

Compte-rendu de l'excursion de la Société géologique suisse à Zermatt les 16, 17 et 18 septembre 1915

Autor(en): **Argand, Emile**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **14 (1916)**

Heft 1

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-157597>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Compte-rendu
de l'excursion de la Société géologique suisse
à ZERMATT

les 16, 17 et 18 septembre 1915.

Par EMILE ARGAND.

L'excursion, favorisée par un temps superbe, a réuni vingt-deux participants :

PAUL ARBENZ, Prof.-Dr,	Berne.
MM. EMILE ARGAND, Prof.-Dr, conducteur	
de l'excursion,	Neuchâtel.
J. BRACK, chimiste,	Bâle.
Mme BRACK,	Bâle.
MM. AUG. BUXTORF, Prof.-Dr,	Bâle.
PETER CHRIST,	Bâle.
B.-G. ESCHER, Dr, privat-docent,	Delft.
C. ESCHER-SCHINDLER,	Zurich.
JULES FAVRE, Dr,	Genève.
HELMUT GAMS,	Zurich.
FR. VON GREVINGK,	Zurich.
ALBERT HEIM, Prof.-Dr,	Zurich.
ARNOLD HEIM, Dr,	Zurich.
GERHARD HENNY, ing. chim.,	Lausanne.
EUGEN HESS, Dr,	Winterthour.
ETIENNE JOUKOWSKY, Dr,	Genève.
G.-L.-L. KEMMERLING, Dr, ing.	Schiedam.
FRANÇOIS DE LOYS,	Lausanne.
A. MAKOWSKI, ing. des mines	Zurich.
J.-P. SCHUMACHER,	Lausanne.
A. TUTEIN-NOLTHENIUS,	Lausanne.
N. ULIANOFF,	Lausanne.

Formée au départ de Genève, le 16 septembre au matin, la caravane se rend à Zermatt en chemin de fer. Avec célérité, le convoi traverse des paysages familiers aux géologues suisses : successivement, le verrou de Saint-Maurice, le pli

couché de Morcles, la plongée du massif du Mont-Blanc à Saxon, les écaillés serrées des collines de Sion, l'éboulement de Sierre et les amples charnières du Trias de l'Illgraben disparaissent derrière nous. A Viège, nous quittons la maîtresse vallée du Rhône avec ses auges emboîtées, ses contreforts tronqués par la base, ses épaulements étagés, bossués de contrepentes glaciaires, ses vallées tributaires suspendues, à gradins de confluence et gorges de raccord. Après avoir longé la marge des grands plis couchés penniques, nous pénétrons dans leur masse profonde.

Dès avant Stalden, nous entrons dans la nappe du Grand-Saint-Bernard, dont nous ne sortirons qu'aux portes mêmes de Zermatt. A Saint-Nicolas, coup-d'œil rapide sur le synclinal couché de Trias qui sépare deux grosses digitations anticlinales de la nappe ; sur les parois de l'auge se dessine le contact supérieur des quartzites permo-triasiques, surmonté du complexe de micaschistes, gneiss et amphibolites paléozoïques de l'anticlinal surincombant. Le conducteur de l'excursion montre, sur la rive gauche, le couloir où affleure une des rares lentilles de Trias calcaréo-dolomitique qui se rencontrent dans cette partie fort étirée du synclinal. Au fond du paysage, c'est le Brunnegghorn avec son Trias en plongée axale sous la nappe de la Dent-Blanche.

A Randa, la vue s'élargit et se complète. C'est d'abord la nappe du Grand-Saint-Bernard, où l'on distingue aisément, de bas en haut, les bancs clairs et très épais du noyau d'orthogneiss et de gneiss d'injection, à chlorite, mica vert et mica blanc ; la puissante enveloppe de paragneiss, micaschistes et amphibolites ; le Carbonifère, épais de 100 à 150 m., reconnaissable à la couleur foncée de ses paragneiss, micaschistes et quartzites à pigment charbonneux, avec lentilles de prasinites intercalées ; le Permien, en quartzites chlorito-séricitiques feuilletés ; le double ruban du Trias, dont les quartzites pâles et compacts supportent des dolomies qui émergent du glacier de Bies en un contraste éclatant ; mince ruban des schistes lustrés, enfin, dont la vire sombre termine ce flanc normal.

Plus haut encore, c'est la nappe de la Dent-Blanche. Dans les rudes contreforts du Weisshorn apparaît, sur les schistes lustrés, un étroit cordon de gabbros, partiellement transformés en prasinites zoïsitiques d'un vert tendre ; ils font partie d'un filon-couche (*sill*) insinué dans le flanc renversé du grand pli couché, où il est venu se laminer. Le noyau anticlinal de la nappe surmonte le tout et trône dans les hauts sommets. On reconnaît les enveloppes successives qui s'unis-

sent pour le former : paragneiss sombres, très amincis dans le flanc renversé ; gneiss d'injection, à puissantes veines d'aplite qui pénètrent les dérivés sédimentaires et confèrent au tout une zébrure caractéristique, en alternances vertes et blanches bien visibles dans la paroi qui domine le Biesjoch ; tout en haut, le granite à hornblende en masses claires, partiellement laminées et recristallisées.

Le train suit le fond de l'auge, dépasse Täsch, traverse les bancs, un peu renversés au SSE, de la tête du pli en retour des Mischabelhörner, franchit en vitesse le petit tunnel de l'Egg où passe, au sein des schistes lustrés à roches vertes, une écaille triasique très étirée, avec quartzites et calcaires dolomitiques. L'instant d'après, nous sommes à Zermatt.

Vendredi 17 septembre.

Riffelberg, Gornergrat. Vue d'ensemble sur les nappes.

Aux premières heures du matin, nous quittons nos confortables quartiers de l'hôtel du Mont-Cervin et le train nous dépose au Riffelberg (2569 m.), où commence vraiment l'excursion. Le jour est éblouissant, l'atmosphère très limpide. Les détails de la tectonique apparaissent avec une rare perfection et l'ensemble est d'une incomparable grandeur.

Du Cervin au Weisshorn, la nappe de la Dent-Blanche embrasse tous les hauts sommets ; le recouvrement, dessiné par le contraste des patines et avivé par celui des topographies, se poursuit à mi-versant sur 18 kilomètres de longueur visible. C'est la coupe de Randa, démesurément élargie et observable à loisir. Du coup apparaît le caractère régional de la succession rapidement entrevue hier. Elle se vérifie d'ailleurs, à de minces détails près, tout autour du lambeau de recouvrement de la Dent-Blanche. Les granites à hornblende, avec ou sans biotite, forment la masse principale ; les gneiss d'injection et les paragneiss se tiennent principalement dans le flanc renversé ; de grosses enclaves laminées et plissées, à périphérie veinée d'aplite, apparaissent aussi en plein cœur du pli couché au Zinalrothorn, au Trifhorn ; les zébrures alternées de l'injection, parallélisées par la vigueur des étirements ou contournées au passage des charnières, apparaissent en pleine lumière dans la paroi occidentale du Mont-Cervin, où ces gneiss mixtes, à matériel éruptif prédominant, passent graduellement à des noyaux granitiques incomplètement écrasés. A la base, sous le coussinet des dérivés sédimentaires, c'est le filon-couche des gabbros qui traîne au

long des versants ; au Cervin, au Hühnerknubel, à Triftkummen, au bord du Schalliberggletscher et jusqu'à la selle neigeuse du Biesjoch, les prasinites à zoïsite, patinées en vert pâle, le marquent d'un trait distinct¹ et soulignent du même coup le flanc renversé de la nappe.

L'architecture interne du grand pli couché se montre sans voiles ; les noyaux anticlinaux, formés par la série de Valpeline, apparaissent nettement : la pyramide suprême du Cervin, le sommet du Stockje appartiennent au plus bas d'entre eux, dont la tête va plonger à l'avant dans les contreforts du Schönbühl, pour s'effiler enfin sous le sommet de l'Ebihorn. Au Hohwänghorn, une belle convergence anticlinale marque, dans les premières assises de la série d'Arolla, le début de l'enveloppe, qui se propage vers l'avant en vastes boucles convexes au NW, dans les granites laminés de la Wellenkuppe et du Trifthorn.

Une puissante incurvation synclinale embrasse toute la Wandfluh et relie le premier anticlinal couché à un deuxième objet analogue, situé à un niveau tectonique plus élevé ; la charnière de ce nouvel anticlinal plongeant est visible à la Tête de Valpeline, dans la série homonyme, et son enveloppe constitue toute la pyramide de la Dent-Blanche.

De vastes remous anticlinaux et synclinaux en cascades empilées se propagent donc vers l'avant ; ce sont les digitations secondaires de la nappe et ces charnières de détail sont énormes. On suit aisément leur articulation dans le sens vertical et leur emboîtement dans le sens horizontal. Les structures parallèles enroulées dans ces replis sont évidemment antérieures à la mise en place dernière de ceux-ci ; elles passent souvent, avec une remarquable indifférence, au travers de roches diverses, sans trop d'égard aux limites ou aux transitions ménagées du granite au gneiss d'injection et de celui-ci aux enclaves. Cette première foliation, d'origine mécanique², se rattache au laminage incité dans les premières phases de l'orogénèse ; sous l'effort continué, elle s'engage dans les plis couchés, qu'elle manifeste, malgré la dissemblance des matériaux, avec une clarté comparable à ce qu'on observe, par

¹ C'est ce que j'ai appelé, d'un nom désormais inutile, le « groupe de Tracuit ».

² Dans les dérivés sédimentogènes et dans les gneiss d'injection, une petite partie de ces structures parallèles peut être héritée de stratifications primitives ; la mesure dans laquelle se manifeste cette *survivance* est très variable dans le détail et ne peut être précisée que par des études du caractère le plus local.

exemple, dans les sédiments des nappes helvétiques. Grâce à elle, on poursuit les plis couchés au travers du granite sans beaucoup plus de difficultés que dans le cas précité. La méthode a toutefois ses limites ; elle ne s'applique pas aux cas où la première foliation est indistincte, ni à ceux où elle est inexistante, comme il arrive dans de gros noyaux granitiques dont le cœur a échappé à ce phénomène. Des structures parallèles plus jeunes, en rapport avec l'accentuation et la mise en place définitive des plis, peuvent d'ailleurs oblitérer, en certaines régions et à des degrés divers, les structures antérieures.

De puissantes lentilles de gabbros, accompagnées d'essaims plus petits et partiellement prasinitisés, apparaissent également dans le cœur de la nappe (Otemma, Mont Collon, Besso, Schallihorn) ; elles affectent toutefois une prédilection marquée pour les approches du flanc renversé (base du Cervin, Stockje, Hohenbielen). Parmi les masses gabbroïques appartenant à ce train, celles de l'Unter-Gabelhorn et de la Blaufluh sont bien visibles de notre observatoire. Identiques, dans leur masse principale, aux gabbros en filon-couche du flanc renversé lui-même, elles semblent appartenir, avec ces derniers, à une même venue, qui doit être postérieure à celle des granites, comme le montrent en quelques points du massif les phénomènes d'endomorphisme éprouvés par le gabbro au contact des roches acides. On arrive ainsi à l'idée d'une mise en place guidée aux temps secondaires et peut-être aux temps tertiaires, par le glissement du flanc renversé et des enveloppes immédiatement superposées. Le laminage et la recristallisation subis par une partie de ces roches basiques montrent avec certitude, cependant, que la consolidation était achevée avant les derniers mouvements des plis couchés.

La présence, dans les anticlinaux empilés de la série de Valpelline, de schistes cristallins de cachet profond, tels que les gneiss kinzigitiques et les gneiss à sillimanite, à structures homéoblastiques souvent intacts, soulève d'importants problèmes. Dans la période de préparation de la chaîne, au Primaire supérieur, au Mésozoïque, au Nummulitique, il s'est établi, dans les zones bathymétriques de schistes cristallins, une ordonnance en rapport avec la superposition normale d'alors. Ces conditions ont été complètement modifiées, à l'époque du paroxysme orogénique, du fait même de la production des grands plis couchés. Dans les plus marqués de ces derniers, les schistes cristallins de type profond (« catazone ») ont été entraînés au cœur des anticlinaux empilés ;

ils sont parvenus, en conséquence, dans le milieu plus élevé de l'« épizone », auquel ils étaient inadaptés et par leur composition minéralogique et par leur structure; dès lors, ils sont devenus instables et n'ont persisté que dans les cas où leur vitesse de transformation n'était pas trop grande. C'est ainsi qu'on peut s'expliquer la présence, en étages répétés, de résidus de catazone dans la série de Valpelline, au-dessus des gneiss d'Arolla et des schistes lustrés d'habitus cristallophyllien moins profond; ce sont des restes de l'ordonnance bathymétrique antérieure à la formation des grands plis couchés.

L'ordonnance nouvelle des zones du métamorphisme régional, imposée par l'énorme surcharge des nappes penniques, tend à se réaliser depuis ce remaniement fondamental des conditions de profondeur; les effets de cette transposition varient suivant la sensibilité des roches, qui réagissent inégalement vite suivant leur composition chimique et minéralogique. Dans les milieux peu stables, tels que les dérivés de roches basiques, la réadaptation est poussée très loin, comme il paraît aux roches vertes de la vallée de Zermatt, où les pyroxènes secondaires (omphacites) ne se rencontrent que dans les horizons les plus profonds (éclogites du « groupe de Zermatt »). Plus haut, la recrystallisation des roches basiques demeure complète, mais l'élément vert est à l'état d'amphiboles ou de chlorites; plus haut encore, elle est incomplète et des résidus de pyroxènes primitifs sont conservés (flanc renversé de la nappe de la Dent-Blanche). L'ordonnance des zones est donc dictée ici par des conditions bathymétriques qui n'existent que depuis la formation des grands plis couchés.

C'est dans le cas des schistes lustrés que la réadaptation survenue depuis cet important événement est réalisée avec plus de perfection et de généralité. En effet, les structures homéoblastiques et les minéraux caractéristiques de la catazone sont particulièrement répandus dans les synclinaux des nappes simplio-tessinoises, tandis que les associations minéralogiques de l'épizone prévalent ou règnent exclusivement dans les synclinaux des nappes plus élevées, où les manifestations de la cataclase, toutes choses égales d'ailleurs, sont plus fréquentes et plus prononcées.

Sous la nappe de la Dent-Blanche, la complexité du socle, aujourd'hui éclaircie, apparaît dans sa plénitude. La courbure du pli en retour des Mischabelhörner produit, dans la nappe du Saint-Bernard par le sous-charriage profond du pli couché du Mont-Rose, se livre à notre examen. Du Met-

telhorn au thalweg, cette puissante charnière, dont le rayon approche 2 kilomètres, montre sa moitié supérieure. La moitié inférieure, renversée sur les terrains secondaires de l'Unter-Rothorn, de l'Ober-Rothorn et de l'Allalinhorn, se dégage peu à peu dans cette région orientale par l'effet de la montée axiale : le contact passe à l'Alphubeljoch. Sous le Mettelhorn et les Plattenhörner, nous voyons dans les versants abrupts la couverture triasique, faite de quartzites et de dolomies, se décoller du flanc normal de la nappe du Grand-Saint-Bernard et pénétrer à rebours, en longs anticlinaux couchés au sud, dans les schistes lustrés. L'atmosphère est si transparente qu'on pressent, au versant gauche du vallon de Trift, la charnière du plus élevé de ces plis ; nous l'examinerons demain sur place.

Mais de bien autres complications apparaissent. Un long train d'écailles remonte du tunnel de l'Egg, passe à moins de 200 mètres au-dessus de Zermatt, à l'entrée du vallon de Trift, se continue à la base des parois qui dominent Herbrigen, Hubel et Z'Mutt ; il comprend plus de vingt bandes tectoniques, quartzites, dolomies et schistes lustrés, massées sur 100 mètres d'épaisseur à peine ; il réapparaît au Hörnli, où il est formé de trois écailles triasiques séparées par des schistes lustrés ; il traîne encore à la base du Furggggrat et sort de notre horizon à mi-côte du Theodulhorn. Il se poursuit au delà, invisible pour nous, dans le Val Tournanche et les autres vallées italiennes du Mont-Rose, jusqu'à celle d'Alagna ; arrivé là, il se réfléchit vers le haut et repasse, en s'interrompant par laminage, à l'aplomb des mêmes endroits ; il s'insinue, au Château des Dames, dans des replis compliqués du substratum de la nappe de la Dent-Blanche et rentre en Suisse par ce même Theodulhorn, où un très mince paquet de schistes lustrés le sépare de sa branche profonde. Ce paquet augmente graduellement d'épaisseur vers le nord ; par le travers de Zermatt, il approche de 1000 mètres. Le train réfléchi, subdivisé en plusieurs faisceaux eux-mêmes tronçonnés en lentilles, repasse dans le Furggggrat et à l'arête du Hörnli, entre le point 2945 et la cabane du Club alpin ; nous le revoyons très grossi au passage d'une charnière en S, au-dessus de Kalbermatten, puis au Hühnerknubel, à Triftkummen, aux Plattenhörner et sous le sommet 3724, à l'est du Biesjoch, où il sort de notre vue pour se continuer au Frilhorn, en manifestant une partie de ses charnières frontales multiples. Il se poursuit enfin au travers des vallées de Zinal et de Moiry, par la Sasseneire, jusqu'au

delà d'Evolène. Tout ce *faisceau vermiculaire*, si extraordinairement laminé, n'est qu'un paquet de digitations supérieures de la nappe du Saint-Bernard. Ce paquet se détache du flanc jadis normal de la nappe, sous le pli en retour des Mischabelhörner ; sa branche inférieure va s'invaginer à reculons dans le synclinal d'Alagna et revient dans le sens direct se continuer par la branche supérieure, qui passe sous la nappe de la Dent-Blanche et ressort au-devant de son bord frontal. L'éventail de Bagnes appartient de même au paquet des digitations supérieures de la nappe du Saint-Bernard ; sa partie postérieure est laminée et la matière a jailli vers l'avant pour le constituer avec sa forme ramassée. Ces phénomènes sont dus à l'avancée de la nappe de la Dent-Blanche, qui s'est prononcée après le mouvement principal de la nappe du Grand-Saint-Bernard ; les parties hautes de cette dernière, étirées à l'extrême, ont donné naissance au faisceau vermiculaire tout entier couché, à ce moment, dans le sens direct. La différenciation de la branche inférieure, en apparence rétrograde, et de la branche supérieure, demeurée directe, est due au contrecoup de l'encapuchonnement produit, dans la nappe du Saint-Bernard, par l'avancée tardive de la nappe du Mont-Rose ; les digitations supérieures, amincies lors de la phase précédente, ont dû s'invaginer *a retro* pour obéir au remous des schistes lustrés.

En regardant au nord, nous constatons, dans toute la masse des Mischabelhörner, la montée axiale vers l'ENE ; la vallée de Zermatt et de Saint-Nicolas apparaît ainsi, pour l'essentiel, comme un trait subséquent. Son versant droit, où prédomine le plat des couches, est favorable à la production de grands éboulements (Atermentswald, Grächen) ; son versant gauche présente la tranche des bancs. Les formes topographiques, à surcreusement vigoureux, épaulements étagés, auges emboîtées et vallées suspendues, retiennent l'attention.

Nous poursuivons jusqu'au Gornergrat en cheminant sur les terrains mésozoïques à serpentines et amphibolites prédominantes ; de nombreuses intercalations de schistes lustrés apparaissent à divers niveaux. Les schistes lustrés du Gornergrat, auxquels nous arrivons, appartiennent déjà au flanc normal de la nappe du Mont-Rose.

Le panorama, subitement élargi, s'étend maintenant à toute l'arête du Mont-Rose au Breithorn. Des restes étendus d'épaulements étagés, manifestés par des replats de névés, tronquent les arêtes secondaires qui descendent du Mont-Rose, du Lyskamm, des Jumeaux et du Breithorn au glacier

de Gorner, où les « ogives » sont magnifiquement dessinées.

Après une collation vivement expédiée, nous suivons, en marchant à l'est, l'arête qui mène au Hohthäligrat. Nous pénétrons ainsi dans le système des digitations anticlinales plongeantes qui caractérise le bord antérieur de la nappe du Mont-Rose. Des abords du Gornergrat au point le plus déprimé de l'arête, nous comptons cinq anticlinaux de cette espèce¹, séparés par quatre synclinaux retournés de Trias.

Le retour s'effectue par le sentier ensoleillé qui longe le versant sud du Gornergrat et passe au Morizloch; le Riffelberg, puis la Riffelalp sont bientôt dépassés; la descente, poursuivie d'un pas élastique à travers les forêts et les prés, nous amène encore tôt à Zermatt.

Samedi 18 septembre.

Vallon de Trift, Kühberg, Triftkummen, ascension du sommet 3357 et retour à Zermatt.

Nous traversons rapidement les amphibolites grenatifères et les autres roches à glaucophane du groupe de Zermatt; encore un mince ruban de prasinite, puis un autre de schistes lustrés et nous atteignons, à l'entrée de la coupure de Trift, la branche inférieure du faisceau vermiculaire. En alternances tectoniques répétées, les quartzites du Trias inférieur, les dolomies du Trias moyen et les schistes lustrés se succèdent rapidement. Nous entrons ensuite dans un épais régime de schistes lustrés à prasinites intercalées. Après l'hôtel de Trift, nous obliquons à l'est vers Kühberg; chemin faisant, nous touchons la charnière du plus élevé des plis en retour. Le sentier nous ménage de beaux affleurements, par où nous pénétrons dans l'intimité de ces structures. Nous gagnons, vers 11 heures, la haute et lumineuse terrasse de Triftkummen, où s'allonge une belle moraine du stade de Daun, dont le front dévale, au-dessous de nous, jusqu'en contre-bas de l'hôtel de Trift. Nous recoupons le faisceau vermiculaire supérieur, avec ses quartzites et ses dolomies extrêmement étirées; au-dessus, ce sont les schistes lustrés, pareillement réduits à quelques mètres; plus haut, nous entrons dans les prasinites à zoïsité du filon-couche, à restes de diallage hérités du gabbro primitif et belles paillettes secondaires d'un mica chromifère vert-émeraude. Un frais ruisseau court

¹ Sur mes coupes de 1911 je n'en ai figuré qu'un, en raison de l'exiguité de l'échelle.

tout auprès ; c'est le site de la collation, tirée des sacs et assaisonnée de propos qui, par bonheur, ne sont pas tous géologiques. Vers le nord, la vue remonte au fond du cirque des Plattenhörner, constitué, de droite à gauche et de bas en haut, par le dos des plis triasiques en retour, les schistes lustrés, les écaillés de Trias du vermisseau supérieur, les schistes lustrés, les prasinites du flanc renversé de la nappe de la Dent-Blanche, surmontées à la Blaufluh d'un mince ruban de gneiss supportant des gabbros bientôt recouverts par les gneiss et les granites du Rothorn. Tout au fond du cirque, à gauche, paragneiss et gneiss veinés d'injection ; au sommet 3357, un lambeau de recouvrement très exigü, taillé dans la nappe de la Dent-Blanche. Le paysage, à peu près exempt de végétation, est d'une lumineuse grandeur ; tous les détails d'une structure compliquée s'y lisent à l'instant.

M. ALBERT HEIM, qui compte regagner Zurich le même jour, nous quitte à Triftkummen ; c'est à regret que nous nous séparons de ce maître vénéré, en le remerciant d'avoir bien voulu, par sa présence, marquer de l'intérêt à nos travaux.

M. ARNOLD HEIM nous quitte aussi ; M. B.-G. ESCHER avait pris congé à Zermatt dès le matin.

Nous terminons l'ascension du point 3357, d'où la vue s'étend, admirable, dans tous les sens ; nous en détaillons les aspects multiples sans nous lasser. Mais le soleil baisse ; à 5 heures, nous quittons notre haut observatoire ; de belles glissades sur la neige nous amènent aux « éboulis », puis aux gazons de Triftkummen. Le reste du chemin, lestement abattu, est bientôt derrière nous ; nous entrons à Zermatt avant 7 heures.

Le lendemain, dimanche 19 septembre, le retour s'effectue au gré de chacun des participants.

Liste d'ouvrages sur la région parcourue.

H. GERLACH. Die Penninischen Alpen. *Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges.*, XXII. 1869. 132 S., 1 geol. Karte 1 : 200 000 und 2 Tafeln. — Abgedruckt in den *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, alte Folge, Lief. XXVII. 1883.

H. GERLACH. Das südwestliche Wallis. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, a. F., Lief. IX. 1871.

MAURICE LUGEON et EMILE ARGAND. Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont. *C. R. Acad. Sc.*, 15 mai 1905.

— Sur les homologues dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont. *Ibid.*, 29 mai 1905.

EMILE ARGAND. Sur la tectonique du massif de la Dent-Blanche. *Ibid.*, 26 février 1906.

H. SCHARDT. Die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges. *Verh. schweiz. Naturf. Ges.*, 89. Jahresversammlung, St. Gallen 1906, S. 308-346, 1 Karte, 1 Tafel.

H. SCHARDT. Les vues modernes sur la tectonique et l'origine de la chaîne des Alpes. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 4^e pér., t. XXIII, p. 356-385 et 483-496, 1 carte, 1 pl. Genève 1907.

MAURICE LUGEON. La fenêtre de Saint-Nicolas. *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, t. XLIII, p. LVII-LVIII (Procès-verbaux de la séance du 3 juillet 1907).

C. SCHMIDT. Ueber die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizeralpen. *Eclogae Geol. Helv.* vol. IX, p. 484-584, 8 Tafeln. 1907.

EMILE ARGAND. L'exploration géologique des Alpes Pennines centrales. *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.* t. XLV, 1909, p. 217-276, 3 fig., 1 pl. de coupes sériées au 1 : 50 000. [Cette planche figure, en projection axiale, la plus grande partie de la tectonique du territoire examiné par les excursionnistes.] Réimprimé dans le *Bull. des Labor. de Géol.*, etc. *Univ. Lausanne*, n° 14, 64 p. 1909.

H. SCHARDT. Coup d'oeil sur la géologie et la tectonique des Alpes du canton du Valais. *Bull. Soc. Murith. Sc. nat. du Valais*, t. XXXV, 1908, p. 246-354, 1 carte, 6 pl., Sion 1909.

EMILÉ ARGAND. Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. *Matér. Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXXI, 1911, p. 1-26, 1 carte tectonique, deux stéréogrammes.

— Sur la répartition des roches vertes mésozoïques dans les Alpes Pennines avant la formation des grands plis couchés. *Bull. Soc. Vaud Sc. nat.*, t. XLVII, p. XIX-XX (Procès-verbaux de la séance du 1^{er} mars 1911).

— Sur les plissements en retour et la structure en éventail des Alpes Occidentales. *Ibid.*, p. XXXIII-XXXVI (Procès-verbaux de la séance du 17 mai 1911).

— Sur la limite des deux séries cristallophylliennes compréhensives dans les Alpes Occidentales. *Ibid.*, p. XLV-XLVII (Procès-verbaux de la séance du 5 juillet 1911).

— Sur la tectonique de la grande zone permo-carbonifère, du Valais à la Méditerranée. *Verh. Schweiz. Naturf. Ges.*, 94. Jahresversammlung, Solothurn 1911. Bd. I, S. 265-266.

— Sur la tectonique de la grande zone permo-houillère des Alpes Occidentales. *Eclogae Geol. Helv.*, t. XI, p. 747-751.

— Phases de déformations des grands plis couchés de la zone pennique. *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, t. XLVIII, p. XIII-XVI (Procès-verbaux de la séance du 21 février 1912).

— Encore sur les phases de déformation des plis couchés de la zone pennique. *Ibid.*, p. XX-XXII (Procès-verbaux de la séance du 6 mars 1912).

— Le rythme du proplissement pennique et le retour cyclique des encapuchonnements. *Ibid.*, p. XXIV-XXVII (Procès-verbaux de la séance du 20 mars 1912).

— Sur le drainage des Alpes Occidentales et les influences tectoniques. *Ibid.*, p. XXVIII-XXXII (Procès-verbaux de la séance du 3 avril 1912).

— Le faite structural et le faite topographique des Alpes Occidentales. *Ibid.*, p. XXXVI-XL (Procès-verbaux de la séance du 17 avril 1912).

— Sur la segmentation tectonique des Alpes Occidentales. *Ibid.*, p. 345-356. 1912.

— Sur l'arc des Alpes Occidentales. *Eclogae Geol. Helv.* t. XIV, livr. 2, p. 146. 1916.

Cartes géologiques.

H. GERLACH. Die Penninischen Alpen. 1 Blatt 1 : 200 000. 1869.

Carte géologique de la Suisse à l'échelle du 1 : 100 000 : Feuilles XXII et XXIII.

EMILE ARGAND. Carte géologique du massif de la Dent-Blanche. Echelle 1 : 50 000. *Matér. Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXIII, carte spéciale n° 52. 1908.

— Les nappes de recouvrement des Alpes Occidentales et les territoires environnants. Essai de carte structurale. Echelle 1 : 500 000. *Matér. Carte géol. de la Suisse*, nouv. série, livr. XXVII, carte spéciale n° 64, planche I. 1911.

— Neuf coupes à travers les Alpes Occidentales. Echelle 1 : 400 000. *Ibid.*, planche II. 1911.

— Coupes géologiques dans les Alpes Occidentales. Echelle 1 : 400 000 et 1 : 800 000. *Ibid.*, planche III. 1911.

— Les grands plis couchés des Alpes Pennines. Dix-sept profils schématiques à l'échelle du 1 : 400 000. Trois stéréogrammes schématiques montrant le principe de l'interprétation. *Ibid.*, planche IV. 1911.

Cartes topographiques.

Atlas topographique fédéral (1 : 50 000): Feuilles 531 (Matterhorn), 533 (Mischabel) et 535 (Zermatt). Reports sur pierre: Evolena-Zermatt-Monte Rosa. Theodulpass.
