E. A. DIEHL, R. MASSON e A. H. STUTZ

CONTRIBUTI ALLA CONOSCENZA DEL RICOPRIMENTO DENT BLANCHE

Monografia illustrativa della carta geologico - petrografica della Valpelline inferiore e della Valle d' Ollomont eseguita sotto la direzione del Prof. Dott. Paul Niggli

(Con 10 figure, 4 tavole e 1 carta alla scala 1:25.000)

PADOVA
Società Cooperativa Tipografica
1952

Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova

Volume XVII

PREMESSA

La presente Memoria, che illustra l' allegata " Carta geologico - petrografica della Valpelline inferiore e della Valle d' Ollomont ,, alla scala 1 : 25.000, era già pronta per la stampa nel 1939, quando lo scoppio della seconda guerra mondiale ci costrinse a sospenderne la pubblicazione. Trascorse le fortunose vicende belliche e post-belliche, essa può finalmente vedere la luce, completata di alcuni aggiornamenti nel testo e nella bibliografia.

La stampa della " Carta geologico - petrografica della Valpelline inferiore e della Valle d' Ollomont ,, fu resa possibile grazie ad una generosa sovvenzione elargita dalla Società Anonima Nazionale COGNE. *Ci è pertanto un gradito dovere porgere anche pubblicamente l' espressione della viva gratitudine nostra e degli Autori al Presidente della* COGNE - Sen. Dr. T. Guglielmone - *e al Comitato Esecutivo della stessa Società.*

La Direzione delle " MEMORIE ,,

INTRODUZIONE

La presente pubblicazione ha lo scopo di dare un'idea delle caratteristiche geologiche e petrografiche della Valpelline e della valle d'Ollomont. Essa costituisce il testo accompagnatorio della carta geologico - petrografica di questa regione, il cui rilevamento fece parte di alcuni lavori di dissertazione di laurea presso il Politecnico Federale e l'Università di Zurigo.

La stampa della carta e di questo testo illustrativo fu resa possibile grazie al cortese interessamento dei Professori Giorgio e Giambattista Dal Piaz, ai quali desideriamo esprimere i nostri più vivi ringraziamenti. Ringraziamo inoltre il Prof. Gb. Dal Piaz per la traduzione del manoscritto e con lui il Sig. G. Friso per la revisione delle bozze.

Il rilevamento della carta fu eseguito negli anni 1933 - 36. Come base topografica servirono le nuove, fedeli tavolette alla scala di 1 : 25.000 dell'Istituto Geografico Militare di Firenze. Si dovette tuttavia preparare una nuova, apposita base per la stampa della carta. Il Prof. Gb. Dal Piaz sorvegliò il trasporto del contorno dei colori sulla nuova carta con una cura degna della più viva riconoscenza. La ripartizione delle tre aree di rilevamento risulta dal relativo schema pubblicato nella carta stessa. Per quanto riguarda le ricerche petrografiche speciali, la suddivisione del lavoro ebbe luogo conforme alle unità geologico - petrografiche. Così E. A. Diehl si assunse la trattazione della zona del Combin, R. Masson quella della serie di Valpelline e A. H. Stutz quella della serie di Arolla.

Dal lato geografico il territorio studiato, vale a dire la parte inferiore della Valpelline e la valle d'Ollomont, forma un'unità più o meno circoscritta in sè stessa. Dal punto di vista geologico il territorio in questione comprende parti di unità maggiori: il *ricoprimento Dent Blanche*, il *ricoprimento Gr. S. Bernardo* e l'interposta *zona mesozoica del Combin*. Allo scopo di conoscere meglio queste unità nel loro insieme furono intraprese diverse escursioni nella valle d'Hérens, nella valle d'Anniviers, nella valle di Nikolai e in Valtournanche.

CENNO GEOLOGICO SUL TERRITORIO RILEVATO

Le tre grandi unità tettoniche, che partecipano alla costituzione del territorio da noi rilevato, sono dal basso in alto: il ricoprimento Gr. S. Bernardo, la zona del Combin e il ricoprimento Dent Blanche. Il ricoprimento Gr. S. Bernardo vi assume solo un'estensione limitata.

Verso nord-ovest la valle d'Ollomont è chiusa dalle alte pareti rocciose del Monte Velan e del Monte Amiante, costituite da paragneiss pretriassici con intercalazioni di rocce eruttive basiche. Questi terreni corrispondono alle serie degli scisti di Casanna del ricoprimento Gr. S. Bernardo. Sopra di essi segue una potente serie di sedimenti mesozoici che, assieme alle relative ofioliti, appartengono ad un'unità, denominata da ARGAND zona del Combin. Questa zona del Combin costituisce la parte principale della valle d'Ollomont. Sopra i suoi scisti nuotano, come in una grandiosa scodella, le rocce cristalline del ricoprimento Dent Blanche. I terreni di quest'ultima unità formano la terminazione sudorientale della valle d'Ollomont nelle erte pareti dentate del Monte Morion e costituiscono altresì l'intera Valpelline.

Così, mentre il substrato del ricoprimento Dent Blanche quale zona divisoria rispetto al ricoprimento Gr. S. Bernardo affiora nell'Ollomont, ove può essere studiato in modo vantaggioso, la Valpelline invece è profondamente incisa nel nucleo cristallino della falda Dent Blanche. Nel territorio della bassa Valpelline il ricoprimento Dent Blanche è suddiviso in due subfalde da una zona di calcescisti (tratto di Roisan): nel ricoprimento Monte Mary inferiormente e nel ricoprimento Dent Blanche *sensu stricto* superiormente. Le due subfalde si rivelano costituite in modo del tutto analogo da due serie di rocce caratteristicamente diverse. La serie al letto è formata principalmente da ortorocce epimetamorfiche. Essa venne distinta da ARGAND come serie di Arolla, mentre la sovrastante serie di rocce catametamorfiche venne da lui denominata serie di Valpelline.

Prima di passare alla descrizione delle singole unità, accenneremo alle formazioni detritiche quaternarie dell'intero territorio rilevato.

I DEPOSITI DETRITICI RECENTI

Le potenti coltri moreniche della Valpelline e della valle d'Ollomont rivelano una forte glaciazione diluviale di ambedue le vallate. Le morene, che raggiungono spesso una grande potenza, constano interamente di materiali litici provenienti dalle locali rocce in posto e raggiungono in media un'altezza di 2500 fino a 2700 metri sul livello del mare. A questo punto esse vengono in generale smembrate da estesi campi detritici, coni detritici di lavina e da terreni morenici locali, formati dai processi postglaciali di erosione e di alterazione. Nelle valli più elevate il paesaggio è molto spesso caratterizzato da questi depositi detritici. Oltre alle estese morene di fondo, si trovano tracce della glaciazione diluviale sotto forma di liscioni glaciali, rocce a dorso di montone, letti glaciali e cordoni morenici, che diedero luogo frequentemente alla formazione di piccoli laghi. Il fondo delle valli laterali si trova di solito ad un'altezza considerevolmente maggiore di quello della valle principale. La Valpelline e la valle d'Ollomont presentano in conseguenza della glaciazione frequenti profili vallivi in forma di U, che però vennero incisi da profonde gole allo stesso modo delle potenti barre vallive.

Alluvioni fluviali vennero depositate solo raramente a causa dell'inclinazione relativamente forte del fondovalle. Frane, smottamenti e scoscendimenti del terreno sono

distribuiti in tutto il territorio, però gli ultimi sono particolarmente comuni nei terreni poco resistenti dell'Ollomont.

Nella carta non si tentò di distinguere fra loro le morene dei diversi stadî glaciali. Esse vennero rappresentate con un unico colore giallo pallido. Le morene recenti furono sempre indicate assieme ai coni detritici di lavina con una tinta particolare (celeste chiara). Per le alluvioni e i coni detritici asciutti, i campi di detriti, le frane e le zone paludose furono usati i segni consueti.

LE ROCCE DEL TERRITORIO RILEVATO

Accenneremo ora alle principali caratteristiche petrografiche delle rocce e dei minerali della zona del Combin, del ricoprimento Dent Blanche e degli scisti di Casanna del ricoprimento Gr. S. Bernardo. Ulteriori particolarità e la descrizione dettagliata delle rocce si possono trovare nei lavori speciali dei singoli autori. Si volle però riportare completamente le analisi chimiche che furono sinora condotte sulle rocce studiate. Per quanto riguarda il calcolo delle analisi delle rocce secondo norme e composizioni mineralogiche modali come pure la relativa discussione si rimanda parimenti ai lavori originali.

GLI SCISTI DI CASANNA DEL RICOPRIMENTO GR. S. BERNARDO

Con il termine « scisti di Casanna » Gerlach ha designato il complesso litologico della « zona del Gr. S. Bernardo », vale a dire una massa straordinariamente eterogenea di scisti cristallini, per gran parte dei quali venne finora ammessa un'età permo-carbonifera. Secondo Argand, Wegmann e Tschopp la serie giungerebbe verso l'alto fino a comprendere il Trias inferiore ([1]).

Nelle pareti rocciose a sud-ovest della valle d'Ollomont questi scisti di Casanna s'immergono sotto i terreni mesozoici del ricoprimento Gr. S. Bernardo. Nella carta essi vennero distinti con una tinta grigio - violacea, la quale può far supporre un'uniformità che non esiste. Questi scisti rappresentano in prevalenza derivati epi - fino a meso - metamorfici di sedimenti arenaceo - marnosi continuamente alternantisi, con intercalazioni di originarie rocce eruttive basiche, le attuali prasiniti, e i loro tufi mescolati con sedimenti. Le intrusioni o estrusioni di rocce eruttive vanno collocate nel Carbonifero ([2]).

([1]) Secondo H. P. Cornelius e Gb. Dal Piaz solo gli scisti di Casanna più recenti (*jüngere Casannaschiefer*, Wegmann) del ricoprimento Gr. S. Bernardo avrebbero un'età paleozoica, permo-carbonifera; invece gli scisti di Casanna più antichi (*ältere Casannaschiefer*, Wegmann) della falda Gr. S. Bernardo e degli altri ricoprimenti penninici sarebbero tutti precarboniferi, secondo ogni probabilità prepaleozoici (*nota del trad.*). Ultimamente anche R. Staub, in base a confronti con profili delle Alpi Carniche, propenderebbe ad attribuire a detta serie un'età molto più antica.

([2]) Vedi nota in calce a pag. 8.

Nella valle di Ollomont sono presenti le parti stratigraficamente più elevate degli scisti di Casanna. Essi contengono sempre soltanto un ristretto numero di minerali principali, che, con le loro mutevoli proporzioni quantitative, determinano le differenze fra i singoli tipi litologici. Fra i minerali essenziali si osservano: quarzo, albite, clorite, epidoto e glaucofane. Fra gli accessori si trovano regolarmente minerali come titanite, rutilo, leucoxeno, inoltre magnetite e pirite. Più di rado e solo limitatamente a determinati termini litologici, compare il granato. I principali tipi petrografici sono:

1. Quarziti
2. Gneiss albitici
3. Filladi
4. Prasiniti { Scisti albitico - cloritici / Scisti albitico - orneblendici

1. *Quarziti.* - Non rappresentano alcun complesso litologico unitario. Già esteriormente esse variano a seconda della quantità di sericite da varietà nettamente e finemente scistose, talora grigio - scure (clorite), a rocce in banchi, nelle quali i compatti letti quarzosi sono separati da sericite verde - chiara e fanno passaggio a loro volta ai gneiss albitico - sericitici.

2. *Gneiss albitici.* - Formano nuovamente un gruppo di rocce di composizione molto eterogenea e possono essere considerati come il più bell'esempio di una serie ininterrotta di passaggio dagli scisti albitico - cloritici (prasiniti) alle quarziti sericitiche. Essi sono quindi straordinariamente diversi nella loro costituzione e al microscopio si lasciano suddividere in varî sottogruppi. Tanto multiforme appare la loro costituzione mineralogica e altrettanto variabile risulta la loro tessitura: accanto a gneiss completamente massicci se ne trovano di quelli a banchi, oppure scistosi e pieghettati; quando la sericite diventa molto abbondante si formano persino dei tipi fogliettati.

3. - *Filladi.* - Sono rocce estremamente scistose fino a sottilmente tabulari, di colore bruno - sporco e a superficie scabra, ciò che conferisce loro una sorprendente analogia con certi calcescisti. In confronto agli altri scisti di Casanna esse sembrano essere molto povere di componenti mineralogici: con letti finemente fogliettati di sericite alternano sottili liste di quarzo. Possono inoltre aggiungersi scagliette nere di grafite e un po' di calcite.

4. *Prasiniti.* - Sotto questo nome vengono raggruppate rocce costituite da albite, clorite, orneblenda (per lo più glaucofane) ed epidoto, che in sezione sottile si distinguono per la loro caratteristica struttura poichiloblastica. I rapporti quantitativi dei minerali (specialmente di albite, orneblenda e clorite) variano in questo gruppo di rocce in misura spesso molto considerevole. Le prasiniti in questione rappresentano i derivati di rocce eruttive carbonifere ([1]).

Non si potè scoprire nessuna regola nella distribuzione dei singoli tipi degli scisti di Casanna. Si può solo dire che le quarziti compaiono nelle parti stratigraficamente più elevate degli scisti di Casanna e le filladi, che formano soprattutto la vetta del

---

([1]) Secondo altri autori si tratterebbe invece, almeno in parte, di derivati di rocce eruttive riferibili a cicli magmatici precarboniferi, verosimilmente prepaleozoici (*nota del trad.*).

Monte Velan, in quelle stratigraficamente più profonde, mentre le prasiniti si trovano in tutti gli orizzonti, pur presentando anch'esse la loro diffusione principale nelle parti stratigraficamente più antiche.

ZONA DEL COMBIN E TRATTO DI ROISAN

I. PASSAGGIO FRA GLI SCISTI DI CASANNA E LA ZONA DEL COMBIN.

Sopra gli scisti pretriassici di Casanna appartenenti al ricoprimento Gr. S. Bernardo fanno seguito i terreni mesozoici della zona del Combin. Se noi prendiamo in considerazione i limiti fra questi due complessi litologici, ci interessa anzittutto la questione se esista un graduale passaggio litologico oppure una discordanza ercinica. La soluzione di questo problema presenta grande importanza per la validità e l'ulteriore esistenza della concezione oggi prevalentemente ammessa sulla zona penninica delle Alpi occidentali. Nella valle d'Ollomont si osserva in varî punti una ripetuta alternanza di rocce pretriassiche con rocce triassiche e post-triassiche. Rapporti analoghi sono noti anche per la regione di Zermatt. Sul terreno si possono facilmente distinguere le rocce della serie di Casanna da quelle della zona del Combin. Esiste infatti una caratteristica differenza nel metamorfismo dei sedimenti arenaceo-marnosi, originariamente affini, dei due gruppi di rocce; ciò anche se non si può parlare di una netta separazione in mesometamorfismo degli scisti di Casanna da una parte e in epimetamorfismo dei calcescisti dall'altra. Come deve essere ora interpretata questa diversa costituzione mineralogico-petrografica di fronte all'evidente alternanza delle serie litologiche?

Come si può dimostrare in base a qualsivoglia profilo della zona di contatto, questo orizzonte è in pari tempo sede dei più forti e variabili spostamenti orizzontali, che hanno condotto alla formazione di intensi scagliamenti. Il metamorfismo alpino di dislocazione non provocò nella valle d'Ollomont un semplice distacco dei sedimenti mesozoici, ma bensì determinò la formazione di scaglie sovrapposte le une alle altre, ciascuna delle quali può a sua volta presentare le sue particolari proprietà nell'alternanza dei singoli termini stratigrafici. Ciò che è possibile in grande, non deve essere escluso in piccolo. L'alternanza può quindi essere soltanto puramente tettonica, perchè se fosse di natura stratigrafica non lascierebbe facilmente comprendere il diverso grado del metamorfismo. Se si ammette che già in tempi prealpini gli scisti di Casanna si trovassero in una facies metamorfica debolmente cristallina, la dislocazione alpina avrebbe causato soltanto un ravvivamento e un rimaneggiamento delle tessiture, delle strutture e dei componenti mineralogici formatisi in precedenza, in modo che i fatti osservati si potrebbero facilmente spiegare con l'idea di uno scagliamento posteriore.

Se le rocce pretriassiche furono ripiegate e in parte modificate prima della sedimentazione del Trias, si dovrebbero trovare delle discordanze nonchè delle rocce simili al Verrucano. Ambedue non si possono riconoscere con sicurezza. Senza dubbio bisogna attendersi in antecedenza che le tracce della discordanza siano state completamente mascherate dall'orogenesi alpina. D'altra parte certi gneiss porfiroblastici ad albite presso

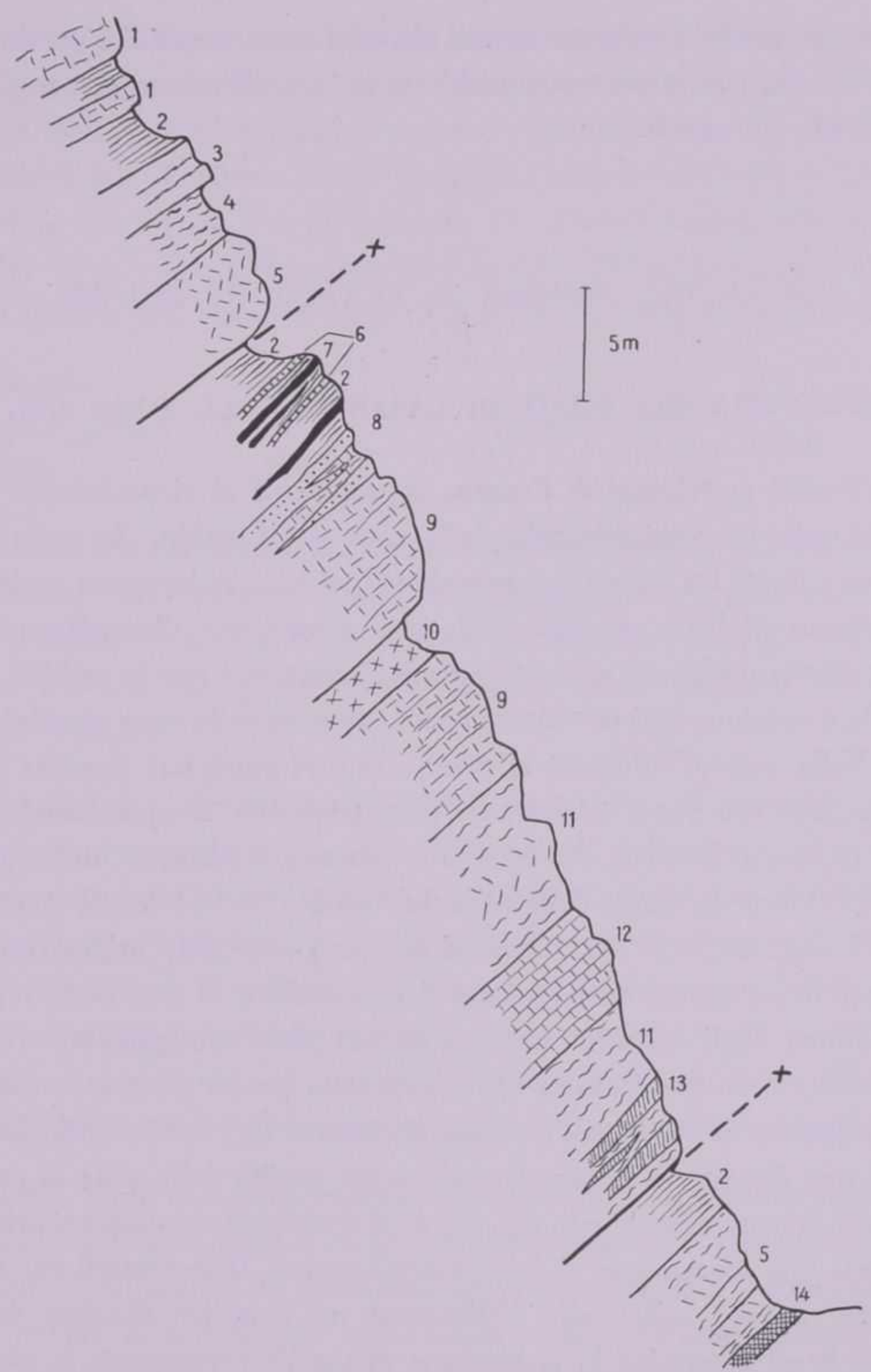


Fig. 1. - Profilo attraverso la zona di scaglie al limite fra ricoprimento del Gr. S. Bernardo e zona del Combin, a nord di quota 2693, parete settentrionale del M. Rotondo.

1 = marmo a quarzo; 2 = calcescisti argillosi; 3 = marmo a sericite e grafite; 4 = gneiss sericitico-cloritico pieghettato; 5 = gneiss albitico-sericitico « massiccio » e gneiss albitico; 6 = gneiss sericitico molto fogliettato; 7 = quarzite tabulare pura; 8 = gneiss sericitico molto ricco di clorite; 9 = marmo bianco a grana grossa; 10 = marmo a grafite a grana fine; 11 = gneiss albitico-sericitico, in parte scistoso, in parte massiccio; 12 = gneiss albitico-sericitico, nel mezzo massiccio; 13 = gneiss albitico chiaro; 14 = quarzite sericitica tabulare.

By, che sono intercalati fra scisti di Casanna e quarziti e sopra cui segue la tipica breccia liassica, si possono interpretare per la loro tessitura come Verrucano. Queste rocce si trovano sotto forma di scaglie nelle filladi calcarifere dei calcescisti. In ogni caso è certo che le rocce degli scisti di Casanna furono effettivamente colpite dal metamorfismo alpino in modo del tutto diverso dalle quarziti, dalle filladi sericitiche e dai calcescisti immediatamente sovrastanti della zona del Combin. Ciò rappresenta per la valle

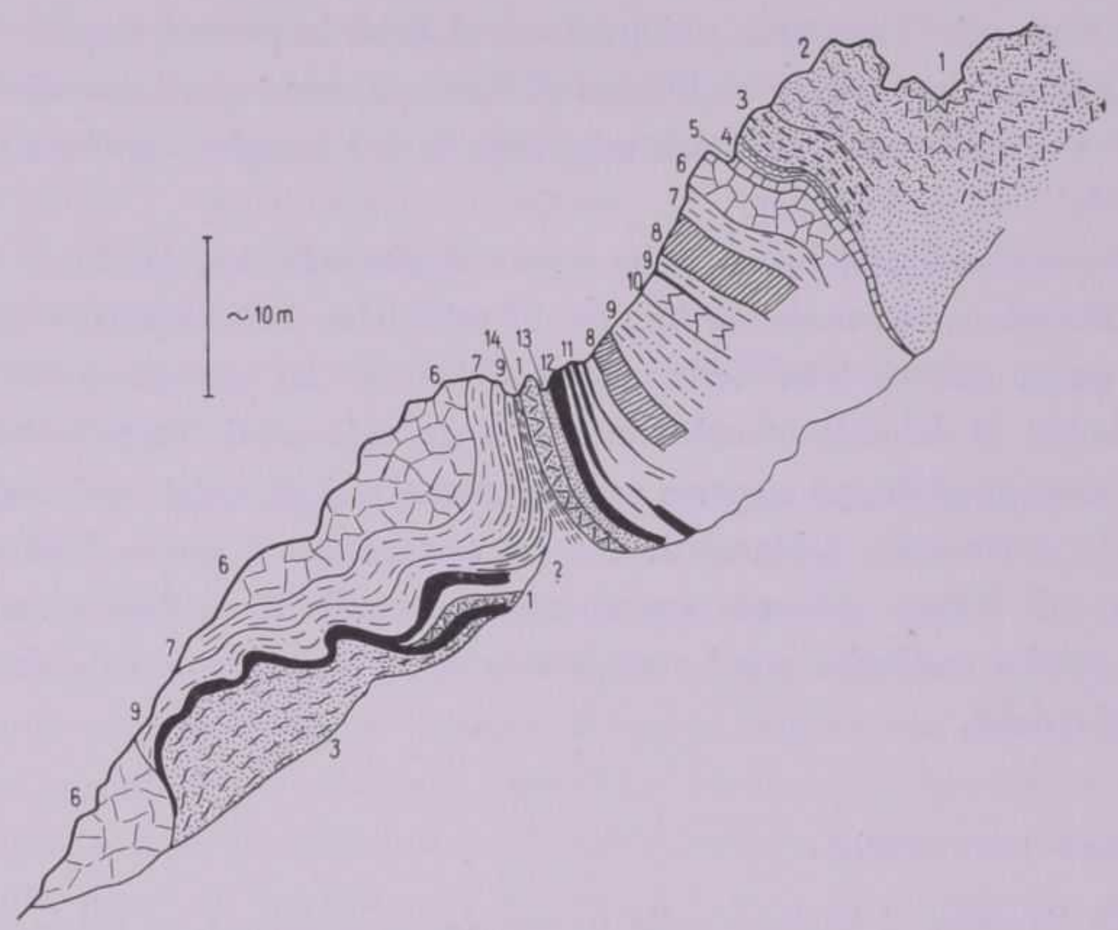


Fig. 2. - Profilo attraverso la zona di scaglie al limite fra ricoprimento del Gr. S. Bernardo e zona del Combin. Quota 2881 sotto alla Salliaousa.

1 = gneiss albitico-cloritico massiccio; 2 = gneiss sericitico, intensamente pieghettato su sè stesso; 3 = gneiss grafitico nero sino a quarzite grafitica; 4 = scisto cloritico-albitico a scistosità molto fine; 5 = marmo bianco a sericite; 6 = marmo a sericite e clorite, bianco e a grana grossa (breccioso); 7 = marmo bianco a sericite con frammenti liassici isolati; 8 = zona di brecce liassiche ripiegate; 9 = calcare liassico blù, tabulare; 10 = marmo sericitico breccioso con brecce del Lias; 11 = marmo con listerelle di quarzo; 12 = quarzite tabulare; 13 = scisto a sericite e albite; 14 = scisto nero, eventualmente come 4.

d'Ollomont un fatto generale, che potrebbe opporre difficoltà non trascurabili all'ipotesi di una sedimentazione priva di lacune attraverso il Carbonifero, il Permiano e il Trias fino ai calcescisti liassici.

Le rocce sedimentogene della zona del Combin sono costituite in prevalenza da filladi e scisti grigio-neri, che in tutte le zone penniniche sono noti sotto il nome di calcescisti e scisti lucidi (*Bündnerschiefer*, *Glanzschiefer*, *Schistes lustrés*). In essi noi troviamo intercalati prodotti epimetamorfici di rocce eruttive basiche, le cosidette ofioliti. Ai calcescisti, in gran prevalenza liassici, si contrappongono gli affioramenti di Trias. Così pure possiamo distinguere le brecce liassiche dai calcescisti veri e propri.

II. LE ROCCE SEDIMENTOGENE DELLA ZONA DEL COMBIN.

a) Le rocce triassiche.

Fra le rocce del Trias si trovano marmi bianchi sericitici e dolomitici, dolomie giallastre e grigio-azzurre e, subordinatamente, quarziti sericitiche in banchi oppure sottilmente tabulari. Nella valle d'Ollomont mancano cariate, dolomia a cellette e gesso. Queste rocce si possono raramente limitare in modo univoco. Così per esempio dei marmi bianchi possono far passaggio a comuni calcescisti bruno-neri. Dal Colle di Val-

sorey fino al Colle di Champillon noi troviamo il Trias in potenti banchi e lenti lungo il limite fra la zona del Combin e gli scisti di Casanna, con i quali esso dà luogo spesso a ripetizioni e scagliamenti. Il Trias raggiunge la sua maggiore potenza presso i Tre Fratelli sui Molaires di Valsorey.

Nel tratto mesozoico di Roisan, che separa il ricoprimento M. Mary dal ricoprimento Dent Blanche *s. s.*, mancano le quarziti triassiche. In compenso vennero rinvenute in vari punti delle cariate. Nella parte occidentale del medesimo tratto esistono solo piccoli lembi di dolomia triassica incuneati nei calcescisti. Verso oriente essi assumono invece maggior sviluppo e spesso rappresentano qui gli unici resti degli interposti scisti mesozoici fortemente schiacciati. Più ad oriente, poco prima della sua interruzione, il tratto di Roisan presenta ancora una volta sulla Cima Bianca un forte ispessimento e vi risulta costituito quasi completamente da una serie potente circa 200 metri di dolomie triassiche.

b) Le brecce liassiche.

Le brecce liassiche si trovano nella parete della Salliaousa, al piede dei Tre Fratelli e sui Molaires di Valsorey. Affiorano anche presso Chesal e By, con struttura brecciosa fortemente rimaneggiata, intercalate fra i calcescisti. Si tratta di brecce monogeniche ad elementi dolomitici (dimensione 2 fino a 3 cm.), che sono cementati insieme da calcite marmorizzata. Le brecce liassiche fortemente colpite dalle azioni tettoniche costituiscono delle rocce tabulari fino a piatte, in cui gli elementi dolomitici sono laminati e ridotti a letti grigio - blù che alternano con letti di calcite bianca e a grana grossa.

Brecce liassiche apparentemente massicce e solo debolmente deformate furono analizzate allo scopo di stabilire il loro tenore di carbonati:

	Mol. %		
	$Ca\ CO_3$	:	$(Ca, Mg)\ (CO_3)$
1. Incluso a grana fine di una breccia liassica massiccia	11	:	89
2. Analisi totale di una breccia liassica massiccia	58	:	42
3. Analisi totale di una breccia liassica molto scistosa	18	:	82

E' perfettamente lecito ammettere che il Trias quarzoso - dolomitico si sia sedimentato sull'intero territorio e che la sua attuale assenza in certi punti sia dovuta per una parte a soppressioni tettoniche e per l'altra a processi erosivi (brecce dolomitiche del Lias).

c) I calcescisti.

Alla costituzione geologica della valle d'Ollomont partecipa essenzialmente una serie di calcescisti con filladi calcarifere, argilloscisti, scisti lucidi ecc. Nella carta questa serie venne indicata con un colore azzurro - chiaro; si cercò inoltre di indicare mediante segni speciali la presenza o la predominanza dei singoli tipi petrografici.

Sotto la denominazione di calcescisti riuniamo tutte le rocce post-triassiche di origine sedimentaria, ad eccezione delle brecce liassiche. Con tutta probabilità la loro formazione non fu più antica del Trias. Non si può stabilire se e quanto essi si estendano nel Giurese medio e superiore o nel Cretaceo.

I materiali originari degli attuali marmi e calcescisti, delle filladi sericitiche, quarziti gneissiche e quarziti dovevano essere rappresentati da calcari e calcari marnosi, sedimenti argillosi e arenarie, termini dell'area di sedimentazione orògena, evidentemente neritica - batiale.

1. *I calcescisti calcariferi.* - Essi presentano la massima diffusione fra i calcescisti della valle d'Ollomont e fra di loro in particolare le filladi calcarifere, che nella carta sono state riunite assieme ai calcescisti relativamente ricchi di quarzo e di sericite (punti blù su fondo azzurro chiaro). Si tratta di rocce nero - grigie fino a grigie con lucentezza cangiante sulle superfici di frattura. Rocce in banchi ben distinti alternano con altre di aspetto scistoso. Ai calcescisti appartiene anche un lembo di brecce di calcescisti, i cosidetti « scisti bernoccoluti » (*Warzenschiefer*), che verosimilmente si trovano in posto sulle pareti della Testa del Filone. I marmi costantemente grigi formano banchi tabulari di debole potenza in mezzo ai calcescisti.

2. *I calcescisti argillosi*, le filladi sericitiche, le filladi quarzifere, le filladi grafitiche ecc., furono parimente distinte sulla carta (trattini rossi su fondo azzurro chiaro). Queste rocce sono poco diffuse. In posto esse furono trovate sul letto del torrente presso i Prunayes. Sono rocce grigio-nere oppure tinte di verde a causa della clorite, ricche di pieghettature e piccole flessure. Constano di letti di costituzione mutevolmente granulare (calcite, quarzo) e fogliacea (sericite). Pel tratto di Roisan sono note anche filladi sericitiche ad albite.

3. *I calcescisti arenacei* sono indicati sulla carta mediante punti rossi su fondo azzurro chiaro. Essi sono collegati da passaggi con le filladi calcarifere, specialmente con le varietà ricche di quarzo. Questo minerale aumenta d'importanza fino a dominare completamente nelle quarziti. Le quarziti mostrano grande analogia con quelle triassiche. Esse sono in parte delle rocce a banchi, nettamente scistose, verdastre, la cui potenza in generale non supera i 30 cm.

Diversi tipi di calcescisti hanno subìto un'intensa albitizzazione mediante un apporto di *Na*. Sono questi i calcescisti ad albite, le filladi albitifere e i gneiss cloritici ad albite. L'apporto di *Na* sta verosimilmente in relazione con le intrusioni basiche e in certi tipi esso è avvenuto solo dopo che si erano già verificati dei grandi movimenti orogenetici. Gneiss albitico-cloritici affiorano sotto forma di intercalazioni in banchi presso le Parc, calcescisti ad albite presso le Piazze.

4. *Le miloniti di calcescisti* furono distinte per i tipi deformati in modo particolarmente intenso (linee blu). Esse si trovano, al pari delle brecce di calcescisti, in corrispondenza a superfici di movimento che hanno subìto un'influenza tettonica molto forte. Un affioramento si trova a sud di Colle Cornet, presso la base del ricoprimento Dent Blanche. Queste rocce si trovano pure sul Colle di Valsorey, alla base del complesso dei calcescisti, presso il Trias. Gli affioramenti sono dunque legati ai limiti verso i nuclei cristallini dei ricoprimenti, che evidentemente rappresentano zone di più forti

differenze di movimento. Ciò che è naturale attendersi a causa del diverso comportamento del gneiss di Arolla, degli scisti di Casanna e delle rocce del Trias da un lato e dei teneri calcescisti dall'altro.

La giacitura degli scisti nelle serie mesozoiche della valle d'Ollomont è molto costante e varia solo localmente. La loro direzione è Nord Est - Sud Ovest, la loro pendenza all'incirca 30° verso Sud Est. Nella valle d'Ollomont è impossibile riconoscere una qualsiasi regolarità nella distribuzione dei singoli tipi nel senso di un graduale cambiamento di facies o una suddivisione del complesso dei calcescisti in alcuni pacchetti parziali mediante ripetizione in grande dei tipi di facies.

Tra i calcescisti verdicci fino a grigio - scuri del tratto di Roisan si poterono distinguere due tipi: sedimenti arenaceo - argillosi sotto forma di filladi sericitiche ad albite accanto a sedimenti riccamente calcariferi, gli attuali calcescisti. Di questi due tipi, le filladi sericitiche argillose predominano nel tratto di Roisan, al contrario di quanto si verifica nella zona del Combin.

III. LE ROCCE ERUTTIVE BASICHE MESOZOICHE DELLA ZONA DEL COMBIN. (OFIOLITI)

Le ortorocce basiche della valle d'Ollomont, che nel corso del metamorfismo alpino di dislocazione furono trasformate in scisti verdi, rappresentano un elemento tipico della zona del Combin. La diffusione maggiore è presentata dai tipi a chimismo gabbroidico. Ad essi si accompagnano serpentine, talcoscisti e pirosseniti, che affiorano specialmente nella parte orientale della valle.

Gli scisti verdi compaiono sotto forma di lenti, che spesso s'ingrossano per poi assottigliarsi di nuovo, e di letti e nastri seguibili per lungo tratto, intercalati in concordanza fra i calcescisti circostanti. Oltre a ciò si trovano potenti masse e lenti fortemente ingrossate, più o meno concordanti, attorno alle quali si modellano i banchi rocciosi vicini, cosicchè questi ultimi si discostano un po' dai valori generali della direzione e della pendenza. Un prospetto dei varî termini ofiolitici del territorio studiato, più che bastante per lo scopo che ci proponiamo con il presente lavoro, risulta dalla classificazione schematica basata sulla costituzione mineralogica delle rocce (vedi grafico a pag. 15), ove una sostanziale semplificazione risulta dal fatto che i gruppi 1, 2 e 3 e i loro termini di passaggio possono essere riuniti in un complesso a chimismo gabbrico fino a gabbrodioritico. Queste « prasiniti » vengono contrapposte ai termini ofiolitici ultrabasici, che si distinguono per il loro chimismo orneblendico, pirossenitico e peridotitico.

a) I termini ofiolitici gabbrici fino a gabbrodioritici.

Queste rocce sono sempre caratterizzate dal loro intenso metamorfismo, che ha interessato tutti e tre i fattori, costituzione mineralogica, struttura e tessitura. La zona di profondità è attestata dalla tipica associazione mineralogica dell' epizona. Albite, epidoto, orneblenda attinolitica o tremolitica e clorite (clinocloro fino a pennina) sono i

	molto feldispato	feldispato	senza feldispato
Epidoto		1. Scisti epidotico-albitici fino a epidositi.	
Orneblenda	2. Scisti albitico-orneblendici fino a scisti orneblendico-albitici		4. Scisti orneblendici
Clorite	3. Scisti albitico-cloritici fino a scisti cloritico-albitici		5. Scisti cloritici
			6. Pirosseniti
			7. Serpentine
			8. Talcoscisti
			9. Oficalci

quattro componenti principali che, con i loro rispettivi rapporti quantitativi più ancora che con la variabilità dello sviluppo, caratterizzano i numerosi tipi riconoscibili al microscopio. La struttura è per lo più poichiloblastica e giustifica perciò (assieme alla composizione mineralogica) la denominazione di prasinite. Le analisi chimiche di sei termini di questo gruppo hanno dato i seguenti risultati:

	1	2	3	4	5	6
SiO_2	49.60	45.63	46.63	49.06	47.59	47.20
Al_2O_3	14.55	14.47	17.50	17.16	15.99	13.57
Fe_2O_3	4.39	1.75	6.24	6.14	4.38	5.33
FeO	5.93	7.64	4.22	3.98	5.25	8.11
MgO	6.92	7.21	5.11	5.51	7.70	7.48
MnO	0.15	0.14	0.20	0.12	0.14	0.15
CaO	9.61	7.97	10.35	8.40	11.43	7.81
Na_2O	3.25	4.26	3.91	4.78	1.45	3.85
K_2O	0.60	1.33	0.30	0.51	0.26	0.41
TiO_2	1.83	1.36	2.50	2.59	1.99	2.65
P_2O_5	0.02	0.01	0.28	0.00	0.16	0.02
H_2O+	1.90	4.45	1.84	2.15	2.70	3.79
H_2O-	0.07	0.00	0.00	0.05	0.02	0.06
CO_2	1.00	4.07	0.90	0.00	0.00	0.00
Somma	99.82	100.29	99.98	100.45	100.06	100.43

si	120.7	112.2	112.8	121.8	111.8	111.5
al	20.9	21.0	24.9	25.2	22.2	19
fm	45.6	45.7	38.7	40.2	45.4	52
c	25.1	21.0	26.8	22.3	28.8	19.5
alc	8.6	12.3	9.6	12.3	3.7	9.5
k	0.11	0.17	0.05	0.07	0.11	0.06
mg	0.55	0.58	0.48	0.51	0.59	0.51
ti	3.4	2.5	4.5	4.8	3.5	—

1. Scisto albitico-orneblendico-epidotico, chim. gabbrodioritico normale; Glacier, valle d'Ollomont; co_2 3.3. Anal. E. Diehl.

2. Scisto albitico-cloritico-epidotico, chim. gabbrodioritico normale; Larossa, valle d'Ollomont; co_2 13.7. Anal. E. Diehl.

3. Scisto ad albite-epidoto-orneblenda, chim. leucomiharaitico, parte al tetto, Glacier, valle d'Ollomont; co_2 3.0. Anal. E. Diehl.

4. Scisto ad albite, epidoto, clorite, chim. gabbrodioritico normale; Barlia, valle d'Ollomont. Anal. E. Diehl.

5. Scisto ad albite, clorite ed orneblenda, chim. miharaitico; parte basale, Glacier, valle d'Ollomont. Anal. E. Diehl.

6. Gneiss ad albite, clorite ed epidoto, chim. melagabbrodioritico, povero di *si*; Alpe l'Arpeyssaou, Comba di Verzignola, Valpelline. Anal. R. Masson.

La maggior diffusione è presentata dagli *scisti albitico-cloritici* fino a *scisti cloritico-albitici*, assieme a *scisti albitici* a *epidoto* e *clorite*; questi ultimi sono rappresentati da affioramenti particolarmente belli presso la cascata dietro Barlia. Qui e sulla Crou de Bleintse si trovano pure, in via subordinata, *rocce epidotico-albitiche* e *rocce epidotiche*, associate sulla Crou de Bleintse a *scisti ad albite, epidoto* e *anfibolo* che affiorano anche presso By (punto 2009). Pure grande importanza assumono scisti *albitico - anfibolici* e *anfibolico - albitici*, che raggiungono potenza maggiore in corrispondenza alla barra valliva fra Glacier e By. Tra Chermontane e il Col de Fenêtre in Svizzera, sulla Testa Bianca di By e sulla parte superiore della Gran Testa di By si trovano *scisti attinolitici*, che spesso danno luogo a forme *nefritiche*. Li troviamo particolarmente belli sotto Berio, a nord di Ollomont, ove si sviluppano alla periferia delle masse serpentinose.

Nella carta si tentò di porre in qualche modo in evidenza questa grande varietà, nel senso che la predominanza o la presenza di certi tipi furono indicate mediante dei segni speciali. Così gli *scisti albitico-orneblendici* vennero indicati con trattini rossi, gli *scisti albitico-cloritici* con trattini blu e gli *scisti albitico-epidotici* con puntini rossi sulla tinta di fondo verde chiara delle prasiniti. Le rocce sono verdi, giallo-verdi fino a grigio-verdi e il loro aspetto può essere a banchi massicci fino a scistoso e lenticolare, secondo la quantità di clorite. Piccoli letti ofiolitici nei calcescisti e letti di quarziti sericitiche nelle ofioliti furono posti in risalto rispettivamente con trattini verdi sul fondo celeste chiaro e con punti rossi sul fondo verde chiaro.

b) I termini ofiolitici ultrabasici.

A differenza dei termini « acidi » si trovano fra i tipi ofiolitici ultrabasici (pirosseniti, peridotiti, talcoscisti) delle rocce con relitti della tessitura e struttura mineralogica, che permettono di trarre deduzioni sicure sulle caratteristiche originarie di queste forme femiche e porne fuori discussione la natura intrusiva. Però ovunque appare evidente la tendenza predominante all'epimetamorfismo. Nella carta queste rocce vennero indicate con un colore verde scuro e le pirosseniti furono particolarmente distinte mediante punti rossi.

1. *Le pirosseniti* sono limitate a pochi affioramenti ad oriente dell'Alpe del Berio. Si tratta di lenti e di intercalazioni a forma di filone situate alla base del ricoprimento Dent Blanche, che alternano con serpentine. Esse si distiguono immediatamente da queste ultime per il loro aspetto grossolanamente lenticolare e per il loro contenuto in epidoto. Come minerale relitto si trova del diallagio, che è sempre più o meno serpentinizzato o uralitizzato.

2. *Le serpentine* sono rocce massicce fino a compatte, che sulle superfici fresche mostrano colore verde-scuro e sulle superfici alterate tinte verdi chiare fino a nere e bruno-rosse. In singoli casi furono trovati, assieme ad antigorite, crisotilo e magnetite, anche attinoto, diallagio, enstatite e olivina. Intensamente fratturate e facili a produrre una gran quantità di detriti, si innalzano le nude masse rocciose presso colle Cornet, lo Berio, sulla Gran Testa e Punta Garrone. Nei calcescisti esse formano normalmente solo delle grosse lenti e masse. Un'eccezione a questo tipo di giacitura la troviamo ad oriente dell'Alpe del Berio, presso q. 2026, e sulla parete del M. Berio verso colle Cornet, presso q. 2478. In queste località il gneiss di Arolla è attraversato in discordanza da serpentine sotto forma di filoni e letti. In confronto alla giacitura generale le rocce del ricoprimento Dent Blanche sono qui suddivise in singoli, maggiori pacchetti di scisti, fra i quali si è intrusa la serpentina.

c) Le rocce metamorfosate per contatto al margine delle masse ofiolitiche.

Ai margini delle maggiori masse ofiolitiche e particolarmente delle serpentine può essere osservato un bel metamorfismo di contatto, a carattere tanto esomorfo quanto endomorfo. Le zone di contatto sono per lo più potenti solo alcuni centimetri, ma però in certi punti raggiungono persino i due metri. Questo debole sviluppo può essere in parte imputabile a disturbi tettonici. Quali formazioni endomorfe si devono particolarmente ricordare gli scisti talcosi ed attinolitici, che accompagnano le serpentine sotto forma di zone periferiche. Marmi a grana grossa, marmi a silicati di calcio e rocce a silicati di calcio sono le formazioni del contatto esomorfo. Noi troviamo tracce del metamorfismo di contatto tanto nelle filladi calcarifere dei calcescisti quanto anche nelle dolomie del Trias. A questa categoria appartengono anche i calcescisti e i tipi milonitici fortemente albitizzati, nonchè gli gneiss glaucofanici ricchi di albite che si trovano tra le serpentine e gli gneiss del ricoprimento Dent Blanche. Quali prodotti di contatto esomorfo delle ofioliti sui calcari e le dolomie possono essere distinti in particolare, assieme ai marmi, i seguenti tipi:

Marmi a	proclorite	Rocce a epidoto
	orneblenda	Rocce a epidoto e vesuviana
	epidoto	Rocce a epidoto e diopside
	sericite	Rocce a epidoto e anfibolo
		Rocce a diopside
		Rocce a vesuviana

Di due rocce a epidoto e anfibolo furono eseguite le analisi chimiche; i valori esprimono calcari tipicamente argillosi (N. 7 e 8):

	7	8	9
SiO_2	38.16	37.37	72.90
Al_2O_3	19.02	15.41	14.42
Fe_2O_3	6.24	4.87	1.28
FeO	2.21	3.23	0.54
MgO	4.06	4.75	1.04
MnO	0.15	0.16	0.02
CaO	23.59	24.54	0.32
Na_2O	0.45	0.22	7.69
K_2O	0.35	0.72	0.72
TiO_2	0.62	1.57	0.34
H_2O^+	1.57	1.03	0.24
H_2O^-	0.03	0.05	00.0
CO_2	3.71	5.94	0.00
Somma	100.16	99.86	99.51

si	76.7	75.4	370
al	22.5	18.3	43.1
fm	25.6	27.4	15.2
c	50.7	53.0	1.7
alc	1.3	1.3	40.0
k	0.34	0.68	0.06
mg	0.47	0.52	0.50
co_2	10.2	16.4	—

7. Roccia a epidoto e anfibolo di color grigio-chiaro con covoni di attinoto. Minerali: epidoto, attinoto, calcite, feldispato subordinato, clorite. Struttura poichiloblastica, tessitura massiccia. Cap. d'Amianthe, C.A.I., valle d'Ollomont. Anal. E. Diehl.

8. Roccia a epidoto e anfibolo, di colore violetto verdiccio. Minerali: epidoto, attinoto (grigio-nero in grossi individui singoli come porfiroblasti). Accessori: calcite, clorite, feldispato, titanite. Struttura eteroblastica, tessitura massiccia. Cap. d'Amianthe, C.A.I., valle d'Ollomont. Anal. E. Diehl.

9. Gneiss glaucofanico, Alpe del Berio, valle d'Ollomont. Anal. E. Diehl.

I più bei fenomeni di contatto si trovano ad ovest di Rey, nel selvaggio solco torrentizio, e presso Barlia e Glacier, dove affiorano marmi candidi. Rocce a silicati di calcio, essenzialmente in rapporto con delle peridotiti, furono rinvenuti presso Berio, sul Colle di Valsorey e a sud della Capanna d'Amianthe del C. A. I. sulla Punta Ratti.

Naturalmente i prodotti di contatto delle ofioliti con le rocce della serie di Arolla s'incontrano più di rado nella valle d'Ollomont. Essi si trovano soltanto in due punti: colle Cornet e Alpe del Berio.

Anzitutto si trovano delle forme a grana straordinariamente fine, che si possono designare come rocce a diopside ed epidoto. Si deve lasciare aperta la questione se que-

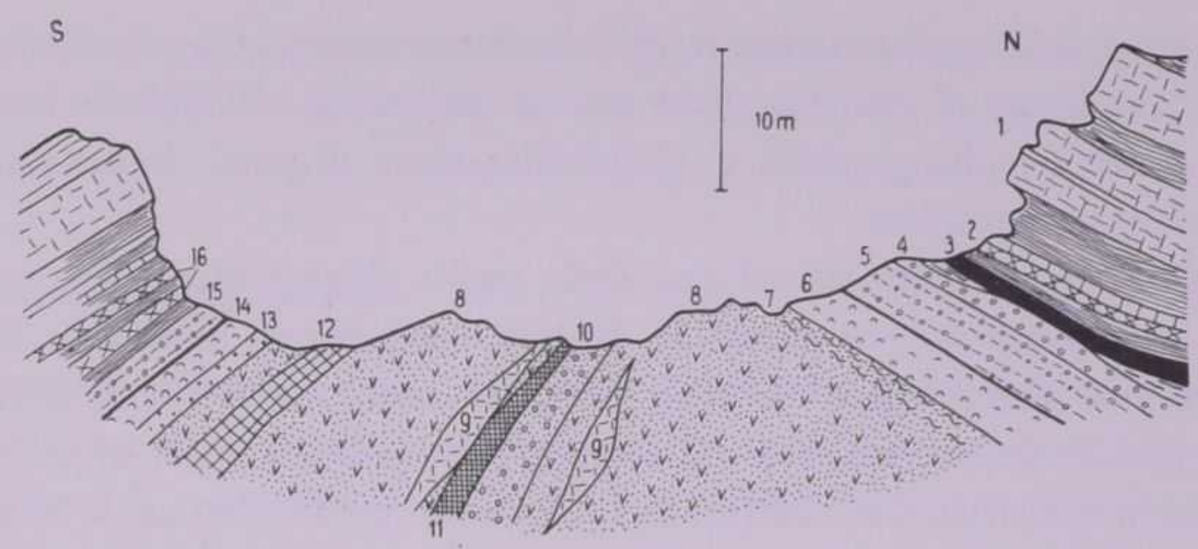


Fig. 3. - Profilo attraverso una massa di serpentina con aureola di contatto. Punta Ratti.

1 = calcescisti: filladi di vario tipo; 2 = scisti attinolitici; 3 = scisti a talco e attinoto; 4 = marmo a diopside; 5 = marmo a silicati di calcio; 6 = serpentina ad attinoto; 7 = serpentina fogliacea; 8 = serpentina massiccia; 9 = scisti attinolitici; 10 = serpentina granulare grigio-verde; 11 = roccia a vesuviana; 12 = roccia a diopside; 13 = lista di marmo ad attinoto; 14 = serpentino con attinoto; 15 = marmo a silicati di calcio; 16 = scisti attinolitici. L'inclinazione normale dei banchi rocciosi è verso Sud.

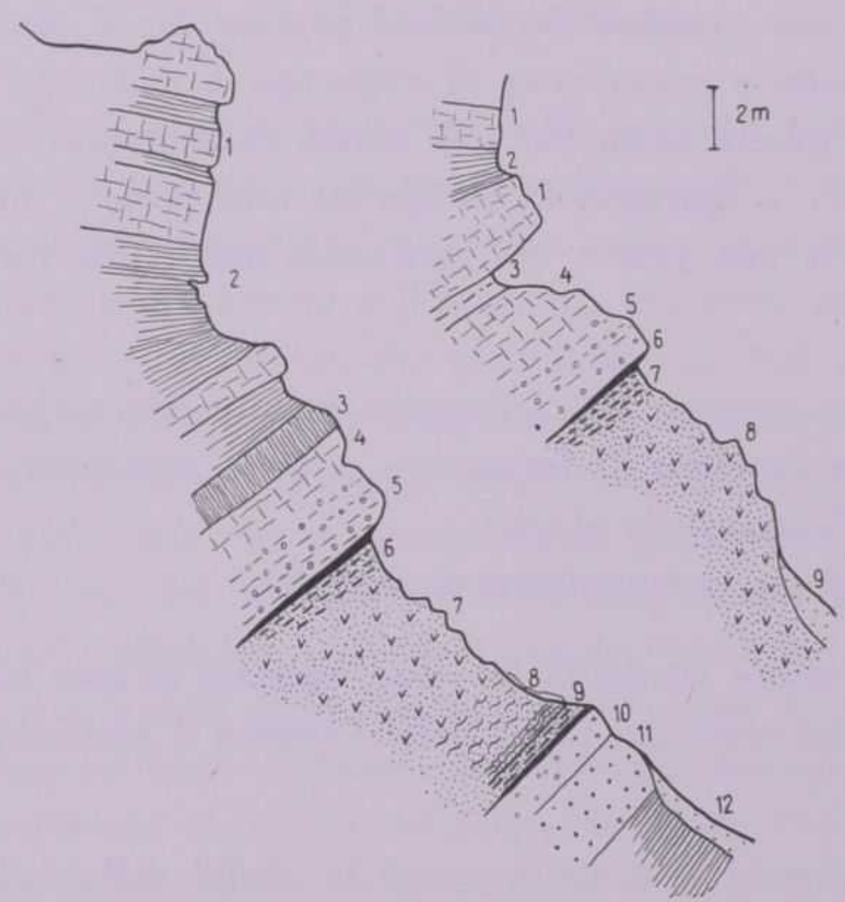


Fig. 4. - Profili attraverso una massa di serpentina con aureola di contatto; sotto il Colle di Valsorey.

1 = calcescisto massiccio in parte anche marmo a sericite e quarzo;
2 = filladi calcaree o arenaceo-argillose;
3 = marmo nero a grana grossa (milonite di calcescisto rigenerata);
4 = marmo a epidoto;
5 = marmo a epidoto e clorite;
6 = scisto attinolitico e serpentina ad attinoto;
7 = serpentina massiccia;
8 = serpentina fogliacea;
9 = serpentina ad attinoto;
10 = marmo bianco a epidoto;
11 = roccia epidotica, massiccia, nera;
12 = coltre detritica.

1 = calcescisti massicci;
2 = filladi argillose, scistose;
3 = materiale giallo, fortemente lisciviato, poroso, ricco di sericite;
4 = marmo ricco di quarzo, alterato;
5 = marmo a epidoto e proclorite;
6 = marmo a epidoto;
7 = scisti attinolitici e serpentina attinolitica;
8 = serpentina massiccia;
9 = detrito.

ste formazioni considerate strettamente debbano essere interpretate come autentici derivati del metamorfismo di contatto; forse queste formazioni dovrebbero invece essere considerate come semplici prodotti di ricristallizzazione di parti rimpastate tettonicamente di gneiss e serpentine.

Ben diversi sono i rapporti nel caso dello gneiss glaucofanico, che senza dubbio appartiene alle formazioni più splendide. In una massa bianca saccaroide di quarzo e albite si trovano piccoli aghetti azzurro - nerastri lunghi fino a 4 mm. di glaucofane, aggregati a covone. In sezione sottile si accompagnano ad esso anche un po' di epidoto, biotite, attinoto e sericite. La struttura è chiaramente porfiroblastica, la tessitura massiccia fino a scistosa per cristallizzazione.

Lo studio chimico di questa roccia ha fornito i dati dell'analisi 9. In essa colpisce l'alto tenore del *Na*, che è estraneo allo gneiss di Arolla. Per i più diversi termini della serie di Arolla è caratteristico un valore di *k* che oscilla fra 0.3 e 0.45. Senza dubbio ha dunque avuto luogo un apporto di *Na*, forse in particolare soltanto uno scambio di alcali (aureola di contatto sodica).

d) Le oficalci.

Tra le oficalci sono comprese formazioni rocciose che si distinguono per la loro intima compenetrazione e mescolanza di serpentina e materiale carbonato. Lo studio microscopico di queste rocce (in una massa granoblastica di carbonato si trovano singole laminette o aggregati di antigorite) non porta a nessuna concordanza di conclusioni circa la loro genesi. Ad ogni modo sembra che fra i 4 casi possibili in via di principio:

1. infiltrazione acquosa del serpentino nella roccia carbonata;
2. mescolanza tettonica di serpentino e roccia carbonata;
3. origine tuffogena delle oficalci;
4. prodotto di un metamorfismo di contatto;

ai primi due possa essere attribuita la verosimiglianza di gran lunga maggiore. Queste oficalci furono rinvenute nei pressi della Capanna d'Amianthe del C.A.I. e sulla Punta Ratti.

Tutti questi fenomeni di contatto presso le ofioliti della valle d'Ollomont rivelano un'intrusione delle rocce basiche. Nulla parla a favore di tufi od effusioni. Difficile è risolvere il problema relativo all'ordine di successione e all'età di queste rocce. Gli scisti verdi della valle d'Ollomont s'inseriscono senza difficoltà in una grande unità chimico-petrografica, che si estende attraverso l'intera zona penninica delle Alpi Occidentali e Orientali. Il carattere chimico rimane tipicamente pacifico, con leggeri accenni ad associazioni rocciose di tipo atlantico. L'intrusione delle ofioliti sembra essere stata sintettonica nel senso di SUESS, eventualmente anche tardo - tettonica (albitizzazione delle miloniti, fenomeni di contatto con gli gneiss di Arolla), con una successione cronologica gabbrodioritica fino a pirossenitica peridotitica. Non si può tuttavia stabilire una regola generale circa i rapporti e la giacitura dei singoli tipi.

Nel tratto mesozoico di Roisan furono pure trovati alcuni affioramenti isolati di rocce verdi, che per lo più corrispondono largamente ai tipi gabbroidi della zona del Combin. I termini finali basici non sono però qui presenti.

e) I giacimenti a solfuri.

I giacimenti a solfuri della valle d'Ollomont sono formazioni idrotermali di pirite, calcopirite e bornite subordinata, con ganga quarzosa e tormalina accessoria. Le principali zone di mineralizzazione si trovano al contatto fra le ofioliti e i calcescisti, con rigorosa concordanza fra le liste mineralizzate e i banchi rocciosi. I rapporti di giacitura indicano piuttosto una formazione pressapoco contemporanea all'intrusione delle masse basiche che non una semplice alternanza tettonica. Nella carta vennero indicate le entrate delle gallerie delle vecchie miniere nonchè i fabbricati relativi.

LE ROCCE DEL RICOPRIMENTO DENT BLANCHE

I. LA SERIE DI AROLLA.

La serie di Arolla, il tetto dei calcescisti della zona del Combin, è costituita da un potente complesso in prevalenza di rocce eruttive acide. I paraderivati, che compaiono sotto forma di zolle assorbite, presentano solo uno sviluppo subordinato. Le rocce primarie di contatto e i terreni dell'originaria copertura non sono più presenti, fatta forse eccezione per il M. Dolin. Per questo motivo l'età del granito non può più essere stabilita in modo sicuro. Il limite verso i calcescisti, che si può osservare molto bene nella valle d'Ollomont, riveste dappertutto il carattere di una netta superficie di scorrimento, senza che in nessun luogo possa essere constatato un passaggio litologico. Alla base del ricoprimento Dent Blanche non si trova mai del Trias differenziato. Mentre i calcescisti argillosi e calcarei rimangono in complesso inalterati fino al contatto con la serie di Arolla, invece gli gneiss di Arolla, che seguono sopra di essi, variano su breve distanza. Comunemente troviamo presso il contatto una formazione fortemente disturbata del gneiss di Arolla (Col de Fenêtre, Piano di Breuil), sopra la quale seguono delle rocce con belle pieghettature, che raggiungono il loro migliore sviluppo a una distanza di 10 - 20 metri dal contatto. Col diminuire delle pieghettature queste rocce fanno di nuovo passaggio al gneiss di Arolla normale.

Nessun argomento parla contro il carattere « orto » di queste rocce, che formano la base del ricoprimento Dent Blanche; la loro scistosità è condizionata dalla tettonica e scompare in proporzione crescente verso i graniti massicci del M .Morion. In diversi luoghi si possono osservare disturbi di giacitura negli gneiss di Arolla, con ripetuti scagliamenti con i calcescisti e raddrizzamento di singoli pacchetti rocciosi (Alpe del Berio, Valpelline). Lungo i limiti di questi pacchetti della base disturbata degli gneiss incontriamo spesso delle serpentine, le quali suscitano l'impressione che qui siano penetrate delle masse eruttive basiche di età mesozoica.

Manca completamente qualsiasi traccia di passaggi litologici tra i calcescisti e la serie di Arolla. I porfidi, che NOVARESE ha rilevato presso Aosta alla base del ricoprimento Dent Blanche, sembrano piuttosto corrispondere, secondo la descrizione di SANERO, a normali gneiss di Arolla del ricoprimento M. Mary.

La variazione delle rocce eruttive della serie di Arolla presenta la successione normale di un complesso litologico di tipo pacifico. Mancano però nel territorio da noi studiato le rocce ultrabasiche, le peridotiti e i gabbri ad olivina che si trovano per esempio al M. Collon; invece sono alquanto diffuse le dioriti, quali termini di passaggio ai graniti acidi. Apliti, appartenenti al seguito filoniano del granito, si trovano un po' dappertutto; meno frequenti sono i lamprofiri. Mediante lo studio dei rapporti di contatto tra le dioriti e i gabbri da una parte e i graniti dall'altra risulta chiaro che le rocce basiche, intensamente venate dalle apliti, hanno preceduto nel consolidamento il granito, del quale rappresentano i precursori basici meno differenziati.

In conseguenza della dislocazione quasi tutte le rocce della serie di Arolla furono colpite da un epimetamorfismo con intensa trasformazione dei minerali. Nei diversi stadî di metamorfismo si trovano delle rocce che presentano ancora tessitura massiccia, le quali sono le più vicine alle originarie rocce eruttive e si possono tuttora riconoscere come tali. Si tratta però di affioramenti limitati, che compaiono sotto forma di lenti relitte, sfuggite alla laminazione e intercalate in seno ai diffusissimi gneiss.

Non si osservano mai fenomeni di iniezione e di contatto fra graniti di età notevolmente diversa o di graniti verso i normali gneiss di Arolla, ma bensì tutti i gradi della trasformazione metamorfica dalle parti granitiche massicce alle forme gneissiche. I diversi tipi degli gneiss possono essere tutti facilmente riferiti alle corrispondenti varietà delle rocce eruttive massicce.

La direzione degli gneiss è all'incirca SW - NE e si mantiene molto costante, eccezion fatta per modeste deviazioni locali. Su ambedue i fianchi della Valpelline le rocce inclinano verso il fondovalle e tanto più fortemente quanto più si avvicinano ad esso.

La serie di Arolla del ricoprimento Dent Blanche *s.s.* mostra tanto nella composizione mineralogica quanto nella facies metamorfica una maggiore varietà che non quella del M. Mary. Le rocce poco deformate mancano o sono scarse nel ricoprimento M. Mary. In generale anche i gneiss acidi sono più diffusi in essa che non nella serie di Arolla dell'unità inferiore. Rocce basiche e paraderivati assorbiti compaiono in ambedue i complessi. In base alle ricerche compiute fin'ora, sembra pertanto verosimile che le serie di ortorocce dei due ricoprimenti rappresentino essenzialmente una formazione unitaria epimetamorfica di rocce eruttive acide a giacitura sempre concordante e di grande uniformità. Pare quindi fondata l'ipotesi che si tratti di due serie separate in conseguenza di fenomeni tettonici ma tuttavia costituenti dal punto di vista genetico un'unità. L'epimetamorfismo condiziona un'intensa trasformazione dei minerali, che è molto tipica per la serie di Arolla. Perciò verranno trattati dapprima i minerali e le loro modificazioni, dopo di che saranno brevemente descritte le combinazioni mineralogiche, le strutture e le tessiture dei singoli tipi petrografici.

1. I MINERALI DELLA SERIE DI AROLLA

Il *quarzo* presenta nelle rocce massicce tutti i caratteri della deformazione meccanica. Negli gneiss con movimento differenziale esso viene frantumato e compare sotto forma di *Mörtel-* e *Sandquarz*. Nelle rocce più intensamente rimaneggiate esso costituisce, assieme all'albite, un tessuto di fondo uniforme, granoblastico.

Come *feldispato alcalino* venne sempre osservato il microclino, con graticcio per lo più bello. Nei graniti del M. Morion esso può formare degli individui lunghi fino a 4 cm. Esso offre forte resistenza agli influssi meccanici e perciò rappresenta in certi gneiss l'unico minerale porfiroclastico. Quale modificazione si riconosce nel microclino un'albitizzazione straordinariamente forte.

Venne determinato il tenore in alcali di due individui tolti a graniti, e in base ai valori così ottenuti furono calcolate le seguenti proporzioni del feldispato alcalino rispetto all'albite:

	Microclino	*Albite*
	Percentuale molecolare	
Individuo tolto a un granito del M. Morion, Valpelline	27.2 %	72.8 %
Individuo tolto a un granito del Roc Noir, Vallese	64.7 %	35.3 %

Ricerche microscopiche sulle lamelle di sfaldatura rivelarono che la grande differenza nel tenore di albite deve essere essenzialmente attribuita al diverso grado di albitizzazione.

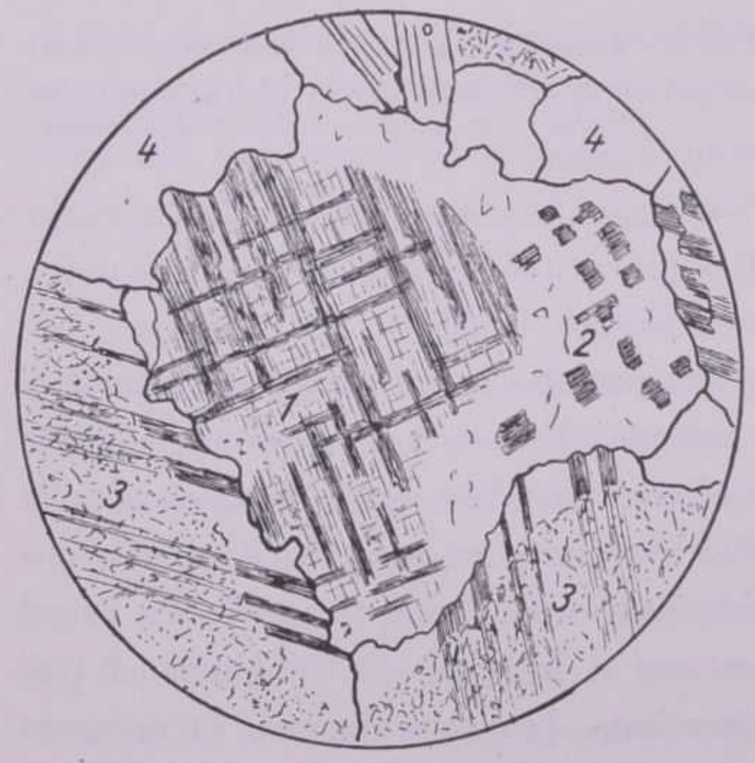


Fig. 5. - Microclino fortemente albitizzato in un granito massiccio.

1 = microclino; 2 = albite geminata secondo la legge dell'albite; 3 = plagioclasio alterato con bordi di albite pura; 4 = quarzo.

Fig. 6. - Orneblenda epidotizzata in un granito massiccio.

1 = orneblenda; 2 = epidoto; 3 = plagioclasio alterato.

Il *plagioclasio* non presenta quasi mai la sua composizione originaria. Il massimo contenuto di anortite, che nei graniti fu misurato in pochi individui, ammonta al 26 %; nelle dioriti al 29 %. Non è tuttavia certo che si tratti del contenuto primario di anortite. La trasformazione del plagioclasio ha per conseguenza la neoformazione di sericite e zoisite. In tutte le rocce (eccettuate le apliti), l'immagine della sezione è completamente dominata dalla trasformazione dei plagioclasi, che viene interpretata come alterazione superficiale. Questa intensa trasformazione, che è molto progredita anche nelle rocce massicce, rende impossibile una rigorosa classificazione delle rocce secondo la loro costituzione mineralogica e particolarmente secondo il rapporto dei feldispati. Negli gneiss noi troviamo il plagioclasio in piccoli granuli costituiti da albite pura, geminata secondo la legge dell'albite.

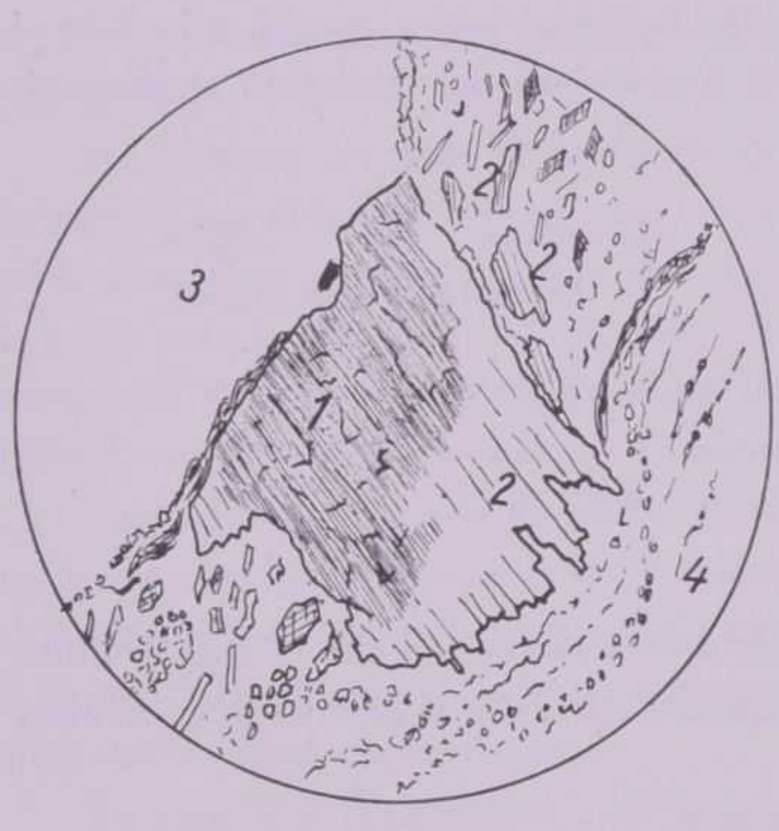


Fig. 7. - Orneblenda scolorata e trasformata alla periferia in attinoto con orlo sbriciolantesi, in gneiss lenticolari.

1 = orneblenda verde primaria; 2 = orneblenda attinolitica scolorata; 3 = quarzo; 4 = pasta granoblastica di quarzo e albite.

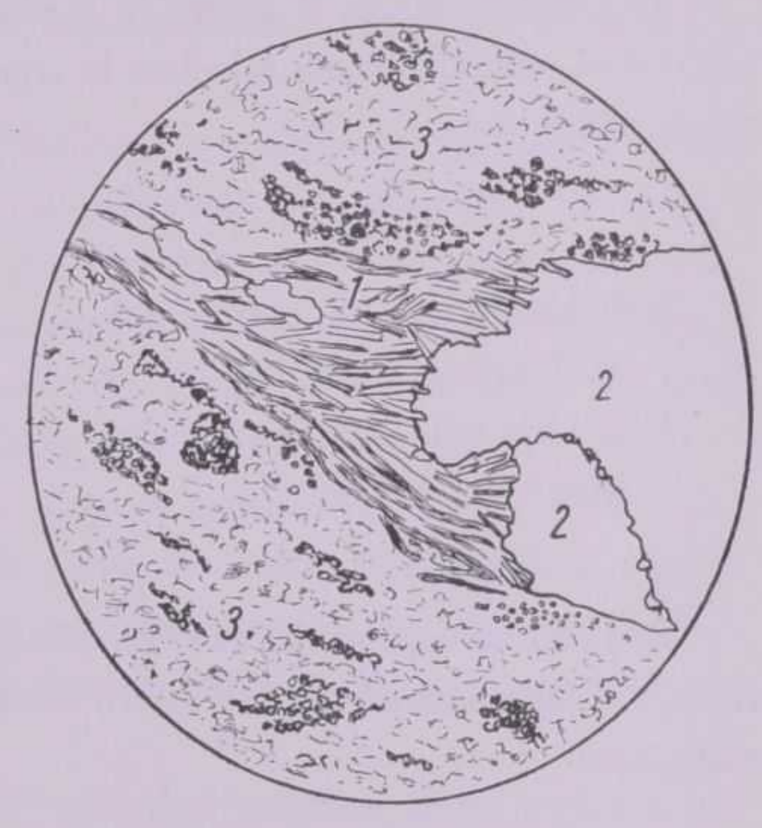


Fig. 8. - Formazione di attinoto nelle ombre di pressione del quarzo, in gneiss leggermente lenticolari con « massa di fondo feldispatica » alterata.

1 = attinoto; 2 = quarzo; 3 = plagioclasio alterato.

Orneblenda. Gli individui di orneblenda, che possono essere considerati come segregatisi direttamente dal magma, presentano sempre gli stessi caratteri di una comune orneblenda verde, così nei graniti, negli inclusi basici e nei lamprofiri, come pure nelle dioriti. Sono frequenti geminati secondo (100). L'attinoto rappresenta il più abbondante prodotto di trasformazione; però l'epidotizzazione, che spesso colpisce interi individui, è quasi altrettanto diffusa. Lungo fratture e superfici di sfaldatura si può inoltre osservare in via subordinata una cloritizzazione, la quale aumenta in presenza di calcite, quindi verosimilmente sotto l'influsso di acque contenenti anidride carbonica.

Nei paraderivati riassorbiti troviamo un'orneblenda bruna, che presenta le medesime caratteristiche di trasformazione osservate nell'orneblenda verde delle rocce eruttive. L'anfibolo degli gneiss è un termine del gruppo dell'attinoto.

Biotite è presente in belle lamine idiomorfe con pleocroismo bruno scuro fino a bruno chiaro. Quali inclusi vennero osservati soprattutto apatite e zircone, attorno ai quali sono presenti rare aureole pleocroiche. Trasformazioni chimiche non mancano quasi mai e possono avere corso completo anche nelle rocce massicce. La trasformazione incomincia con la genesi di un tessuto sagenitico, alla quale può seguire uno scoloramento, che progredisce fino alla baueritizzazione. Altre trasformazioni sono la cloritizzazione e la sericitizzazione. Negli gneiss la biotite bruna, primaria, non è ormai più presente.

Come accessori primarî delle rocce di Arolla compaiono: *apatite*, *zircone*, *ortite*, *titanite* e *minerali di ferro*.

I minerali secondari sono: *albite*, *muscovite - sericite*, *zoisite - epidoto*, *clorite*, *attinoto* e *limonite*. Le caratteristiche di questi minerali vennero già ricordate, cosicchè si dovrà soltanto accennare alla loro intensa ricristallizzazione negli gneiss. Le fini lamelline sericitiche dei feldispati formano negli gneiss scagliette muscovitiche disposte in letti, mentre la zoisite ricristallizza sotto forma di epidoto e si dispone essa pure in questi letti. Nelle rocce povere di calce e ricche di microclino la mica è molto spesso rappresentata da *fengite* verde pallida con debole pleocroismo, la quale tuttavia colora esteriormente la roccia di una tinta verde intensa.

2. LE ROCCE DELLA SERIE DI AROLLA

a) Le rocce massicce.

I *graniti* presentano la massima diffusione fra le rocce massicce. Essi si sviluppano particolarmente bene sulle pareti dentate del M. Morion. Inoltre noi li troviamo a sud-ovest del M. Cervo e sul M. Faroma. Si tratta per lo più di graniti anfibolici, che Jurine distinse con il nome di arkesine. Nelle parti massicce del M. Morion furono distinte particolarmente varietà porfiriche e varietà biotitiche, e la loro distribuzione approssimativa venne indicata sulla carta rispettivamente con croci blù e con punti blù sul fondo rosso scuro del granito. Il quarzo è molto abbondante, rappresentato da granuli grandi, chiari e spesso frantumati. I feldispati quali individui singoli sono dati soltanto da inclusi di microclino, lunghi fino a 4 cm.

In generale i feldispati formano una massa bluastra o grigio - verdastra, senza che in nessun punto si possa riconoscere un luccicare di superfici di sfaldatura. L'orneblenda è presente in numerosi individui steliformi, ad abito prismatico, lunghi fino a 1 cm. La quantità di biotite è fortemente variabile. Questo minerale lascia riconoscere già ad occhio nudo processi di trasformazione. L'orneblenda presenta sempre un'importanza relativamente notevole in quelle rocce che sulla carta vennero designate come graniti biotitici. Nei tipi porfirici si può osservare anche una tessitura fluidale, determinata da un orientamento subparallelo degli individui di feldispato.

Col diminuire dei due componenti scuri (tanto biotite quanto orneblenda) si giunge alle varietà chiare, acide del granito, che raggiungono una così ampia distribuzione nel M. Mary. In queste rocce la muscovite può formare degli individui anche grandi. Molto spesso questi graniti sono attraversati da zone gneissiche fortemente deformate, che però non vennero tenute distinte.

Al microscopio si aggiungono ai componenti essenziali del granito (quarzo, feldispato, orneblenda e biotite) anche sericite e zoisite e come accessori apatite, ortite, albite di neoformazione, epidoto, clorite e attinoto.

Fra queste rocce si trovano anche originarie *granodioriti* e *dioriti* quarzifere, che però non si possono più riconoscere come tali in conseguenza della intensa trasformazione mineralogica subìta. In questo caso la classificazione chimica assume perciò un significato particolare. Le tre analisi 10, 11 e 12 mostrano il chimismo di queste rocce.

Inclusi basici ricchi di orneblenda furono osservati frequentemente nei graniti e in particolare più spesso nei graniti biotitici che non in quelli orneblendici. Il loro diametro massimo misura circa 40 cm. Nei graniti fluidali essi presentano una distinta forma a goccia. Si tratta di dioriti quarzifere ricche di orneblenda fino a dioriti.

	10	11	12	13
SiO_2	65.64	62.71	60.07	49.03
Al_2O_3	12.73	17.24	16.72	17.10
Fe_2O_3	4.29	2.22	2.08	3.53
FeO	2.39	3.39	3.73	4.82
MgO	1.69	1.38	1.80	9.39
MnO	0.12	0.08	0.12	0.08
CaO	3.38	4.05	5.40	7.97
Na_2O	3.01	3.86	3.55	2.11
K_2O	4.16	2.85	2.14	2.06
TiO_2	0.69	0.91	0.96	0.73
P_2O_5	0.28	0.12	0.13	0.02
H_2O^+	1.19	1.18	1.65	2.99
H_2O^-	0.07	0.10	0.09	0.07
Somma	99.64	100.09	98.44	99.90
si	266	236	215	115
al	30.5	38	35.5	23.5
fm	32.0	25	27	48.5
c	14.5	16	20.5	20
alc	23	21	17	8
k	0.48	0.33	0.29	0.39
mg	0.32	0.31	0.36	0.68

10. Granito con grandi individui di microclino. Chimismo granitico, M. Morion, Valpelline. Anal. A. Stutz.

11. Granito con individui di microclino, più povero di biotite del N. 10. Chimismo farsunditico. M. Morion, parete nord, Valpelline. Anal. A. Stutz.

12. Varietà molto ricca di orneblenda del granito della Dent Blanche. Chimismo dioritico quarzifero. Comba di Faudery, Valpelline. Anal. prof. J. Jakob.

13. Diorite, molto ricca di orneblenda. Chimismo gabbrico normale. Comba della Sassa, Valpelline. Anal. A. Stutz.

Al *seguito filoniano* del granito si trovano apliti e lamprofiri. I componenti essenziali delle apliti sono quarzo, pertite a microclino e plagioclasio acido, a cui si accompagna come componente subordinato scuro la biotite in piccole scagliette. Unico elemento accessorio l'apatite. La trasformazione dei feldispati nelle apliti è debole, come si osserva per lo più nelle rocce molto acide. Al contrario i lamprofiri presentano di nuovo feldispati completamente trasformati. Quale minerale scuro compare in essi soprattutto orneblenda assieme a sporadica biotite. Il quarzo può diventare un componente subordinato. Sono presenti, come accessori, apatite e titanite. La presenza di apliti e lamprofiri venne indicata in certi casi mediante le lettere *A* rispett. *L*.

Zolle incluse e *assorbite*, che sono comprese nel granito, possono essere qui parimenti ricordate. Esse formano per lo più lenti stirate, lunghe fino a 7 m. e larghe fino a 2 m. Nella Comba di Faudery costituiscono una potente massa, che potè essere particolarmente distinta sulla carta con una tinta verde oliva chiara. Le rocce hanno grana assai fine, quasi compatta, e colore grigio fino a nero. A causa della cristallizzazione in gruppi dell'orneblenda, esse presentano spesso un aspetto macchiettato. Solo raramente venne osservata una debole tessitura a letti. I margini di queste parti incluse mostrano intensi sfogliamenti, sfrangiature e dissoluzioni. Presso il contatto, il granito circostante presenta una facies aplitica minuta e penetra di qui, mediante sottili vene aplitiche, nelle zolle incluse, dando luogo a belle rocce d'iniezione, nelle quali si trova sporadicamente del granato.

Coll'aiuto del microscopio si possono riconoscere fra queste rocce due tipi mineralogicamente diversi:

1. Anfibolite.
2. Scisto feldispatico a biotite e orneblenda.

Il primo tipo è assai più diffuso. Ad occhio nudo si assomigliano molto, a causa della finezza della grana.

La tessitura della roccia è scistosa per cristallizzazione fino a massiccia, la struttura granoblastica fino a xenoblastica. Molto spesso vennero osservate delle evidenti strutture di contatto, che accennano al carattere « para » di queste rocce; malgrado ciò la natura di certe anfiboliti non è sicura.

Anche gli ortogneiss del ricoprimento M. Mary contengono in certi punti lenti e banchi di anfiboliti di dimensioni variabili, che all'interno sono relativamente massicce e soltanto alla periferia presentano evidenti iniezioni. Queste rocce furono distinte sulla carta con un colore verde oliva chiaro. La loro interpretazione è molto difficile, potendo trattarsi tanto di ortoanfiboliti quanto di paraderivati. Vennero trovate con certezza zolle del tetto originario del granito. Si tratta di rocce attinolitiche, di micascisti a due miche con granato e di gneiss a due miche. Gli affioramenti sono per lo più così piccoli, che non vennero riportati sulla carta.

Le *dioriti orneblendiche* costituiscono un ulteriore tipo di rocce massicce. Esse raggiungono la loro massima diffusione a destra della Comba della Sassa. Sono rocce massicce nere, grigio-nere fino a nero-verdastre, a seconda della quantità di orneblenda e della freschezza dei feldispati. Nella carta le dioriti furono segnate con un fitto reticolo rosso su fondo giallo-marron.

Esse si distinguono dai graniti, tanto ad occhio nudo quanto al microscopio, per la maggior quantità di orneblenda e per l'assenza del quarzo. Di solito il tenore in anortite dei plagioclasi non può più essere determinato a causa della profonda saussuritizzazione, che ha cancellato anche i contorni dei singoli individui. I gabbri del M. Collon costituiscono un'eccezione per quanto riguarda la profonda trasformazione dei plagioclasi. I componenti fondamentali sono orneblenda e plagioclasio (massimo contenuto in *An* misurato = 30 %). Quali componenti accessori furono osservati quarzo, apatite, titanite e minerali metallici. La struttura è xenomorfa, la tessitura sempre massiccia.

Tra queste rocce si trovano eventualmente anche dei gabbri, che però al microscopio non possono essere riconosciuti in modo univoco come tali. Così l'analisi chimica di una roccia basica, che al microscopio fu classificata come diorite, rivela un chimismo gabbrico normale. (Anal. N. 13).

b) I gneiss lenticolari e le dioriti scistose.

Queste rocce formano un orlo più o meno largo attorno alle dioriti e ai graniti massicci. La loro composizione mineralogica non differisce sostanzialmente da quella delle rocce massicce. Le trasformazioni generali, che già ivi determinano in alto grado l'aspetto microscopico, sono qui ancora ulteriormente progredite. Tracce del movimento differenziale sono riconoscibili molto bene in queste rocce già ad occhio nudo. Il quarzo forma negli gneiss dei bei porfiroblasti, che spesso giacciono in un fuso stirato di quarzo arenaceo (*Sandquarz*). Sono pure presenti ancora in grossi individui il microclino e l'orneblenda, nella quale gli orli attinolitici decolorati vennero infranti. Per via di questi porfiroblasti e dei fusi caudati di quarzo, le rocce assumono un aspetto ondulato, a fiamma. Nella massa di fondo dei plagioclasi alterati si osservano spesso dei punti nei quali l'albite è ricristallizzata in una pasta minuta, granoblastica. La struttura è lepidoblastica, la tessitura lenticolare fino a scistosa. Nella carta queste rocce furono distinte dai tipi massicci mediante delle tinte più chiare. L'analisi di uno gneiss lenticolare è rappresentata dal N. 14.

c) I gneiss e gli scisti.

Negli gneiss e negli scisti la trasformazione dei minerali primari si è verificata completamente. Essi si distinguono in modo caratteristico, per via della tessitura e della intensa ricristallizzazione che hanno subìto tutti i minerali secondari, dagli gneiss lenticolari e dalle dioriti scistose, da cui a mano a mano derivano. Questa ricristallizzazione si manifesta distintamente anche nelle miloniti verso la serie di Valpelline, che si presentano tutte sotto forma di blastomiloniti, mostrando peraltro la stessa variabilità mineralogica degli gneiss e degli scisti.

I *gneiss di Arolla*, rappresentando i prodotti scistosi del granito, costituiscono la parte di gran lunga maggiore della serie di Arolla. Nella carta essi vennero indicati con varie gradazioni del rosa. Si tratta di scisti albitico - sericitici ricristallizzati, nettamente scistosi, con epidoto, clorite e attinoto quali componenti scuri. In base

ai loro variabili rapporti quantitativi si può stabilire una suddivisione in alcuni tipi. Le differenze fra questi tipi non sono pertanto mai molto grandi e sul terreno essi fanno di solito passaggio fra di loro lentamente e con tutte le transizioni. Si tratta di una tipica serie uniforme di graniti epimetamorfici. Si possono osservare tutti gli stadî intermedi della scistosità e del metamorfismo passando dai graniti agli gneiss attraverso gli gneiss lenticolari.

I componenti essenziali degli gneiss sono: quarzo, albite, microclino, muscovite, zoisite, epidoto, attinoto e clorite; i quattro ultimi minerali possono presentarsi anche solo come componenti subordinati. Quali accessori si hanno apatite, zircone, titanite, calcite, pirite, limonite, rutilo e leucoxeno.

Quarzo e albite formano una pasta granoblastica, con buon orientamento del quarzo. Fra questi componenti chiari si trovano muscovite (in parte come fengite verde), epidoto, clorite e attinoto disposti in letti o in filari, mediante i quali si origina la tipica tessitura scistosa. La struttura è granoblastica fino a lepidoblastica, la tessitura scistosa fino a scistosa per cristallizzazione.

Considerando i diversi tipi di gneiss, si giunge a riconoscere che sono presenti quasi tutte le combinazioni mineralogiche possibili. I tipi fondamentali sono: *gneiss sericitici*, *gneiss albitico-sericitico-epidotici*, *gneiss albitico-sericitico-cloritici*, *gneiss albitico-sericitico-attinolitici* e *gneiss* a *feldispato alcalino* e *fengite*.

I *gneiss* a *feldispato alcalino* e *fengite* vennero distinti particolarmente fra gli gneiss di Arolla acidi mediante un tratteggio blù. Si tratta di rocce che si riconoscono già bene sul terreno, oltrechè per la netta scistosità, per la presenza di una mica verde e di porfiroclasti di microclino e albite. Nel territorio rilevato essi furono incontrati a sud ovest di Berrié. Essi raggiungono poi ampia diffusione nella Comba d'Orène verso il Col Collon. Si tratta di derivati epimetamorfici di un granito molto chiaro (Analisi N. 15). Nel ricoprimento M. Mary gli ortogneiss presentano parimenti la massima diffusione. In confronto agli gneiss del ricoprimento Dent Blanche *s.s.*, essi sono più ricchi di sericite e più poveri di clorite, epidoto e attinoto. Sulla carta venne indicata la distribuzione di *gneiss particolarmente ricchi di quarzo* mediante una tinta rosa con punti rossi.

Tra gli gneiss di Arolla furono distinte le *blastomiloniti*, quale ulteriore e ultima unità. La presenza di queste rocce è ristretta quasi esclusivamente ai limiti verso la serie di Valpelline. Per lo più gli gneiss rimangono invariati fino al contatto. Solo in alcuni punti compaiono degli gneiss fortemente deformati al massimo per 5 metri e comunemente per 1 - 2 metri prima del contatto. Al microscopio si può tuttavia osservare anche qui un'intensa cristalloblastesi. A queste rocce appartiene anche una parte della serie di Bertol di Argand. Le rocce in discorso presentano una diffusione molto maggiore nel ricoprimento M. Mary quale unità inferiore.

Gli *scisti cloritici* e gli *gneiss cloritici*, i cui affioramenti vennero raffigurati sulla carta con un colore carnicino, rappresentano in parte le dioriti completamente metamorfiche e scistose. A questi tipi appartengono tuttavia anche derivati metamorfici di ornebleniditi, che possono però essere riconosciuti come tali solo in pochi punti, là dove la costituzione mineralogica originaria è parzialmente conservata in forma relitta, come per esempio all'entrata della Comba della Sassa. Gli scisti cloritici sono per lo più rocce verdi uniformi, che nel loro aspetto si accostano molto alle ofioliti recenti. In diverse

località si può riconoscere ancora molto bene l'iniezione mediante apliti della serie di Arolla, cosicchè l'interpretazione di queste rocce quali ortoscisti basici antichi è fondata sui loro legami, come pure sul loro chimismo.

Mentre gli gneiss si possono riconoscere in modo univoco quali graniti metamorfici e scistosi, il riferimento degli scisti cloritici alle rocce massicce corrispondenti offre spesso delle difficoltà. In sè potrebbero derivare tanto da pararocce quanto anche da dioriti. Quando affiorano in grandi masse, la loro origine da dioriti può essere constatata in base alla presenza di piccole parti relitte rimaste tuttora conservate.

Le due analisi N. 16 e 17 indicano il chimismo di queste rocce.

	14	15	16	17
SiO_2	65.51	70.20	56.21	54.61
Al_2O_3	15.82	14.60	16.63	19.25
Fe_2O_3	1.84	1.57	3.28	2.22
FeO	2.49	1.66	4.80	6.06
MgO	1.49	0.67	3.56	1.27
MnO	0.13	0.05	0.16	0.08
CaO	3.00	0.74	5.44	6.64
Na_2O	4.06	4.24	3.64	4.75
K_2O	2.83	4.29	1.83	1.17
TiO_2	1.23	0.25	1.46	1.63
P_2O_5	0.02	0.00	0.02	0.03
H_2O^+	1.40	1.64	2.67	2.35
H_2O^-	0.06	0.00	0.07	0.04
Somma	99.88	99.91	99.77	100.10
si	271	354	175	168
al	38.5	43.5	30.5	35
fm	24	18	37	26.5
c	13.5	4	18	22
alc	24	34.5	14.5	16.5
k	0.31	0.40	0.25	0.14
mg	0.38	0.28	0.44	0.22

N. 14. Gneiss sericitico-epidotico lenticolare. Chimismo farsunditico. M. Morion, Valpelline. Anal. A. Stutz.

N. 15. Gneiss a feldispato alcalino e fengite. Chimismo di granito engadinitico. Lungo il torrente sotto Berrié, Valpelline. Anal. Stutz.

N. 16. Gneiss albitico-cloritico. Chimismo dioritico normale. Comba Crête Sèche, Valpelline. Anal. A. Stutz.

N. 17. Scisto saussuritico-cloritico, diorite metamorfica e scistosa della serie di Arolla. Chimismo dioritico normale. SW Colle Vameà, quota 2527, limite verso la serie di Valpelline. Anal. R. Masson.

II. LA SERIE DI VALPELLINE

Nel ricoprimento Dent Blanche, di fronte alle ortorocce in gran parte epimetamorfiche della serie di Arolla, sta una serie sedimentaria catametamorfica, che forma il vero e proprio nucleo della Valpelline e che perciò venne designata come serie di Valpelline. Sul terreno la differenza fra le due serie di rocce è straordinariamente evidente e viene accentuata dall'aspetto massiccio e dal colore rosso-bruno di alterazione delle rocce di Valpelline in confronto agli gneiss scistosi più verdastri della serie di Arolla.

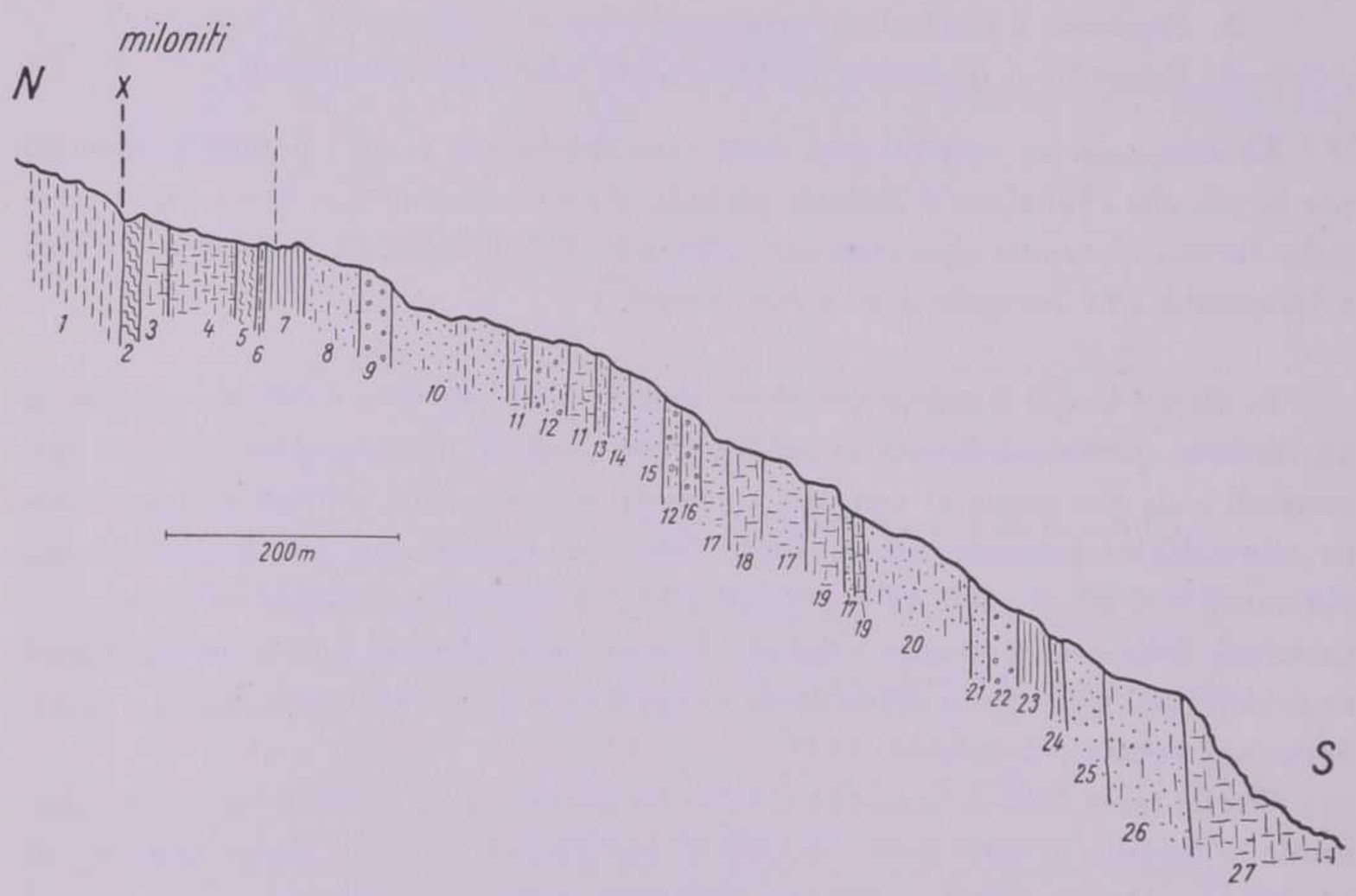


Fig. 9. - Profilo attraverso la serie di Valpelline e la zona di contatto fra la serie di Valpelline e la serie di Arolla a nord di Chez Chenauz.

Serie di Arolla: 1 = gneiss sericitico chiaro, in parte con porfiroblasti di quarzo e albite.

Serie di Valpelline: 2 = roccia grigia, fortemente alterata, milonitica e attraversata da vene afanitiche; 3 = marmo con piccole lenti silicatiche milonitizzate; 4 = zona di tipiche miloniti di Valpelline e di cloritoscisti, con sottili intercalazioni di marmi; 5 = roccia plagioclasico-biotitica grigio-nera, intensamente deformata; 6 = pegmatite plagioclasica fortemente deformata; 7 = anfibolite leggermente iniettata e attraversata da alcune zone milonitiche; 8 = roccia plagioclasico-biotitica compatta; 9 = kinzigite granatifero-biotitica debolmente iniettata; 10 = gneiss plagioclasico, in parte con biotite; 11 = marmo candido; 12 = roccia a plagioclasio, granato e biotite; 13 = gneiss plagioclasico-biotitico fortemente deformato; 14 = roccia plagioclasica a grafite, debolmente iniettata; 15 = gneiss plagioclasico, debolmente iniettato; 16 = kinzigite a granato e sillimanite con molta grafite; 17 = roccia a plagioclasio e diopside; 18 = marmo a silicati, grigio, a grana grossa; 19 = marmo bianco, a grana fine, con alcuni grandi cristalli di diopside; 20 = gneiss plagioclasico-biotitico debolmente iniettato; 21 = cornubianite plagioclasica; 22 = kinzigite massiccia a granato e biotite, debolmente iniettata; 23 = anfibolite grigia a granato e diopside con plagioclasio alterato; 24 = pegmatite; 25 = roccia plagioclasica; 26 = roccia plagioclasico-biotitica; 27 = marmi a silicati e marmi di Chez Chenauz.

La serie catametamorfica di Valpelline è caratterizzata litologicamente dall'associazione di rocce a silicati alluminiferi, di anfiboliti e di marmi fino a rocce a silicati di calcio. Le rocce si trovano in alternanze sempre concordanti, che possono scendere a

letti di pochi centimetri di spessore. I materiali originari erano costituiti da sedimenti calcareo-marnoso-argillosi, che furono metamorfosati nel corso di un'iniezione con apporto di sostanza. L'intera serie è attraversata da minute venette d'iniezione e da pegmatiti prevalentemente plagioclasiche, le quali rappresentano la fase più recente dell'intrusione e tagliano spesso in discordanza le sottili vene d'iniezione. Queste pegmatiti sono di rado potenti più di un metro. Si poterono distinguere fra di esse tre tipi diversi, che, disposti in ordine cronologico, sono i seguenti:

1. Pegmatite a feldispato alcalino-quarzo e plagioclasio.
2. Pegmatite a plagioclasio-quarzo e feldispato alcalino.
3. Pegmatite a feldispato alcalino-quarzo *plus minus* plagioclasio.

La composizione mineralogica delle vene d'iniezione e delle pegmatiti dimostra per lo più che l'iniezione è derivata piuttosto da un magma basico. Rocce eruttive basiche furono rinvenute ripetutamente nella serie di Valpelline. Si tratta di noriti fino a ipersteniti, che compaiono in piccoli nuclei.

In diversi luoghi il catametamorfismo della serie di Valpelline è stato mascherato da un distinto epimetamorfismo, sia soltanto sotto forma di neoformazione di alcuni epiminerali e sia per mezzo di una vera e propria trasformazione dell'intera composizione mineralogica catametamorfica. Deformazioni meccaniche senza autentico movimento differenziale si manifestano all'esame macroscopico soprattutto mediante un'intensa fessurazione della roccia, mentre i tipi più intensamente deformati presentano quali tracce evidenti del movimento differenziale milonitizzazioni, ultramilonitizzazioni e frantumazioni ancora più spinte.

Queste rocce deformate in conseguenza di movimenti differenziali sono particolarmente sviluppate in certe zone, cosicchè si può parlare di veri e propri orizzonti di movimento. Questi ultimi si trovano nell'intera serie di Valpelline, ma in nessun punto essi sono così sviluppati come al limite della serie di Valpelline verso la serie di Arolla. Tale zona milonitica può raggiungere qui una potenza di 50 metri. Non esiste un passaggio graduale fra le due serie di rocce. Inoltre la serie di Valpelline è sovrapposta ad ortogneiss epimetamorfici e non già a paraderivati. Orbene, non si potè mai constatare la presenza di filoni che si estendessero da una serie all'altra. Rocce fortemente rimaneggiate dall'epimetamorfismo sono in particolar modo diffuse nel ricoprimento M. Mary, ove compaiono lungo il limite verso la serie di Arolla e verso il tratto di Roisan.

La serie di Valpelline del ricoprimento M. Mary doveva avere originariamente la stessa composizione mineralogica di quella dell'unità Dent Blanche *s.s.* Oggi le rocce si trovano prevalentemente in facies epimetamorfica, oppure presentano dei tratti epimetamorfici. Parimente l'iniezione non manca, ma è stata in gran parte cancellata dalle deformazioni meccaniche, che hanno colpito il ricoprimento M. Mary in modo particolarmente intenso. La direzione e l'inclinazione degli strati sono conformi a quelli della serie di Arolla. La serie di Valpelline del ricoprimento M. Mary raggiunge la sua potenza massima nella Comba Deche. Verso occidente essa si assottiglia a cuneo e ad ovest della Comba d'Arpisson non può più essere ritrovata. Con particolare frequenza

incontriamo i tipi epimetamorfici nelle parti periferiche della serie di Valpelline, verso la serie di Arolla al letto e verso i terreni mesozoici del tratto di Roisan al tetto, ove si fa un po' più manifesta la tendenza all'epimetamorfismo costruttivo accompagnato da fenomeni di ricristallizzazione.

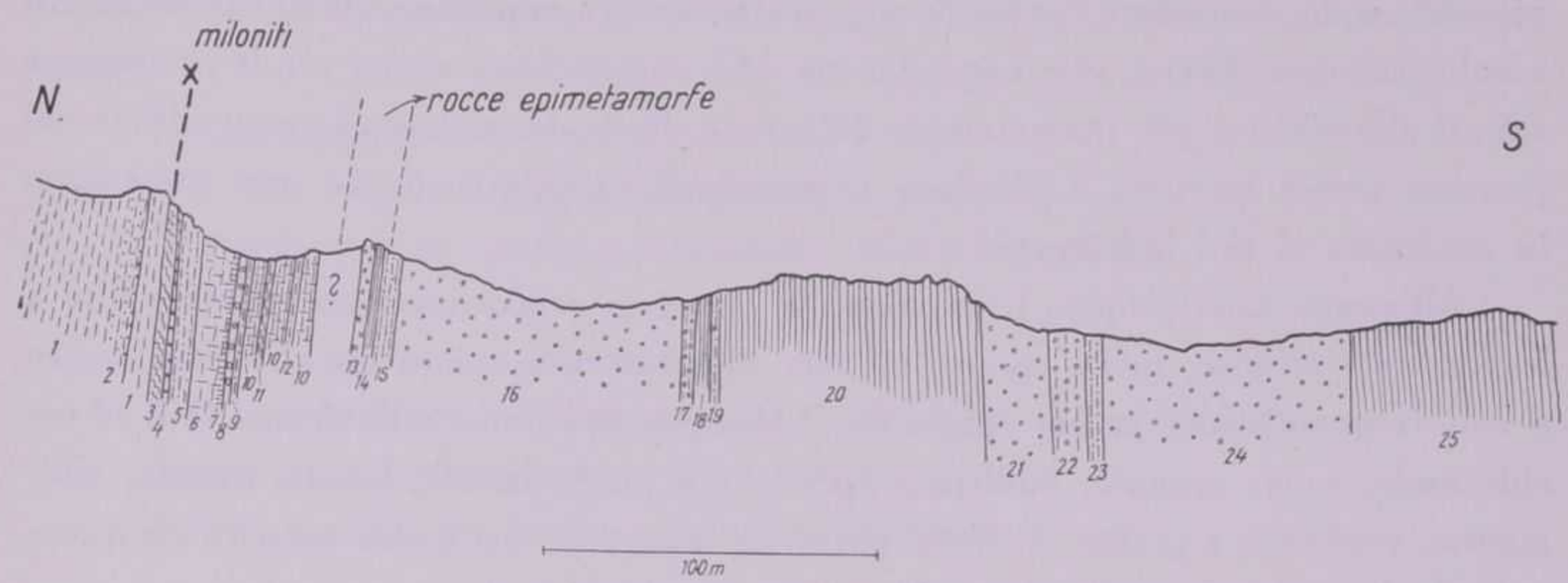


Fig. 10. - Profilo attraverso il contatto fra la serie di Arolla e la serie di Valpelline, presso Grêtes.

Serie di Arolla: 1 = gneiss a feldispato alcalino e fengite; 2 = gneiss cloritico-sericitico senza netto passaggio verso 1.

Serie di Valpelline: 3 = gneiss ricco di clorite con minute pieghettature (serie di Valpelline?); 4 = cloritoscisto scuro relativamente massiccio; 5 = gneiss sericitico molto chiaro; 6 = marmo a grana grossa con letti silicatici milonitizzati dello spessore di millimetri; 7 = marmo grigio e candido derivante gradualmente da 6; 8 = gneiss kinzigitico iniettato e intensamente deformato, con granato cloritizzato; 9 = gneiss sericitico con porfiroblasti di feldispato alcalino; 10 = scisto cloritico-sericitico chiaro con intercalazioni di listarelle di marmo dello spessore di un dito; 11 = marmo nero a grana grossa con letti gneissici dello spessore di un dito; 12 = pegmatite; 13 = kinzigite a granato e biotite, in parte intensamente iniettata e attraversata da pegmatiti; 14 = anfibolite a granato e biotite; 15 = pegmatite; 16 = kinzigite a granato e biotite intensamente iniettata; 17 = gneiss a feldispato alcalino, granato e sillimanite, povero di quarzo; 18 = anfibolite granatifera compatta; 19 = pegmatite; 20 = anfibolite in parte attraversata da pegmatiti; 21 = kinzigite con grandi porfiroblasti di granato, fortemente iniettata; 22 = gneiss a feldispato alcalino, granato e sillimanite, povero di quarzo; 23 = pegmatite; 24 = kinzigite a biotite e granato; 25 = anfibolite.

Purtroppo non si può fare nessuna constatazione diretta riguardo l'età della serie di Valpelline. Naturalmente non furono trovati dei fossili. L'intensa iniezione dovrebbe stare in rapporto genetico con le masse intrusive basiche, che si trovano nella zona radicale del ricoprimento Dent Blanche. Le rocce si estendono più o meno parallelamente all'andamento della Valpelline in direzione di nord-est. Sul fianco sinistro della valle gli scisti presentano un'inclinazione di 30° - 40° verso settentrione per raddrizzarsi fino alla verticale poco prima del Buthier in conseguenza di un forte ripiegamento; queste ultime condizioni di giacitura si mantengono anche sul lato destro della valle.

a) Le catarocce a silicati alluminiferi.

Questo gruppo di rocce costituisce la parte principale della serie di Valpelline. Le altre rocce si trovano fra esse sotto forma di intercalazioni. Sorprendente è una forte variazione della composizione mineralogica, dovuta in via primaria alle differenze del chimismo dei sedimenti originari e accentuata dalla diversa intensità dell'iniezione e

dalla presenza di tipi epimetamorfici. Esistono sempre dei minerali alluminiferi caratteristici. Il granato forma spesso dei bei porfiroblasti.

Noi vogliamo anzitutto rivolgere la nostra attenzione principalmente a quei tipi che hanno subìto soltanto una debole deformazione. Ciò perchè queste rocce sono le più diffuse in Valpelline; cosicchè si può stabilire fra esse una serie di tipi ideali mineralogicamente diversi, che naturalmente sarà caratteristica anche per le catarocce a silicati alluminiferi più intensamente deformate. Nella descrizione di queste ultime noi potremo perciò limitarci a illustrare le principali modificazioni che esse presentano in confronto ai tipi indeformati.

All'esame macroscopico le catarocce a silicati di calcio appaiono massicce fino a leggermente scistose, molto spesso iniettate, di colore rosso chiaro fino a violetto leggero e con frequentissima patina rugginosa. I loro principali minerali, riconoscibili ad occhio nudo, sono: granato, feldispato (per lo più plagioclasico), biotite, quarzo, sillimanite, cordierite e grafite. Si tratta perciò di catarocce, che finora vennero comprese sotto la denominazione di « kinzigiti » e « gneiss kinzigitici ».

Le più importanti caratteristiche microscopiche dei minerali delle catarocce a silicati alluminiferi sono le seguenti: Il quarzo si trova sotto forma di granuli stracciati, completamente xenoblastici, di dimensioni molto diverse. Il plagioclasio oscilla nella sua composizione fra i valori 32 e 55 % di An. Nella grandissima maggioranza dei casi si tratta quindi di andesina fino a labradorite - andesina. Si trovano sempre dei geminati e precisamente per lo più secondo la legge dell'albite, raramente secondo la legge del periclino o dell'aclino. La saussuritizzazione è sempre presente. Così pure si osserva sempre di regola la sericitizzazione, almeno debole ma spesso però anche molto intensa. Il grado di intensità di questo fenomeno è in rapporto con il grado della deformazione meccanica. Il feldispato alcalino è rappresentato per lo più da microclino, più raramente da ortoclasio. In ambo i casi si può constatare nei granuli xenoblastici la presenza di miscele pertitiche.

Il granato supera considerevolmente nelle dimensioni gli altri componenti, cosicchè si determina per lo più una struttura porfiroblastica. In sezione sottile gli individui incolori si presentano molto spesso come rombododecaedri intatti. Nelle rocce scistose il granato si trova per lo più in forma di spessi fusi. Inclusi in esso si trovano praticamente tutti gli altri componenti mineralogici. Non è rara una lieve cloritizzazione. La biotite è caratterizzata da un intenso pleocroismo ($n\,\alpha$ giallo chiaro, $n\,\gamma$ bruno rosso scuro). Leggere deformazioni meccaniche determinano estese trasformazioni. La sillimanite, già facilmente riconoscibile ad occhio nudo come una incrostazione feltrosa, si osserva in sezione sottile sotto forma di steli molto spessi. In conseguenza della deformazione meccanica gli steli si suddividono in aghetti minutissimi ed hanno luogo altresì flessioni e sericitizzazione (connessa con la cloritizzazione della biotite). La cordierite, quando è fresca, compare non di rado in forma di tipici individui geminati. Spesso però uno dei tre sistemi di lamelle è sviluppato soltanto in maniera rudimentale. In molti casi la cordierite, che è un minerale relativamente raro nella serie di Valpelline, è pinitizzata.

Altri minerali delle rocce a silicati alluminiferi sono grafite, rutilo, zircone, apatite, pirite, magnetite e titanite. Quali prodotti di trasformazione si devono infine ricordare clorite, muscovite - sericite e zoisite.

Delle possibili combinazioni dei minerali fondamentali della serie di Valpelline è realizzato soltanto un numero relativamente piccolo. I più importanti tipi litologici sono:

Roccia a plagioclasio e granato.
Kinzigite (roccia a plagioclasio, biotite e granato).
Gneiss kinzigitico (gneiss a plagioclasio, biotite e granato).
Kinzigite sillimanitica.
Gneiss kinzigitico a sillimanite.
Gneiss a feldispato alcalino, granato e sillimanite (senza biotite).
Roccia a cordierite, granato e sillimanite.
Roccia a cordierite, granato, biotite e sillimanite.

Le denominazioni mettono in risalto la composizione qualitativa di queste rocce, che sono legate fra di loro da numerosi passaggi. Le strutture sono sempre porfiroblastiche, le tessiture sono leggermente scistose fino a massicce.

Molto importanti per la comprensione della genesi delle rocce a silicati alluminiferi sono le seguenti analisi chimiche:

	18	19	20	21	22
SiO_2	43.66	60.10	48.54	57.11	64.51
Al_2O_3	28.42	21.61	19.38	19.81	14.26
Fe_2O_3	3.45	0.88	1.86	2.12	0.30
FeO	12.74	7.30	9.82	2.91	5.89
MgO	5.88	3.06	6.83	3.01	2.34
MnO	0.07	0.04	0.21	0.04	0.10
CaO	0.53	0.86	3.25	4.14	3.50
Na_2O	0.39	0.83	2.79	4.60	3.16
K_2O	1.40	2.39	3.14	3.08	2.38
TiO_2	2.78	1.85	3.03	0.56	1.55
P_2O_5	0.00	tracce	0.01	0.18	0.02
H_2O^+	0.80	0.93	0.87	2.48	2.32
H_2O^-	0.00	0.00	0.14	0.14	0.05
Somma	100.12	99.85	99.87	100.18	100.38
si	107	220	123	183	254
al	41.0	46.5	29	37.5	33
fm	54.0	41.5	50.5	27.5	34.5
c	1.5	3.5	8.5	14.5	14.5
alc	3.5	8.5	12	20.5	18
k	0.68	0.66	0.42	0.31	0.33
mg	0.40	0.40	0.51	0.52	0.40

18. Roccia a granato, cordierite, biotite e sillimanite. La Vieille, Comba di Vessona, Valpelline. Anal. R. Masson.

19. Kinzigite sillimanitica. Thoules, Valpelline, non in posto. Anal. R. Masson.

20. Gneiss kinzigitico. Presso Brouillé, lungo il R. Verdona, Valpelline. Anal. R. Masson.

21. Gneiss plagioclasico a biotite e granato. Arnou, Comba di Vessona, Valpelline. Anal. R. Masson.

22. Gneiss a plagioclasio e biotite con scarso granato. Colle di Vameà, Valpelline. Anal. R. Masson.

In base ad approfondite ricerche petrografiche vennero distinti 14 tipi, tutti collegati fra loro da passaggi. Di solito il cambiamento in senso normale alla direzione delle rocce è rapido; strati della medesima roccia con un metro di potenza costituiscono una rarità. Parallelamente alla direzione dei banchi la roccia può conservare per lungo tratto la medesima composizione. Diventa perciò difficile dir qualche cosa a proposito della frequenza e della distribuzione dei vari tipi sul terreno. Comunque, le rocce plagioclasiche prevalgono nettamente su quelle con feldispato alcalino. Tipi più diffusi sono kinzigiti, gneiss kinzigitici e gneiss a plagioclasio e biotite. Alquanto subordinate sono le rocce a sillimanite e a feldispato potassico; poco diffusi i tipi a cordierite e spiccatamente rare le rocce a granato e plagioclasio nonchè quelle a granato e biotite. Nelle rocce a silicati alluminiferi si trovano pure frequentemente cornubianiti, *rocce a plagioclasio e iperstene* fino a *gneiss a plagioclasio, diopside e iperstene*. Esse sono poco o niente iniettate, ma tuttavia si trovano principalmente in contatto con pegmatiti o con rocce a silicati alluminiferi intensamente iniettate. Si tratta di rocce grigie, sempre molto massicce, che frequentemente affiorano in forma di filoni ma per lo più soltanto in letti dello spessore di un dito fino a quello di una mano, che spesso presentano limiti netti ma spesso anche passaggi continui alle rocce a silicati alluminiferi. Fuori del nostro territorio di rilevamento nei pressi di Prarayè e della capanna d'Aosta le rocce granatifere diventano distintamente più scarse.

Tutte queste rocce furono rappresentate sulla carta con colore giallo bruno chiaro. La varietà dei tipi è troppo grande per poter essere espressa in modo completo sulla carta geologica. In tutti i casi possibili venne però indicata mediante segni speciali la prevalenza di alcuni tipi.

Furono introdotte le seguenti distinzioni:

1. Zona di predominanza delle kinzigiti sillimanitiche tabulari e degli *gneiss granatiferi* con letti biotitici.
2. Zona di predominanza di rocce ricche di sillimanite.
   Gneiss sillimanitici a granato e biotite (tratteggio rosso).
3. Poterono essere distinte le rocce biotitiche costituite in prevalenza da plagioclasio e da quarzo (massimi d'iniezione delle rocce a silicati alluminiferi). *Gneiss a biotite e granato* ricchi di quarzo e feldispato (grossi punti rossi).
4. *Catagneiss ricchi di lenti anfibolitiche* furono indicati con puntini blu.
5. *Gneiss ricchi di lenti di marmo* vennero segnati mediante puntini rossi.

Ci occuperemo ora brevemente di quanto riguarda i tipi delle rocce a silicati alluminiferi che hanno subìto una forte deformazione meccanica. Quest'ultima intensifica anzitutto la trasformazione epimetamorfica dei minerali e le neoformazioni. Fra le rocce epimetamorfiche bisogna ricordare in particolar modo i gneiss ad albite, clorite e saussurite e i gneiss a saussurite, albite e clorite. Una più intensa deformazione meccanica, accompagnata da movimento differenziale, determina la formazione di rocce milonitiche e molto spesso di ultramiloniti afanitiche. Si tratta in questo caso di rocce nere, ad alto peso specifico, la cui massa fondamentale si rivela al microscopio come una sostanza brunastra, pseudoisotropa, chiazzata da composti di ferro. Esse si sono originate in conseguenza della triturazione di una farina rocciosa finissima (dimensione dei granuli submicroscopica), successivamente consolidatasi. Dove questa sostanza penetra in fessure, che potrebbero essersi originate in connessione con i movimenti che hanno prodotto le miloniti, si determinano formazioni di aspetto filoniano, che vanno designate come pseudotachiliti e miloniti filoniane.

I tipi epimetamorfici furono particolarmente distinti presso il limite fra la serie di Arolla e quella di Valpelline. Già trattando della serie di Arolla, abbiamo richiamato l'attenzione sul fatto che qui si trovano rocce con tracce di intensi movimenti differenziali. Nella serie di Valpelline i segni di questo movimento sono però molto più chiari e marcati. Le rocce solamente epimetamorfosate sono rese con tinta grigio-gialliccia. Le vere *miloniti* e le ultramiloniti afanitiche vennero indicate sulla carta con colore azzurro scuro. Queste rocce epimetamorfiche di Valpelline corrispondono in parte alla serie di Bertol di Argand.

Le analisi 23 - 27 dimostrano che queste rocce epimetamorfiche offrono dal punto di vista chimico gli stessi rapporti dei tipi catametamorfici:

	23	24	25	26	27
SiO_2	53.39	59.70	58.48	59.89	65.74
Al_2O_3	19.35	15.76	18.24	18.93	16.19
Fe_2O_3	2.89	1.89	2.15	0.67	1.55
FeO	7.60	5.01	4.69	7.25	5.99
MgO	4.20	3.53	2.99	2.79	2.47
MnO	0.06	0.08	0.07	0.10	0.10
CaO	1.02	3.82	2.11	1.55	1.43
Na_2O	0.67	3.34	2.40	1.71	1.54
K_2O	4.63	2.25	3.28	3.34	2.09
TiO_2	1.85	1.73	1.35	1.94	1.79
P_2O_5	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04
H_2O^+	4.62	2.90	3.61	1.45	1.18
H_2O^-	0.12	0.08	0.37	0.16	0.10
Somma	100.44	100.12	99.77	99.83	100.21

si	173	205	214	219	277
al	37.0	32.0	39.5	41.0	40.0
fm	48.0	38.0	36.0	39.0	41.5
c	3.5	14.0	8.5	6.0	6.5
alc	11.5	16.0	16.0	14.0	12.0
k	0.82	0.31	0.47	0.55	0.47
mg	0.42	0.48	0.45	0.38	0.37

23. Gneiss albitico - sericitico - cloritico a titanite. Epiroccia della serie di Valpelline. Col di Fouillou. Valpelline. Anal. R. Masson.

24. Gneiss plagioclasico - biotitico con scarso granato, deformato meccanicamente. Colle di Vameà, Valpelline, al limite verso la serie di Arolla. Anal. R. Masson.

25. Ultramilonite afanitica. A est di Chez la Ville, Comba Breuson, Valpelline. Anal. R. Masson.

26. Pseudotachilite, massa nera a vene. Pendio a nord di Cleiva, Valpelline. Anal. R. Masson.

27. Gneiss a feldispato alcalino, granato e sillimanite. Roccia brecciata contigua al N. 26. Pendio a nord di Cléiva, Valpelline. Anal. R. Masson.

b) Le anfiboliti.

Queste rocce rappresentano un membro importante della serie di Valpelline. Esse sono costantemente intercalate nelle rocce a silicati alluminiferi, fra le quali formano lunghi tratti, banchi potenti, lenti meno potenti e anche liste larghe soltanto come una mano.

Per la conoscenza della genesi delle anfiboliti hanno grande importanza i loro rapporti con i terreni circostanti. Esse formano sempre pacchetti di rocce concordanti e non compaiono mai in masse discordanti, come le tipiche rocce eruttive basiche della serie di Valpelline, dalle quali le anfiboliti sono nettamente diverse anche per la costituzione chimico-mineralogica. Esse sono spesso collegate da passaggi graduali con le rocce a silicati di calcio. Tuttavia il cambiamento è spesso anche netto e in qualche punto [grande tratto anfibolitico presso le Cliou (Cliva), a sinistra del Buthier, presso il sentiero] si osserva lungo il bordo dell'anfibolite un'evidente alternanza con sottili banchi di rocce a silicati alluminiferi, in cui possono intercalarsi anche piccoli letti di marmo. E' questa un'alternanza in piccolo, come è già stata constatata in grande. Tutte queste osservazioni parlano a favore del carattere « para » delle anfiboliti, ciò che è confermato anche dal loro chimismo, giacchè si possono seguire tutti i passaggi alle rocce a silicati di calcio. Non si trovano mai marmi in contatto diretto con le anfiboliti, fatto che può essere spiegato facilmente con il carattere « para » mediante un mutamento nelle condizioni di sedimentazione.

Ad occhio nudo, le rocce di cui trattiamo appaiono scure, per lo più massicce, spesso venate o finemente iniettate. Al microscopio rivelano la seguente composizione mineralogica: orneblenda (nella sezione sottile poterono esser distinte un'orneblenda verdiccia e un'orneblenda comune plecroica, giallo-bruna, che hanno diffusione pres-

sapoco uguale), augite diopsidica verdiccia e plagioclasio, che fu sempre determinato come andesina - labradorite. Domina la legge dell'albite; la legge del periclino o dell'aclino (complesso Manebach - Ala) sono parimenti leggi di geminazione realizzate. L'alterazione è per lo più fortissima: plaghe saussuritizzate e più raramente anche sericitizzate riempiono spesso l'intero granulo del plagioclasio. Altri componenti, talora importanti, delle anfiboliti sono granato e biotite. Inoltre si osservano apatite, pirite, pirrotina, quarzo, titanite e pennina.

Tra le varietà di anfibolite poterono essere distinte:

1. Anfiboliti, che per diminuzione del plagioclasio fanno localmente passaggio a rocce orneblendiche.
2. Anfiboliti augitiche.
3. Anfiboliti augitico - granatifere.
4. Anfiboliti augitico - biotitiche.

La struttura è granoblastica, la tessitura massiccia fino a letti. L'analisi chimica di una tipica anfibolite diede i valori dell'analisi N. 28.

Non esiste alcuna regolarità nell'affioramento delle anfiboliti e dei singoli tipi, che vennero segnati insieme sulla carta con una tinta verde. Pure si può osservare che i banchi potenti si trovano sempre in sciami, come i marmi, e che i singoli sciami sono spazialmente più o meno separati.

Le anfiboliti del ricoprimento M. Mary sono identiche a quelle dell'unità superiore. Predominano tipi epimetamorfici. Si tratta di gneiss e scisti ad albite, clorite ed epidoto; rocce verdi, scistose, che nel loro aspetto ricordano spesso le ofioliti. La diffusione delle anfiboliti è qui molto grande. Nella carta esse furono rappresentate con grossi punti blu su un fondo giallo - bruno. Molto frequenti sono in esse intercalazioni di rocce a silicati di alluminio, che però non vennero particolarmente distinte.

Un chimismo molto simile a quello di questa tipica anfibolite offre un rappresentante delle *cornubianiti*, non rare nella serie di Valpelline. Queste pararocce, metamorfosate per puro contatto termico, presentano talvolta, assieme a struttura di roccia orneblendica e a tessitura completamente massiccia, la composizione mineralogica di parecchie rocce a silicati alluminiferi. In altri casi esse sono costituite in massima parte da plagioclasi basici (bytownite), iperstene e diopside. Orneblenda secondaria, biotite, quarzo, titanite, magnetite, augite titanifera, apatite e zircone possono rappresentare i minerali accompagnatori. Due di tali cornubianiti hanno la composizione chimica delle analisi 29 e 30. I valori caratterizzano il chimismo di marne ferruginose.

Se si confrontano fra loro le analisi 18 fino a 30, appare evidente che esse rappresentano i termini intermedî di un passaggio graduale dall'uno all'altro termine finale. In tal modo il carattere « para » delle anfiboliti viene confermato una volta di più. La denominazione di « formazione dioritokinzigitica », estesa per motivi di analogia alla serie di Valpelline, è perciò falsa e deve essere lasciata cadere.

Certo compaiono nella serie di Valpelline anche rocce eruttive basiche, la cui diffusione è però così modesta che esse non potrebbero venire utilizzate a scopo di no-

menclatura. Si tratta di forme che presentano ancora tipica struttura di rocce eruttive, la cui composizione mineralogica essenziale è data da iperstene, plagioclasio basico e orneblenda originatasi in seguito a trasformazione.

	28	29	30	31	32
SiO_2	45.40	47.83	51.75	48.60	9.50
Al_2O_3	16.60	15.22	16.01	10.78	0.35
Fe_2O_3	4.74	3.28	0.46	2.69	0.36
FeO	8.89	10.71	8.60	6.44	0.48
MgO	5.30	4.80	8.61	16.63	0.99
MnO	0.09	0.12	0.11	0.10	0.08
CaO	12.18	9.40	11.17	10.39	51.60
Na_2O	2.62	0.97	1.12	0.68	0.27
K_2O	0.65	1.15	0.40	1.56	1.18
TiO_2	3.58	3.85	1.42	0.39	0.09
P_2O_5	0.00	0.75	0.00	0.02	0.03
H_2O^+	0.14	1.80	0.44	1.07	1.23
H_2O^-	0.09	0.00	0.05	0.06	0.02
CO_2					33.82 *
Somma	100.28	99.88	100.14	99.41	100.00

* Calcolata mediante completamento a 100.

si	101	121	120	95	16
al	22	22.5	22	12.5	0.5
fm	42.5	47.5	47.5	62.5	4
c	29	25.5	27.5	21.5	94
alc	6.5	4.5	3	3.5	1.5
k	0.14	0.43	0.18	0.61	0.76
mg	0.42	0.38	0.62	0.76	0.66
co_2					79

28. Anfibolite diopsidica, orneblenda 35 %, augite 25 %, plagioclasio 40 % (and.-labrad.). Buthier, ponte a ovest di Le Cliou (Cliva), Valpelline. Analisi R. Masson.

29. Cornubianite a plagioclasio e augite, fortemente alterata. A nord di Torre Tornalla, Oyace, Valpelline. Anal. J. Jacob.

30. Cornubianite a plagioclasio, iperstene e diopside. Lungo il sentiero per Verzignoletta, fra quota 1238 e quota 1378, Valpelline. Anal. R. Masson.

31. Norite orneblendica. Chimismo orneblenditico. A sud di Valpelline, sopra il ponte presso quota 898. Anal. R. Masson.

32. Marmo a diopside, sotto la cima della Becca Morion, Valpelline. Anal. R. Masson.

c) I marmi e le rocce a silicati di calcio.

Queste rocce formano una serie con continui passaggi, nella quale i marmi a silicati calcio-magnesiaci assumono una posizione intermedia. Nella carta queste rocce vennero segnate con colore arancio e le forme a silicati di calcio vennero spesso particolarmente distinte con una punteggiatura blu. Esse presentano giacitura concordante e affiorano in lenti stirate, in potenti banchi e anche in letti larghi da una mano fino a dei metri, che rapidamente si assottigliano.

Esistono marmi puri, candidi fino a giallo - chiari a grana media, accanto a varietà a grana fine e grossolana.

Ricerche chimiche rivelano un leggero tenore di dolomite. Successivo aumento del contenuto in silicati calcio - magnesiaci (augite diopsidica, diallagio, forsterite e serpentino, flogopite, plagioclasio basico, scapolite) porta ai marmi a silicati e alle rocce a silicati di calcio. I tipi più importanti fra i marmi a silicati sono: *marmo a diopside, marmo a diopside e plagioclasio* e *marmo a flogopite*. Essi sono molto ben sviluppati nel grande tratto di marmo di Chez - Chenauz. Queste rocce debbono la loro origine per lo più ad una dedolomitizzazione. *Rocce a silicati di calcio* si trovano soltanto nell'immediato contatto di pegmatiti con rocce a silicati alluminiferi intensamente iniettate e in vere e proprie formazioni iniettate. Nel loro metamorfismo sembra che abbia avuto parte un apporto di sostanza. Si tratta di rocce massicce a grana minuta fino a media, fra le quali i principali tipi sono: *rocce a plagioclasio - diopside - calcite e rocce a plagioclasio - diopside - scapolite - calcite.*

I marmi e i marmi a silicati del ricoprimento M. Mary sono rocce carbonate a grana fine, grigie fino a grigio - azzurre, che mostrano tracce di forte movimento meccanico e contengono spesso frammenti di rocce a silicati di calcio. Essi non raggiungono la diffusione che presentano nel ricoprimento Dent Blanche *s.s.* Si deve in particolar modo segnalare la diminuzione delle piccole lenti, mentre i letti più potenti non sono rari. Questa circostanza può essere spiegata con l'ipotesi che anche gli affioramenti più piccoli non mancavano originariamente, ma furono in gran parte soppressi in conseguenza della forte deformazione meccanica che ha colpito la serie di Valpelline dell'unità M. Mary. L'analisi N. 32 ci fornisce la composizione chimica di un marmo a diopside.

d) Le quarziti e le epidositi.

Lungo il Buthier, a sud-est di Bionaz, affiorano letti di quarziti e di rocce a epidoto, potenti fino a due metri e intercalati in concordanza fra gneiss chiari a plagioclasio e biotite. Le due forme litologiche alternano e sono separate fra di loro e dagli gneiss a plagioclasio e biotite per mezzo di nette superfici di contatto. La quarzite è una roccia completamente massiccia, di color bianco abbacinante, che nella serie di Valpelline rappresenta una rarità. La roccia a epidoto è pure completamente massiccia ed ha un colore grigio-gialliccio chiaro. In maggior potenza noi la troviamo a oriente di Chamin in posto lungo il sentiero. L'affioramento delle due rocce nella nostra area di rilevamento venne indicato sulla carta con tinta verdiccia chiara.

e) Le rocce eruttive basiche della serie di Valpelline.

Esse vennero rappresentate sulla carta con colore verde giallo intenso. Si tratta di noriti fino a ipersteniti noritiche, che affiorano in piccoli nuclei nei terreni circostanti. Sono rocce massiccie, a grana relativamente fine, di color verdiccio fino a grigio-bruno. Al contatto con marmi si osservano molto bene fenomeni di metamorfismo endomorfo ed esomorfo. Al primo appartengono gabbri orneblendici, al secondo marmi a diopside. Rocce eruttive basiche furono essenzialmente rinvenute in tre località a sud di Valpelline, verso il limite fra la serie di Valpelline e la serie di Arolla e sul fianco orientale della Becca di Nona, pure vicino a questo limite, nella Comba della Sassa. Piccoli affioramenti, non rappresentabili, nella parte centrale della serie di Valpelline indicano che le relative rocce non sono legate assolutamente a questa zona-limite. Il chimismo di un rappresentante di questi tipi (analisi 31) si mostrò fondamentalmente diverso da quello delle anfiboliti.

f) I giacimenti a solfuri della serie di Valpelline.

Tra i giacimenti di solfuri della Valpelline poterono venir distinti due tipi profondamente diversi. Sembra trattarsi di formazioni idrotermali. Le vene mineralizzate con ganga quarzosa attraversano in discordanza le rocce di Valpelline. Il primo tipo, con calcopirite quale solfuro principale, è conosciuto per la miniera di Bionaz. Nella carta vennero indicate le costruzioni minerarie e le entrate delle gallerie. Il secondo tipo si presenta in vene mineralizzate potenti fino a 1 metro. Il solfuro principale è in questo caso la pirrotina. Tali filoni vennero trovati a sud di Closé e a nord-est di Chez-Chenauz e vennero indicati sulla carta con le lettere *Fe*.

*
* *

L'associazione litologica calcareo - marnoso - argillosa della serie di Valpelline ha subìto un importante apporto magmatico di materia; essa è stata iniettata pneumatoliticamente e attraversata da pegmatiti. Tanto la pneumatolisi quanto anche la successiva fase pegmatitica più antica hanno avuto come conseguenza essenziale la formazione di plagioclasio. Formazioni pegmatitiche più recenti sono rappresentate da filoni di quarzo e feldispato alcalino.

LA TETTONICA DEL RICOPRIMENTO DENT BLANCHE

Accenneremo qui alla tettonica del ricoprimento Dent Blanche, quale risulta in base alle nostre nuove ricerche sul terreno. Per una migliore comprensione venne aggiunto alla carta un piccolo schizzo tettonico della Valpelline. Nella fondamentale sintesi tettonica delle Alpi Occidentali di Argand, che attualmente è divenuta patrimonio comune, il ricoprimento Dent Blanche occupa la parte superiore delle falde penniniche. La sua sintesi si può oggi considerare come essenzialmente verificata, dimodocchè

ora, col sussidio delle ricerche petrografiche, si può intraprendere lo studio delle questioni particolari e in base ad esso confermare oppure modificare la sintesi stessa.

Il ricoprimento Dent Blanche costituisce, secondo ARGAND, una grande piega coricata di « stile penninico ». Ai caratteri peculiari di questo stile penninico appartengono la conservazione del fianco rovesciato, la struttura regolare delle cerniere, la tendenza a formare delle pieghe retroflesse, come pure la presenza di passaggi stratigrafici fra i singoli termini litologici, in senso tanto orizzontale quanto verticale.

Queste caratteristiche generali del Penninico distinguono ancora, secondo ARGAND, il ricoprimento Dent Blanche *s. s.*, come pure le coltri strettamente affini del M. Mary e del M. Emilius.

Il nucleo cristallino del ricoprimento Dent Blanche è costituito dalla serie catametamorfica di Valpelline e da quella di Arolla, che avvolge la prima. La serie di Arolla rappresentava prima del ripiegamento il tetto della serie di Valpelline, della quale è più recente. ARGAND attribuisce alle serie di Valpelline e di Arolla un'età rispettivamente paleozoica antica e paleozoica superiore. La copertura mesozoica, costituita da calcescisti e ofioliti, forma l'unità più recente della piega coricata della Dent Blanche. Nel suo fianco rovesciato esistono, secondo ARGAND, passaggi litologici (stratigrafici) tra la serie di Arolla e i calcescisti (Trias non ne venne trovato, cosidetto *type compréhensif*). La copertura mesozoica normale della piega Dent Blanche è conservata soltanto al M. Dolin. In questo punto, fra la serie di Arolla e i calcescisti, s'intercala il Trias con quarziti, arcose, dolomie e argilloscisti (*type différencié*). ARGAND considera quale radice del ricoprimento Dent Blanche la zona della Sesia.

La formazione del ricoprimento procedette, secondo ARGAND, nella seguente maniera:

1. Intrusione del granito di Arolla sotto forma di un laccolite verso la fine del ciclo orogenetico ercinico e metamorfismo della serie di Valpelline ad opera della massa granitica.

2. Formazione geanticlinale nella Tetide durante il Mesozoico.

3. Parossismo della formazione dei ricoprimenti (termine nell'Oligocene). Nel periodo di movimento successivo alla fase S. Bernardo si produsse l'avanzata delle coltri Dent Blanche *s.s.*, M. Mary e M. Emilius. A questo processo fece seguito l'insinuamento della falda M. Rosa e la fase insubrica.

Però diverse osservazioni non si possono adattare senza sforzo alla sintesi di ARGAND. La dinamica delle pieghe coricate penniniche determina una forte riduzione del fianco inverso, mentre il dorso del ricoprimento rimane più o meno intatto, una caratteristica che non si può mai osservare nella falda Dent Blanche. Se si considera la potente serie di Arolla come fianco rovesciato, non si trova in nessun luogo una serie normale di terreni che costituisca la serie dorsale della falda, neanche al M.te Dolin, dove la copertura mesozoica del ricoprimento è rimasta intatta.

Ammessa la possibile esistenza del dorso della falda M. Mary, si deve riconoscere che esso non avrebbe potuto essere eroso, e tanto meno laminato ed asportato, perchè in tal caso se ne dovrebbero rintracciare i resti. Ora nè l'intera serie normale, nè i relitti della medesima furono mai ritrovati; dunque l'assenza del dorso della coltre suddetta è senza dubbio primaria.

Nella valle d'Ollomont non si potè osservare nessun ripiegamento frontale della falda Dent Blanche, e tanto meno nel Vallese, dove anche sulla Dent de Veisivi non ha luogo nessun incurvamento degli scisti.

Per quanto riguarda il substrato della falda Dent Blanche si devono fare le seguenti osservazioni: la zona scagliata tettonicamente in grande può essere suddivisa in due parti principali, ossia nella normale copertura mesozoica della falda Gr. S. Bernardo e in una zona di materiale dislocato e trasportato verso nord e di appartenenza tettonica indeterminata. Questo modo di vedere è confermato dall'intercalazione di scisti di Casanna a nord di Chesal, di dolomia triassica sulla Punta Ratti, di dolomia e quarzite presso By e di rocce simili agli gneiss di Arolla presso le Chanté e sopra le Piazze.

Il contatto della serie di Arolla con i calcescisti sottostanti corrisponde ad un orizzonte di sovrascorrimento straordinariamente chiaro. Non si possono mai osservare tracce di una tettonica di tipo « continuo » o di un fianco rovesciato. Trias, dolomie o quarziti non sono mai presenti. Il concetto del « tipo comprensivo della serie penninica media », ideato da Argand per spiegare quest'ultima circostanza, non può essere considerato giusto in base alla nostra valutazione dei fatti. Il mutamento nelle condizioni della sedimentazione, che sarebbe necessario ammettere per un così radicale cambiamento nella facies del Trias, non potrebbe verificarsi sulla distanza relativamente breve compresa tra le parti dorsali, prossime alla fronte di un ricoprimento, e le parti del fianco rovesciato più vicine alla fronte della medesima falda. Molto più verosimile è considerare questi calcescisti come la copertura fortemente scagliata del ricoprimento Gr. S. Bernardo, oppure come sedimenti mesozoici di provenienza ignota, e strappati da regioni più meridionali. La concordanza dei calcescisti con gli gneiss di Arolla potrà certo essere riconosciuta come un fenomeno tettonico. In val d'Ollomont, a sud di Valpelline, e lungo l'orlo meridionale del ricoprimento si può constatare l'esistenza di scagliamenti in grande.

A est dell'Alpe del Berio, presso quota 2026, è dato osservare molto bene in alcuni punti come gli gneiss d'Arolla siano attraversati in discordanza da serpentina sotto forma di filoni e letti. L'affioramento della serpentina, che a tutta prima può presentare un aspetto singolare, non indica tuttavia un'intrusione di tipo filoniano entro gli gneiss. Invece tutte le osservazioni dimostrano piuttosto che, durante un certo stadio del ripiegamento alpino, la peridotite è penetrata nella base rimaneggiata del ricoprimento Dent Blanche, sconnessa e scomposta in un sistema di pacchetti di scisti, insinuandosi proprio lungo queste innumerevoli superfici di frattura incrociantesi tra loro in mille modi. Nell'ulteriore svolgimento dell'orogenesi, la peridotite venne trainata e resa scistosa ed ha fornito di conseguenza un buon lubrificante tettonico.

Il netto mutamento nel carattere del metamorfismo fra la serie di Arolla e quella di Valpelline nel nucleo della falda, che si verifica rapidamente attraverso la zona milonitica, non trovava pure nessuna spiegazione soddisfacente nei primi tentativi di interpretazione. Il diverso tipo di metamorfismo e l'orizzonte di movimento tra le due serie di rocce della falda Dent Blanche dimostrano che la storia delle serie di Arolla e di Valpelline non è stata sempre unitaria. La zona milonitica al contatto della serie di Valpelline, che può essere interpretata soltanto come un orizzonte di movimento,

indica chiaramente che la serie di Valpelline fu sospinta sopra alla serie di Arolla. Questi fatti, come pure la forma e la giacitura delle serie di Arolla e di Valpelline sono caratteristici di una tettonica a falde o zolle di scivolamento (*Gleitbrettertektonik*), quale si riscontra di solito nei ricoprimenti austroalpini.

Una tettonica di questo tipo (*Gleitbrettertektonik*), applicata all'intera coltre Dent Blanche, spiega in modo molto soddisfacente i rapporti di giacitura. Le serie di Arolla e di Valpelline debbono anzittutto essere considerate come delle zolle di scivolamento (*Gleitbretter*) indipendenti, le quali, almeno durante le ultime grandi fasi di movimento, vennero trasformate in un'unità, l'attuale ricoprimento.

I sedimenti mesozoici del M. Dolin non debbono essere collegati con la sottostante zona del Combin e così pure viene a cadere il problema del raddoppiamento delle serie litologiche nelle singole subfalde, poichè le parti rimaste conservate non rappresentano nessun fianco coricato, ma bensì zolle di scivolamento (*Gleitbretter*). La parte più settentrionale della falda originariamente unitaria, la sua vera e propria regione frontale, fu sovrascorsa, durante una determinata fase del movimento, dalle parti più meridionali e forma oggi la zolla di scivolamento (*Gleitbrett*) inferiore e indipendente del ricoprimento Dent Blanche, vale a dire la falda M. Mary.

Questa tettonica a zolle di scivolamento (*Gleitbrettertektonik*) e i suaccennati orizzonti di sovrascorrimento alla base della falda Dent Blanche rappresentano i motivi che, assieme ad altri argomenti, hanno ultimamente condotto R. Staub a considerare come austroalpina non soltanto la serie stratigrafica del M. Dolin, ma bensì anche l'intera falda Dent Blanche. Secondo questa concezione, nel territorio da noi studiato il Penninico superiore sarebbe rappresentato soltanto dai ricoprimenti M. Emilius e M. Mary e dalla zona del Combin.

Dobbiamo poi chiarire in particolare la posizione tettonica dei sedimenti mesozoici del tratto di Roisan. Sanero, seguendo l'interpretazione di Argand, li riferì alla copertura mesozoica del ricoprimento Gr. S. Bernardo, ciò che rientra certamente nei limiti delle possibilità.

Ci sono tuttavia alcuni motivi che stanno a favore di un'appartenenza alla copertura mesozoica del ricoprimento M. Mary. Nel substrato della falda Dent Blanche noi troviamo gli scisti argillosi, le filladi sericitiche soprattutto nella bassa valle d'Ollomont, in vicinanza della superficie di scorrimento della massa Dent Blanche. Gli affioramenti sono però piccoli e non si possono mai seguire per lungo tratto nel senso della direzione. I calcescisti di Roisan sono appunto costituiti per la massima parte da filladi sericitiche argillose. Se essi formano la copertura normale del ricoprimento M. Mary, si può spiegare la loro distribuzione nella zona del Combin, la loro esclusiva presenza alla base della falda Dent Blanche, mediante un trascinamento tettonico. La verosimiglianza di simile ipotesi, altrimenti poco fondata, viene aumentata dal ritrovamento di cunei di gneiss di Arolla nelle parti superiori di questa zona. Un accurato confronto del Mesozoico del M. Dolin con la serie dolomitica della Cima Bianca potrebbe forse fornire al riguardo delle prove più convincenti.

Mediante una tettonica a falde di scivolamento di tipo austroalpino si può spiegare facilmente anche l'affioramento di Trias sul Colle Cornera e così pure, senza difficoltà, la presenza della serie di Arolla sopra la serie di Valpelline nei Jumeaux. Anche al

Colle Cornera, sul M. Redesan, sulla Becca Arbière e sulla Becca del Merlo si può riconoscere una unità superiore della serie di Arolla, separata dall'unità sottostante per mezzo di calcescisti e di lembi di dolomie triassiche. Si deve trattare in questo caso di un nuovo ricoprimento, simile a quello del M. Mary, probabilmente condizionato dall'assottigliamento della serie di Arolla, quale si osserva a nord dei Jumeaux e del Château des Dames. Questa interpretazione è confermata dall'esistenza di una potente zona milonitica, che attraversa qui la serie di Valpelline e che noi abbiamo rinvenuto, in scala altrettanto grande, anche nella serie di Valpelline del ricoprimento M. Mary. Procedendo dal Colle Cornera verso est, noi troviamo i resti di questo scorrimento nel Trias sulla parete meridionale del Château des Dames, che giunge ai Jumeaux, la qual cosa prova che anche la serie di Arolla formante la parte superiore dei Jumeaux deve essere considerata come sovrascorsa. Sebbene là non siano ancora noti lembi di Trias, pure noi vi ritroviamo la zona intensamente milonitizzata della serie di Valpelline.

Non si potè osservare la retroflessione della serie di Valpelline, che Argand disegna nei suoi profili attraverso lo Château des Dames. Senza dubbio si può constatare sul Colle Cornera una scistosità della serie di Valpelline inclinata verso sud, parallelamente alla pendenza della sovrastante serie di Arolla. Procedendo dal passo verso nord si riconosce però che questa scistosità non corrisponde a quella della serie di Valpelline, che presenta inclinazione normale, ma bensì che essa è da attribuirsi al sovrascorrimento della serie di Arolla, al pari dell'intensa milonitizzazione già ricordata.

Secondo il nostro modo di vedere non c'è nessuna ragione per separare dalla serie di Arolla del ricoprimento M. Mary i parascisti e le dioriti presso Casa Cogniod (Aosta), descritti in modo esauriente da Sanero, per farne una nuova digitazione della serie di Valpelline. Parascisti e dioriti sono ora conosciuti a sufficienza per le serie di Arolla di ambedue i ricoprimenti. Inoltre la tessitura massiccia di queste rocce parla piuttosto contro una simile digitazione, giacchè esse non presentano l'intensa milonitizzazione che dovrebbe corrispondere a un simile processo tettonico. I cunei sull'Ebihorn e presso la Schönbühlhütte sono, per esempio, completamente milonitizzati ed epimetamorfosati.

I problemi dell'età nell'ambito delle rocce della Dent Blanche non poterono esser risolti o lo furono solo in modo molto approssimativo. Il fatto che, malgrado diversi sovrascorrimenti (falda del M. Mary, falda della Dent Blanche *s. s.* e scaglia del M. Redesan), le singole zolle di scivolamento e la zona di radice presentino una struttura analoga, dimostra che le serie di Arolla e di Valpelline costituivano un'unità durante la fase principale di movimento. I rapporti originarî fra la serie di Valpelline e quella di Arolla sono tuttavia completamente incerti. Non è ammissibile che la serie di Valpelline sia stata staccata così nettamente dal granito e sospinta in avanti, come è dato di osservare, e d'altra parte le ricerche hanno provato che l'iniezione deriva piuttosto da un magma basico e non già da graniti.

Se la serie di Valpelline fosse costituita da sedimenti mesozoici, si dovrebbe anzitutto attribuire l'iniezione e il catametamorfismo all'azione dei magmi basici, dai quali sono derivate anche le ofioliti alpine. Una simile spiegazione del metamorfismo è

inverosimile, a causa dello sviluppo piuttosto limitato delle azioni di contatto finora note per queste ofioliti. Se le rocce di Valpelline corrispondessero ad una serie sedimentaria mesozoica non avrebbero potuto trovarsi ad una profondità considerevole ed esservi iniettate da un magma basico. Sarebbe pertanto assai difficile spiegare un catametamorfismo tanto intenso in rocce sedimentarie mesozoiche, cosicchè noi dobbiamo ammettere con grande verosimiglianza un'età almeno paleozoica della serie di Valpelline (*). La forte iniezione deve essere attribuita piuttosto alle masse intrusive basiche, che si trovano nella zona delle radici. Nella « Guida geologica della Svizzera », Argand ammette la possibilità di un sovrascorrimento, che poi egli lascia cadere. Veramente, a suo giudizio, la serie di Arolla sarebbe scorsa sopra la serie di Valpelline, il che non è giusto secondo la nostra concezione. Questo sovrascorrimento sarebbe avvenuto nel corso dell'orogenesi ercinica o durante una fase precoce del corrugamento alpino. A favore di un sovrascorrimento ercinico parlano infatti diverse circostanze: anzittutto la già ricordata unità delle serie di Arolla e di Valpelline durante le grandi fasi alpine di movimento, che si può riconoscere nell'analoga costituzione delle subfalde e, inoltre, l'assoluta mancanza di lembi e trucioli di sedimenti mesozoici fra le serie di Arolla e di Valpelline.

Come abbiamo visto, la fronte della serie di Valpelline retrocede fortemente verso est nella falda M. Mary, la vera e propria regione frontale dell'originaria coltre di scivolamento. Che questo sia il caso nell'intero ricoprimento Dent Blanche *l. s.* ci è dimostrato dalla copertura mesozoica sul M. Dolin. Tuttavia non si potè ancora dare una risposta al problema se la serie di Valpelline vada riducendosi o meno verso oriente. Sarebbe poi troppo azzardato interpretare la retrocessione della serie di Valpelline con una fronte all'incirca ESE, che mostra una certa corrispondenza con la direzione della Tetide, come una linea strutturale ercinica.

Se il sovrascorrimento fosse di età ercinica, allora i graniti della serie di Arolla sarebbero più antichi di questo ciclo orogenetico. In favore di un'età molto antica del granito parla l'intenso epimetamorfismo che si osserva anche nelle rocce massicce.

Tuttavia non si può escludere del tutto la possibilità di un ricoprimento alpino precoce. In tal caso l'assenza del Mesozoico lungo il contatto tettonico fra le serie di Arolla e di Valpelline sarebbe dovuta ad uno schiacciamento meccanico completo oppure ad un'assenza primaria. Già sul M. Dolin si trovano depositi di carattere breccioso, dimodocchè quest'ultima possibilità non può essere esclusa. Così pure non si potè finora stabilire con sicurezza se le zone milonitiche vennero utilizzate due volte, durante l'orogenesi ercinica e quella alpina.

Il ricoprimento Dent Blanche deve la sua conservazione nel settore della Valpelline e del Vallese ad una grandiosa depressione assiale della catena alpina, che l'ha preservato dall'erosione.

A nostro giudizio, e come ebbimo occasione di esporre ancora nel dicembre 1935 durante un colloquio dell'Istituto mineralogico-petrografico di Zurigo e nel febbraio 1936 in una conferenza tenuta alla Società Geologica in Zurigo, la presa di posizione del ricoprimento Dent Blanche deve essere avvenuta nella seguente maniera:

(*) Verosimilmente archeozoica secondo altri studiosi, fra cui Gb. Dal Piaz (*n. del tr.*).

La serie di Valpelline, iniettata da un magma basico, venne sospinta a ricoprire la serie di Arolla durante l'orogenesi ercinica oppure durante una fase precoce dell'orogenesi alpina. Nelle grandi fasi di movimento della falda, le due zolle di scivolamento (*Gleitbretter*) formarono un'unità indivisibile, che a sua volta presentava la struttura di una coltre di scivolamento. Nel corso della sua avanzata, il ricoprimento Dent Blanche *s. l.* venne arrestato da un ostacolo, che fu poi sormontato inquantocchè le parti più meridionali scorsero a ricoprire la fronte della falda. Questa parte inferiore costituisce l'odierno ricoprimento M. Mary. Quindi seguì la poderosa avanzata del ricoprimento Dent Blanche *s. s.*, fino a che anch'esso venne fermato probabilmente dalla falda Gr. S. Bernardo. Prima che avesse luogo l'ulteriore scorrimento del M. Redesan e dei Jumeaux, viene ancora utilizzata un'altra possibilità di cedimento. Davanti alla fronte della zolla M. Mary si determina un'inflessione del ricoprimento Dent Blanche in corrispondenza alla linea dell'attuale Valpelline. Nella Valpelline, che rappresenta così una doccia primaria di drenaggio, esiste quindi una depressione sinclinale, la quale venne sottoscorsa orizzontalmente nelle sue parti orientali e trova la sua espressione nella bella cerniera osservabile così bene dallo Stokjé sulla parete rocciosa che si estende dalla Tête di Valpelline verso il settentrione. Questa cerniera si continua poi indubbiamente nel cuneo dell'Ebihorn.

La grande sintesi fondamentale del ricoprimento Dent Blanche di Argand, con la trilogia delle falde Dent Blanche *s. s.*, M. Mary e M. Emilius, resta conservata. Le nuove osservazioni nella Valpelline hanno tuttavia dimostrato che la sua struttura non presenta lo stile di una piega coricata penninica, bensì quello di zolle di scivolamento, che subirono un'inflessione sinclinale. Le ricerche petrografiche hanno inoltre rivelato che i ricoprimenti Dent Blanche *s. s.* e M. Mary sono fra di loro intimamente imparentati e presentano la più stretta corrispondenza reciproca. La falda M. Emilius non venne compresa in questi studi e perciò non si può dire a suo riguardo nulla di nuovo.

BIBLIOGRAFIA

1. Argand E. - *Sur la tectonique du massif de la Dent Blanche.* « C. R. Acad. Sc. », Febbr. 1906.
2. — *L'exploration géol. des Alpes Pennines Centrales.* « Bull. Lab. Univ. Lausanne », 14, 1909, 1.
3. — *La Doire Baltée en aval d'Aoste.* « Revue de Géogr. », ann. 3, 1909, 381.
4. — *Les Nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leur prolongements structuraux.* « Mat. carte géol. Suisse », nouv. série, livr. 31, 1911.
5. — *Les Nappes de recouvrement des Alpes Occidentales.* « Mat. carte géol. Suisse », nouv. série, livr. 27, 1911.
6. — *Sur la répartition des roches vertes mésozoiques dans les Alpes Pennines avant la formation des grands plis couchés.* « Procès verbaux. Soc. Vaud. Sc. nat. », Marzo 1911.
7. — *Phases de déformation des grands plis couchés de la zone pennique.* « Procès verbaux Soc. Vaud. Sc. nat. », Febbr. 1912.
8. — *Encore sur les phases de déformation des plis couchés de la zone pennique.* « Procès verbaux Soc. Vaud. Sc. nat. », Marzo 1912.
9. — *L'Arc des Alpes Occidentales.* « Eclog. Geol. Helvet. », 14, 1916, 145.
10. — *La géologie des environs de Zermatt.* « Soc. Helvet. Sc. nat. », 1923, 96.
11. — *La zone pennique.* « Geolog. Führer der Schweiz. », 3, 1934, 149.
12. Bartholmès F. - *Contribution à l'étude des roches éruptives basiques contenues dans le massif de la Dent Blanche.* « Bull. Lab. Univ. Lausanne », 27, 1930, 1.
13. Brun A. - *Notes sur les Gabbros d'Arolla.* « Arch. Sc. phys. nat. Genève », 3. période 32, 1894, 1.
14. — *Peridotite et Gabbros du Matterhorn.* « Arch. Soc. phys. nat. Genève », 4. période 7, 1899, 1.
15. Cornelius H. P. - *Ueber einige Probleme der penninischen Zone der Westalpen.* « Geol. Rundschau », 11, 1912, 289.
16. — *Ueber einige seltene Gesteinstypen aus dem Grüngesteinsgebiet von Zermatt.* « Mitt. Geol. Ges. Wien », 36, 1933, 145.
17. — *Profile aus der oberen Val Tournanche.* « Mitt. Geol. Ges. Wien », 28, 1935, 103.
18. Cossa A. - *Rutil in Gastaldit-Eklogit v. Val Tournanche.* « N. Jb. f. Mineral. », 1882, 162.
19. Dal Piaz Gb. - *Su alcuni lembi del ricoprimento della Dent Blanche (VI) compresi entro le formazioni posttriasiche della Grivola.* « Rendic. R. Acc. Lincei », 4 Dic. 1937, 525.
20. — *La Nappe de la Dent Blanche ou des schistes lustrés dans les Alpes Occidentales.* « Bull. Soc. Flore Valdotaine », 20, 1929, 39.
21. — *La discordanza ercinica nella zona pennidica e le sue conseguenze nei riguardi della storia geologica delle Alpi.* « Boll. Soc. Geol. Italiana ». Vol. LVIII, 1939.
22. Desor - *Gebirgsbau der Alpen.* Wiesbaden 1865, 18.
23. Diehl E. A. - *Geologisch-Petrographische Untersuchungen der Zone du Grand Combin im Val d'Ollomont.* « Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. », 18, 1938, 214.

24. Diener C. - *Zum Gebirgsbau der « Centralmasse des Wallis »*. « Sitzungs-Ber. Akad. Wiss. Wien. Math. nat'w. Klasse », 98 Abt. I, 1889, 1.

25. Gerlach H. - *Die Penninischen Alpen*. « Denkschrift Schweiz. Naturf. Ges. », 23, 1869.

26. — *Das südwestliche Wallis*. « Beitr. Geol. Karte Schweiz », 9, 1871.

27. Giordano F. - « Boll. Club Alpino Italiano », 13, 1868.

28. — *Sulla orographia e sulla geologica costituzione del Gran Cervino*. Torino 1869.

29. — *Notice sur la constitution géologique du Mont Cervin*. « Arch. Sc. phys. nat. Genève », 1869.

30. Grubenmann U. - *Ueber einige schweizerische Glaukophangesteine*. « Festschr. z. 70. Geb. Tg. v. H. Rosenbusch », 1906, 1.

31. Heim Alb. - *Geologie der Schweiz*. Leipzig, 1919-22.

32. Hermann F. - *La struttura delle Alpi Occidentali*. « Atti Soc. Ital. Sc. Nat. », 64, 1925, 239.

33. — *Sur l'éventail de Bagnes et la nappe de la Dent Blanche*. « C. R. Acad. Sc. », Paris 180, 1935, 1118.

34. — *Stereogramma tettonico delle Alpi Valdostane Centrali*. « Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova », 7, 1927.

35. — *Problèmes de géologie alpine*. « Bull. Soc. Flore Valdotaine », 19, 1927, 3.

36. — *Conceptions nouvelles sur la tectonique des Alpes franco-italiennes*. « C. R. Acad. Sc. », 158, 1927, 1204.

37. — *La nappe de la Dent Blanche et les nappes des schistes lustrés en Maurienne et Tarentaise*. « Ecl. Geol. Helv. », 21, 1928, 70.

38. — *Note illustrative per la carta geologica delle Alpi Nord-Occidentali*. Milano, 1938.

39. Hermann F. e Raguin E. - *Studi geologici nelle Alpi Occidentali*. « Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova », VIII, 1930.

40. Huttenlocher H. - *Beiträge zur Charakteristik der westalpinen Metallisation*. « Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. », 7, 1927, 165.

41. — *Die Erzlagerstätten der Westalpen*. « Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. », 14, 1934, 22.

42. Lugeon M. e Argand E. - *Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont*. « C. R. Acad. Sc. Paris », Maggio 1905.

43. — *Sur les homologies dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont*. « C. R. Acad. Sc. Paris », Maggio 1905.

44. Masson R. - *Geologisch-Petrographische Untersuchungen im unteren Valpelline*. « Schweiz. Mineral. Petr. Mitt. », 18, 1938, 54.

45. Mattirolo E. - *Rilevamento geol. del 1901 nella valle di S. Barthélemy*. « Boll. R. Com. Geol. Ital. », 1902, 28.

46. Mattirolo E. e Novarese V. - « Boll. Com. Geol. Ital. », parte ufficiale, 34, 1903.

47. Milch L. - *Ueber den Granitgneis vom Roc noir, Massiv der Dent Blanche*. « N. J. f. Min. », 1901, 49.

48. Montibelli A. - *La miniera ramifera di Bionaz*. « Rass. Min. Metall. », 66, 1937, 1.

49. Novarese V. - *La zona d'Ivrea*. « Boll. Soc. Geol. Ital », 25, 1906, 176.

50. — *Relazioni preliminari sulla campagna geologica dell'anno* 1911. *Alpi Occidentali*. « Boll. Uff. Geol. Ital. », 1912, 30.

51. — *La formazione dioritico-kinzigitica in Italia*. « Boll. R. Uff. Geol. Ital. », 54, 1931, 1.

52. Piepoli P. - *Contributo allo studio dei giacimenti piritoso-cupriferi delle Alpi Occidentali*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », 1933.

53. Rath von G. - *Penninische Alpen*. « Annalen der Physik u. Chemie », 144, 1871, 387, 390.

54. Sanero E. - *Ricerche petrografiche sui porfiroidi sericitici di Aosta.* « Period. di Mineral. », 7, 1936, 285.

55. — *Ricerche geologiche sui dintorni di Aosta.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », 67, 1937, 324.

56. — *Sulla presenza della formazione dioritico-kinzigitica del ricoprimento della Dent Blanche nei dintorni di Aosta.* « Period. Mineral. », 9, 1938, 35.

57. Saussure H. B. - *Voyage dans les Alpes.* 1796.

58 Schäfer R. W. - *Metamorphe Gabbrogesteine des Allalingebietes im Wallis.* « Tschermak. Mineral. Petrogr. Mitt. », 15, 1895, 5.

59. Schmidt C. - *Géologie de Zermatt et sa situation dans le système alpin.* « Arch. Sc. phys. nat. Genève », 3. période 34, 1895, 1.

60. — *Ueber die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizer Alpen.* « Ecl. Geol. Helv. », 9, 1907, 484.

61. Staub R. - *Ueber Wesen, Alter und Ursachen der Gesteinsmetamorphose in Graubünden.* « Viertel-Jahresschr. Nat. Ges. Zürich », 65, 1920, 323.

62. — *Das Aequivalent der Dent Blanche-Decke in Bünden.* « Festschrift Nat. Ges. Zürich », 62, 1917.

63. — *Bau d. Alpen.* « Beitr. Geol. Karte Schweiz. ». N. F. 52 L., 1924.

64. — *Uebersicht über die Geologie Graubündens.* « Geol. Führer Schweiz. », 3, 1934, 205.

65. — *Des raccords tectoniques entre les nappes valais. et gris.* « C. R. de la Soc. Géol. de France », 4, 1936.

66. — *Gedanken zum Bau der Westalpen zwischen Bernina und Mittelmeer. (I. Teil).* « Viertel-Jahresschr. Nat. Ges. Zürich », 82, 1937, 1.

67. — *Einige Ergebnisse vergleichender Studien zwischen Wallis und Bünden.* « Eclog. geol. Helv. », v. 31, 1938, 345.

68. Studer B. - *Geologie der Schweiz.* Bern 1851.

69. Stutz A. H. e Masson R. - *Zur Tektonik der Dent Blanche-Decke.* « Schweiz. Mineral. Petr. Mitt », 18, 1938, 40.

70. Tschopp H. - *Die Casannaschiefer des oberen Val de Bagnes.* « Ecl. Geol. Helv. », 18, 1923, 77.

71. Wegmann E. - *Zur Geologie der Bernhard-Decke im Val d'Hérens.* Diss. Neuchâtel, 1922, « Bull. Soc. Sc. Nat. Neuchâtel », 1923.

72. Woyno F. J. - *Petrographische Untersuchungen der Casannaschiefer des mittleren Bagnes-Tales.* Diss. Univ. Zürich, 1911.

CARTE E PROFILI

73. R. Ufficio Geol. Carta d'Italia, 1: 100.000, 1912, fogli *Aosta* e *Monte Rosa.*

74. R. Ufficio Geol. *Carta Geologica delle Alpi Occidentali,* 1: 400.000, 1908.

75. Argand E. - *Carte Géol. du Massif de la Dent Blanche,* 1: 50.000, « Mat. Cart. géol. de la Suisse », Carte sp. 52, 1908.

76. — *Carte Géol. de la région du Grand Combin,* 1: 50.000, « ibidem », Carte sp. N. 93, 1934.

77. — *Neuf coupes à travers les Alpes Occidentales,* 1: 400.000, « ibidem », 1911.

78. Staub R. - *Tektonische Karte der Alpen,* 1: 100.000 *und Profile.* « Beitr. Geol. Karte d. Schweiz. ». Sp. K. N. 105 A, B_1 - B_2 e C.

79. Hermann F. - *Stereogramma tettonico delle Alpi Valdostane Centrali*, 1: 37.500, « Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova », 7, 1927.

80. — *Carta Geol. delle Alpi Nord-Occidentali*, 1: 200.000, Milano, 1937.

81. Diehl E. A., Masson R. e Stutz A. H. - *Petrographisch-geologische Karte des unteren Valpelline und des Val d'Ollomont*, in nero, 1: 50.000, « Schweiz. Mineral. Petr. Mitt. » 18, 1938, 400.

82. Stutz A. H. e Masson R. - *Tektonische Karte und Profile*, 1: 150.000. « Schweiz. Mineral. Petr. Mitt. », 18, 1938, 52.

NUOVA BIBLIOGRAFIA DOPO IL 1939

(Aggiunta)

1. Güller A. - *Zur Geologie der südlichen Mischabel - und der Monte Rosa-Gruppe. Mit Einschluss des Zmutt-Tales westlich Zermatt.* « Ecl. Geol. Helv. », 40, 1947.

2. Hagen T. - *Geologie des Mont Dolin und des Nordrandes der Dent Blanche-Decke zwischen Mont Blanc de Cheilon und Ferpècle (Wallis).* « Beitr. z. Geolog. Karte der Schweiz », N. F. 90. Liefg. Bern, 1948.

3. Iten W. - *Zur Stratigraphie und Tektonik der Zone du Combin zwischen Mettelhorn und Turtmanntal (Wallis).* « Ecl. Geol. Helv. », 41, 1948.

4. Jäckli R. - *Geologische Untersuchungen in der Stirnzone der Mischabeldecke zwischen Réchy, Val d'Anniviers und Visp (Wallis).* « Ecl. Geol. Helv. », 43, 1950.

5. Roesli F. - *Zur Frage der Existenz unterostalpiner (grisonider) Elemente im Westalpenbogen.* « Ecl. Geol. Helv. », 39, 1946.

6. Staub R. - *Gedanken zum Bau der Westalpen zwischen Bernina und Mittelmeer.*
II. Teil. « Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich », 87, 1942.
Die Gebirgsbildung im Rahmen der Erdgeschichte. « Verh. Schweiz. Naturf. Ges », Sils i. E., 1944.
Aktuelle Fragen im alpinen Grundgebirge. « Schweiz. Min. Petr. Mitt. », 28, 1948.

7. Stutz A. H. - *Die Gesteine der Arollaserie im Valpelline (Provinz Aosta, Oberitalien).* « Schweiz. Min. Petr. Mitt. », 20, 1940.

8. Witzig E. - *Geologische Untersuchungen in der Zone du Combin im Val des Dix (Wallis).* Diss. ETH. Zürich, 1948.

INDICE

TAVOLA I.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

Fig. 1. - Granato, steli di sillimanite e biotite alterata in massa di fondo sericitica. Sericitizzazione della sillimanite. X 66.

» 2. - Cordierite, in parte con tipici individui trigeminati. Roccia a granato, cordierite, biotite, sillimanite. X 73. Nic. +.

» 3. - Cordierite pinitizzata. X 73. Nic. +.

» 4. - Fenomeni di ricristallizzazione nel quarzo. Kinzigite deformata meccanicamente. X 44. Nic. +.

» 5. - Sostituzione di un individuo di granato fino ad alcuni relitti mediante pennina. Kinzigite fortemente deformata. X 26.

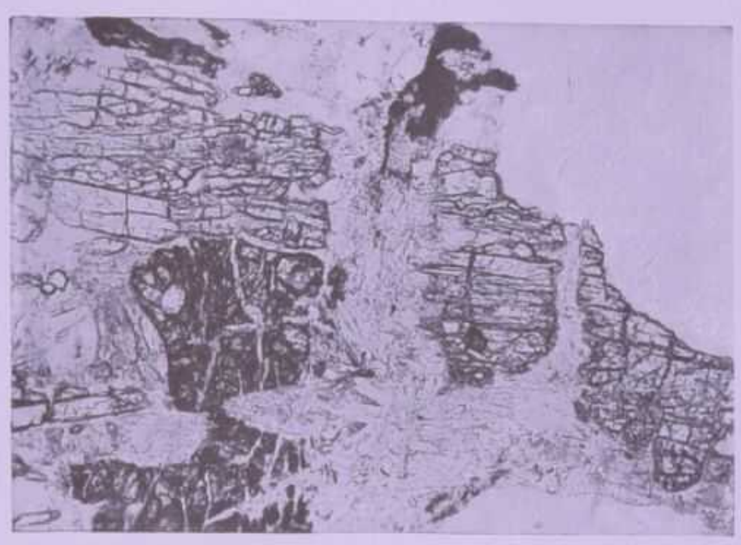


FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

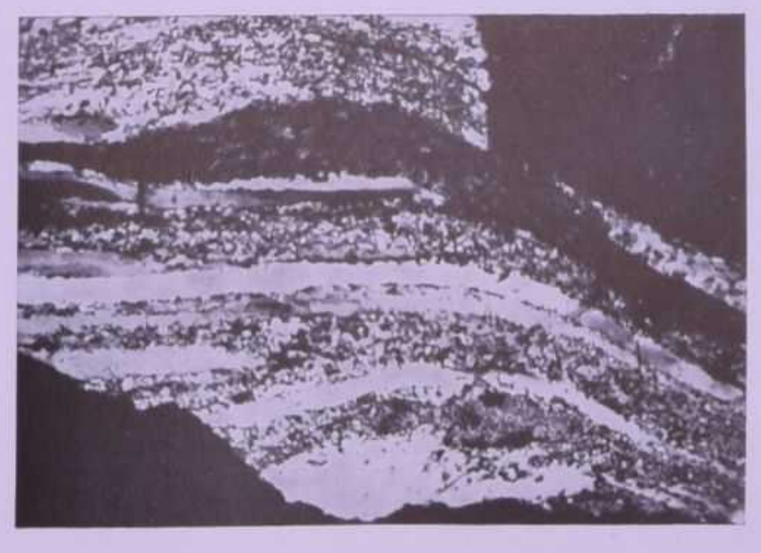


FIG. 4

FIG. 5

TAVOLA II.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

Fig. 1. - Aspetto della struttura di una ultramilonite afanitica. Parti scure: massa di fondo pseudotachilitica; parti chiare: essenzialmente plagioclasio. X 8.

» 2. - Come la fig. 1.

» 3. - Granato, sillimanite, quarzo e feldispato alcalino circondano i granati a contorni rombododecaedrici fino a fusiformi. Kinzigite sillimanitica. X 7.

» 4. - Aspetto della struttura di uno gneiss kinzigitico deformato meccanicamente. Porfiroblasti di granato, plagioclasio alterato e liste granoblastiche di quarzo ricristallizzato. X 8.

FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

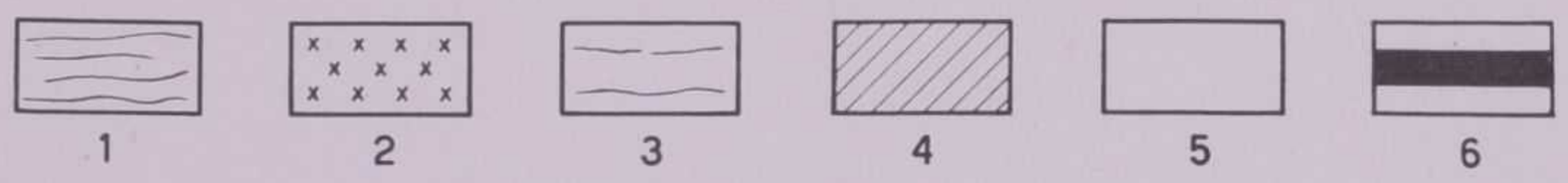
FIG. 4

TAVOLA III.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III.

PROFILI GEOLOGICI ATTRAVERSO IL RICOPRIMENTO DENT BLANCHE

secondo E. A. Diehl, R. Masson e A. H. Stutz



Ricoprimento Dent Blanche
- 1 = Gneiss di Arolla ;
- 2 = Rocce eruttive massicce della serie di Arolla ;
- 3 = Serie di Valpelline.

- 4 = Rocce del ricoprimento del S. Bernardo.
- 5 = Calcescisti con ofioliti mesozoiche e Trias.
- 6 = Trias dei Tre Fratelli.

E. A. DIEHL, R. MASSON e A. H. STUTZ - *Ricoprimento Dent Blanche.*

TAV. III.

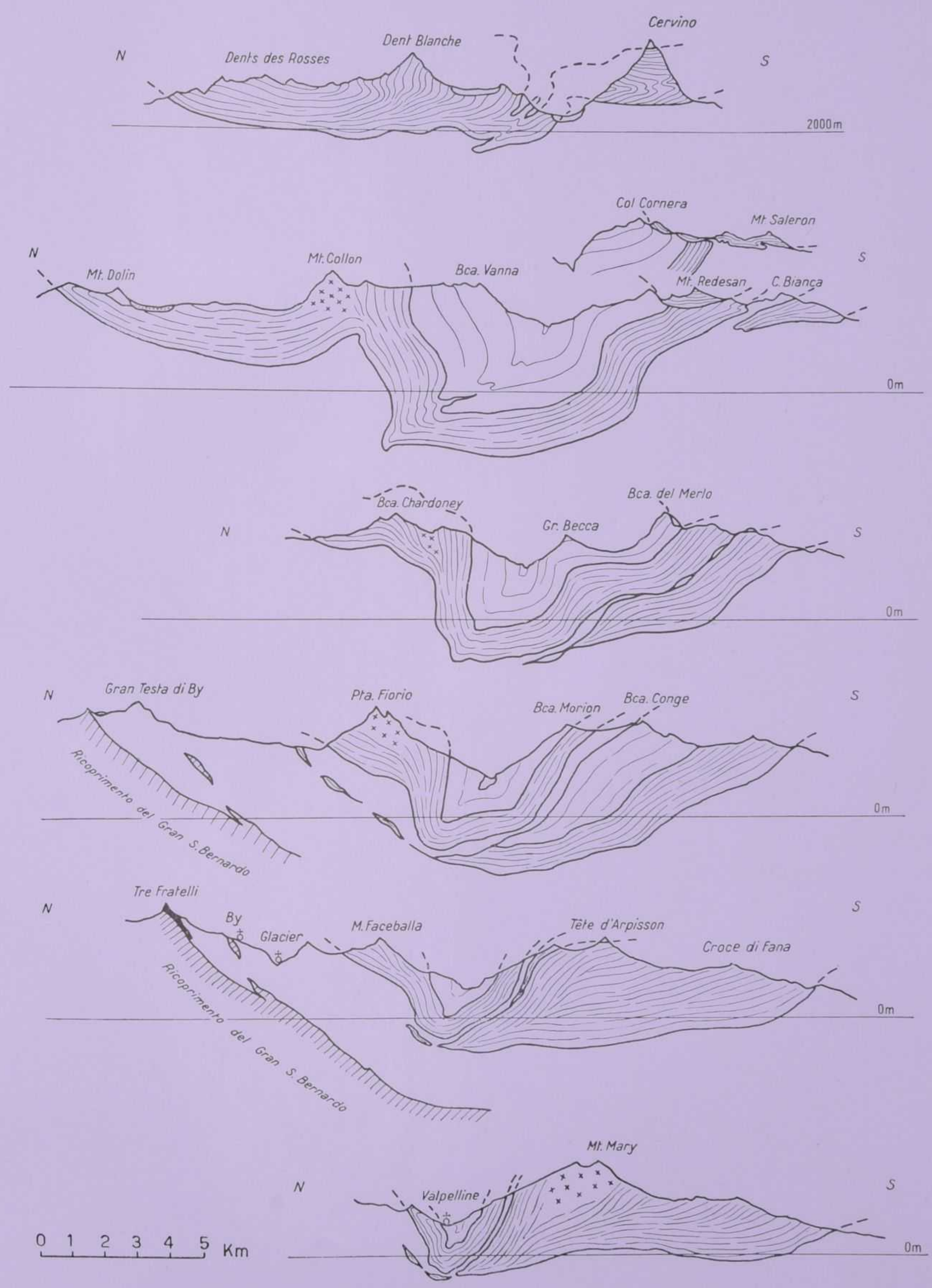


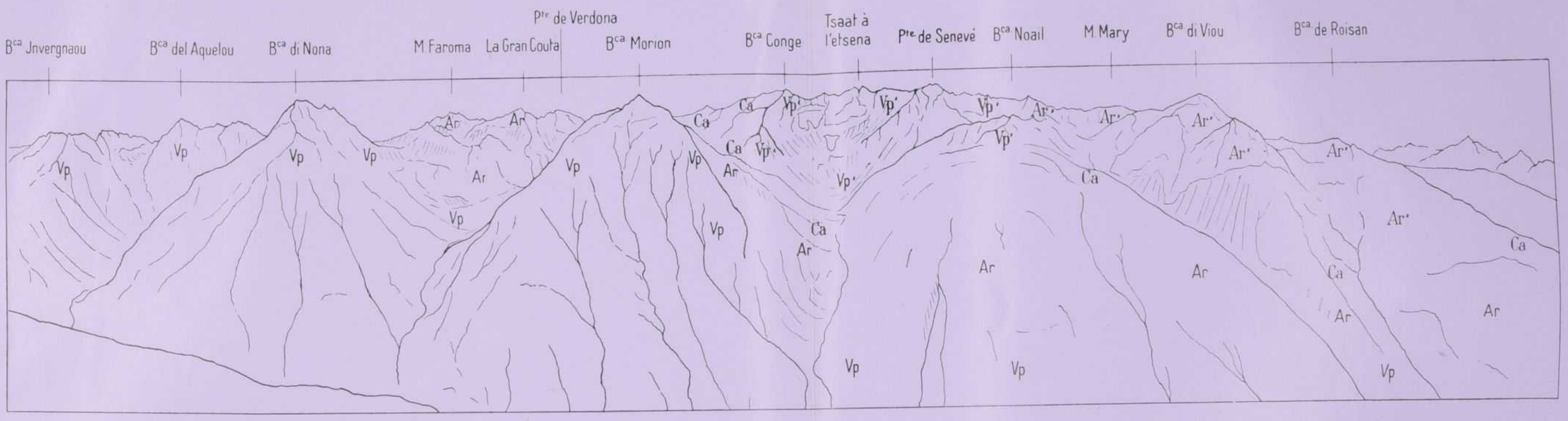
TAVOLA IV.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV.

Panorama del versante sinistro della Valpelline inferiore con la catena Becca di Nona - Becca Morion - Monte Mary - Becca di Viou, preso 600 metri a sud-est di Breuson, a 2050 metri s/m.

R. Masson *fot.* - A. H. Stutz *dis.*

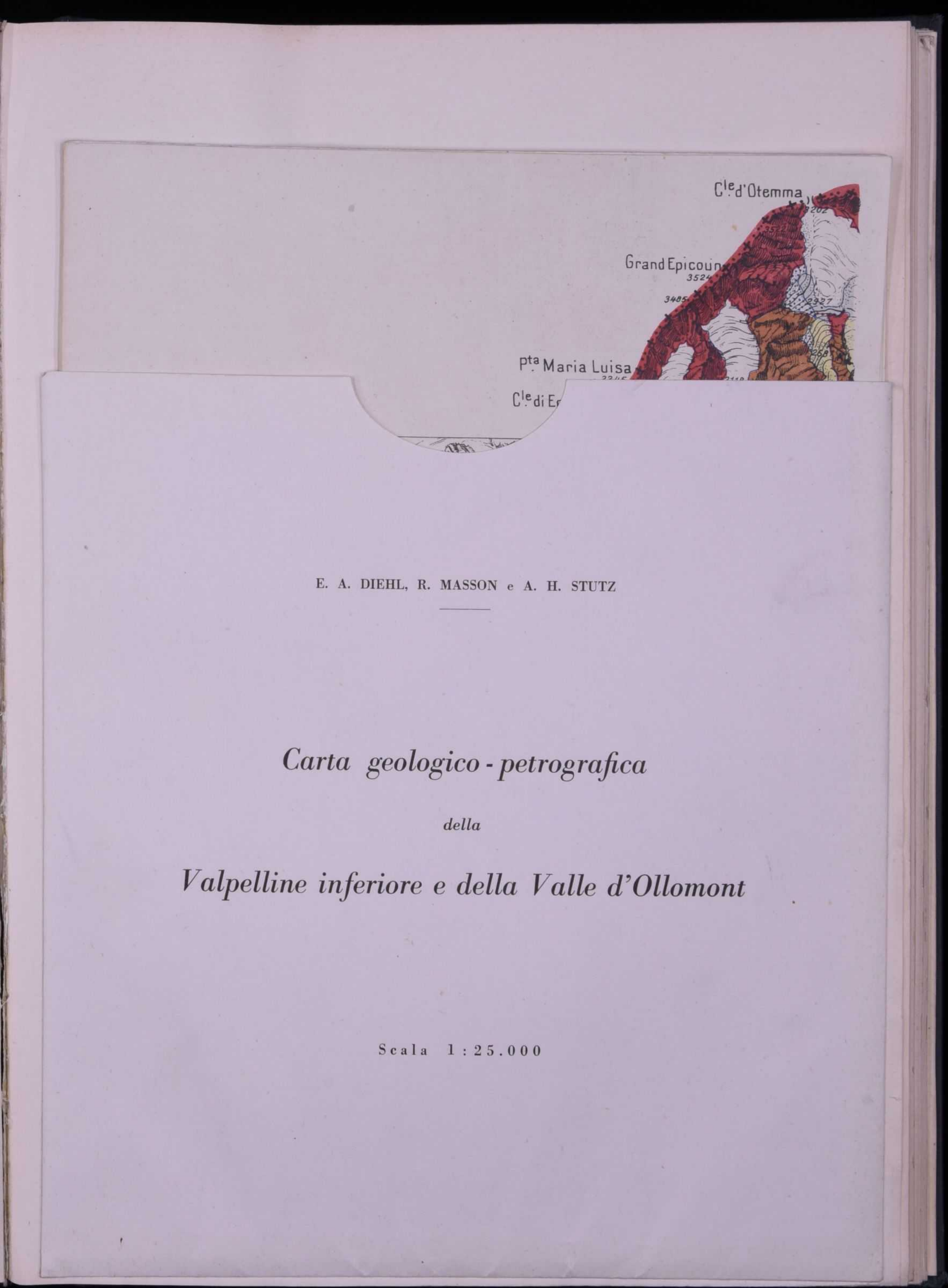
E. A. DIEHL, R. MASSON e A. H. STUTZ - *Ricoprimento Dent Blanche.*



Vp Serie della Valpelline | nel ricoprimento
Ar „ d' Arolla | Dent Blanche s.s.

Vp' Serie della Valpelline | nel ricoprimento
Ar' „ d' Arolla | M. Mary

Ca Calcescisti di Roisan



E. A. DIEHL, R. MASSON e A. H. STUTZ

Carta geologico - petrografica

della

Valpelline inferiore e della Valle d'Ollomont

Scala 1 : 25.000