F. HERMANN

STUDI GEOLOGICI
NELLE ALPI OCCIDENTALI

(4 — 8)

4. F. HERMANN e E. RAGUIN – Carta geologica della regione compresa fra i massicci d' Ambin e del Gran Paradiso.
5. F. HERMANN – Il ricoprimento dei calcescisti fra i massicci d' Ambin e del Gran Paradiso.
6. E. RAGUIN – Sulla struttura della " nappe des Schistes lustrés „ nell'Alta Moriana (Francia).
7. F. HERMANN – Il lembo di Toss (tav. II).
8. F. HERMANN – La regione del Piccolo San Bernardo (tav. III e IV).



PADOVA
Società Cooperativa Tipografica
1930

Memorie dell' Istituto Geologico della R. Università di Padova – Vol. VIII.

PREFAZIONE

Ringrazio l' Amico Prof. Dott. Giorgio Dal Piaz dell' ospitalità che questa mia raccolta di *Studi Geologici nelle Alpi occidentali* trova, per la terza volta, nelle Memorie dell' Istituto Geologico della R. Università di Padova (1).

La collaborazione, strettamente " co-nazionale „, nelle ricerche alpine che, con la cortese e cordiale comprensione di Eugène Raguin, di cui i vasti e fruttuosi studi nelle Alpi Occidentali non necessitano certo menzione, potè iniziarsi sin dal 1927, con scambi di vedute, discussioni e qualche gita comune, si concreta ora qui, anzitutto nella Carta geologica delle regioni comprese fra i massicci d' Ambin e del Gran Paradiso (num. **4** di questa raccolta) che, non senza sacrificio, mi decisi a pubblicare a mia cura e che unisce a quelli da me compiuti in territorio nostro, i rilevamenti, nella quasi totalità ancora inediti, di E. Raguin, nell' Alta Moriana (Francia).

È forse la prima volta che diviene possibile dare in un unico lavoro la raffigurazione di un intero problema geologico che, come quasi tutti nelle Alpi, estende la sua zona da ambo le parti di una frontiera.

Egli volle inoltre, accogliendo un mio desiderio, ornare questa mia raccolta di una rapida descrizione della tectonica nella parte francese

(1) F. Hermann. 1. - Sulla Tectonica Valdostana. 2. - Stereogrammi Tectonici.

(Sulla struttura della "nappe des schistes lustrés„ nell'Alta Moriana (Francia), num. **6** di questa raccolta). Questo è, a mio avviso, un indispensabile complemento a quanto verrà esposto da me sulla struttura di questa regione, complessa fra le più complesse (Il ricoprimento dei calcescisti fra i massicci d'Ambin e del Gran Paradiso, num. **5** di questa raccolta).

Prego il mio giovane Amico di voler trovar qui il mio vivo, cordiale ed affettuoso ringraziamento.

Segue uno studio su Il lembo di Toss, num. **7**, con una tavola, stampata sin dal 1926 e già nota a molti colleghi, quindi brevi pagine su La regione del Piccolo San Bernardo, num. **8**, con una *carta geologica schematica* ed uno *schizzo tectonico*. Entrambi questi studi si ricollegano a quello principale, poichè descrivono altre manifestazioni più settentrionali del *ricoprimento dei calcescisti*.

Essi servono anche, aggiunti al complesso dei miei lavori precedenti, ad indicarne la mole territoriale, di oltre 2000 Kmq., tutti dettagliatamente studiati e rilevati secondo i metodi della tectonica moderna, per la quale la geologia si avvia, in un avvenire non molto lontano, a divenire una scienza esatta e non più una empirica faraggine di notizie e di osservazioni talora molto contraddette dalla realtà.

Pinerolo, 31 Dicembre 1929 - VIII.

F. H.

F. HERMANN

BIBLIOGRAFIA

1. Pierre Termier – *Etudes sur la constitution géologique du Massif de la Vanoise (Alpes de Savoie).* Bull. Serv. C. G. F. II, 1890-91, p. 367.
2. Marcel Bertrand – *Etudes dans les Alpes françaises.* Bull. S. G. F. (3) t. XXII, 1894, p. 69.
3. Pierre Termier – *Feuilles de Briançon et de Bonneval.* C. R. des Collab. Bull. Serv. C. G. F., VII, 1895-96, p. 147.
4. — *Sur les micaschistes, les gneiss, les amphibolites et les Roches vertes des Schistes lustrés des Alpes Occidentales.* C. R. Ac. Sc., Paris, t. 133, 1901, p. 841.
5. — *Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes.* Bull. S. G. F. (4), t. II, 1902, p. 411.
6. — *Les montagnes entre Briançon et Vallouise.* Mém. C. G. F., 1903.
7. M. Lugeon et E. Argand – *Sur les grandes nappes de recouvrement de la zône du Piémont.* C. R. Ac. Sc. Paris, t. 140, 1905, p. 1364.
8. — *Sur les homologies dans les nappes de recouvrement de la zône du Piémont.* Ibid., p. 1491.
9. W. Kilian – *Etudes géologiques dans les Alpes Occidentales.* Mém. C. G. F., 1905, 1908.
10. — et P. Termier – *Nouvelles observations sur les Alpes Occidentales.* Bull. S. G. F. (4), t. V, 1905, p. 859.
11. Pierre Termier – *Sur la nécessité d' une nouvelle interprétation de la tectonique des Alpes franco-italiennes.* B. S. G. F. (4), t. VII, 1907, p. 179.
12. E. Argand – *Carte Géologique du Massif de la Dent Blanche.* Mat. C. Géol. Suisse, carte spéc. 52, 1908.
13. — *L' exploration géologique des Alpes Pennines Centrales.* Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. XLV, p. 166, 1909.

14. F. Hermann - *Carte géologique des massifs Rocs de Boudry-Sasseneire-Becs de Bosson.* 1910.

15. — *Panorama tectonique des massifs Rocs de Boudry-Sasseneire Becs de Bosson.* 1911.

16. E. Argand - *Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux.* Mat. C. Géol. Suisse, XXXI, 1911.

17. — *Les nappes de recouvrement des Alpes Occidentales et les territoires environnants.* Carte tectonique, 3 planches de coupes, Mat. C. Géol. Suisse carte spéc. 64, 1911.

18. P. Termier - *Problèmes de la géologie tectonique dans la Méditerranée Occidentale.* Rev. Gén. des Sciences, Paris, 30 mars 1911.

19. F. Hermann - *Recherches géologiques dans la partie septentrionale des Alpes Pennines.* Lyon 1913.

20. E. Argand - *Sur l'arc des Alpes Occidentales.* Ecl. Géol. Helv., XIV, n. 1, 1916.

21. A. Wegener - *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane.* 1. Aufl. Braunschweig 1915.

22. P. Termier et W. Kilian - *Sur la signification tectonique des lambeaux de micaschistes,* etc., *qui affleurent ça et là près de Briançon, au sein de la surface des terrains à facies briançonnais.* C. R. Ac. Sc., Paris, t. 171, 1920, p. 766.

23. — *Le bord occidental du pays des schistes lustrés dans les Alpes franco-italiennes, entre la Haute Maurienne et le Haut Queyras.* C. R. Ac. Sc., Paris, t. 171, 1920, p. 885.

24. E. Argand - *La tectonique de l'Asie.* C. R. du XIII^{e} Congrès Géol. Intern., Liège (1922), 1924, p. 171.

25. F. Hermann - *Sur l'éventail de Bagnes et la nappe de la Dent Blanche.* C. R. Ac. Sc., Paris, t. 180, 1925, p. 1118.

26. — *Sur le faisceau de plis en retour de Valsavarenche et les prolongements de l'éventail de Bagnes dans les Alpes franco-italiennes.* C. R. Ac. Sc. Paris, t. 180, 1925, p. 1515.

27. — *Cinq coupes à travers les Alpes Occidentales.* C. R. somm. Soc. Géol. de France, 1925, p. 127.

28. — *Sur la structure des Alpes Occidentales.* Ibid., 1925, p. 176.

29. — *Sezioni attraverso le Alpi Occidentali, 1 : 500.000.* Torino, 1925.

30. — *Stereogramma strutturale delle Alpi Occidentali, 1 : 750.000.* Torino, 1925.

31. — *Paléogéographie et genèse penniques.* Ecl. Geol. Helv., XIX, n. 3, 1925, p. 617.

32. — *La struttura delle Alpi Occidentali.* Atti Soc. It. Sc. Nat. LXIV, 3-4, 1925.

33. P. Termier – *Compte-rendu d' une excursion géologique dans les hautes vallées de la Dora Riparia, de la Maira et de la Stura.* Bull. S. G. F. (4) XXV, 1925, p. 839.

34. E. Raguin – *Découverte d' une faune de Foraminifères très probablement crétacés dans les calcaires hautement métamorphiques du vallon du Paquier, près de la Grande Motte (Savoie).* C. R. Ac. Sc., Paris, t. 181, 1925, p. 726.

35. — *Nouvelles observations sur la région des Alpes françaises comprise entre Modane et Tignes.* Bull. S. G. F. (4), XXV, 1925, p. 703.

36. — *Au sujet des grandes masses de gypse situées au NW du massif de la Vanoise (Savoie).* Bull. S. G. F. (4), XXVI, 1926, p. 279.

37. — *Révision de la Feuille de St. Jean de Maurienne au 80.000*e C. R. des Collab. Bull. Serv. C. G. F. XXXI, 1926-27, p. 15.

38. F. Hermann – *Problèmes de géologie alpine.* Bull. n. 19 de la Soc. de la Flore Valdôtaine, 1927.

39. — *Stereogramma tectonico delle Alpi Valdostane Centrali.* (1 : 37.500), Mem. Ist. Geol. R. Univ. di Padova, vol. VII, 1927. (Studi geologici nelle Alpi Occidentali n. **1**).

40. — *Stereogramma tectonico delle Alte Valli Aostane Meridionali* (1 : 25.000), ibid., 1927 (Studi geologici nelle Alpi Occidentali n. **2**).

41. — C. R. somm. Soc. Géol de France, 1927, p. 113.

42. — *La nappe de la Dent Blanche et les nappes des schistes lustrés en Maurienne et Tarentaise.* Actes Soc. Helv. Sc. Nat., 108e session, Bâle, 1927, p. 158.

43. — *La nappe de la Dent Blanche et les nappes des schistes lustrés en Maurienne et Tarentaise.* Ecl. Geol. Helv., 21, n. 1, 1928, p. 70.

44. — *Conceptions nouvelles sur la tectonique des Alpes franco-italiennes.* C. R. Ac. Sc. Paris, t. 185, 1927, p. 1204.

45. — *Les écailles de gneiss de la Pointe Rousse de Verney, aux environs du Petit Saint Bernard.* Actes Soc. Helv. Sc. Nat., 108e sess., Bâle 1927, p. 158.

46. — *Les écailles de gneiss de la Pointe Rousse de Verney, aux environs du Petit Saint Bernard.* Ecl. Geol. Helv., 21, n. 1, 1928, p. 72.

47. P. Termier - *Que la série cristallophyllienne de la Vanoise et du Mont Pourri (Alpes de Savoie) est bien d' âge permien ou carbonifère.* C. R. Ac. Sc., Paris, t. 184, 1927, p. 641.

48. — *Que l' ensemble tectonique Vanoise-Mont Pourri, dans les Alpes de Savoie, n' est pas séparable de le nappe du Briançonnais.* Ibid., t. 185, 1927, p. 1548.

49. — *Le pays de nappes des Alpes francaises.* Ibid., t. 186, 1928, p. 113.

50. G. Steinmann - *Gibt es fossile Tiefseeablagerungen von erdgeschichtlicher Bedeutung?* Geologische Rundschau, XVI, 6, p. 435.

51. — *Die ophiolitischen Zonen in den Mediterranen Kettengebirgen,* C. R. XIV^{e} Congr. Géol. Int. Madrid, 1926.

52. E. Raguin - *A propos du Mont Pourri (Alpes de Savoie).* Bull. S. G. F. (4), XXVII, 1927, p. 401.

53. — *Rectification de ma détermination stratigraphique de certains schistes de la feuille de Tignes.* C. R. somm. S. G. F., 1928, p. 269.

54. H. Schoeller - *La nappe de l' Embrunais en Tarentaise au nord de l' Isère et son prolongement en Italie et en Suisse.* Bull. S. G. F. (4), t. XXVI, I1927, p. 84.

55. — *La nappe de l' Embrunais et le bord externe de la nappe du Briançonnais (zône du Galibier) suivis de France en Suisse.* C. R. Ac. Sc. Paris, t. 185,1927, p. 1497.

56. — *Question du Petit Saint-Bernard.* C. R. somm. S. G. F. 1928, p. 43.

57. — *La zône du Petit Saint-Bernard en France.* Ibid. 1928, p. 62.

58. Gb. Dal Piaz - *Su alcuni lembi del ricoprimento della Dent Blanche (VI) compresi entro le formazioni postriasiche della Grivola.* Rendic. R. Acc. Lincei, 4 dicembre, 1927, p. 525.

59. — *La digitazione gneissica di Val Inferno (Gran Paradiso) e le sue relazioni con la massa frontale del ricoprimento quinto.* Rendic. R. Acc. Lincei, 15 gennaio 1928.

60. — *Sulle ofioliti alpine della zona della Grivola.* Acc. Veneto-Trentino-Istriana, Padova, 1927.

61. F. Hermann - *Studi geologici nelle Alpi occidentali (3) - Sulla tectonica valdostana.* Mem. Ist. Geol. R. Univ. di Padova, vol. VII, 1928.

62. Gb. Dal Piaz - *Sulla geologia del Gruppo della Grivola.* Rendic. R. Acc. Lincei, 19 febbraio 1928.

63. P. Termier - *Sur l' un des problèmes tectoniques du R' arb (Maroc).* Bull. S. G. F. (4), t. XXVIII, 1928, p. 7.

64. — *Récentes impressions de voyage.* Actes S. H. S. N., 109e sess., Lausanne, 1928, p. 83.

65. Gb. Dal Piaz – *Geologia della catena Herbetet-Grivola-Grand Nomenon.* Mem. Ist. Geol. R. Univ. di Padova, vol. VII, 1928.

66. — *Carta geologica della catena Grand Nomenon-Grivola-Herbetet. (1:25.000).* Ibid., vol. VII, 1928.

67. F. Hermann – *Présentation d'une nouvelle carte géologique du massif de la Grivola, de M. Giambattista Dal Piaz.* Ecl. Geol. Helv. 21, n. 2, 1928, p. 319.

68. — *id.* Actes S. H. S. N., 109e sess., Lausanne, 1928, p. 165.

69. E. Argand – *Carte tectonique de l'Eurasie.* C. R. XIIIe Cong. Géol. Int. Bruxelles, (1922), 1928.

70. L. Moret – *Notice explicative d'une carte géologique de la Savoie et des régions limitrophes.* Ann. Un. Grenoble, 1927.

71. — *Carte Géologique de la Savoie et des régions limitrophes. (1 : 200.000).* Chambéry, 1928.

72. P. Viennot – *Première contribution à la connaissance des extrusions pyrénéennes.* Bull. S. C. G. F. t. XXXI, n. 171, 1928.

73. Gb. Dal Piaz – *La nappe de la Dent Blanche ou des schistes lustrés dans les Alpes Occidentales.* Bull. n. 20 de la Soc. de la Flore Valdotaine, 1929, p. 39.

74. F. Hermann – *Projection structurale des nappes du G. S. Bernard et du Grand Paradis dans la Haute Vallée d'Aoste.* Ibid. 1929, p. 38.

75. M. Gignoux – *Les problèmes géologiques de la région Vanoise-Mont Pourri.* Bull. Soc. Scient. du Dauphiné, t. XLIX, 1928.

76. A. Wegener – *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane.* 2 Aufl. 1920, 3 Aufl. 1922, 4 Aufl. Braunschweig, 1929.

77. E. Raguin – *Le faisceau vermiculaire de Zermatt a-t-il son homologue dans la structure géologique de la Haute-Maurienne?* C. R. Ac. Sc. Paris, t. 189, 1929, p. 859.

78. — *Subdivisions de la nappe des Schistes lustrés en Haute-Maurienne.* Ibid., t. 189, 1929, p. 934.

79. H. Schoeller – *La nappe de l'Embrunais au Nord de l'Isère.* Bull. S. C. G. F., t. XXXIII, 1929.

80. F. Hermann e E. Raguin – (F. H., Studi geologici nelle Alpi Occidentali **4**) *Carta geologica delle regioni comprese fra i massicci d'Ambin e del Gran Paradiso (1 : 66.666).* Memorie Ist. Geol. R. Univ. di Padova, vol. VIII, 1930.

81. F. Hermann – (Studi geologici nelle Alpi occidentali **5**). *Il ricoprimento dei calcescisti fra i massicci d' Ambin e del Gran Paradiso.* Ibid., vol. VIII, 1930.

82. E. Raguin – (in F. H. Studi geologici nelle Alpi Occidentali, **6**) *Sulla struttura della " nappe des Schistes lustrès „ nell' Alta Moriana (Francia).* Ibid., vol. VIII., 1930.

83. F. Hermann – (Studi geologici nelle Alpi Occidentali, **7**) *Il lembo di Toss.* Ibid., vol. VIII, 1930.

84. — (Studi geologici nelle Alpi Occidentali, **8**) *La regione del Piccolo San Bernardo.* Ibid., vol. VIII, 1930.

85. E. Raguin – *Haute Tarentaise et Haute Maurienne.* in corso di stampa.

5.

F. HERMANN

IL RICOPRIMENTO DEI CALCESCISTI FRA I MASSICCI D'AMBIN E DEL GRAN PARADISO

I rilevamenti tendenti ad esplorare la struttura di questa zona complicatissima, che sin d'ora può essere indicata come chiave indispensabile per la comprensione della struttura di tutte le Pennidi, dei quali gran parte, ma non la totalità, è rappresentata nella carta qui acclusa (**80**), hanno dato risultati di singolare importanza, sia per quanto riguarda la struttura della regione stessa, sia dal punto di vista didattico generale.

Allorquando ne potranno essere meglio approfonditi tutti i dettagli, poichè, a poche settimane dal termine dei rilevamenti sarebbe presuntuoso il voler enunciare qualcosa di definitivo, questa regione, insieme a quelle più orientali, non mancherà di divenir classica per chiunque voglia acquistare una nozione totale dei meccanismi strutturali, quali si presentano, nelle innumeri loro mutevoli apparenze, non solo nelle Alpi, ma in qualsiasi dei sistemi montani prodotti da scorrimenti, che, come ognuno sa, sono la quasi totalità delle catene montuose del nostro globo.

Nella angosciosa complessità di questa zona si sovrappongono plicazioni, precoci o non, scorrimenti dei ricoprimenti, delle loro scaglie e schegge, movimenti vari delle masse simiche, movimenti listrici, sia delle fasi genetiche alpine, nella direzione di spinta, sia, in numero

indeterminabile di direzioni e di fasi, del periodo tardivo di adattamento all'arco dei massicci ercinici (*plicazione graia*), accompagnati da fenomeni di torsione con relativi strappi e formazione di cavità nelle masse sialiche, od anche simiche, originarie, con riempimento dei vuoti mediante intrusione passiva di nuove masse simiche. Tutti questi fenomeni, avvenuti in tutte le gradazioni di profondità e quindi, ora differenziali, ora fluidali, ora listrici, ma cancellati parzialmente o totalmente dal metamorfismo, ora quasi puramente listrici, con accompagnamento di migrazioni, che si possono dire diapiriche o extrusive, di rocce varie, pongono alla prova trionfale i metodi esatti di sottile indagine della geologia moderna.

Là, dove le teorie preconcette, le classificazioni insuperabili, i pregiudizî, l'empirismo, in una parola, di metodi condannati, ci farebbero passare senza veder nulla o, tutt'al più immaginando chissà quali macchinosi avvenimenti locali senza connessione l'un con l'altro, riusciamo ad ottenere, elemento per elemento, fatto per fatto, nonostante la debolezza della mente umana, di troppo inferiore a simili maestose vedute, una figura totalitaria, a tre dimensioni gobbe (il che, in un senso meno paradossale che possa sembrare a chi non è uso a queste indagini, vuol quasi dire figura a 9 dimensioni).

A questa figura, totalmente ed unicamente fondata su fatti osservati, priva di ipotesi primarie, e perciò, non infirmabile da nuove osservazioni, l'aggiunta di nuovi dettagli non porterebbe che nuovo contributo e nuova complicazione nel quadro dell'edificio immutabile.

Di questa regione, ove, nelle ultime fasi alpine, avvenne l'immane strizione profonda che, contro il " massiccio „ del Gran Paradiso, fece schizzare l'enorme scheggia di Ambin, scheggiata a sua volta a tergo e sormontata dalle sue schegge, prodotte dalla violenta spinta laterale causata dall'adattamento del ricoprimento Gran San Bernardo=Vanoise=Brianzonese contro e lungo i massicci ercinici esterni, mentre obliquamente avanzava e s'incuneava lento, nella massa sconvolta, il " massiccio „ Dora-Maira e, sopra questi tre, si contorceva e sfilacciava, scavalcandoli in parte, strappata fuori dalle guance della morsa (**44**,

61), la massa terminale, laterale-posteriore, dell' enorme ricoprimento dei calcescisti (Dent-Blanche), è un problema, forse insolubile per le forze umane, più ancora che nelle pur complicate regioni valdostane, il riuscire a dare una immagine della struttura tectonica, afferrabile e chiara per altri, oltrechè per l' autore. Essa dipende qui, non più da una direzione principale, relativamente alla quale le altre, corrispondenti a modeste perturbazioni secondarie, sono trascurabili, ma da almeno tre direzioni, che tutte devono aver uguale ed adeguata rappresentazione. Occorreranno forse anni di pazienti, ripetuti tentativi, provando svariatissimi sistemi geometrici, per raggiungere la costruzione di una o più figure atte a mostrare ciò che non può non rimanere sin' allora una concezione quasi inesprimibile mediante la descrizione scritta.

L' avvenire della nostra scienza, lo si vede sempre più, è legato ad una approfondita formazione geometrica dei suoi adepti, al possesso totale di tutti i mezzi e metodi di raziocinio della geometria a tre e più dimensioni, nonchè della meccanica razionale, ben più essenziali per la geologia che non le scienze ausiliarie petrografiche o zoologiche (Paleontologia), che, ove, come troppo spesso avviene, si lascino assurgere da mezzo a scopo, conducono a quelle aberrazioni che così lamentevolmente hanno ritardato il progresso della geologia.

NUOVE CONCEZIONI SULLA MECCANICA TECTONICA

Non è possibile iniziare una fruttuosa esposizione dei fenomeni strutturali della regione, senza premettervi un tentativo sommario di trattazione generale e didattica del loro aspetto e della loro graduale evoluzione, sia dalla piega allo scorrimento listrico, sia dall' aspetto katazonico all' aspetto epizonico.

Le nozioni acquisite durante più di un ventennio, tanto in più di metà delle Pennidi minutamente percorse, quanto in zone d' altra struttura tectonica, fecero gradualmente crollare ai miei occhi anche molte

idee, ereditate dalla vecchia geologia ed aventi ancora corso nella tectonica moderna, sia per esperienza territorialmente troppo ristretta dei loro sostenitori, sia per insufficiente esame critico di molte pure supposizioni speculative, astrattamente costrutte su fenomeni, talora puramente petrografici, considerati a sè, senza il doveroso nesso con l' ambiente circostante e con i dati generali della struttura alpina.

Nella *Tectonique de l' Asie* (**24**), che magistralmente continua e sviluppa l' inarrivabile monumento di Suess, *La faccia della Terra*, Argand crea e mostra, vivente ovunque nei fatti, il concetto della *piega di fondo* e del suo " *tonnellaggio* „, fonte ed origine profonda ed unica dei fenomeni superficiali, che ci paiono ancora tanto smisurati, mentre in realtà non ne sono che infimi e quasi trascurabili accidenti.

Indipendentemente dalla realtà delle pur reali concezioni di Wegener (**21** e **76**), le cui grandi linee sono ogni giorno meglio confermate dalla tectonica (a prescindere da altre scienze), Argand ci mostra che i più smisurati movimenti tangenziali che ci stupiscono nella porzione superficiale della crosta terrestre accessibile alle nostre deboli indagini, altro non sono che l' effetto, la conseguenza tangenziale-superficiale della formazione, nella massa sialica totale, di una piega di fondo. Pertanto, se pur si tratta di una apparente contrazione, o piuttosto di una compressione della massa sialica, che, naturalmente, ha luogo in un solo blocco continentale, non occorre più, si creda o non si creda al mobilismo, far intervenire qui la macchinosa, astratta e del tutto arbitraria supposizione di una contrazione dell' intera crosta (che darebbe, ove realmente fosse possibile, ben altri e ben diversi fenomeni) per l' arbitrariamente supposto raffreddamento di una massa centrale del globo, arbitrariamente e contro ogni logica di fatti osservati, supposta calda e raffreddabile ed, *horribile dictu*, *ancora* contraibile.

Si tratta, nei ricoprimenti e nelle plicazioni della superficie raggiungibile dall' osservazione diretta, di una decompressione di masse più superficiali, la cui rigidità od insufficiente elasticità relativa non tollera la compressione e la deformazione, cui la sollecitano le masse

profonde più viscose e sottoposte a ben maggior deformazione (1). Il " momento di rottura „ avverrà in uno stadio più precoce o più tardivo del fenomeno totale, in conseguenza della maggiore o minore profondità, della più o meno grande plasticità delle rocce locali, della maggiore o minor lentezza di deformazione dell' intero " tonnellaggio „ ravvivato, della maggiore o minor proporzione di " tonnellaggio antico e nuovo „ sottoposto a deformazione.

Questa semplice, chiara ed evidente concezione, trasportata, secondo la necessità del ragionamento, alle varie scale di fenomeni, ora applicata a quelli continentali o regionali, ora a quelli locali, ora a quelli di un dettaglio, ora a quelli macro-petrografici, ora a quelli microscopici aventi sede in pochi, in un solo, in una sola parte di un cristallo, ci mostrerà, ad esempio, che, a scala locale, piega (in qualunque stadio evolutivo), piega coricata, scaglia o scheggia listriche sono fenomeni derivanti da causa uguale, differenziati solo da compressioni subìte più o meno intense, più o meno tangenziali ; a scala regionale, intumescenza vasta, che possiamo anche chiamare " elissoide „, e ricoprimento, sono stadi diversi di uguale fenomeno, varî fra loro per applicazione e durata diverse delle forze causali.

La distinzione in " *nappes de premier* o *nappes de second genre* „, di Haug, non ha alcun senso reale nè ragion d' essere, dato anche che esistono, in numero tendente all' infinito, tutti gli stadi intermedi, poichè si hanno forme ed aspetti diversi di ricoprimenti a cagione di una profondità diversa del *situs* del fenomeno, della rottura listrica a un momento variabile, più precoce o più tardivo, della piega embrionaria ; da questi elementi mutevoli deriva la conservazione, nel ricoprimento risultante, di una lunghezza variabile, da piccola (non mai nulla) a grande (non mai totale) di " flanc renversé „ sotto al ricoprimento, sia continuativamente conservato su un lungo tratto, sia, come più sovente avviene, a lenti discontinue. In questo più comune caso, la " classifi-

(1) Vedasi, in **24**, p. 215-222 la trattazione delle pieghe di fondo. In fig. 5, pag. 335 (spiegazioni della figura pag. 334), si troveranno figurate, con immediata evidenza, le successive fasi del passaggio da una *anticlinale di fondo* ai fenomeni superficiali di ricoprimenti per rottura.

cazione „, come tutte le classificazioni, vana, vacua e caduca, ci porterebbe ad attribuire il ricoprimento al tempo stesso ad entrambe le categorie.

È facile intuire che tutti i fenomeni secondari di plicazione, di scheggiamento, di rovesciamento, hanno semplicemente la loro origine in variazioni (superamento ad es.) di ostacoli ed in variazioni nei luoghi d' applicazione delle forze di strizione. La maggiore o minor resistenza di un sistema di una o più pieghe embrionali a queste forze - e cioè il più o meno tardivo passaggio a scaglia listrica o ricoprimento per rottura - e quindi il risultato attuale: ricoprimento a fronte poco o molto incurvata e rovesciata sotto sè stessa per sorpassamento delle masse superiori maggiormente avanzanti - dipende unicamente dal *situs* meno o più favorevole, cioè, nella maggior parte dei casi, meno o più profondo (epi- o kata-zona), benchè sian da considerare anche altri importanti fattori, quali, anzitutto, la natura delle varie roccie interessate.

Le tracce, nella struttura attuale della montagna, di scorrimenti, transgressioni, migrazioni di rocce, sono ancor oggi ben spesso inosservate, o male osservate, per la preconcetta astratta rappresentazione mentale che taluno porta con sè sul terreno. Esse sono, inoltre, così sovrabbondanti, specie fra rocce uniformi, che i mezzi (specie topografici) attuali non permettono quasi mai di seguirle su lunghi spazi, come, in molti casi, ne impediscono i ricollegamenti non solo le zone di quaternario, ma anche piccole zone di vegetazione o di detriti.

L' aspetto di queste tracce è anzitutto grandemente influenzato dalla zona di profondità nella quale trovavasi il piano di scorrimento, transgressione o migrazione, mentre il movimento avveniva. Ma dovremo anche concepire che importanza ancora maggiore, sì da porre in seconda linea la profondità, ebbero le condizioni di pressione esistenti, sia nel variare della loro intensità, sia nella durata. Pressioni relativamente di poco superanti il minimo attivo, ma di grande durata, produssero effetti di metamorfismo intenso e quindi importante obliterazione delle

tracce del movimento. Pressioni massime produssero, in profondità, intrusioni simiche passive, in zone superficiali, gli effetti classicamente noti.

Le transgressioni, in zone meccanicamente sconvolte, come pure, generalmente, in zone profonde, in rocce che subirono translazioni amplissime, non poterono evidentemente, laminate, stirate, ripiegate, lasciar visibile un angolo di stratificazione. Non è questo, certo, un motivo sufficiente per negarle! Ma, allorchè si vedono rocce, sporadicamente sovrapposte ad altre, con spessori variabili, con *fini ricorrenze nella roccia sovrastante* (che taluno ebbe a ritenere prova di continuità di sedimentazione, mentre è ben più verosimile il vedere in queste ricorrenze la trasformazione meccanica, *da stiramento,* di conglomerati di base della roccia superiore), v' è, con molta probabilità, presenza di una transgressione.

Scorrimenti e migrazioni lasciano, come è evidente, tracce visibili identiche nella natura, poichè, dal punto di vista meccanico, con proporzioni di masse e di durata diverse, sono un fenomeno identico. Secondo le già menzionate condizioni variabili di profondità, durata di compressione, durata del movimento, inizio precoce o postumo del fenomeno, si offriranno all' osservazione zone, più o meno spesse, nettamente fluidali, micro- o macro-brecce, più o meno orientate nella direzione del movimento, in una pasta minutamente fluidale, zone tormentatissime e turbatissime di miscugli tectonici contenenti schegge, lame, particelle, non solo delle rocce interessate dal movimento, ma, talvolta, anche di altre (e di tutto ciò, per il metamorfismo seguente, nasceranno i più complessi ed impensabili prodotti finali), infine, zone di intensa milonitizzazione, più o meno metamorfica, o, in livelli elevatissimi, di polverizzazione e triturazione, della roccia che subì il movimento.

È evidente che, qualora un intenso metamorfismo abbia accompagnato, e più ancora *seguito* il movimento, l' aspetto di queste zone sarà spesso apparentemente identico a quello che presenterebbero fenomeni di puro contatto, e sarà, come frequentemente avviene, scambiato con quello di tali fenomeni.

Che in zone di intensissima strizione o laminazione, sotto pressioni immani per intensità e per durata, tali brecce, miloniti, miscugli tectonici, zone fluidali di scorrimento, ed anche piccole lame secondarie e digitazioni tectoniche, abbiano subìto un metamorfismo intensissimo, ancor più intenso di quello che subirono le rocce incassanti meno turbate, è un fatto ovvio. Non rimane quindi più la possibilità di elucubrare penosamente ipoteticissimi ed indimostrabili metamorfismi di contatto che, senz' alcun dubbio, non si sarebbero potuti svolgere in un mezzo agitato e continuamente mutevole per così intenso movimento e così intensa pressione, nè avrebbero potuto derivare da masse generalmente di così piccolo spessore (1).

Il pensare a metamorfismi di contatto anteriori ad ogni dislocazione e movimento (e ciò allo stato attuale delle cognizioni, ci riporterebbe indietro di periodi quasi infiniti, poichè ogni giorno più s' allontanano le fasi primordiali del movimento alpino) è pure fallacissima cosa, che non sostiene l' esame alla luce dei fatti. Tali metamorfismi, che, senz' alcun dubbio, esistettero, ma non proprio nei luoghi ove oggi

(1) Parrebbe ormai tempo che si superasse anche l' antropocentrismo insito nella superstizione del calore e dei fenomeni calorifici.

Il calore è un *effetto* di altre cause e non una *causa* in sè; e se, alla scala della fisica del fornello di cucina, o, sia pure, del laboratorio od anche dell' officina, per la piccolezza umana dinanzi alle forze planetarie o cosmiche, esso può sembrarci una causa, alla scala planetaria, od a scale maggiori, esso è solo un effetto..... che, è indiscutibile, scotta i tessuti umani che imprudentemente lo subiscono.

È una pura supposizione, non basata su alcun fatto, il credere che deformazioni di continenti od anche di zone vaste come singole regioni alpine, avvengano mediante calore e che questo, ove realmente lo si riscontri, sia altro che un effetto di ben altre vere forze e cause, accidentalmente liberate in zone prossime alla superficie, ove soltanto regna la *nostra* fisica. E questo, sia per i fenomeni vulcanici, fenomeni superficialissimi di fuoriuscita, di accidentale liberazione di infime quantità di materia compressa e modificata in zone poco più basse, ma ancora superficiali e non più profonde, verosimilmente, di una ventina di chilometri, sia per il gradiente detto "geotermico„, che nessuna anche tenue ragione e nessun fatto permette, come subito si fece, di extrapolare, oltre le profondità a noi accessibili, sino, magari, al centro della terra. Quivi, se ci basiamo sui soli fatti, fenomeni e forze da noi conosciuti e sulle ipotesi meno tortuose e più semplici che possiamo arrischiare, astraendo dalle probabili trasmutazioni di elementi (in numero e proporzioni totalmente ignote, poichè nulla ci autorizza a considerare solo i fatti di radioattività, a noi noti perchè superficiali), che avvengono nell' intera massa terrestre, la temperatura non può che tendere allo zero assoluto.

taluno ne vorrebbe trovar le tracce, sottoposti a riduzioni di spessore (laminazioni, trazioni, compressioni, ecc.) che il più sovente raggiunsero proporzioni molto grandi, sottoposti a dislocazioni almeno di decine, più verosimilmente, di centinaia di chilometri, sottoposti ad uno o più metamorfismi susseguenti, sono irrimediabilmente cancellati e perduti.

Parliamo qui, ben s' intende, di metamorfismi di contatto nelle rocce mesozoiche e non già di quelli, spesso ben studiati e descritti, che si constatano nell' interno delle masse pretriasiche dei ricoprimenti (intrusioni granitiche, ecc.).

Adducendo alcuni esempi: le " prasiniti quarzose e micacee, formanti sottili zone di passaggio „ della leggenda dell' acclusa carta (**80**), di cui tratta anche E. Raguin, più oltre in questo fascicolo (**82**), altro non possono essere che l' originaria zona di scorrimento dei gneiss del ricoprimento dei calcescisti; questi gneiss, con i quali le ho indicate, sono rocce giunte in un primo tempo, per *migrazione,* nel luogo attuale, fra le rocce attualmente incassanti, con cui subirono posteriormente eventuali nuovi scorrimenti e dislocazioni.

Le rocce simiche, che abbiamo, più volte ed in più luoghi, trovate affiancate da zone singolari nei calcescisti attualmente con loro in contatto, sono esse pure giunte nella posizione ora occupata per *scorrimento* o *migrazione*, a freddo, ed in condizioni di pressione, laminazione, plicazione incompatibili con altre ipotesi. Nè quella che ne vorrebbe fare ceneri vulcaniche, ecc., è attualmente compatibile con i dati di fatto. Poichè, quando si creò questa complicatissima ipotesi, malgrado l' assenza di qualunque possibile traccia o sintomo dei vulcani che essa esige, si credeva esser la massa dei calcescisti un enorme complesso stratigrafico, depostosi continuativamente, raggiungendo i fantastici spessori di 3-5-10 Km., era ancora possibile, per quanto ardito, il supporre che, or qua or là, ad intervalli, potessero essersi deposti strati od ammassi di ceneri. Ma attualmente ne è sufficientemente noto il ripetuto e complesso ammassamento in scaglie, zolle, lame innumerevoli, sì che è difficile ammettere che mai, in origine e supposti soppressi tutti i movimenti tectonici, il loro spessore totale abbia

superato 800-1000 metri. Inoltre si constata che, senza quasi eccezione, per non affermare, come sarebbe più esatto, senza alcuna eccezione, le rocce simiche sono poste su linee di dislocazione, precoci o postume, visibili o più o meno obliterate, e non rimane altra possibilità che considerarle rocce, scorse o migrate, ma esotiche ed indipendenti in modo assoluto dalla sedimentazione originaria dei calcescisti.

Anche in questo caso, le zone singolari sono originate da ricristallizzazione di miloniti, brecce, ecc., per metamorfismo susseguente e contemporaneo.

I calcescisti cloritici, frequentissimi nelle Alpi Pennine e Graie, di di cui si menzioneranno bellissimi e chiari esempi in altro lavoro di questo fascicolo (*Il lembo di Toss*, **83**), che solitamente formano zone o chiazze irregolari in prossimità di rocce verdi o di gneiss (ricoprimento dei calcescisti), ricordano al ragionamento obbiettivo e spassionato, qualora non si cerchino a piacere ipotesi romanzesche, vaste infiltrazioni di sangue, siero o pus nei tessuti organici, nel senso dell'anatomia patologica. Essi sono prodotti, come quelle, dal travaso, o meglio, dalla espressione meccanica violenta, superato il punto di resistenza, di soluzioni originariamente contenute nelle rocce verdi, colpite da un sopravvenuto eccesso di compressione (forse relativamente brusco) in pieno assestamento metamorfico, mentre, laminate, assottigliate, sconquassate, a centinaia di chilometri dal loro luogo d'origine, non erano certo in stato magmatico.

Questi, ed altri innumeri esempi similari, tendono a ricondurre alla realtà molte interpretazioni di fenomeni che furono completamente travisati e contribuirono perciò ad impacciare la comprensione dei fenomeni tectonici, nella loro vera entità e misura, o perfino a sviarne la constatazione, mentre invece ne sono il parametro e la magnificazione, mentre contribuiscono anche, con le loro conseguenze prossime e lontane, a meglio chiarire una serie di fatti e fenomeni generali, le cui cause e la cui esistenza erano ancora oscure. Essi mostrano anche quanto sia necessario che le scienze ausiliarie della geologia, così spesso snaturate col farne scopo e meta e non più mezzo, non vengano più a

minacciare il progresso e la stessa esistenza della scienza primaria, di cui molti dimenticano lo scopo ed il fine centrale ; e ciò con costruzioni irreali, di pura teoria ed astrazione, prescindenti dalle condizioni generali, meccaniche-strutturali, dell' ambiente vicino, ed anche meno vicino, ove hanno sede i fenomeni, di cui esse isolano, dalla trascurata realtà, qualche effetto considerato a sè stante.

CONSIDERAZIONI SUL MECCANISMO DEI RICOPRIMENTI

Inesistenza delle "radici". - Un quarto di secolo fa, in analogia ed in conseguenza delle grandiose scoperte fatte in questo vasto campo nel decennio precedente nella parte esterna delle Alpi (*Elvetidi*), Lugeon e Argand (**7**, **8**) crearono genialmente la dottrina dei ricoprimenti pennidici, dottrina che rimarrà come splendida armatura di quante nuove ed anche colossali complicazioni e modificazioni abbiano ora ed in avvenire da aggiungervisi. Le prime osservazioni, che non potevano non esser rapide, sommarie, non sempre complete, i documenti altrui, ben spesso antiquati ed errati, sui quali essi si basarono e precipuamente l' habitus mentale di teorie e preconcetti antecedenti, dai quali una sintesi, per quanto formidabile, non può certo liberarsi subitamente e totalmente sin dall' inizio, fecero sì ch' essi introducessero nello schema ideale d' un ricoprimento la nozione di *radice*.

A ciò li induceva anche, inevitabilmente, la struttura particolare delle Alpi Pennine, dallo studio delle quali essi trassero l' idea e gli elementi primi della loro dottrina. Ivi, al limite più interno delle Alpi, oltre all' esistenza della massa di considerevole ed eccezionale spessore Sesia-Lanzo, si osservano (Sempione) regolari successioni di masse gneissiche antiche, anticlinali, e di sottili sinclinali di calcescisti. La nuova e trionfante creazione di Haug, la *teoria delle geosinclinali*, alla quale si devono almeno due lustri di ritardo nel progresso della tectonica, ed altre parecchie macchinose ipotesi, oggi sommerse, sul processo di formazione e surrezione di fenomeni così nuovi e così sorpren-

dentemente giganteschi, errori tutti ben trascurabili dinanzi ai fecondi frutti di sì grandi menti creatrici, non poteva, per l' ambiente mentale che determinavano, non influenzare la loro concezione e sviarli da realtà, che, senza questa fallace atmosfera, avrebbero certo altrimenti valutate.

Nè può esser dimenticato, fra le cause d' inganno, l' ingannevolissimo *arco delle Alpi Occidentali*, concezione puramente geografica, risultato attuale delle forze di erosione, complesso residuo di cose strappate, contorte ed accavallate, che aveva dato una base a quasi innumerevoli teorie di geologia alpina precedenti l' epoca dello studio sistematico dei soli fatti (1).

Allo stato attuale delle cognizioni dettagliate sulla struttura alpina, è atto poco scientifico il voler supporre, senza il minimo elemento di prova, che l' intersezione posteriore, interna, delle masse di ricoprimento, (pennidiche e, dove sono visibili, austridiche o dinariche), con la topografia, ove esse scompaiono irrimediabilmente al nostro esame, presente e futuro, sia il luogo delle *radici* di queste masse. Nulla, *assolutamente nulla*, ci prova che esse ne abbiano mai avute, che cioè abbiano un legame, una continuità ininterrotta con una massa profonda, " autoctona „ secondo le supposizioni in voga. Nulla prova anzi che possa esistere questa zona d' origine dei ricoprimenti e che sia " autoctona „, mentre tutti gli elementi di fatto conoscibili autorizzano largamente una opinione contraria: l' indipendenza, la vita e la sussistenza in sè ed a sè di ognuna delle masse che diedero i ricoprimenti. Queste altro non possono essere, sia alla luce del mobilismo, sia astraendo da esso, che immense zolle sialiche, antiche ghirlande insulari, o scaglie gigantesche (per i più esterni), listricamente separate totalmente da altre scaglie. Partendo dalle nuove realtà poste in luce dal mobilismo, fu già dato da tempo un succinto e sommario primo abbozzo della genesi pennidica ed alpina (**31**), derivato da una nuova concezione dell' origine delle masse alpine, che le mie ricerche, che ormai coprono la metà delle Alpi Oc-

(1) Abbiamo già più volte assalito quest' " *arco* „, ne abbiamo già cominciato a dimostrare la non realtà (**44** e **38**, oltrechè **31**) e, risultato primeggiante di questi studi, mostreremo ch' essi ci portano a ben altra concezione.

cidentali, hanno sempre più confermata, sì che, fra non molto, con maggior ampiezza e chiarezza e copia di dettagli ed argomenti, essa dovrà esser esposta in forma nuova (1).

Come lo vediamo nel ricoprimento dei calcescisti o della Dent-Blanche (**44**), un ricoprimento, per quanto risulti oggi dai fatti, termina probabilmente a tergo con sfilacciamenti, lembi strappati e laminati, diminuzione continua di volume, o con un lungo peduncolo di cui non conosciamo l' estremità, probabilmente sfilacciata anch' essa.

Un ricoprimento, poi, ed anche questo fu una sorta di dogma introdottosi inavvertitamente nelle concezioni prime, non ha, nè può avere una indefinita continuità laterale, nè di *tonnellaggio*, continuamente e bruscamente variabile, nè di esistenza purchessia. In punti, che nelle Alpi sono ben facili ad esser immaginati, ma la cui trattazione non rientra nella cornice di questi studi, essi evidentemente cessano, mentre, a piccola o grande distanza, " danno loro il cambio „ altre masse equivalenti, più o meno isotopiche, poichè è ben naturale l'immaginare ch' esse possano anche non trovarsi in continuità lineare, ma esser disposte " a quinte „. Vediamo, nella regione qui studiata, indici importantissimi del cessare, verso S e SW, del ricoprimento dei calcescisti,

(1) Già vent' anni fa scrivevamo (e pubblicammo nel 1913 in **19**, pag. 106-107): " *Il est surtout indispensable de rejeter absolument la notion fort commode, mais complètement arbitraire et peu en rapport avec les faits, de* racine „. In **44**, segnalammo l' inesistenza delle radici del *ricoprimento dei calcescisti o della Dent Blanche* ed i fenomeni che si osservano nella sua parte postero-laterale terminale, con scavalcamento della massa Dora-Maira sottostante, il chè si confermò, sebbene in forma ancor più complicata, negli studi susseguenti. (Di tutto ciò ci fu fatta leggere ultimamente una interpretazione per lo meno indicibilmente fantastica).

Oggi, con la diradata schiera di coloro che non riuscirono a comprendere la tectonica moderna, ci troviamo su questi punti di vista diametralmente opposti in ogni più piccolo dettaglio, di fatto e specialmente di obbiettività e di metodo, e questa opposizione è altamente ed irrimediabilmente significativa: noi, *basandoci unicamente su ciò che si vede*, constatiamo l' esistenza di immani movimenti di translazione tangenziale di enormi masse, di cui abbiamo metodicamente e con severa e lunga analisi trovate e seguite le tracce, e, conseguenti ed obbiettivi, non ammettiamo, non esistendone le prove, le inverosimili radici e la loro autoctonia; i seguaci della geologia empirica ed anedottica, *basandosi su ciò che* NON *si vede*, affermano senza prova la continuità, l' autoctonia, accidentata da movimenti verticali non dimostrati nè meccanicamente possibili, di tutto il diametro alpino; affermano invece, contrariamente ai fatti, che le enormi masse (ed i loro stessi lembi isolati dall' erosione) trasportate su enormi distanze l' una sovra l' altra, lungo superfici geometricamente ovunque visibili e dimostrabili, sono radicate ove si trovano nè mai si mossero.

od almeno del suo nucleo pretriasico [*tonnellaggio vecchio ravvivato* nel *tonnellaggio nuovo* della copertura mesozoica (1)], il chè, con molta verosimiglianza, può attribuirsi ad uno strappo laterale avvenuto durante la fase iniziale di incastro nel pseudo-arco delle Alpi occidentali.

È ancora da ben considerare l'assoluto non parallelismo di un ricoprimento rispetto all'altro e rispetto all'ante-terra ed al retro-terra, alle mascelle cioè della morsa Euro-africana (non parallele, del resto, fra loro), in ognuna delle tre dimensioni, con le conseguenze formidabili, di cui appena fu sinora accennata (**44**) quella della fuoriuscita del ricoprimento dei calcescisti (Dent Blanche) nella regione qui studiata. Il loro studio e la loro ricerca contengono la sicura promessa di splendidi risultati. Descrivendo la tectonica della regione, avremo, ad esempio, l'occasione di mostrare il non difficile adattamento del ricoprimento Gran S. Bernardo-Vanoise-Brianzonese alla prodotta deformazione dei massicci ercinici, in contrasto col non adattamento dei ricoprimenti postero-superiori, con le formidabili conseguenze che ne derivarono.

Le geosinclinali e la realtà. – Sembra appena necessario il ricordare, tanto ebbe fortuna la teoria delle geosinclinali, le ipotesi sulle quali essa si basa. In zone predestinate, zone neritiche o quasi, si depositerebbero con continuità ininterrotta masse di sedimenti molto maggiori che altrove; da questa massa premente (e l'*isostasia*, allora poco nota ed in onore, non vi contraddice certo) si originerebbe un lento sprofondarsi del fondo roccioso originario e dei sedimenti deposti, in modo che questi raggiungerebbero spessori fantastici e, dato il *presunto* calore di tali profondità, inizierebbesi in essi un metamorfismo regionale. E questa prima fase, malgrado non ne esistano prove dirette, è così verosimile, salvo l'entità degli spessori dei sedimenti, da poter essere accettata. Certo, sebbene in proporzioni più *naturalmente* modeste, possiamo ammettere che una geosinclinale esista ed anzi si formi e si

(1) Si spiega così perchè, da un punto di vista meccanico, sia spesso opportuno il considerare essenzialmente come *ricoprimento* il nucleo petriasico (*tonnellaggio vecchio ravvivato*) trascurando, perchè più deformabile, e quindi adattato, con poche tracce delle forme primitive, alla sua situazione attuale, il *tonnellaggio nuovo* (copertura mesozoica).

approfondisca, ad es., nella Valle del Po, che però non è marina, salvo, forse, per una breve fase iniziale, ed in altre grandi valli analoghe.

È invece obbiettivamente inspiegabile ciò che avviene in una seconda fase – e più inspiegabili ancora ne sono le cause. Improvvisamente, la geosinclinale cessa il suo movimento verticale negativo ed il fondo sorge, diviso (perchè?) in più intumescenze, le quali irresistibilmente si ergono altissime e si coricano l'una sovra l'altra, e tutte poi su una delle sponde rigide laterali. Non ignoriamo certo, poichè ci entusiasmammo come e più di molti altri, nei nostri giovanissimi anni, per questa concezione, che, come era in quei tempi inevitabile, interviene in questa seconda fase, la strizione causata dalla contrazione del globo terrestre intero, sebbene nulla provi questa contrazione, sebbene, anzi, tutto provi che non può esistere e che, in ogni caso, non sarebbe in nessun modo proporzionabile nè comparabile ai movimenti tangenziali ch' essa doveva spiegare. Se dunque questa contrazione, ove fosse esistita, poteva servire a spiegarci il riavvicinamento delle due sponde rigide col contemporaneo sprofondamento e con la finale scomparsa delle masse di sedimenti ammucchiati nella geosinclinale, il fatto supposto che questi sedimenti invertissero ad un certo istante, da nulla di speciale caratterizzato, il loro movimento e schizzassero fuori in ben ordinati, allineati e calibrati ricoprimenti, se non si fa intervenire un plutonico deus ex machina, non è punto convincente.

Infatti, in **20**, Argand dovette far intervenire il fatto della presenza di sedimenti neritici sulle parti frontali della maggior parte dei ricoprimenti e modificare la teoria con la concezione di ondulazioni embrionali (per qual causa prodottesi e conservatesi proprio in quei luoghi della supposta geosinclinale?), future fronti dei ricoprimenti.

Nella *Tectonique de l' Asie* (**24**), il mio illustre Amico concepì, pur non estendendola ovunque ed accettando ancora l'esistenza di geosinclinali, la *geomonoclinale*, concezione aderente alla realtà dei fatti osservati. Indipendentemente, in *Paléogéographie et genèse penniques* (**31**), usavo per la stessa concezione, generalizzandola, e sopprimendo totalmente la vecchia teoria, termini di geosinclinale simica ed altri ana-

loghi, rispondenti con tutta evidenza alla nozione di *due geomonoclinali*, l' una in faccia all' altra, *e* del *fondo simico* fra esse compreso, nonchè, nella visione evolutiva del fenomeno, alla nozione di future *immigrazioni* di rocce simiche fra e nei ricoprimenti risultanti.

È ora bene attenersi all' ottimo termine di *geomonoclinale*, per ciò che avviene nei casi di catene di tipo andino o austridico, e, per i casi pennidici, preferire quello di *doppia geomonoclinale*.

Nel lavoro citato (**31**) si concepivano ghirlande sialiche, separate da estensioni di fondi marini simici, avanzanti poco a poco, strette fra due continenti avvicinantisi, contro il più debolmente avanzante di essi, sino ad accumularsi nella " stretta della morsa „ ed a formare catene di tipo alpidico. Di esse sono esempi, attualmente in evoluzione constatabile ed offrenti vaste possibilità di paragone e di preciso studio, le Antille, le isole della Sonda, le varie ghirlande asiatiche ed americane del Pacifico.

Questa concezione, alla quale nessun fatto noto contraddice, mentre tutti la corroborano, basata su fenomeni che realmente si vedono esistenti e di cui, al lume delle carte batimetriche, nelle quali essi si vedono " rappresi „, si constata anche il movimento (ghirlande di isole), è, per lo meno, più verosimile, semplice, naturale, che non quella delle geosinclinali, che mancava di ogni conferma di fatti attualmente svolgentisi, non solo, ma è contraddetta completamente dai dati dell' isostasia ed ancor più dalle dottrine del mobilismo.

MIGRAZIONI TECTONICHE (1)

Col progredire delle ricerche dettagliate verso le Alpi Graie e Cozie, specie nel ricoprimento dei calcescisti, e con lo stabilirsi del concetto della corrispondenza ed identità completa fra " nappe des

(1) Completamente analogo al fenomeno, già da lustri noto per opera dei geologi carpatici sotto il nome di *diapirismo*, ragioni di maggior ampiezza di concetto ci invitano a trattare di questo vasto ordine di movimenti sotto questo nome più vasto. Analogie sensibili si presentano alla mente per ravvicinarlo anche alle *extrusioni* di P. Viennot (**72**), ma sarà più opportuno rilevarle e trattarle come si conviene, quando il fenomeno che qui esponiamo sarà più ampiamente noto.

Schistes lustrés „ dei geologi francesi e " nappe de la Dent-Blanche „ di Lugeon e Argand, da me introdotto e dimostrato (**42**, **43**, **44**, **61**), si faceva sempre più acuto il problema della formazione di scaglie, lame tectoniche, lenti di rocce triasiche, sparse e sperse nei calcescisti, in misura vieppiù crescente verso il SW, non sufficientemente spiegato dai pur numerosissimi piani di scorrimento, constatabilissimi nelle grandi masse di calcescisti.

Accanto a questo problema principale, causalmente molto analoghi, i problemi del " faisceau vermiculaire „ dei dintorni di Zermatt (Argand) (1). Meccanicamente molto diversi, malgrado le apparenze, quelli delle scaglie di Evolène, delle lunghe digitazioni retroflesse del ventaglio di Bagnes, da me osservati e posti in giusta luce sin dal 1911 (**15**, **19**, **25**) nella regione fra Evolène e Zinal, come pure quelli di certe scaglie nella Valsavarenche, intorno a Dégioz e Tignet, che recentemente così bene studiò Gb. Dal Piaz (**65**, **66**) considerandole, in pieno accordo con me, come trascinate e conglobate nel ricoprimento dei calcescisti, dall' avanzare del quale furono strappate dalla superficie del ricoprimento sottostante del Gran Paradiso.

Molto simili pure, sebbene parzialmente soltanto, i movimenti di grandi masse sialiche e, in quanto inglobate in esse, ad un certo stadio evolutivo, di molte lenti e lembi di calcescisti; identici quelli di piccole lenti e masse di rocce verdi. Di questi movimenti già abbiamo fatto cenno, poco a poco, più sopra e ciò per la ragione *non mai abbastanza ripetuta* dell' assoluta inesistenza ed impossibilità di esistenza nella tectonica moderna ed obbiettiva, come in ogni scienza, del resto,

(1) Tale fenomeno, che indubbiamente interessa solo parti che, durante il sopravvenire ed il profondo incunearsi in essa del ricoprimento del M. Rosa (= G. Paradiso), si staccarono o scheggiarono dalla massa del ricoprimento del G. S. Bernardo e " migrarono „ entro le masse sovrastanti del ricoprimento dei calcescisti (ce ne assicurammo ancora rapidamente qualche mese fa in una breve gita colà), è molto più limitato di quanto sia potuto sembrare. Nelle Alte Valli d' Ayas e di Valtornenche ne avevamo constatato il cessare, mentre, a pochissima distanza, nelle alture di Chamois, giungono le ultime propaggini di sfilacciamenti di rocce triasiche e pretriasiche nettamente collegate col lembo del Pilonet (ricopr. dei calcescisti o della Dent-Blanche), nettamente distinguibili, quanto ai gneiss, diversissimi fra loro. Pubblicheremo, a suo tempo, i rilevamenti e le osservazioni fatte da tempo in quelle regioni.

degna di tal nome, di categorie, limiti di classificazione, gruppi separati di fenomeni, quando tutto fluisce gradualmente, e per una infinità di transizioni ed in una infinità di direzioni di pensiero, dall' un estremo all' altro.

Molti tentativi di interpretazione, tra cui quello della successione di più tempi (necessariamente nettamente separati) nella evoluzione e nell' avanzare del ricoprimento dei calcescisti, che potessero dar ragione di così complessi fenomeni, furono dovuti abbandonare, perchè contenenti l' ingannevole e dissonante supposizione della non continuità nel tempo, di lacune, fasi parziali, che nessun altro fatto poteva confermare. Tutto, nella formazione di una cicatrice orogenica, è continuo, scorre, fluisce insensibilmente, con flusso variabile, ben s' intende, e coll' introdursi graduale di nuove cause e nuovi effetti, ma senza arresti nè lacune. Il *diapirismo*, quale risulta dagli studi carpatici, presentava ancora molti aspetti, in modo abbastanza sensibile non concordanti con i fatti considerati. Malgrado la diversità dei fenomeni trattati, conducenti a ben diverse conclusioni, certe analogie con le osservazioni contenute in due pubblicazioni di P. Termier (**63** e **64**) mi portarono, dopo i necessari e lunghi esami dei fatti, ben diversi e solo indirettamente comparabili, alla concezione di innumeri e vaste *migrazioni tectoniche*, di lembi, scaglie e masse di rocce varie entro la massa totale in movimento.

L' avanzare delle masse nucleari pretriasiche e delle masse pseudonucleari simiche del ricoprimento dei calcescisti, avvenne quasi unicamente per una serie di movimenti listrici, causati dalla rottura delle zone più superficiali di questi nuclei, per insufficiente viscosità ed insufficiente adattabilità alla deformazione imposta loro dalle zone più profonde, fluidalmente deformantisi. Tale rottura avvenne, entro e sopra i depositi neritici (triasici) e costieri (calcescisti), dotati di resistenza relativa molto inferiore.

Per queste rotture listriche, venivano a formarsi ad ogni istante cunei, digitazioni, lame, trucioli, di forma poco stabile e resistente all' ulteriore movimento, e specialmente incapaci di seguire le deforma-

zioni del nuovo mezzo in cui venivano a trovarsi. Sembra superfluo accennare che ad ogni mezzo (ogni roccia) corrispondono plasticità e rigidità diverse fra loro e reazioni diversissime ad uno stesso ambiente di forze sollecitanti. Questi nuovi oggetti tectonici, quindi, si staccavano facilmente, rimanendo isolati nella nuova massa ambiente e sollecitati ad adattarsi al " *campo di pressione* „ (concezione analoga in tutto al campo magnetico) di questa massa, secondo le stesse leggi che segue un cristallo in una roccia dinamometamorfizzata.

Questi lembi, lame, scaglie, di materiali diversissimi, gneiss, quarziti, calcari (fors' anco talvolta saliferi) rocce verdi, calcescisti stessi (questi ultimi, naturalmente, divenuti poi quasi indistinguibili dalla roccia incassante identica), non di rado erano accompagnati da lembi e masserelle di altre rocce, da lenti di prodotti e detriti di scorrimento, ecc. Erano anche talora parti strappate da zone precedentemente plicate e conservavano all' inizio la struttura immediatamente antecedente, obliterata poi, più o meno totalmente, più o meno interpretabilmente, da movimenti e deformazioni posteriormente subìti.

Sia che questi lembi, lame, scaglie, masse, continuassero a rimanere lungo una superficie listrica ancora viva (cioè sottoposta ancora a movimento), sia che venissero, dopo l' adattamento al *campo di pressione*, a trovarsi inerti, conglobati in una massa listrica più vasta e complessa, ma, come già si disse, di plasticità e rigidità diversa, essi si trovavano poi a subìre ad un tempo le sollecitazioni generali delle forze di spinta agenti e sollecitazioni particolari alla plasticità e rigidità proprie.

Mentre, quindi, ogni massa listrica, come ente a sè, avanzava, e nell' avanzare si dirigeva e si deformava verso ambiente e forma in cui subisse minor pressione, questi lembi, lame, scaglie, entro la massa maggiore che li conglobava, si dirigevano e deformavano essi pure nel senso di fuga dalla maggiore alla minor pressione. Esse schizzavano cioè per conto loro verso luoghi di minor pressione, allungandosi, torcendosi, troncandosi all' occorrenza a guisa di grani di rosario, ed in questo caso subivano, ogni parte indipendentemente dalle altre, gli ulteriori movimenti.

Quindi, movimenti, non diretti, sia pur solo tendenzialmente, verso l' alto, ma diretti verso la minor pressione, che, in casi particolari, ma non infrequenti, potevano anche trovare momentaneamente verso il basso o persino all' indietro.

Naturalmente, secondo le circostanze d' ambiente, queste migrazioni potevano avvenire, in casi favorevoli, su percorsi amplissimi. Così, secondo le maggiori o minori pressioni, sia contemporanee, sia successive, potevano lasciar dietro a sè una traccia analoga a quelle degli scorrimenti o non lasciarne alcuna. Erano favorite, evidentemente, quelle scaglie e masse che potevano spostarsi lungo scorrimenti a lungo in atto.

Infine è non solo giusta concezione, ma fatto osservato (masse di calcari, carniole, gessi, ecc. del Moncenisio) che le migrazioni avvennero, sia, in maggior parte, durante i movimenti, alpini, nella direzione loro propria, sia, durante le fasi finali di adattamento, in sensi trasversali.

L' AVANZATA DEL SIMA

Mentre vediamo così collocarsi in un solido quadro di concezioni ben difficili da scuotere tutte le problematiche masse migrate e ne riconduciamo la genesi a poche elementari nozioni di meccanica, giungiamo anche, per la messa in posto delle rocce simiche, ad una concezione molto semplice e razionale, priva assolutamente di ipotesi macchinose, e che lascia ben poca probabilità a supposizioni termiche.

Essa pure avvenne per *migrazione*. Naturalmente, la ben diversa plasticità delle rocce simiche diede luogo a risultati diversi, a risultati abitualmente ben più giganteschi di quelli offerti dalle lenti e masse sialiche. Sia Argand che io stesso, con espressioni diverse, ne abbiamo già sovente caratterizzata la funzione di *lubrificante tectonico*. Argand, giustamente, attribuì sempre al sima, che ovunque si trova alla base del nucleo pretriasico del ricoprimento dei calcescisti o della Dent-Blanche (*nappe de la Dent-Blanche* s. s.), il quale altro non è che *la più*

enorme migrazione sinora conosciuta nelle Alpi, la funzione di massa scorrevole sulla quale (sia seguendo le concezioni non mobiliste, sia seguendo le concezioni da me esposte in **31** e lavori seguenti) avanzò la massa pretriasica, scorrendo sino alla sua posizione attuale.

Nel mobile e mutevole fondo intermedio fra le due *geomonoclinali* (vedi capitoli precedenti), le masse simiche sottostanti, cominciarono ad incunearsi meccanicamente (e non termicamente) nella massa dei calcescisti. In alcuni casi, che si presentano forse solo nel massiccio della Dent-Blanche, si trovano nelle rocce pretriasiche inclusioni simiche che debbon considerarsi quali anticlinali strozzate o quali *spugne sial-simiche* (formazione di contatto e di miscuglio fra le masse sialiche galleggianti e le masse simiche sottostanti). Per il continuare della pressione e per la plasticità delle masse simiche, ogni cuneo si deformò (con possibilità di rifornimento, troppo evidente per chi sia al corrente di questi studi) e si allungò entro e fra gli strati dei calcescisti, (frequente caso tipico delle rocce verdi), su lunghezze amplissime nel senso del movimento alpino.

Ciò avvenne con tutte le variazioni di potenza e di spessore che, nell'avvenire della scienza, permetteranno forse calcoli matematici di ricostruzione dei movimenti alpini, con tutti gli incidenti di cui abbiamo dimostrato passibili le migrazioni in generale: strozzature, hiatus, sfilacciature, zone lenticolari. Tutti questi risultati potevano essere primarî, cioè contemporanei all'avanzata, o secondarî, cioè ad essa posteriori, e dipendere, sia da mutamenti nel *campo di pressione*, sia dal sopravvenire di nuove masse posteriormente (od anche obliquamente o lateralmente) incalzanti.

Assistiamo frequentemente a scorrimenti (fluidali in tutto od almeno in parte) lungo le masse di serpentina, anche se contenute fra grandi masse di prasiniti od anfiboliti; la plasticità maggiore delle rocce ultrabasiche che originarono le serpentine, sollecitata dalle immani forze di strizione, doveva evidentemente produrre questo risultato.

ZONE DI TORSIONE

" Scorrimento latente „ di Ambin. – In un momento già tardivo ed in parte postumo dell'avanzata delle masse pennidiche contro la soglia europea, esse gradatamente la sconvolgevano, listrificavano e spingevano dinanzi a sè, nello sforzo di raddrizzare l'estremità WSW delle loro masse, venuta ad urtare obliquamente questa soglia, e creavano quella apparenza che fu chiamata arco delle Alpi Occidentali. Ciò provocò lo scatto laterale dell'enorme massa listrica di Ambin e, poco dopo, l'avanzata obliqua della massa Dora–Maira, entro e contro il ricoprimento dei calcescisti, con accompagnamento di fenomeni singolarissimi.

In un mezzo già rappreso (figé) per notevole accumulo di pressione nella direzione alpina, accompagnato dal sorgere e crescere, contrastante e neutralizzante, delle pressioni laterali dovute al formarsi del pseudo–arco, lo scattare improvviso dello *scorrimento latente* di Ambin, in direzione della massa del Gran Paradiso, essa pure, più o meno contemporaneamente, travolta lateralmente contro la massa del M. Rosa, per lo scatto dello *scorrimento latente di Arceza* ([1]), fece nascere grandi scorrimenti listrici di superficie, che verranno considerati più oltre, e sconvolse tutta la massa a noi visibile del ricoprimento dei calcescisti.

Fistola sialica Saluzzo-Pinerolo-Ivrea. – Continuando la materia pennidica antestante ad incastrarsi ed a incurvarsi nell' " arco „, col crescente restringimento laterale di esso sotto la spinta dell'ala meridionale, a cagione delle medesime pressioni laterali, la massa Dora–Maira, si scioglieva dai collegamenti col retro-terra (arrière–pays,

([1]) Il massiccio d'Ambin (ne sarà trattato più oltre) si considera come *terminazione libera laterale* del ricoprimento M. Rosa-Arceza-Gran Paradiso-Ambin. È significativo che questo ricoprimento abbia subìto almeno due così intensi scorrimenti laterali, molto analoghi tra loro, l'uno che mosse verso il massiccio del M. Rosa la cupola di Arceza, l'altro che fece subìre eguale movimento di strizione, contro il G. Paradiso, al massiccio d'Ambin. Su Arceza verranno a tempo opportuno pubblicate osservazioni e rilevamenti dell'A.

Rückland) mediante il formarsi di un lungo occhiello in tutto analogo ad una fistola, sia nel senso anatomico, sia nel senso patologico. Nettamente ed esattamente ne segna i contorni la carta delle anomalie della gravità, nella zona lenticolare di forte anomalia positiva Saluzzo–Pinerolo–Ivrea, mentre ne è ben chiaramente sottolineata la natura dall' enorme extrusione di masse simiche ultrabasiche Piossasco–Balangero. Qui, come sotto gran parte del massiccio Dora–Maira, come sotto la pianura di Saluzzo-Pinerolo-Orbassano–Pianezza, con molta probabilità e salvo un tenue velo di rottami sialici, altro non v' è che il sima aspirato dallo strappo prodotto fra Pennidi e masse africane nelle fasi finali di formazione dell' "arco „ alpino.

Torsioni ed extrusioni simiche. – Sotto l' impulso di queste pressioni laterali sempre aumentanti, galleggiando, almeno nella sua metà settentrionale, sul e nel sima, il massiccio Dora–Maira venne obliquamente ad incunearsi nella massa sconvolta del ricoprimento dei calcescisti a N del massiccio di Ambin, massa in via di rapprendersi sempre più intensamente, in conseguenza della durata e dell' intensità delle pressioni contrastanti subìte.

Oltre ad altri fenomeni che escono dal quadro qui prestabilito, (1) oltre ai fenomeni intensissimi di compressione subìti dallo stesso massiccio Dora–Maira, le cui linee principali furono in gran parte così magistralmente descritte da Argand sin dal 1911 (**16**), avvennero, nelle masse che si trovarono in immediato contatto col massiccio incuneantesi, deformazioni assolutamente nuove e stupefacenti.

Le masse rocciose, non di rado proprio al contatto fra formazioni diverse, subirono torsioni con strappi e formazione di cavità, di cui non si può dare una descrizione adeguata e chiara che richiamandosi a ciò che avviene, sia in alberi colpiti dal fulmine e sfilacciati dal brusco essicamento dovuto all' evaporazione dei liquidi circolanti, sia in legnami non stagionati ed imprudentemente lavorati, che talvolta si torcono molto sensibilmente, presentando zone, lenti, occhielli suc-

(1) v. **38**, p. 7.

cessivi scaglionati su un certo spessore, con l'aprirsi di cavità fra ognuna delle fibre del legno.

Le cavità, nelle rocce originarie del ricoprimento dei calcescisti, vennero, mentre si formavano, riempite di materiale simico, aspirato od extruso in esse dalla vicinissima superficie della massa sottostante ed antestante al massiccio Dora-Maira, da questo spinta e forzata innanzi a sè.

Si formarono così le enormi masse di serpentine, dirette in generale da WNW a ESE, con fortissimo pendaggio a NNE (in media), ma deformate secondo una curva complessa ed ondulata, più o meno parallela alla fronte del massiccio incuneato, che sorgono fra l'una e l'altra stretta zona di materiale sialico od anche simico di età strettamente alpina. Si ha, in questa zona, lo strano spettacolo di due serie simiche, certo non distinguibili, o quasi, con mezzi petrografici prescindenti dalla tectonica, l'una di incuneazione genetica alpina, l'altra di extrusione postuma. Esse sono spesso a contatto fra loro e si interpenetrano.

Il problema, ben s'intende, rimane solo parzialmente risolto; esso presenterà *certo* ben maggiori e più strane complicazioni, sempre però nel senso già indicato, sinchè non siano studiate con meticolosa cura anche tutte le zone più orientali tra Pont Canavese e Piossasco, zone percorse sinora solo in parte e sommariamente dall'autore.

TECTONICA DEL RICOPRIMENTO V.

Il ricoprimento Gran San Bernardo-Vanoise-Brianzonese (IV). – Anteriore, esterno nella direzione alpina, spinto ed ammassato innanzi a sè dal ricoprimento V, argine insufficiente sconvolto dall'avanzata del ricoprimento dei calcescisti (VI) che, prima di complicarsi con la sua massa, nelle ultime fasi alpine, ne piallò vaste zone superficiali, il ricoprimento Gran San Bernardo-Vanoise-Brianzonese rimane in questa regione

all' esterno del territorio italiano. Solo alcune ultime propaggini delle sue pieghe retroflesse vengono a raggiungere la superficie nel territorio compreso nella carta, ove, salvo un minuscolo affioramento pretriasico, a NE di *le Verney*, nella valle dell' Arc, ne compaiono solo le rocce mesozoiche di copertura, che giungono sino alle parti più frontali del massiccio d' Ambin ([1]).

I massicci di Ambin, G. Paradiso e Dora–Maira. – Generalmente questi tre massicci vengono attribuiti al ricoprimento V, che con essi comprende la " finestra „ di Arceza ed il massiccio del Monte Rosa. Di quest' ultimo, per la massima parte su territorio nostro, è visibile, con la più elementare chiarezza, la complicata struttura di ricoprimento, mentre, allontanandosi verso E, si scopre la successione dei ricoprimenti IV, III, II, I, ad esso soggiacenti. Tale struttura, se, beninteso, può grandemente *modificarsi* su una così ampia estensione laterale, non può tuttavia *cambiare* totalmente e non è lecito, nemmeno per chi non conosce de visu tali zone, il supporre che Arceza, Gran Paradiso, Ambin e Dora–Maira non abbiano subìto enormi translazioni, proporzionate a quelle del Monte Rosa. Per chi, poi, non sia digiuno di tectonica, tutti i fatti strutturali, sia interni ai massicci, sia, specialmente, esterni, provano che i massicci suddetti, benchè non mostrino il loro substrato, subirono movimenti di translazione anche più netti e più ampi, o più contrastati, il che è meccanicamente equivalente.

Riteniamo, alla luce di tali dati tectonici, che, in maniera crescente da NE verso SW, i massicci nominati sostituiscano gradatamente ad una struttura complicata della loro base rovesciata, quale è visibile nel massicio del M. Rosa, una superficie più nettamente di puro scorrimento, ondulata e ripiegata, naturalmente, anch'essa, come tutto ciò che esiste nella zona.

Abbiamo già accennato, nella parte generale precedente, alle linee sommarie dei movimenti secondarî (equivalenti in buona parte alla " *plicazione graia* „, di cui abbiamo parlato in precedenti lavori). Esse

([1]) v. E. Raguin (**82**) n. 6 di questo fascicolo

illuminano un poco anche certi dati di facies stratigrafico-petrografici che dobbiamo far risaltare.

Identità di facies tra Ambin ed i massicci più settentrionali. – A cagione dell' intimo contatto fra le coperture mesozoiche di Ambin e della Vanoise (ricopr. IV), perdura ancora, fra i colleghi francesi, sebbene ormai meno affermativa, l' impressione di una continuità pretriasica fra i due massicci. Sia per questa ragione accidentale, sia perchè le parti frontali del Pretriasico di Ambin sono in massima parte costituite da paragneiss e micascisti minuti del tipo più banale, che s' incontra in tutti i ricoprimenti, non solo, ma persino nei massicci ercinici e nelle austridi, tale ipotesi, sinchè da parte nostra fossero così poco note e studiate le masse retrostanti, non mancava di possibile verosimiglianza, pur contrastando con la sintesi di Argand. Si aggiungeva ancora la circostanza che la zona francese del massiccio del G. Paradiso, fra le Levanne e Bonneval (gneiss de Bonneval), è quasi esclusivamente formata dai più tipici ortogneiss.

Le rocce del ricoprimento V sono invece diversissime (1), specie nella sua parte frontale, ed il massiccio d' Ambin contiene, forse in maggioranza, tutti i più bei tipi di ortogneiss (2).

Ma, per le necessità del geologo, molto più che in indagini ed esempi micropetrografici o persino nell' osservazione macroscopica di campioni isolati, si trova nell' aspetto morfologico delle rocce del ricoprimento un criterio assolutamente costante, riscontrato in tutti i massicci che gli appartengono, di struttura a spessi lastroni, ad enormi parallelepipedi, a scalini giganteschi, ricordanti un poco la struttura delle Piramidi egiziane ; criterio certo, perchè mai da me riscontrato altrove, struttura persistente ovunque, salvo in ristrette zone frontali–superficiali che

(1) v., in **62**, gli studi accurati di Gb. Dal Piaz sulla zona frontale del massiccio del Gran Paradiso.

v. anche nel Museo Geologico dell' Università di Losanna la magnifica raccolta di rocce del massiccio del M. Rosa, fatta da E. Argand.

(2) Si percorra ad esempio, il vallone del Giasset, dalle Scale del Moncenisio al Col Giasset e al Malamot.

s'incontrano in ognuno dei massicci che ne fanno parte, costituite per lo più da paragneiss (1).

Il problema del massiccio Dora-Maira. – Questo criterio appunto, oltre alla posizione tectonica ed alla vasta translazione laterale subìta, contribuisce a porre il problema della funzione tectonica del massiccio Dora–Maira. Lo abbiamo percorso, sommariamente e senza scopi di minuto rilevamento, un po' ovunque, senza mai trovarvi la facies morfologica or descritta.

Argand (**16**, **17**), ne constatò la netta separazione in due masse diverse sovrapposte; a ciò posso aggiungere l'accenno a complesse zone interne di scorrimento, tutt'altro che chiare sinora, di cui ho la fortuna di possedere un esempio nella mia stessa casa. Egli attribuì la massa inferiore (M. Bracco–Pinerolo) al ricoprimento IV (meglio sarebbe pensare ad una immensa scaglia, ad una zolla di questo, abbandonata all'indietro nelle vicissitudini della strizione alpina), quella sovrastante, invece, al ricoprimento V. Questa massa superiore irresistibilmente mi ricorda però la facies morfologica dei ricoprimenti del Sempione. Questi dati insufficientissimi della questione, mentre costringono al dubbio nel campo delle affermazioni, permettono, nel campo delle ipotesi provvisorie di lavoro, le supposizioni più strane e complesse (2).

È, ad ogni modo, lecito il persistere a credere, purchè questa credenza rimanga ipotesi, che la massa superiore del massiccio sia la continuazione SW del ricoprimento V. Rimane netta ed incrollabile la certezza che, distaccato da altre masse pretriasiche (nell'ipotesi quì

(1) Analogamente, all'occhio esperimentato, sono immediatamente distinguibili, indipendentemente dalle ulteriori immancabili conferme da esame più minuto, le zone di gneiss del ricoprimento dei calcescisti (VI), che, ad es., in zone ove loro si approssimano lame migrate dal ricoprimento IV (alta Valtornenche), nettamente si distinguono dalle altre a media distanza, in pieno accordo con le ulteriori conferme tectoniche.

(2) Si può pensare, ad es., ad un urto o sfregamento (urto profondo) primitivo delle parti di ricoprimenti ora costituenti il massiccio Dora-Maira ed al loro arresto, sorpassato da tutte le masse ora antestanti, il cui incombere susseguente le avrebbe anzi translate verso l'indietro, allorquando ebbe inizio la formazione della "fistola sialica„ Saluzzo-Pinerolo-Ivrea.

ammessa, dalle estremità SW del massiccio d' Ambin) in epoche ancora quasi eo-alpine, il massiccio Dora-Maira agì, nel gioco delle masse in movimento, come massa a sè, divenuta retro- e sotto-stante, almeno nella sua metà settentrionale, al ricoprimento dei calcescisti, che nei lontani inizî alpini lo sospingeva da tergo.

Abbiamo inoltre già accennato, poche pagine innanzi, alla translazione trasversale subìta dal massiccio Dora-Maira, contemporaneamente al nascere della " fistola „ sialica Saluzzo-Pinerolo-Ivrea, che permise la fuoruscita delle rocce ultrabasiche del M. Musiné e che ci è come materialmente visibile attraverso la carta delle anomalie della gravità, che infine ci conduce alla nozione di modesto spessore e di galleggiamento sul sima di una buona metà del massiccio (1).

Il massiccio Dora-Maira, infatti, nell' avanzare trasversalmente contro la massa del ricoprimento dei calcescisti stretto e ridotto ad un ammucchiamento di vaste scaglie listriche, fra i massicci d' Ambin e del Gran Paradiso, avanzare che fu relativamente rapido nella sua lentezza, poichè vinse la velocità di assestamento isostatico del sima, di cui cacciò grandi ondate dinanzi a sè, vi si incuneò con i conseguenti fenomeni di torsione di cui è stato detto poco innanzi, accompagnati da riempimenti di materia simica nei vuoti dalla torsione creati.

Tale avanzata non si fece senza lasciar violenti tracce, che vediamo come rapprese nel massiccio, in tutta la zona che per essa fu frontale. Analogamente a quanto avviene nella superficie di un liquido, sul quale si muova un corpo galleggiante, un notevole segmento settentrionale del massiccio Dora-Maira è segnato da quasi regolari onde

(1) Questa " fistola „ sialica, che, oltre Ivrea, si continua nella zona detta " delle anfiboliti d' Ivrea „, apertasi per la strizione laterale dovuta all' incastrarsi a forza dei ricoprimenti pennidici nella massa ercinico-elvetica che costituiva la soglia costiera del continente europeo (che l' avanzare pennidico sollevò e schiacciò dinanzi a sè in innumeri scaglie listriche) permise, a cagione della zona di decompressione ch' essa creava, lo schizzar fuori trasversale, dalle ganasce della " morsa „ euro-africana, sia della massa del ricoprimento pennidico dei calcescisti o della Dent-Blanche (VI), che non lasciò dietro a sè che lembi e sfilacciamenti terminali, sia anche delle pseudo-radici, o piuttosto dei lembi terminali dell' *Unterostalpin* (Austridi inferiori), evidentemente assottigliantisi e cessanti poco a poco verso SW nella zona d' Ivrea. Questo già avevamo accennato in **44**.

di pieghe retroflesse arcuate, sin dal versante N della Valle di Susa (1), mentre più a S larghe ondulazioni trasversali confermano lo sforzo e la deformazione patita.

Il massiccio d' Ambin nell' epoca alpina. – Sulla struttura di epoca puramente alpina del massiccio d' Ambin, ben poco è possibile dire, poichè altro non se ne vede che una immensa carena rovesciata, lievemente accidentata da movimenti alpini od anche postumi.

Il Mesozoico (2). – Non è affatto risoluto il difficilissimo problema del Mesozoico attribuibile al massiccio d' Ambin. Nella sua metà, volta a NE e ad E, che fu, durante i movimenti postumi che si considereranno più oltre, la fronte della gran scaglia d' Ambin in movimento, esso è piallato inegualmente dal soprastante ricoprimento dei calcescisti sino alla superficie ed a zone sub–superficiali dei gneiss petriasici. Questi vengono in contatto di scorrimento, sia coi calcescisti direttamente, sia con sottili lenti del Trias caratteristico del ricoprimento dei calcescisti. Tutte queste lenti son da considerare più o meno migrate, e tutte, almeno in una sottile zona basale, contengono brecce ad elementi svariatissimi, tra cui gneiss, micascisti, quarziti e calcescisti.

Nella zona del massiccio che si può invece considerare all' ingrosso come posteriore durante i movimenti postumi, cioè nella parte situata a N del Colle del Piccolo Moncenisio, nei paraggi della Rognosa di Etiache dei colli Galambra, ecc., si trovano improvvisamente e bruscamente potenti masse di Trias, la cui facies non sembra distinguibile da quella del Trias della Vanoise (ricopr. IV). Tale identità non ha, evidentemente, comunque si considerino e si attribuiscano questi sedimenti, alcun senso decisivo, poichè si tratta qui di una facies oltremodo neritica, anzi, quanto alle quarziti, probabilmente di emersione. In uno stesso mare, potevano e dovevano depositarsi su tutte le rive sedimenti

(1) Le descrisse sommariamente ARGAND, op. cit. **16**, **17**, che indicò pure le deformazioni trasversali più meridionali del massiccio.

(2) v., per una descrizione sufficiente a queste considerazioni di tectonica generale, la leggenda della carta che costituisce il n. 4 di questa raccolta (**80**).

di facies uguale. L'identità di facies non indica quindi affatto una identità di luogo e di origine di questi depositi.

È indubbio che, in misura assolutamente imprecisabile, tali sedimenti, più plastici, siano stati spostati per translazione o scorrimento, di cui non è constatabile nè misurabile, nè la direzione, nè la quantità di percorso. Su tutto il territorio italiano non mi fu dato di vedere, fra gneiss e micascisti da un lato e quarziti dall'altro, un contatto che non suggerisse immediatamente il sospetto di una possibile irregolarità, mentre i contatti regolari e persino di transizione sono così frequenti nel ricoprimento IV. In generale, poi, è irregolare anche il contatto fra quarziti e Trias medio. Alla base di questo, nella parete della Punta Bellecombe, a N del Colle del Piccolo Moncenisio, ebbi persino a constatare alcune sottilissime lenti o lame di rocce verdi. E, più basso, nella stessa parete, rimane sempre nascosto da larghi detriti di falda, lo spazio compreso fra il più elevato affioramento di micascisti ed il più basso di quarziti, mentre, a 200 m. circa verso E, ed in posizione più bassa, in una leggera insenatura del Pretriasico, si trova il più prossimo affioramento (suborizzontale) della massa di Trias del ricoprimento dei calcescisti, quivi oltremodo sviluppata.

Considerando: 1°, la già detta identità del Trias (non appartenente al ricoprimento VI), con quello della Vanoise; 2°, la continuità ininterrotta di queste rocce con quelle indubbiamente attribuibili alla Vanoise, constatata in Francia (E. Raguin); 3°, l'abituale scarsità di depositi triasici, *attualmente conservati* sul Pretriasico del ricoprimento V negli altri massicci; 4°, la non-certezza, anche per la quasi totalità di questi, ch'essi realmente gli appartengano e non siano invece giunti in posto per scorrimento o migrazione; 5°, il progressivo restringersi della zona di calcescisti incuneati fra i ricoprimenti IV e V, che, vasta fra M. Rosa e Mischabel, modesta sul versante orientale della Valsavarenche, fra massiccio del Gran Paradiso e Col Belleface, minima (meno di 200 m.) a occidente della Valsavarenche nei paraggi del Col d'Entrelor, potrebbe anche essere ridotta a zero nei paraggi qui considerati, si giunge a ritenere equivalentemente possibili due interpretazioni:

a) *i sedimenti mesozoici a contatto col Pretriasico d'Ambin ne sono, o piuttosto ne furono, la copertura ora scorticata ed ammucchiata, e quindi più o meno scorsa ;* b) *tali sedimenti appartengono, almeno in parte, alle ultime propaggini delle anticlinali e scaglie retroflesse del massiccio della Vanoise* (ricoprimento IV) *e scorsero meccanicamente all' indietro sul lobo frontale del ricoprimento V (massiccio d' Ambin), in gruppi di scorrimenti in serie, durante le ultime fasi alpine* (1).

Il massiccio d' Ambin nella strizione postuma. – Durante l' incastro delle masse pennidiche nell' " arco „, per il loro stesso avanzare formatosi nella soglia continentale ercinico-europea, e la conseguente poderosa strizione laterale, il cui meccanismo è già stato descritto, nella zona esterna (fronte del ricopr. IV), si produceva un notevole adattamento delle preesistenti strutture alpine, e nella regione valdostana e dell'Alta Tarentasia avvenivano i fenomeni già in gran parte posti in luce (F. H., **26**, **30**, **39**, **40**, ecc., E. Raguin, **35**, **36**, **85**), di ondulazioni laterali e di fitte scaglie listriche. Correlativamante e contemporaneamente, il massiccio d' Ambin, era compresso nel senso trasversale SW–NE, contro il massiccio del Gran Paradiso, di cui era in origine (in completa continuità) la propaggine laterale, per la strizione prodotta dall' adattamento e dalla conseguente deformazione delle masse brianzonesi (ricopr. IV) contro la soglia ercinica deformata.

Già " rappreso „, per la sua situazione troppo prossima alla superficie ed i movimenti alpini subìti, divenuto " tonnellaggio vecchio „,

(1) Alcuni accenni, invero un poco generici e non molto precisi, di M. Gignoux e della sua scuola, che vorrebbero vedere, nelle rocce che attualmente si attribuiscono in generale al Trias medio, od in parte di esse, sedimenti postriasici, giurassici, e fors'anco cretacei, destano in noi vivissimo interesse (v. in particolare M. Gignoux, **75**, p. 94-96).

Qualora queste suggestioni abbiano a confermarsi ed a chiarirsi, anzitutto, riteniamo, con una chiara descrizione topografica, possibilmente, anzi, con una carta sufficientemente dettagliata (non potremmo, ad es., ritener tale quella di L. Moret, **71**, in più punti, inesatta), ne deriverebbe una straordinaria complicazione tectonica della zona qui esaminata, salda conferma alla interpretazione *b)* qui esposta, poichè tali suggestioni si applicherebbero in pieno alle rocce considerate e, almeno in parte, alle rocce mesozoiche delle " scaglie di Oulx „ (v. pag. 42).

Possiamo invece escludere sin d'ora, salvo forse per le scaglie di Champlong, M. Puppet e M. Puignon (v. *Stereogramma tectonico delle Alpi Valdostane Centrali*, **39**), che dette formazioni trovino proseguimenti nella Valle d'Aosta.

sensibilmente meno plastico delle rocce mesozoiche involventi, il massiccio d' Ambin subì in un primo tempo un principio di adattamento per deformazione tuttavia assai importante. Lo constatiamo nelle belle serie di pieghettature ad andamento sub-verticale, del versante italiano del Malamot, che ci provano il formarsi ed il successivo svilupparsi contrastato di una bella piega frontale (sulla nuova fronte postuma), nonchè in alcune ampie ondulazioni più in basso, verso la valle della Cenischia.

Perdurando ed aumentando l' intensità delle forze tangenziali di strizione, mentre, a sua volta, s' iniziava il movimento di translazione laterale del massiccio Dora-Maira, analogo, sebbene non parallelo, e dovuto alle stesse cause, superato il " momento di resistenza „, si produsse la rottura listrica alla base dell' intero massiccio e lo scorrimento verso NE dell' enorme scaglia.

Lo spazio percorso, anche in seguito ad ulteriori più minuti studi, sarà sempre ben difficilmente valutabile. Tuttavia, considerando sommariamente i risultati prodotti dal movimento ed il raccorciamento trasversale avvenuto, tenendo conto anche del movimento delle scaglie sud-occidentali, esso è certamente prossimo, e fors' anco superiore a venti chilometri.

Le scaglie di Oulx. - Perdurando ancora, con cresciuta intensità, lo sforzo trasversale di strizione, avvenne che, nella zona SW del massiccio d' Ambin, o " zona di Oulx „, a tergo della scaglia maggiore in movimento, si producessero alcuni altri minori scorrimenti listrici (1). La deformazione embrionale avvenne verosimilmente entro una zona debole e non lungo un piano, poichè, mentre le scaglie di Oulx avan-

(1) È troppo evidente il motivo per cui è possibile affermare con sicurezza la cronologia dei fatti constatati. Qualora le rotture listriche che formarono queste scaglie posteriori non fossero state tardive, ma avessero preceduto lo scatto dell' embrione listrico totale di Ambin, quest'ultimo non si sarebbe più prodotto, od avrebbe assunto aspetti ben diversi. Le sottili scaglie posteriori, per mezzo delle quali, si sarebbero liberate, almeno in un primo tempo, tutte le forze agenti, sarebbero avanzate al di sopra di Ambin su enormi distanze, mentre di preferenza si sarebbero prodotte a tergo di esse nuove scaglie e l' intero ammucchiamento sarebbe avanzato in blocco a sommergere Ambin.

zavano in potenti cunei lungo la groppa del massiccio, " per espressione „ e migrazione successiva e conseguente della zona intermedia, sottilissime scaglie allungatissime schizzavano in avanti, precedendo di molto le masse prementi. Sotto tale pressione esse raggiungevano le alte zone di Fourneaux, Galambra e M. Niblè. In queste scaglie, complicatissime e prive di ogni regolarità stratigrafica, son travolte lenti di gneiss, quarziti, Trias medio e superiore, e lembi di calcescisti.

TECTONICA DEL RICOPRIMENTO DEI CALCESCISTI (VI)

Profondamente diverso dai ricoprimenti sotto ed ante-stanti, il ricoprimento dei calcescisti o della Dent-Blanche è veramente, in un certo senso, una massa esotica rispetto a loro. Sono note le analogie di una parte del Pretriasico di questo ricoprimento con quello dei ricoprimenti austridici inferiori. Ad esempio, il ricoprimento della Sella, nei Grigioni, potè esser attribuito al complesso dell' equivalente grigione della Dent-Blanche, anzichè alle Austridi inferiori, solo in seguito a minute ricerche di R. Staub e solo per motivi strutturali, poichè, litologicamente, esso costituisce un termine di passaggio, con analogie sensibilissime in entrambi i sensi. È pure noto che Steinmann aveva creato per l'omotopo grigione della Dent-Blanche, in opposizione ai ricoprimenti " lepontici „ (sottostanti) ed a quelli " austro-alpini „, il termine di " ricoprimento retico „ che da alcuni, prima delle decisive pubblicazioni di Argand si voleva esteso anche alla Dent-Blanche (1).

Nelle Alpi Pennine, l'evidenza dello scorrimento della massa pretriasica, con un sottile " flanc renversé „ quasi interamente costituito da rocce verdi, sui sottostanti calcescisti, portò a trascurarne alquanto

(1) In *Palèogèographie et genèse penniques* (31) e nei lavori seguenti abbiamo attribuito perciò al ricoprimento della Dent-Blanche un' origine diversa da quella degli altri ed abbiamo visto, nell' oggetto tectonico che in essa doveva trasformarsi, una ghirlanda costiera del continente africano.

Notisi che, secondo R. Staub ed altri autori, la facies austro-alpina (Trias ed oltre) non comincia nettamente che *sul dorso* dei primi ricoprimenti austridici, mentre, sotto di loro, persiste una facies di transizione.

i legami intimissimi, con la massa appunto dei calcescisti. Poichè in quel segmento alpino non erano immediatamente evidenti, come più a W, non vi furono osservate le tracce, pur esistenti, dello scorrimento di tutta la massa dei calcescisti sopra i ricoprimenti inferiori, con i quali, nelle fasi successive, essi si complicarono, con forte obliterazione dei contatti, spesso quasi totale.

Constatata e dimostrata attraverso lo studio dei fenomeni tectonici valdostani (lembo di Toss ed altri lembi pretriasici) l'identità della " nappe de la Dent-Blanche „ (nucleo Pretriasico) delle Alpi Pennine e della " nappe des Schistes lustrés „ (massa totale) delle Alpi Graie e Cozie, ove i calcescisti, con o senza una sottile base di rocce simiche, spesso posati e slittati su uno strato di rocce triasiche (gessi e calcari clastici), hanno piallato a un livello qualunque (posando cioè mutevolmente su uno qualunque dei termini stratigrafici compresi fra il Pretriasico ed il Cretaceo) i ricoprimenti antestanti, ne viene, come naturale conseguenza, il ritenere che *tutti i calcescisti* (veramente tali e non attribuibili, ad es., al Lias non metamorfico, ecc.), anche nelle A. Pennine, nelle A. Lepontine e nei Grigioni, *appartengono in origine al ricoprimento dei calcescisti.*

Nel lavoro a questo seguente, E. Raguin (**82**) ritiene di poter attribuire ai " gneiss di Bonneval „ (ricoprimento Gran Paradiso, V) un sottile spessore di calcescisti, riposanti o sui gneiss o su sporadiche lenti di Trias (limitato poi, nell' alto, da uno scorrimento). Tale genere di contatto, frequentissimo per tale ricoprimento, non è certo di natura per noi molto persuasiva. Esso, *per lo meno*, denuncia una emersione del ricoprimento V, con erosione di Trias e di gneiss, seguita da un avanzare, sia transgressivo, sia da scorrimento meccanico, dei calcescisti.

In senso più vasto, tale genere di contatto è poi quello col quale i calcescisti posano costantemente su tutti i ricoprimenti, sia sul V, sia sul IV, sia su III-I (Sempione e Ticino). Per questi ultimi, fu già accenato da alcuni geologi a tracce di transgressioni, per lo meno.

L' avanzare dei calcescisti e la genesi alpina. - Intorno alla ghirlanda d'origine africana, divenuta in seguito il ricoprimento VI, mentre, spinta dall'avanzare del continente retrostante, essa subiva una translazione sui fondi simici dell'Oceano Tetideo, contro la ghirlanda europea esterna (ricopr. V) e le ghirlande o catene costiere (ricopr. IV–I), si depositavano i sedimenti orogeni che, metamorfizzati, divennero gli attuali calcescisti.

È certo ammissibile che, in una fase già tardiva, allorquando la massa VI avanzante stava per travolgere innanzi e sotto a sè le masse anteriori, gli stessi sedimenti orogeni, per una sorta di transgressione particolare, per, uno " scorrimento di sedimentazione „, immediatamente precedente lo scorrimento meccanico, possano essersi deposti anche su parti di queste ghirlande (futuri ricoprimenti V–I), offrendo, all' osservazione attuale, un aspetto quasi indistinguibilmente identico a quello di un scorrimento meccanico.

All'indagine attuale, salvo la speranza che minutissimi studi, interessanti vastissime regioni, e compiuti partendo dalle nozioni meccaniche qui accennate possano trovare, con nuovi metodi, nuovi criteri, è impossibile distinguere, in regioni di grandi movimenti, pressioni, metamorfismi, plicazioni susseguenti, fra transgressioni quali quelle qui accennate e scorrimenti.

Ove la distinzione è possibile (essendo minori le cause obliteranti accennate), la distinzione ha condotto a riconoscere indiscutibile lo scorrimento (Tarentasia, Moriana, ecc.).

Che masse, grandi scaglie listriche, di calcescisti, scorse o transgresse su un ricoprimento antestante, abbiano poi, nel seguito della genesi alpina, agito solidalmente con la massa sottostante, è al tempo stesso cosa indiscutibile e cosa di nessun valore ai fini della prova della loro appartenenza o non appartenenza stratigrafica al ricoprimento col quale furono ultimamente solidali.

La genesi pennidica causata dall' avanzare del ricoprimento dei calcescisti. - Al lume delle cognizioni acquisite con attenta indagine in non piccola parte delle Alpi, ci figuriamo – pronti sempre a ravvederci

ove nuovi elementi ce lo impongano - la massa dell'attuale ricoprimento della Dent-Blanche (nucleo Pretriasico di quello dei calcescisti) come non indefinitamente estesa, nè verso E, nè verso SW. All'origine, vediamo una poderosa isola allungata, che doveva, coll'evoluzione tetidea-alpina, venire a collocarsi fra i diametri Lanzo-Toss e Fobello-Saas all'incirca, accompagnata ai fianchi e all'innanzi (M. Emilius, M. Rafray, Châtillon, Pilonet e vari altri lembi) da numerosi omotopi minori e lateralmente decrescenti, nonchè, più a E ancora, dagli omotopi comparativamente modesti dei Grigioni e dei Tauri.

E non possiamo che accettare l'interpretazione di H. Preiswerk (1), che ritiene il ricoprimento del Lebendun (II), il cosidetto Maggialappen, le lunghe lenti e scaglie di gneiss intorno a Vals e Rheinwald (Grigioni) come digitazioni ripiegate all'indietro e così penetrate o pizzicate fra le strette zone mesozoiche separanti altri ricoprimenti. Mentre però il geologo basilese ritiene che tutti questi oggetti tectonici si ricolleghino in avanti col ricoprimento del G. S. Bernardo (IV). noi le dobbiamo ricollegare, con tutta l'elasticità delle omotopie, a W con la massa della Dent-Blanche, a E con quella della Margna.

Il ricoprimento globale dei calcescisti (nuclei pretriasici + calcescisti), nelle A. Pennine, Lepontine, nei Grigioni e più ad E (2), avanzò, come già si disse, sia per transgressione (" scorrimento stratigrafico „), sia per scorrimento meccanico, al disopra di tutti i futuri ricoprimenti antestanti (3). Esso si serrò, dietro a loro, e trasmise loro la spinta africana, ammucchiandoli l'uno sull'altro sino a complicarsi fra l'uno e l'altro, sino poi a spingere, dinanzi alla massa pennidica complessa,

(1) H. Preiswerk. *Die zwei Deckenkulminationen Tosa-Tessin und die Tessiner Querfalte.* Ecl. Geol. Helv. XVI, n. 4, 1921, p. 485 (Taf. IX) ed altri lavori.

(2) v. lavori di Gb. Dal Piaz nell'Alto Adige, tra cui *Appunti geologici sulla regione delle Alpi Aurine e delle Vedrette Giganti (Alto Adige).* Rend. R. Acc. Lincei, vol. X, serie 6, 1929, p. 270-273 e p. 376-379.

(3) Appare oltremodo probabile che i ricoprimenti pennidici medi (M. Rosa, V, e G. S. Bernardo, IV), fossero molto assottigliati e di tonnellaggio ridottissimo, se pur non nullo, nella " culminazione „ Tosa-Ticino. I raccordi laterali, specie quando si volesse affermare qualcosa di più di una dubbia omotopia fra G. S. Bernardo e Adula, entità di struttura totalmente opposta e d'apparenze inconciliabili, sono certo ipotesi alquanto ardite.

la soglia europea ed a farla sorgere in immense scaglie listriche (massicci ercinici esterni attuali) e ad esprimerne i ricoprimenti elvetici. Già le scaglie listriche erciniche spingevano ed ondulavano dinanzi a sè i profondi della piana svizzera, già s' iniziavano scorrimenti listrici nella catena del Giura e pieghe di fondo più esterne ancora, quando sopravvenne ciò che già chiamai la *sincope insubrica*.

All' ala destra, nelle A. Graie e Cozie, analogo movimento. Qui, però, si trattava, per la massa avanzante e per la massa africana impellente, di raddrizzare per quanto fosse possibile la fronte, compromessa dal promontorio corso-provenzale, ad essa obliquo. Lo sforzo scheggiò il continente antestante, provocando la formazione delle scaglie listriche del M. Bianco, del M. Chétif, di Belledonne, Grandes-Rousses, Pelvoux, ecc. e, da NE a SW, ammucchiandole, quanto più si poteva parallele alla direzione delle forze. I ricoprimenti pennidici più esterni si adattarono, non senza trazioni all' esterno, plicazioni (graia, ecc.) e scheggiamenti minuti listrici, postumi o tardivi e trasversali all' interno, e, verso SW e S, con stiramenti ingenti. Invece il ricoprimento intermedio V (M. Rosa-G. Paradiso-Ambin), che, come vedemmo, era troppo potente e rigido per lunghe pressioni già subìte nel tragitto (*tonnellaggio* quasi *morto*), si spezzò, come già fu detto, in enormi scaglie listriche laterali, che, onde cedere al raccorciamento dello spazio frontale, si ammucchiarono trasversalmente l' una sull' altra. Il ricoprimento VI, gradatamente cessante nei suoi nuclei pretriasici verso SW, appunto per il costante sforzo di raddrizzamento e al tempo stesso per la formazione della fistola sialica Saluzzo-Ivrea-Locarno, dovuta, come si disse, all' ulteriore incastrarsi pennidico nel pseudo-arco ed al serrarsi laterale di questo, non potendo adattarsi a deformazioni importanti a cagion della sua mole ancor più potente e ancor più rigida, schizzò fuori della morsa al disopra delle masse antestanti. E, verosimilmente, ugual sorte ebbero, più a NE, le masse austridiche inferiori, mentre verso S, la massa Dora-Maira, avanzava trasversalmente ad aumentare la misura di questi fenomeni.

Non solo in quest' ultima fase, ma già nell' avanzare sui fondi simici dell' Oceano Tetideo (già lo indicammo in **44** ed altri lavori), i nuclei pretriasici della ghirlanda destinata a divenire il ricoprimento VI avanzarono contro l' Europa per mezzo di scorrimenti in numero imprecisabile ed innumerevole : della loro massa stessa sui propri sedimenti costieri (calcescisti) ; di masse simiche ondulate, indi plicate, con una velocità superiore alla compensazione isostatica, l' una sull' altra e sui depositi costieri, batiali e abissali ; di scaglie di ciascuna di queste masse o di precedenti loro complicazioni e sovrapposizioni tectoniche, l' una sull' altra, ripetutamente ; infine di tutta questa immane milonite a elementi giganteschi, talvolta di mole regionale, sopra le ghirlande antestanti, ripiegate e compiegate ancora, con qualche nuova formazione listrica, a render più complesso il problema alpino.

Tectonica alpina e " graia „ della regione. – Sinchè non sia totalmente esplorata con i criteri ed i metodi della tectonica moderna tutta la regione più ad E, sino ai paraggi di Ceres, Viù e Lanzo ed a tutta l' extrusione simica attualmente emergente dalla pianura, è ben difficile il dare altro che un' idea sommaria dei fenomeni sinora studiati nella regione compresa fra i massicci d' Ambin e del G. Paradiso. Il suddividerli poi in alpini ed in tardivi (plicazione graia) sarebbe tentativo alquanto azzardato, poichè le tracce conservate nell' attuale topografia in molti casi non offrono alcuna indicazione per l' una o l' altra attribuzione, specie allorchè si tratta delle scaglie più superficiali, a scorrimenti clastici.

Della massa maggiore del Pretriasico del ricoprimento, che del resto, come già più volte fu indicato, non pare giungesse sulla regione in esame, ma retroflettesse la sua fronte principale in direzione di Ceres, ad ogni modo non rimane traccia attuale.

Il Pretriasico. - Del Pretriasico non sono visibili che alcuni sistemi, in cui si possono raggruppare i lembi numerosissimi, tutti certamente migrati da tergo sino al luogo attualmente occupato, tutti poi visibilmente provenienti dall' alto e, all' ingrosso, piantati verso il basso.

Essi sono generalmente sfilacciati e le sfilacciature intimamente commiste a rocce verdi od a calcescisti. Moltissimi non poterono esser rappresentati sulla carta che in modo sensibilmente schematico e non ne è esatto che l'andamento generale, mentre occorre figurarseli come un mosaico di lame, scaglie, sfilacciature alternate e sostituenti l'una roccia con l'altra in seno alle zone schematicamente loro attribuite. Quando non costituiscono essi stessi, nel loro complesso, una zona di scorrimento, essi si trovano su un tal piano.

Predominante, per la sua estensione, per un certo allineamento delle scaglie e lembi che lo costituiscono, per la massa ingente di alcuni di loro, il sistema di scaglie pretriasiche che, dai dintorni di Bonneval, dove le sue propaggini si trovano, fra i calcescisti, a poca distanza dalla superficie del Pretriasico del ricopr. V (G. Paradiso), da Pied Montet, nel Vallone della Lenta, ove per la prima volta fu incontrato, ad Avérole, ove se ne vede una massa enorme, per il Vallone de la Lombarde, giunge, su versante italiano, al di qua del Colle dell'Autaret. Di qui, lungo la base della catena di confine, passa poco più basso del Rifugio Fons d' Rumor e raggiunge, ai Muret ed al M. Palon, la Valle di Susa. Qui, mentre alcune lame si perdono nelle pendici meridionali del Rocciamelone, una, troncata, sfilacciata, con vari lunghi hiatus entro le masse prasinitiche che l'accompagnano, per mezzo di una violentissima torsione ad asse obliquo, riprende una mole considerevole, per quanto molto suddivisa da piani di scorrimento, nella massa rocciosa che sopporta le pendici di Codrea e Bonnet, in faccia a Venaus ed in faccia al massiccio d'Ambin, da cui la separano la piana della Cenischia e, ben inteso, alcuni piccoli affioramenti di calcescisti sottostanti. Sovra questa lama, nei pressi della Punta Bosconero e del M. Pampalù, varie sfilacciature di lame sub-parallele ne sono separate da masse prasinitiche. Una lontana scaglia, migrata sin sopra Ferrera Cenisio, si ricollega certo con questo sistema.

Sembrano più interni i gruppi di minute scaglie del massiccio del Monte Lera, di Col Sulé, della Croce Rossa e dell'Albaron di Savoia.

Un'altra zona è violentemente deformata dalle torsioni descritte e dalle extrusioni simiche che le accompagnano, a W della Grand' Uja. Ad essa sembra appartenere anche la lama pretriasica di Col Portìa, che le torsioni hanno allineato in direzione perpendicolare alla primitiva direzione alpina.

Sotto questa, la lama abbastanza potente dei gneiss di Lemie e di Usseglio, che, al limite N del piano ove sorge quest'ultima località, si sprofondano sotto le enormi masse prasinitiche della Torre d'Ovarda. Così pure le lame sperse nella gran massa serpentinosa a S della Grand' Uja, sul versante della Val di Susa.

Zone carboniose e quarziti accompagnanti il Pretriasico – Nella Moriana, presso i chalets d'Andagne, E. Raguin segnala (in **82**, n. **6** di questa raccolta), una ristretta zona carboniosa entro il Pretriasico di questo ricoprimento.

Non mi avvenne di trovarne nella regione italiana della carta. Tuttavia, segnalo già qui la presenza di una zona carboniosa, a facies molto nettamente carbonifera, nel Vallone del Breuil, presso Balme, alla base della massa di gneiss della Pointe Rousse de Verney (regione del Piccolo S. Bernardo). La presenza di simili rocce fu già segnalata in **46** e lo sarà in **84** (num. **8** di questa raccolta). Argand, in **13**, pag. 24 e 25, le segnala come frequentissime alla base del massiccio della Dent-Blanche, fra i tipi litologici superficialissimi del Pretriasico. Così pure le quarziti, di cui trovai io pure qualche lente alla base della massa pretriasica di Toss (**83**, num. **7** di questa raccolta), mentre E. Raguin ne segnala a poca distanza dalla massa carboniosa ora accennata.

Il Trias. - Mentre, nelle parti esterne della Moriana e della Tarentasia E. Raguin (op. cit.) segnala numerossime lame e lenti (migrate fra i calcescisti, ritengo) di Trias a facies di questo ricoprimento (carniole, gessi, dolomie, calcari clastici, brecce), mentre io pure (op. cit.) ne constatai abbondantissime nel lembo di Toss ed in quello della Pointe Rousse de Verney (P. S. Bernardo), nelle parti più interne del ricoprimento, esse si diradano e cessano. Abbiamo già segnalate quelle che seguono la linea di scorrimento dei calcescisti sopra il mas-

siccio d'Ambin (tra le Scale, Malamot e Colle del Piccolo Moncenisio) e menzioniamo quelle, in ugual posizione, sopra il massiccio del G. Paradiso.

Zona triasica clastica Piccolo Moncenisio-Toasso di Venezia. – Questa imponente manifestazione servì da lubrificante tectonico al movimento laterale postumo delle scaglie di calcescisti sovrastanti; essa raggiunge, qua e là, lo spessore di 200 metri, or composta quasi unicamente di gessi, contenenti qualche raro elemento estraneo (paraggi del Lago del Moncenisio), ora di carniole, ora (A. Lamet e Tour) di calcari clastici, accompagnati da brecce. Essa termina gradatamente, diminuendo di spessore, verso la massa principale di gneiss or descritta e non se ne ritrova, più ad E, che una sottile lama nei paraggi del Colle Croce di Ferro.

Verso W essa raggiunge, purtroppo sotto poderosi depositi morenici e detritici, le lenti triasiche che già si dissero seguire la linea di scorrimento del ricoprimento dei calcescisti sopra il massiccio d'Ambin, e giunge, come si disse, sino a pochissima distanza dal Colle Piccolo Moncenisio e dal Mesozoico a facies Vanoise (ricoprimento IV) che sovrasta il colle.

Contatto fra due scaglie postume al Malamot. – Poco a S del colletto che congiunge la cima gneissica del Malamot alla spalla di calcescisti che si dirige verso il lago del Moncenisio, potei constatare un interessante contatto fra la scaglia immediatamente ricoprente la massa d'Ambin ed una scaglia superiore.

Ad angolo acuto, due lame di Trias suborizzontali, l'inferiore a contatto (attraverso brevi detriti) con i gneiss, vengono ad incontrarsi, entrambe fornite, alla base, di brecce ad elementi di gneiss, calcari e calcescisti. Ciascuna sopporta strati normalissimi di questi ultimi. Una sottile e breve lama di Trias, nella parete della Corna Rossa, verso SE, sembra una continuazione di quella superiore. Questo bell'affioramento, uno dei casi rarissimi in cui, nelle Pennidi più interne, si può aver sotto gli occhi un contatto non mascherato, è oltremodo significativo e costituisce una delle più nette dimostrazioni, degli scorri-

menti innumerevoli che abbiamo constatati, accessibile anche a chi avesse poca dimestichezza con la tectonica di queste zone.

I calcescisti. – Le poche osservazioni stratigrafiche utili, le abbiamo condensate nella leggenda della carta (**80**). Gli innumerevoli piani di scorrimento e le lenti e lame simiche ne separarono la massa in scaglie che, come già si disse, non raggiungono gli 800-1000 metri di spessore.

Mentre, nelle parti più profonde, essi contengono innumeri rocce migrate e sono, quasi sempre, spesso intensamente, ondulati e pieghettati, nelle parti più alte essi hanno, in generale, un andamento sub-orizzontale molto tranquillo e sono quasi sterili di rocce e lenti eterogenee immigrate.

Il gran piano di scorrimento del Rocciamelone. – Ad un' altezza, che, in media, è superiore ai 3000 m., leggermente ondulata, dai paraggi del M. Tomba, presso il Colle del Moncenisio, sino a Cà d' Asti, sotto il Rocciamelone (ove non si trova alcuna traccia di due potenti lame di Trias che segnerebbero alcune carte), di qui, attraverso la cresta dei Brillet, lungo le alte pareti che incombono sul ghiacciaio di Fons d' Rumor ed a mezza costa dalle rocce di Punta del Fort, da dove passa nel versante francese, una lunga linea di scorrimento, sottolineata da sottili zone di detriti di falda, domina lo splendido paesaggio. In più luoghi vi abbiamo notato una sensibile discordanza fra la stratificazione e la stessa tessitura dei calcescisti sottostanti e l'aspetto di quelli incombenti. Gli uni, come già dicemmo, a solenne andamento sub-regolare quasi orizzontale e sterili, sono spesso, negli strati più vicini allo scorrimento, più compatti e massicci, gli altri, in molte zone, pieghettati e con pendaggio sensibilmente obliquo allo scorrimento.

Si ebbe, lungo questa linea tectonica, una delle più importanti traslazioni laterali cagionate dal movimento graio di Ambin.

Le rocce verdi. – Come già dicemmo e come, del resto, è abbondantemente noto, lungo le lame e gli strati di queste rocce avvennero di preferenza scorrimenti e migrazioni. Spesso uno dei loro contatti con i calcescisti è nettamente clastico. Ma, nell' interno delle poderose masse

del M. Lera, della Torre d'Ovarda, dei ripiani basali della Croce Rossa, della Bessanese, ecc., ebbimo a constatare imponenti piani di scorrimento in tutto analoghi a quello nei calcescisti, or descritto. In qualche punto constatammo nell'asse di questi piani lenti isolate di calcescisti, rimastevi pizzicate. Il massimo di questi scorrimenti si segue dalle pendici occidentali del massiccio del M. Lera, lungo tutto il suo contorno, attraverso il torrente di Pera Ciaval e sino all'emissario del Lago della Rossa, accompagnato da qualche linea di dislocazione secondaria.

Le enormi masse ora nominate che, penetrate passivamente, in origine, fra i calcescisti, vi divennero in un senso elementi anticlinali di spinta, ci suggerirono già l'idea di " nappes simiques „ o ricoprimenti simici, tale è la loro mole (**31**). Basti pensare che, fra il rifugio di Avérole, la Bessanese, la Torre d'Ovarda e Lemie, salvo qualche minima intercalazione, superficiale del resto, e gli scorrimenti esistenti, salva la zona di serpentine ai piedi del versante italiano della Bessanese, esiste una massa unica, in origine continua, di prasiniti.

La zona di serpentine ai piedi del versante italiano della Bessanese, che abbiamo facilmente scoperta percorrendone le basi, continua le masse di serpentina della Moriana così chiaramente descritte da E. Raguin (**82**, lavoro seguente, n. **6**). Essa, dalla cresta Albaron di Savoia-Ciamarella, attraverso la quale penetra in Italia, continua lungo la base della Bessanese, forma un piccolo massiccio a S dell'omonimo ghiacciaio, attraversa il Collarin d'Arnas e, dominando il Lago della Rossa, passa alla base dell'Ouille d'Arbéron e della Croce Rossa, formando anche vasti placaggi sul versante E (invisibile da lontano) della Cresta di Cugnì e raggiunge il Colle Altare.

Essa fu certamente una delle più potenti zone di scorrimento e dislocazione di epoche alpine relativamente precoci.

Torsioni. – Menzioniamo ancora qui il fenomeno che, nel corso di questo lavoro, non poteva non esser poco a poco descritto, a proposito di fenomeni più vasti.

Già si disse della disposizione arcuata, parallela all'arco della fronte del massiccio Dora-Maira che le provocò, delle zone di torsione e delle extrusioni simiche che le penetrarono. Verso W, verso Mompantero e Susa cioè, tali zone si serrano fortemente nello spazio più ristretto. Ondulate, ad archi, esse si dirigono, prima verso NE, quindi nei pressi di Margone, verso ESE, infine, dai paraggi del Col Portìa, verso SE. Le massé simiche, prevalentemente di serpentine, accompagnate però localmente da prasiniti, sono inclinate fortemente verso l'esterno dell' arco di cerchio da esse formato, raggiungendo spesso i 60° e 75°. L' erosione, facilmente introdottasi nei contatti, ha creato, negli alti versanti della Valle di Viù, significative forme di catene parallele alla cresta principale, formate da un susseguirsi di spuntoni di calcescisti, dietro i quali s' incava una serie di profondi colletti, nei quali si trova il contatto con le serpentine che formano il massiccio divisorio con la Valle di Susa.

Abbiamo così compiuta una rapidissima rivista di esempi e casi più tipici della regione, rimettendoci per il resto alla carta che ne abbiamo pubblicata e nella speranza che in non lungo lasso di tempo ci sia possibile pubblicare figure che possano utilmente rappresentare i solidi strutturali di cui tentammo qui di esporre una concezione sommaria.

Abbiamo, a proposito di questa regione e basati sull' esperienza di tectonica pennidica acquistata durante più di un ventennio, tentata una esposizione di molti vasti problemi e di molti fatti generali, esposizione molto arida e che avremmo voluta migliore. Problemi vasti, ardui e nuovi, lo studio dei quali ha occupato oltre metà di una normale esistenza, di cui spesso solo dopo lunghi lustri si è potuta afferrare una soluzione embrionale, si accompagnano purtroppo volentieri a particolari difficoltà di esposizione, che conoscono coloro che le hanno provate.

Esprimiamo ora l'augurio che, seguendo la via che ormai, non sempre in modo perfetto, ma secondo le nostre deboli forze, abbiamo tracciata, forze migliori, perchè più giovanili, perchè non più insidiate dalle difficoltà che tutti sanno non esserci mancate, raggiungano più alte e più luminose vette del sapere. Questo scopo, la ricerca pura, diciamolo ben alto in epoca così intristita dalle necessità materiali, è il solo che valga, il solo che dia all'animo soddisfazioni imperiture.

6.

E. RAGUIN

SULLA STRUTTURA DELLA "NAPPE DES SCHISTES LUSTRÉS„ NELL' ALTA MORIANA (FRANCIA). [1] [2]

Ad un osservatore che guardi dalla Francia, la nozione di una *nappe des schistes lustrés* (ricoprimento dei calcescisti) s' impone con evidenza per il contrasto netto dei calcescisti cristallini del ricoprimento coi terreni a facies brianzonese, molto meno metamorfici, cui tali calcescisti generalmente sono sovrapposti. Era normale, come prima approssimazione, il considerare agli inizi questo ricoprimento come un insieme praticamente indivisibile, formante l' involucro Mesozoico dei gneiss dei ricoprimenti pennidici superiori, principalmente dei massicci del Gran Paradiso e Dora-Maira, nuclei pretriasici del ricoprimento V.

Ma i lavori recenti di F. Hermann hanno posto in luce la complessità del *ricoprimento dei calcescisti* e l' attenzione fu attratta in modo particolarissimo, nel corso dei recenti rilevamenti geologici nella regione [3], sulle anomalie stratigrafiche o petrografiche dei massicci di calcescisti, anomalie che potevano corrispondere a profonde digitazioni del ricoprimento o a superfici di discontinuità in grande stile.

Esaminerò anzitutto la natura delle intercalazioni diverse nei calcescisti dell' Alta Moriana, indi le superfici di discontinuità, di cui la presenza in quelle rocce s' impone con certezza.

(1) Traduzione di F. H.

(2) La presente nota è stata scritta prima delle altre comprese in questo fascicolo. (F. H.)

(3) Fogli *Tignes* e *Lanslebourg* 1: 50.000 del Service de la Carte Géologique de la France.

INTERCALAZIONI NEI CALCESCISTI DELL' ALTA MORIANA

Trias. Come è noto, i calcescisti formano una serie metamorfica il cui inizio ha luogo probabilmente nel Trias e che sale, almeno in certe regioni, sino all' Eocene. Indipendentemente dal Trias non differenziato che può celarsi in tale serie, essa contiene qua e là intercalazioni di Trias a facies caratteristica. Alcune sono semplicemente Trias del ricoprimento sottostante (ricoprimento IV = Vanoise = Brianzonese [= Gran S. Bernardo, *nota del trad.*]), che appare in finestre tectoniche strette e ricche di pieghe. Così si riconoscono nella *finestra* a N di Lanslebourg : calcari massicci = Trias superiore della Vanoise, marmi fillitici e carniole = Trias medio, quarziti = Trias inferiore. Le altre intercalazioni sono costituite da carniole e marmi chiari più o meno fillitici. Esse formano banchi sottili, spesso lenticolari, ma di grandi estensioni : nulla permette di separarle dai calcescisti ed esse rappresentano, con ogni probabilità, una parte del Trias, normalmente subordinato in origine ai calcescisti.

Rocce verdi. Le rocce verdi dell' Alta Moriana sono prasiniti e serpentine. Le prasiniti sono svariatissime, più o meno anfiboliche (eventualmente a glaucofane), più o meno epidotiche. Le serpentine sono di tessitura e colorazione diverse, ora molto chiare, ora scurissime. Prasiniti e serpentine contengono con scarsa frequenza relitti pirossenici della roccia eruttiva iniziale, di cui sono trasformazioni, prodotte dal metamorfismo alpino. Nell' Ouille du Midi si trova però una vera eclogite prasinitizzata parzialmente, associata alla serpentina.

Mentre, nei massicci più esterni (Sassière, Sana, Méan-Martin) le rocce verdi formano banchi numerosi ma, relativamente, di scarso spessore ed hanno una importanza ben minore di quella dei calcescisti, esse prendono, nei massicci della zona di confine a SSE di Bonneval-sur-Arc una enorme estensione. Verso la base si trova anzitutto una massa di serpentina, spessa talvolta di parecchie centinaia di metri, molto continua, dal fondo-valle dell' Arc, poco a S di Bonneval, sino al confine ed oltre, passante per Pointe Regaud e la Piccola Ciamarella. Al

di sopra si trovano prasiniti in numerose intercalazioni, talvolta spesse, associate con scarsa frequenza a piccoli ammassi di serpentina, molto spesso, per contro, a lame di gneiss. La massa di prasinite più potente in un solo blocco è quella della Bessanese.

Gneiss e micascisti. F. Hermann (1) ha sottolineato la frequenza delle lame di gneiss nei calcescisti della regione e la loro grande importanza, poichè esse sono forse scaglie strappate dagli strati pretriasici del substrato dei calcescisti, durante gli scorrimenti. G. B. Dal Piaz (2) ha dato una analisi petrografica dettagliata di queste rocce, come pure delle prasiniti, nei massicci di Valsavarenche. In Francia, esse sono identiche a quelle descritte da F. Hermann e G. B. Dal Piaz. Gneiss e micascisti sono frequentissimamente associati, con tutti gli stadi intermedi fra di loro. Sono a grana piuttosto grossa, con muscovite e clorite, sovente molto feldspatici (albite) ed, all'occasione, ricchi di epidoto. Epidoto o clinozoisite contengono talvolta nuclei microscopici di ortite. I micascisti sono talvolta granatiferi. Questi banchi di gneiss e micascisti formano alternanze numerose con i calcescisti e le prasiniti. Il loro contatto con i primi mostra talvolta fini ricorrenze di letti di gneiss nel calcescisto ; con le prasiniti il passaggio è sovente insensibile attraverso a prasiniti quarzose e micacee.

Degno di nota è un affioramento che trovai presso Bessans, a qualche centinaio di metri a N dei Chalets d'Andagne, di scisti antracitici d'aspetto carbonifero associati ai micascisti granatiferi e prossimi ad una scaglia di Trias ; ma il fatto è sinora isolato e non basta a provare l'età pretriasica della generalità dei micascisti. (3)

Due sono le interpretazioni possibili. L'una attribuirebbe l'origine di questi banchi al metamorfismo di contatto delle rocce verdi (silicificazione e felspatizzazione), l'altra alla intercalazione tectonica di scaglie pretriasiche.

(1) Parecchie pubblicazioni, particolarmente : *Conceptions nouvelles sur la tectonique des Alpes franco-italiennes.* C. R. Ac. Sc. t. 185. Paris 1927, p. 1204. (Il traduttore tiene a notare che le osservazioni che servirono di base alle citate pubblicazioni, furono da lui fatte in una escursione compiuta in compagnia dell'Autore e rese rapidamente possibili dalla sua sagace guida).

(2) *Geologia della Catena Herbetet-Grivola-Grand Nomenon.* Queste Mem., vol. VII, 1928.

(3) v. F. Hermann. *La regione del Piccolo San Bernardo*, questo fascicolo, n. 8 *(nota del trad.)*.

In favore della prima si noterà il passaggio graduale constatato più sopra fra gneiss e prasiniti. Ma bisogna osservare che l'argomento è ben lontano dall'essere decisivo. Le prasiniti, anteriormente al metamorfismo alpino, erano rocce eruttive di età post-paleozoica; è possibile che, nella regione, esse siano state iniettate in preponderanza negli strati di passaggio dal Paleozoico ai calcescisti mesozoici ed il metamorfismo alpino posteriore avrebbe obliterato i contatti. In favore della seconda interpretazione, noterò la quasi identità petrografica di queste rocce con quelle certamente pretriasiche del substrato. Occorrerebbe invocare una coincidenza, per spiegare il fatto che il metamorfismo alpino, unito all'azione delle rocce verdi, avesse potuto produrre rocce così simili a quelle che lo stesso metamorfismo alpino produsse da solo nelle zone più profonde della serie. A parer mio, la questione dell'età di questi gneiss non è definitivamente risolta attualmente.

SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ TECTONICA NEI CALCESCISTI DELL'ALTA MORIANA

Malgrado tali incertezze ancora sussistenti che, per il loro carattere di mistero, sono uno degli incanti delle belle regioni intra-alpine, alcune precisioni spiccano ben nette.

I calcescisti dell'alta Moriana debbono essere suddivisi in parecchi complessi.

1. La cupola di gneiss del Gran Paradiso, che si sprofonda in Francia, presso Bonneval-sur-Arc, e forma il nucleo pretriasico del ricoprimento V, è avviluppata da calcescisti, con Trias (marmi e carniole) discontinuo, ma abbastanza costante alla loro base. È una serie pennidica normale.

2. Sopra questa trovasi l'enorme ammasso di serpentina che si continua, a guisa di vasto laccolite, dalla valle dell'Arc, a valle di Bonneval, attraverso tutto il massiccio delle Evettes sino alla Piccola Ciamarella, ove passa in Italia. La sua base è una superficie di lami-

nazione, poichè esso posa, ora sul più basso, ora sul più alto dei tre termini precedenti, e persino, localmente, sopra una scaglia di Trias sovrapposta al termine superiore (calcescisti).

Nuovi calcescisti sormontano l' ammasso di serpentine, ma ne sono inseparabili, poichè modificati dal metamorfismo di tale roccia. Banchi marmorei più compatti di tali scisti sono contigui alla serpentina; questa vi si insinua con filoncini, conglobandone dei blocchi, sviluppando venule e masserelle di fine corneana a epidoto ed anfibolo o belle cristallizzazioni di grandi anfiboli verdi aciculari. Il fatto si osserva presso ai Laghi d' Andagne e nel massiccio dell' Ouille du Midi.

3. Più sopra si stende la grande massa dei calcescisti con le multiple intercalazioni di prasiniti, gneiss e micascisti. Se le lame di gneiss sono pretriasiche, si ha qui, su un grandissimo spessore, un ammucchiamento straordinario di scaglie imbricate. Nell' altra ipotesi, *la regione basale di questo terzo complesso comporta ad ogni modo una superficie di slittamento importante*, poichè una lama di Trias stiracchiato (carniole, calcari e quarziti), situata al contatto superiore della prima lama di gneiss o un poco più sopra, è visibile in parecchi affioramenti, già conosciuti da Marcel Bertrand, presso ai Chalets d'Andagne e al Molard, punti distanti fra loro 3 Km. Nell' intervallo, l'escavazione della valle dell' Arc ha soppresso una vasta superficie degli strati di questo livello tectonico ed altri lembi triasici che probabilmente vi si trovavano. Questo Trias, secondo la stratigrafia dei ricoprimenti pennidici, non potrebbe essere in posto, che presso la base della serie dei calcescisti e non come intercalazione nella massa stessa di questa serie. Costituisce dunque qui una scaglia tectonica.

Che queste due superfici di discontinuità principali, riconosciute con certezza sui due versanti dell' alta valle dell' Arc debbano continuare anche in Italia, è un fatto assolutamente indubbio e, solo decifrando le zone tectoniche più interne, si potrà giungere a ben conoscerne il significato.

Se tentiamo di prolungare la nostra analisi verso le parti più esterne del ricoprimento dei calcescisti, verso Lanslebourg e l' Iseran, in

queste parti più frontali, come pure in livelli tectonici più elevati (valle del Ribon a N del Rocciamelone), vediamo i calcescisti divenir più monotoni, gneiss e rocce verdi rarefarsi, frammentarsi in piccole lenti. Oltre la monotonia e lo stiramento generale dei terreni, le pieghe " secondarie „ (cioè posteriori agli scorrimenti = *plicazione graia* di F. Hermann) molto irregolari ed oblique alle direzioni tectoniche principali, rendono malagevole il collegare fra loro gli strati, anche molto vicini.

I tre affioramenti triasici principali in seno ai calcescisti di questa zona debbono tuttavia fermar l'attenzione : il primo, situato nel pendio a N di Lanslebourg, il secondo, al fondo della Rocheure, il terzo, la striscia di carniole dell'Iseran (gli ultimi due trovansi nel foglio *Tignes*). I *due primi sono semplici finestre*, che mostrano la copertura mesozoica del ricoprimento IV sotto i calcescisti, il terzo ha un significato molto più complesso.

Finestra di Lanslebourg. Il Trias forma nei pendii a N di Lanslebourg una striscia WSW - ENE di 6 Km. di lunghezza, fra il Ruisseau du Plâtre e Moncuc. L'affioramento termina in punta da ambe le parti ed è largo un po' meno di 1 Km. verso il mezzo. Comporta, come l'aveva già notato Marcel Bertrand, quarziti, carniole con qualche marmo fillitico e calcari massicci triasici a facies Vanoise. Verso il mezzo si osservano due cerniere di pieghe anticlinali parallele, molto arrotondate, l'una nelle quarziti formanti il nucleo dei calcari triasici ripiegati, l'altra in questi calcari, lateralmente a N.

Dall'una parte e dall'altra di questo spuntone centrale, le quarziti scompaiono sotto le carniole ed i calcari, ma due scaglie di scisti neri d'aspetto carbonifero, compaiono ancora in seno alle carniole verso l'estremità lenticolare orientale dell'affioramento triasico. Il carattere di finestra di questo Trias risulta dalla sua facies e dal senso e corrispondenza normale delle cerniere anticlinali.

Finestra della Rocheure. La stessa conclusione si applica per le stesse ragioni alla stretta volta anticlinale di calcare triasico massiccio della Rocheure. Inoltre, il raccordo è quasi immediato con la copertura della

Vanoise, che, non lungi, fuoriesce sotto l' orlo esterno del ricoprimento dei calcescisti, a valle della Rocheure e nel ghiacciaio des Fours.

Digitazione dell' Iseran. L' affioramento triasico dell' Iseran si segue con continuità, a forma di solco depresso rettilineo diretto da NE a SW, dal Col Pers al Col des Roches, con gran pendaggio verso NW. A NE di col Pers esso si prolunga mediante alcuni placcaggi che seguono la base dei calcescisti che si raddrizza per lasciar emergere il ricoprimento IV presso le sorgenti dell' Isère. A SW di Col des Roches lascia ancora parecchi affioramenti sparpagliati intorno al ghiacciaio del Véfret, in lame annegate nei calcescisti.

La striscia continua è lunga 7 Km., ma con i prolungamenti descritti si giunge al doppio ; la larghezza massima è di 2 - 300 m. La forma stretta e rettilinea dell' affioramento è una prima circostanza molto strana per chi conosce l' irregolarità delle pieghe nella regione ; ciò porta a credere che non si tratta qui di una piega qualunque, come nei due casi precedenti. Questo Trias è costituito principalmente da carniole ; contiene anche marmi chiari zonati e qualche massa di calcari scuri molto frantumati. In maniera generale è molto dislocato, come è normale nelle masse di carniole, ma comporta inoltre un grandissimo numero di scaglie singolari : gneiss e micascisti, prasiniti ed una piccola lama di quarziti (Marcel Bertrand). Perciò nessuna traccia di struttura può osservarsi in questo affioramento, che piuttosto assomiglia ad una zona di miscela tectonica intercalata nei calcescisti. Le lame che lo terminano a SW depongono esse pure in favore di una intercalazione. Non si tratta dunque di un' anticlinale del substrato, uscente attraverso i calcescisti, ma di un banco triasico, ora incorporato nella loro massa.

Un altro affioramento notevole di Trias trovasi nelle vicinanze. È un banco di carniole e marmi, con qualche calcare, inglobato nei calcescisti dell' Arête des Leissières alla Tête de Solaise, con disposizione, benchè pieghettata, orizzontale nell' insieme. Alla Pointe des Leissières, il fascio di calcescisti che separa topograficamente questa lama dal " solco „ triasico dell' Iseran, sembra affetto da una piega anticli-

nale, poichè si trova nel prolungamento assiale quasi immediato di un' anticlinale nettissima nel substrato dei calcescisti alla Pointe de l' Arcelle. Tracciando questa piega alla Pointe des Leissières si vede la lama triasica suborizzontale venire ad impiantarsi nel " solco „ dell' Iseran. (1).

Perciò il Trias dell' Iseran è una vasta intercalazione tectonica nei calcescisti, ripiegata con essi nel corso degli ultimi grandi movimenti orogenici. Non si può concepirla che come una digitazione, cioè un profondo ripiegamento anticlinale, formatosi all' inizio dello scorrimento dei calcescisti e stirato quindi all' esterno nel corso dello spostamento orizzontale subìto da tale massa. Questo stiramento, di cui sono prova precipua le scaglie troncate della terminazione sud-occidentale dell' affioramento, rende ardua la questione di sapere dove possa radicarsi la digitazione, priva oggi di ogni connessione visibile, e certo anche nascosta, con i nuclei pretriasici dei ricoprimenti.

Nello stato attuale essa non è più che una lama che segna il percorso di una superficie di discontinuità tectonica fra due complessi di cui la translazione fu disuguale. Per questo riguardo, il fenomeno ricorda la " zône de gypses „, che forma una specie di spesso cuscinetto nella superficie di scorrimento alla base del ricoprimento dei calcescisti, verso la fronte di esso, da Modane a Tignes. La natura plastica di tali gessi facilitò certo il loro collocarsi in tale situazione, mentre non si può precisarne la posizione relativa iniziale riguardo agli altri terreni della regione.

Esaminiamo a che poteva raccordarsi in origine la digitazione dell' Iseran. Non certo alla copertura del ricoprimento IV, poichè la sinclinale coricata subordinata alla digitazione sarebbe in tal caso formata da rocce a facies di detta copertura. Ora i calcescisti con pietre verdi avviluppano interamente il Trias dell' Iseran, essi sono identici a quelli dei ricoprimenti pennidici superiori, continui con essi e contrastano

(1) Le sezioni di questa regione saranno pubblicate in un lavoro in corso di stampa: E. Raguin " *Haute Tarentaise et Haute Maurienne* „, Mém. pour l' explication de la Carte géol. de la France.

brutalmente con la copertura del ricoprimento IV sottostante, poco metamorfica nella regione e la cui facies non è scistosa che qua e là in qualche zona.

La digitazione dell' Iseran ha dunque una origine più interna che il fascio di pieghe retroflesse Valsavarenche–Sorgenti dell' Isère–Lanslebourg, anticlinali del ricoprimento IV, le più meridionali delle quali compaiono in finestra sotto i calcescisti. Oltre queste anticlinali, segue immediatamente verso SE la profonda sinclinale laminata che separa i ricoprimenti IV e V. Solo oltre tale sinclinale è possibile cercare la zona radicale iniziale della digitazione. S' incontra allora la superficie frontale del Paleozoico del ricoprimento V. Per radicarvi il banco triasico dell' Iseran occorrerebbe supporre un' importante " piallatura „ di detta superficie, durante la translazione delle masse superiori, che avrebbe scollato su di uno spazio estesissimo il Trias sovrapposto al Paleozoico. Invece nella regione di Bonneval, il Trias di cui trattasi, benchè discontinuo, è generalmente in posto sui gneiss. Si è quindi tentati di attribuire una origine più interna ancora, verso il SE, al Trias dell' Iseran. Ora, la lama di Trias situata poco sopra la serpentina di Bonneval e più sopra descritta, proviene da una regione piuttosto lontana, verso il SE, dalla fronte del ricoprimento V, come lo indica l' estensione della massa di serpentina interposta, che si continua (molto lontano, *nota del trad.*) anche in Italia. Sarebbe seducente il raccordo fra questa lama dei pressi di Bonneval, ed il Trias dell' Iseran.

La lama dei pressi di Bonneval, sopra la serpentina, è accompagnata da una grande scaglia di gneiss e micascisti con qualche massa di prasiniti ; quella dell' Iseran, ove il Trias è ben più largamente sviluppato, contiene qualche piccolo lembo delle stesse rocce ; la distribuzione quantitativa differente di tali rocce non è una obiezione al raccordo in zone laminate in tal grado. Purtroppo il raccordo non è osservabile a cagione delle frammentazioni, con vaste lacune, subìte da tutto questo materiale, visibili ad esempio attorno al ghiacciaio di Véfret ed, a cagione dei ripiegamenti della fase tectonica tardiva, impossibili a distinguersi fra i calcescisti monotoni.

Quale si sia, peraltro, la soluzione adottata per questo raccordo ipotetico, *l' esistenza di parecchie grandi suddivisioni nel ricoprimento dei calcescisti, con importanti movimenti relativi delle une rispetto alle altre, è manifesta*, non solo presso Bonneval, nei massicci di frontiera, ma anche nelle parti le più esterne del ricoprimento, fra Moriana e Tarentasia.

È noto che lame triasiche di grande estensione, annegate nei calcescisti in modo analogo alla digitazione dell' Iseran, s' incontrano intorno a Zermatt, ove costituiscono il " faisceau vermiculaire „ di Emile Argand. Vi si trova la stessa disposizione che all' Iseran, in grado molto più accentuato, a quanto sembra, e ad un livello tectonico inferiore (nell' inviluppo mesozoico del ricoprimento IV, formato da calcescisti nel Vallese). Tali strutture dipendono dalla plasticità delle serie scistose inserrate fra i nuclei pretriasici dei ricoprimenti. Esse hanno un interesse grandissimo, pur essendo minime conseguenze dei movimenti tectonici essenziali. Poichè, *relativamente delicate ed a scala più accessibile alla nostra osservazione, colpiscono e rendono quasi tangibile la ricostituzione del movimento delle grandi masse.*

7.

F. HERMANN

IL LEMBO DI TOSS

(Tav. II)

Bibliografia speciale - **25 - 26 - 29 - 30 - 31 - 32 - 38 - 39** - della Bibliografia generale.

Allorchè, nel 1924, potei esplorare per la prima volta il massiccio di Toss, che si erge, con qualche imponenza, a dominare lo sfondo del bacino medio della Valle d'Aosta, dividendo gli sbocchi della Valle di Rhêmes e della Valgrisenche, la scoperta preveduta di un vasto lembo della " nappe de la Dent Blanche „ non era priva di importanza e di feconde promesse. La constatazione che il ricoprimento della Dent-Blanche, ed il suo proseguimento sud-occidentale di Toss altro non sono che il nucleo della " nappe des Schistes lustrés „, da me fatta qualche anno dopo e, nel frattempo, la scoperta di un numero ognor crescente di altri lembi e scaglie di rocce pretriasiche appartenenti al ricoprimento dei calcescisti ([1]), non lasciò al lembo di Toss che una preminenza di mole e di classico esempio, che servì di punto di partenza per gli studi ulteriori.

La tav. II acclusa ([2]), che per la felice dissezione topografica del massiccio, ne dà le proiezioni nelle tre dimensioni, con le due proie-

([1]) Vérogne, Prayet sopra Champlong, Châtillon, Col Rossetto, Canavay, dintorni del Pilonet, Pointe Rousse de Verney (Picc. S. Bernardo), regione compresa fra i massicci d'Ambin e del G. Paradiso, ecc. (F. H.); la Tour (Gb. Dal Piaz); Alta Moriana (alcuni Hermann e Raguin, molti altri e loro rilevamento generale E. Raguin); Alta Tarentasia (E. Raguin).

([2]) La tav. II. presenta purtroppo alcune piccole manchevolezze litografiche, alle quali può facilmente supplire il confronto fra le tre figure.

zioni parallele verticali, che sono fra loro ad angolo retto, e la carta, proiezione parallela orizzontale, potrebbe dispensare da ogni descrizione. Ad essa mi richiamo in gran parte, come pure, per i dintorni meno vicini e per l'andamento del sottostante ricoprimento del G. S. Bernardo (IV), allo *Stereogramma tectonico delle Alpi Valdostane Centrali* (**39**), n. **1** di questi studi.

Il ricoprimento dei calcescisti. – Sopra al ricoprimento del G. S. Bernardo, non ancora deformato dalle attuali innumeri scaglie listriche retroflesse, dovute alla tardiva " plicazione graia „, per mezzo di piallature certamente importanti ed interessanti localmente anche notevoli porzioni di Pretriasico, avvenne lo scorrimento del ricoprimento dei calcescisti, che fu forse in parte " scorrimento di sedimentazione „ (v. *L'avanzare dei calcescisti e la genesi alpina,* in n. **5** di questi studi). Nelle pareti rocciose sovrastanti ai paraggi di Maison Forte, si osserva sul lobo frontale di una anticlinale retroflessa del ricoprimento sottostante, una massa di calcari triasici, dalla quale partono sfilacciature, che vanno a perdersi, a lenti troncate, verso l'innanzi, nella parte inferiore della grande massa dei calcescisti, forse inglobate e trascinate meccanicamente dal ricoprimento avanzante, oltrechè migrate in seguito.

A un livello alquanto superiore, si nota una zona di frequenza di lenti irregolari e più o meno sfilacciate di prasiniti e di attinoliti. Sopra di esse, a vari livelli, varie striscie di lunghe lenti calcaree interrotte, oltremodo suggestive per la concezione migratoria, poichè essa sola riesce a spiegarne la presenza, la struttura e l'andamento.

Il lembo pretriasico. – Al Col Tsabou, superato uno spuntone di calcescisti, si trova il piano di scorrimento secondario della massa pretriasica, al contatto fra i calcescisti e le prasiniti, che qui hanno ancora una notevole importanza, raggiungendo lo spessore di un centinaio di metri. Verso l'innanzi esse si assottigliano a lungo cuneo, sinchè cessano sotto la cima S della Becca di Toss. Queste prasiniti costituirono il piano lubrificatore e trasportatore della massa pretriasica durante il suo scorrimento e la sua migrazione. Il loro cessare verso

l'innanzi è indice della prossimità delle zone frontali, ove s'inizia la loro sostituzione, o piuttosto imperfetta surrogazione, mediante lembi di calcari triasici.

Questi lembi triasici non vengono mai in contatto immediato con la massa pretriasica, ma ne sono sempre separati da alcuni metri di calcescisti (1). Con costanza quasi generale, salvo nelle zone maggiormente affette da pieghe, ove vi sono troncature e lembetti spersi, si osservano *tre* striscie di lembi, sub-parallele, ognuna separata dall'altra da 3–10 m. di calcescisti. Essi seguono quasi perfettamente l'andamento della superficie basale della massa pretriasica, che accompagnano.

Calcescisti cloritici - In più luoghi, generalmente a carattere di maggior strizione e compressione locale, ove, cioè, la massa gneissica o le rocce verdi, hanno un andamento (inteso nel senso loro proprio e meccanico) anticlinale, aureole di calcescisti cloritici, talvolta alquanto vaste, esse pure d'aspetto anticlinale, spesso ancor più accusato, *precedono* la massa di scorrimento. Particolarmente si notano tali zone, sia nei pressi del lembetto appena isolato a W del Col Tsabou, sia sotto la Becca de Verconey, sia a N della gran massa della Becca di Toss, sia nei paraggi del lembo 3175 e di quello 2960.

L'origine ed il modo di formazione di queste zone non si può concepire che per un travaso, una espressione meccanica, dei liquidi circolanti entro le rocce avanzanti ed in via d'arresto, avvenuto entro i contigui calcescisti, essendosi, nella strizione finale d'arresto superato il momento di resistenza. Non resiste all'esame la supposizione di fenomeni termici, poichè lo scorrimento delle rocce gneissiche e basiche, che nelle fasi finali proseguì per pura migrazione, a qualche centinaio di chilometri dai luoghi d'origine e di partenza, attraverso e sopra innumeri altre rocce, nonchè lo spessore relativamente insufficiente delle rocce scorse, impongono la convinzione di un loro arrivo a freddo

(1) Sulle figure, per necessità grafiche e di proporzione, si dovettero in alcune parti disegnare queste lame triasiche contro al Pretriasico, così pure si unirono localmente lembi triasici distinti, altrimenti mal rappresentabili; il lettore vorrà correggere l'imperfezione, rammentando che sempre esiste la sottile zona intermedia di calcescisti.

sui luoghi d'arresto finale. Ne deriva la necessità di concepire per esse un fenomeno estremamente analogo a quelli dell'anatomia patologica, che basandosi sui fatti che si osservano, non urti contro le impossibilità che susciterebbero le ipotesi termiche.

Quarziti. – In varie zone superficiali (cioè lungo la base) della massa gneissica, trovai lenti, spesse talvolta alcuni metri, di quarziti cloritiche (quasi sempre a loro volta a contatto con i calcescisti cloritici).

Gneiss e micascisti. – Frequentemente, vaste zone superficiali (nel senso detto) sono formate da micascisti prevalenti, che inglobano i gneiss, nucleo della massa pretriasica.

Gneiss e micascisti sono ovunque abbondantemente epidotici e cloritici; i micascisti frequentemente granatiferi, talvolta con granato molto abbondante e di dimensioni notevoli. In più luoghi i gneiss sono glaucofanici, talvolta ad orneblenda e talvolta talcosi. Il quarzo è generalmente compresso e frantumato, fortemente cataclastico. Tutte le rocce del lembo hanno carattere di paragneiss e parascisti. (1).

Particolarità tectoniche. – Le figure della tavola indicano sufficientemente le ondulazioni poco notevoli che subisce il lembo. Esse però bastarono all'erosione per produrre la suddivisione morfologica in vari lembi minori, sparsi a corona intorno al ghiacciaio di Borègne. Fra la cima principale (3302) e la cima S, alla insellatura che le divide, una lama sottile di calcescisti penetra dall'alto nel lembo maggiore, che comprende le cime di Toss, e la si vede terminare a cuneo entro la massa dei gneiss su entrambi i versanti. La direzione di questa lama sembra essere all'incirca SW-NE, cioè perpendicolare alla direzione generale orogenica.

Questa anomalia di direzione, ove la si confronti e ricolleghi con la direzione analoga del lembo del Colle Rossetto, più a S (fra la V. di Rhêmes e la V. dell'Orco), permette di ritenere che la fronte di questa massa gneissica del ricoprimento dei calcescisti, che sembra

(1) Tengo, anche in questo lavoro, a rinnovare i vivi e cordiali ringraziamenti, già espressi altrove, al prof. A. Bianchi che volle esaminare le numerose preparazioni microscopiche della mia collezione, che riguardano questa regione, nonchè, in generale, i lembi pretriasici del ricoprimento VI.

essere la continuazione laterale della massa maggiore del ricoprimento, di quella stessa cioè della Dent-Blanche, od almeno una sua importante digitazione, si incurvasse lateralmente all'indietro sino a raggiungere la regione di Ceres nelle Valli di Lanzo. Particolarità strutturali dei ricoprimenti sottostanti, che già furono esaminate in altro lavoro (*Sulla Tectonica Valdostana*, **61**, pag. 12–13), confermano i dati forniti da queste masse gneissiche.

I LEMBI DI COL ROSSETTO E DI CANAVAY.

Mentre, per i lembi aostani siti più a nord, si offrirà l'occasione di una descrizione in lavori ulteriori concernenti quelle regioni, sembra opportuno aggiunger quì un brevissimo cenno su questi, inclusi in regioni che già furono più volte descritte.

Nella *Sezione trasversale*, piccola figura unita allo *Stereogramma tectonico delle Alpi Valdostane Centrali*, (**39**), n. **1** di questi studi, abbiamo figurato la zona ove essi si trovano. Tale zona, per discordanze nei piani assiali tectonici, non poteva esser rappresentata nei segmenti disegnati secondo la direzione orogenica. Di queste discordanze appunto, cagionate dall'incurvarsi all'indietro della massa gneissica del ricoprimento dei calcescisti, di cui fanno parte il *lembo di Toss* e quello del *Col Rossetto*, fu fatto cenno nel capoverso precedente.

Col Rossetto. – Questo lembo, che sembra essere una digitazione assolutamente frontale, s'incunea nei calcescisti con lieve inclinazione all'ingiù, e forma la sottile cresta che divide i valloni della Vaudala e della Vaudaletta, appartenenti alla V. di Rhêmes, dall'altissima valle dell'Orco, fra la Punta di Leynir ed il Col Rossetto.

Lo costituiscono gneiss epidotici a clorite, che, nel fianco basale, includono zone alquanto carboniose. Lo involgono calcari e dolomie triasiche, a facies del ricoprimento, che, sull'estrema punta frontale (colle e canaloni che da esso scendono nei due versanti), posseggono un

notevole spessore (10-20 m.) ed alcune minute digitazioni. Il piano di scorrimento è nettamente visibile quasi ovunque, sia sulla cresta, che nei pendii verso Rhêmes specialmente.

Canavay. - Poco sotto questo lembo trovai, nelle rocce che formano la base del piano di Canavay (V. dell'Orco), un piccolo lembo di gneiss epidotico inglobato in una massa di anfiboliti. Nel 1927, passandovi in compagnia di E. Raguin e Gb. Dal Piaz, ne trovai, vicinissimo, un altro minore.

Questi lembi sembrano doversi distinguere dai precedenti e far parte del corteo di lembetti che continuano il M. Emilius ed il M. Rafray, le scaglie di la Tour, e, attraverso l'Alta Tarentasia e l'Alta Moriana, passano, nella regione descritta nel n. **5** di questi studi. Essi sembrano seguire, cioè, una direzione diversa da quella dei precedenti, quasi perpendicolare alla direzione di spinta orogenica.

8.

F. HERMANN

LA REGIONE DEL PICCOLO SAN BERNARDO

(Tav. III e IV)

Bibliografia speciale - **45 - 46 - 49 - 54 - 55 - 56 - 57 - 79** - della Bibliografia generale.

La fronte del ricoprimento del Gran San Bernardo. – La vasta conca pianeggiante che, ad E del Colle omonimo, forma la regione del Piccolo San Bernardo, bellissimo esempio di topografia antichissima, appena ravvivata nel bacino del lago di Verney e nell'idrografia attuale, si formò, dinanzi alla fronte del ricoprimento IV, nei calcescisti ad esso sottostanti. Il versante settentrionale si erge, per il graduale salire della massa dei calcescisti, scorsi sopra il ricoprimento antestante dell'Embrunais, contro il massiccio ercinico del Monte Bianco ed il suo avancorpo del M. Chétif. Il versante meridionale è intagliato nelle zone frontali del ricoprimento IV, alquanto raddrizzate verso gli oggetti tectonici anteriori, che i loro prolungamenti sormontavano.

Le rocce pretriasiche del ricoprimento sono, al solito, gneiss e micascisti più o meno ricchi di pigmento carbonioso, che posseggono però generalmente in misura molto maggiore che non nelle zone più interne, con qualche zona più fertile, che ricorda quelle vicine di la Thuile. Con l'abituale irregolarità di deposito che ne è una caratteristica e che può ritenersi dovuta al carattere terrigeno, vallivo, di esso, le rocce pretriasiche sopportano masse, ora minime, ora importanti, di quarziti. Questi sedimenti clastici, poi, specie nelle regioni frontali,

che tutto fa ritenere sottoposte molto precocemente a movimenti tectonici, in epoche in cui nè il metamorfismo nè l'invecchiamento del tonnellaggio avevano ancora potuto produrre sensibili effetti, si rivelano oltremodo sensibili e plastici alle pressioni strutturali. Essi si accumularono perciò, meccanicamente, con facilità nelle zone morte, nelle zone di minor pressione, come lo si constata ovunque nelle parti frontali del ricoprimento IV (Vallese, p. es.).

Sovr'essi, frequentemente, ed in questa zona quasi ovunque, per sottili alternanze, dovute a ripetutissimo ricorso, alternarsi, or del sedimento nuovo, or dell'antico, che momentaneamente riprendeva terreno e vigore, segno vivacissimo che il mutamento di deposito avveniva per transgressione, vennero a depositarsi sedimenti calcarei del Trias medio. Essi posseggono la solita facies della Vanoise: carniole, dolomie, calcari, scisti neri, rossi e verdi.

Per le intensissime pressioni e gli stiramenti subìti nella quasi totalità degli affioramenti accessibili, queste alternanze con le quarziti e questi miscugli di elementi vari producono orizzonti di rocce finissimamente zonate e milonitiche, nonchè tipi da mescolanza intimissima, microscopica, di calcari fogliettati quarzosi, cloritici, micacei, spesso con qualche granulo di albite (Ricovero n. 3 – Colonna Joux e casotto della Dogana), talvolta polverulenti per dislocazioni finali e postume di carattere clastico.

L'anticlinale sotto-retroflessa della Touriasse. – La massa triasica che forma il grazioso spuntone della Touriasse, che si specchia nel lago di Verney, ha dato luogo ad interpretazioni alquanto azzardate. Senza soffermarci sulla stravagante ipotesi di una transgressione di questa massa sopra un supposto e comodo accidente paleotopografico del Pretriasico, che si presenterebbe, unico, proprio in questo solo punto preciso delle Alpi intere, non possiamo meglio comprendere che, senza tener conto dei fatti elementarmente accessibili alla più ingenua osservazione obbiettiva, si sia potuta supporre una struttura a sinclinale aperta verso N e NW.

La figura che abbiamo sommariamente disegnata (tav. IV), che tien conto di ciò che si vede, ed unicamente di ciò, mostra che, qua-

lora non si vogliano pervertire i fatti, visibili tutti, non si può non vedere che la massa pretriasica basale della Touriasse è sotto-retroflessa. Essa, come lo mostra il rapido e graduale assottigliarsi della sinclinale-lama triasica *verso l'innanzi*, in direzione NE, si collega, in avanti, a tutta la massa sopra- e, quindi, retrostante del ricoprimento, mentre, all'indietro, essa s'involge totalmente nel Trias medio.

Dalla Tête du Chargeur, passando poco sopra le svolte della strada nazionale, la striscia basale del Trias medio si collega alla intumescenza della fronte sotto-retroflessa presso al ricovero n. 3, posando sempre sui calcescisti. In faccia al ricovero si osservano belle alternanze di calcari e scisti neri, che più volte si ripetono e sono sormontate da carniole e zone brecciose.

Salendo verso il Colle, nei pressi dei ruderi della *mansio romana*, si ritrova, sul lato W della strada, un piccolo affioramento di calcari e dolomie, che appare quale una digitazione subordinata volta all'ingiù. Poco oltre, la Colonna Joux, che segna il colle stradale (il colle morfologico si trova a circa 500 m. a NW, allo spartiacque fra il valloncello tributario del bacino di Verney ed il piano torboso delle Lances, che termina presso l'Ospizio ed è tributario dell'Isère), posa sopra un altro affioramento di calcari e dolomie, al lato E della strada, a poca distanza da altri piccoli affioramenti ai piedi dei pendii del M. Belvedere.

Sul lato W della strada, sotto ed intorno al casotto della Dogana, e quindi prolungantesi lungo i resti dell'antica strada che correva al limite del piano alluvionale, si osserva la continuazione di questo affioramento. A circa 50 m. dal casotto della Dogana, affiorano, verso W i calcescisti sottostanti, e, immediatamente a E dell'antica strada, le masse complesse di calcari fogliettati e zonati, calcari quarzosi, cloritici, già menzionati. A 1-2 m. più ad E, sopra queste masse triasiche, separato da terriccio erboso, a pochi metri dalla strada attuale (dalla quale non è visibile), si incontra un piccolo affioramento di micascisti pretriasici.

Una sottile zona di scisti neri s'incontra pure presso il minimun maximorum della cresta fra la Touriasse ed il Col de Fourcla.

Il ricoprimento dei calcescisti. – Abbiamo già mostrato (e particolarmente in questi studi, num. **5**), che, per la sua origine, il ricoprimento dei calcescisti è un elemento a sè, unitario, e proveniente dal largo, in un certo senso esotico rispetto alle altre masse pennidiche.

Esso, in questi paraggi, come in quelli del M. Jovet (P. Termier) ed in quelli a W di Briançon (id.), come nei paraggi di Sion, come nella regione Sempione–Ticino, nei Grigioni, ecc., ricoperse, piallandolo, per scorrimento tectonico, preceduto o non da "scorrimento di sedimentazione„ (1), tutto il ricoprimento IV, sorpassandolo.

Nell'avanzare ulteriore della massa pennidica complessa totale e nella strizione finale, il lembo del ricoprimento dei calcescisti al Piccolo S. Bernardo rimase obliquamente pizzicato sotto la fronte del ricoprimento IV, per un mutamento nell'applicazione e nella inclinazione delle forze serranti e fu da questo trasportato innanzi a piallare il dorso del ricoprimento antestante dell'Embrunais (2).

(1) Abbiamo chiamato "scorrimenti di sedimentazione„ (v. *L'avanzare dei calcescisti e la genesi alpina*, in **81**, n. 5 di questi studi) le transgressioni avvenute sotto l'incombere posteriore di uno scorrimento tectonico avanzante, precedute, naturalmente, da emersioni e erosioni. Questa concezione non consente, ben inteso, una dogmatica ed arbitraria distinzione fra i risultati ora osservabili di uno *scorrimento tectonico* e quelli di uno *scorrimento di sedimentazione* eventualmente concomitante e precedente l'altro, poichè limite netto non vi poteva essere e gli effetti, quali sono attualmente visibili, sono pressochè indistinguibili fra loro.

(2) In **45** e **46** è riassunta una sommaria comunicazione, fatta pochi giorni dopo le osservazioni che la motivarono, sulle scaglie di gneiss della Pointe Rousse. In essa, emettevamo l'ipotesi di una possibile equivalenza di questi gneiss con una scaglia di sottostanti ricoprimenti, omotopi di quelli del Sempione, raschiata, spinta e quindi espressa dinanzi a sè dall'avanzare del ricoprimento IV. La memorabile escursione in V. d'Aosta ed in Tarentasia e Moriana, che, a soluzione e discussione di numerosi problemi, proposi, e feci con E. Raguin in quell'anno stesso, mi condusse a dimostrare l'identità della "nappe des Schistes lustrés„ dei francesi, con la "nappe de la Dent Blanche„ (nucleo pretriasico) degli svizzeri, unita ai calcescisti che le sono subordinati, identità che, solo nella conoscenza dettagliata della geologia aostana, poteva trovare base e dimostrazione certa (**41**, **61**). Non è quindi più ammissibile l'ipotesi allora esposta e, in pieno accordo con quanto già fu espresso da P. Termier, ritengo da ormai due anni che il tutto unitario, anche se interamente sconvolto da scorrimenti parziali ulteriori, costituito dai calcescisti e dai gneiss della Pointe Rousse, nella regione del Piccolo San Bernardo, è un lembo frontale conservato del ricoprimento dei calcescisti o della Dent Blanche. H. Schoeller, che contemporaneamente, a nostra vicendevole insaputa, compieva bellissimi rilevamenti nell'attigua regione francese, sostenne pure una origine più profonda che non il ricoprimento IV per queste masse (**54–57**) e, nella poderosa monografia (**79**) recentemente pubblicata, mantiene ancora tale opinione.

Per l'obliqua sua posizione rispetto alle masse inquadranti e la strizione obliqua subìta, la struttura del lembo del Piccolo San Bernardo divenne tutta obliqua ed asimmetrica.

In conseguenza del forte non-parallelismo fra i ricoprimenti VI e IV e fra le loro fronti, già l'anamnesi meno prossima di questo lembo mostra, sin dall'arrivo della massa in via di scorrimento dei calcescisti, al di sopra ed oltre la fronte del ricoprimento IV, una crescente tendenza all'obliquità del lembo rimasto poi impigliato sotto di essa. Già accennammo alla nozione di decrescente adattamento alla deformazione (da loro stessi provocata) della soglia europea, dei successivi ricoprimenti: quelli anteriori, più plastici e meno " induriti „ da minori translazioni, deformatissimi; quelli posteriori, via via più rigidi per più lunghe e intense pressioni subìte durante i ben maggiori spostamenti: o adattati malamente, per rotture e scorrimenti trasversali postumi (ricopr. V), o non adattati affatto e allineanti rigidamente la loro fronte, sino a schizzar fuori lateralmente in senso sub-verticale dalla morsa stringente (ricopr. VI).

Il lembo pretriasico della Pointe Rousse. – Le rocce verdi che lo accompagnano ne testimoniano ad evidenza l'anamnesi migratoria, poichè anche qui si tratta di una considerevole migrazione, per espressione, fors'anche obliqua, su un percorso meravigliosamente tortuoso, con fasi pene-finali di movimenti di evasione verso l'indietro e verso il basso, per espressione da campi di pressioni maggiori verso zone meno compresse (1).

Sebbene in zona così frontale, le serpentine hanno notevole importanza ed abbondanza, a sottolinear maggiormente, appunto, i fenomeni or detti (2).

(1) Riteniamo opportuno osservare, a proposito dei " campi di pressione „, di cui introducemmo la nozione in **81**, n. 5 di questi studi (*Migrazioni tectoniche*), che essi costituiscono un *continuum a sette dimensioni*, essenzialmente ed incessantemente variabili (tempo variabile + solido, variabile in sè e nel tempo, delle direzioni di pressione + solido, variabile in sè, nel tempo e nelle direzioni di pressione, formato dalla materia, oggetto del fenomeno).

(2) v. in H. Schoeller, **79**, dettagliate descrizioni delle rocce verdi di questo lembo per la zona attigua francese, in tutto simile a questa.

La massa pretriasica (1), che, col suo nucleo principale, forma la graziosa mole della Pointe Rousse, è irregolarmente ed obliquamente complicata e ripiegata su sè stessa. La accompagnano lembi sottili e sfilacciature abbondantissime di gneiss e micascisti, intimamente frammisti a lembi e sfilacciature di prasiniti ed ai calcescisti inglobanti. A poca distanza, questa mescolanza tectonica complessa, che, non occorre accennarvi, presenta innumeri tracce di scorrimenti parziali ed è inoltre oltremodo milonitica nell'intimo dei suoi costituenti, è accompagnata da un corteo di lame e sfilacciature di calcari triasici, isolati fra i calcescisti e presentanti la solita facies del ricoprimento VI. Verso E, queste lame, malgrado la presumibile scomparsa delle masse gneissiche, si prolungano ancora e compaiono al Laityre e sulle alte creste incombenti alla riva sinistra della Dora di Verney. A S del complesso gneissico, a poca distanza, ma sempre circondati da calcescisti, compaiono alcuni residui del medesimo Trias. A N, nel piccolo piano tra la Pointe Rousse e la Tormotta, quindi tectonicamente *sotto* il complesso gneissico, alcuni piccoli affioramenti placcati sui calcescisti sono residui del medesimo Trias, che qui aveva un andamento generale sub-orizzontale.

Più a N, nel ripiano superiore del vallone del Breuil, presso alle vaste zone moreniche dei ghiacciai superiori, si ritrovano poche tracce di lembi sub-orizzontali di gneiss, a dimostrare che il volume originario di questa manifestazione era ben maggiore verso l'innanzi e, obliquamente, verso NE e l'alto, cioè, lungo il percorso migratorio che or fu indicato.

Poco a monte di Balme, nel fondo del vallone del Breuil, sulla destra del torrente, un residuo di soglia morfologica contiene alla base

(1) Sia sulla carta (Tav. III) che nello schizzo tectonico (Tav. IV), essa è segnata in modo assai sommario. Non solo il difficile accesso della regione, ma sovratutto l'assoluta insufficienza della carta topografica all' 1 : 50.000, mentre per zone così complesse appena basterebbe la scala di 1 : 10.000, non potevano consentire altro che un disegno oltremodo schematico, che solo tendesse ad offrire una rappresentazione esatta dal punto di vista strutturale. Intorno al massiccio gneissico principale, le alternanze di lembi, lame, sfilacciamenti, di gneiss, di micascisti, rocce verdi e calcescisti, sono ben maggiori e più complesse di quanto si potè rappresentare.

banchi di gneiss e micascisti carboniosi, che hanno tutto l'aspetto di vero e proprio Carbonifero metamorfico (1). Se ne trova pure qualche sottile massa nel vallone che scende dal Ghiacciaio di Lavage e nel valloncello che sale al colle fra la Pointe Rousse ed il massiccio di confine. Questi gneiss e micascisti sono in generale ricchi di clorite, con qualche traccia di epidoto e tormalina, con quarzo eminentemente cataclastico.

Il nucleo maggiore del complesso gneissico (come pure i lembi dell'alto vallone del Breuil) è formato da gneiss cloritici-muscovitici, in buona parte aplitici, e, nelle zone più centrali, senza chiara tessitura gneissica. Il quarzo è sempre fortemente cataclastico e la roccia stessa è una intensa milonite, a elementi talvolta grandissimi, involuti e risaldati da zone triturate. Questi gneiss contengono con qualche abbondanza sericite e talco (2).

Con la guida dei dati di fatto petrografici e tectonici si può ritenere, come anamnesi lontana di queste rocce, che esse appartengano agli ortogneiss. Esse, nell'anamnesi prossima, trasportate su enormi distanze e, in una lunga fase finale, in livelli, più che epizonici, quasi superficiali, subirono una intensa e violenta cataclasi, lievemente ed inizialmente obliterata da un breve metaformismo finale. A quest'ultimo furono sottoposte, sia nel giungere al disotto della fronte del ricoprimento IV, sia nell'ultima translazione passiva sotto la spinta di questo. Delle fasi antecedenti di migrazione, sussistono tracce, specialmente sui bordi del nucleo principale e nei lembi sfilacciati che lo accompagnano, ove si ritrovano in maggioranza paragneiss e micascisti ed intime commisture di micascisti e prasiniti cloritiche.

(1) Già se ne fece cenno in questi studi (n. 5), paragonandoli, sia a quelli dei Chalets d'Andagne (Alta Moriana), citati da E. Raguin (n. 6 di questi studi), sia a quelli, frequentissimi, nella base della massa pretriasica della Dent-Blanche, descritti da E. Argand (**13**).

(2) Tengo a rinnovare vivi e cordiali ringraziamenti, già espressi in **61** (n. 3 di questi studi), al prof. A. Bianchi, che volle esaminare numerose preparazioni microscopiche di queste rocce, appartenenti alla mia collezione.

La superficie dello scorrimento sul ricoprimento dell' Embrunais. - Percorrendo il vallone del Breuil, si nota, poco a monte della Tormotta, sul versante destro, una violenta discordanza fra l' andamento di tranquilla ascesa delle masse di calcescisti di detta cima e le splendide e grandiose cerniere di pieghe ripetute delle rocce fulve, che formano le pareti del vallone, più a monte.

H. Schoeller (**54-57**, **79**), di cui sono noti gli eccellenti studi dettagliati su gran parte della *nappe de l' Embrunais*, la seguì passo passo dalle regioni più meridionali sino al confine e, con qualche visita sporadica, anche nella nostra alta Valle d' Aosta e nel Vallese svizzero, mentre non ebbe occasione di vedere questa magnifica discordanza, nè le pareti rocciose ora descritte. Egli attribuisce a questo ricoprimento pennidico secondario (cioè formatosi con gli ultimi sedimenti orogenici depostisi fra le Pennidi avanzanti e la soglia europea, e quindi violentemente espresso dalla immane strizione della presa di contatto) buona parte della zona a S del Col della Seigne e dei dintorni di Courmayeur, sino, nella regione qui contemplata, al Colle del Breuil, alle masse dei bassi dintorni di Entre-deux-eaux, ed ai pendii che dominano a E l' alto vallone del Breuil.

In tutte queste rocce, che effettivamente sono molto diverse dai calcescisti, con tessitura più minuta e regolare, a patina fulva e di aspetto, in massa, più granuloso, H. Schoeller vede un flysch metamorfico. Evidentemente, le differenze fra flysch metamorfico e calcescisti, data l' estrema somiglianza dei depositi originari, da distruzione, che ne furono, per entrambi, il materiale, è alquanto sottile, ma certo, tuttavia, possibile, specie, ed è bene tenerne conto, alla vasta esperienza specializzata di un probo e coscienzioso osservatore. Avendo lungamente meditate le osservazioni e le dimostrazioni del nostro giovane collega, al lume dei fatti di facies e sovratutto tectonici da noi anteriormente constatati, abbiamo ritenuto di poterne adottare le conclusioni e vediamo perciò, nella massa anteriormente sottostante al piano di scorrimento della Tormotta (v. Tav. III e IV), che in ogni caso, dal punto di vista

meccanico è un elemento tectonico a sè, di primaria importanza, ed assolutamente diverso e distinto da tutto quanto lo sormonta, il proseguimento in Italia della *nappe de l' Embrunais.* Ci auguriamo che presto, per opera di giovanili forze nazionali, possa esser accuratamente studiato questo ricoprimento anche su territorio nostro, ove esso sembra occupare vaste estensioni, verso la valle principale e nel versante settentrionale della Valle d'Aosta, ed ove non mancheranno di offrirsi alle ricerche brillanti e soddisfacenti risultati.

INDICE - SOMMARIO

Prefazione (F. H.) . . . . . pag. 3

F. Hermann - Bibliografia . . . . . „ 5

4. F. Hermann - (Parte ital). - E. Raguin - (Parte franc.) - Carta geologica della regione compresa fra i massicci d'Ambin e del G. Paradiso, edita a cura di F. Hermann, scala 1 : 66.666 *acclusa a questo fascicolo.*

5. F. Hermann - Il ricoprimento dei calcescisti fra i massicci d'Ambin e del Gran Paradiso . . . . . pag. 11

Nuove concezioni sulla meccanica tectonica . . . . . „ 13

Considerazioni sul meccanismo dei ricoprimenti (*Inesistenza delle radici. Geosinclinali*). Migrazioni tectoniche. L'avanzata del sima. Zone di torsione (*Scorrimento laterale di Ambin. Fistola sialica Saluzzo-Pinerolo-Ivrea. Torsioni ed extrusioni simiche*).

Tectonica del ricoprimento V . . . . . „ 34

Il ricoprimento Gran San Bernardo-Vanoise (IV). I massicci di Ambin, Gran Paradiso, Dora-Maira. *Identità di facies tra il massiccio d'Ambin e quelli più settentrionali. Il problema del massiccio Dora-Maira. Il massiccio d'Ambin nell'epoca alpina. Il Mesozoico. Il massiccio d'Ambin nella strizione postuma. Le scaglie di Oulx.*

Tectonica del ricoprimento dei calcescisti (VI) . . . . „ 43

L'avanzare dei calcescisti e la genesi alpina. La genesi pennidica causata dall'avanzare del ricoprimento dei calcescisti. Tectonica alpina e graia della regione. (*Il Pretriasico. Zone carboniose e quarziti accompagnanti il Pretriasico. Il Trias. Zona triasica clastica Piccolo Moncenisio - Toasso di Venezia. Contatto fra due scaglie postume al Malamot. Le rocce verdi. Torsioni.*

6. E. Raguin - Sulla struttura della "nappe des Schistes lustrés„ nell'Alta Moriana (Francia) . . . . . „ 56

Intercalazioni nei calcescisti dell'Alta Moriana. Superfici di discontinuità tectonica nei calcescisti.

7. F. Hermann - Il lembo di Toss (Tav. II) . . . . . „ 66

Il ricoprimento dei calcescisti. Il lembo pretriasico. Calcescisti cloritici. Quarziti. Gneiss e micascisti. Particolarità tectoniche.

I lembi di Col Rossetto e di Canavay . . . . . „ 70

8. F. Hermann - La regione del Piccolo San Bernardo (Tav. III e IV) . „ 72

La fronte del ricoprimento del Gran San Bernardo. *L'anticlinale sotto-retroflessa della Touriasse.* Il ricoprimento dei calcescisti. Il lembo pretriasico della Pointe Rousse. La superficie dello scorrimento sul ricoprimento dell'Embrunais.