

S. FRANCHI

---

(R. Ufficio geologico, via Santa Susanna N. 1-4, Roma)

---

- I. **La zona delle pietre verdi fra l' Ellero  
e la Bormida e la sua continuità fra  
il Gruppo di Voltri e le Alpi Cozie.**
- II. **Sulla tettonica della zona del Piemonte.**



ROMA  
TIPOGRAFIA NAZIONALE DI G. BERTERO E C.  
Via Umbria

---

1906

## Sulla tettonica della zona del Piemonte

---

**Sommario.** — Maggior semplicità della zona del Piemonte nelle Alpi Cozie, rispetto alle Graje e Pennine — *Falde di ricoprimento o di slittamento (nappes de charriage)* propriamente dette ed *ultra-pieghe* o *sopra-pieghe (weberfalte)* — Rapporti della zona del Brianzonese col massiccio del Mercantour e colla grande zona permo-carbonifera interalpina — Grandi fratture longitudinali, ricoprimenti e struttura imbricata in quella zona — Rapporti dell'a zona delle pietre verdi colla zona permo-carbonifera e coi massicci gneissico-micascistosi di Pradleves, d'Ambin e Dora-Val Maira. Questi massicci non sono teste nè dorsi (*carapaces*) di *ultra-pieghe* provenienti dall'Est, ma sono autoctoni. Lo stesso si deve dire per l'omologo Gran Paradiso e forse per il Monte Rosa. La zona del Gran San Bernardo è autoctona, con disposizione elicoidale. Anche il cosiddetto *Massif de Valsavaranche* è parte di una piega autoctona — La faglia alpino-dinamica non sembra aver rapporti colla zona d'Ivrea ad Ovest del Verbano — Impossibilità di sviluppo di numerose pieghe a grandi ricoprimenti all'interno di una catena arcuata a raggio di curvatura relativamente piccolo — Necessità di considerarle in tale caso in parte concomitanti dell'incurvamento della catena, per effetto di azioni esercitanti dall'esterno verso l'interno — L'incurvamento alpino forse in parte post-eocenico. In tal caso gli *horst* periferici avrebbero concorso in modo attivo alla produzione di esso e dei grandi ricoprimenti.

Una volta dimostrata, in modo inoppugnabile, partendo da concetti diversi, la struttura a ventaglio anticlinale della zona permo-carbonifera delle Alpi Cozie, ci sarà possibile, col sussidio di tutte le osservazioni accumulate sui rapporti della zona del brianzonese, da un lato con quella zona e dall'altro col massiccio gneissico dell'Argentera (Mercantour), e sui rapporti della sinclinale del Monviso, o meglio della complessa formazione delle pietre verdi, colle rocce gneissiche dei massicci di Ambin e Dora-Val Maira, affrontare il complesso problema della tettonica delle Alpi Cozie italiane.

Però, per trattare il quesito in tutta la sua ampiezza e con tutta la efficacia desiderabile, in una regione di tanto interesse e così ardua, è indispensabile il corredo di una carta geologica che serva di base ad un certo numero di ben scelti profili generali attraverso la catena.

Riserbandomi di ciò fare, fra non molto, in collaborazione di qualche mio collega, credo utile intanto manifestare la mia opinione sulla eventuale possibilità di applicare alle Alpi Cozie, Marittime e Liguri, i concetti strutturali che furono da alcuni nostri valorosi colleghi applicati alla interpretazione della tettonica delle Alpi orientali e centrali, con accenni a volerle estendere alla zona del Piemonte in tutte le Alpi occidentali.

La ragione della scelta delle suddette sezioni della catena alpina per farne una base di discussione sotto quel punto di vista, oltre che nel fatto della meno incompleta personale conoscenza, per averle o completamente riconosciute od in gran parte rilevate, sta nella semplicità maggiore che in quelle sezioni delle Alpi si riscontra rispetto a quelle delle Graje e Pennine, a causa del minor numero di zone che in quelle si incontrano, in profili trasversali, fra i massicci gneissici della zona del Monte Bianco e quelli della zona del Monte Rosa o del Piemonte.

Difatti fra il Massiccio dell'Argentera e quello Dora-Val Maira, si interpongono:

1° La zona del Brianzone o del Colle di Tenda, costituita da terreni a *facies* ordinaria che vanno dal Permiano all'Eocene superiore.

2° La zona permo-carbonifera, con struttura a ventaglio complesso, le cui anticlinali elementari si scindono e si immergono nella regione a S.O e Ovest del Monviso.

3° La zona delle pietre verdi, costituita dalla complessa sinclinale del Monviso, e dalle analoghe plaghe avvolgenti i massicci gneissici e ad essa collegantisi.

In mezzo a questa zona sinclinale affiorarono due piccoli elissoidi micascistoso-gneissici: quello minuscolo di Pradleves e quello importante e tanto noto dei Monti d'Ambin (*Petit-Moncenis*).

Tutti questi elementi geologici sono ormai ben noti nella loro essenziale costituzione e struttura, come pure sono noti i rapporti stratigrafici fra i termini loro che vengono rispettivamente a con-

tatto, mentre nei profili trasversali passanti attraverso i massicci del Gran Paradiso e del Monte Rosa zone nuove e di rapporti meno chiari (zona del Gran S. Bernardo) o massicci importanti e complessi (Dent Blanche-Mont-Mary, Monte Emilius) vengono a complicare la costituzione e la struttura della grande fascia compresa fra i massicci delle due zone suddette.

E ciò senza contare la massa Sesia-Val di Lanzo, le zone diorito-kinzigitiche prima (Ivrea-Verbanò) e seconda, la zona triasica Rimmella-Finero, i micascisti del Lago Maggiore e la regione dei porfidi con lembi di terreni secondari, zone di terreni queste succedentisi all'interno della zona del Monte Rosa.

Prima di entrare a discutere dei possibili grandi ricoprimenti è necessario distinguere quali siano i caratteri che essi rivestono ed a cui noi li potremo riconoscere. Esaminiamo perciò brevemente alcuni esempi di ricoprimenti in regioni alpine.

Il più grandioso esempio finora conosciuto e uno dei meno incompletamente noti in tutte le sue modalità è costituito dalle *grandes nappes de recouvrement* delle prealpi svizzere, intravedute da Marcel Bertrand <sup>1</sup> e che ci fecero conoscere H. Schardt e M. Lugeon <sup>2</sup>. Colà si osserverebbero parecchie lamine o falde (*nappes*) costituite da terreni secondari e terziari, vivamente ripiegate e fra loro separate, in generale, da superficie di frattura e di scorrimento o slittamento, e delle quali la inferiore si appoggia sopra un *substratum* autoctono di terreni terziari.

Le lamine di terreni secondari così portate a contatto presen-

---

<sup>1</sup> M. BERTRAND, *Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord* (Bull. Soc. géol. de France, t. XII, 1884).

<sup>2</sup> H. SCHARDT, *Les régions exotiques du versant nord des Alpes Suisses* (Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., vol. XXXIV, 1898). — M. LUGEON, *Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse* (Bull. Soc. géol. franç., 4<sup>e</sup> série, tome I, 1901).

teno talora sensibili differenze di *facies*, a causa delle regioni diverse di originario deposito dalle quali esse provengono.

Analoghi caratteri presenta il fenomeno nella falda di ricoprimento del Rhäticon, di cui si occuparono tanti geologi. dove per accordo di autorevolissimi osservatori si noterebbero tanto nel circuito del Prettigau che ai margini della *finestra* dell'Engadina, tre lamine o falde o coperte (Decke) sovrapposte: la elvetica, la lepontinica e quella delle Alpi orientali, con superficie di contatto meccaniche <sup>1</sup>.

In questi casi si tratta adunque non di una struttura a pieghe, ma di una struttura a pieghe-faglie, con straordinari rigetti secondo superficie ondulate non molto discoste dall'orizzontale, per cui loro conviene esattamente il nome di *nappes de charriage* (*falde o lamine di ricoprimento, slittamento o carreggiamento*), poichè il *charriage* implica il concetto di trasporto con movimento relativo di una massa in moto sopra una che può essere fissa od essere animata da velocità differente.

Ben diverso, nella sua essenza meccanica non meno che nelle sue morfologiche manifestazioni rispetto alla tettonica, è il fenomeno che si constata nei profili del Sempione, sia pure secondo le differenti interpretazioni (Gerlach, Schardt, Lugeon, Schmidt, Stella). Quivi si hanno delle complesse pieghe complete di masse gneissiche, separate da sottili zone secondarie di calcari e scisti cristallini. Le pieghe coricate fino all'orizzonte od anche immergentisi colla loro cerniera anticlinale, hanno sviluppi straordinariamente estesi. Però, a differenza che nella regione prealpina svizzera si può dire che le faglie non vi hanno una parte essenziale, ma tutto al più locale e subordinata, non avente influenza decisiva sulla morfologia tettonica generale.

Si tratta adunque di un sistema di complicati ripiegamenti,

---

<sup>1</sup> E. SUSS, *Ueber das Inntal bei Nauders*. — Sitz. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien. Mathem. naturw. Classe; Bd. CXIV, Abt. 1, October 1905.

per quanto si voglia eccezionalmente sviluppati, ma senza importanti movimenti relativi delle parti a contatto, salvo quelli dovuti a laminazioni o stiramenti, inevitabili in ripiegamenti di masse solide.

Siamo perciò in presenza di un fenomeno il quale, se pure è dovuto alle stesse cause prime del precedente, e potè avere una genesi contemporanea ad esso, pure dovette svolgersi in condizioni meccaniche e fisiche considerevolmente differenti.

E mentre nelle *nappes de charriage* delle prealpi svizzere noi constatiamo importanti movimenti relativi, indicanti una relativa libertà di movimento delle diverse lamine (*nappes*), indizio della prossimità loro alla superficie del terreno, e della mancanza di grandi ostacoli, opponentisi al loro moto progressivo verso Nord, se ne togliamo gli enormi attriti, nell'esempio del Sempione invece noi non possiamo a meno di riconoscere che il risultato di complessi ripiegamenti intimi, avvenuti in una massa profonda, dove enormi pressioni, dovute a grandi masse rocciose sovraincombenti e circuenti tutto attorno le parti in moto, impedivano le manifestazioni di grandi distacchi, e quindi la trasformazione delle pieghe in pieghe-faglie, e lo sviluppo di superficie di slittamento <sup>1</sup>.

A questo secondo tipo di masse ripiegate appartenerrebbe in gran parte il sistema di complessi ricoprimenti che, secondo le opinioni di M. Lugeon ed E. Argand, dovrebbero esistere nelle masse cristalline delle Alpi Pennine <sup>2</sup>.

Anche P. Termier nei suoi profili schematici attraverso alle

---

<sup>1</sup> Con questo concetto della profondità in cui dovettero verificarsi le pieghe nella regione del Sempione si accorda la grande intensità del metamorfismo di quegli scisti secondari, fra cui si trovano tipi litologici della più alta cristallinità.

<sup>2</sup> M. LUGEON ed E. ARGAND, *Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont*. Comptes rendus Ac. Sc. Paris, 15 Mai 1905. — Id. Id., *Sur les homologues dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont*. Ibidem, 23 mai 1905.

Alpi orientali ed occidentali suppone delle immense pieghe coricate in ricoprimento, senza indicare fra di esse alcuna superficie di frattura o di contatto meccanico <sup>1</sup>.

In accordo con ciò, il chiaro professore dell'École des Mines di Parigi ha dato recentemente delle *nappes* questa definizione: *toutes les nappes des Alpes sont, ou certainement ou probablement, des plis couchés ayant atteint ou dépassé l'horizontale.*

Sembra però che un esempio bellissimo della sua *nappe du second genre*, che secondo Termier sarebbe eccezionale e che egli definisce: *un fragment de l'écorche terrestre détachée de son substratum originel, et transporté, sans plissement sensible et par simple translation, sous un effort tangentiel, en glissant sur une surface de friction peu différente d'un plan tangent au spherode*, appunto si riscontri nel Rhäticon; ed anche le *nappes* delle Prealpi Romande parmi rivestano alcuni dei caratteri essenziali attribuiti dal Termier alle sue *nappes du second genre*, la cui definizione forse un po' rigida, tanto per l'esclusione di ripiegamenti sensibili come per la posizione della superficie di frizione, contempla un caso ideale, naturalmente raro <sup>2</sup>.

A me sembra però che mentre il nome di *nappe de recouvrement* o di *nappe de charriage* si addice alle manifestazioni tettoniche delle Prealpi elvetiche e del Rhäticon, non sia più adatto alle pieghe come quella del gneiss d'Antigorio nel profilo del Sempione, nè a quelle supposte nel profilo delle Alpi Pennine da Lugeon e Argand, nè a quelle indicate dal Termier, almeno nel modo in cui egli le rappresenta, per varie parti della catena alpina.

In questi casi si tratta di sviluppi di pieghe straordinariamente estese e in modo insolito coricate e laminate, ma pel solo

---

<sup>1</sup> P. TERMIER, *Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes*. Bull. Soc. géol. France, 4<sup>e</sup> série, tome III, 1903. — Id., *Les Alpes entre le Brenner et la Valteline*. Bull. Soc. géol. France, 4<sup>e</sup> série, tome V, 1905.

<sup>2</sup> Id., *La synthèse géologique des Alpes*. Conférence faite le 26 janvier 1906 à Liège. Liège, Imp. moderne, 1906.

fatto che i rovesciamenti raggiungano l'orizzontale o l'oltrepassino non è mutata la natura essenziale di pure pieghe.

Non essendo stata finora distinta con un nome, quelli di *soprapiega* e di *ultrapiega* parmi si possano più propriamente adattare a questa forma grandiosa di manifestazione delle forze tangenziali, ripercuotendosi ad una certa profondità sotto la superficie del suolo. Tali denominazioni adotteremo in via provvisoria, finchè l'ulteriore studio di questi fenomeni in tutte le loro modalità non suggerisca un nome nuovo più preciso.

Esaminiamo ora brevemente, per quanto ci possono interessare, gli elementi geologici di cui vogliamo studiare i rapporti di posizione e gli eventuali movimenti relativi avvenuti.

Il *massiccio dell'Argentera* è, al pari di altri della zona del Monte Bianco, costituito da una grande massa di rocce gneissiche e micascistose, nel mezzo della quale si è intrusa una grande massa granitica e che è lardellato, principalmente nella regione a questa circostante da una miriade di filoni di rocce acide (micrograniti, apliti e porfidi quarziferi), o da filoni di rocce basiche (camptoniti), che pure attraversano la massa granitica.

Le direzioni dominanti sono nel senso dell'allungamento del massiccio, con forti anomalie attorno alla grande intrusione granitica, e le pendenze manifestano una imperfetta struttura a ventaglio con pendenze a S.O ai margini nord-orientali e pendenze verso N.E lungo il confine franco-italiano.

Cosicchè tutti i terreni si deposero su di esso con marcatisime ed evidenti discordanze angolari.

Il massiccio partecipò ai numerosi movimenti alpini, come lo dimostrano le trasgressioni su di esso del Permiano, del Trias inferiore, del Giurese e dell'Eocene medio, e le lacune che si osservano in alcuni punti nella serie su di esso deposta direttamente. Una bella prova di quei movimenti sono la sinclinale permo-triastica Colle Sabbione-Lago Vei del Bouc, stipata fra gli gneiss e

coricata verso S.O, ed i rovesciamenti degli gneiss sui terreni permo carboniferi rivelati nella valle della Tinea da Léon Bertrand.

La *zona del brianzonese* è costituita da terreni che vanno dal Permiano all'Eocene superiore. E' una zona fortemente ripiegata, con frequenti ed importantissime fratture, specialmente nel senso longitudinale alle pieghe, con rigetti talora importanti (oltre km. 3 al Colle di Tenda) e in alcune tratte con vera struttura inbricata (contrafforte fra Gesso e Stura di Cuneo, dove nello spazio di km. 10, si notano 4 sinclinali nummulitiche coricate e almeno 5 grandi fratture).

Le grandi fratture longitudinali, di cui qualcuna sembra estendersi dalla Valle Argentina al Colle di Tenda, quindi ai pressi di Argentera ed oltre confine, separano grandi striscie della zona in questione, di cui una è rimasta solidale col massiccio gneissico sul quale si è deposta, ed una è solidale colla zona permo-carbonifera sulla cui parte superiore si è deposta senza discordanze e colla quale si mostra vivamente ripiegata.

Nella striscia autoctona che è a contatto col massiccio gneissico, noi osserviamo la serie dal Trias inferiore all'Eocene; così nei valloni di Pourriac (Argentera) e di Colombardo (Bersezio). Nei pressi di Sambuco ed a Monte Autés, tra questo abitato e Vinadio, manca il Trias inferiore, e tutto il rimanente del Trias è rappresentato da poche carnirole, mentre le quarziti in sottile banco si vedono ancora al Becco Rosso alla base di quelle carnirole ferrifere, ed al Colle del Ferro.

Le quarziti sono poscia sempre osservabili a contatto cogli gneiss tra i pressi di Demonte ed i pressi del Colle di Tenda (Monte Giaura), dovè a Monte Frisson ed a Rocca dell'Abisso, quindi nella sinclinale del lago Vei del Bouc è inoltre rappresentato il Permiano, che più oltre è ben sviluppato ai lati S.O e Sud del massiccio, dove è pure rappresentato il Carbonifero.

La grande frattura Lago della Maddalena-Bersezio-Preinaro, presso questo villaggio, porta quasi a diretto contatto collo gneiss

l'Eocene, che deve essere la prosecuzione di quello di Bersezio, rispetto al quale presenta uno spostamento verso S.E di circa tre chilometri. Questo è dovuto senza dubbio allo sprofondamento ad Est di Servagno della parte degli gneiss, colla serie stratificata soprastante, che sta al lato N. della faglia, mentre la faglia Vallone Trinità-Monte Savi-Colle Piconiera-Servagno-Bersezio-pressi di Argentera porta in ricoprimento una massa ripiegata di Permiano, di Trias e di Giurese con lembi di Eocene. Questo ricoprimento, di cui non possiamo misurare l'entità e che può essere in qualche punto di alcuni chilometri, corrisponde assai probabilmente a quello riconosciuto oltre confine da Kilian e Haug <sup>1</sup>, i cui particolari interessantissimi si possono osservare nel foglio di Gap della Carta geologica francese di recente pubblicazione.

Ad oriente della frattura anzidetta, che viene ad incontrarsi con quella Bersezio-Colle della Maddalena, si ha un sistema di ripiegamenti di Permiano e di Trias, con lembi giuresi, fino al contatto colla grande zona permo-carbonifera, senza che in esso si notino linee di frattura di grande importanza <sup>2</sup>. Analogamente ad ovest della grande frattura Tetti Chero-Monte Vecchio-Limone si osservano solo locali fratture, a N.O del Bric di Vola, e nel resto una anticlinale ed una sinclinale (vallone San Giacomo di Vernante) ovvero due anticlinali ed una sinclinale, in cui figurano Permiano, Trias inferiore e medio e Nummulitico (Monte Vecchio-Costa Murin) si osservano prima di raggiungere il Permiano della grande zona, sotto il quale dette pieghe sono rovesciate.

Ad oriente delle grandi fratture ora menzionate, i rapporti fra i terreni a *facies* brianzonese ed il Permo-carbonifero della grande

---

<sup>1</sup> W. KILIAN, *Les phénomènes de charriage dans les Alpes delphino-provençales*. Comptes Rendus IX Congrès géol. int. de Vienne, 1903. — E. HAUG, *Les grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye*. Ibidem.

<sup>2</sup> Eccezione fatta per l'alta Valle Maira sopra Acceglio, dove la posizione di certi lembi di Giurese e di anageniti del Trias inferiore fanno credere ad importanti dislocazioni.

zona sono ben noti, dopo le discussioni ed i profili inseriti in precedenti lavori <sup>1</sup>. Nelle Alpi Cozie e Marittime all'esterno della grande zona assiale la serie è continua dal Carbonifero (dove esiste) al Permiano al Trias inferiore ed alla parte bassa del Trias medio, ed in alcuni punti la serie comprende il Retico (Colletto di Salè) ed il Giurese.

Nella figura 2, Tav. III, è riprodotto uno dei profili dati precedentemente onde illustrare i rapporti della zona assiale permo-carbonifera colle due zone mesozoiche a *facies* brianzonese e cristallina.

La faglia del vallone della Trinità, non indicata nel lavoro del 1898, è quella di Monte Savi, che dissi corrispondere assai probabilmente ai ricoprimenti dell'Ubaye.

Dal profilo appaiono le pieghe intime esistenti fra Permiano e Trias in serie continua da un lato, e fra Permiano e Trias inferiore (Ti) rappresentato da quarziti tipiche, e la zona delle pietre verdi. Ricordo qui che a poca distanza dal detto profilo diverse sinclinali di Trias con quarziti e calcari dolomitici (Cima Viriblanc, Cima Fauniera) non lasciano dubbio sulla struttura a ventaglio della zona permo-carbonifera, struttura pure chiaramente confermata da quella delle Alpi Liguri, discussa nel lavoro precedente.

Nella stessa posizione, all'interno di quella grande zona interalpina, nelle regioni dell'alta valle di Susa, presso il confine franco-italiano, fra il Permiano ripiegato ed i calcescisti si interpongono le quarziti ed i calcari dolomitici del Trias potentemente sviluppati, formanti una grandiosa anticlinale rovesciata sui calcescisti, come è dimostrato dal profilo schematico della figura 3 (Tav. III) <sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Vedi i profili delle tavole VII, VIII e IX e la cartina geologica delle Alpi Cozie annessi al lavoro *Sull'età mesozoica*, e la loro discussione.

<sup>2</sup> Quella anticlinale rovesciata fu riconosciuta fin dal 1898 (*Sull'età mesozoica*) e di nuovo se ne discusse il significato nel 1904. La stessa interpretazione vi è data nella bella opera di Kilian e Kévil: *Description orographique et géologique de quelques parties de la Tarantaise, de la Maurienne et du Briançonnais septentrional*. Paris, 1904.

La grande zona permo-carbonifera si biforca presso Aceglio e fra la biforcazione delle due anticlinali si sviluppano tipici calcescisti con numerose ed interessanti masse di diabasi e di eufotidi.

Non havvi adunque alcun dubbio che la grande zona permo-carbonifera interalpina sia stata, nelle Alpi Liguri, Marittime e Cozie, il *substratum* sul quale si deposero in continuità le diverse facies di Trias a *facies* brianzonese, a *facies* mista ed a *facies* cristallina.

Permodochè se noi consideriamo come autoctona quella grande zona, di necessita deve essere ritenuta autoctona l'adiacente zona sinclinale secondaria del Monviso.

Il minuscolo massiccio micascistoso-gneissico di Pradleves è tuttora, come lo era prima dell'erosione il suo omologo del Piccolo Moncenisio, ricoperto dal Trias (vedi il profilo fig. 2). E mentre in quello noi osserviamo questo terreno svilupparsi con *facies* ordinaria dalle quarziti alla dolomia principale, in punti prossimi ad altri dove tutto il Trias è rappresentato da calcescisti e calcari cristallini, così su questo secondo massiccio si addossa in prevalenza il Trias ordinario nei suoi versanti N.O e N.E, e su qualche punto isolato (Cima del Vallone, Punta Mulatera), vi si sviluppa invece il Trias a *facies* cristallina nei lati S.E e S.O, ed in qualche punto della sommità della callotta (Monte Nibbè), come è schematicamente indicato nel profilo fig. 3 della Tav. III.

In lavori precedenti ho sostenuta la concordanza fra il Trias inferiore e gli strati di base della zona delle pietre verdi cogli strati superiori dei micascisti di quei due massicci, e credo superfluo ripetere gli argomenti addotti <sup>1</sup>.

Rimane perciò per lo meno stabilito che i due massicci sono

---

<sup>1</sup> *Sull'età mesozoica* (l. c.): *Ancora sull'età mesozoica della zona delle pietre verdi*. Boll. R. Com. geol., 1904.

stati essi pure il *substratum* sul quale si son deposti originariamente il Trias nelle diverse facies e quindi tutta la zona delle pietre verdi.

Il profilo suddetto della fig. 2 mostra i rapporti della zona delle pietre verdi col Permo-carbonifero e colla parte superiore delle rocce micascistoso-gneissiche del massiccio Dora-Val Maira, col quale ultimo i rapporti sono anche meglio dimostrati dal profilo schematico della fig. 3.

Tale profilo taglia il Permo-carbonifero ripiegato col Trias, poscia la sinclinale di Bardonecchia, col Trias caratteristico alla base, includente la grande massa di calcescisti con pietre verdi. Attraversa quindi il piccolo massiccio dei Monti d'Ambin, in micascisti e gneiss minuti, ricoperto in concordanza dai relitti della coperta secondaria continua preesistente, quali sono i lembi di Trias a *facies* mista con prevalenza dei caratteri Brianzonesi che si hanno al M. Vallonet e della Punta Mulatera, o con prevalenza di tipi cristallini come quelli del M. Nibbè. Il detto profilo interseca poscia, presso Susa, la diramazione della sinclinale del Monviso che separa il massiccio anzidetto di quello da Dora-Val Maira, alla parte inferiore della quale si sviluppano le potenti masse calcari di Meana (Susa) e di Chianoc (ivi fossilifere), e la interessante grande massa di pietre verdi del Rocciavrè. Questa, protraendosi sugli gneiss tra le valli Dora Riparia e Chisone, si mostra all'evidenza come un testimonio della grande coperta di pietre verdi che ammantava il massiccio Dora-Val Maira, della quale le masse di rocce verdi delle prealpi di Piosasco, collegantesi con quelle del Moncuni, della Sagra di San Michele e di Condove, rappresentano gli affioramenti immergentisi sotto la pianura piemontese.

Il massiccio Dora-Val Maira nei dintorni di Roure è rappresentato da un grande sviluppo di micascisti, con lenti limitate di gneiss occhiadini e ghiandoni, includenti numerosi banchi di scisti grafitici, di calcare e le famose lenti di talco del Colle della Roussa.

Il nostro profilo interseca due volte l'interessante zona grafitica, orlata da micascisti, che si svolge ad arco fra i pressi del Colle della Roussa, la Valle Sangone ed i pressi di Cumiana, compresa fra gneiss ghiandoni tipici <sup>1</sup> nella parte settentrionale del complesso massiccio delle Cozie.

I rapporti fra la parte inferiore della zona delle pietre verdi e le rocce micascistose sottostanti sono di assoluta concordanza, con graduali passaggi litologici, come risulta dalle osservazioni di tutti i geologi, dal Gastaldi in poi.

Ed è appunto su questo dato di osservazione, sul quale io ed i miei colleghi abbiamo pure ripetutamente insistito, che Marcel Bertrand, dopo di avere affermata l'età secondaria degli *schistes lustrés*, espresse il concetto dell'età permo-carbonifera dei massicci gneissico-micascistosi che stanno all'interno della zona permo-carbonifera interalpina; concetto che ebbe la sua rappresentazione concreta nella Carta geologica della Francia ad 1,000,000, ora apparsa <sup>2</sup>. Ed era naturale che gli stessi fatti di concordanza e sfumature litologiche che servirono di base al Gastaldi per credere antichissima la zona delle pietre verdi, che egli riconobbe così intimamente legata cogli gneiss, che credeva laurenziani, costituissero gli argomenti fondamentali per dimostrare questi ultimi almeno (in parte) permo-carboniferi, dopo che quella zona era dimostrata secondaria.

La zona delle pietre verdi ebbe adunque per suo *substratum* originario gli gneiss ed i micascisti che tutt'ora essa ricopre;

---

<sup>1</sup> FRANCHI e NOVARESE, *Appunti geologici sui dintorni di Pinerolo*. Boll. R. Com. geol., 1895.

<sup>2</sup> A questa rappresentazione, malgrado quanto havvi di logico nel concetto che l'ha ispirata, e la grandissima probabilità che in molti punti la parte superiore di quei micascisti o gneiss rappresenti il Permo-carbonifero, causa l'ignoranza assoluta del limite inferiore da assegnarsi a questo terreno, è forse ancora preferibile, per i vantaggi che presenta, una rappresentazione più oggettiva, che tenga conto dei caratteri litologici, sempre importanti in formazioni tanto cristalline.

cosicchè tutto il complesso della zona del Monte Rosa o del Piemonte, nelle sezioni alpine da noi considerate, deve ritenersi come autoctono, e nell'ordine di naturale sovrapposizione, che in molti punti è ancora chiaramente osservabile.

Lo stesso profilo mostra chiaramente che quei due massicci non possono rappresentare delle estremità di *sopra-pieghe* gneissiche provenienti dall'Est o più precisamente dall'interno della catena, ed immergentisi, colla loro testa anticlinale sotto la zona delle pietre verdi. Per spiegarci con degli esempi, essi non possono rappresentare la parte che nel profilo dal Sempione rappresenterebbero, secondo M. Lugeon e H. Schardt gli gneiss di Monte Leone, o nel profilo delle Alpi Pennine i massicci della Dent-Blanche e di Mont-Mary secondo Lugeon e Argand.

Gli andamenti degli gneiss e micascisti concordanti sotto i resti della coperta secondaria, che ricoprono quei massicci e le posizioni di questi resti impediscono in modo assoluto di concepire quelle grandi masse micascistoso-gneissiche come teste di *ultra-pieghe* provenienti dall'alto.

I sostenitori dell'estensione delle *nappes* o meglio delle *sopra-pieghe* alle masse gneissiche delle Alpi occidentali potrebbero, ad esempio, riferendosi a carte geologiche a piccolissime scale, ritenere come finestre la massa delle rocce verdi di Piasco, e tutta la zona grafitica Val Chisone-Val Po, e supporre che esista un collegamento fra quelle e la sinclinale del Monviso, e fra questa ed il Carbonifero della grande zona interalpina, al disotto delle masse gneissiche.

Nel profilo fig. 3 la linea punteggiata AAA.....A potrebbe rappresentare uno di tali ipotetici raccordamenti, per cui la sinclinale di Bordonecchia si estenderebbe ondulata sotto i due massicci precedenti.

Una tale disposizione lungo il profilo sembrerebbe anche mostrare una certa progressione di metamorfismo dal Carbonifero del Monte Tabor a caratteri ordinari, alla zona grafitica, già fortemente

cristallina, ai gneiss-ghiandoni talora con caratteri di ortogneiss della Valle del Sangone, ed agli gneiss minuti e micascisti di Ambin <sup>1</sup>.

Ma un breve esame delle regioni adiacenti al profilo e delle modalità di affioramento della zona grafitica in mezzo agli gneiss mostra che quelle ipotesi non reggono alla luce dei fatti.

I calcescisti della sinclinale di Bardonecchia col Trias sottostante sono quelli stessi che circuiscono ed ancora ammantano in qualche punto il massiccio d'Ambin e che circondano ed ammantano in parte il massiccio Dora-Val Maira. Essi d'altronde *non penetrano* al disotto della Valle dell'Arc, il cui corso incide il *fondo triasico* della sinclinale di Bardonecchia <sup>2</sup>.

D'altra parte il proseguimento della sinclinale del Monviso nella zona secondaria a facies mista delle Alpi Liguri mostra pure chiaramente che essa è autoctona; le pieghe multiple di permiano del profilo del lavoro precedente, affioranti sotto quel Trias a facies mista, non possono lasciare il minimo dubbio; la sinclinale complessa che dai dintorni di Mondovì al Monviso ed a Bardonecchia è adiacente alla grande zona permo-carbonifera presenta una struttura generalmente isoclinale, con rovesciamento verso l'interno, e non havvi ombra di argomento per credere che essa s'infletta colle sue radici profonde sotto i micascisti di Ambin.

E bensì vero che si potrebbero ritenere autoctoni i massicci minori di Pradleves e d'Ambin, e supporre in ricoprimento solo quello Dora-Val Maira, come si indica nel profilo colla sinclinale punteggiata B-B; ma una tale ipotetica *struttura mista*, oltre a non essere giustificata da nessun fatto, quando si esaminino nei loro

---

<sup>1</sup> Si noti però che una progressione più ordinata la si avrebbe, nell'ipotesi degli gneiss permo-carboniferi, dal Carbonifero della Valle Stretta ai micascisti e gneiss minuti d'Ambin ed ai gneiss ghiandoni di Valle Sangone, includenti il Carbonifero a *facies* cristallina, considerando i massicci come autoctoni.

<sup>2</sup> Vedasi perciò la discussione del profilo Monte Tabor-Monte Balme nel lavoro sopracitato, e la figura 2 della tavola II annessavi [*Ancora sull'età mesozoica*, etc.].

particolari la zona di Piasco e quella grafitica Val Po-Val Chisone, non presenterebbe nemmeno alcuna analogia colla struttura voluta per le Alpi Pennine.

D'altra parte contro una tale interpretazione sta pure la struttura della zona secondaria a *facies* mista nei dintorni di Mondovì (fig. 1, Tav. III), la quale evidentemente si prosegue colla stessa struttura nelle Alpi Cozie, a ridosso del massiccio gneissico.

Da quanto è stato esposto noi possiamo ritenere come provato che la zona delle pietre verdi ammantata i massicci di Pradleves d'Ambin e Dora-Val Maira e che essa non si estende per piega sotto di essi: *quei massicci gneissici ellissoidali più o meno complessi hanno le loro radici al disotto o poco discoste dalle loro aree di affioramento.*

E' perciò in modo certo escluso che i massicci di Dora-Val Maira, d'Ambin e di Pradleves si possano ritenere come dorsì anticlinali secondarî (*carapaces*) di estese ultra-pieghe gneissiche coricate, aventi le loro radici sotto la pianura padana, analogamente a quanto si vorrebbe ritenere pel *Monte Rosa* e per l'omologo *Gran Paradiso*.

Anche P. Termier, nei suoi profili attraverso le Alpi franco-italiane, malgrado le ultrapieghe che indica come generate nell'interno dell'arco alpino, considera come autoctona la parte italiana, comprendente i massicci d'Ambin e Dora-Val Maira e la complessa sinclinale del Monviso <sup>1</sup>, nè diversa interpretazione nè da in un suo lavoro posteriore <sup>2</sup>.

Ma le grandi ed estese fratture indicate nella zona del Brianzese, i rigetti importanti ad esse corrispondenti nella regione Colle di Tenda-Colle della Maddalena ed i grandi ricoprimenti dell'Ubaye possono ingenerare la convinzione che un movimento di

---

<sup>1</sup> P. TERMIER, *Quatres coupes à travers les Alpes Franco-italiennes.* (Bull. Soc. géol. de France, 4<sup>e</sup> série, tome II, année 1902).

<sup>2</sup> IDEM, *Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes.* (Ibid., année 1904).

insieme di una parte della zona del Brianzonese col complesso delle zone più interne siasi effettuato verso l'esterno della catena, con un distacco ed un moto relativo tali, per cui tutto questo insieme possa considerarsi in parziale ricoprimento.

Solo in questo senso e colla riserva, per la parte italiana, della importanza dei rigetti limitata ad alcuni chilometri e della forte inclinazione delle superficie di frattura che mostrerebbero in generale trattarsi di una *regione imbricata* anzichè di falde di slittamento (*nappes*) propriamente dette, si possono ammettere i ricoprimenti nelle Alpi Cozie meridionali e marittime.

Gli affioramenti secondari della Cima Pepino, delle falde S.O di Monte Bertrand nell'alta Valle Roja e quelli titonici dell'alta Valle Argentina affioranti a guisa di *klippen* in mezzo al nummulitico superiore (in tutto analoghi a quello del Vallone di Pourriac), allineati colla frattura del Colle di Tenda, indicano la separazione della parte in posto e solo ripiegata che sta a S.O da una parte spostata, ripiegata e fratturata che sta a N.E.

Prescindendo da queste importanti dislocazioni e da qualche rovesciamento di serie che si osserva nella parte ligure della zona del Brianzonese, la cui natura non è ancora completamente precisata, credo di potere con tutta sicurezza affermare che i complicati concetti strutturali ideati per le Alpi Pennine non si possono estendere alla zona del Piemonte delle Alpi Cozie, Marittime e Liguri.

E, data la evidente omologia esistente fra i due grandi massicci delle Alpi Cozie e delle Alpi Graje, io credo che quei concetti non siano neppure applicabili in profili trasversali alla catena passanti pel Gran Paradiso, il quale rimarrà sempre il più bell'esempio dei massicci a cupola.

L'omologia del massiccio del Monte Rosa coi due massicci precedenti, malgrado alcune particolarità notevoli di quello, parmi possa pure permettere di affermare che anche per il profilo delle

Alpi Pennine la struttura ideata da M. Lugeon ed E. Argand non soddisfi pienamente, per quanto alcuni fatti da molto tempo noti, od ultimamente scoperti, in quella sezione delle Alpi, che lo Stella ha messi in evidenza,<sup>1</sup> provino l'esistenza di importanti ricoprimenti (masse del Pilonet e del Cervino, massa Corno del Vitello-Corno Bianco).

Ammesso per analogia come autoctono il Monte Rosa, sembra poco naturale l'esistenza contemporanea di tutte e due le ultra-pieghe IV e VI adiacenti ad esso, poichè le ultra-pieghe dovrebbero o cessare o cominciare ad uno dei lati del massiccio autoctono, salva la possibilità di riprodursi ad una certa distanza da esso.

I dati finora pubblicati sulle zone rocciose che stanno a Sud del Monte Rosa, sotto il rispetto della tettonica, sono ancora troppo imperfetti, quando non sono erronei, perchè si possa su di essi fondare edifici strutturali non soggetti a presentare per lo meno forti incompatibilità coi risultati di nuove ricerche<sup>2</sup>.

Le considerazioni ora svolte gettano una grave ombra di dubbio sull'insieme della nuova interpretazione strutturale della zona del Piemonte; ma altri dubbi non meno forti nascono dall'esame dei rapporti della *zona del Gran San Bernardo* coi terreni adiacenti, per cui i concetti sulla tettonica di essa risultano sensibilmente differenti da quelli espressi dal chiaro professore di Losanna e dal suo allievo, per la *nappe du Grand Saint Bernard* (nappe IV).

La zona gneissica del Gran San Bernardo, è rappresentata

---

<sup>1</sup> STELLA, *Il problema geo-tettonico dell'Ossola*. (Boll. R. Com. geolog., anno 1905).

<sup>2</sup> E. ARGAND, *Sur la tectonique de la zone d'Ivrée et de la zone du Strona*. Comp. rend. Ac. Sc. Paris, 12 mars 1906. — S. FRANCHI, *Appunti geologici sulla zona diorito-kinzigitica Ivrea-Verbano*. (Boll. R. Com. geol., anno 1905). — V. NOVARESE, *La zona d'Ivrea*. (Boll. Soc. geol. it., anno 1906). — A. STELLA, *Sui calcescisti della Valle di Furggen e sui gneiss di M. Emilius e M. Rafrè*. (Boll. Soc. geol. it., anno 1906).

a Sud della Dora dagli gneiss del Ruitor e dell'alta Valgrisanche, ed oltre confine dagli gneiss della massa Aiguille du Midì-Mont Pourri, affiorante quale massiccio isolato in mezzo al secondario ed al paleozoico.

I rapporti della zona gneissica Ruitor-Gran San Bernardo col Carbonifero inferiore, conglomeratico, a cemento cristallino, della regione, furono illustrati con vari profili dallo Stella e dallo scrivente <sup>1</sup>. I banchi di questo terreno poggiano con apparente concordanza sugli gneiss del Ruitor, che hanno pendenze N.O. dominanti; ma, procedendo la zona verso N.E., le pendenze mutano rapidamente finchè al Gran San Bernardo sono gli gneiss che si rovesciano sul Carbonifero (vedi i profili da I ad XI del lavoro ora citato).

Analogamente la stretta sinclinale mesozoica, a *facies* cristallina con pietre verdi, che nel versante sinistro della Valgrisanche, si trova laminata fra gli gneiss del Ruitor e di Valgrisanche (paese), con andamento parallelo alla valle, e con pendenze N.O., raggiunta la valle principale ad Avise, rapidamente si espande presentando pendenze varie, finchè al confine svizzero, nell'alta valle di Ollomont si rovescia a sua volta, da un lato sugli gneiss del Gran San Bernardo e dall'altro si immerge sotto le arkesine della Dent-Blanche.

La zona gneissica in parola è rappresentata nel Vallese dalla nota anticlinale degli scisti di Casanna, rivestita dai terreni secondari e coricantesi, in modo assai chiaro, sulla coda terminale della grande zona carbonifera interalpina.

Così dall'anticlinale assai dissimmetrica del Ruitor (Thuile-Valgrisanche) rovesciata verso S.E., si passa rapidamente all'anticlinale, apparentemente simmetrica del Vallese, coricata verso N.N.O. e N.

Notevole è il fatto che a misura che il rovesciamento cambia

---

<sup>1</sup> *Le antraciti delle Alpi occidentali. Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia, vol. XII (profili generali a pag. 29, e tavole di profili II-VI).*

senso e si accentua, l'affioramento della zona gneissica si porta verso l'esterno della catena; come se la zona, avendo le *sue radici* disposte parallelamente all'andamento medio della catena stessa, se ne scostasse, nell'affioramento, in un senso o nell'altro a seconda del cambiamento elicoidale delle pendenze.

Qualunque sia la spiegazione che si possa dare di quella doppia trasformazione tettonica e stratigrafica in uno spazio di meno di 60 km., i rapporti anzi cennati degli gneiss colle parti inferiori del Carbonifero a *facies* conglomeratica ed i rapporti degli stessi gneiss col Carbonifero del gruppo dell'Ormelune e col Trias del Colle Rochers-blancs, sopportante tutta la massa calcescistosa della Grande-Sassière e dell'alta Valgrisanche, indicano che la zona in esame per la tratta della Valle d'Aosta deve considerarsi come autoctona.

Questo è pure dimostrato oltre che dalle osservazioni locali dall'esame della posizione degli gneiss del Ruitor in rapporto colle zone di terreni più occidentali, precedentemente analizzate.

La sinclinale di Bardonecchia, prolungandosi verso oriente, viene a separare dalla zona del Piemonte propriamente detta, i gruppi anticlinali della Vanoise e dei monti Aiguille du Midi e Pourri.

Ora, data la natura di quella sinclinale nei suoi rapporti col massiccio d'Ambin, quei gruppi savoardi devono considerarsi come autoctoni, e del pari le masse della Valgrisanche e del Ruitor, che ne sono certamente le omologhe.

Si può obiettare che nulla impedisce alla sinclinale in parola di approfondirsi, ad esempio, ad Est di di Lans-le-Bourg, per adentrarsi sotto il Gran Paradiso; ma le sinclinali secondarie del Nivelè e della Grivola, che si mantengono alte, per quanto risulta dai rilevamenti del collega Novarese, rispondono in modo esauriente a tale obbiezione.

Così essendo la sinclinale della Grivola *emersa* nel contrafforte Val di Rhême-Valsavaranche, rimane escluso in modo asso-

luto che il denominato *massif de Valsavaranche* sia dovuto ad una ripiegata anticlinale secondaria della *nappe IV*, che, come tale, non esisterebbe pel tratto della Valle d'Aosta.

Questi fatti non sono conciliabili coll'ipotesi, anzi l'escludono, secondo la quale la zona del Gran San Bernardo costituirebbe l'affioramento della cerniera anticlinale di una ultra-piegata risorgente, dopo lungo percorso sotterraneo. Quell'ipotesi non è d'altronde necessaria per spiegare il chiaro ed importante ricoprimento che si osserva nel Vallese.

L'ipotesi più semplice e che meglio s'accorda coi fatti osservabili, consiste nel ritenere autoctona la zona del Gran San Bernardo ed avente una struttura elicoidale, per cui essa mentre è coricata a S.E nella sua parte occidentale, per successivi cambiamenti di pendenza, si presenti rovesciata verso N.N.O, con ricoprimento di una certa importanza, nella sua parte orientale.

In tale ipotesi il ricoprimento dovrà intendersi in molto minor misura, e certo non potrà raggiungere il Monte Rosa, nè il massiccio di Camughera, al quale ultimo converrà dare un'altra interpretazione.

In armonia con questo modo di vedere, le pieghe del Sempione dovrebbero considerarsi, al pari del rovesciamento parziale della zona suddetta nella sua parte orientale, come il risultato di azioni più localizzate, e non riprodotte necessariamente con pari intensità lungo tutto lo sviluppo della catena; il che si accorderebbe colla dimostrata assenza delle grandi ultrapieghe nelle masse cristalline delle Alpi Cozie.

Nella parte nord-orientale del massiccio del Ticino le incuneazioni secondarie del Passo San Bernardino e dello Spluga possono forse rappresentare gli affioramenti di sinclinali separanti delle ultra-pieghe gneissiche sovrapposte, con cerniere dirette N.E.E. ed immergenti verso Est; ma, anche in questo ordine di idee, non si avrebbero fatti comprovanti che i ricoprimenti delle successive

ultra-pieghe abbiano estensioni paragonabili a quella dell'ultrapiega ipotetica (nappe IV) ora discussa.

D'altra parte gli andamenti delle zone di terreni secondari della valle d'Avers, e le direzioni delle pieghe interessanti gli gneiss ed i depositi a *facies* orientale nei dintorni di Arosa e di Bergün, nella falda di slittamento del Rhäticon, accennano a movimenti sensibilmente divergenti dalla direzione Nord; e il moto di quella falda sembra possa considerarsi come avvenuto in direzione N.O, secondo E. Suess <sup>1</sup>.

La grande falda di slittamento del Rhäticon le cui lamine o coperte (*Decke*) di base sono state seguite fino a mezzodì del Bernina (Pizzo d'Entova) senza che se ne conosca l'ulteriore affioramento, rimane tutt'ora cosa assai distinta dalle *nappes* precedentemente discusse, le quali, al pari di quella ancora enigmatica della Dent-Blanche, malgrado un recente contributo <sup>2</sup>, dovrebbero ad ogni modo considerarsi come tipiche ultra-pieghe.

Di quella enorme falda, il cui studio affaticherà ancora molti geologi, noi non conosciamo ancora bene, malgrado i pregevolissimi lavori di cui fu oggetto, il luogo d'origine (*la radice*) e l'entità del movimento; come non sono concordi le opinioni sulla direzione secondo la quale questo si sarebbe effettuato.

P. Termier e W. Salomon affermano la coincidenza della grande frattura alpino-dinarica colla *Tonale-linie*, e il primo l'avrebbe seguita fino al Colle d'Aprica <sup>3</sup>.

Stando ai lavori pubblicati nella regione più occidentale, quella frattura potrebbe forse essere rappresentata da alcune fratture delle Alpi Bergamasche od Orobie, illustrate da Cesare Porro,

---

<sup>1</sup> E. SUSS, *Das Inntal bei Nauders* (l. c.).

<sup>2</sup> E. ARGAND, *Sur la tectonique du massif de la Dent-Blanche*. Comptes rendus Ac. Sc., Paris, 26 février 1906.

<sup>3</sup> P. TERMIER, *Les Alpes entre le Brenner*, ecc. — W. SALOMON, *Die alpinodinarische Grenze*. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1905, n. 16.

in cui si osservano contatti meccanici fra gli scisti cristallini, il Permiano ed il Trias inferiore <sup>1</sup>.

Nella regione luganese la frattura fra Breglia sul lago di Como ed i pressi di Lugano, separante i terreni cristallini dal paleozoico e dal mesozoico, sembra corrispondere a qualcuna delle più settentrionali delle Alpi Bergamasche <sup>2</sup>.

Nella regione dei laghi il prof. Taramelli indica, in uno schema tettonico, numerose fratture delle quali le più settentrionali (Valdomino, Valtravaglia, ecc.) e quelle Angera-Arolo ed Arona-Angera appartengono certo allo stesso sistema delle precedenti <sup>3</sup>.

In un mio lavoro ho messo in evidenza importanti fratture nella bassa Valle Sesia in due direzioni principali <sup>4</sup>. Tali fratture (Valle Cremosina, Colletta di Guardabosone, Colma di Valduggia, Sostegno), con direzioni secondo due sistemi ortogonali, sono le rappresentanti più occidentali finora note del sistema di fratture delle Dinaridi.

Sembra però che nelle regioni esaminate si tratti di sistemi di fratture, fra le quali non è possibile trovarne una che, per la sua continuità ed importanza, si possa ritenere come rappresentante la grande frattura alpino-dinarica.

Qualcuno potrebbe essere tentato di far coincidere questa linea con uno dei limiti della zona dioritica d'Ivrea, e così intende fare W. Salomon, seguendo concetti antichi; però i recenti studi su questa zona, mostrando le dioriti e gli gneiss-Strona come un tutto inseparabile, escludono assolutamente che quella linea possa corrispondere al limite meridionale di quella zona, come la si intendeva finora. Il limite nord-occidentale della zona che proposi di

---

<sup>1</sup> C. PORRO, *Le Alpi bergamasche*. Milano, 1904.

<sup>2</sup> A. v. BISTRAM, *Das Dolomit-gebiet der Luganer Alpen*. Ber. nat. Ges. z. Freiburg I Br., Band XIV, 1904.

<sup>3</sup> T. TARAMELLI, *I tre laghi*. Milano, 1903.

<sup>4</sup> S. FRANCHI, *Nuovi lembi di Trias e di Lias nella bassa Valle Sesia*. Boll. R. Com. geol. 1904.

chiamare *zona diorito-kinzigitica Ivrea-Verbono*, segnato da una zona con caratteri litologici specialissimi, separantela dalla massa Sesia-Val di Lanzo, e comprendente una sottile zona triasica, potrebbe piuttosto adempiere a quella funzione; se l'esistenza di una seconda zona diorito-kinzigitica a nord di essa, e della zona degli scisti di Rimella, che sembra stabilire un legame fra la 1<sup>a</sup> e la 2<sup>a</sup> zona dioritico-kinzigitica, e il modo d'incunarsi fra le due zone degli Gneiss-Sesia non togliessero a quella linea i caratteri essenziali che le si richiedono per rappresentare la separazione fra le Alpi e le Dinaridi.

Gli studi avvenire permetteranno certo di restringere il numero delle incognite del grande problema, e forse di intravedere le spiegazioni degli apparenti contrasti e di rivelare inattese armonie.

Però tutte le concezioni strutturali in complicate zone di terreni cristallini, dove manca il prezioso sussidio dei fossili e delle *facies*, debbono naturalmente tenere esatto conto delle probabili equivalenze sotto il punto di vista litologico, della continuità e della struttura delle zone in profili laterali, della natura dei contatti delle diverse masse, della posizione loro nello spazio, delle pendenze, della natura o del senso delle pieghe osservate, insomma di tutti quei dati di fatto il cui coordinamento naturale e logico, senza assimilazioni forzate od alterazioni di valori geometrici, può solo condurci a conclusioni non del tutto fallaci <sup>1</sup>.

Inoltre, per quanto i nuovi concetti strutturali siano per loro natura di difficile rappresentazione, massime in regioni non completamente studiate, io credo indispensabile che essi siano accompagnati da profili, possibilmente rigorosi, almeno dal punto di vista

---

<sup>1</sup> Ad esempio è assai a rammaricarsi che alcuni autori abbiano potuto credere all'identità della zona dioritica colle pietre verdi delle Alpi occidentali, dopo i lavori apparsi sulle due regioni. Una tale confusione non può che essere, come già è stata, feconda di errori.

geometrico. Un tale metodo avrebbe il vantaggio di fare abbandonare dagli stessi autori le soluzioni che presentassero flagranti incompatibilità, e l'altro di permettere la discussione su qualcosa di meglio afferrabile e più concreto.

Alla estensione, che sembrerebbe naturale e logica, dei concetti strutturali ora discussi all'intera cerchia alpina occidentale, a causa della continuità delle principali zone onde è costituita, sembra d'altra parte opporsi la grande curvatura di essa rispetto all'ampiezza delle supposte ultra-pieghe; poichè se è comprensibile la sovrapposizione di ultra-pieghe a grandi ricoprimenti, aventi origine da un lato di una catena ad andamento rettilineo o leggermente ondulato o ricurvo, è per contro poco concepibile la riproduzione di un tale fenomeno tutto all'intorno e dal lato interno di una catena arcuata, il cui raggio di curvatura non sia di gran lunga superiore allo sviluppo delle supposte ultra-pieghe; perchè verremmo all'assurdo geometrico e meccanico che quelle pieghe abbiano tutte le loro radici in una regione prossima al centro dell'arco.

Come concepire lo svilupparsi, in una ristretta regione centrale, di numerose pieghe di masse gneissiche, le quali si rovescino le une sulle altre a grandi distanze, dilatando enormemente le loro fronti, tutto all'intorno su di un arco prossimo ai  $180^{\circ}$ ?

Come concepire, entro a masse solide come gli gneiss, delle spinte agenti contemporaneamente in tutte le direzioni dal centro verso un tale arco?

Il fenomeno sarebbe forse solo concepibile considerando le suddette ultra-pieghe come dovute all'incurvarsi di una catena già ripiegata ma a debole curvatura, sotto l'azione di spinte esterne convergenti sopra un dato arco.

La resistenza delle masse interne, costrette a contenersi in più ristretta area, darebbe luogo alla formazione di nuove pieghe ed a masse slittate protraentesi *in coperta* su quelle preesistenti, od immergentisi per sprofondamento sotto di esse.

Ma anche supponendo che nella cerchia alpina occidentale non esistano che in piccola parte le ultra-pieghe volute per le Pennine, le ultra-pieghe del Sempione e tutte le pieghe note del sistema alpino hanno un tale sviluppo complessivo, ed i grandi ricoprimenti della Svizzera (in direzioni N.N.O. e N.O.) sono tanto divergenti da quelli dell'Ubaye (S.O.) e da quelle minori delle Alpi Marittime (S.O.), che l'ipotesi di un incurvamento della catena alpina posteriore all'Eocene non mi sembra a priori da rigettarsi.

Con quest'ipotesi parmi sia possibile concepire una massa slittata come quella del Rhäticon e lo sprofondamento di una parte della zona del Piemonte, come quella che constatiamo a Sud di Pinerolo, spiegare nello stesso tempo la diversa entità ed estensione dei ricoprimenti in diversi punti del circuito alpino, ed, entro a certi limiti il figurarci alcun che di equipollente al *traineau écraseur* di P. Termier, suggerito dalla necessità di una forza che spinga le diverse *falde* in tutto il loro percorso verso l'esterno della catena, quando si voglia escludere che questa forza sia la stessa gravità.

In una tale catena dovrebbe però essere possibile distinguere due ordini di ripiegamenti e fratture: quelli anteriori e quelli posteriori al grande incurvamento di essa, avvenuti in epoche assai distinte fra loro; e ad ogni modo si sarebbe condotti ad un concepimento della genesi delle Alpi molto diverso da quello fin qui generalmente accettato.

Si dovrebbero perciò considerare gli *horst* o massicci resistenti periferici come dotati di una relativa mobilità, ossia come attivi; il che d'altronde, malgrado il concetto che si ha generalmente della loro resistenza passiva, è ovvio, non potendosi manifestare grandi movimenti superficiali o tangenziali nel senso orotettonico, senza un iniziale sprofondamento o costipamento del *substratum* cristallino profondo, nel quale sono naturalmente radicati gli *horst*.

Il quadro del presente scritto non consente la discussione di questo nuovo modo di intendere, nelle sue ultime fasi, la genesi delle Alpi; mi limito perciò al breve accenno fattone, augurandomi

che qualcuno dei nostri grandi maestri di geologia alpina voglia prenderlo in esame.

Se io non mi inganno esso sarà di aiuto nella ricerca della soluzione dell'arduo e complesso problema di meccanica, quale è quello dei grandi ricoprimenti alpini. Il concorso di molte azioni fra loro interferenti nella genesi e nel successivo sviluppo di essi rende assai difficile il discernere la parte che ciascuna di esse ha avuta; tuttavia è a sperare che si possa giungere ad una spiegazione verosimile, che soddisfi il nostro spirito, avido di sintesi <sup>1</sup>.

Chiudendo questo breve scritto desidero dichiarare che con le mie osservazioni non intendo menomare l'importanza della teoria dei grandi ricoprimenti, che aprì ai geologi nuovi campi di feconde ricerche, le quali fecero fare un gran passo ai nostri concetti di sintesi orogenetiche; solo ho desiderato mostrare, con tutto il rispetto dovuto a valorosi colleghi ed amici, di cui apprezzo moltissimo l'opera scientifica, come certe generalizzazioni, fondate su dati non abbastanza sicuri, possano condurre ad apprezzamenti erronei, che potrebbero ritardare l'accoglimento di quanto havvi in quella meravigliosa dottrina, di altamente fecondo e di sostanzialmente inoppugnabile.

Roma, giugno 1906.

---

<sup>1</sup> Stavo correggendo le bozze di questo scritto quando potei leggere il lavoro del dott. C. VAN DE WIELE: *Les théories nouvelles de la formation des Alpes* (Soc. Belge de Paléon. et d'Hydrol., T. XIX, fasc. III-IV), nel quale è pure espressa la necessità del concetto della mobilità degli *horst*, e di spinte venute dall'esterno delle Alpi, per spiegare i ricoprimenti che si osservano tutto attorno, verso l'esterno della cerchia alpina. Fra altre prove si adducono le importanti fratture che si notano negli *horst* periferici; e si potrebbe aggiungere che tali fratture sono post-oligoceniche, e assai probabilmente contemporanee del fenomeno dei ricoprimenti, nel *plateau central*.

LEGGENDA DELLA TAVOLA.

*gn* — gneiss ghiandoni, occhiadini ecc.; *gnt* — gneiss tormaliniferi; *ms* — micascisti e gneiss minuti.

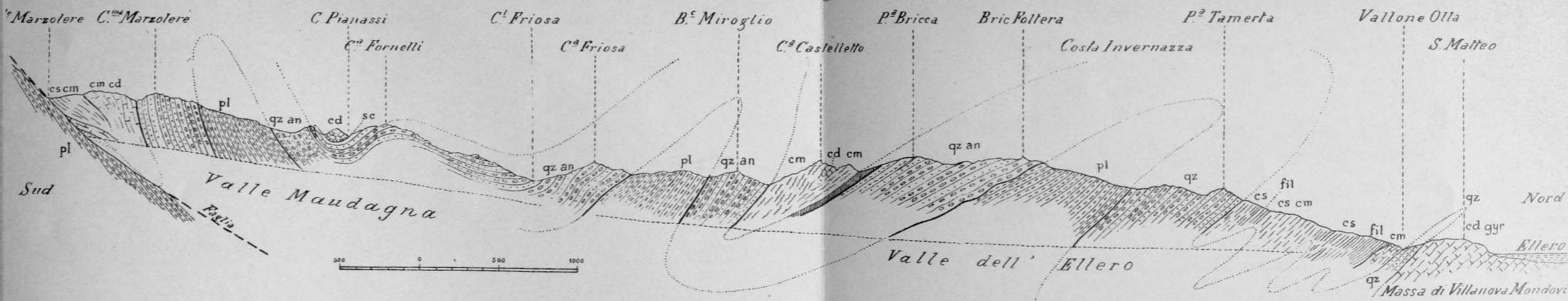
*sg* — scisti graffitici di Val Chisone; *C* — Carbonifero; *pl* — porfidi laminati (Permiano); *P* — Permiano.

*Ti* — Trias inf.; *qz* — quarziti; *an* — anageniti; *Tm* — Trias medio; *Ts* — Trias sup.; *cd* — calc. dol.; *cd gyr* — calc. dol. a diplopore; *PAv* località fossilifera con *Pleurotomaria solitaria* ed *Avicula exilis*; *Cor* — id. con corallari; *Cr* — id. con crinoidi; *cm* — calc. marm.; *ct* — calc. tab.; *csa* — calcescisti arenacei; *cxx* — calc. crist.; *br* — breccia ad elementi dolomitici; *PV* — zona delle pietre verdi; *s* — serpentina; *pr* — prasiniti; *a* — anfiboliti; *Li* — lias.

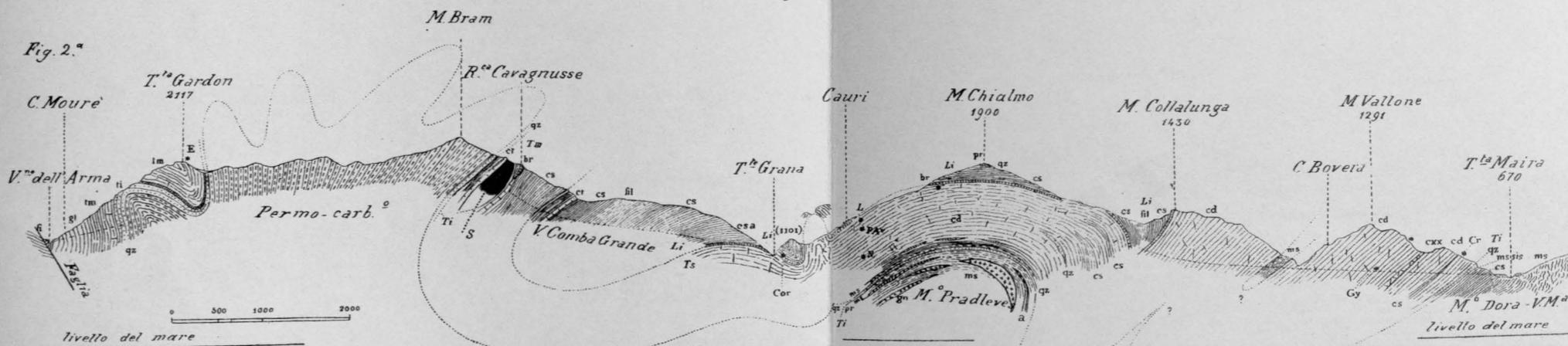
---

Fig. 1.<sup>a</sup>

Profilo lungo il contrafforte fra Maudagna ed Ellero (Alpi Liguri)



Profilo fra il Vallone dell'Arma e la Maira presso Sandamiano-Macra (Alpi Cozie)



Profilo schematico dall'Alta Valle Stretta alla pianura presso Piossasco (Alpi Cozie)

