

F. HERMANN

STUDI GEOLOGICI NELLE ALPI OCCIDENTALI

SULLA
TECTONICA VALDOSTANA



PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1928

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY



1901

La grandiosa sintesi delle Alpi Occidentali, concepita nel 1905 da LUGEON e ARGAND, accompagnata e seguita da lavori di analisi obbiettiva e precisa, basata sulla seria osservazione e valutazione dei fatti concreti tectonici, condusse, durante il ventennio trascorso, alla conoscenza reale e non più empirica delle Alpi Pennine, con le poderose conseguenze, nel campo della tectonica di tutte le catene montuose e delle zolle continentali in genere, a tutti note (1). Frattanto TERMIER

- (1)
1. M. LUGEON et E. ARGAND - *Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont*. C. R. Ac. Sc. Paris, T. 140, 1905, p. 1364.
 2. M. LUGEON et E. ARGAND - *Sur les homologues dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont*. *ibid.*, p. 1491.
 3. E. ARGAND - *Carte géologique du Massif de la Dent Blanche*. Mat. C. Géol. Suisse, carte spéc. 52, 1908.
 4. E. ARGAND - *L'exploration géologique des Alpes Pennines Centrales*. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. XLV, 166, 1909.
 5. F. HERMANN - *Carte géologique des massifs Rocs de Boudry - Sasseneire - Becs de Bosson*. 1910.
 6. id. - *Panorama tectonique des massifs Rocs de Boudry - Sasseneire - Becs de Bosson*. 1911.
 7. E. ARGAND - *Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux*. Mat. C. Géol. Suisse, XXXI, 1911.
 8. E. ARGAND - *Les nappes de recouvrement des Alpes Occidentales et les territoires environnants*. Carte tectonique, 3 planches de coupes, Mat. C. Géol. Suisse, c. spéc. 64, 1911.
 9. F. HERMANN - *Recherches géologiques dans la partie septentrionale des Alpes Pennines*. Lyon 1913.
 10. E. ARGAND - *Sur l'arc des Alpes Occidentales*. Ecl. Geol. Helv., XIV, n. 1, 1916.
 11. id. - *Carte Géologique du Grand Combin*. Mat. C. Géol. Suisse, in preparazione.

ed i suoi allievi e KILIAN illustravano la parte francese delle Alpi Occidentali (2).

Parvemi necessario, non appena ciò mi fu possibile, nel 1920, estendere anche alla parte nostra delle Alpi, allora pressochè sconosciuta, ed in un primo tempo alle Alpi Valdostane, le ricerche sistematiche e precise a grande scala che sole possono condurre alla conoscenza reale dei fenomeni della meccanica orogenetica. Questa impresa alquanto temeraria per un uomo solo, ridotto alle sole sue non illimitate forze e possibilità, dopo sette anni di quasi silenzioso lavoro, sembra ora prossima al compimento, mentre si estende ormai molto lungi a sud. Sembra inutile soggiungere che un così vasto rilevamento, per la sua stessa mole, non poteva che imporre all'autore la rinuncia a pubblicare una *carta* geologica, per troppo evidente impossibilità finanziaria.

Dopo una serie di note molto concise che, basandosi sui risultati acquisiti nella regione, chiariti da una minuta conoscenza della quasi totalità delle Alpi Pennine, tendevano a contribuire anzitutto alla comprensione di più vasti fenomeni tectonici (3), poterono finalmente,

- (2) 12. P. TERMIER - *Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes*. B. S. G. F. (4), t. II, 1902, p. 411.
13. P. TERMIER - *Les montagnes entre Briançon et Vallouise*. Mém. C. G. F., 1903.
14. id. - *Sur la nécessité d'une nouvelle interprétation de la tectonique des Alpes franco-italiennes*. B. S. G. F. (4), t. VII, 1907, p. 179.
15. W. KILIAN - *Etudes géologiques dans les Alpes Occidentales*. Mém. C. G. F., 1905, 1908.
16. id. et P. TERMIER - *Nouvelles observations sur les Alpes Occidentales*. B. S. G. F. (4), t. V, 1905, p. 859.
17. P. TERMIER et W. KILIAN - *Sur la signification tectonique des lambeaux de micaschistes, etc., qui affleurent çà et là près de Briançon, au sein de la surface des terrains à faciès briançonnais*. C. R. Ac. Sc., Paris, T. 171, 1920, p. 766.
18. P. TERMIER et W. KILIAN - *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.
- (3) 19. F. HERMANN - *Sur l'éventail de Bagnes et la nappe de la Dent Blanche*. C. R. Ac. Sc. Paris, T. 180, 1925, p. 1118.
20. F. HERMANN - *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.
21. F. HERMANN - *Cinq coupes à travers les Alpes Occidentales*. C. R. somm. Soc. Géol. de France, 1925, p. 127.
22. F. HERMANN - *Sur la structure des Alpes Occidentales*. Ibid., 1925, p. 176.
23. id. - *Sezioni attraverso le Alpi Occidentali, 1:500.000*. Torino, 1925.

dopo numerosi tentativi (tra cui l'esecuzione di circa 150 sezioni preparatorie), esser costruiti e stampati i due Stereogrammi testè apparsi in queste Memorie (4).

Il mio Amico GIORGIO DAL PIAZ e parecchi colleghi mi consigliarono l'aggiunta di brevi pagine esplicative, in attesa di una memoria destinata ad un'ampia trattazione della geologia valdostana e dei problemi alpini strutturali e genetici che ad essa si connettono. Il felice inizio di nuove ricerche, annunziatrici di complicazioni alpine ben altrimenti vaste e formidabili che non siano quelle ormai classiche delle moderne dottrine (5), mi condurrà verosimilmente a ritardare e complicare ancora l'elaborazione di tale meno urgente lavoro, per considerarvi poi i risultati più vasti e generali dell'esplorazione geologica di quasi tutte le Alpi Occidentali.

Ritenni utile perciò abbandonare l'idea di un unico vasto testo, che sarà sostituito da una serie di lavori parziali, raggruppati sotto il titolo *Studi Geologici nelle Alpi Occidentali*, da pubblicarsi ciascuno al momento opportuno.

Questa prima parte, iniziale piuttosto che introduttiva, è accompagnata da una delle tavole già preparate e stampate, onde meglio chiarire sin d'ora i fenomeni rappresentati negli Stereogrammi.

24. F. HERMANN - *Stereogramma strutturale delle Alpi Occidentali*, 1:750.000. Torino, 1925.
25. id. - *Paléogéographie et genèse penniques*. Ecl. Geol. Helv., XIX, n. 3, 1925.
26. id. - *La struttura delle Alpi Occidentali*. Atti Soc. It. Sc. Nat. LXIV, 3-4, 1925.
27. id. - *Problèmes de géologie alpine*. Bull. n. 19 de la Soc. de la Flore Valdôtaine, 1927.
- (4) 28. id. - *Stereogramma tectonico delle Alpi Valdostane Centrali* (1:37.500), queste Memorie, 1927.
29. F. HERMANN - *Stereogramma tectonico delle Alte Valli Aostane Meridionali* (1:25.000), queste Memorie, 1927.
30. F. HERMANN - C. R. somm. Soc. Géol. de France, 1927, p. 113.
- (5) 31. F. HERMANN - *La nappe de la Dent Blanche et les nappes des schistes lustrés en Maurienne et Tarentaise*. Actes Soc. Helv. Sc. Nat., 108^e session, Bâle, 1927, p. 158.
32. F. HERMANN - *La nappe de la Dent Blanche et les nappes des schistes lustrés en Maurienne et Tarentaise*. Ecl. Geol. Helv., XXI, n. 1.
33. F. HERMANN - *Conceptions nouvelles sur la tectonique des Alpes franco-italiennes*. C. R. Ac. Sc. Paris, T. 185, 1927, p. 1204.

SIGNIFICATO E METODO DI COSTRUZIONE DEGLI STEREOGRAMMI

I tectonici moderni, specie nei lavori di analisi, tendono a sostituire alle sezioni geologiche isolate e tracciate a caso (ad es. secondo spartiacque, di direzione qualunque e variabile e quindi completamente deformante), che presentano l'inconveniente gravissimo di essere in gran parte una interpretazione dei fenomeni incontrati semplicemente soggettiva e non basata sui fatti, altri tentativi vari di rappresentazione obbiettiva ed impersonale del solido strutturale. Questi tentativi presentano difficoltà gravissime, di cui non è facile rendersi conto al solo esame postumo del lavoro stampato; anzitutto quella della nozione e della scelta di una direzione assiale tectonica, non facile da distinguere dalla perpendicolare all'inclinazione degli strati, con la quale, è evidente, essa non coincide che nell'unico caso di verticalità degli stessi. Li abbiamo chiamati tentativi - ed altro non potranno mai essere - perchè il volume dei solidi di cui si occupa la tectonica essendo il prodotto delle loro tre dimensioni *gobbe*, cioè di terzo grado, esso non potrà mai esser compiutamente rappresentato nelle due dimensioni di un foglio di carta.

Le "serie di sezioni", nella loro forma più semplice, cioè collocate in una tavola, l'una sotto l'altra secondo una direzione comune, pur partecipando ancora in parte delle cause di soggettività delle sezioni singole (e solo in parte, perchè l'elemento soggettivo di ciascuna di esse è corretto in gran parte dagli elementi di fatto forniti dalle altre), già facilitano l'esercizio mentale del lettore, che deve però ancora formarsi da sè, nella propria mente, l'immagine del solido.

Le "serie di sezioni", sovrapposte in una figura unica nella loro posizione tectonica relativa, metodo molto più complesso ed obbiettivo, poichè, se frutto di lungo e sufficiente lavoro, di serio studio e di conoscenza completa e dettagliata, la parte di "interpretazione", dell'autore può tendervi, molto dappresso, a zero, danno una immagine totale ed immediata della realtà, spesso molto suggestiva. Esempio

meraviglioso, anche esteticamente, e forse primo tentativo del genere su così vasta mole, la tavola di ARGAND, *La tectonique des Alpes Pennines centrales en coupes sèriées*, in (op. cit. 4).

Mentre le "serie di sezioni", conservano pur sempre un aspetto in parte schematico, un tentativo di ulteriore progresso è costituito da una combinazione di questo sistema con quello panoramico (a proiezione parallela) opportunamente deformato, onde raddrizzare il piano assiale dei solidi tectonici e farne il piano perpendicolare al disegno.

Con tale sistema, che chiamai, nel primo tentativo (op. cit. 6), "panorama tectonico", ed ora "stereogramma tectonico", si presenta al lettore una immagine che, pur essendo, in continua variazione, deformata, onde seguire le ondulazioni del piano assiale tectonico, si approssima ancora sufficientemente alla realtà topografica, sì da poterla rammentare o suggerire, mentre vi è soppressa quasi totalmente la tectonica supposta soggettivamente dall'autore. Una tale costruzione equivale alla sovrapposizione di un numero infinito di sezioni susseguentisi. Essa non è raggiungibile che per mezzo di una empirica serie di tentativi, che, per via di successive esclusioni, si approssimano sempre più alla realtà. Solo la realtà raggiunta rende eseguibile il lavoro, che rappresenta, allorquando la costruzione, essendo giunta a tener conto di tutti gli elementi geologici, topografici e geometrici, non si arresta più dinanzi a nessuna discordante impossibilità, l'esclusione geometrica assoluta di ogni altra interpretazione.

Questo sistema urta però contro una insuperabile e grave difficoltà. Non si può rappresentare per suo mezzo che un volume il cui piano assiale tectonico scenda dal primo piano del disegno verso gli ultimi e costringa quindi, raddrizzando tale piano assiale onde farne il piano perpendicolare al disegno, a far salire sempre più le masse topografiche lontane, sì che emergano, con la loro struttura tectonica, che per l'appunto appartiene a zone superiori, sopra quelle antestanti. Ove invece il piano assiale tectonico salisse verso i lontani, si nasconderebbero quasi subito, raddrizzandolo, per la ragione opposta, tutte le regioni lontane dietro quelle antestanti.

Nel caso presente, dopo aver cercato invano un metodo che permettesse di aggirare questa difficoltà e di rappresentare, con una sola vasta figura, l'intera massa delle Alpi Valdostane, dovetti anzitutto ricorrere a due figure, partendo, per ciascuna di esse, in sensi opposti, dal sommo della culminazione valdostana del ricoprimento del Gran San Bernardo (IV) verso le regioni più depresse, a SW per l'una, a NE per l'altra.

Altro inconveniente insuperabile, nello *Stereogramma Tectonico delle Alpi Valdostane Centrali*, derivò dalle brusche e notevoli ondulazioni del piano assiale nella zona dei "segmenti „ 1^b e 2, nonchè, in generale, dalla topografia sfavorevolmente combinata con la struttura tectonica, sì da presentare, dietro ad alte cime, in situazione assiale elevata, il profondo incavo, in situazione assiale più bassa, della Dora Baltea.

Si sommava a questo inconveniente quello della struttura e dell'andamento della plicazione tardiva graia (v. op. cit. 27), nella zona, sita all'incirca nella fascia centrale del disegno, di scaglie, irregolari sub-listriche, sottoposte ad una continua e rapida variazione nel senso longitudinale, ad andamento obliquo alla direzione assiale generale, sia per la componente orizzontale, che per quella verticale. Mentre era impossibile, all'infuori di poche caratteristiche generali, di trovare negli elementi di minuto dettaglio continuazioni e corrispondenze, anche nello spazio di un chilometro talvolta, era pur necessario, interessante, indispensabile, rappresentare chiaramente questi importanti dettagli, completamente nuovi.

Si rese così necessaria la suddivisione del volume totale in alcuni segmenti (che sarebbero però l'uno all'altro sovrapponibili, nascondendo tuttavia ciascuno buona parte di quello retrostante) (6). I segmenti

(6) Non potei evitare, e so che fu notata da un amico e collega straniero, la discordanza, attraverso la valle di Rhêmes, fra le scaglie di Felumma e quelle del Montblanc, nel segmento 3. Essa è dovuta alla già menzionata discontinuità, variazione ed irregolarità delle scaglie sub-listriche di questa zona. La separazione di questo segmento in due parti presentava inconvenienti ben superiori.

Si noterà (segmento 1) che il Grand Combin fu rappresentato in sola topografia. Ciò,

sono quattro (l'indicazione 1^a e 1 non avendo altro scopo che quello di facilitare ulteriori citazioni); ad essi, onde aver l'immagine completa della zona compresa sul nostro territorio e da me esplorata, si aggiunse, al suo posto geometrico, l'immagine rovesciata e privata dei dettagli topografici, in tale situazione rovesciata non più veri, dello Stereogramma delle Alte Valli Aostane Meridionali, che figura appunto il proseguimento, oltre la culminazione assiale, della regione rappresentata nella tavola maggiore.

PROIEZIONE STRUTTURALE (TAV. I)

Onde viemmeglio suggerire alla mente del lettore la forma dei solidi strutturali, ho tentato di rappresentare i due ricoprimenti inferiori mediante una serie di "quinte", di cui ciascuna, rappresentando il profilo delle masse pretriasiche nel segmento dello Stereogramma Tectonico delle Alpi Valdostane Centrali indicato dal numero corrispondente, è parallela al piano del disegno, situata a distanza esatta dalle altre e ad una stessa altitudine di base, lungo una retta obliqua a detto piano (dal che deriva la necessità di indicare una particolare linea del livello del mare per ciascuna "quinta").

Furono segnate, per il ricoprimento del Gran San Bernardo, alcune lettere, indicanti ciascuna lo stesso fenomeno tectonico nei successivi piani, onde guidare il lettore a seguirne le profonde modificazioni graduali.

Non fu possibile, malgrado tentativi, disegnare una proiezione utile allo scopo che desse, immediata, l'apparenza di un solido, poichè

perchè la geologia di quella zona fu rilevata, ma non pubblicata, da ARGAND e perchè la conobbi, sin dal 1908, visitandola in sua compagnia.

La necessità di aggiungere una "Sezione trasversale", e l'impossibilità di rappresentare i fenomeni disegnativi nell'altro Stereogramma, proviene dal motivo tectonico della *retroversione* della fronte del lobo Dent Blanche (s. s.) di tale ricoprimento, per cui essa si presenta trasversalmente all'andamento generale ed impigliata nella rimanente tectonica, nella regione del Colle Rossetto.

Lo spicchio lasciato in bianco sullo Stereogramma Tectonico delle Alte Valli Aostane Meridionali sta ad indicare un cambiamento del primo piano cagionato da motivi di visibilità topografica.

sarebbe rimasta nascosta con tale procedere buona parte del disegno e ben difficilmente, sotto qualunque angolo fosse stata fatta, poteva dare una immagine chiara e proficua.

Del pari fu dovuta sopprimere la rappresentazione dei lembi, nuclei, scaglie pretriasici del ricoprimento della Dent Blanche, che avrebbe nascosto quasi tutto quanto è rappresentato nella figura, mentre i poderosi fenomeni che in esso avvengono nella regione e più a sud (op. cit. 19, 25, 26, 27, 31, 32, 33), bastano a far comprendere le difficoltà enormi che incontrano i tentativi attuali di darne una immagine solida nell'intero settore delle Alpi Graie e Pennine.

CENNI TECTONICI

Interessano la regione (7), come elementi strutturali principali, origine d'ogni altro fenomeno tectonico, le tre masse pretriasiche che la costituiscono, con le loro coperture detritiche e neritiche (trias in gran parte) e di sedimenti più recenti. Ad un certo punto della loro storia, esse si trovarono l'una dietro l'altra di fronte al bordo continentale europeo del tempo, che dovevano poi scalare, sconquassare,

- (7) Non sembra questo lavoro il più adatto per ripetervi, sia pur come preambolo, una esposizione didattica delle grandi linee della struttura delle Alpi Occidentali. Ciò è ormai materia ricavabile da qualsiasi trattato e non è qui possibile che rinviare eventualmente alla numerosa letteratura citata. Se ne può trovare un cenno rapidissimo nell'op. cit. 26.

— Una concezione sintetica in un quadro più ampio che non la sola catena alpina, nel quadro vasto cioè dei due continenti ante-alpini, del loro movimento relativo, dell'oceano (Tetide) che li separava in origine e dell'evoluzione di questo, posta al corrente dello stato attuale della scienza, può trarsi, sin d'ora, da uno studio dei seguenti lavori:

34. P. TERMIER - *Problèmes de la géologie tectonique dans la Méditerranée Occidentale*. Rev. Gén. des Sciences, Paris, 30 mars 1911.
35. E. ARGAND - *La tectonique de l'Asie*, C. R. du XIII Congrès Géol. Intern., Liège 1922, p. 171.
— F. HERMANN - Op. cit. 25 e 33, parzialm. anche 26 e 27.
36. G. STEIMANN - *Gibt es fossile Tiefseeablagerungen von erdgeschichtlicher Bedeutung?* - Geologische Rundschau, XVI, 6, p. 435.

— Da qualche tempo si notano in lavori austriaci e tedeschi, ed in qualcuno nostro che, evidentemente, si affrettò ad ispirarsene, sedicenti scoperte nuovissime sulla struttura alpina. Il concetto di *ricoprimenti* (*nappes*, in lingua francese), quali li descriviamo (op. cit. 25 e 33),

scheggiare ed, in parte, sormontare e scavalcare sotto la spinta variabile da sud e sud-est della massa dinarica.

Al disopra (o, piuttosto, storicamente, all'indietro) dei ricoprimenti del Ticino e del Sempione (indicati più brevemente O-III o I-III nella letteratura), di cui, come lo prevedevano i maggiori tectonici alpini, sembrano trovarsi tracce anche in questa regione (8), la massa detta del Gran San Bernardo (ricoprimento IV), massa prevalentemente formata di paragneiss e micascisti del Carbonifero superiore, depositatisi sopra un nucleo più antico, nella quale avvennero fenomeni tectonici vari in epoche orogenetiche ante-alpine.

Più meridionale, la massa Monte Rosa - Arceza - Gran Paradiso - Ambin e Dora-Maira (ricoprimento V); dietro ad essa, e separatane indubbiamente in origine da un vasto oceano, la massa detta della Dent Blanche (ricoprimento VI), poderoso fascio composto di alcune masse gneissiche maggiori accompagnate da uno sciame di minori (immagine tipica dell'antica ghirlanda insulare), nucleo pretriasico della "nappe des schistes lustrés", di TERMIER, di cui ho recentemente definito la vastissima estensione in territorio italiano e la predominante funzione tectonica (op. cit. 33).

Tutta la tectonica delle Pennidi è dovuta a questa formidabile massa Dent Blanche — "schistes lustrés", che converrà chiamar brevemente ricoprimento VI, che costituisce più di due terzi del volume delle Pennidi, alla quale appartiene verosimilmente quasi tutto o forse

se anche, sia per ricordo storico, sia perchè non persuasi della indispensabilità di "arricchire", la nomenclatura, continuiamo a chiamarli così, sviscerato ormai il problema, è, come accade per ogni sintesi nel suo ulteriore sviluppo, tanto esorbitato dai primi schemi abbozzatine così arditamente più di vent'anni or sono, da conoscere oggetti tectonici che sarebbero fra loro senza analogia, se nella natura non si trovassero tutte le transizioni intermedie.

Il chiamarli poi *scaglie*, *solle*, o con altri nomi nuovi, che fors'anche si attaglino a qualche aspetto del fenomeno, non costituisce affatto per la scienza una "scoperta", od una "novità", (se mai da noi stessi precedentemente già usata in modo occasionale), ma una semplice sinonimia priva di scopo o di vantaggi.

(8) 37. F. HERMANN - *Les écailles de gneiss de la Pointe Rousse de Verney, aux environs du Petit Saint Bernard*. Actes Soc. Helv. Sc. Nat., 108^e sess., Bâle 1927, p. 158.

38. F. HERMANN - *Les écailles de gneiss de la Pointe Rousse de Verney, aux environs du Petit Saint Bernard*. Ecl. Geol. Helv., XXI, n. 1.

tutto il mesozoico non neritico o terrestre della zona pennidica, che rase, piallò le superfici dei due ricoprimenti in origine antestanti, nella sua avanzata sopra di loro, che li trascinò sotto di sè sino ad urtare e comprimere il bordo continentale europeo d'allora, sì che le linee di scorrimento (*carreggiamento* [sic] auct.) ne riportarono, allora, le contorsioni e gli scagliamenti che si vedono, forse meglio che ovunque altrove, nella zona da me figurata, mentre, per resistenza anteriore, si retrofletteva la fronte del ricoprimento IV, a formare la successione "ventaglio di Bagnes", — ventaglio franco-italiano (op. cit. 19, 20, 25, 26) (9).

Ricoprimento VI — Nell'ambito della regione figurata, è molto probabile che il lembo di Toss (segmento 3) sia la continuazione (e ne costituisca anzi pressochè la totalità) della massa rapidamente diminuente verso SW del lobo Dent Blanche s. s. del ricoprimento VI che forma, più a N., l'enorme massiccio dell'alto Vallese e della Valpelline. Già nel massiccio di Toss si hanno forti indizi di un rapido arretramento e di torsione frontale, nella direzione della sottile sinclinale di calcescisti che vi si impianta dall'alto e che è trasversalmente diretta. Vi sono pure molte probabilità atte a far considerare il lembo superiore del Colle Rossetto (Sezione trasversale) come il fronte stesso di tale lobo, così assottigliato ed arretrato da esser diretto quasi perpendicolarmente alla direzione generale. È intuitivo che, in presenza di lembi così scarsi e sparsi e conoscendo la struttura delle scaglie pretriasiche di questo ricoprimento nelle Alpi Graie e Cozie, non possano esistere certezze.

(9) Non è paradossale quanto può sembrare a prima vista il considerare che tutto il ricoprimento sia divenuto, nelle ultime fasi orogenetiche di compressione, una specie di milonite a elementi giganteschi (masse di calcescisti, masse ofiolitiche, masse miste di calcescisti e di ofioliti, masse triasiche, masse pretriasiche, con o senza aderenza di lembi delle altre), separati tutti, l'uno dall'altro, da zone milonitiche in senso più vero, o addirittura da superfici fluidali o puramente meccaniche di scorrimento. Ognuno di questi elementi può considerarsi, nelle fasi finali o postume, un vero e proprio ricoprimento, specie se paragonato, nelle sue dimensioni talvolta superiori, ai ricoprimenti (*nappes charriées*) del versante esterno (svizzero) delle Alpi.

A questo lobo, ai suoi strascichi posteriori-inferiori, oppure a scaglie indipendenti, sono da attribuirsi gli scarsi residui di Verrogne-Homené e del Prayet (segm. 2), nonché molti altri minori, di uno dei quali, presso Champlong sopra Villeneuve, mi diede recentemente notizia epistolare GIAMBATTISTA DAL PIAZ.

Del lobo del M. Mary (segm. 1^a), data la sua situazione tectonicamente superiore agli strascichi del lobo precedente, non possono esistere tracce nella topografia attuale verso SW.

Il lobo del M. Emilius, di cui si osserverà (segm. 1^b) la curiosa metamorfosi tra il massiccio principale ed il versante di Cogne, per questo rapido assottigliamento appunto, mentre non mancano anche motivi di analogia petrografica, mi parve poter divenire, più a SW., la serie di scaglie orribilmente tectonizzate, la scoperta delle quali forma una delle più brillanti conquiste del magnifico rilevamento eseguito tra Grand Nomenon e Herbetet (massiccio della Grivola) dal mio giovane amico GIAMBATTISTA DAL PIAZ. Egli sta pubblicando e pubblicherà ampie notizie di questa zona, d'importanza assolutamente capitale per la comprensione della tectonica di questo ricoprimento (10).

Continuazione indubbia di queste scaglie, quella inferiore del Colle Rossetto (Sezione trasversale), sotto la quale, a poca distanza, ne scoprii un'altra quest'estate, in seno alle pietre verdi. Continuazione di queste, ed anche di inferiori, quelle che, con E. RAGUIN, scoprimmo ultimamente sotto il Col de l'Iseran e nel vallone di Avérole, nell'Alta Moriana (op. cit. 31 e 32).

Sulla struttura a scaglie in ricoprimento (scorrimento) l'una sull'altra della copertura mesozoica ("nappe des schistes lustrés,") e sulla funzione tectonica delle pietre verdi ho già fatto più volte ampi accenni

(10) 39. GB. DAL PIAZ - *Su alcuni lembi del ricoprimento della Dent Blanche (VI) compresi entro le formazioni postriasiche della Grivola.* Rendic. R. Acc. Lincei, seduta del 4 dicem. 1927 p. 525.

40. GB. DAL PIAZ - *La digitazione gneissica di Val Inferno (Gran Paradiso) e le sue relazioni con la massa frontale del ricoprimento quinto.* Rendiconti R. Acc. Lincei, seduta del 15 gennaio 1928.

41. GB. DAL PIAZ - *Sulle ofoliti alpine della zona della Grivola.* Acc. Veneto-Trentino-Istria, (annata 1927), gennaio 1928.

(op. cit. 25, 26, 27, 33). Rinvierò il lettore ad uno studio di GIAMBATTISTA DAL PIAZ di imminente pubblicazione (11) sui dettagli tectonici delle pendici della Grivola, località classica, nella sua estrema complicazione, per la conoscenza di questo genere alquanto arduo di tectonica.

Ricoprimento V — Alla superficie di questo ricoprimento si notano le digitazioni di Valnontey - Val d'Inferno - Léviaona (segmento 2) e la loro continuazione nella digitazione del Nivolet (Stereogramma delle Alte Valli Meridionali). Questo fenomeno tectonico corrisponde, con una somiglianza veramente singolare, alla digitazione del Gornegrat nella zona del M. Rosa. Esso ha, dall'altro lato, una forte analogia con le digitazioni della bassa Valle di Susa, nella parte del massiccio Dora-Maira situata a N della Dora Riparia. Ovunque, sopra una lunga digitazione gneissica, che, verso la sua estremità, in basso, va assottigliandosi e suddividendosi, lame multiple di Trias, alcune prolungantisi molto lontano, penetrano i calcescisti. Tutto ciò è una evidente conseguenza di fasi finali dello schiacciamento verso l'avanti, di fasi di scorrimenti del ricoprimento VI sovrastante, avvenute dopo che le parti profonde di questo ricoprimento V erano già arrestate dal ricoprimento anteriore. Si hanno persino (Valnontey) inizi di pieghe retroflesse, caratteristiche di queste situazioni meccaniche.

Più importante, sebbene meno appariscente, l'intumescenza frontale che, nella traversata della Valsavarenche (12), assume già forme imponenti, formando dietro a sè il "cucchiaio", delle Meyes (Stereogramma delle Alte Valli Meridionali). Essa è dovuta, come pure il parziale "disincappucciamento", del ricoprimento fuor delle retroflessioni del ricoprimento IV, al crescere verso SW, dei fenomeni di compressione finale ("plicazione graia", op. cit. 27) di quest'ultimo ricoprimento, che condusse alla sua strizione in una massa più ristretta

(11) 42. GB. DAL PIAZ - *Nota preliminare sulla geologia del Gruppo della Grivola*, in preparazione.

(12) Oltre ad altre correzioni toponomastiche, usiamo i termini: *Valgrisenche*, *Valsavarenche*, *Valtornenche*, dal latino *Vallis Grisenchia*, *Vallis Savarenchia*, *Vallis Tornenchia*.

e perciò più resistente, che impedì l'avanzata e costrinse all'intumescenza le masse posteriori.

Essa è dovuta — ed è bene ricordare l'andamento non parallelo, secondo ognuna delle tre dimensioni, di un ricoprimento rispetto all'altro, già tante volte menzionato — al riavvicinamento locale (Entrelor-Galisia) delle masse pretriasiche dei due ricoprimenti, i quali, al Col d'Entrelor, distano fra loro di meno di 200 metri.

E perciò — ed è forse la causa più importante — questa intumescenza è dovuta all' "insediarsi „ in essa, e non più, come sotto la Grivola, lungo la retroflessione del ricoprimento IV, di masse sempre più importanti della "nappe des schistes lustrés „ (ricoprimento VI), che, nell'Alta Moriana, e più ancora nei paraggi di Susa, ingrandiranno il "cucchiaino „, sino a farne la "sella di Susa „ (op. cit. 33), che separa le due intumescenze del ricoprimento V ivi esistenti, quella d'Ambin e quella Dora-Maira.

Concorda con questi fenomeni l'appiattirsi della digitazione del Nivolet, sotto la pressione, la laminazione appunto, delle masse del ricoprimento incumbente.

Ricoprimento IV — Al lettore che voglia esaminare con qualche attenzione e pazienza le figure qui considerate (fatti), non saranno necessari che pochi commenti tectonici (parole), ove, come qui, si voglia, per ora, rimanere nelle grandi linee.

Furono segnate con *a*, *b*, *c*, *d* (Proiezione strutturale) quattro zone, tectonicamente alquanto dissimili, della superficie pretriasica di questo ricoprimento.

La zona *d*, anticlinale retroflessa Rutor-Morgno, sembra diminuire alquanto d'importanza verso il SW. Essa, o piuttosto un equivalente della gobba del Vélán (più a NW, contro l'estremità interna del "ventaglio di Bagnes „), costituisce probabilmente la massa del M. Pourri, in Tarentasia. Come tutti gli oggetti tectonici che subirono la "plicazione graia „, il suo fronte interno tende a SSW all'incirca, anzichè a SW.

La zona *c*, anticlinale retroflessa di Saint Nicolas, formata di due distinte anticlinali parziali, a loro volta doppie, diretta ancor più a SSW della precedente e crescente in ampiezza in quella direzione, rappresenta il prolungamento valdostano del massiccio della Vanoise.

La zona *b*, fascio di quasi un centinaio di scaglie, che, come è anche avvertito sugli Stereogrammi stessi, non si potevano, coi mezzi attuali, indicare che in modo sommario, che mutano su brevi distanze di massa e di forme, sostituendosi a vicenda, mostra quale fu la lenta violenza della immane compressione che subì, nelle ultime fasi orogenetiche, questo ricoprimento, fra le masse, scheggiate listricamente e sollevate dalla compressione stessa, dei "massicci ercinici", europei antestanti e tutta la massa pennidica avanzante a tergo.

Si osserverà come questa zona avanzi rapidamente verso SSW in digitazioni retro-scheggiate sempre più frastagliate ed allungate, sul dorso della zona *a*, sinchè, nella "quinta", 5, giunge a sorpassarla ampiamente. Oltre il nostro confine le due zone tendono a scomparire rapidamente verso WSW sotto alla zona *c*, attraverso all'alta Valle di Tignes, oltre la quale tutto il ricoprimento scompare per un tratto sotto la "nappe des schistes lustrés".

La zona *a*, molto più scheggiata di quanto appaia nelle figure, ove l'A. non volle lasciar corso all'ipotesi, ma segnar solo, nelle parti uscenti dalla topografia, una linea media probabile, lo è però molto meno della precedente. Essa conserva nettamente la direzione NE-SW in contrapposto alle zone precedentemente descritte. ARGAND (op. cit. 1, 2, 7, 8) vide in tutto il complesso *b* ed *a*, conosciuto molto approssimativamente ed inesattamente in quei tempi, un equivalente dell'enorme e tranquilla piega retroflessa dei Mischabel. Questa corrispondenza non manca, oggi ancora, di verosimiglianza, pur non avendo più, conosciuta ora la strana struttura della regione valdostana, carattere di certezza.

Questa zona va diminuendo e tende a scomparire, sopravanzata, come si vide, dalla zona *b*, verso SW, e fu certo, insieme alle complicazioni della zona *b*, una delle più grandi difficoltà del rilevamento geologico di questi 1200 Km². il giungere, dopo non brevi dubbi e

meditazioni, a dover riconoscere figure e trasformazioni strutturali così nuove per la tectonica delle Pennidi.

Lo scheggiamento avviene poi anche nella parte rovesciata della retroflessione ed è tipico sotto il Colle Belleface, a N della Grivola, ove è panoramicamente visibile. Più difficile da ritrovare, nella men favorevole topografia, ma altrettanto interessante, continua, in altra forma, nella Vaudaletta e Vaudala di Rhêmes (segmento 4 e stereogramma Tectonico delle Alte Valli Meridionali).

La profonda ed irregolare dissezione di questo ricoprimento, nella sua parte posteriore, in un così gran numero di scaglie, trae i suoi motivi da fenomeni generali che di molto esorbitano dalla ancor ristretta zona valdostana e che, all'infuori di qualche accenno già dato, non possono esser esaminati con qualche frutto, se non trattando di pressochè tutte le Alpi Occidentali.

Queste scaglie, lateralmente or più potenti, or più sottili (sino a scendere ad uno spessore di pochi centimetri), intaccano molto profondamente la massa del Gran San Bernardo, come lo indicano le sottili lame di Trias neritico o talora di calcescisti, che tra esse profondamente rimangono serrate, mentre altrove, od in continuazione delle lame mesozoiche, superfici listriche, di cui non poche sfuggono ad un esame anche preavvertito, separano uguali rocce pretriasiche.

La riduzione della massa, nel senso della compressione, sfugge ad un calcolo preciso. Essa fu certo ragguardevole e, se superò indubbiamente $1/3$, non è forse eccessivo crederla vicina a $1/2$.

Mentre il ripiegamento abituale alla più gran parte degli oggetti tectonici delle Pennidi presenta, considerato sommariamente, una certa continuità e calibratura regolare delle singole pieghe, causata dalla "incorniciatura", a profondità adeguatamente corrispondente, da ambe le parti, fra masse più resistenti, durante tutta la loro formazione, questa zona offre spettacolo di una discontinuità e non-calibratura quasi assoluta delle sue scaglie, per "incorniciatura", del tutto irregolare nel senso delle tre dimensioni e, per di più, variabile nel tempo.

Tra altre cause, vi si distingue l'effetto lontano dello "schizzar fuori", ad un certo momento della sua evoluzione, dell'estremità SW di tutta la massa del ricoprimento VI, dalla "morsa", euro-dinarica e del conseguente cambiamento di punto d'applicazione delle forze incornicianti (op. cit. 33).

La struttura della zona posteriore del ricoprimento del Gran San Bernardo presenta forte analogia con quella delle estremità meridionali delle Dinaridi venete e lombarde, che trassero del resto la loro origine da cause pressochè simili e contemporanee.

Desidero esprimere la mia gratitudine per i pochi, ma preziosi aiuti che facilitarono la mia opera.

All'Amico, prof. **GIORGIO DAL PIAZ**, che più volte mi confortò nelle difficoltà e nei disgusti troppo spesso incontrati;

Al prof. **ANGELO BIANCHI** che, con imperturbabile interessamento ed inestimabile frutto, volle esaminare innumeri rocce e preparazioni microscopiche della mia collezione;

Al dott. **GIAMBATTISTA DAL PIAZ**, per l'aiuto morale che venne a darmi, sul finire della settenne solitaria fatica, la certezza di aver un giovane ed entusiasta, quanto ormai valente, cooperatore nell'ardita intrapresa dello studio delle Alpi Occidentali;

Al Sig. **A. JACOD** di Aosta, per il signorile interessamento e continui appoggi largamente offertimi, Al Tenente Colonnello degli Alpini cav. **G. VECCHI**, per inestimabili aiuti; all'abate **E. BIONAZ**, parroco di Saint Nicolas, che mise a mia disposizione centinaia di fotografie della sua collezione; al dott. **BOIS** ed al sig. **FRASSY** di Valgrisenche, per una fotografia appositamente eseguitami; a S. E. il Prefetto **PIRRETTI** ed al Podestà di Aosta comm. **CAJO**, per cortesi interessamenti;

Con cordiale affetto a **LEONARDO DEGIOZ** di Valsavarenche, portatore del C. A. I., fedele, intelligente e devoto compagno di molte fatiche.





