

2° Les grès à *Orb. plana* et à *Pect. curvatus* du niveau *a*.

3° Une zone de schistes et de marnes.

4° Les brèches et calcaires bréchiformes à *Orb. mamillata-conica* du niveau *b*.

5° Une nouvelle zone de schistes et de marnes.

6° L'épais complexe de grès et de marnes à *Orb. conica* du niveau *c*.

Cette série paraît devoir avoir à peu près 100 m. de puissance, elle passe vers le haut à des schistes et marnes gris ou roussâtres, qui représentent probablement le Crétacique supérieur.

M. Jeannet termine son étude par une comparaison des formations cénomaniennes de la nappe rhétique dans les Préalpes avec les dépôts contemporains d'autres régions, en particulier avec le Cénomaniens de la bordure septentrionale des Alpes orientales, qui présente avec elles de remarquables analogies, soit lithologiques, soit faunistiques; il fait ressortir aussi la ressemblance frappante qui existe entre les conglomérats cénomaniens du synclinal d'Ayerne et ceux de la région insubrienne, ces derniers se distinguant seulement des premiers en ce qu'ils contiennent par places des galets de roches porphyriques et granitiques. Il conclut de ces comparaisons qu'à l'époque cénomanienne devait exister une vaste aire de sédimentation détritique, qui correspondait à l'aire d'extension de la nappe rhétique et de la nappe austro-alpine inférieure (nappe de Bavière de Haug) et qui s'étendait de là, en contournant le massif du Mercantour au S, jusque sur la fosse vocontienne dans le SE de la France. Sur la bordure méridionale de cette aire des mouvements transgressifs du N au S se sont produits dans différentes régions.

Nous avons laissé de côté dans ce résumé la description détaillée des coupes qu'a données M. Jeannet en les complétant par des profils à grande échelle. Il est pourtant nécessaire de signaler, à la fin de ce compte-rendu, que les formations de la nappe rhétique présentent dans le ravin de Nairvaux, ainsi que dans les affleurements voisins, des formes disloquées d'une façon très compliquée, se pénétrant les unes les autres par des replis serrés et très contournés et entrant parfois en contact purement mécanique par suite de chevauchements locaux.

Nous devons à M. E. GANZ (101) une étude stratigraphique détaillée du **Crétacique moyen des nappes helvétiques supérieures** dans la Suisse orientale.

Après avoir donné un aperçu sur l'histoire de la stratigraphie du Crétacique moyen alpin, l'auteur établi un tableau des divers niveaux lithologiques et paléontologiques qu'il a reconnus; sa classification est la suivante :

- | | | |
|-------------------|---|---|
| Cénomanién | } | 18. Seewerkalk inférieur (zones VII et VIII de Jacob). |
| | | 17. Calcaire à glauconie disséminée avec <i>Bel. minimus</i> et <i>Bel. ultimus</i> (Ueberturrilitenschicht Arn. Heim). |
| | | 16. Couche à Turrilites. |
| | | 15. Grès concrétionnés supérieurs. |
| | | 14. Grès concrétionnés inférieurs. |
| Albien | } | 13. Couche fossilifère du Lochwald (zone VI ^a de Jacob). |
| | | 12. Couche de Twirren. |
| | | 11. Couche du Flubrig (zone V de Jacob). |
| | | 10. Couche du Durschlägi (zone IV de Jacob). |
| | | 9. Couche de Nideri supérieure. |
| Gargasien | } | 8. Couche de Nideri inférieure (zone III de Jacob). |
| | | 7. Couches de Brisi comprenant à la base un banc de grès, puis une zone à ostracés et une brèche échinodermique. |
| | | 6. Couche de Gams. |
| | | 5. Oolithe de Sternen. |
| | | 4. Marnes de Luitere. |
| Bedoulien | } | 3. Couche de Durchgäng. |
| | | 2. Couche fossilifère de Luitere. |
| | | 1. Couche à <i>Rhynch. Gibbsi</i> . |

Après cette introduction, M. Ganz décrit en détail toute une série de profils, choisis dans les nappes du Sântis, de Räderten et du Drusberg. Il commence cette revision par le Crétacique moyen de Durschlägi, près d'Amden.

Ici, il y a une lacune entre l'Urgonien et les grès glauconieux de la base des couches de Brisi; puis vient un banc de calcaire échinodermique à *Inoc. concentricus* et *Ex. aquila* (7,5 m.). La couche inférieure de Nideri est un calcaire grumeleux et glauconieux (0,5 m.), elle passe au grès vert de Nideri (0,2 m.); la couche de Durschlägi est un grès calcaire et glauconieux, riche en nodules de phosphorite, qui contient à profusion *Inoc. concentricus* avec *Ter. cf. Dutemplei* (0,25 m.). Les couches du Flubrig sont formées d'abord d'argiles plastiques sans fossiles (2 m.), puis de calcaires schisteux à *Inoc. concentricus* et *Belem. minimus* (2 m.). Les couches de Twirren sont des calcaires irrégulièrement glauconieux et gréseux, qui contiennent *Holaster laevis*, *H. Perezi*, *Plicatula gurgilis*, avec des fragments de *Lytoceras* et de petites *Belemnites* (7,5 m.); elles comprennent ici le niveau du Lochwald et supportent directement les grès foncés à concrétions calcaires des Knollenschichten (12 m.).

Celles-ci passent aux calcaires à grain fin, riches en glauconie surtout à la base, qui sont caractérisés en première ligne par *Turril. Bergeri* et contiennent en outre *Ham. virgulatus* et *Bacul. Gaudini* (12 m.). Ce niveau est séparé du Seewerkalk par une zone de passage à glauconie moins abondante, avec *Bel. minimus* et *Bel. ultimus* (1 à 1,5 m.).

A une petite distance de ces affleurements, entre Amden et Weesen, la série médiocrétacique est déjà différente. Entre l'Urgonien et les couches de Brisi s'intercalent : 1° des calcaires spathiques devenant glauconieux vers le haut et riches en silex, qui contiennent à la base des orbitolines, à leur partie supérieure *Rhynch. Gibbsi* (4,5 m.). 2° une zone glauconieuse qui contient *Bel. semicanaliculatus* et *Douvil. nodosocostatum* (forme de passage à *D. subnodosocostatum*) et qui représente le niveau fossilifère de Luitere.

M. Ganz a examiné en détail 3 coupes prises à l'W. de la vallée de la Linth, à la Plattenalp, au dessus de Næfels, à la Rautialp et la Lachenalp, dans la vallée de l'Obersee.

A la Plattenalp, le profil reste assez semblable à celui de Durschlägi; la principale différence consiste dans l'apparition à la Plattenalp de calcaires gréseux et glauconieux au niveau de l'Albien supérieur, qui prennent un développement important dans la chaîne des Aubrig et y remplacent les grès concrétionnés (Aubrigschichten).

A la Rautialp, les couches de Luitere font défaut, et le faciès des couches d'Aubrig n'apparaît pas dans l'Albien supérieur; sauf cela, la série est semblable à celle de Plattenalp. Quant à la Lachenalp, elle montre un profil du Médiocrétacique très analogue à celui de la Rautialp avec les couches de Luitere en plus.

M. Ganz a continué son étude de détail dans le domaine des nappes de Räderten et du Drusberg et y a relevé toute une série de profils qu'il nous est impossible d'analyser ici. Nous chercherons par contre à suivre l'auteur dans la partie synthétique de son exposé, qui se rapporte à la nappe du Drusberg depuis les Alpes d'Unterwalden jusqu'à l'Alvier, à la nappe de Räderten et à celle du Säntis.

Le **niveau de Luitere**, formé de couches fossilifères à phosphorite, paraît se rattacher encore au Bedoulien; il est relié à l'Aptien supérieur par un passage graduel, tandis qu'il est séparé des couches sous-jacentes par une limite tranchée. Il n'est pas constant, mais apparaît suivant certaines zones dirigées du SW au NE et réparties dans les 3 nappes du Säntis, de Räderten et du Drusberg; son épaisseur varie de

0,05 à 0,5 m.; son faciès est tantôt marno-gréseux, tantôt plus calcaire, avec une imprégnation inégale de glauconie et une riche teneur en concrétions de phosphorite. Les fossiles y sont abondants; ils se répartissent entre les espèces suivantes :

Bel. semicanaliculatus Blainv.	Douvilleiceras Clansayense Jac.
Phylloc. Guettardi Rasp.	» Buxtorfi Jac.
» Goretii Kil.	Opis Sabaudia d'Orb.
Lytoceras Duvalianum d'Orb.	Plicatula inflata Sow.
Desmoceras Zürcheri Jacob.	Spondylus gibbosus d'Orb.
Parahoplites crassicosatus d'Orb.	Hinnites Studeri Pict. et R.
» Tobleri Jacob.	Terebratula Dutemplei d'Orb.
» Schmidtii Jac.	Catopygus cylindricus Des.
Douvilleiceras subnodosocostatum Sinz.	Discoides decoratus Des.
Douvilleiceras Martini var. orientalis Jac.	Peltaster Studeri Ag.

A la base du **Gargasien** apparaît localement un grès glauconieux, épais de 0,5 à 2 m., contenant quelques concrétions de phosphorite et quelques rares fossiles mal conservés, entre autres de *Parahopl. Tobleri* et *Lytoc. Duvalianum*. L'auteur a constaté cette couche soit dans les Churfirten, soit au Tierberg, au Fluhberg et à la Durchgäng (Wäggithal), et la distingue sous le nom de **couche de Durchgäng**; il admet qu'elle a eu une extension beaucoup plus générale, puis a été en grande partie supprimée par érosion.

Il arrive du reste fort souvent que, les niveaux de Luitere et de Durchgäng manquant, l'Urgonien soit directement recouvert par les marnes de Luitere qui, avec un caractère nettement transgressif, forment la base du Gargasien; ces marnes, tantôt finement schisteuses, tantôt plus compactes ou grumeleuses, sont développées dans les Churfirten occidentales et la partie septentrionale de la nappe du Drusberg; elles augmentent d'épaisseur du N au S, puis sont progressivement remplacées dans les Churfirten orientales, l'Alvier et la partie S de la nappe du Drusberg par des calcaires échinodermiques-oolithiques, désignés sous le nom d'**oolithe de Sternen**. Sur cet ensemble de couches viennent des grès foncés brunâtres, en bancs dont l'épaisseur varie de 10 à 25 m. et qui sont développés dans les Churfirten, ainsi que dans la nappe du Drusberg; ce sont les **couches de Gams**, qui contiennent encore *Parahopl. Tobleri*.

Le Gargasien supérieur est représenté par les **couches de Brisi**, qui se composent de deux niveaux lithologiques nette-

ment distincts : 1° à la base le grès de Brisi, quartzeux et glauconieux, rubané et souvent concrétionné, dont l'épaisseur augmente progressivement de 5 m. dans le Sântis jusqu'à 25 m. dans la partie méridionale de la nappe du Drusberg, 2° vers le haut la brèche de Brisi, formée de débris d'Echinodermes, de Brachiopodes et d'Ostracés, mêlés à des grains de glauconie et de quartz, ainsi qu'à des spicules de Spongiaires ; cette couche, très constante comme la précédente dans les nappes helvétiques de la Suisse orientale, augmente d'épaisseur vers le SE et atteint plus de 30 m. dans la nappe du Drusberg ; elle peut être homologuée aux lumachelles du Vercors et de Lans et Royans dans la vallée du Rhône.

Le passage du Gargasien à l'Albien se fait dans le domaine de la nappe du Drusberg par un niveau, dans lequel les brèches échinodermiques se mêlent à des calcaires arénacés et glauconieux avec concrétions de phosphorite. Ces couches contiennent *Parahopl. Nolani* Seunes, *Parahopl.*, ex af. *Milleti* d'Orb., *Leymeriella tardefurcata* Leym. ; elles paraissent être un peu plus jeunes que le niveau classique de Clansayes et sont désignées par M. Ganz sous le nom de couches inférieures de *Niederi*.

A la base de l'Albien apparaissent les **couches de Niederi** proprement dites sous la forme de grès quartzeux plus ou moins glauconieux, tantôt compacts, tantôt un peu schisteux. Ce niveau, qui fait défaut dans les nappes helvétiques inférieures, apparaît dans la nappe du Sântis, puis augmente d'épaisseur (jusqu'à 12-13 m.) dans la nappe de Räderten, pour diminuer ensuite de nouveau et disparaître dans la partie S de la nappe du Drusberg. Les fossiles y sont rares et mal conservés.

Le niveau suivant, dit de **Durschlägi**, apparaît dans la nappe du Sântis, où il repose vers le N directement sur le calcaire de Brisi, plus au SE sur les couches de *Niederi* ; il comprend une simple zone, épaisse de 1 m. au maximum, de grès glauconieux riche en phosphorite et en fossiles malheureusement mal conservés ; parmi ceux-ci on peut reconnaître :

Nautilus clementinus d'Orb.
Desmoceras convergens Jacob.
Dentalium decussatum Sow.
Solarium Hugianum Pict. et R.
Scalaria clementina d'Orb.
 » *dupiniana* d'Orb.

Natica gaultina d'Orb.
Pecten raulinianus d'Orb.
 » *interstriatus*. Leym.
Inoceramus concentricus Park.
Terebratula Dutemplei d'Orb.
Rhynchonella sulcata Park.

Les **marnes du Fluhbrig**, qui viennent ensuite, existent dans la nappe de l'Axen et dans les nappes helvétiques supérieures, où elles prennent une extension générale avec une épaisseur variant de 1 à 5 m. ; ce sont des marnes gréseuses et glauconieuses, contenant encore des nodules de phosphorite et caractérisées entre autres par :

Hoplites dentatus Sow.	Douvilleiceras mamillatum Sow.
» benettianus Sow.	Desmoceras Parandieri d'Orb.
» Deluci Brongn.	» Beudanti Brongn.
» auritus Sow.	Belemnites minimus List.

Les **couches de Twirren** existent dans toutes les nappes helvétiques de la Suisse orientale; elles comprennent des grès verts, contenant des rognons de phosphorite et auxquels se mêlent, surtout dans la nappe du Säntis, des bancs ou des lentilles calcaires et des lits marneux. L'épaisseur varie beaucoup (de 1 à 10 m.).

La faune correspond à la zone V de M. Jacob et comprend :

Hoplites auritus Sow.	Puzosia Mayori d'Orb.
» dentatus Sow.	Belemnites minimus List.
Donvilleiceras mamillatum Schlot.	Inoceramus concentricus Park.

La **zone du Lochwald** n'est distincte de la précédente et richement fossilifère que dans les digitations supérieures de la nappe du Säntis (nappes de Räderten et du Drusberg); elle atteint 2^m05 dans la nappe de Räderten et se réduit à 1 m. au maximum dans celle du Drusberg; elle est formée d'un mélange de grès brunâtres et de calcaires à grain fin et contient une forte proportion de phosphorite. Sa faune se compose de :

Nautilus Montmollini P. et C.	Mortoniceras Delaruei d'Orb.
Phylloceras Velledae Mich.	» cristatum Deluc.
» subalpinum d'Orb.	» Bouchardi d'Orb.
Kosmatella Agassiziana P. et R.	» Roissyanum d'Orb.
Desmoceras Beudanti Brong.	» inflatum Sow.
» Parandieri d'Orb.	» perlatum nov. sp.
Puzosia Mayori d'Orb.	» Hugardianum d'Orb.
Latidorsella latidorsata Mich.	Brancoceras varicosum Sow.
Hoplites lautus Sow.	Brancoceras Senequieri d'Orb.
» splendens Sow.	Hamites virgulatus Brong.
» Fittoni Sow.	» attenuatus Sow.
Acanthoceras Lyelli Leym.	» maximus Sow.
» Brottianum d'Orb.	Anisoceras armatum Pict.

Anisoceras perarmatum P. et R.	Natica gaultina d'Orb.
Ancyloceras Blanchetti P. et C.	Avellana subincrassata d'Orb.
Baculites Gaudini P. et C.	Turbo pictetianus d'Orb.
Turrilites plicatus d'Orb.	Terebratula biplicata Sow.
Inoceramus concentricus Park.	Holaster laevis Deluc.
» sulcatus Park.	» Perezi Sism.
Pholadomya genevensis Pict.	Discoïdes conicus Des.
Rostellaria orbignyana P. et R.	

Les **grès concrétionnés**, qui forment le passage entre l'Albien et le Cénomaniens (Knollenschicht), se trouvent dans toutes les nappes helvétiques de l'E de la Suisse, mais atteignent leur plus grande épaisseur dans la partie S de la nappe du Sântis et dans la nappe de Räderten (18-22 m.). Ils sont formés d'une masse gréseuse de quartz et de glauconie, dans laquelle sont englobées des concrétions calcaires à grain fin, et passent insensiblement vers le haut aux calcaires supracrétaciques. Dans la chaîne des Aubrig, à la Righochfluh et au Bürgenstock le faciès devient purement gréseux (Aubrigschichten) et les fossiles plus abondants : *Douvilleic. Mantelli* Sow., *Stolitzkaia dispar* d'Orb., *Turril. Bergeri* Brongn. Dans la partie méridionale de la nappe du Drusberg au contraire ces couches se confondent dans le faciès des calcaires de Seewen. Comme niveau les grès concrétionnés représentent ou l'Albien tout à fait supérieur ou la base du Cénomaniens.

Les **couches à Turrilites** sont développées dans les nappes helvétiques inférieures et la partie septentrionale de la nappe du Sântis ; ce sont des calcaires glauconieux, dont la teneur en glauconie diminue de bas en haut ; on trouve à ce niveau encore quelques ammonites de caractère albien, mais la fréquence de *Schlaenbachia varians* et de *Douvilleiceras Mantelli* permet de lui attribuer un âge cénomaniens. Vers le haut ces couches passent à des calcaires gris avec des grains disséminés de glauconie (Ueberturrilitenschicht), qui contiennent *Bel. minimus* et *Bel. ultimus*, et qui établissent la transition aux calcaires de Seewen.

En résumé, si l'on envisage dans leur ensemble les formations médiocrétaciques du faciès helvétique, on constate d'abord que le Gargasien, qui fait défaut dans la série autochtone et les nappes inférieures, apparaît dans la partie méridionale du Sântis et la chaîne des Aubrig, puis augmente progressivement d'épaisseur vers le S par l'adjonction de termes de plus en plus anciens dans les nappes supérieures. Pour l'Albien les choses sont un peu plus compliquées ; cet étage existe avec une épaisseur considérable dans la série autochtone ; de là il subit une réduction progressive vers le S et atteint un

premier minimum dans la nappe du Mürtschenstock et la partie frontale de celle du Säntis; de là il gagne de nouveau en puissance et arrive à un maximum dans la zone des Hohe Churfisten et de la chaîne de Wiggis; puis un second minimum se trouve dans la région frontale de la nappe de Ræderten, suivi d'un dernier maximum visible à l'Oberalp et la Durchgäng; à partir de là la diminution d'épaisseur est continue vers le S.

Après avoir comparé la série helvétique du Crétacique moyen avec les formations contemporaines du Dauphiné, du Vercors et du S de l'Angleterre, M. Ganz cherche à grouper les divers niveaux qu'il a reconnus dans le cadre stratigraphique établi par M. Jacob. Il admet que le niveau fossilifère de Luitere correspond à la zone Ib de M. Jacob, les marnes de Luitere représenteraient alors la zone IIa et les couches de Brisi les zones IIb et III; la couche inférieure de Niederi doit se placer entre les zones III et IV, la couche de Durchschlägi est probablement contemporaine de la zone IV, tandis que les couches du Fluhbrig et de Twirren représentent la zone V et la couche du Lochwald la zone VIa. Quant aux grès concrétionnés, il est difficile de décider s'il faut les placer au niveau de l'Albien supérieur ou du Cénomanién, mais il paraît en tout cas justifié d'attribuer les couches à *Turril. Bergeri* au Cénomanién.

En terminant M. Ganz rappelle les nombreuses interprétations qui ont été données au mot Gault et il insiste sur la nécessité de corroborer les données de la paléontologie par des relevés précis des faits d'ordre stratigraphique et même tectoniques.

A la suite d'une série d'excursions dans la bordure externe des Alpes de Glaris et de Schwytz, M. L. ROLLIER (103) a reconnu la grande extension que prennent dans toute cette zone, les **schistes supracrétaciques à fossiles pyriteux**, qui ont été découverts pour la première fois par M. Arn. Heim dans le Toggenbourg et qui jusqu'alors avaient toujours été confondus avec le Flysch. M. Rollier, ainsi que d'autres personnes, ont découvert récemment des fossiles dans divers gisements de ces schistes; ce sont des débris d'*Inoceramus*, des moules de Gastéropodes, des Globigérines et des Textilaires. Il conclut de ses observations stratigraphiques et paléontologiques que la zone schisteuse qui s'intercale entre la molasse et les couches nummulitiques de Steinbach depuis le Wäggital vers l'W n'est pas du Flysch, mais appartient au Crétacique supérieur, spécialement au Sénonien et au Danién, et à l'Éocène.

TERTIAIRE.

Sidérolithique. — M. H.-G. STEHLIN (110) a continué en 1912 la publication de son étude des **Mammifères éocènes de la Suisse** ; à propos des restes d'Adapis, découverts dans notre Sidérolithique, il a redonné une description détaillée soit d'*Adapis parisiensis* Blain, soit d'*Adapis magnus* Filhol, en se basant sur les matériaux provenant des phosphorites du Quercy et réunis dans les musées de Montauban, de Bâle et de Munich.

Parmi les matériaux provenant de Suisse, l'auteur a étudié un fragment de mandibule et deux molaires supérieures découverts au Mormont et décrits déjà l'un par Pictet et Humbert comme *Lophiotherium Laharpei*, les autres par Major sous le même nom, mais appartenant en réalité à une variété d'*Adapis parisiensis*. Il a établi une nouvelle espèce, *Adapis Rütimeyeri*, pour divers fragments récoltés à Egerkingen et en partie décrits par Rütimeyer sous les noms de *Ad. Duvernoyi*, *Ad. parisiensis* et *Dichobune Mülleri*. Cette espèce n'est pas directement voisine d'*Ad. parisiensis*, dont elle diffère par l'élargissement de ses molaires, par la forme de ses canines, par les dimensions réduites de ses prémolaires et par la division de la racine postérieure de P_2 ; par ses derniers caractères elle se rapproche plutôt de *Ad. magnus*. Enfin M. Stehlin étudie trois molaires supérieures d'un Adapidé, qui proviennent d'Egerkingen et qui présentent des analogies avec les dents correspondantes d'*Ad. Rütimeyeri*, mais s'en distinguent par les formes plus arrondies de leurs arêtes, par l'enfoncement plus marqué de la région médiane du bord externe, qui détermine à la fois un affaiblissement du cingulum et une indépendance plus accusée des tubercules externes et par divers caractères de la région interne. Ces dents appartiennent probablement à un genre nouveau.

Il est impossible de suivre ici M. Stehlin dans le détail de ses descriptions et je me contenterai de citer quelques-unes de ses conclusions concernant la répartition chronologique et la phylogénie des Adapidés.

Parlant des relations qui existent entre *Ad. parisiensis* et *Ad. magnus*, l'auteur commence par montrer qu'on ne peut pas considérer, comme le voudrait M. Leche, le second comme un représentant plus évolué de la même série à laquelle appartiendrait le premier ; en réalité, si *Ad. magnus* est plus progressif qu'*Ad. parisiensis* par certains caractères, il l'est moins par d'autres ; il paraît certain que ces deux espè-

ces appartiennent à deux phylums indépendants, et on peut admettre que *Ad. magnus* se rattache de beaucoup plus près à *Ad. Rüttimeyeri* qu'à *Ad. parisiensis*.

Le phylum d'*Ad. parisiensis* est peut-être apparu déjà dans le Lutétien supérieur, où il serait représenté par les échantillons, il est vrai douteux, décrits des environs de Castres par Noulet sous le nom d'*Aphelotherium Rouxi*; il existait en tous cas dans le Bartonien, comme le prouvent les matériaux récoltés dans le Castrais et décrits par Fillhol et ceux provenant de Lautrec que M. Stehlin a en partie lui-même examinés. Les restes d'*Ad. parisiensis* du Mormont et la plus grande partie au moins de ceux du Quercy appartiennent au Ludien inférieur, tandis que ceux du bassin de Paris proviennent du Ludien supérieur. On ne connaît jusqu'ici aucun représentant de cette forme à un niveau plus élevé.

Le plus ancien représentant connu qui puisse être rapporté, avec certaines réserves du reste, au phylum d'*Ad. magnus* et *Ad. Rüttimeyeri*, est une forme qui n'a été découverte jusqu'ici que dans le Lutétien supérieur d'Egerkingen; comme échantillons bartoniens de ce même phylum, M. Stehlin cite en première ligne un des crânes d'*Ad. magnus* provenant des phosphorites du Quercy et conservé à Montauban, qui diffère des formes typiques de l'espèce par ses moindres dimensions et par la forme de ses canines inférieures et qui mérite d'être distingué comme *Ad. magnus* var. *Leenhardti*. Enfin ce phylum est particulièrement développé dans le Ludien inférieur, dans lequel il a été trouvé à Saint-Hippolyte, Hordwel, Laman-dine et dans le Quercy; il n'est pas connu de niveaux plus élevés.

Une forme n'appartenant ni à la série d'*Ad. parisiensis*, ni à celle d'*Ad. magnus* est représentée par trois molaires supérieures seulement, à Egerkingen, et appartient vraisemblablement au Lutétien supérieur.

L'origine des Adapis ne peut, dans l'opinion de M. Stehlin, être cherchée ni dans les Plesiadapis, ni dans les Protadapis de l'Eocène inférieur d'Europe; il ne faut pas non plus admettre, comme l'ont fait Cope et plusieurs de ses successeurs, une parenté étroite entre Adapis et les Notharctidés de l'Eocène inférieur de l'Amérique du Nord, le genre *Pelycodus* en particulier. En réalité, les Adapidés et les Notharctidés ont subi des évolutions non seulement indépendantes mais divergentes dès le début de l'Eocène et ils paraissent occuper dans l'ordre des Primates des positions assez éloignées. Ainsi la question de l'origine des Adapidés reste ou-

verte et l'on ne connaît pas encore les formes de l'Eocène inférieur auxquelles ils se rattachent. On peut par contre supposer une parenté probable entre eux et les formes contemporaines des Omomyidés ainsi qu'avec le genre *Pronycticebus*.

Passant à la question de la position que doivent occuper les Adapidés dans la systématique générale des mammifères, M. Stehlin commence par montrer que l'idée développée par Filhol, d'après laquelle ces formes représenteraient un terme intermédiaire entre les Pachydermes et les Lémuriens ne résiste pas à une critique sérieuse. Il s'oppose ensuite à l'idée d'un rapprochement entre les Adapidés et les Simiens actuels, en prouvant que les analogies signalées entre ces deux groupes de formes peuvent fort bien provenir d'évolutions tout à fait indépendantes. Par contre il insiste sur les multiples analogies que l'on constate entre les Adapidés et les Lémuriens actuels, spécialement les Lémuridés de Madagascar ; il admet donc une parenté entre les familles des Adapidés et des Lémuridés, mais il exclut absolument la possibilité d'une filiation directe de l'une à l'autre, en se basant sur le fait que divers caractères sont déjà développés chez les Adapidés, en particulier dans la région antérieure de leur mâchoire, qui ne peuvent en aucune façon amener aux caractères des Lémuridés. Les Adapidés représenteraient donc un groupe de Lémuriens éteint dans le Tertiaire ou le Quaternaire.

Nummulitique. — M. J. BOUSSAC, qui poursuit depuis de nombreuses années l'étude du **Nummulitique alpin**, a réuni les données nombreuses qu'il a acquises sur ce sujet en deux beaux volumes, consacrés l'un à la paléontologie, l'autre à la stratigraphie du Nummulitique.

Dans son étude paléontologique (104) M. Boussac s'est occupé seulement des groupes fossiles, qui ont la plus grande importance au point de vue stratigraphique, soit des Nummulitidés, des Echinides et des Mollusques. Le premier chapitre est ainsi consacré aux nummulites et à leur évolution ; l'auteur y montre l'extrême variabilité de ces organismes et met en lumière les caractères qui, étant relativement stables, ont la plus grande importance au point de vue de la détermination et des rapprochements phylogéniques. Ce sont : 1° le développement des filets cloisonnaires et des granules, 2° la forme des cloisons et des chambres dans le plan équatorial. Après cette introduction vient l'étude des espèces, dans laquelle M. Boussac a cherché à élucider les questions si embrouillées de la synonymie et a précisé pour chaque type

ses caractères particuliers avec l'étendue de ses variations. Les espèces ainsi décrites sont :

Nummulites planulatus Lam. (= *N. elegans* Sow.) qui représente une forme très à part, sans relation phylétique reconnue avec aucune autre (Yprésien).

Nummulites bolcensis Mun. Ch. (= *N. spileccensis* Mun. Ch.), forme de l'Yprésien à filets radiés et flexueux sans granules proprement dits.

Nummulites irregularis Desh. (= *N. distans* var. *depressa* d'Arch. et H., = *N. Pratti* d'Arch. et H., = *N. Lyelli* Schafh., = *N. subirregularis* de la Harpe), espèce très voisine de la précédente, dont elle est probablement dérivée, mais avec des cloisons plus serrées et des filets plus tourbillonnants (Lutétien).

Nummulites distans Desh. (= *N. polygyratus* Desh., = *N. Tchihatcheffi* d'Arch. et H.), grande espèce très commune dans le Flysch lutétien de la Suisse orientale, probablement dérivée de la précédente.

Nummulites Murchisoni Brunner (= *N. Heeri* de la Harpe), espèce très plate à filets cloisonnaires radiés, à lame spirale très mince et aux tours espacés, caractéristique du Lutétien, probablement dérivée de *N. bolcensis*.

Num. globulus Leym. (= *N. Ramondi* Defr., = *N. sub-Ramondi* de la Harpe, = *N. sub-globulus* de la Harpe), petite espèce renflée, à filets radiés droits, d'origine inconnue, qui caractérise le Lutétien inférieur.

Num. atacicus Leym. (= *N. biarritzensis* d'Arch. et H., = *N. Guettardi* d'Arch. et H., = *N. reticulatus* Schafh., non *N. biarritzana* d'Arch. 1837), espèce renflée à filets contournés ou méandriiformes et à cloisons arquées, probablement dérivée de *N. globulus* et caractéristique du Lutétien.

Num. incrassatus de la Harpe (= *N. vasca* var. *incrassata* de la Harpe, = *N. Boucheri* pars et var. *tenuispira* et *incrassata* de la Harpe, = *N. Rosai* Tellini), petite espèce lenticulaire à filets radiés, droits ou ondulés, dérivée de *N. globulus*, très commune dans l'Auverisien des Alpes suisses et se continuant dans le Priabonien et l'Oligocène.

Num. vascus Joly et Leym. (= *N. Germanica* Bornem., = *N. Bezanconi* Tourn., = *N. Boucheri* de la Harpe pars, = *N. miocontorta* Tell., = *N. submiocontorta* Parisch), espèce dérivée de la précédente qui apparaît à la base de l'Oligocène.

Num. Chavannesi de la Harpe (= *N. Rutimeyeri* de la

Harpe), espèce du Priabonien, se rattachant probablement à *N. incrassatus*, qui a été souvent confondue avec *N. Bouillei*.

Num. striatus Brug. (= *N. contortus* Desh., = *N. Viquesneli* d'Arch. et H.) petite espèce aux filets radiés droits, aux cloisons droites et rapprochées, à la lame spirale épaisse, très commune dans l'Auversien des Alpes suisses et se continuant dans le Priabonien. Origine inconnue.

Num. Bouillei de la Harpe (= *N. Tournoueri* de la Harpe), espèce petite et plate, aux filets recourbés en arrière vers la périphérie, à la spire s'accroissant rapidement et à la lame spirale mince, qui est reliée à la précédente par des formes de transition et qui apparaît dans le Priabonien pour se continuer dans l'Oligocène.

Num. pulchellus Hantken in de la Harpe, espèce voisine de *N. striatus*, dont elle se distingue par ses tours plus élevés, caractéristique du Priabonien.

Num. variolarius Lam. (= *N. Heberti* d'Arch. et H.), très petite espèce, renflée, aux filets radiés et aux cloisons arquées, de l'Auversien et du Bartonien.

Num. Orbigny Gal. (= *N. Prestwichiana* R. Jones, = *N. wemmeliensis* de la Harpe), très petite forme qui montre des caractères de transition aux operculines et aux assilines, du Bartonien ou Priabonien inférieur.

Tandis que les espèces précitées étaient toutes dépourvues de piliers, celles qui vont suivre en possèdent au contraire toutes, et se groupent naturellement d'après la forme radiée, réticulée ou méandriforme de leurs filets.

Num. lucasanus DeFr. (= *N. lenticularis* Rouault), petite espèce aux filets raides et aux granules concentrés au centre, d'origine inconnue, qui se trouve dans le Lutétien inférieur.

Num. Partschi de la Harpe (= *N. Oosteri* de la Harpe, = *N. gallensis* Heim) qui apparaît dans le Lutétien supérieur et est probablement dérivée de la précédente, dont elle se distingue par sa taille plus grande et ses filets méandri-formes dans l'adulte.

Num. Garnieri de la Harpe, petite forme d'origine inconnue, qui apparaît dans le Priabonien et qui possède des filets tortueux et divisés, couverts de trabécules vers la périphérie, de tubercules vers le centre.

Num. laevigatus Brug. (= *N. scaber* Lam., *N. Lamarcki* d'Arch. et H., = *N. amygdala* Schafh., = *N. Hantkeni* Héb. et M. Ch., = *N. Djokdjorkartae* Martin), espèce extrêmement variable qui se rattache à *N. Lucasanus* et a pris

une extension géographique considérable dans le Lutétien moyen et supérieur.

Num. perforatus Montf. (= *N. spissus* Defr., = *N. crassus* Boubée, = *N. obtusus* Sow., = *N. aturicus* Joly et Leym., = *N. Puschi* d'Arch., = *N. Bellardii* d'Arch. et H., = *N. Deshayesi* d'Arch. et H., = *N. Meneghinii* d'Arch. et H., = *N. Rouaulti* d'Arch. et H., = *N. Verneuilli* d'Arch. et H., = *N. Sismondai* d'Arch. et H., = *N. Renevieri* de la Harpe, = *N. Lorioli* de la Harpe, = *N. uroniensis* Heim). Cette espèce est aussi extrêmement variable, avec des granules nombreux et des filets simples dans les petits individus, mais avec des tours toujours moins granuleux et des filets toujours plus tortueux et divisés à mesure que la taille s'accroît; il se forme ainsi un réseau lâche et irrégulier. *N. perforatus*, qui apparaît dans le Lutétien supérieur et se continue dans l'Auversien, se rattache à *N. laevigatus*.

N. Brongniarti d'Arch. et H., grande espèce, dérivée de *N. laevigatus* et caractéristique pour le Lutétien supérieur et l'Auversien, qui est caractérisée surtout par la discontinuité de son réseau cloisonnaire entre les granules, très nombreux et serrés.

Num. Fabianii Prever (= *N. intermedius* Hantken, de la Harpe, Blank., Oppenh., etc., non d'Archiac, = *N. Fichteli* de la Harpe, = *N. reticulatus* Tell., = *N. gassinensis* Prever). Cette espèce, longtemps confondue avec *N. intermedius* Defr., est de taille moyenne, régulièrement bombée, avec des filets radiés et des piliers disposés régulièrement suivant une ligne spirale et reliés entre eux par une lame calcaire perpendiculaire aux filets; son origine est inconnue, quoiqu'on puisse supposer une parenté avec le groupe de *N. laevigatus*. *N. Fabianii* caractérise le Priabonien, où elle est en particulier commune dans les Alpes suisses.

Num. intermedius d'Arch. (= *N. Fichteli* Michelotti, = *N. garansiana* Joly et Leym., = *N. sublaevigata* d'Arch. et H., = *N. sub. Brongniarti* Verbeck. Cette espèce, qui est caractéristique pour l'Oligocène, est dérivée de la précédente, dont elle se distingue par l'amincissement de la lame spirale et la disparition des piliers. Dans l'adulte les filets cloisonnaires forment un réseau très serré à mailles arrondies.

Num. gizehensis Forskal (= *N. arbiensis* Lynch, = *N. curvispira* Savi et Men., = *N. Lyelli* d'Arch. et H., = *N. Caillaudi* d'Arch. et H.), espèce de taille moyenne ou grande, aux filets méandriques groupés en faisceaux et aux granules localisés vers la périphérie dans l'adulte. Cette forme,

caractéristique du Lutétien, se rapproche de *N. millecaput*.

N. millecaput Boubée (= *N. complanata* Lam.? et auct., = *N. Dufrenoyi* d'Arch. et H., = *N. orbiculatus* Schafh., = *N. helvetica* Kaufm., = *N. Tchihatcheffi* Hantken et auct., non d'Arch.). Cette espèce, presque toujours citée sous le nom de *N. complanatus*, est dérivée probablement du groupe de *N. irregularis*; elle caractérise le Lutétien supérieur.

Assilina praespira Douv., petite espèce à spire lâche et à cloisons recourbées du Lutétien inférieur.

Assilina spira Roissy (= *As. planospira* d'Arch., = *As. subspira* de la Harpe) dérive de la précédente, dont elle diffère par sa taille plus grande et sa spire plus serrée et se trouve dans le Lutétien.

Assilina exponens Sow. (= *N. granulosa* d'Arch., *N. mammillata* d'Arch., = *N. assilinoïdes* Rüt., = *N. Leymeriei* d'Arch. et H., = *N. rota* Schafh., *As. subexponens* Oppenh., *As. pulchra* Prever, *As. placentula* auct.), espèce assez variable, de grande taille, probablement dérivée d'*As. spira*, apparaissant dans le Lutétien pour se continuer dans l'Auversien.

M. BOUSSAC examine dans un second chapitre quelques espèces d'Echinides importantes pour la stratigraphie du Nummulitique alpin, puis il consacre la plus grosse partie de son volume à une révision des Pélécy-podes, des Scaphopodes et des Gastéropodes du Nummulitique, qui intéresse plus de 450 espèces ou variétés différentes et qu'il est impossible de résumer ici. Cette révision est terminée par un tableau des espèces, indiquant leur répartition géographique et stratigraphique qui pourra rendre de réels services.

Disons, en terminant ce résumé, que l'étude de M. BOUSSAC est très heureusement complétée par un album de vingt-deux planches en phototypie très soignée.

Après avoir ainsi posé une bonne base paléontologique, M. J. BOUSSAC (105) a abordé dans un second volume l'étude stratigraphique du Nummulitique alpin.

Dans un chapitre d'introduction il expose le principe de sa méthode, qui consiste à donner toute leur valeur aux données paléontologiques, en appréciant exactement les variations de faune d'ordre phylétique aussi bien que celles dépendant du faciès et en complétant ces données par l'examen des faits d'ordre purement stratigraphique. Il rappelle ensuite la classification des dépôts éogènes du bassin anglo-parisien et de l'Aquitaine.

Dans un chapitre tectonique, M. Boussac donne un aperçu très clair du développement du vaste système des nappes alpines, tel qu'il peut maintenant être établi grâce aux travaux de MM. Schardt, Lugeon, Buxtorf, Truninger, Beck, Alb. et Arn. Heim, Oberholzer, Kilian, Lory, Révil, Argand, Meyer, Welter, Steinmann, Haug, Uhlig, etc.... Cet exposé l'amène à préciser les positions relatives qu'occupaient les divers dépôts nummulitiques alpins lors de leur sédimentation.

Nous ne pouvons suivre ici M. Boussac dans toutes les parties de sa description stratigraphique du Nummulitique alpin et devons nous borner à signaler les portions de son travail qui intéressent la géologie de la Suisse. C'est ainsi que nous passerons sous silence les chapitres pourtant très importants, qui traitent du Nummulitique de la région du Pelvoux et du Mercantour et de celui de la zone externe oligocène de Castellane, du Gapençais et du Dévoluy. A propos de la zone des Aiguilles d'Arve nous nous contenterons d'indiquer que M. Boussac considère comme certainement tertiaires les schistes, grès et brèches polygéniques qui, au S. du Mont-Blanc, en particulier à la Seigne et au Grammont, forment les « Schistes lustrés supérieurs » de la feuille d'Albertville ; d'après lui cette série représente le Lutétien, l'Auvervien et le Priabonien, tandis que les Schistes lustrés proprement dits qui lui sont sous-jacents seraient une série compréhensive s'étendant du Lias à la base de l'Eocène.

M. Boussac consacre un chapitre à la description du Nummulitique des chaînes calcaires de la Savoie depuis la région des Bauges jusqu'aux Dents Blanches de Champéry. Il montre que l'Auvervien n'existe dans toute cette région que dans le massif des Bauges, où il est représenté par des calcaires ou des grès à *Num. perforatus*, *Assil. exponens* et *Orthophr. discus* reposant sur un conglomérat de base. Dans ce massif, le Priabonien comprend des marnes riches en écailles de poissons, dont la base est remplacée par places par des couches à *Cerithium plicatum*, et dans lesquelles s'intercalent souvent des calcaires à lithothamnies et à petites nummulites. Le Lattorfien est représenté par des grès molassiques. Plus au NE dans les environs du synclinal du Reposoir et dans les chaînes calcaires externes au N du Giffre, la série éogène commence avec le Priabonien, dont la base est généralement formée par les couches à *Cer. plicatum*, dont la partie moyenne est représentée par des calcaires à lithothamnies, à orthophragmines et à petites nummulites, tandis que

dans sa partie supérieure s'établit un faciès schisteux à globigérines ; le Lattorfien se compose essentiellement ici de grès de Taveyannaz.

Dans les Alpes calcaires entre Rhône et Aar M. Boussac étudie le Nummulitique nappe par nappe. Dans le jambage renversé de la nappe de Morcles, il distingue de bas en haut :

1° Les marnes d'eau douce noires à *Helix Rutimeyeri* Mayer, *Limnea acuminata* Brong. et *L. Bertschingeri*, Mailard, qui n'existent que localement et représentent le Lutétien ou l'Auversien.

2° Les couches à Cerithes, dans lesquelles les espèces les plus caractéristiques sont :

Septifer Eurydices mut. vapincanus Bous.	Cerithium trochleare mut. Diaboli Brong.
Libitina alpina Math.	Cerithium ancillense Bous.
Cyrena convexa mut. vapincana d'Orb.	» Vivarii mut. alpinum Tourn.
Cyrena Rouyana d'Orb.	Cerithium transalpinum Bous.
Cardium Rouyanum d'Orb.	» plicatum mut. alpinum Tourn.
Meretrix bonnetensis Bous.	» laterostrictum Bous.
» Villanovae Desh.	Natica vapincana d'Orb.
Dentalium Martini Bous.	» Picteti Héb. et Ren.
Calliomphalus Deshayei Héb. et Ren.	Deshayesia alpina Tourn.
Diastoma costellatum mut. alpinum Tourn.	Melongena pyruloïdes mut. bonnetensis. Boussac.

Ces couches correspondent au Bartonien ou Priabonien inférieur.

3° Les calcaires nummulitiques, épais d'environ 200 m., qui contiennent en grande quantité des lithothamnies, des orthophragmines avec *Num. Chavannesi* de la Harpe et *Num. Fabianii* Prever. La faune comprend entre autres : *Leiope-dina Samusi* Pavay, *Cardita Laurae* Brong., *Crassatella chailloensis* Boussac, *Meretrix Villanovae* Desh., *Gobraeus pudicus* Brong., *Tellina granconensis* Oppenh., *Thracia prominensis* Oppenh., *Natica vapincana* d'Orb. Cette faune est nettement priabonienne et les calcaires qui la contiennent doivent appartenir plus spécialement au Bartonien.

4° Les schistes feuilletés du Nummulitique supérieur, qui doivent être classés dans le Priabonien supérieur ou Ludien.

Dans le jambage normal de la nappe de Morcles, les deux niveaux inférieurs ne sont pas représentés, tandis qu'on voit apparaître sur les schistes nummulitiques des grès de Taveyannaz.

Dans le prolongement du pli de Morcles, soit dans le pli du Balmhorn, et dans la zone de la Blümlisalp, de la vallée de Lauterbrunnen, des Scheidegg et de Rosenlauri, on trouve une série nummulitique directement comparable, qui commence souvent par des grès sidérolithiques, comprend les couches marneuses à Cérithes et est formée surtout par des alternances de grès quartzeux à petites nummulites et de calcaires à lithothamnies du Bartonien supérieur; cette série se termine par les schistes fauves du Ludien avec, par places seulement, une couverture de grès de Taveyannaz.

La succession des assises nummulitiques dans la nappe des Diablerets diffère peu de celle de Morcles; le Sidérolitique apparaît souvent à la base, surmonté par ce qu'on a appelé les couches d'eau douce; celles-ci sont formées par un lit marneux à *Chara Helicteres*, un banc calcaire bitumineux à *Limnea longiscata*, *L. pyramidalis*, *L. caudata*, etc... et une couche d'anhracite terreuse; ensuite viennent les couches à Cérithes avec une faune très voisine de celle de Morcles, que recouvrent d'abord une assise de grès quartzeux, puis les calcaires à petites nummulites. Le Ludien est encore schisteux, tandis que le Lattorfien est représenté par le puissant complexe des grès de Taveyannaz.

Dans la nappe du Wildhorn on trouve d'abord, vers son extrémité occidentale, au Praz Doran, une série nummulitique toute semblable à celle des Diablerets, mais bientôt vers l'E les couches à Cérithes disparaissent et, au moins dans les plis les plus externes, le Priabonien, directement transgressif sur l'Urgonien, est seul représenté; il commence par des grès siliceux, et comprend surtout des calcaires alternativement arénacés, plaquetés et compacts, contenant *Num. Fabianii*, *Num. incrassatus* avec des orthophragmines et des lithothamnies et surmontés par les schistes fauves à globigérines.

Vers l'intérieur de la nappe du Wildhorn, la série nummulitique se complète par l'apparition successive de couches auversiennes et lutétiennes; déjà à l'Iffighorn on trouve à la base du Nummulitique une série de couches gréseuses à orthophragmines et petites nummulites, contenant par places des polypiers, qui correspondent aux couches du Niederhorn et du Hohgant et sont auversiennes; d'autre part le faciès des schistes à globigérines envahit en bonne partie le Bartonien au dépens des calcaires à lithothamnies, qui deviennent moins épais. Un peu plus au S, au Niederhorn, les couches gréseuses de la base du Nummulitique, épaisses de 15 à 20

mètres, contiennent *N. striatus*; elles sont séparées des calcaires bartoniens par une zone de marnes foncées contenant diverses espèces de mollusques des couches à Cérithes des Diablerets et correspondant certainement au même niveau que celles-ci. Plus au S encore, au Mittaghorn, l'Auversien débute par des grès calcaires à *Orthophr. discus*, qui passent vers le haut à des grès siliceux à *Num. striatus*; le Bartonnien comprend des calcaires et des grès à petites nummulites et lithothamnies, qui n'en représentent au reste que la partie inférieure. Au Rawyl le Lutétien apparaît à son tour; il est représenté par un banc de grès à *Num. millecaput* et *N. atacicus* et par des calcaires gréseux à *Orth. discus*; les grès auversiens sont remplacés par une épaisse série de schistes fauves; le Priabonien est représenté en entier par les schistes à globigérines, dans lesquels s'intercalent seulement quelques lentilles de calcaires à lithothamnies. Cette série se retrouve avec quelques variations d'importance secondaire dans la région méridionale de la nappe du Wildhorn.

Entre la Simme et la Kander on peut suivre la même transformation du Nummulitique du N au S. A l'E de la Kander par contre, on voit apparaître le Lutétien déjà dans l'Aermighorn, soit près du front de la nappe du Wildhorn, sous la forme de calcaires à gros grains de quartz avec *N. perforatus* et *N. millecaput*, couronnés par un grès glauconieux à nodules de phosphate; l'Auversien est représenté par des grès, semblables à ceux du Niederhorn, qui passent vers le haut à des schistes gréseux et marneux du Priabonien; dans cette dernière série s'intercalent des calcaires foncés à orthophragmines. A l'E du Kienthal le Lutétien manque de nouveau et le Nummulitique se compose essentiellement du puissant complexe gréseux des couches du Hohgant-Niederhorn qui représente l'Auversien et des schistes à globigérines du Priabonien; par contre, un peu plus au S à la Dreispitz on retrouve des calcaires à *N. millecaput* et *O. discus* du Lutétien, associés à des couches glauconieuses et gréseuses, tandis que l'Auversien est représenté par des schistes gréseux fauves, passant vers le haut à des grès du Hohgant.

En résumé, dans les nappes helvétiques de la Suisse occidentale, le Lutétien n'existe que dans la partie méridionale et orientale de la nappe du Wildhorn. L'Auversien ne se trouve que dans la nappe du Wildhorn et comprend un faciès gréseux, septentrional, les grès du Hohgant-Niederhorn et un faciès méridional schisteux; il est caractérisé par l'association d'*O. discus* et *N. striatus*. Le Priabonien existe dans

toutes les nappes ; il débute dans les nappes inférieures par les couches littorales à Cérithes et est formé surtout par les calcaires à lithothamnies et à petites nummulites, puis par les schistes à globigérines ; dans la nappe du Wildhorn les couches à Cérithes ont disparu et les calcaires nummulitiques sont progressivement remplacés par le faciès schisteux à globigérines, qui subsiste seul vers le S. Le Lattorfien n'est connu que dans les nappes inférieures, où il prend la forme des grès de Taveyannaz. Ainsi, une transgression progressive du SE au NW s'est manifestée depuis le Lutétien jusque dans le Priabonien et l'on peut distinguer trois zones sédimentaires :

1^o Une zone méridionale avec Lutétien transgressif, Auversien et Priabonien schisteux, qui s'étend jusqu'à une ligne passant par le Rawyl, l'Aermighorn et le Buchholzkopf.

2^o Une zone médiane, avec Auversien transgressif et Priabonien encore en partie calcaire et gréseux, qui comprend la région NW de la nappe du Wildhorn, sauf les plis les plus externes de la région de Lauenen-Gsteig.

3^o Une zone septentrionale caractérisée par son Priabonien transgressif et comportant une épaisse série basale de calcaires, qui comprend les nappes inférieures et l'angle NW de la nappe du Wildhorn.

Le chapitre suivant de M. Boussac est consacré à l'étude du Nummulitique de la série dite autochtone des Alpes de la Suisse centrale et orientale. L'auteur commence par rappeler la découverte de couches à nummulites lutétiennes au-dessus du Flysch des vallées glaronnaises, et l'argument que M. Arn. Heim a voulu en tirer en faveur de l'âge lutétien de l'ensemble de ces formations ; il oppose d'emblée à cette manière de voir l'idée que les couches lutétiennes sont ici en recouvrement mécanique sur un soubassement plus jeune et appartiennent au jambage renversé de la nappe inférieure de Glaris.

M. Boussac développe d'abord cette idée, d'une façon remarquablement claire, à propos de la zone tertiaire qui s'étend de Meiringen à Altorf par le Jochpass et le Surenenpass ; il montre par une série de coupes que dans toute cette zone on trouve sur le Malm autochtone un Nummulitique commençant avec le Priabonien et s'étendant au moins par places jusqu'au Lattorfien. Cette série comprend souvent à sa base, sur des grès sidérolithiques, des couches marneuses à cérithes, puis elle se compose de grès et de calcaires gréseux à petites nummulites et de schistes représentant le Ludien ;

elle se termine, lorsqu'elle est complète, par les grès de Taveyannaz lattorfiens. Sur cette série normale se superpose en un chevauchement souvent discordant une série renversée, qui commence vers le bas par un complexe généralement puissant de grès de Taveyannaz, se continue par des schistes ardoisiers tout à fait correspondant à ceux d'Elm, représentant le Priabonien, et par des schistes gréseux fauves à *Orth. discus* de l'Auversien, et qui se termine vers le haut par des couches tantôt plus calcaires, tantôt quartzitiques à *N. millecaput* représentant le Lutétien et intimément liées au Malm renversé sus-jacent.

Dans la région comprise entre Reuss et Linth, M. Boussac a défini très exactement la délimitation de ces deux séries indépendantes du Nummulitique. Il a étudié la série autochtone dans la région des Windgällen, où il a mis en lumière sa transgressivité progressive du S au N. En effet, dans le Nummulitique de Belmonten et de la Grande Windgälle, l'Eocène commence avec l'Auversien, qui est représenté par des grès calcaréo-quartzeux à *Num. striatus*, tandis que le Priabonien est déjà entièrement schisteux et que le Lattorfien est constitué par des grès rappelant ceux de Taveyannaz; dans le pli plus élevé des Faulen, le Lutétien est déjà représenté par des grès à *Num. millecaput*, tandis que le faciès schisteux à globigérines envahit tout l'Auversien et dans le pli supérieur du Griesstock le Lutétien existe également.

Quant à la série renversée, l'auteur l'a suivie depuis le Gruonbach près de Flüelen par le Klausen jusque dans la chaîne du Kammerstock au SW de Linththal. Dans le ravin du Gruonbach, la base de cette série est formée par les conglomérats bien connus, dans lesquels M. Boussac a récolté un galet de calcaire lutétien fossilifère, et qu'il place, en synchronisme avec les grès de Taveyannaz, dans le Lattorfien. Ces conglomérats passent à des grès, puis à des schistes à intercalations gréseuses, et tout le haut de la série est formé par des couches schisteuses rappelant beaucoup le Wildflysch; contenant des lentilles de quartzites vertes et des lits à globigérines, qui semblent représenter l'Auversien et le Lutétien. Au Kammerstock la succession des couches nummulitiques renversées est analogue mais plus caractéristique encore; le Wildflysch y contient, en effet, des assilines avec *Orth. discus*, tandis que les conglomérats lattorfiens sont remplacés par des grès du Flysch avec bancs de grès de Taveyannaz.

A l'E de la Linth, les relations entre la série normale et la série renversée du Nummulitique deviennent très claires, car le synclinal couché qui les relie est conservé soit dans la région du Kistenpass, soit dans celle du Panixer. Le cœur de ce pli est formé par les grès latorfiens, sous lesquels se développe une puissante succession de schistes priaboniens et auversiens, supportée par des calcaires gréseux et glauconeux à *N. millecaput*, *N. perforatus*, *As. exponens*, *Orth. discus*. Au-dessus des grès latorfiens la série renversée se suit depuis la région du Kisten, du Panixer et du Vorab, par le versant du Sernftal jusque sous les masses chevauchantes du Verrucano ; elle comprend de bas en haut : 1° les schistes ardoisiers à poissons d'Elm, qui doivent être classés dans l'Auversien ou le Priabonien ; 2° des schistes argileux à globigérines avec bancs calcaires contenant *Num. atacicus*, *N. Partschi*, *As. exponens*, *Orth. Archiaci* ; 3° des schistes du faciès Wildflysch avec *Num. distans*, *N. Murchisoni*, *N. millecaput*, *As. exponens*. Les couches deux et trois représentent évidemment le Lutétien.

Enfin, il est important de constater que vers l'E, dans le Calfeusertal et le versant N du Calanda, le Lutétien de la série normale tend à la fois à s'épaissir rapidement et à devenir de plus en plus schisteux, se rapprochant ainsi du faciès de la série renversée, tandis que l'Auversien est de moins en moins développé.

En résumé, si l'on considère la vaste aire de sédimentation à laquelle correspondent la série autochtone et parautochtone et le jambage renversé de la nappe glaronnaise inférieure, on peut distinguer : 1° une zone externe où le Priabonien est transgressif et où le faciès schisteux n'existe qu'au niveau du Ludien ; 2° une zone où l'Auversien est transgressif et où le faciès schisteux envahit tout le Priabonien ; 3° une zone où le Lutétien est transgressif mais encore peu épais et calcaréogréseux, tandis que le Priabonien et l'Auversien forment une épaisse série schisteuse, enfin, 4° une zone méridionale où le Lutétien prend peu à peu le faciès du Wildflysch et acquiert une puissance considérable. Ces zones sédimentaires coupent les zones tectoniques, sur lesquelles elles empiètent successivement vers le N de l'W à l'E.

Dans un appendice à cet important chapitre, M. Boussac fait ressortir le fait que son interprétation vient d'être confirmée en tous points par les travaux récemment publiés de MM. Oberholzer, Tolwinsky et Blumenthal ; il montre d'autre part à quel point l'hypothèse, proposée par M. Arn. Heim et

d'après laquelle la série renversée du Nummulitique des Alpes glaronnaises serait préalpin, manque absolument de base.

Le chapitre X du livre de M. Boussac est consacré au Nummulitique des nappes helvétiques dans la Suisse centrale et orientale. Après avoir rappelé les travaux antérieurs consacrés à ce sujet, en particulier les remarquables études de Kaufmann, l'auteur examine d'abord le Nummulitique de la nappe la plus inférieure, celle des Diablerets ou de Glaris, dont les dépôts apparaissent au pied du Sigriswylergrat, dans la chaîne de Wageten, au Kapfenberg près de Weesen et au bord du lac de Klöntal.

Au Sigriswylergrat on ne connaît de cette série que des lambeaux de grès de Taveyannaz ; à la Wageten la série comprend : 1° des calcaires glauconieux à *Ass. exponens* et des calcaires plus compacts à *Num. millecaput* et *N. perforatus* évidemment lutétiens ; 2° des schistes marneux dont l'âge reste douteux. Au Kapfenberg les couches à assilines, renversées, reposent sur des schistes à globigérines et dans le soubassement du Glärnisch on retrouve sur le Lutétien des schistes à globigérines peu épais.

La nappe du Mürtschenstock ou de l'Axen possède une série nummulitique qui a été bien étudiée en particulier à Sisikon sur l'Axenstrasse, dans les environs de Glaris et dans le soubassement des Churfürsten ; elle comprend essentiellement le Lutétien, qui est formé de calcaires en partie gréseux et glauconieux avec *As. exponens* et *N. millecaput* et surtout de schistes à globigérines avec bancs nummulitiques. Au Flibach la coupe, étudiée en détail par M. Arn. Heim, est probablement compliquée par la superposition de deux séries indépendantes : l'une, comprenant des calcaires glauconieux et des schistes à globigérines, qui appartient à la nappe du Mürtschenstock ; l'autre, formée de marnes verdâtres avec des calcaires glauconieux, qui rappelle beaucoup les couches bien connues d'Einsiedeln et qui est probablement préalpine.

Dans la nappe du Wildhorn, M. Boussac a étudié d'abord les chaînes qui bordent au N la vallée de l'Aar du Sigriswylergrat au Harder. Il a pu établir ainsi que le Lutétien n'existe que dans les plus méridionales de ces chaînes sous forme de calcaires gréseux et glauconieux à *N. millecaput*. L'Auvervien est représenté au N par les grès du Hohgant, qui comportent plusieurs intercalations richement fossilifères et bien caractéristiques ; vers le S ces grès sont remplacés par une

série de schistes fauves argilo-gréseux, qui subsistent seuls dans la chaîne du Harder. Quant au Priabonien, il se divise vers le N en deux niveaux, les calcaires à lithothamnies et petites nummulites de Ralligen et les schistes à globigérines, tandis que vers le S cet étage devient entièrement schisteux comme l'Auversien. On constate donc ici la même transformation du N au S du Nummulitique que plus au SW. Quant à vouloir faire de toute cette série, comme le propose M. Arn. Heim, du Lutétien, cela est rendu absolument impossible par une étude critique des faunes du niveau des grès de Ralligen.

En suivant le Nummulitique le long des chaînes externes des Ralligstöcke au Pilate, M. Boussac a constaté des transformations progressives vers le NE conformes à celles qui se produisent dans la direction du SE. En effet le Lutétien, absent au Ralligstöcke, ne tarde pas à apparaître, prenant d'abord à la Schrattenfluh la forme de couches glauconieuses et gréseuses peu épaisses à *N. millecaput*, puis s'épaississant et comprenant une série de schistes gréseux fauves, riches en petits foraminifères, les Pectinitenschiefer de Kaufmann; cette série contient jusqu'à son sommet des interstratifications calcaires à grandes nummulites. L'Auversien, qui est formé au SW par les grès du Hohgant, devient aussi schisteux vers le NE et passe latéralement aux schistes fossilifères du Schimberg et aux Stadschiefer; il ne reste que des interstratifications gréseuses rappelant le Hohgantsandstein (Oberer Quarzsandstein de Kaufmann). Le Priabonien, représenté constamment par des schistes à globigérines, n'est plus développé dans le versant S du Pilate.

Dans la zone qui s'étend du bassin de la Melchaa par le S du Bürgenstock jusqu'à la Rigi Hochfluh et aux environs de Schwytz, on trouve une série éogène, dans laquelle, après un développement peu épais de calcaires glauconieux à *Ass. exponens*, commence tout de suite un puissant complexe de schistes; le faciès des Pectinitenschiefer y prédomine, mais à ces schistes gréseux sont associées des couches plus marneuses semblables aux Stadschiefer et des bancs calcaires à grandes Nummulites. Tout cet ensemble doit donc être considéré comme lutétien. Enfin, vers l'E, déjà dans la chaîne des Aubrig, puis dans le synclinal d'Amden et de la Fliegen-spitz, le faciès des Pectinitenschiefer cède peu à peu la place à celui du Wildflysch, avec ses schistes à Fucoïdes, ses grès et ses brèches, avec aussi ses intercalations nummulitiques se répétant à divers niveaux. Dans toute cette région aucun

terme supérieur au Lutétien n'est conservé; d'autre part il serait possible qu'une partie du Wildflysch fût préalpine.

Ainsi, en résumé, on peut distinguer dans le domaine de la nappe du Wildhorn, de la Suisse centrale et orientale, cinq zones sédimentaires :

1° Une zone externe où l'Auversien, transgressif, est formé par les grès du Hohgant et où le Priabonien comprend les calcaires à lithothamnies de Ralligen, puis des schistes à globigérines.

2° Une zone où le Lutétien est transgressif, mais peu épais et gréso-calcaire; l'Auversien est déjà en partie schisteux; le Priabonien est presque exclusivement formé de schistes à globigérines.

3° Une zone où le Lutétien est épaissi et en partie schisto-gréseux (Pectinitenschiefer); l'Auversien est schisteux, sauf quelques bancs gréseux et le Priabonien est schisteux.

4° Une zone où le Lutétien comprend jusqu'à 300 m. de schistes à globigérines avec intercalations nummulitiques, tandis que les termes supérieurs manquent.

5° Une zone dans laquelle le Lutétien, seul représenté, prend le faciès du Wildflysch.

De ces cinq zones, les trois premières ont été reconnues d'autre part dans la partie occidentale de la nappe du Wildhorn.

M. Boussac consacre un chapitre spécial au Flysch préalpin; parlant de la zone des Cols, il attribue tous les dépôts du Wildflysch superposés au Priabonien helvétique à la série préalpine; il émet l'hypothèse que l'énorme complexe du Flysch du Niesen pourrait être une série compréhensive, commençant par places déjà au-dessus du Toarcien et se continuant jusque dans l'Eocène; il rappelle le développement du Flysch dans les Préalpes externes, où ces dépôts comprennent, à côté des schistes à Fucoïdes, des grès polygéniques et des conglomérats à éléments cristallins. A propos de la zone synclinale de Habkern-les Schlieren, M. Boussac se rallie à l'opinion généralement soutenue, d'après laquelle le Wildflysch y serait, lui aussi, préalpin; ces couches, d'après quelques nummulites qui y ont été récoltées, comprennent en tous cas le Lutétien et l'Auversien, mais il est probable qu'elles descendent jusque dans le Crétacique et que les alternances de brèches, de grès et de « couches rouges » y sont stratigraphiques. Le Flysch paraît comprendre dans cette zone un terme inférieur, formé de schistes avec des intercalations de « couches rouges », de grès, de quartzites vertes et

de calcaires glauconieux à nummulites, qui représente l'Eocène moyen avec probablement l'Eocène inférieur et le Crétacique supérieur, et un terme supérieur, se composant de grès grossiers très puissants, à petites nummulites par places, les « Schlierensandsteine » ou « Silvanschichten » de Kaufmann, qui doivent appartenir au Priabonien.

A propos de la zone des Klippes et du Flysch subalpins, M. Boussac développe et précise l'idée que le Flysch est à la fois préalpin et lutétien, puis, suivant ces dépôts jusque dans les environs d'Einsiedeln, il montre que les mêmes conclusions s'imposent pour les couches fossilifères bien connues de cette région, dont la riche faune est très caractéristique du Lutétien. M. Boussac dit peu de chose du Flysch des Préalpes médianes et de la nappe de la Brèche, par contre il insiste sur l'appartenance d'une portion importante du complexe des schistes grisons (Prättigau, Basse-Engadine) à l'Eocène. Enfin il résume comme suit les caractères du Flysch de la nappe préalpine inférieure et de la zone des schistes grisons :

Ce Flysch, représenté par une puissante succession de schistes avec des intercalations de grès, de brèches et de calcaires, comprend d'une façon certaine le Lutétien; il doit par places représenter aussi l'Auvervien et même le Priabonien (Schlierensandstein); il n'est pas transgressif mais passe sans limite tranchée à des couches crétaciques ou même jurassiques, en sorte qu'il faut l'envisager comme une série compréhensive mésozoïque-éocène. Il présente des analogies remarquables avec le Flysch de la zone des Aiguilles d'Arve, dont il est le prolongement direct. Des Aiguilles d'Arve jusque dans les Grisons s'étend donc une zone, qui primairement jalonnait au S la zone de la nappe du Wildhorn et dans laquelle toute lacune a disparu entre le Flysch éocène et son soubassement crétacique.

Les deux chapitres suivants du livre de M. Boussac concernent le Nummulitique de la zone du Flysch austro-bavaroise et des nappes austro-alpines; ils n'intéressent donc qu'indirectement la géologie de la Suisse. Disons seulement que dans la zone de Flysch austro-bavaroise, l'auteur distingue une série inférieure, qui se rattache exactement au Flysch du Säntis, et une série supérieure, qui se développe à partir du Kressenberg vers l'E jusque dans le Wiener Wald et qui, comme le Flysch préalpin, est compréhensive, crétacique-éocène; c'est la série du Wienersandstein.

Dans son chapitre final, M. Boussac développe les conclusions générales de ses longues recherches. Après avoir rap-

pelé les variations que présentent les divers étages de l'Eocène du S au N, il fait ressortir les relations qui existent entre les faunes successives de ces étages. Entre les faunes lutétiennes et auversiennes il n'y a aucune séparation tranchée, tandis que dans le Bartonien alpin apparaissent une série de formes nouvelles, dont quelques-unes sont spéciales aux dépôts littoraux de cet étage, mais dont beaucoup se continuent dans le Ludien et jusque dans l'Oligocène. Parmi les formes immigrées du Priabonien les plus caractéristiques sont : *Num. Fabianii*, les Clypeaster, les Leiopedina, les Elenchus, *Cerithium trocleare*, *Cerithium plicatum* et *C. Vivarii*, etc.... La faune oligocène se distingue de la faune priabonienne en particulier par la disparition des orthophragmines ainsi que de presque toutes les espèces de mollusques datant du Lutétien.

Parlant spécialement de la paléogéographie du Nummulitique et de la distribution des faciès aux divers niveaux de celui-ci, M. Boussac distingue pour chaque étage un faciès de géosynclinal et un faciès côtier. Dans le Lutétien le faciès de géosynclinal est représenté par les marbres en plaquettes de la zone du Briançonnais, par le Flysch calcaire de la zone des Aiguilles d'Arve et par les brèches de la Tarentaise, des nappes préalpines, de la partie orientale de la nappe du Wildhorn-Säntis, des nappes du Mürtschenstock et de Glaris et de la série autochtone des Alpes glaronnaises ; le faciès côtier comprend les grès et calcaires glauconieux du Lutétien transgressif de la nappe du Wildhorn. Au niveau de l'Auversien le faciès de géosynclinal se continue dans les zones du Briançonnais et des Aiguilles d'Arve ; il comprend une partie des brèches de la Tarentaise et en Suisse le Flysch du Niesen et celui du Rigi, tandis que le faciès côtier est représenté par les grès du Niesenhorn et du Hohgant. A l'époque priabonienne le faciès de géosynclinal, sous la forme de schistes marneux, envahit presque toute la nappe du Wildhorn ; le faciès côtier s'étend par contre tout autour du massif du Mercantour, sur la bordure orientale du massif du Pelvoux, puis sur la région des Alpes calcaires de Savoie, sur les nappes de Morcles et des Diablerets et sur l'extrémité ouest de la nappe du Wildhorn.

Enfin à l'époque latorfienne le géosynclinal n'existe plus ; il ne se dépose plus que des grès (grès d'Annot, de Taveyanaz, d'Altdorf, sauf dans une zone des Alpes françaises, où le Latorfien, transgressif, est formé de calcaires, de marnes et de grès.

Ainsi, si l'on cherche à reconstituer l'histoire du géosyn-

clinal nummulitique, on doit admettre d'abord qu'au début de la période la mer était confinée dans une zone qui suivait sur une largeur d'environ 200 kilomètres l'emplacement de la zone des Schistes lustrés. A l'époque du Lutétien supérieur une première transgression se manifeste et la mer envahit tout le territoire de la Suisse orientale jusqu'à la série autochtone, en même temps que la région comprise entre le Mercantour et l'Esterel. La transgression continue dans l'Auverisien, affectant surtout les Alpes occidentales; dans le Priabonien elle s'accroît encore, atteignant même les massifs du Pelvoux, du Mont-Blanc et de l'Aar; puis à l'époque latorfienne l'axe du géosynclinal alpin se soulève et se dessèche en grande partie, tandis que la mer est rejetée dans deux étroits sillons latéraux, l'un correspondant au bord actuel de la nappe de Bavière, l'autre jalonné par la zone des grès d'Annot, Taveyannaz et d'Altdorf.

Ajoutons, pour terminer ce résumé, que le travail de M. Boussac est complété par une série de cartes paléogéographiques fort instructives.

Oligocène rhénan. — M. A. BUXTORF (106) a soumis à un nouvel examen détaillé la zone de contact entre le Jurassique et les sables oligocènes, qui passe par les ruines de Rötteln près de Lörrach au NNE de Bâle et se trouve à proximité de la grande flexure de la vallée du Rhin; pour compléter ses observations il a fait opérer une tranchée.

De cette façon M. Buxtorf a pu établir que la série jurassique de Rötteln se compose exclusivement de Jurassique moyen, sur lequel s'appuient les sables oligocènes. La série médiojurassique comprend, de bas en haut :

1° Des calcaires riches en Gastéropodes qui représentent la partie supérieure du Hauptrogenstein inférieur (Mumienhorizont).

2° Des couches marno-calcaires peu épaisses, représentant les marnes à *Homomyes* ou les couches à *O. acuminata* supérieures des géologues jurassiens.

3° Des calcaires oolithiques du Hauptrogenstein supérieur (15 m.).

4° Des calcaires spathiques très riches en polypiers, limités à la base par un lit marneux (couches de Movélier).

5° Des couches marno-calcaires jaunes (3 à 4 m.) passant vers le haut à des bancs oolithiques (3 m.) et correspondant au niveau à *Park. ferruginea*. Ces couches contiennent :

Cidaris Zschokkei Cot.	Ostrea Marshi Sow.
Holactypus depressus Leske.	Lima cardiiformis Sow.
Echinobrissus clunicularis Llhwyd.	» impressa Mor. et Lyc.
» amplus Desor.	Pecten demissus Phil.
Clypeus altus M. Coy.	» Dewalquei Op.
Rhynchonella obsoleta Sow.	» Bouchardi Op.
» concinna Sow.	Anisocardia nitida Phil.
» spinosa Schl.	Pleuromya angusta Ag.
» varians Schlot.	» decurtata Phil.
Terebratula globata Sow.	» Jurassi Ag.
Zeilleria ornithocephala Sow.	Gresslya abducta Phil.
Ostrea acuminata Sow.	Parkinsonia ferruginea Op.
» Knorri Voltz.	» Parkinsoni Sow.

6° Marnes jaunes à *Rhynch. varians* avec :

Rhynchonella varians Schl.	Ostrea acuminata Sow.
» obsoleta Sow.	Pecten vagans Sow.
» spinosa Schl.	Leda incerta Schlippe.

Les couches oligocènes commencent vers le bas par des conglomérats formés essentiellement de calcaires rauraciens, qui passent rapidement vers le S à une brèche grossière comprenant de très gros blocs de Rauracien; c'est cette brèche qui a été prise par Pfaff pour du Rauracien en place. Vers le haut les éléments de ces dépôts détritiques deviennent de plus en plus fins, en même temps que le Rauracien y est remplacé progressivement par des débris de Hauptrogenstein, en sorte que la partie supérieure de la série est formée de grès calcaires rappelant à première vue les oolithes du Dogger.

Toutes ces couches plongent vers l'E; elles sont coupées, directement au S de la ruine de Rötteln, par une fracture dirigée du NE au SW, mais qui paraît s'incurver assez rapidement de façon à prendre une direction N-S.

Molasse. M. W. SCHMIDLE (109) a étudié d'après une abondante collection de galets la composition de l'unique banc de Nagelfluh, qui subsiste au N du lac de Constance, près d'Ueberlingen, dans la partie supérieure de la Molasse marine. Il a constaté ainsi que les éléments constituants de cette couche se répartissent à peu près de la façon suivante :

	Nombre de galets.	% du poids total.
Grès et poudingues du Flysch	53,6 %	57,6 %
Calcaires jurassiques	5,2 %	7,8 %
Trias et Permien	22,4 %	10 %
Roches granitiques	6,1 %	16,6 %

A côté de ces éléments principaux la Nagelfluh d'Ueberlingen comprend encore des galets de gneiss, de roches amphiboliques ou pyroxéniques variées, de silex riches en microorganismes, de quartzites; elle ne renferme par contre aucun élément provenant du Crétacique des nappes helvétiques, qui n'était évidemment pas encore découvert à cette époque.

Dans une nouvelle notice consacrée à l'âge des **couches à *Helix sylvana***, M. W. KRANZ (107) a reconnu le fait que les marnes à *Helix* du Randen et du Jura tabulaire, qui ont été souvent confondues avec ce niveau, mais qui sont caractérisées surtout par *Tudora Larteti*, *Helix Renevieri*, *H. Randensis*, sont nettement vindoboniennes et par conséquent plus anciennes que les véritables couches à *H. sylvana*, qui, elles, appartiennent au Miocène supérieur.

Discutant ensuite les opinions émises sur les couches à *H. sylvana* par M. Rollier, M. Kranz montre d'une part que celles-ci ne peuvent nullement être parallélisées avec le niveau des calcaires à hydrobyes du bassin de Mayence, d'autre part qu'elles présentent avec les couches oeningiennes du Hegau et de Schaffhouse une telle analogie faunistique, que le synchronisme des deux formations s'impose. Dans un tableau final, l'auteur propose la classification suivante : le Vindobonien débute dans le canton de Schaffhouse par les molasses marines et comprend ensuite les marnes à *Tudora Larteti* du Jura tabulaire et les couches saumâtres de Schaffhouse et de la Basse Bavière; l'Oeningien comprend dans la Basse Bavière et le Pfänder les couches à *H. sylvana*, dont le niveau se retrouve dans le Hegau et la Schwäbische Alb; il se continue en Souabe par les couches du Hochsträss et les couches de Steinheim à *H. sylvestrina*.

M. L. ROLLIER (108) a apporté encore quelques contributions nouvelles à nos connaissances sur le **Tertiaire et le Quaternaire du Jura central**. Dans une notice il précise à nouveau la distinction qu'il est nécessaire d'établir entre les molasses marines du Burdigalien ou Helvétien s. str. et celles du Vindobonien et il donne la liste suivante des espèces dont il a récolté des fossiles dans les marnes vertes vindoboniennes de la Chaux-de-Fonds :

Sparoïdes molassicus Qu.
 » umbonatus Mü.
 Galcocerdo aduncus Ag.
 Oxyrhina plicatilis Ag.
 » hastalis Ag.
 Lamna cuspidata Ag.

Lamna contortidens Ag.
 » dubia Ag.
 » reticula Probst.
 Cancellaria umbilicaris Broc.
 Natica burdigalensis May. Eym.
 Scalaria lamellosa Broc.

Scalaria pumicea Broc.	Capsa lacunosa Chemn.
» altilamella May. Eym.	Eastonia rugosa Chemn.
Turritella turris Bast.	Pholas rugosa Broc.
» Doublieri Math.	Venus umbonaria Lam.
Ostrea tegulata Mü.	Tapes vetulus Bast.
Ostrea galloprovincialis Math.	Cardium burdigalinum Lam.
» Doublieri Math.	» multicoatum Broc.
Anomia ephippium Lin.	» Jouanetti Bast.
Pecten Hermannseni Dunk.	Balanus tintinabulum L.
» scabriusculus Math.	Schizaster Scillae Ag.
» pusio Lin.	Psammechinus dubius Ag.

M. Rollier parle ensuite des molasses à galets et à fossiles remaniés du Vindobonien et donne une liste des fossiles albiens remaniés, qui ont été trouvés à ce niveau soit à la Chaux-de-Fonds, soit près du Col des Roches. Il cite en outre un gisement de Grès coquillier existant à Saicourt près de Tavannes et contenant des fossiles remaniés de l'Hauterivien et de l'Albien et il appuie sur une série d'observations l'idée d'une grande extension vers le N du Néocomien et de l'Albien lors des premières transgressions miocènes. Dans les marnes rouges du Vindobonien supérieur ce sont les galets d'Hauterivien et de Valangien qui prédominent de beaucoup, puis dans un poudingue caractéristique qui apparaît au sommet de ces marnes et qui est connu sous le nom de conglomérat praliné on trouve déjà, à côté des galets infracrétaciques, un nombre important de galets suprajurassiques. Enfin dans la gompholite proprement dite du synclinal de la Chaux-de-Fonds et du Locle, que M. Rollier attribue au Miocène supérieur, directement sous-jacent à l'Oeningien, on rencontre surtout des débris, mal arrondis et en partie de grandes dimensions, de Malm supérieur. La composition des niveaux successifs de conglomérats miocènes montre ainsi clairement la destruction progressive des étages du Crétacique moyen et inférieur en commençant par les plus élevés. Pourtant rien ne permet d'admettre des mouvements tectoniques importants survenus dans le Jura avant le dépôt de la Molasse, comme le suppose M. J. Favre; au contraire, tout prouve la grande extension qu'ont prise les marnes vindoboniennes et le calcaire oeningien, qui n'ont pu se déposer que sur des surfaces presque planes.

Dans l'Oeningien on voit s'intercaler aussi des conglomérats, qui sont particulièrement bien développés aux environs de Tramelan et sont formés surtout d'éléments suprajurassiques.

M. Rollier sépare des conglomérats du niveau des marnes

rouges, avec lesquels elle avait été confondue sur la carte des environs du Locle qu'il a publiée avec M. J. Favre, une gompholite qui possède la même composition que ces dépôts, mais s'en distingue par sa beaucoup plus grande épaisseur, sa stratification torrentielle et surtout par le fait qu'elle recouvre en position presque horizontale les couches redressées presque verticalement du Malm et du Tertiaire. Cette formation, qui est particulièrement développée à la Combe-Bichon et au Bois-Jean-Droz appartient probablement au Pléistocène ancien.

Passant aux formations certainement quaternaires, M. Rollier décrit quelques lambeaux de moraines locales wurmiennes; il s'étend surtout sur les alluvions de la vallée du Doubs, qu'il considère comme postglaciaires et cite les moraines wurmiennes de Pierre-Pertuis, qui recouvrent des sables fluvio-glaciaires peut-être rissiens. A propos des dépôts de la glaciation principale, il insiste particulièrement sur les fréquents remaniements qu'ont subis ces formations du fait des glaciers locaux wurmiens.

Dans un court chapitre, M. Rollier signale la découverte faite au sommet du Raimeux, de petits galets de quartzites vindéliens, qui lui paraissent représenter des relictés des conglomérats vindoboniens. Enfin il consacre quelques pages à réfuter l'hypothèse d'un ancien cours du Doubs passant dans le Val de Delémont; il considère au contraire le coude de Sainte-Ursanne comme un trait primordial de ce cours d'eau, déterminé par la tectonique générale de la région; il s'oppose d'autre part à l'idée d'un recul progressif du Saut du Doubs qui, comme l'a montré M. Schardt, a été déterminé par un éboulement.

QUATERNAIRE

Morphogénie et Morphologie quaternaires. — J'ai cité dans la Revue pour 1911 diverses publications de M. A. LUDWIG, traitant de l'origine des vallées alpines. Le même auteur a consacré en 1912 une nouvelle notice à ce même sujet (123).

Dès le début de son article, M. Ludwig cherche à établir l'impossibilité d'une érosion glaciaire sur le fait de la conservation dans le fond des vallées des formations interglaciaires. Considérant ainsi les vallées alpines comme creusées exclusivement par les cours d'eau, il reconnaît que l'érosion fluviale n'a pas pu créer les vallées immensément larges qu'on suppose, en raccordant avec un même thalweg les tronçons

de terrasses qui subsistent sur les versants opposés. Il reprend donc l'idée qu'il soutenait en 1911, d'après laquelle le réseau hydrographique, d'abord formé d'un grand nombre de vallées parallèles, s'est simplifié peu à peu par la fusion de deux ou trois de ces vallées en une seule, les crêtes de séparation ayant été détruites par l'érosion à la seule exception des « Inselberge ». Il attribue dans ce travail de fusion une action prépondérante à l'érosion latérale.

Dans un second chapitre, M. Ludwig cherche à suivre l'action de l'érosion par les eaux dans sa phase initiale et il cite comme premières formes créées par le travail des eaux, celles qu'on observe par exemple dans les paysages drumliniques, car pour lui les drumlins ont été modelés par des eaux courantes superficielles dans un paysage morainique sans aucune intervention glaciaire. Il cite des formes semblables dans des sols divers, y compris les sols rocheux.

Passant à la question des gradins, l'auteur développe l'idée que ces gradins peuvent fort bien avoir été créés par l'action seule des cours d'eau, sous l'influence soit de la dureté inégale des roches, soit d'un accroissement brusque dans le débit du cours d'eau en relation avec une confluence. Il explique de même les vallées suspendues par l'énergie érosive beaucoup moindre de certains affluents, relativement aux cours d'eau principaux. Si les gradins sont plus fréquents dans les vallées occupées par les glaciers pléistocènes qu'ailleurs, c'est que l'érosion torrentielle y a été arrêtée presque complètement pendant l'occupation par les glaciers et n'a pas pu, à cause de ce retard, aboutir à un profil longitudinal régularisé.

Dans un dernier chapitre, M. Ludwig traite de la question des lacs subalpins, qu'il considère comme occupant des vallées fluviales déformées tectoniquement par un soulèvement du plateau molassique et du Jura. Ce soulèvement lui paraît démontré par le fait que de nombreux cours d'eau du plateau suisse ont leur lit creusé dans la molasse. Quant à l'absence de lacs dans les vallées restées constamment libres de glaces, elle peut s'expliquer par le fait qu'ici les lacs ont été rapidement comblés par les alluvions fluviales, tandis que les glaciers pléistocènes ont protégé les bassins qu'ils couvraient contre un alluvionnement et un comblement aussi rapides.

M. E. DE MARTONNE a continué de son côté à étudier la question de la **morphologie des vallées alpines** et de la part prise par l'érosion glaciaire dans la genèse de cette morphologie. Récemment, à la suite de nouvelles observations faites

dans les Alpes du Dauphiné, il a publié sur ce sujet une notice qui mérite d'être signalée ici (124).

M. de Martonne commence par rappeler que les formes des vallées alpines, découlant d'une action alternative des eaux courantes et des glaciers, doivent nécessairement être complexes, que, d'autre part, les glaciers n'ont souvent fait qu'exagérer les inégalités des profils longitudinaux créés par l'érosion torrentielle. Il aborde ensuite la question des niveaux d'érosion successifs, dont on retrouve les traces sur les flancs des vallées et montre que, si les études faites sur ce sujet ont donné des résultats si disparates, cela tient à ce que la méthode suivie dans ces études a été presque toujours insuffisante. Pour arriver dans ce domaine à un résultat satisfaisant, il faut établir un grand nombre de profils transversaux d'après les cartes, puis les vérifier scrupuleusement sur le terrain, pour déterminer le sens exact des replats constatés; il faut ensuite tenir compte dans l'établissement des raccords entre les replats de la distance de chacun de ceux-ci à l'axe de la vallée; seulement alors on peut reconstituer des profils en long d'anciens thalwegs approximativement exacts.

Ce travail a été effectué par M. de Martonne pour la Maurienne et le Grésivaudan et a montré l'existence dans ces vallées de huit anciens thalwegs, dont les plus élevés se perdent vers l'amont, les plus bas vers l'aval. Les thalwegs supérieurs (de cinq à huit) sont préglaciaires et caractérisés par les formes régulières de leurs profils en long; les thalwegs inférieurs, glaciaires, ont au contraire des profils en long très irréguliers avec des contrepentes accusées, qui sont évidemment dues à une action glaciaire. Ces faits parlent en faveur de l'idée que les glaciers ont occupé des vallées en stade juvénile avec des ruptures de pentes et des étranglements et ont formé entre ceux-ci des bassins surcreusés. Le creusement des vallées a comporté dès lors des alternatives d'érosion fluviale et glaciaire, l'action des cours d'eau consistant dans le creusement d'un V au milieu de l'ancien thalweg en supprimant les contrepentes, l'action des glaciers tendant à élargir le V en U et à accentuer les inégalités du profil longitudinal.

M. de Martonne est arrivé à reconstituer les profils en long non seulement des thalwegs glaciaires, mais aussi des thalwegs interglaciaires et a reconnu ainsi que ces profils convergent vers l'aval, qu'ils sont d'autant plus réguliers qu'ils sont plus jeunes et que l'écart qui les sépare diminue

de haut en bas. Ces faits prouvent que l'érosion fluviale, principal facteur de creusement, a été stimulée par un exhaussement de la région des sources. Lorsque le profil d'équilibre a été établi, l'approfondissement n'a pu se continuer que par l'action exclusive des glaciers, la phase de *surcreusement vrai* a commencé, pendant laquelle se sont formés les bassins des lacs subalpins. Pour toute la partie inférieure des vallées le profil d'équilibre paraît avoir été atteint déjà à l'époque interglaciaire Mindel-Riss.

Parlant de l'épaisseur des glaciers aux différentes périodes glaciaires, M. de Martonne fait une critique des limites admises généralement entre l'erratique rissien et wurmien, qui lui paraissent sujettes à caution. Enfin dans un dernier chapitre il revient sur la question des mouvements qui ont affecté les Alpes entre la fin du Pliocène et le début des temps glaciaires; il constate que les dépôts subalpins du Pliocène moyen, formés d'éléments fins, correspondent à une phase d'érosion ralentie et par suite à un relief alpin en stade de maturité avancée, tandis que pendant le début du Pléistocène l'érosion a repris une nouvelle vigueur, due évidemment à un exhaussement; d'autre part, en étudiant le niveau des alluvions anciennes de la bordure des Alpes françaises, on peut observer de nombreuses anomalies de pentes, qui ne s'expliquent bien que par des mouvements tectoniques.

M. H. VON STAFF (131) a posé à nouveau dans une notice de quatre-vingts pages la question de la **topographie préglaciaire dans les Alpes occidentales**.

Dans un premier chapitre il insiste particulièrement sur la constance d'altitude que présentent les sommets dans chaque région des Alpes et il cherche à démontrer que cette constance d'altitude ne peut s'expliquer d'une façon satisfaisante que si l'on admet qu'elle est un reste d'un état antérieur, dans lequel l'ensemble de la région avait été à peu près ramené à un même niveau de dénudation, et formait par conséquent une pénélaine.

Choisissant divers exemples l'auteur commence par examiner le bassin de la Dranse de Bagnes, où il constate que l'altitude des sommets est remarquablement indépendante de la dureté de leurs éléments constitutants, tandis qu'elle dépend d'une façon prépondérante de la distance aux grandes lignes de séparation des eaux. Il en conclut que ces sommets marquent pour ainsi dire le niveau d'une ancienne surface, dont les inégalités dues à l'érosion sélective avaient été nivelées déjà par une longue phase de dénudation, tandis que

son axe d'élévation maximale et l'inclinaison de ses deux versants opposés se révèlent encore à nous dans la répartition actuelle des altitudes.

Dans le massif du Mont Blanc M. von Staff voit une ancienne zone d'altitude maximale, très largement bombée, qui se continuait dans la direction du Mont Velan et dont la surface unie n'était dominée encore au début de l'époque glaciaire que par quelques sommets. A la suite d'une importante surrection, cette région a été soumise à une nouvelle phase d'érosion, pendant laquelle se sont creusés la vallée de Chamonix et les deux Vals Ferret.

Dans le bassin de la Viège l'auteur retrouve une ancienne zone d'altitude maximale suivant la ligne des grands sommets du Cervin, du Breithorn et du Mont Rose. De cette ligne vers le N le plan tangent aux sommets présente tout à fait la même allure générale à l'E et à l'W de la grande coupure de la vallée de Zermatt, malgré le caractère lithologique tout différent des deux régions. Ce plan tangent correspond à l'ancienne pénéplaine préglaciaire, qui s'étendait sur tout le Valais en s'abaissant lentement de la ligne des sommets principaux vers le N.

En faveur de l'existence d'une pénéplaine préglaciaire dans les Alpes valaisannes M. von Staff cite les hauts plateaux qui s'étendent par exemple dans le massif du Mont Rose et dans celui d'Arolla, mais il attache surtout une grande importance à la forme des arêtes, qui s'abaissent lentement des hauts sommets vers le N ou qui conservent des altitudes presque constantes sur de grandes distances.

Examinant ensuite les vallées du Valais, M. von Staff considère comme impossible d'attribuer à une même grande phase d'érosion les vallées transversales, qui coupent indifféremment des zones très diverses, et les vallées longitudinales, qui suivent au contraire des zones tectoniques et lithologiques. Pour lui les vallées transversales se sont creusées les premières dans une surface antérieurement nivelée, tandis que les vallées longitudinales, subséquentes, sont nées plus tard à la suite d'un soulèvement d'ensemble de la région et se sont étendues progressivement par érosion régressive, en décapitant les cours d'eau transversaux. Dans la région du massif d'Arolla les conditions ont été compliquées par le fait que l'abrasion n'était pas accomplie au moment de la reprise de l'érosion et qu'il y subsistait d'anciennes vallées subséquentes, en particulier celle de la Valpeline; d'autre part la Dranse de Mauvoisin s'enfonça rapidement dans le milieu peu

résistant des Schistes lustrés, en sorte qu'ici c'est la Dranse, cours d'eau transversal, mais subséquent, qui a capté d'anciens tributaires de la Valpeline, en particulier celui d'Otemma. Le mouvement de surrection qui a déterminé la reprise de l'érosion a été certainement préglaciaire et a dû se continuer jusqu'à une époque rapprochée de la première glaciation.

M. von Staff reprend aussi, en faveur de son hypothèse d'une pénéplaine préglaciaire, l'argument des sommets synclinaux qu'il ne peut se représenter qu'en supposant, avec Voltz, Davis et d'autres, une phase de dénudation et d'abrasion, suivie par une reprise de l'érosion torrentielle. En relation avec les sommets synclinaux il considère les répartitions des altitudes le long des lignes culminantes, d'une part dans le territoire de la nappe gneissique de la Dent Blanche, d'autre part dans celui des Préalpes. Dans les deux cas il s'agit de nappes incurvées synclinalement et découpées périphériquement par des érosions subséquentes. Dans les deux cas les lignes de faîtes ont des altitudes qui ne dépendent que pour une part peu importante des conditions tectoniques ou lithologiques. Ici encore l'explication la plus probable réside dans l'hypothèse d'une ancienne pénéplaine, mais pour interpréter certaines anomalies M. von Staff est porté à admettre plusieurs phases d'abrasion s'étant succédées à grands intervalles et ayant été séparées par des reprises de mouvements orogéniques.

En résumé M. von Staff admet que les régions alpines, après avoir été soumises aux gigantesques efforts orogéniques qu'on connaît, ont été nivelées en une pénéplaine, puis que des mouvements épéïrogéniques se sont manifestés, créant un bombement principal dans la zone des grands sommets des Alpes pennines et des bombements secondaires suivant diverses lignes. La forme de cette pénéplaine ainsi modifiée nous serait encore révélée actuellement d'une façon approximative par la tangente aux sommets.

Ainsi, conclut M. von Staff, dans le Valais, soit les directions des vallées, soit l'altitude des lignes de faîtes et des sommets n'ont été déterminées ni par la distribution des roches dures ou tendres, ni par les formes structurelles, elles ne dépendent pas du cycle d'érosion actuel; elles ne s'expliquent que par l'hypothèse de la préexistence d'une pénéplaine, qui a été soulevée avant la période glaciaire et soumise ainsi à une nouvelle phase d'érosion. L'abrasion de cette pénéplaine n'a pu s'effectuer que pendant la durée qui

a séparé les dernières grandes poussées alpines de la période glaciaire. Les soulèvements qui ont suivi ont impliqué des déformations de la pénéplaine, dans lesquelles la tectonique générale de la région est intervenue.

Pour confirmer cette manière de voir M. von Staff cherche des exemples d'évolution analogues dans diverses régions. Il en trouve un premier dans le Cascade Range, où les restes de la pénéplaine sont manifestes et où la reprise de l'érosion à la suite d'un soulèvement ressort clairement. Il trouve un second exemple dans le Jura, pour lequel il admet, avec M. Brückner, une phase d'abrasion pliocène, suivie d'une seconde phase de dislocation. Ainsi dans les régions alpines comme dans l'avant-pays jusque et y compris le Jura se serait formée pendant la première moitié du Pliocène une vaste pénéplaine; celle-ci aurait été soulevée et disloquée une première fois et aurait subi de ce fait une phase d'érosion fluviale, qui serait arrivée à maturité avant la période glaciaire; enfin, après une nouvelle phase de dislocation marquant à peu près la fin du Pliocène, aurait commencé le cycle d'érosion actuel avec des alternatives d'actions fluviales et glaciaires.

M. von Staff trouve en outre, soit dans les observations de M. Heim dans les Alpes glaronnaises, soit dans celles de M. Lugeon dans le massif des Bauges et de la région du Grésivaudan, une série d'arguments en faveur de son hypothèse de pénéplaine alpine préglaciaire, qu'il croit donc pouvoir étendre à l'ensemble des Alpes centrales du Dauphiné au Rhin. A l'E de ce fleuve les restes de cette pénéplaine sont encore conservés en de vastes plateaux situés à des niveaux réguliers et, vers le N comme vers le S, on voit se superposer à cette ancienne surface d'abrasion des conglomérats néogènes, qui sont élevés jusqu'à plus de 2000 m.

Dans la dernière partie de sa brochure M. von Staff expose l'évolution qu'a dû subir la pénéplaine alpine depuis son soulèvement pliocène jusqu'à nos jours. Il admet qu'avant le début de la première période glaciaire, le creusement des vallées était déjà suffisamment avancé pour que le réseau hydrographique eût non seulement déjà acquis à peu près son plan général actuel, mais qu'il eût atteint un stade voisin de la maturité. A ce moment là pourtant la profondeur des vallées était beaucoup moindre que de nos jours et une nouvelle phase de creusement a été introduite, probablement au début des temps pléistocènes, par une nouvelle phase de soulèvements épéirogéniques; il est même possible que ces mouve-

ments pléistocènes se soient répartis sur plusieurs phases. Quoi qu'il en soit, ce sont eux qui ont réglé l'érosion glaciaire, interglaciaire et postglaciaire.

A ce propos M. von Staff fait une critique des idées émises sur ce sujet par MM. Hess, Brückner et Nussbaum.

M. F. NUSSBAUM (127) a publié un aperçu géographique de la **région molassique du canton de Berne** et des régions avoisinantes des cantons de Lucerne, Soleure, Fribourg et Vaud ; il a traité dans cette brochure le caractère géophysique et géologique de ces territoires, pour faire ressortir l'influence qu'ont exercée ces facteurs sur la répartition des populations et sur l'économie générale du pays.

L'auteur montre le rôle qu'ont joué les trois zones anticlinales de la région molassique, qui, par érosion de la Molasse marine, sont devenues d'abord des zones d'affleurement des roches tendres de la Molasse d'eau douce inférieure, puis, par ce fait même, des zones de dépressions, tandis que les territoires intermédiaires sont restés en saillie.

C'est ainsi qu'on peut distinguer d'abord une zone de dépressions subalpines, qui se suit de Vevey par Bulle et Thouné jusqu'à Lucerne et qui est utilisée en particulier par la Veveyse, l'Ilfis et la petite Emme.

On rencontre ensuite une première zone de hauteurs, qui s'étend par le Gibloux jusqu'au Napf, et qui correspond à un large synclinal molassique. Cette région, dont le réseau hydrographique possède un caractère général de maturité, comporte par contre divers tronçons de vallées, dont la jeunesse est évidente et qui doivent s'expliquer par des changements de cours d'eau survenus après la dernière grande glaciation. En outre le territoire de cette zone qui s'étend à l'W de la Singine porte la trace d'une vigoureuse érosion glaciaire et la grande coupure transversale Gürbe-Aar, ainsi que les hauteurs qui la séparent du bassin de l'Emme doivent essentiellement leur configuration actuelle à l'intervention du glacier de l'Aar et de ses affluents pendant les deux dernières glaciations. Dans le bassin supérieur de l'Emme trois systèmes de terrasses sont développés, l'un supérieur, mindélien, ne comprenant que des terrasses d'érosion, les deux autres, rissien et wurmien, représentés par des terrasses d'alluvions.

Au N de cette zone de hauteurs se creuse la zone de dépressions Chexbres-Romont-Fribourg-Berne-Langenthal, qui suit une zone anticlinale de molasse inférieure. Ce territoire a été profondément modifié par les actions glaciaires, com-

portant d'une part une érosion étendue, de l'autre d'énormes accumulations morainiques ; son régime hydrographique a passé par des transformations successives, dues alternativement aux barrages glaciaires et au retrait des glaciers. Entre cette dépression médiane et la dépression sub-jurassienne s'élève la chaîne de hauteurs qui s'étend du Jorat au Bucheggberg, au S de Soleure. Ce territoire est divisé en cinq tronçons par quatre coupures de vallées, celles de la Broye, de l'Arbogne, de l'Aar et du Lyssbach, qui ont passé par une évolution très complexe. La vallée de l'Arbogne correspond très probablement à un ancien cours de la Sarine, tandis que la Singine devait s'écouler par la vallée actuelle du Biberenbach. Quant à la vallée actuelle de l'Aar, elle n'a pris sa forme définitive qu'après le retrait wurmien ; auparavant l'Aar a utilisé soit la dépression de l'Urtenen, soit la grande vallée du Lissbach, qui date en tout cas d'avant la dernière glaciation et qui a été surcreusée pendant cette dernière.

Enfin la dépression subjurassienne doit son caractère particulier 1° à l'accumulation énorme de moraines qu'a édifiée le glacier du Rhône en aval de Soleure, 2° au surcreusement intense qui a déterminé la formation entre Soleure et le Mormont d'un vaste bassin lacustre, 3° aux apports considérables d'alluvions qu'ont effectués l'Aar et la Broye soit avant, soit après la dernière glaciation.

En terminant l'auteur expose les causes géographiques, qui ont favorisé le développement des villes de la région considérée, en particulier de Berne.

Dans une brève notice M. BIERMANN (113) a décrit un tronçon épigénétique, qui s'est développé dans le bas de la **vallée de Tourtemagne** à la suite d'un barrage morainique, ainsi que le tracé d'une gorge interglaciaire obstruée, qu'il a reconnue dans la même vallée.

Formations pléistocènes. — M. R. FREI (115) a terminé en 1912 la publication d'une monographie du **Deckenschotter de la Suisse**, fruit de longues recherches.

Après un court exposé historique l'auteur aborde l'étude de la répartition de ces dépôts pléistocènes anciens, en commençant par une région centrale, les environs d'Eglisau. C'est ainsi qu'il décrit le Deckenschotter ancien de l'Irchel, qui repose sur la molasse suivant un plan faiblement incliné vers le N et légèrement ondulé, entre 670 et 640 m. d'altitude, puis le Deckenschotter inférieur, qui est développé vers l'W au Rheinsberg, au Hiltenberg et au Laubberg et dont la

base se trouve entre 515 et 540 m. La surface sur laquelle s'appuie cette dernière formation comporte des inégalités assez marquées, qui ne sont du reste nullement dues à des dislocations postérieures, comme l'a admis M. Penck pour certaines d'entre elles, mais à des érosions antérieures. D'autre part M. Frei a pu se convaincre que les conglomérats de Burgacker et du Weissengraben, considérés par M. Hug comme du Deckenschotter inférieur, appartiennent en réalité à la Haute Terrasse.

M. Frei a repris ensuite l'étude détaillée du Deckenschotter des environs de Kaiserstuhl, qui est particulièrement développé à l'E de Weiach sur l'Empberg, entre Weiach et le Fisital, puis le long du versant occidental du Fisital depuis la région de Bachs jusque près de Fisibach, enfin plus à l'E au-dessus de Mellikon. Ces dépôts appartiennent pour la plus grande partie au Deckenschotter inférieur; ils reposent sur la Molasse suivant un plan, qui est incliné d'une façon générale vers le NW, mais qui comporte de nombreuses inégalités dues à une érosion antérieure et tout à fait indépendantes de toute dislocation. Le Deckenschotter supérieur est limité au Hagggenberg et au Stadlerberg, où sa base se trouve à une altitude de 580-620 m. et surtout aux hauteurs qui encadrent la haute vallée de Siglisdorf et ont leur point culminant à Egghof. Ces formations présentent un intérêt très spécial, d'abord parce que vers le S elles sont en relation avec des moraines indubitables, ensuite parce que leur surface est nettement terrassée en trois niveaux, qui se succèdent du SE au NW à 670-680 m., 630-640 m. et 600-610 m., enfin et surtout parce qu'elles reposent sur la molasse suivant une surface ondulée, dans laquelle l'auteur a reconnu la trace d'une ancienne vallée, suivant à peu près le tracé de la vallée de Siglisdorf dans sa partie supérieure et se prolongeant ensuite vers le NW jusqu'à Zurzach.

A ce système de Deckenschotter ancien se rattachent des lambeaux, qui apparaissent sur les deux versants de la vallée du Rhin jusqu'à Zurzach à des niveaux variant entre 570 et 520 m.

Dans la région de Waldshut M. Frei signale les alluvions qui se développent sur l'Aarberg et plus au N entre 400 et 470 m. et qui appartiennent au Deckenschotter inférieur; le plan de superposition de ces dépôts est nettement incliné vers la vallée du Rhin et la disposition des galets y indique des courants dirigés en général vers l'W.

Plus à l'W, au sud de Birkingen, entre 450 et 500 m. ap-

paraissent d'autres alluvions plus anciennes et appartenant au Deckenschotter ancien, tandis que le niveau du Deckenschotter inférieur se continue par Schadenbirndorf, passe au S de Buch et de Schachen, au N de Hausenstein et de Klein-Laufenburg. La surface de ces formations s'abaisse progressivement de 460 m. vers Birnsdorf à 430-440 m. au nord de Laufenburg.

Dans le domaine du Klettgau M. Frei attribue à la Haute Terrasse tout l'ensemble des alluvions qui sont développées dans la région de la Wutach inférieure entre 370 et 420 m.; comme lambeaux de Deckenschotter inférieur il reconnaît les alluvions qui existent au SE de Schwerzen entre 440 et 500 m. et celles qui se trouvent au SW de Neunkirch entre 470 et 520 m. Le Deckenschotter ancien n'est représenté dans cette région que par un petit lambeau au Bohnenberg au NW de Neuhausen au niveau de 575 m.

Aux abords de la vallée inférieure de l'Aar M. Frei attribue au Deckenschotter ancien d'abord un lambeau d'alluvions qui existe au S de Leibstadt, dans la Brühlhalde, puis un autre situé au N de Mandach, qui sont compris entre 470 et 530 m. Les alluvions de la Brühlhalde sont couvertes par places par des graviers plus récents, stratifiés en couches obliques, qui sont contemporains de la glaciation de Riss. Quant au Deckenschotter inférieur, il prend une extension plus grande; il est surtout bien développé entre Mandach Lenggen et Hettenschwil entre 420 et 470 m. Plus en amont c'est le même système d'alluvions qui couronne le Bruggerberg; c'est lui encore qu'on retrouve à l'E de l'Aar au-dessus de Würenlingen. Dans cette dernière région M. Frei a pu de nouveau constater comment le Deckenschotter s'appuie sur une surface d'érosion comportant une véritable vallée interglaciaire.

En terminant ce chapitre M. Frei décrit le Deckenschotter du bassin inférieur de la Limmat. Le Deckenschotter supérieur est surtout développé au Siggenberg entre la Limmat et la Surb, où sa base s'abaisse rapidement de 600 m. au SE à 550 m. au NW, et au Heitersberg entre Limmat et Reuss, où son plan de superposition s'abaisse vers l'E; il se retrouve vers l'extrémité orientale de la Lägern au S de Regensberg entre 600 et 680 m. Le Deckenschotter inférieur n'apparaît que localement d'abord sur l'éperon qui sépare la Reuss de la Limmat à l'E de Windisch (480-520 m.), puis au SW de Baden et près de Wettingen. Dans la région de la Lägern et du Siggenberg le Deckenschotter supérieur com-

porte un mélange irrégulier de matériaux de dimensions très diverses qui indiquent le voisinage des moraines de la première glaciation, sans que celles-ci aient été du reste constatées directement nulle part.

Dans le chapitre suivant M. Frei décrit les alluvions anciennes comprises entre le lac de Zurich et la Reuss, d'abord les dépôts bien connus de l'Utliberg et de l'Albis, puis ceux de la région de la Lorze et de la Sihl, qui ont été interprétés de façons si différentes par MM. Heim, Aeppli et Gorgarten d'une part, par M. Brückner de l'autre. Il a repris en détail l'étude des formations quaternaires dans cette dernière région et y a constaté des complications qui avaient échappé aux auteurs précédents. Dans le ravin de la Lorze les formations que M. Aeppli attribuait au Deckenschotter comprennent en réalité des alternances répétées et irrégulières d'alluvions et de moraine de fond; il en est de même pour les alluvions voisines du Höllbach, que M. Aeppli considérait comme Haute Terrasse, et des alluvions de la Wildenburg. D'autre part il n'est pas possible de distinguer dans la coupure de la Lorze trois systèmes d'alluvions, dont l'accumulation a été séparée par des phases d'érosion. Il y a ici un seul grand système fluvioglaciaire, qui, vers le N, s'appuie directement sur la Molasse au niveau de 580 m. environ, qui se continue sans aucune interruption jusque dans la région d'Allenwinden et dont la surface reste constamment à 650-660 m. Ce complexe est partout caractérisé par l'alternance répétée de moraines et d'alluvions.

Au-dessus de ce niveau apparaissent les alluvions de la Baarburg et du Josefsgütsch, dont la base est à environ 650 m. et qui sont plus anciennes que celles de la Lorze, tout en étant plus jeunes, soit d'après leur altitude, soit d'après leur degré de décomposition et la nature de leurs éléments constituants, que le Deckenschotter de l'Utliberg-Albis.

Dans la vallée de la Sihl M. Frei a étudié les alluvions qui se développent en amont de Sihlbrugg. Ces dépôts reposent sur la Molasse suivant un plan incliné au SE et ils correspondent manifestement à des courants dirigés dans la même direction. Le complexe des alluvions est divisé en deux niveaux par une zone de moraine de fond; en outre, vers l'amont, la base des alluvions est formée par de la moraine. L'auteur considère du reste l'ensemble de ces dépôts comme correspondant à une seule phase d'accumulation et ne croit donc pas pouvoir les attribuer, comme l'a fait M. Aeppli, en partie à la première glaciation, en partie à la dernière; il rec-

tifie en outre sur divers points les données fournies par M. Aeppli sur l'altitude du plan de superposition des formations pléistocènes sur la Molasse.

Après avoir fourni quelques renseignements sur les alluvions des environs de Wädenswil, M. Frei aborde la question de l'âge des dépôts considérés entre Lorze et Sihl. Il fait une critique serrée de la manière de voir de M. Aeppli, d'après laquelle dans la région de la Lorze et de la Sihl se trouveraient des restes étendus de Deckenschotter se reliant vers l'aval avec ceux de l'Albis suivant un plan dont l'inclinaison inverse vers l'amont serait due à une dislocation. Il fait remarquer que les alluvions de la Lorze et de la Sihl sont notablement plus riches en galets de sernifite que cela n'est le cas pour le Deckenschotter ; il constate l'in vraisemblance d'une conservation du Deckenschotter sur une surface aussi étendue que celle des alluvions de la Lorze et de la Sihl et dans une région aussi rapprochée des Alpes ; ensuite et surtout il combat la notion d'un affaissement tectonique du Deckenschotter en amont de l'Albis. Pour lui l'inclinaison vers le S du plan de superposition des alluvions sur la Molasse dans les tranchées de la Sihl et de la Lorze n'a nullement une origine tectonique, car une inclinaison concordante ne se retrouve ni dans la stratification ni dans la forme superficielle des alluvions ; elle est due à des formes créées par l'érosion sur la surface de la molasse avant le dépôt du Quaternaire ; les alluvions de la Baarburg et du Josefsgütsch, qui sont même nettement inclinées au N, excluent toute possibilité d'une inclinaison inverse d'origine tectonique dans cette région. Enfin M. Frei invoque encore contre l'assimilation des alluvions de la Lorze au Deckenschotter leur altération peu avancée et le fait qu'elles ne sont séparées des moraines de la dernière glaciation par aucune limite tranchée ; il explique la cimentation avancée et surtout la fréquence des cailloux creux dans ces dépôts par la circulation particulièrement abondante d'eau qui y intervient et il admet qu'il s'agit ici d'alluvions en tout cas plus jeunes que la seconde période interglaciaire.

Cherchant ensuite à préciser la chronologie des dépôts quaternaires qui couvrent le plateau entre Sihl et Lorze, M. Frei établit d'abord que les abondantes formations morainiques, qui donnent à ce plateau sa physionomie si caractéristique, ne peuvent par la fraîcheur de leurs formes, par leur altération chimique presque nulle et par une altitude inférieure à celle des moraines latérales de la glaciation princi-

pale, appartenir qu'à la dernière glaciation. Il montre ensuite que ces moraines recouvrent les alluvions de la Lorze et de la Sihl suivant une surface irrégulière, nettement érodée et que d'autre part les alluvions de la Lorze et de la Sihl devaient être déjà partiellement cimentées avant le dépôt des moraines sus-jacentes ; de la sorte ces alluvions ne peuvent pas appartenir à la dernière glaciation. D'autre part, M. Frei montre que les alluvions de la Lorze et de la Sihl remplissent des tranchées d'érosion profondément creusées dans le niveau plus élevé des alluvions de la Baarburg, du Josefsgütsch et de Ober Kellenholz, en sorte qu'il faut admettre entre le dépôt de ces deux systèmes d'alluvions une longue phase d'érosion interglaciaire. Or les alluvions de la Baarburg ne peuvent pas être du Deckenschotter ; il faut donc supposer avec M. Mühlberg entre la seconde et la dernière glaciation deux glaciations distinctes, l'une correspondant à l'époque d'accumulation de la Haute Terrasse, l'autre à l'époque d'extension maximale des glaciers, et, entre elles, une longue phase d'érosion interglaciaire.

M. Frei a été amené à étudier en détail les formations de la dernière glaciation du plateau de Menzingen et du versant descendant vers Zoug et Baar ; il a pu établir diverses phases dans le retrait de la dernière glaciation et montrer entre autres comment le territoire entre Sihl et Lorze, recouvert d'abord par le glacier de la Linth, a été ensuite partiellement abandonné par celui-ci et couvert par le glacier de la Reuss. Grâce à ce fait, il s'est développé à l'E de la Lorze et dans la région de Neuheim des moraines de composition mixte. D'autre part l'auteur a décrit des alluvions déposées dans des lacs de barrage sur le flanc du glacier de la Reuss pendant la dernière glaciation au SE, à l'E et au N de Baar entre 480 et 540 m. ; il cite entre autres l'ancien delta de Blickenstorf au NW de Baar, que M. Brückner classe dans les dépôts interglaciaires riss-wurmiens, mais qui paraît appartenir à la phase de retrait de la dernière glaciation. Il signale enfin dans les environs du lac d'Aegeri, entre 1050 et 1150 m. d'altitude, divers gisements de graviers présentant un caractère de passage aux moraines et relativement peu altérés, qui paraissent dater de la période de l'avant-dernière glaciation.

En se basant sur l'ensemble de ses observations, M. Frei refait l'historique de l'évolution subie pendant les temps pléistocènes par la région des hauteurs de Menzingen ; il montre qu'au début une dépression longitudinale a dû exister entre le Hoherhonen et l'Albis, reliant la dépression de Sempach-

Rothkreuz à celle de Rapperschwil, puis que cette dépression a été couverte d'énormes accumulations détritiques grâce au fait qu'elle se trouvait située entre les glaciers de la Linth et de la Reuss. Ces accumulations se sont concentrées essentiellement sur les trois dernières glaciations, entre lesquelles l'érosion a retravaillé les dépôts précédemment formés et a creusé dans leur masse de profondes tranchées. Les oscillations des deux glaciers de la Linth et de la Reuss, déterminées par des conditions d'alimentation très différentes, n'ont souvent pas coïncidé, la limite entre les deux glaciers a beaucoup varié, et, pendant les phases de retrait, le régime des eaux de fusion a subi de multiples modifications, qui ont créé de nombreuses irrégularités.

M. Frei consacre un chapitre à la description du Deckenschotter du NE de la Suisse et des territoires avoisinants d'Allemagne. Il décrit ainsi les dépôts du Kohlfirst des environs de Schaffhouse; de Thayngen et de Ramsen, de la région au N de Stein et au S du lac d'Ueberlingen, puis des hauteurs entre Rhin et Thur et, finalement, des environs de Saint-Gall et de Bischoffszell. Ces dépôts appartiennent en très grande partie au Deckenschotter inférieur, dont la base, avec quelques irrégularités, s'élève vers l'E, puis vers le SE. Dans la région de Stein, soit au S, soit au N du Rhin, on peut constater la liaison des alluvions du Deckenschotter inférieur avec les moraines de la seconde glaciation. En amont de la ligne Stein-Stammheim les dépôts du Deckenschotter inférieur se retrouvent jusque dans la région de Saint-Gall, mais ils représentent ou bien, en partie, des dépôts correspondant au retrait de la deuxième glaciation, ou bien, en partie, des dépôts formés dans des lacs sur le flanc du glacier.

Le Deckenschotter supérieur n'apparaît que très localement, en particulier au Neuhauserberg au SW de Schaffhouse, puis à l'E de Ramsen et au S de l'extrémité du lac d'Ueberlingen.

Passant ensuite au Deckenschotter de la région de Rheinfelden et de Bâle, M. Frei commence par attribuer au Deckenschotter inférieur les alluvions qui forment terrasse sur la rive droite entre Schwörstadt et Riedmatt à un niveau de 350-370 m.; puis il décrit les alluvions qui se développent sur le versant S au-dessus de Rheinfelden et d'Augst; là les deux niveaux du Deckenschotter sont conservés, l'un ayant sa surface à environ 380 m., l'autre à 420-430 m. Quant aux dépôts des environs même de Bâle l'auteur se rallie aux classifi-

cations proposées en dernier lieu par MM. Penck et Brückner.

Le chapitre suivant est consacré au Deckenschotter conservé à l'W de la Reuss, d'abord aux gisements existant entre l'Aa et la Suhr, que l'auteur décrit surtout d'après les travaux de M. Mühlberg, puis aux dépôts d'âge encore douteux du Bucheggberg, et aux alluvions douteuses aussi des environs de Schüpfen et de Maikirch et du bassin de la Grande Emme. Enfin, M. Frei consacre quelques lignes à la description des alluvions de la Côte et du Bois de la Bâtie, qu'il attribue avec MM. Brückner et Kilian à la période de la dernière glaciation.

Après ces descriptions locales, M. Frei reprend l'étude d'ensemble des caractères généraux du Deckenschotter; il commence par traiter la question de la cimentation des alluvions, qu'il envisage comme un phénomène essentiellement superficiel, ne se prolongeant pas profondément dans les masses d'alluvions. Il parle ensuite des galets creux bien connus du Deckenschotter; après avoir rappelé que ces galets sont toujours dolomitiques, il admet comme explication la plus satisfaisante la suivante: dans les moments où les alluvions sont imprégnées d'eau, celle-ci pénètre jusque dans l'intérieur des galets poreux et y agit comme dissolvant, puis, lorsque les alluvions se dessèchent par évaporation, l'eau ressort en dernier lieu de l'intérieur des galets en emportant avec elle du carbonate de chaux; ainsi s'ouvre un vide qui s'agrandit lentement et si les galets dolomitiques se prêtent presque exclusivement à cette dissolution gagnant du centre à la périphérie, c'est qu'ils sont seuls à la fois suffisamment poreux et solubles pour permettre cette action.

M. Frei cite aussi les divers types de stratification qu'on rencontre dans le Deckenschotter et décrit sommairement le phénomène de la décomposition de ces alluvions.

Dans un important chapitre, l'auteur cherche à définir la composition normale du Deckenschotter, pour laquelle il admet une teneur de 5-10 % de roches cristallines diverses provenant soit du massif de l'Aar, soit du bassin supérieur du Rhin, soit des Nagelfluhs tertiaires, une teneur de 55-65 % de calcaires jurassiques et en petite partie crétaciques, une teneur de 20 % environ de grès ou poudingues variés du Verrucano, du Flysch, de la Molasse et, enfin, une teneur de 10 % de quartz et de silex. Pour arriver à ces données, il a fait un grand nombre de prises de galets dans des régions variées et a ensuite réparti le matériel de chaque prise par affinités pétrographiques; il a pu ainsi établir une série de

tableaux de composition des deux niveaux du Deckenschotter, qu'il est impossible d'analyser ici. Disons seulement que les constatations de M. Frei ont révélé dans la composition de l'un et l'autre de ces niveaux des variations très étendues non seulement d'une région à l'autre, mais d'un point à l'autre d'une même région.

Comparant les alluvions du Deckenschotter avec celles de la Haute Terrasse, M. Frei reconnaît qu'on n'a jusqu'ici trouvé entre ces deux systèmes aucune différence absolue, ni dans l'état de cimentation ou de décomposition, ni dans la composition lithologique; il ne s'agit que de différences relatives qui sont grandement influencées par des causes locales. On peut simplement dire que, d'une façon générale, les alluvions du Deckenschotter sont plus profondément altérées et cimentées, moins riches en éléments cristallins et en Verrucano que celles de la Haute Terrasse; les matériaux y ont aussi été moins bien mêlés, en sorte que les variations dans la composition y sont plus importantes. Quant aux différences existant entre les deux niveaux du Deckenschotter, elles dépendent pour une part importante d'influences locales; d'une façon générale pourtant le Deckenschotter récent est plus riche en roches cristallines (en particulier en roches diabasiques, amphibolites et gneiss), en quartzites et en grès schisteux de la Sernifite et plus pauvre en calcaires.

En se servant des très nombreux repaires d'altitude qu'il a pu faire dans le plan de contact du Deckenschotter ancien avec son soubassement, M. Frei a cherché à reconstituer les formes de la surface préglaciaire; il est arrivé ainsi à montrer que, si cette surface se relève d'une façon générale depuis la région de Coblenz, soit vers le S, soit vers l'E, sa forme est beaucoup moins simple dans le détail qu'on ne l'a admis jusqu'ici et est accidentée par tout un système d'anciennes vallées; ce sont: d'abord une vallée descendant de Schaffhouse, par le Klettgau et Waldshut jusqu'à Bâle, puis les vallées de l'Aar et de la Reuss suivant à peu près le parcours qu'elles suivent encore de nos jours, puis une ancienne vallée de la Limmat, qui de Baden se dirigeait au N pour rejoindre l'Aar vers Dottingen, en suivant à peu près le tracé de la Surb actuelle, puis la vallée de la Thur qui d'Andelfingen à Waldshut suivait la vallée du Rhin actuelle, enfin tout un réseau de petites vallées secondaires. Toutes les eaux qui, à cette époque, confluaient vers Waldshut-Coblenz se dirigeaient vers Bâle et là prenaient, déjà alors, la direction du N. Le niveau des vallées préglaciaires qui près de

Bâle n'était qu'à 110 m. au-dessus de la vallée actuelle, s'élevait plus rapidement vers l'amont que ne le font les thalwegs de notre époque et dans la région de Schaffhouse il y a 200-250 m. de différence entre le niveau du Rhin et celui des vallées préglaciaires.

A ces considérations M. Frei ajoute quelques observations sur les formes de la pénéplaine préglaciaire dans les régions subalpines et sur les thalwegs préglaciaires dans les régions alpines. Il termine son chapitre en traitant la question de la genèse de la pénéplaine préglaciaire et de la nappe d'alluvions qui l'a recouverte. Avec M. Brückner il admet une longue phase d'érosion préglaciaire, ayant déterminé des formes de relief séniles, puis il suppose un soulèvement des Alpes, qui a provoqué une reprise de l'activité des cours d'eau dans les vallées alpines et de l'accumulation sur le plateau molassique et qui a été bientôt suivie de la première glaciation, pendant laquelle la grande masse du Deckenschotter s'est déposée.

M. Frei traite ensuite d'une façon analogue la question du relief et de l'hydrographie qui se sont développés entre l'accumulation du Deckenschotter ancien et celle du Deckenschotter récent. Il admet qu'outre le Rhin, qui coulait probablement encore vers le Danube, trois cours d'eau principaux se dirigeaient de l'E à W; c'étaient d'abord une rivière qui passait au SW du Schienerberg, puis vers Thayngen pour aboutir à Schaffhouse, 2° une rivière qui de Stein suivait à peu près le cours du Rhin actuel jusqu'à Schaffhouse, 3° une rivière qui correspondait à la Thur actuelle. Les eaux des deux premières rivières devaient s'écouler de Schaffhouse par le Klettgau jusqu'à Waldshut, où elles rejoignaient les eaux de la Thur grossies par celles de la Glatt et de la Toess. L'Aar rejoignait alors le Rhin inférieur un peu à l'W de son embouchure actuelle; la Limmat se dirigeait déjà de Baden vers Turgi et le confluent de l'Aar, de la Reuss et de la Limmat était à peu près ce qu'il est actuellement. L'existence de la vallée de la Wyna avant le dépôt du Deckenschotter récent peut être considérée comme démontrée.

Ce chapitre se termine par quelques indications sur le niveau des thalwegs pendant la première période interglaciaire et par quelques considérations sur la reprise de l'érosion pendant cette période; cette reprise due en première ligne au retrait des glaciers, a été accentuée, d'après M. Frei, par les affaissements survenus dans le fossé de la vallée du Rhin en aval de Bâle.

Dans un chapitre spécial M. Frei examine les relations ayant existé entre le Deckenschotter de Suisse et les glaciers des deux premières glaciations; il commence par établir que les restes de ces alluvions conservés jusqu'à nous sont composés pour la très grande partie d'éléments provenant des bassins du Rhin et de la Linth et pour une petite part de matériaux originaires du bassin de la Reuss; ils ne contiennent pas d'éléments, pour lesquels on puisse démontrer qu'ils proviennent du bassin supérieur de l'Aar ou du Valais; ensuite M. Frei reconstitue la surface de la nappe du Deckenschotter ancien et calcule l'épaisseur de l'alluvionnement, qui dans le NE de la Suisse varie entre 60 et 100 m.; il détermine également la profondeur de l'érosion qui a suivi la première glaciation et l'évalue à 135 m. dans la région de Waldshut, 180 m. à l'W de l'Irchel, 170 m. dans la région de Brugg-Baden; il donne pour l'épaisseur des alluvions du Deckenschotter récent quelques chiffres, qui varient très irrégulièrement entre 30 et 110 m.

Quant à l'extension des deux premières glaciations, l'auteur remarque qu'elle ne peut être reconnue avec une certaine précision que pour le grand glacier Rhin-Linth, qui du reste a contribué pour la presque totalité à l'accumulation des restes actuels des deux Deckenschotter. Le passage des alluvions à la moraine se fait pour les deux Deckenschotter à peu près suivant la même ligne, qui s'étend d'abord de l'extrémité du lac d'Ueberlingen par Stein et Stammheim et se retrouve plus à l'W à Glatfelden, Schüpfheim, Schöflisdorf et le Siggemberg au NW de la Lägern. Ce n'est guère qu'entre Limmat et Reuss que le passage aux moraines de la seconde glaciation reste notablement en retrait de cette ligne.

A propos de l'inclinaison des deux niveaux du Deckenschotter vers l'aval, M. Frei fait en particulier ressortir l'influence qu'ont exercée sur l'accumulation du Deckenschotter ancien les inégalités qui existaient sur la surface préglaciaire et qui ont dû déterminer l'écoulement des eaux en un grand nombre de ruisseaux plus ou moins indépendants, possédant pour la plupart une puissance de transport très limitée. Cette dispersion des eaux explique à elle seule l'inclinaison très forte du Deckenschotter et permet de faire abstraction de l'hypothèse de MM. Penck et Brückner, qui supposent un soulèvement tectonique des régions alpines et un redressement des alluvions de la première glaciation. Du reste les observations de M. Frei l'ont amené à contester presque toutes les dislocations admises dans le Deckenschotter par

MM. Penck, Brückner et d'autres auteurs. Les anomalies de niveau citées en faveur de l'hypothèse de dislocations, s'expliquent souvent par une simple intervention des inégalités de la surface préglaciaire due à l'érosion; souvent aussi elles n'existent pas réellement, mais ont été déduites par des comparaisons erronées entre des niveaux non exactement comparables. Des affaissements locaux semblent pourtant s'être produits dans les alluvions citées entre Schwörstadt et Riedmatt et appartenant au Deckenschotter inférieur, ainsi que dans le Deckenschotter ancien qui se trouve à l'E d'Attenschweiler (à l'W de Bâle).

Dans un dernier chapitre M. Frei expose en résumé les diverses idées qui ont été émises sur l'âge du Deckenschotter et les arguments sur lesquels elles sont fondées. Il fait ressortir la nécessité d'admettre entre le dépôt de la Molasse d'eau douce supérieure et celui du Deckenschotter ancien une longue phase de stabilité tectonique et d'érosion, ce qui parlerait contre l'idée d'un âge pliocène. Par contre il insiste sur l'importance que présente la découverte fréquente dans le Deckenschotter ancien du Siggenberg de *Vallonia (Helix) tenuilimbata* Sandb., une espèce qui ne paraît pas exister au-dessus du Pliocène. C'est pourquoi M. Frei est tenté d'admettre que le Deckenschotter ancien serait peut-être encore contemporain du Pliocène supérieur, tandis que le Deckenschotter récent serait certainement quaternaire; du reste il considère la question comme non encore résolue d'une façon certaine.

Le volume de M. Frei se termine par une table de composition d'un grand nombre de gisements de Deckenschotter; il est complété par une carte d'ensemble du Deckenschotter dans le NE de la Suisse, par une carte au 1 : 25 000 de la région de la Lorze et de la Sihl et par une planche de profils pris à travers cette même région, enfin par deux cartes indiquant les formes de surface sur lesquelles se sont déposés le Deckenschotter ancien et le Deckenschotter récent.

M. R. FREI (116) a en second lieu élaboré une nouvelle carte au 1 : 1 000 000 des glaciers des Alpes suisses pendant les deux dernières glaciations. Comparée à la carte d'Alph. Favre, celle-ci en diffère d'abord par le fait que l'auteur y a établi une distinction entre le bassin d'alimentation, comprenant de multiples bras convergents et affluents, et la région d'écoulement et d'expansion, dans laquelle le niveau supérieur de la glace peut se suivre avec précision. D'autre part les extensions très différentes des grands glaciers pendant les

glaciations de Riss et de Würm sont figurées par des teintes différentes, qui permettent une comparaison facile.

Cette carte est accompagnée d'un texte d'une vingtaine de pages, dans lequel M. Frei commence par réunir une série de données concernant le niveau supérieur des glaciers du Rhin, de la Linth, de la Reuss, de l'Aar et du Rhône et sur les surfaces couvertes par ces mêmes glaciers, ainsi que par ceux de l'Adda, du Tessin et de l'Oglio. L'auteur fait ensuite ressortir l'influence exercée par le Jura qui, en barrant le glacier du Rhône, l'a forcé à s'accumuler en une véritable mer de glace, en rejetant vers le NE les glaciers affluents de l'Aar et de la Reuss ; il montre que le rôle de ce barrage a varié considérablement suivant le niveau atteint par la glace et que la réaction sur les glaciers de l'Aar, de la Reuss et même de la Linth a été complètement différente pendant les maxima de Riss et de Würm, ou encore pendant les stades de retrait. C'est ainsi que pendant le maximum rissien le glacier de l'Aar, refoulé par celui du Rhône, a envahi, par le haut Emmenthal et l'Entlebuch, l'aire d'expansion normale du glacier de la Reuss, comme du reste le glacier de la Linth a été rejeté par celui du Rhin dans la vallée de la Reuss.

En terminant, M. Frei examine comparativement les aires d'extension des fronts glaciaires et les limites supérieures des erratiques des deux dernières glaciations et constate ainsi que, si les glaciers de la glaciation principale ont beaucoup dépassé les limites qu'ont atteintes plus tard les glaciers wurmiens, par contre leur niveau supérieur dans les vallées alpines n'a pas été beaucoup plus élevé que pendant la dernière glaciation. Il en conclut que la grande extension des glaciers rissiens a été due à un abaissement de la limite des neiges persistantes, qui est descendue au-dessous de la surface d'une grande partie des glaciers, augmentant ainsi considérablement l'aire d'alimentation. D'autre part, tout en considérant la question comme non encore éclaircie, l'auteur admet que cette descente de la limite des neiges doit être due, au moins pour une bonne part, à un abaissement de la température.

M. A. GUTZWILLER (120) a exploré à nouveau pendant ces dernières années les dépôts fluvioglaciaires des environs de Bâle et a résumé ses observations en une courte notice.

Il distingue cinq systèmes d'alluvions fluvioglaciaires qui sont, en commençant par le plus ancien, les suivants :

1^o Les alluvions de la Haute Alsace forment une vaste nappe, qui commence au S et à l'E par un bord d'érosion

dans la région de Hagenthal et Bettlach et s'abaisse soit vers l'W, soit vers le N avec une inclinaison de 9-10 ‰. Ces dépôts sont formés exclusivement d'éléments alpins, ils montrent une altération avancée et ne se raccordent nulle part à une formation morainique; pourtant leur caractère fluvio-glaciaire paraît ressortir des dimensions relativement grandes d'une partie de leurs éléments. M. Gutzwiller les envisage donc comme correspondant à une première glaciation, peut-être pliocène, et comme déposés par un cours d'eau coulant de Waldshut vers l'W jusque dans le bassin de la Saône. Un affaissement ultérieur de la vallée du Rhin plus en aval a provoqué un détournement des eaux vers le N et la destruction par érosion régressive d'une grande partie de ces alluvions.

2° Le Deckenschotter ancien commence dans la région de Biel-Benken à l'altitude de 400 m. environ et se suit par Neuweiler, Wenzweiler jusqu'à Attenschweiler, où il se trouve au niveau de 320 m. Vers l'E on retrouve cette même formation au-dessus de Münchenstein et de Rheinfelden. La différence de niveau de ces alluvions avec les précédentes est d'à peu près 100 m. et leur altération est moins avancée.

3° Le Deckenschotter récent se trouve vers l'E à 40 m., vers l'W à 20 m. seulement au-dessous du précédent; il forme au S de Bâle plusieurs plateaux, dont le plus important est celui du Bruderholz; ses matériaux, essentiellement alpins, sont moins décomposés que dans les dépôts précités. Au N du Rhin des formations, correspondantes comme niveau, sont constituées essentiellement par des roches de la Forêt Noire.

4° La Haute Terrasse a sa surface à 10-12 m. au-dessous de la base du Deckenschotter récent; sa base, qui au S de Bâle est à 20 m. au-dessus de la surface de la Basse Terrasse, s'abaisse vers l'aval, de façon à être finalement couverte par cette dernière. C'est à la Haute Terrasse qu'il faut en particulier attribuer les alluvions décomposées, sous-jacentes à celles de la Basse Terrasse, qui ont été mises à jour près de la route de Birsfelden à Muttenz.

A propos de ce système d'alluvions, l'auteur rectifie sur divers points ses opinions antérieures et discute la question de la terrasse moyenne, dont la distinction lui paraît peu fondée, pour les environs de Bâle au moins.

5° La Basse Terrasse est sur différents points étagée en plusieurs niveaux, mais son niveau supérieur seul présente le caractère d'une véritable terrasse d'accumulation. Ces

dépôts, contrairement aux précédents, ne portent pas de Löss proprement dit. A la base des alluvions de la Basse Terrasse on rencontre fréquemment de gros blocs, qui indiquent la proximité des moraines et qui correspondent peut-être à la grande glaciation qu'admet M. Mühlberg entre les alluvionnements de la Haute et de la Basse Terrasse.

M. ED. BRÜCKNER (114), en rendant brièvement compte de ce travail, s'est déclaré absolument d'accord avec la classification et les idées proposées par M. Gutzwiller, sauf sur un point, l'origine des alluvions anciennes d'Alsace, pour lequel il maintient sa manière de voir antérieure.

En même temps à peu près que M. Gutzwiller renonçait à la distinction d'une terrasse moyenne dans les environs de Bâle, M. L. VAN WERVECKE s'est attaché à démontrer l'inutilité de cette distinction (132) et à prouver l'extension du Löss jusque sur la surface de la Basse Terrasse. Il considère d'autre part le Löss comme glaciaire, les alluvions comme interglaciaires; il n'admet pas la distinction d'un Löss ancien et d'un Löss récent; il assimile la Terrasse moyenne de M. Steinmann à la Basse Terrasse des glaciéristes suisses.

M. C. A. R. BEHMER (112) a établi, à la suite d'excursions prolongées dans le territoire du plateau fribourgeois, un catalogue des **blocs erratiques** les plus frappants répandus dans ce domaine.

Dans l'exposé de son étude il donne la liste de tous les échantillons de matériel erratique conservés dans la collection Pahud, au musée d'histoire naturelle de Fribourg. Ensuite il rend compte de ses propres trouvailles, qui, à certain point de vue, sont moins abondantes que celles de Gilliéron, à cause de la destruction d'innombrables blocs effectuée pendant ces dernières années.

M. Behmer commence son énumération par la zone sub-alpine, qui s'étend de Châtel-Saint-Denis aux abords de Bulle et est caractérisée par la prédominance très accusée des blocs de poudingues d'Attalens, auxquels se mêlent en moindre quantité des conglomérats de Valorsine et d'Outre Rhône. Dans la direction du NE les poudingues d'Attalens deviennent pourtant rapidement de moins en moins fréquents, ils sont remplacés par des nagelfluhs calcaires et surpassés en nombre par les conglomérats de Valorsine.

Dans la région de Bulle M. Behmer a cherché à préciser les limites de l'erratique apporté respectivement par les glaciers

du Rhône et de la Sarine. Plus au NE il a suivi une zone de moraines latérales passant près de La Roche et Montévrax et contenant de nouveau surtout des blocs de conglomérats de Valorsine avec quelques-uns de gneiss du Mont Rose.

Ensuite M. Behmer signale un certain nombre de gros blocs qu'il a observés entre la zone subalpine et la zone de la Broye, sans s'être livré, semble-t-il, à des recherches absolument méthodiques. Enfin dans un dernier chapitre il parle de l'erratique compris entre Broye et lac de Neuchâtel. Sur les bords du lac dans les environs d'Yvonand d'une part, de Font de l'autre, et de Chevroux en troisième lieu, il a noté l'existence de blocs appartenant surtout à la protogine du Mont Blanc, et aux conglomérats de Valorsine et d'Outre Rhône.

MM. ED. GERBER, B. AEBERHARDT et F. NUSSBAUM (118) ont signalé, dans un rapport fait au nom de la commission bernoise pour la conservation des blocs erratiques, quelques blocs particulièrement intéressants, dont la conservation est désormais assurée ou devra l'être dans un avenir rapproché.

M. ED. GERBER (117) a suivi les travaux de forage du tunnel destiné à amener à Kallnach une partie des eaux de l'Aar, captées en amont de Niederried. Il a pu ainsi établir un profil de la galerie, qui montre la superposition, suivant une surface irrégulière, de deux systèmes de moraines de fond, séparés par une zone de graviers et de sables lévigués.

M. W. SALOMON (129) a donné une brève description de deux moraines d'âge différent, l'une profondément altérée, l'autre fraîche, toutes deux, du reste, de caractère local, qu'il a observées un peu au-dessous du sommet du Monte Bré, près de Lugano.

M. F. C. MÜLLER (125) a consacré une notice de quelques pages à la description sommaire des gisements connus de **charbons quaternaires**, en particulier de ceux d'Utnach, de Wangen, d'Eschenbach, de Dürnten, de Wetzikon, de Mörswil, de Zell, de Strätlingen, de Grandson et du Signal de Bougy. Il a rendu compte des exploitations qui ont été faites dans ces diverses localités, et qui sont actuellement partout suspendues. Deux échantillons de charbon ont été analysés.

L'auteur envisage l'ensemble de ces formations à charbon comme interglaciaires et probablement préwurmienne, mais il reconnaît que cette manière de voir n'est pas démontrée d'une façon définitive.

Dans une précédente Revue, j'ai signalé une publication de M. A. Ludwig, consacrée aux **lignites schisteuses de Mörswyl** dans le canton de Saint-Gall. M. ED. SCHEIBENER (130) a étudié à son tour ces gisements dans les ravins de la Steinach, du Schwärzebach et du Hornbach et il a retrouvé les lignites partout associées à des marnes schisteuses entre deux systèmes de moraines plus ou moins remaniées. La lignite forme un banc principal, supérieur, facile à retrouver et un banc inférieur, qui n'apparaît que localement; le nombre plus grand de couches de charbon signalé par M. Ludwig paraît reposer sur une erreur.

Par une étude des relations existant entre les lignites de Mörswyl et les formations morainiques ou fluvioglaciaires ambiantes, M. Scheibener arrive à la conviction que ces charbons ne peuvent appartenir qu'à la phase de retrait de la dernière glaciation, qu'elles sont par conséquent interstadiaires; il confirme ainsi la manière de voir exprimée récemment par M. Ludwig.

Après avoir visité à nouveau les environs du lac d'Iseo, M. A. BALTZER (111) a maintenu son opinion antérieure de l'âge interglaciaire des marnes de Pianico-Sellere; par contre il a reconnu que sa conception tectonique de la région d'Iseo est à rectifier sur plusieurs points.

M. D. GEYER (119) a réuni, dans le but spécial d'étudier les variations de *Helix arbustorum* et la répartition de ses diverses variétés, un matériel considérable provenant soit de la faune actuelle de l'Allemagne du Sud, soit des dépôts du Loess. Il est arrivé ainsi aux conclusions suivantes :

Si les *Helix arbustorum* du Loess sont généralement plus petits que les représentants actuels de la même espèce dans les pays de plaine, il faut se garder d'étendre ce caractère à l'ensemble des *H. arbustorum* pléistocènes.

Les *H. arbustorum* du Loess ressemblent à la variété *alpensis* actuelle par leurs petites dimensions et la hauteur de leur spire, mais ils s'en distinguent nettement par la plus grande épaisseur de leur coquille, qui semble impliquer son existence dans des stations chaudes et sèches. Parmi les formes actuelles, celles qui se rapprochent le plus des formes du Loess, ce sont celles qu'on trouve sur les prairies ensoleillées de la Souabe. Ainsi l'étude comparative de cette espèce dans ses variations anciennes et récentes ne fournit aucun argument en faveur de l'idée d'un climat froid pendant l'époque du Loess; au contraire.

Stations préhistoriques. — Les fouilles que M. J. NUESCH a effectuées de 1891 à 1894 au Schweizersbild ont été l'objet, pendant ces dernières années, de violentes critiques, émanant en particulier de M. J. Heierli. M. Nuesch a cru devoir répondre à ces critiques (126) en rappelant l'importance des résultats acquis par son travail, qui suffit à justifier sa méthode, ainsi que les multiples témoignages d'approbation qu'il a reçus de savants particulièrement compétents. Cette réplique est suivie de trois lettres adressées à M. Nuesch par MM. TH. STUDER, J. KOLLMANN et P. SARASIN, qui tous trois reconnaissent la conscience et la perspicacité, avec lesquelles M. Nuesch a travaillé.

M. H. HARTMANN (121) a rendu compte de fouilles qui ont été entreprises récemment dans une grotte située au-dessus du lac de Thoune près de la « Beatushöhle ». Ces travaux ont mis au jour des os de petits mammifères, taillés d'une façon particulière, des dents de carnassiers, des os d'écureuils, de lièvres et de divers oiseaux, brisés, ou portant des traces de morsures, enfin un très beau marteau de granite.

M. F. JACCARD (122) a signalé la découverte faite près de Chamblandes d'une petite hache, du type de celles des stations lacustres de Concise et de Chevroux. Il est fort probable que cet objet provient d'une des sépultures de la nécropole de Chamblandes et, comme il présente le caractère des haches datant de la seconde moitié des temps néolithiques, il paraît justifié de dater de la même époque la nécropole de Chamblandes, qui serait ainsi moins ancienne que ne l'admettait Schenck.

Le comité d'organisation du 14^e congrès international d'anthropologie, présidé par M. E. PITTARD (123) a eu l'heureuse idée de réunir en un petit atlas les cartes des **stations lacustres des lacs de Genève, Neuchâtel, Bienna, Morat et Zurich**, qui avaient été établies pour le Dictionnaire géographique de la Suisse. Il y a joint les cartes de la répartition en Suisse des populations de l'âge du bronze, de l'âge du fer et de l'époque allemano-burgonde avec un court texte explicatif.

TABLE DES MATIÈRES

DE LA REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

	Pages
Liste bibliographique	5
Nécrologies	13
I. Minéralogie et Pétrographie.	16
MINÉRALOGIE. Description de minéraux	16
Optique minéralogique	17
PÉTROGRAPHIE. Genèse des granites.	18
Métamorphisme	18
Schistes cristallins du Tessin	23
Roches cristallines des nappes rhétiques et austro-alpines	27
II. Géophysique. Cours d'eau	35
Glaciers	35
Sources	36
Lapiaz	38
Karrs	39
Eboulements et glissements	39
Séismes	39
Mouvements orogéniques	40
III. Tectonique. Descriptions régionales. GÉNÉRALITÉS	42
ALPES. Géosynclinal alpin	44
Théorie des nappes de charriage	45
Dinarides, environs de Lugano	47
Alpes méridionales	47
Nappes grisonnes	52
Massifs centraux et série helvétique autochtone	59
Nappes helvétiques	77
Nappes préalpines	87
PLATEAU MOLASSIQUE	91
JURA. Chaînes jurassiennes	94
Jura tabulaire	100

	Pages
IV. Stratigraphie et paléontologie. TRIAS	102
JURASSIQUE	103
CRÉTACIQUE	106
TERTIAIRE. Sidérolithique	118
Nummulitique	120
Oligocène rhéan	137
Molasse	138
QUATERNAIRE. Morphologie et Morphogénie	141
Formations pléistocènes	149
Stations préhistoriques	166

