

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles |
| Herausgeber: | Société Vaudoise des Sciences Naturelles |
| Band: | 37 (1901) |
| Heft: | 141 |
| Artikel: | Sur la fréquence dans les alpes de gorges épigénétiques et sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses |
| Autor: | Lugeon, Maurice |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-266444 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

SUR LA FRÉQUENCE DANS LES ALPES
DE
GORGES ÉPIGÉNÉTIQUES
ET SUR L'EXISTENCE
DE BARRES CALCAIRES DE QUELQUES VALLÉES SUISSES
PAR
Maurice LUGEON,
Professeur à l'Université de Lausanne.

Planches V à XIII.

J'ai été frappé, en suivant les cours d'eau des Alpes, de la répétition très fréquente d'un phénomène dû aux actions glaciaires et à l'érosion, sur lequel on n'a pas encore assez attiré l'attention, bien qu'il donne un caractère spécial aux tronçons de vallées qui en sont le siège¹.

Dans ses remarquables travaux sur les extensions glaciaires dans le nord de la Suisse, DuPasquier² avait remarqué que les grands cours d'eau, comme le Rhin et l'Aar, présentent de place en place des seuils rocheux mis à jour, dans la basse terrasse, à la suite de l'enfoncement de ces cours d'eau.

Ces affleurements de roche en place représentent-ils l'ancien lit rocheux du fleuve avant la phase de comblement de la troisième glaciation ?

L'existence de l'alluvion à un niveau inférieur à celui du

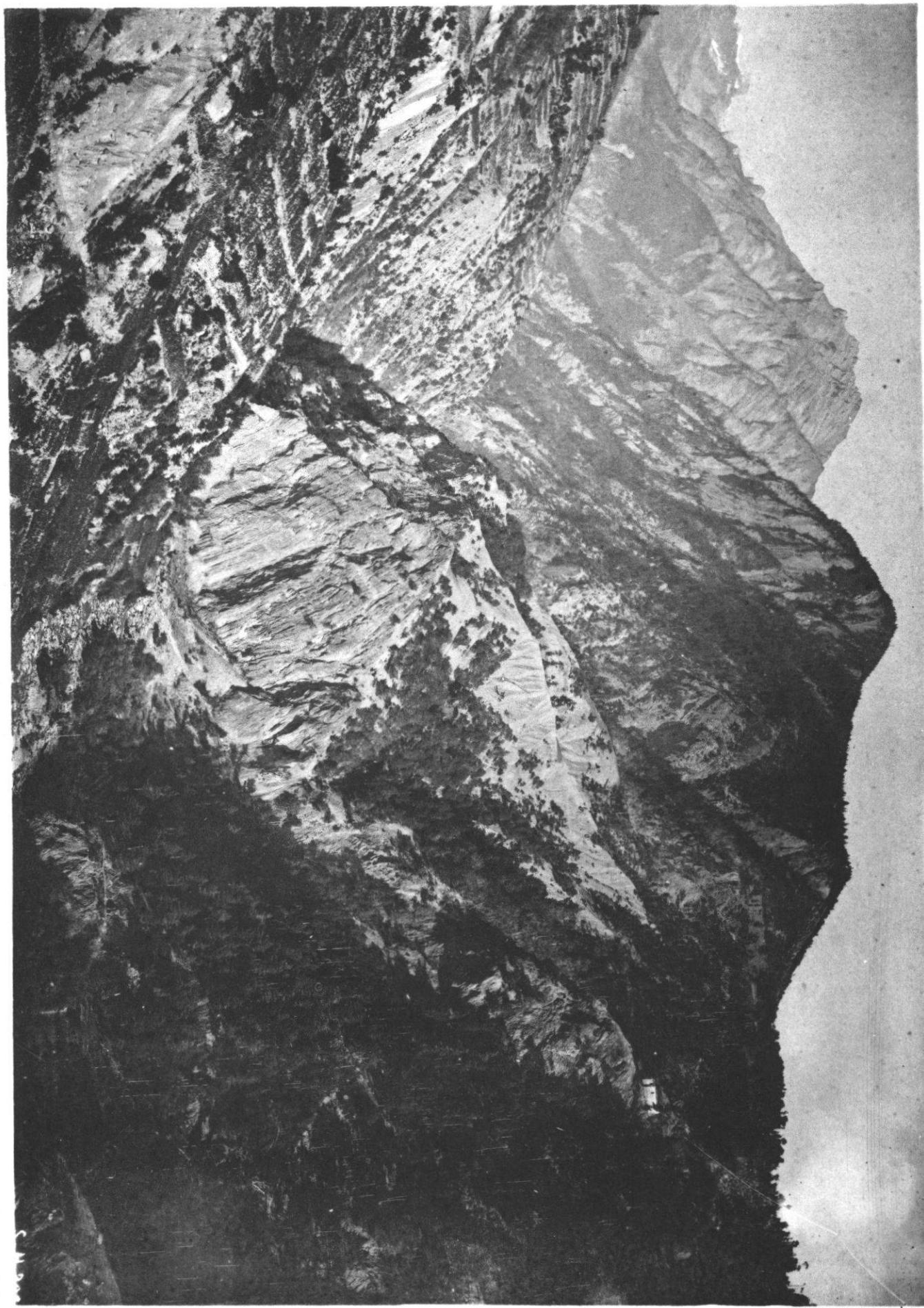
¹ Ce court travail formait un chapitre, que j'ai modifié, d'un manuscrit couronné par l'Académie des Sciences de l'Institut de France (Prix de géographie physique 1900, Fondation Gay). Un résumé des autres chapitres paraîtra dans les numéros de 1901 des *Annales de géographie*.

² L. DuPasquier, *Sur le déplacement des cours d'eau pendant l'époque quaternaire*. « Bull. soc. des sc. nat. de Neuchâtel », T. XVIII. 1889-1890.

seuil, en amont comme en aval, de même que la présence de ces seuils, surtout là où le cours d'eau ne suit plus l'axe de la vallée, ces deux circonstances ont fait penser avec juste raison à DuPasquier que la roche n'est pas celle du fond de l'ancienne vallée, mais qu'elle appartient à l'un de ses flancs.

Pendant la phase d'avancement des glaciers, les vallées se sont comblées petit à petit ; les rivières abandonnant leurs lits rocheux se sont mises à couler sur un sol d'alluvion toujours plus épais et toujours plus large. Mais à partir du début de recul des glaces, la phase de comblement a pris fin et les rivières se sont enfoncées verticalement dans cette alluvion de la basse terrasse. Elles n'ont pas toujours retrouvé l'ancien thalweg ; en divaguant sur la basse terrasse elles n'ont pas toujours creusé leur nouveau lit au-dessus de l'ancien. Une fois fixée dans l'alluvion, la nouvelle direction du cours d'eau a donc dû s'imposer à toutes les conditions topographiques du sous-sol rocheux. Ces cas d'épigénie, suivant l'expression de Richthofen, sont presque toujours caractérisés dans les plaines par des rapides. En cherchant à fixer sa courbe d'équilibre, le cours d'eau scie difficilement le promontoire rocheux ; il y tourbillonne, tandis qu'en amont et en aval dans l'alluvion, la rivière est plus tranquille.

Dans les vallées des Alpes, envahies moins par l'alluvion fluvio-glaciaire que par les moraines, le phénomène de surimposition, tout semblable comme mécanisme, prend souvent, grâce à la forme plus encaissée de ces vallées, un caractère autrement plus grandiose que dans les plaines. En effet, le déplacement se fait sentir sur des cours d'eau qui n'ayant pas encore fixé leur courbe d'équilibre coulaient déjà dans des vallées en forme de V ; la nouvelle section très jeune se caractérise alors par des parois fréquemment verticales, donnant lieu ainsi à des gorges étroites souvent infranchissables.



PHOTOTYPE S.A.D.A.C. GENÈVE

LA VALLÉE DE LA MORGE (Valais)

À gauche de la chapelle de Corbelin, ancien thalweg comblé par la moraine

Les quelques exemples que je puis accompagner de photographies montreront bien cet aspect remarquable que le phénomène de surimposition glaciaire donne aux vallées alpines.

En plan, l'épigénie est presque toujours caractérisée par un coude du cours d'eau. C'est ce qui du reste se produit aussi dans les plaines ; les rapides des seuils rocheux se présentent fréquemment là où la rivière faisant une forte inflexion est venue atteindre les flancs de l'ancienne vallée.

1^o Exemple du torrent de la Morges.

Des hauteurs du Sanetsch, dans les Alpes bernoises, descend vers le Rhône la profonde vallée de la Morges¹. Le cours d'eau coule entre de hautes parois jusqu'à Daillon où elles s'abaissent quelque peu. Le versant droit de la vallée est couvert de moraines et d'éboulis, tandis que le flanc gauche montre au contraire partout la roche à nu sauf sous la chapelle de Notre-Dame de Corbelin où un épais manteau de moraine profonde domine le torrent. Le sentier de Sanetsch traverse ces dépôts quaternaires qui forment comme une sorte de terrasse.

Mais lorsque l'on est placé sur un point quelconque des escarpements de la rive droite et que l'on examine par un jour favorable la partie aval de ce placard de terrains morainiques, on reste saisi devant le caractère schématique de la dérivation du cours d'eau par ce barrage glaciaire. (Pl. V.)

Je ne connais point, sauf peut-être dans le bas de la vallée d'Hermence, un exemple aussi élémentaire de vallées de surimposition morainique. Tout est visible ici. L'ancienne vallée en forme de V apparaît entièrement jusqu'au

¹ Voir Atlas Siegfried, feuille Saint-Léonard (481).

thalweg, remplie par la moraine, tandis qu'à côté la nouvelle vallée, une gorge aux parois escarpées, fait un coude pour éviter son ancien tracé.

Le glacier de la Morges a rempli la vallée par les débris qu'il transportait. Lorsqu'il s'est retiré, le cours d'eau a trouvé une voie qui n'était pas superposée à l'ancienne. Alors, en sciant son lit, il a rencontré la roche en place et abandonné pour toujours son ancien tracé, lequel, grâce à deux coudes du nouveau, apparaît suspendu, pour ainsi dire, sur les flancs de la gorge.

2^e Exemples de la Vallée de la Drance du Biot (Haute-Savoie).

La vallée de la Drance du Biot, dans le Chablais, a donné naissance à un glacier puissant qui a formé ces énormes alluvions fluvioglaciaires de la partie inférieure de la vallée, en aval du pont de Bioge¹. Les affleurements du Trias et du Lias, sur lesquels la rivière tourbillonne dans cette partie inférieure du cours, ne forment sans doute point l'ancien plancher rocheux de la vallée avant la phase de comblement. On ne peut cependant en être certain.

Mais, plus haut, les phénomènes de surimposition morainique sont particulièrement remarquables.

En examinant la carte, on voit que, en aval du Jotty, la Drance fait une boucle très nettement marquée : C'est là le résultat d'un déplacement dû à l'encaissement de la vallée par l'alluvion, ainsi qu'on peut très bien en juger en traversant, au-dessus de la route, le promontoire contourné par le torrent. Au Jotty, à quelque deux cents mètres en aval des maisons, on constate encore une sorte de petit col qui est un ancien tracé de la rivière avant son rejet sur la droite. La vallée s'ouvre entre la Baume et le

¹ Voir Carte géologique de France au 1/80 000, feuille Thonon (150).



Fig. 1. — Vallée de la Dranse du Biot (Chablais) en aval de St-Jean d'Aulph. (Vue prise de l'aval vers l'amont.)
A droite gorge actuelle; à gauche thalweg occupé par l'alluvion glaciaire.



Fig. 2. — Vallée de la Dranse sur Biot en aval de St-Jean d'Aulph. (Vue prise de l'amont vers l'aval.) A gauche gorge naturelle; à droite ancien thalweg occupé par l'alluvion glaciaire.

Biot. Des moraines considérables s'étalent sur le Crétacique et le Flysch. Là encore la Drance n'a pu retrouver son ancien lit, elle a fui vers la gauche et a dû s'encaisser dans une gorge profonde que la route franchit au-dessous du Biot.

Mais l'exemple le plus remarquable que présente cette belle vallée est, sans nul doute, celui offert par la gorge d'Ombre en aval de Saint-Jean.

Cette gorge, taillée dans le Crétacique, déjà bien remarquable par elle-même, a été entièrement comblée par les alluvions et les moraines, ainsi qu'en témoignent de nombreux débris quaternaires que l'on observe soit dans la gorge elle-même, soit sur les flancs montagneux qui la dominent.

Or, déjà bien resserrée, la gorge se rétrécit encore vers l'amont. Il n'y a même plus la place suffisante pour la route, tant la Drance coule en une étroite fissure aux parois absolument verticales.

A côté, un col, plus bas que le haut de la fissure, semblerait avoir dû attirer les eaux, d'autant plus qu'il est taillé dans un amas considérable de matériaux facilement délitables, alluvions et moraine. C'est là l'ancien chemin de la Drance. Comblé à une altitude supérieure à celle du haut de la fente étroite, le cours d'eau a dû, en recommençant à s'enfoncer après la phase de comblement, scier l'éperon rocheux au-dessus duquel se trouvait le point bas de la nappe de débris de l'époque glaciaire qui remplissait totalement la gorge.

Aujourd'hui, l'ancien thalweg comblé, coupé obliquement vers l'aval par le nouveau, s'ouvre petit à petit sous l'influence du ruissellement et de l'action des frimas. (Fig. 1, Pl. VI.) Il est vrai que l'homme y contribue en exploitant les graviers.

Ainsi l'ancien chemin comblé se rouvrira un jour, et l'on verra une voie largement ouverte dédaignée par le cours d'eau s'écoulant en gorge étroite.

Observé du côté amont, le spectacle est encore plus saisissant, car on peut l'embrasser d'un seul coup d'œil; le barrage se présente sous l'aspect d'un tapis de verdure aux contours arrondis, tandis qu'à côté s'ouvre la gorge étroite, sombre, infranchissable, où l'eau imprime avec rage dans le roc les pas de vis des marmites de géant. (Fig. 2, Pl. VI.)

Comme on peut en juger par ces exemples, la Drance du Biot a subi des vicissitudes multiples à cause du comblement de sa vallée par les moraines et les alluvions fluvio-glaciaires.

3^e Exemple du Chéran.

A l'endroit où le Chéran sort des Bauges pour entrer dans la région des collines molassiques, il s'encaisse dans une gorge à travers le pli du Semnoz, gorge particulièrement profonde dans la partie aval. Elle est célèbre dans la contrée. En effet, le Chéran coule en traversant une barre urgonienne aux parois très rapprochées, hautes d'une centaine de mètres. C'est là qu'est le fameux Pont de l'Abîme. (Pl. VII).

En suivant la route du flanc gauche de la vallée, de même que, sur le même versant, lorsque l'on se dirige vers le Pont, on constate une énorme accumulation de matériaux glaciaires. Une moraine frontale considérable barre la vallée. Lorsque le cours d'eau prend contact avec la partie amont de la moraine, il change légèrement de direction en s'appuyant vers la droite. (Pl. VIII.) Incontestablement, la moraine remplissait jadis la vallée, qui a été recreusée par le Chéran.

Lorsque l'on est placé sur ce promontoire morainique et qu'on regarde en aval vers le Pont de l'Abîme (Fig. 1, Pl. VII), on devine très bien, à gauche de la profonde coupure, la région de l'ancien lit occupée par les terrains glaciaires.

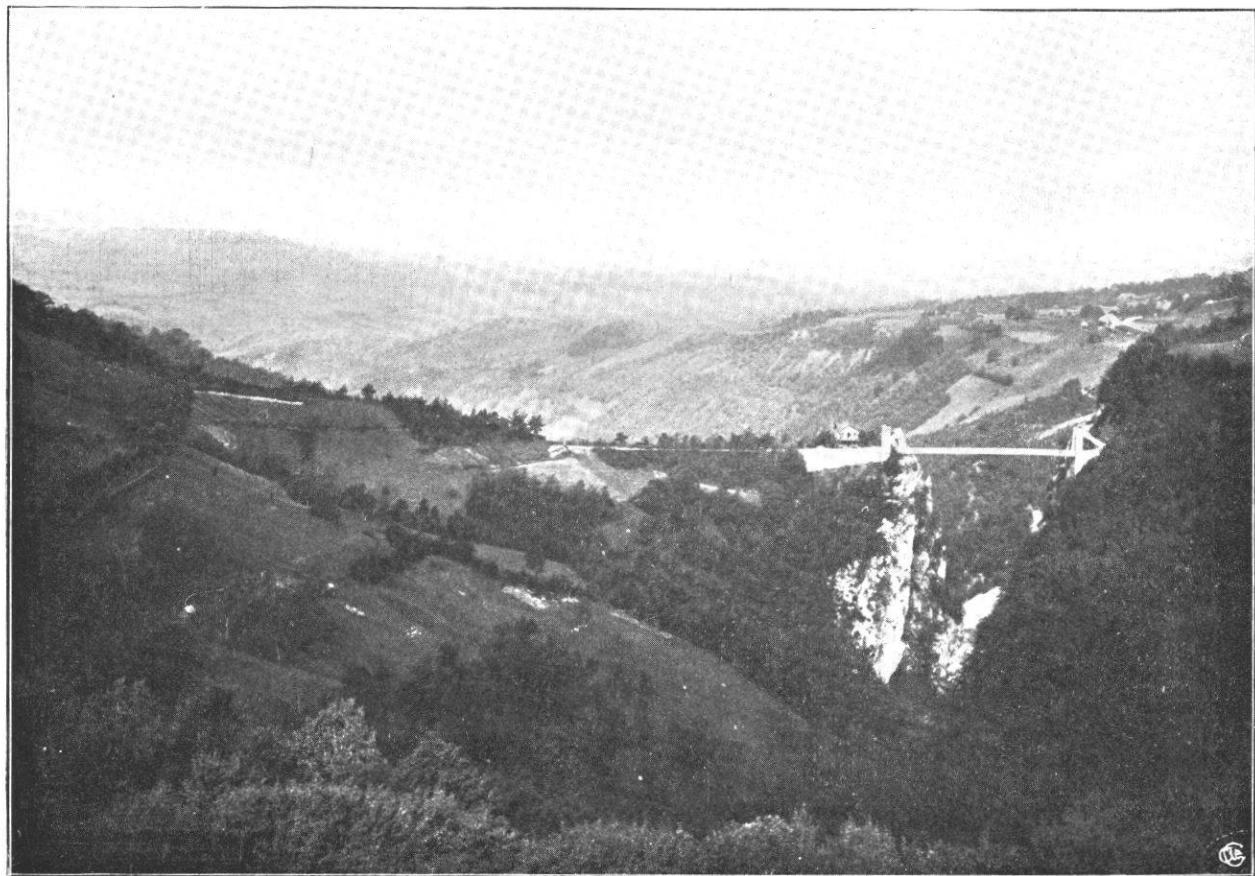


Fig. 1. — Vallée du Chéran (Savoie). Gorge du Pont de l'Abîme. A gauche pente occupée par la moraine comblant l'ancien thalweg. Vue vers l'aval.

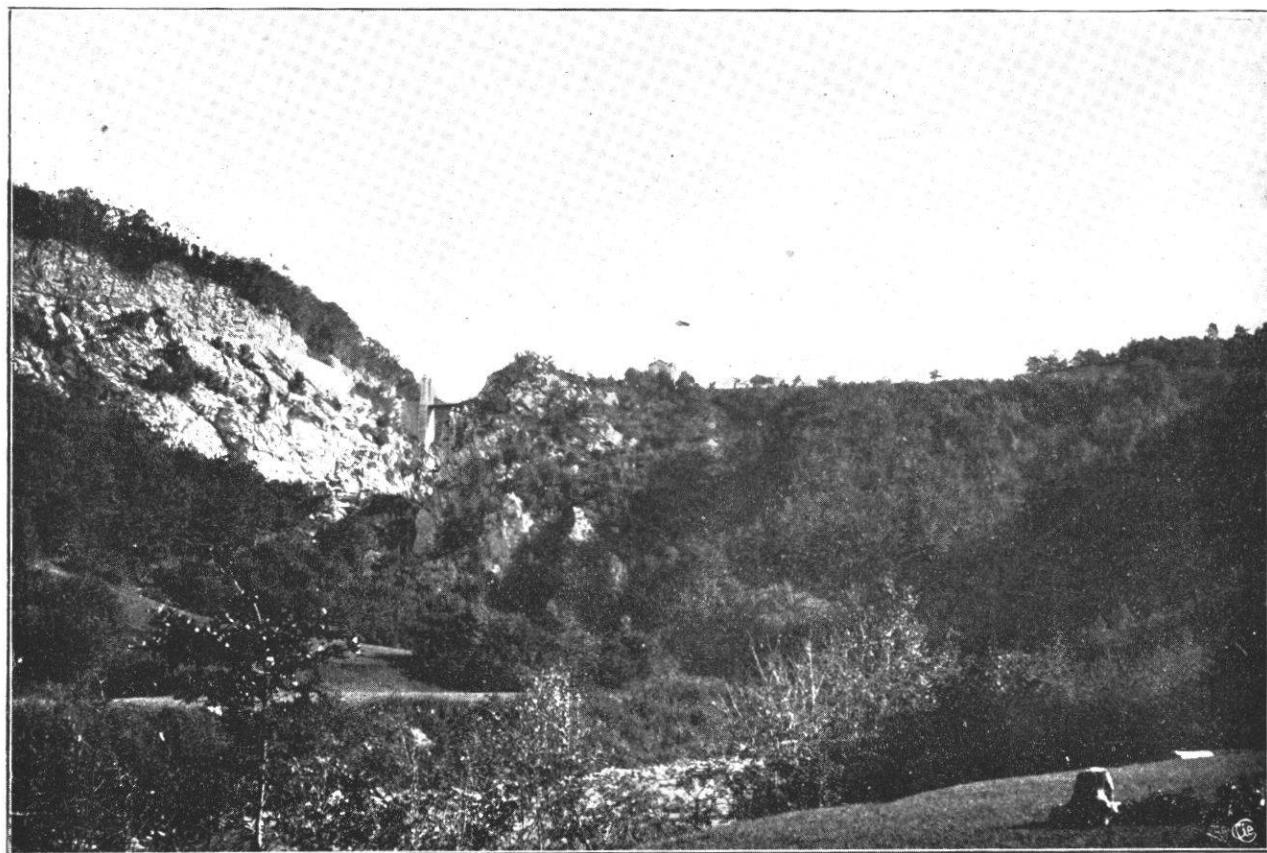


Fig. 2. — Vallée du Chéran (Savoie). — Gorge du Pont de l'Abîme. A droite de la gorge actuelle, moraine (pente boisée) occupant l'ancien thalweg. Vue vers l'amont.

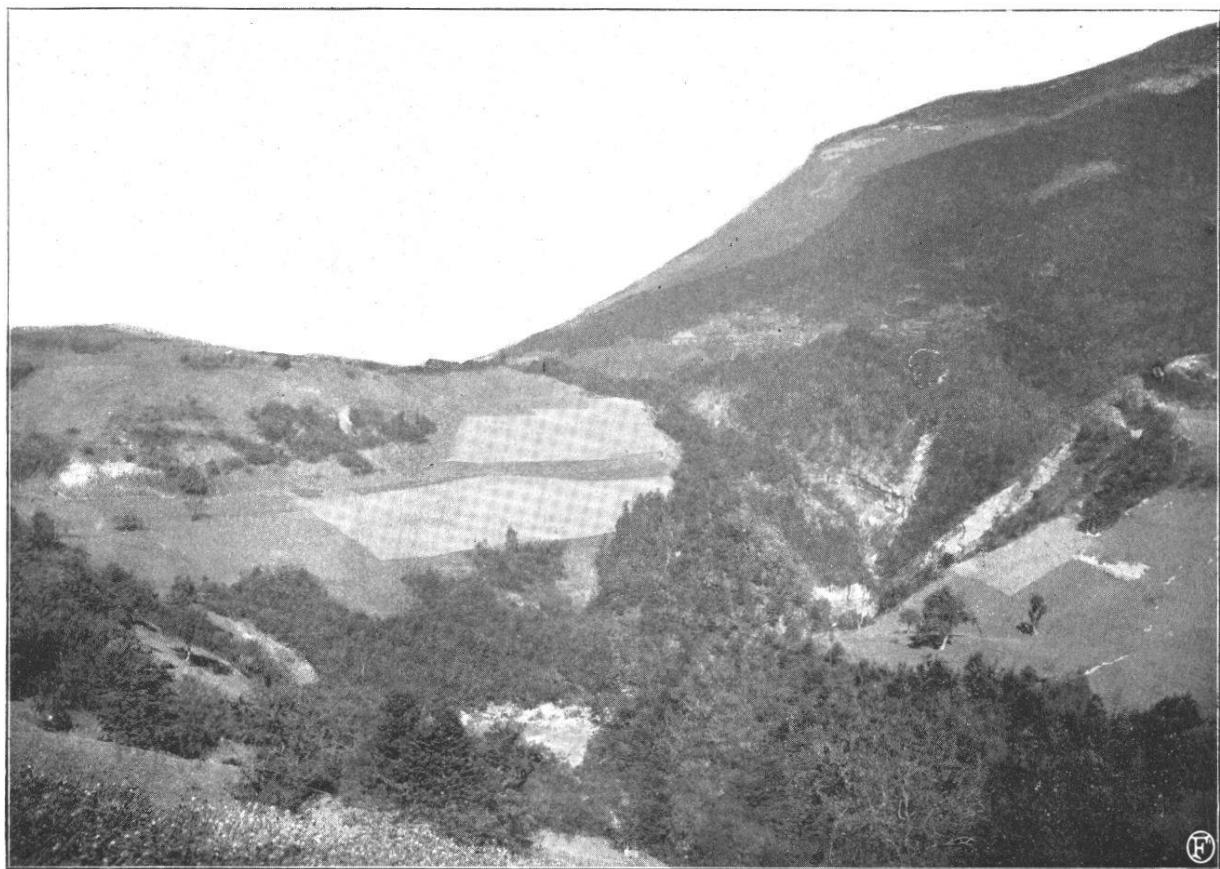


Fig. 1. — Vallée du Chéran (Savoie), sortie de la gorge de Bauge. Coude du torrent à la rencontre de la moraine du pont de l'Abîme.

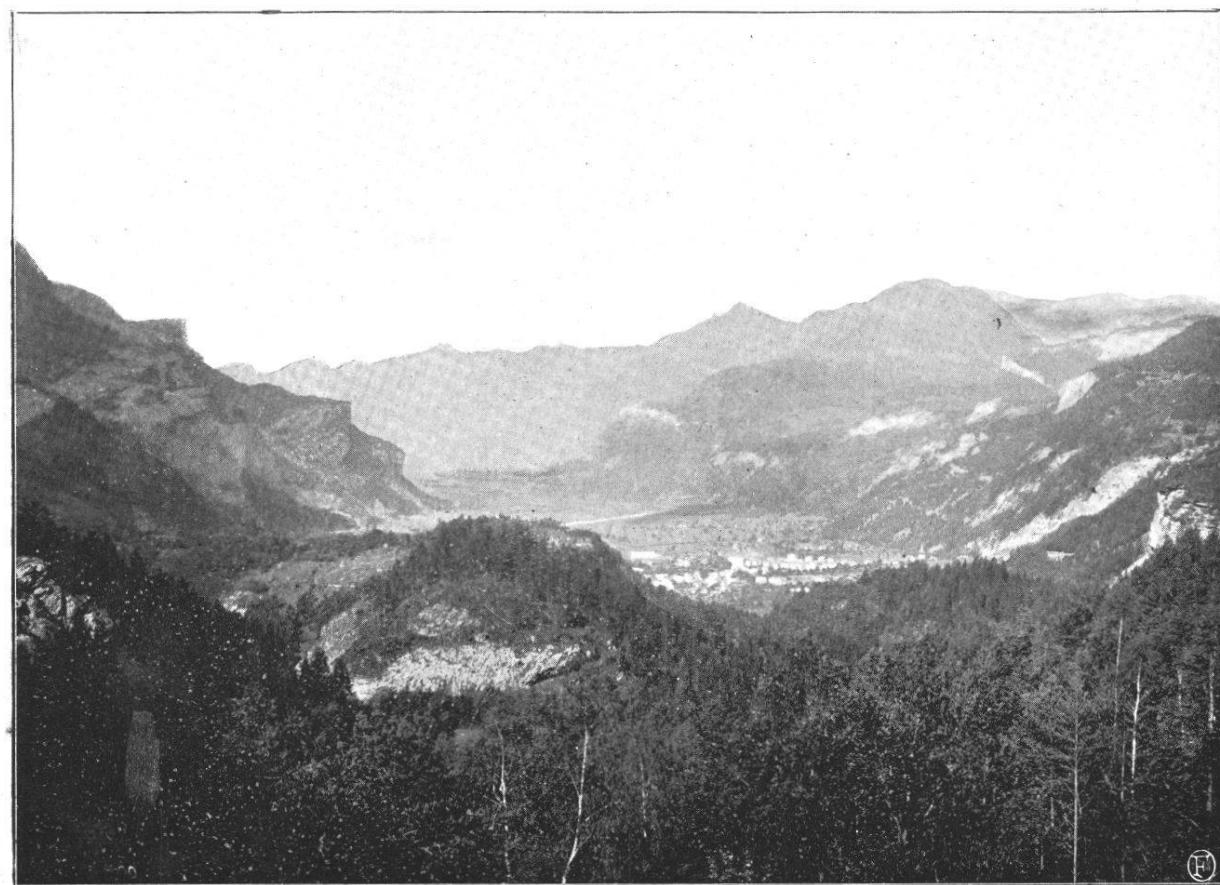


Fig. 2. — La vallée du Hasli. Plaine d'alluvion de Meiringen. Le Kirchet au premier plan.
Photographie prise du Krähenburg.

Sans aucun doute, toute la partie de la vallée située en aval de la barre glaciaire, et du coude qu'elle détermine, est une vallée épigénitique des plus typiques. Le Chéran a dérivé vers la droite, car là se trouvait le point bas de la masse de comblement. Il a dû alors se creuser cette gorge particulièrement étroite pour fixer, au plus vite, avec le minimum de travail, sa courbe d'équilibre qu'il n'a, du reste, pas encore atteinte.

Là encore, comme dans les autres exemples que nous avons cités, se réunissent ces trois éléments morphologiques qui sont ou cause ou effet : coude du cours d'eau, gorge profonde et monticule morainique.

En amont, la difficulté qu'a eue le torrent à se creuser un lit dans le calcaire dur de l'Urgonien s'est traduite par un comblement de la gorge par des alluvions qui forment aujourd'hui terrasse.

4^e Exemple de la Baye de Montreux.

La Baye de Montreux, ce torrent si connu de tous ceux qui séjournent sur les bords du haut Léman, à cause du caractère si pittoresque des gorges du Chauderon qu'il a creusées, présente de remarquables exemples d'épigénie.

Lorsque l'on remonte les gorges du Chauderon, profondément taillées dans les rochers du Lias inférieur, on constate que la vallée s'élargit subitement sitôt que l'on atteint les schistes du Lias supérieur; mais, en même temps, le Glaciaire devient extrêmement abondant. De là, jusque très haut dans la vallée, les dérivations du cours d'eau, sous l'influence du remplissage morainique, ont été nombreuses.

Elles se sont produites chaque fois que le thalweg de la vallée morainique ne coïncidait plus, verticalement, avec le thalweg rocheux antéglaciaire. Chaque fois, le torrent s'est encaissé en plein roc, laissant à gauche ou à droite son ancien parcours. Presque toujours, la surimposition se recon-

naît à la forme de la gorge et à la disymétrie des affleurements du terrain glaciaire des deux côtés de la vallée.

L'examen de la carte (Pl. IX) montre, sous ce rapport, le caractère vraiment remarquable de la vallée de la Baye de Montreux.

Au Cerisier, un puissant manteau de glaciaire tapisse la rive gauche jusqu'au torrent, tandis que, sur le versant opposé, des pentes très rapides de schistes du Lias supérieur s'élèvent, dominées par le Glaciaire. Sans nul doute, l'ancienne vallée préglaciaire est ici, cachée dans les flancs du versant gauche. On la devine encore lorsque l'on parcourt la région. Il semble qu'un tassement de la moraine s'est produit sur son tracé. Le nouveau chemin qu'a choisi le torrent est taillé en gorge. (Fig. 1, A).

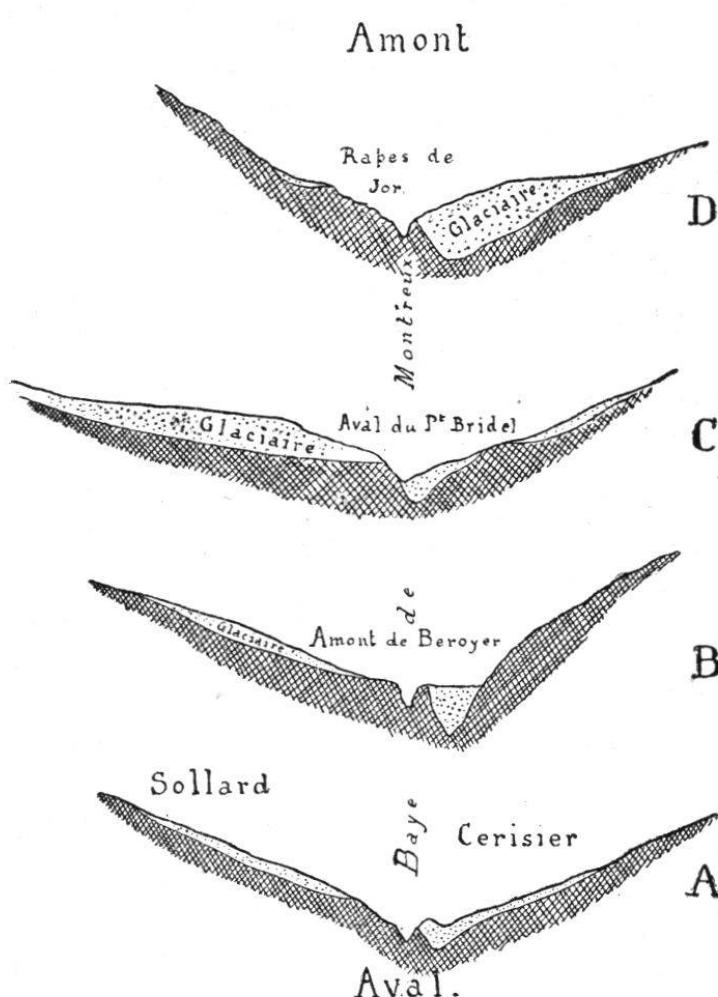
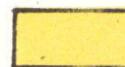


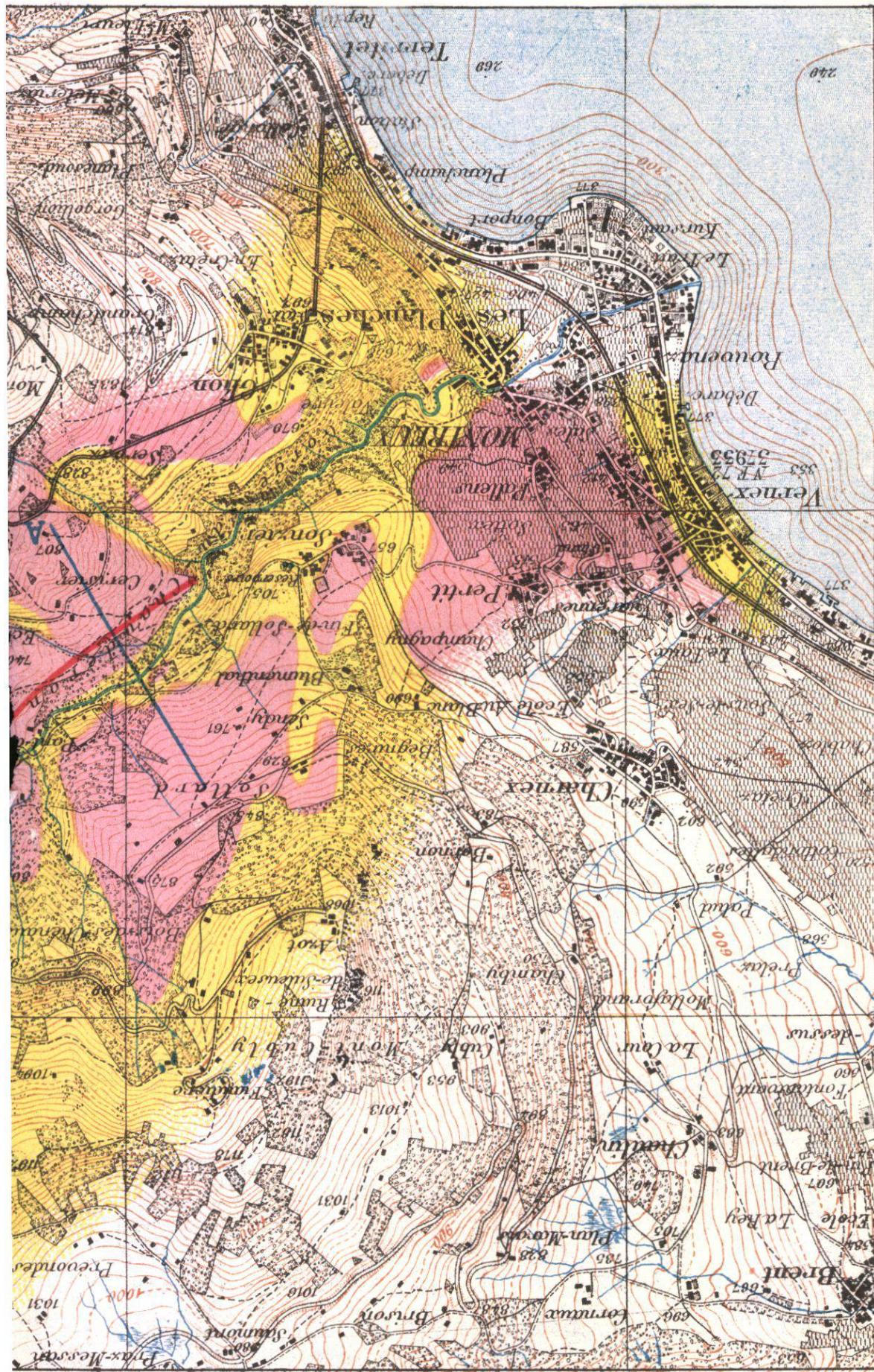
Fig. 1. — Coupes transversales du vallon de la Baye de Montreux.

Plus haut, au Pont de Pierre, on voit les affleurements de Lias se rapprocher vers le torrent. Ici la nouvelle vallée coïncide considérablement avec l'ancienne ; mais quelques petits seuils rocheux que l'on voit dans le torrent, à Beroyer, nous montrent, car ils percident le Glaciaire sur lequel s'écoule le torrent, quel'ancien thalweg est probablement sur la gauche. La forme de la

Rocche en place



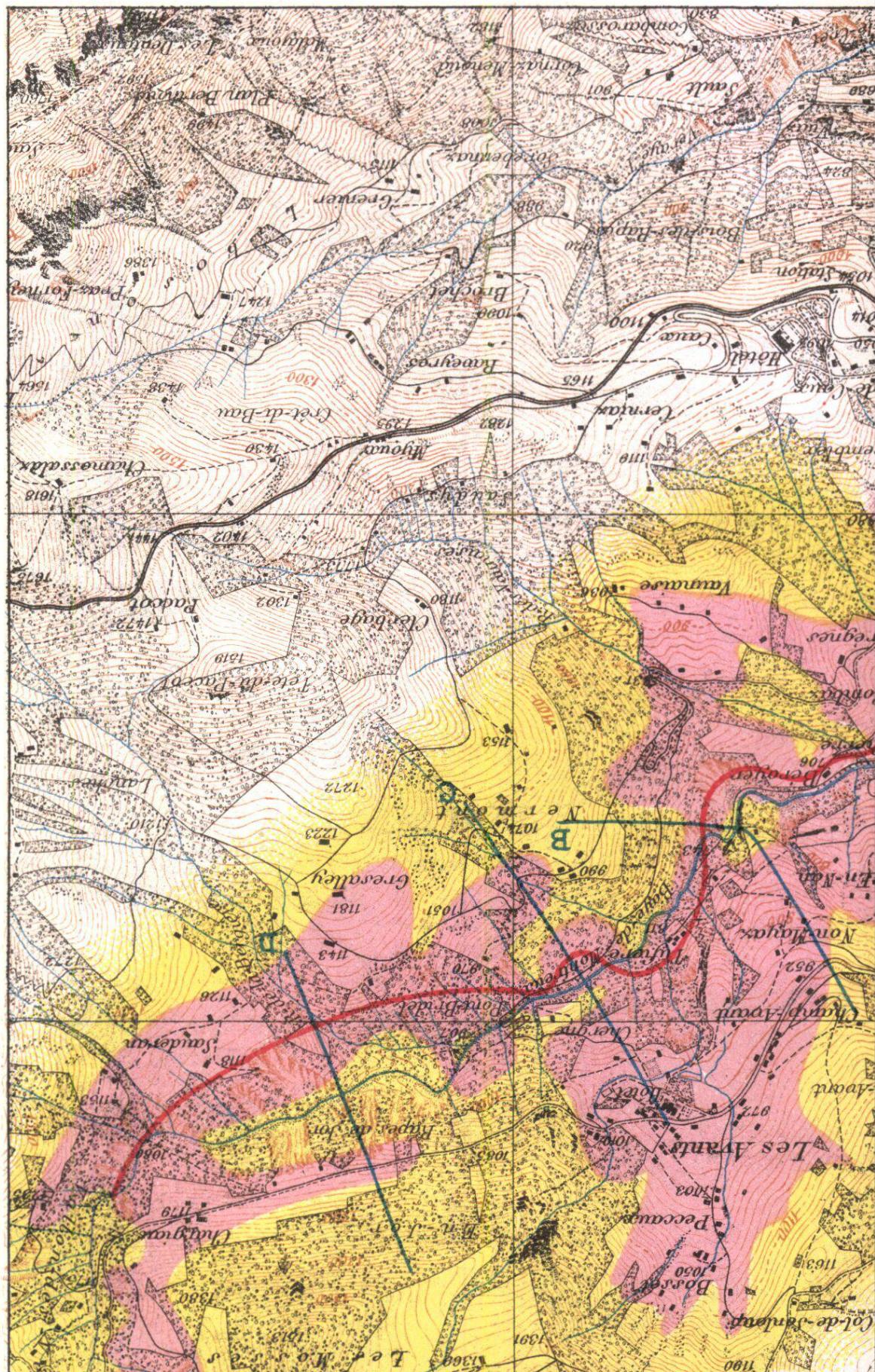
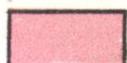
Environs de Montréal Echelle 1:25000



Baie de Montréal



Glaciare



vallée, qui est ici celle d'un V, nous indique toutefois que les deux tracés sont très voisins l'un de l'autre.

En amont de Beroyer, le cours d'eau s'écoule entre deux parois de calcaires liasiques, tandis qu'immédiatement à côté on voit l'ancienne gorge, plus large, aux parois très raides aussi, mais remplie par la moraine. En ce point, les deux thalwegs, l'ancien et l'actuel, sont parallèles. Un peu en amont, ils sont superposés. C'est grâce à l'angle que font les deux tracés que l'on peut, du reste, juger de la forme de l'ancienne vallée. (Fig. 1, B.)

En amont, sous les Avants, le revêtement glaciaire occupe, avec le tuf qui le recouvre, le versant opposé. Il y a là une masse particulièrement énorme de moraine de fond. Puisqu'en amont, sous Chargeux, le torrent coule entièrement dans un lit de glaciaire, il est évident que le lit rocheux des Râpes de Jore ne peut être l'ancien thalweg, qui, ici, doit se trouver sous l'accumulation énorme des dépôts morainiques de Sauderan. (Fig. 1, D.). Ainsi, en aval du Pont Bridel, les deux thalwegs sont aussi superposés. (Fig. 1, C.)

On voit, par cette rapide description, combien un torrent coulant déjà dans une vallée étroite, peut encore se déplacer sous l'influence du remplissage de sa vallée par une masse considérable de débris d'origine glaciaire. L'exemple de la Baye de Montreux est sans doute un des plus remarquables ; mais il n'est pas douteux que ces multiples torrents alpins, où les cartes géologiques indiquent des dépôts morainiques, doivent présenter de ces phénomènes d'épigénie tout aussi intéressants.

Je connais, en effet, des phénomènes semblables dans le haut de la vallée du Rhône, en Valais ; dans la vallée d'Hermence ; dans celle de la Sarine et de la Simmen, en Suisse ; le long du Drac ; le long de la Romanche, en aval de Bourg d'Oisans, en France, etc.

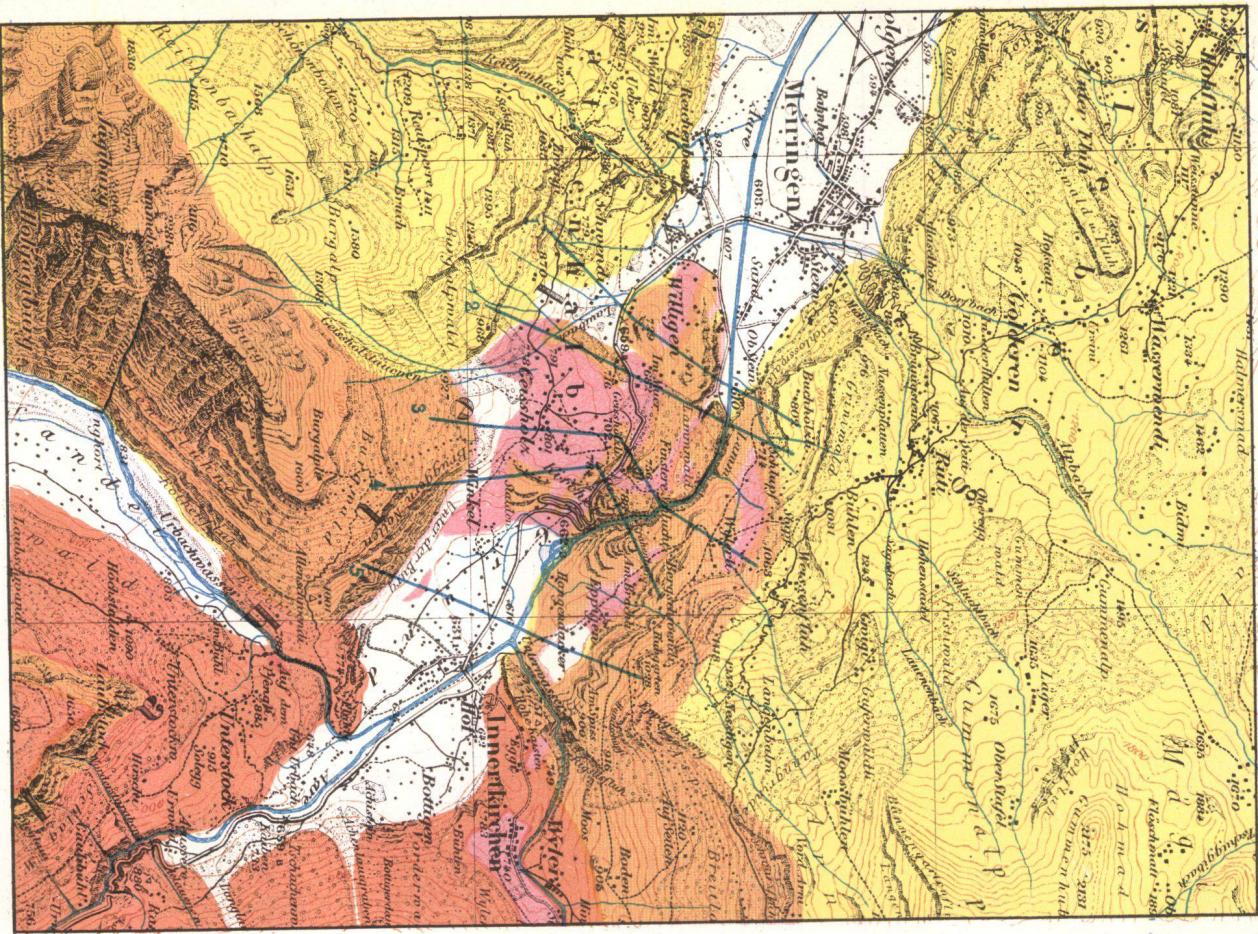
5^e Exemples de l'Aar à Meiringen et du Rhône à Saint-Maurice.

Il est cependant deux cas sur lesquels je désire encore attirer l'attention. Tous les deux présentent une similitude frappante par leur position géographique et leur topographie.

Comparaison des deux exemples. (Pl. X.)

La vallée supérieure de l'Aar, le *Hasli*, entièrement taillée dans le granit et dans les gneiss du massif du Finsteraarhorn, s'évase à Innertkirchen sous la forme d'une plaine d'alluvion relativement large. C'est le *Hasle im Grund*. En amont, le palier d'alluvion butte contre les escarpements gneissiques ; en aval, il est barré par une muraille calcaire, le *Kirchet*, que l'Aar traverse en une gorge profonde (*die Lamm*), justement célèbre, l'une des plus belles de la Suisse ; cette barre sépare complètement la vallée supérieure du Hasli de la plaine d'alluvion du lac de Brienz ; en son point le plus bas elle domine encore la partie amont d'une centaine de mètres. Ce n'est pas une des moindres surprises que procurent les Alpes bernoises aux voyageurs que cette vue inattendue de la plaine d'Innertkirchen, lorsque, suivant la grande route, ils l'aperçoivent des hauteurs du Kirchet. L'esprit est dérouté par cette topographie si singulière, car la grande route pour entrer dans cette partie supérieure de la vallée est obligée de descendre en trois hardis lacets taillés ou construits dans le versant amont du Kirchet.

La vallée du Rhône, entre Martigny et Saint-Maurice, est taillée dans la prolongation du massif cristallin des Aiguilles-Rouges, entre la Dent du Midi et la Dent de Morcles. La vallée est là relativement étroite ; les versants très inclinés lui donnent un aspect sauvage. Les torrents latéraux en-



Environs de Meiringen

Echelle

1:50000

Environs de St Maurice

Echelle

Allusion, cônes de déjection

Éboulis

Glaciaire

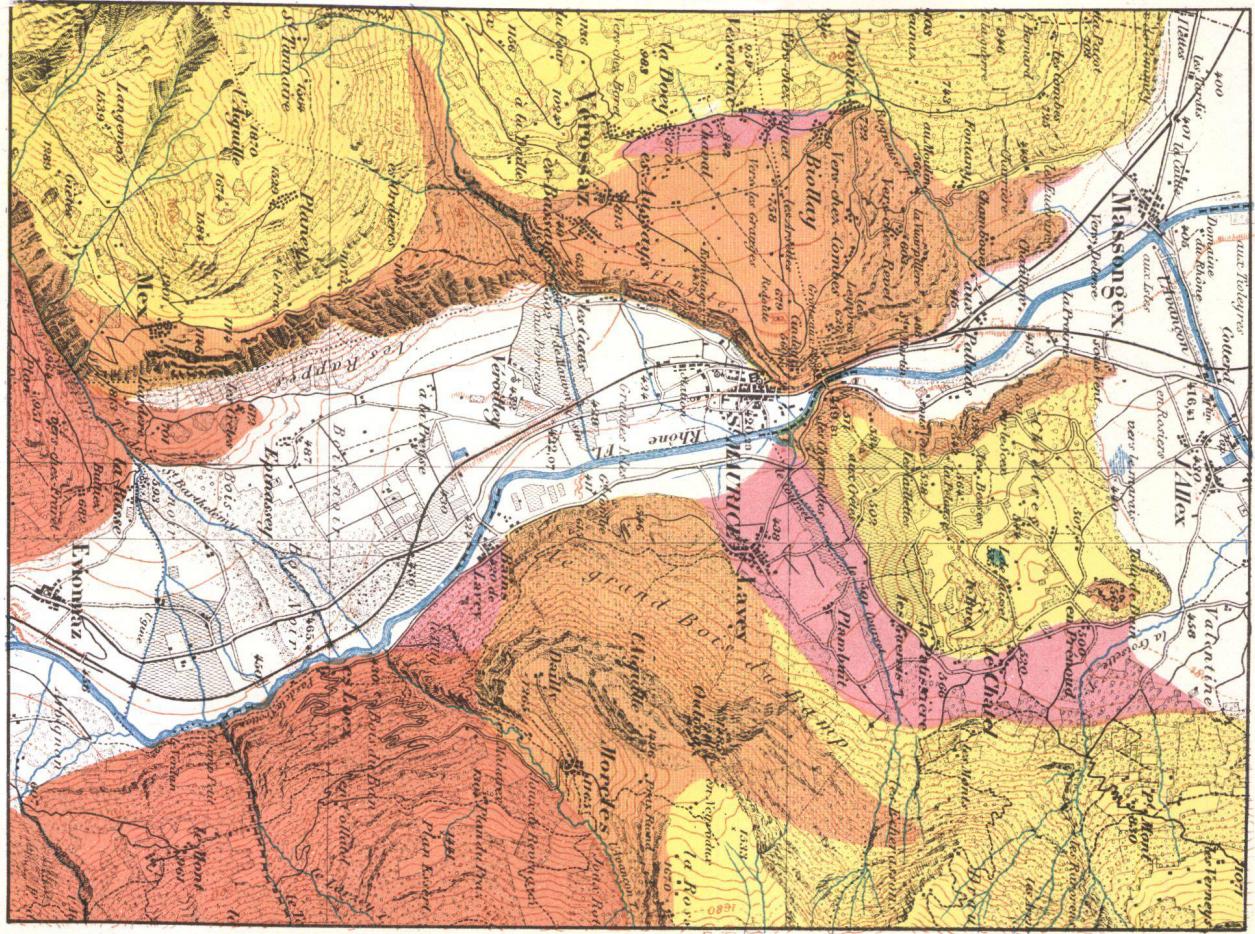
Roches

Rocheuses

Stalines

Roches calcaires

Roches calcareo-schisteuses



Reproduit de l'Atlas Siegfried, avec autorisation du Bureau topographique fédéral.

combrent le thalweg de cônes de déjection puissants, au milieu desquels le Rhône serpente, chassé tantôt vers la droite, tantôt vers la gauche.

A Saint-Maurice, la vallée non seulement s'élargit, mais elle change d'aspect. L'évasement correspond aussi, comme le Hasle im Grund, avec l'apparition, au niveau de la vallée, de la couverture sédimentaire du massif cristallin. En Valais, la plaine d'alluvions présente aussi comme celle d'Innertkirchen des parois verticales et à peu près nues, taillées, comme à grands coups de hache, dans le calcaire, tandis qu'en amont, dans la partie gneissique, règnent des versants fortement inclinés mais toujours habillés d'un manteau végétal.

En aval, le palier d'alluvion de Saint-Maurice s'arrête contre une muraille calcaire, le *plateau de Vérossaz* et les *collines de Chiètres*, que le Rhône divise en s'écoulant dans une gorge, le *défilé de Saint-Maurice*, dont les parois verticales sont des deux côtés baignées par l'eau tourbillonnante.

Si ce défilé n'a pas l'ampleur de la gorge de l'Aar, il représente toutefois le même fait géographique¹. La route n'a pas la place suffisante pour côtoyer le torrent, dans le cas du Hasli ; ici c'est avec peine que l'homme a pu établir les deux routes valaisanne et vaudoise qui longent le fleuve. Le rétrécissement du Rhône est tel qu'un pont d'une seule arche suffit à rejoindre les deux rives. La voie ferrée, dernière venue, doit franchir l'obstacle par un tunnel.

Plus bas, comme au Kirchet pour l'Aar, la vallée du Rhône s'élargit à nouveau. Dans le canton de Berne une nouvelle nature se montre au delà de la barre. Cette variation d'aspect est encore plus tranchée ici. Au paysage sau-

¹ B. Studer avait remarqué, avec beaucoup d'autres choses qu'on a trop oubliées plus tard, l'analogie géologique du Hasli et de la région de Bex et Saint-Maurice, *Geol. der west. Alpen*, p. 64, 1834.

vage et froid de la région cristalline a succédé un pays plus riant, largement ouvert. Aux villages valaisans aux maisons de construction rudimentaire, lézardées, font suite les petits bourgs vaudois sur la rive droite, et ceux de la rive gauche, qui appartiennent encore au Valais, ont pris un autre aspect. Le climat est autre, etc. Je connais peu de limites aussi naturelles dans les vallées des Alpes suisses que celles du Kirchet et des collines de Chiètres.

La résistance à l'érosion de tels barrages calcaires apparaît comme un des plus énigmatiques problèmes de l'histoire des vallées. L'un et l'autre ont résisté à l'action des glaciers qui n'ont pu que les polir et les arrondir. La partie amont du Kirchet et des collines de Chiètres montre très bien les stries glaciaires ou les roches moutonnées ; mais conservées comme nous les voyons aujourd'hui, ces barres témoignent contre l'érosion glaciaire. Il y a dans leur présence un argument péremptoire contre le creusement des vallées par les glaciers.

La question qui se pose à propos de l'érosion glaciaire se présente aussi pour l'érosion fluviatile. Il faut que des conditions spéciales aient protégé ces murailles contre l'action si intense de l'eau qui immédiatement en amont a pu creuser les cirques de Saint-Maurice ou d'Innertkirchen.

Comment on a cherché à expliquer le Kirchet.

Occupons-nous maintenant du Kirchet.

La disposition géographique si extraordinaire des environs de Meiringen et d'Innertkirchen a de tout temps attiré l'attention des naturalistes.

« Le curieux cirque de vallée (Kesselthal) le Hasle im Grund, dit Studer, dans lequel convergent cinq vallées radiales, semble s'être brusquement ouvert comme par le choc central d'un tremblement de terre..... Le cirque de Grund est par cela formé par un soulèvement de son sol

et non par un effondrement. Il correspond à la représentation d'un cratère de soulèvement dont les vallées qui y arrivent sont les Barancos¹. »

Ceci fut écrit vers 1850 par un des plus grands esprits scientifiques que la Suisse ait jamais produits. On sent l'influence des idées de Léopold de Buch et d'Elie de Beaumont qui sont venues voiler le jugement ordinaire si perspicace du géologue bernois.

Agassiz et Desor, qui franchirent souvent le Kirchet, ne se posèrent point de question au sujet de l'origine de ce seuil. Ils constatèrent cependant l'énorme accumulation de dépôts morainiques que l'on y remarque² et qui rentrait davantage dans le cadre de leurs études. H. Hogard³ se contenta aussi d'observations semblables. C'est un des caractères remarquables du Kirchet que cette abondance considérable de dépôts laissés par le glacier de l'Aar, et il est curieux de constater que les géologues qui ont depuis Agassiz parcouru ces collines n'en parlent pas. Ainsi la carte géologique détaillée de Mœsch⁴ ne marque aucun dépôt quaternaire ; il est vrai que Mœsch s'occupait peu de ces dépôts superficiels, mais toutefois on a de la peine à comprendre qu'il n'en fasse pas mention. Les débris laissés sur le Kirchet par les anciens glaciers du Hasli sont si considérables que la roche n'affleure que très peu au sud de la grande route, dans les environs du Geissholz.

¹ *Geologie der Schweiz*, I, p. 188.

² Agassiz, *Nouvelles études sur les glaciers actuels*, 1847, p. 120.

Desor, *Aperçu du phénomène erratique des Alpes*, « *Jahrbuch des Sch. Alpen-Club* », I, 1864.

³ H. Hogard, *Recherches sur les glaciers et sur les phénomènes erratiques des Alpes de la Suisse*, 1858, p. 260.

⁴ Mœsch, *Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen dem Reuss und Kienthal*, « *Mat. Carte géol. suisse* », 24^e livr., III^e partie, pl. XXXVI, 1894.

M. Balzer¹ ne devait point laisser de côté le Kirchet dans son fameux mémoire sur le contact mécanique du gneiss et du calcaire dans l'Oberland bernois. Il partage l'idée émise anciennement par Ebel² à savoir que le bassin d'Innertkirchen représente un ancien fond de lac.

Appliquant la théorie de l'antécédence notre collègue de l'Université de Berne pense que le cirque a été formé par un soulèvement du sol de la vallée à la place du Kirchet actuel.

Entre Meiringen et Hof, il se serait formé un pli transversal venant rompre la continuité primitive de la pente de la vallée. L'Aar aurait scié le seuil au fur et à mesure de

En 1894, les participants d'une des excursions du Congrès géologique international distinguèrent dans le Kirchet une voûte plate et irrégulière que M. Balzer³ suppose d'âge postplistocène, c'est-à-dire postérieure à la formation des plis alpins en général. Ce fait est important pour la formation de la « Lamm », ajoute-t-il.

Möesch⁴, sans avoir d'opinion précise, indique aussi cette même hypothèse pour expliquer la formation de la gorge et il pense que le sol d'Innertkirchen est dû à un affaissement. Il n'y a pas de doute en son esprit que le Hasle im Grund fut un lac comblé avant la percée de la gorge.

Ainsi d'une part, surélévation du Kirchet ; d'autre part, affaissement de la partie amont, telles sont les opinions des géologues qui se sont le plus occupés de cet étrange phé-

¹ Balzer, *Das Mechanische Contact von Gneiss und Kalk*, id., 20^e livr., p. 136, 1880.

Voir encore Balzer, *Einige Naturmerkwürdigkeiten des Haslithals*, « Jahrbuch des Sch. Alpen-Club », vol. 23, 1888, p. 501-502.

² Ebel, *Manuel du voyageur en Suisse*, 1805, 2^e édition, p. 363, vol. III. son élévation.

³ Balzer, *Bericht über die Excursion IX. im Berneroberland und Gotthardmassiv*. « Congrès géol. intern. », 6^e session, 1894, Zurich, p. 455; Lausanne, 1897.

⁴ Möesch, loc. cit., p. 148.

nomène. Ceux qui, plus tard, eurent à en parler voient aussi dans la présence du cirque les preuves de l'existence d'un lac¹.

Cas semblables dans d'autres vallées ; il n'y a pas d'antécédence.

Aucun fait, autre que la configuration topographique, n'apporte un appui à ces deux hypothèses. L'idée d'une surélévation du Kirchet, postérieure à la formation des plis en général et de la vallée, est en contradiction avec tout ce que nous enseigne la topographie et la tectonique alpine.

Il est vrai qu'une topographie comme celle du Hasli im Grund, si différente de ce qu'on observe habituellement, peut autoriser l'application d'une hypothèse spéciale. Mais ce n'est pas d'un exemple isolé que l'on peut se faire une opinion. Or, l'exemple de la vallée de l'Aar n'est pas unique. J'ai cité celui de Saint-Maurice ; on peut encore signaler celui de la Kander². En effet, dans la partie supérieure de son cours, le torrent a largement ouvert sa vallée en formant même, dans le bas de la vallée de Gasteren, une large plaine, le *Gasterenholz*, sorte de cuvette en tout point semblable aux deux précédentes, dont la Kander ne sort que par un étroit défilé aux parois majestueusement élevées. Ailleurs, dans le haut du Linththal³, l'évasement de la Sandalp, en partie dans les roches primitives, est aussi étroitement fermé, en aval, par les épaisses masses du *Hochgebirgskalk*, que le Sandbach coupe avec peine en une gorge étroite, superbe, où l'eau mugissante essaye de fixer sa courbe d'équilibre en imprimant dans la roche le pas de vis des marmites de géant.

¹ Renevier et Golliez, *Livret-guide géol. en Suisse*. 1894, p. 206.

² Voir feuilles 463 (Adelboden) et 473 (Gemmi) de l'Atlas Siegfried.

³ Atlas Siegfried, feuille 404 (Tödi).

Voilà donc quatre cours d'eau présentant les mêmes conditions génétiques et montrant les mêmes dispositions topographiques au contact des roches primitives et des calcaires qui les recouvrent. Bien que ce mode de sortie de la région gneissique paraisse être recherché par les cours d'eau de nos Alpes, lorsque les roches anciennes sont couvertes par des calcaires, il y a des exceptions. Ainsi la Reuss, à Erstfeld¹, passe d'une région dans l'autre sans aucune modification dans son cours ; il en est de même de l'Aa d'Engelberg². Mais l'exemple de la Reuss est critiquable. En effet, dans cette partie inférieure de son cours, le torrent coule sur un épais palier d'alluvion ; nous ne savons pas si sous ce revêtement une coupure étroite existe au point où les parois ensevelies changent de nature pétrographique. La deuxième exception ne doit point non plus nous arrêter, car l'Aa ne coupe pas transversalement les gneiss, comme dans les autres cas, mais elle les suit par une voie à peu près longitudinale. Enfin, un examen du cas de la Weisse Lutschine, en amont de Lauterbrunnen³, nous montre qu'il s'agit d'un phénomène tout semblable à celui de nos quatre exemples, mais là le bassin, au lieu d'avoir une forme ramassée sur lui-même, s'étend au contraire dans la direction du cours d'eau.

Ainsi, on voit que les cours d'eau des Alpes suisses qui sortent d'une région de roches primitives pour entrer, par l'intermédiaire de bancs calcaires puissants, dans le pays des roches secondaires, présentent une particularité topographique à peu près constante. On voit alors que l'hypothèse de l'antécédence, que l'on a songé à appliquer au cas de l'Aar, devrait être étendue aux autres exemples. Autrement dit, tout le long de la chaîne cristalline des Aiguilles-

¹ Voir Atlas Siegfried, feuille 403 (Altdorf).

² Voir Atlas Siegfried, feuille 390 (Engelberg).

³ Voir Atlas Siegfried, feuilles 488 (Blumlisalp) et 395 (Lauterbrunnen).

Rouges, du Finsteraarhorn et du Dammastock, il faudrait imaginer un soulèvement d'une bande étroite de la région sédimentaire juste au point où les cours d'eau pénètrent dans les chaînes calcaires !

Une telle hypothèse est purement gratuite ! Elle est infirmée par l'ensemble des faits. Si elle se présente naturellement à l'esprit par la considération d'un seul des exemples, elle se combat d'elle-même par la répétition du phénomène.

Le lac de Hasle im Grund ne peut être démontré.

Un lac a pu exister dans le Hasle im Grund, mais aucun fait ne vient apporter une preuve de son existence. A l'Hôtel de Hof, on a creusé un puits à neuf mètres de profondeur, entièrement perforé dans des cailloux roulés¹; mais les graviers arrondis ne signifient rien tant que la structure du delta lacustre n'a pas été démontrée. Aucune terrasse lacustre n'est conservée sur les flancs de la dépression. Au pied de la paroi de Spiess, l'on trouve des graviers roulés sur une terrasse rocheuse. M. Balzer² a vu une coupe fraîche qu'il a relevée et dessinée. Elle indique nettement un dépôt fluviatile à 52 m. au-dessus de l'Aar.

Ne pourrait-on pas voir plutôt dans le palier d'alluvion de Hasle im Grund la continuation, au delà de la barre du Kirchet, de la grande plaine d'alluvion du lac de Brienz, à Meiringen ?

Le niveau du lac de Brienz est à 566^m4. Aucun des géologues qui se sont occupés de la région ne signale de terrasses sur ses bords. Ce lac et celui de Thoune devaient former primitivement un seul bassin, que les deltas de la Lutschine et du Lombach ont divisé en deux parties en

¹ Balzer, *Das Mechanische Contact*, etc., p. 136.

² Balzer, *Das Mechanische Contact*, Atlas. Pl. VIII, fig. 6.

construisant la plaine d'Interlaken, le Bödeli. Ce barrage a haussé les eaux du bassin amont. Le lac de Brienz, dont la surface est supérieure de 6^m2 à celle du lac de Thoune, atteint probablement aujourd'hui le niveau le plus élevé auquel il soit jamais arrivé. Il est le niveau de base de toute la partie amont que l'Aar a remblayée avec une pente moyenne de 3,53 %¹.

Dans la gorge de l'Aar, la pente du cours d'eau est de 3,77 %. Le Hasle im Grund est incliné de 14 %. Une première constatation très importante ressort de ces chiffres, calculés d'après la carte au 1 : 50 000. La pente de 3,53 % de la grande plaine d'alluvion peut être considérée comme ayant atteint son équilibre. Il en résultera que la gorge de l'Aar, dont la pente de l'eau est à peu près égale à celle de la plaine, ne se creuse plus, ou que le creusement n'y est aujourd'hui *que très localisé*, et que même *elle est en voie de comblement* par places. Le remblayage est en effet visible dans plusieurs parties de la gorge; nous assistons ainsi aujourd'hui au dernier achèvement, en même temps qu'au début de la ruine d'une des plus belles manifestations naturelles des Alpes².

Le Hasle im Grund, dont la pente moyenne est de 14 % pris dans son ensemble, présente une pente semblable aux précédentes dans sa partie aval, lorsque les trois cours d'eau sont réunis en un tronc commun. On peut donc considérer la plaine d'Innertkirchen comme la continuation de la plaine d'alluvion de Meiringen. Le remplissage de la cuvette est dû à l'alluvionnement de l'Aar; la petite plaine ne représente donc pas un sol lacustre ainsi qu'on a voulu le voir. L'alluvion rencontrée dans le puits de Hof nous

¹ Calculé en prenant la cote supérieure de 610 m., donnée par l'Atlas Siegfried.

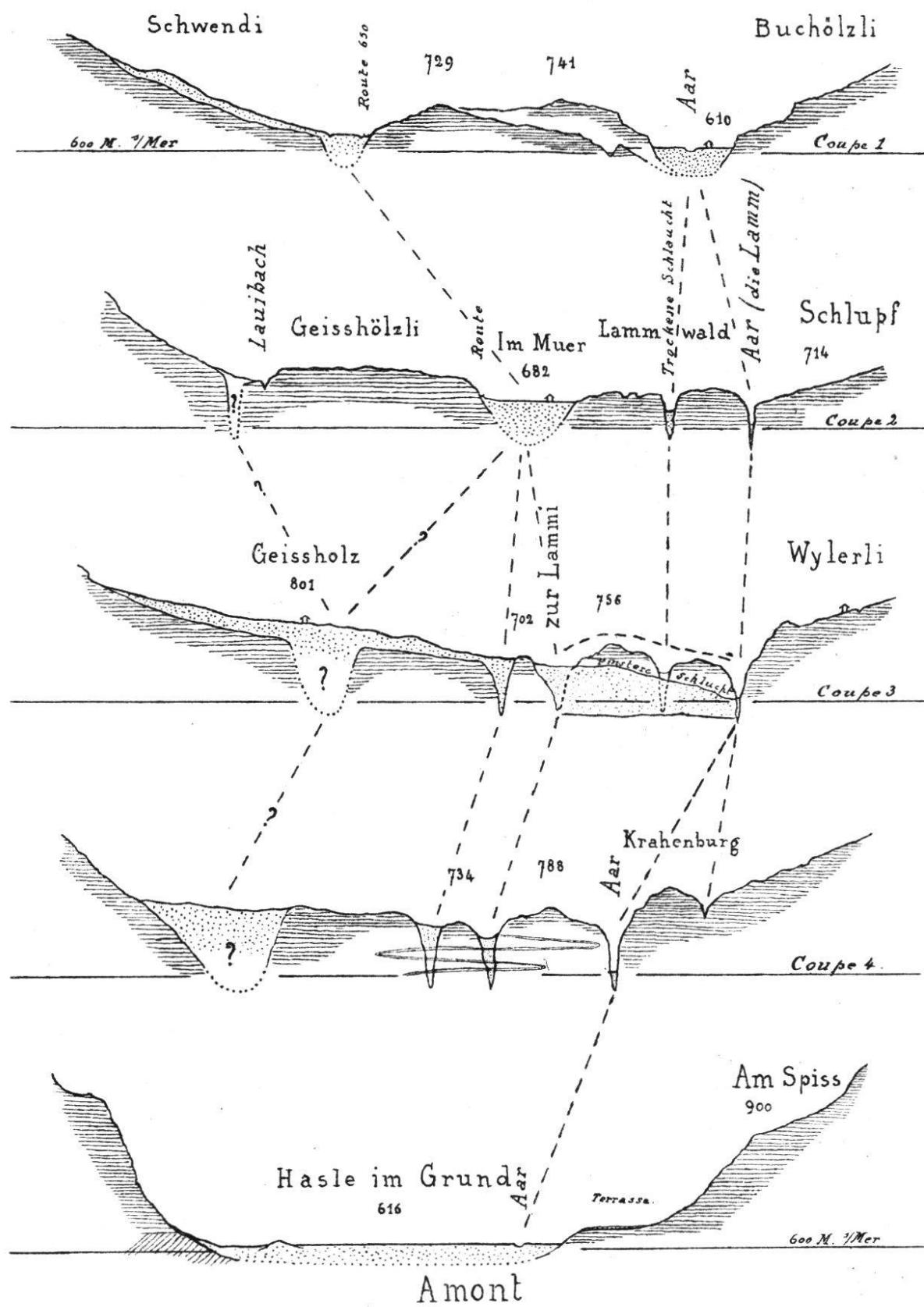
² En effet, dans plusieurs parties, la gorge s'élargit. Le torrent, ne creusant plus, abat les parois qui l'encaissent.

— Coups du Kirchet — Echelle 1:25000.

SW

Aval

NE



indique que la gorge de l'Aar était plus profonde et qu'elle a été en partie remblayée, ou que le torrent avait antérieurement un autre chemin que l'actuel pour traverser la muraille du Kirchet. Je ne veux pas nier qu'un lac n'ait existé en amont de la gorge de l'Aar, mais on voit que rien ne le prouve. L'alluvionnement, par l'influence du niveau de base, est la cause de beaucoup de ces grandes plaines de vallées, où l'on a trop souvent cherché à voir d'anciens lacs¹.

Description détaillée du Kirchet. (Voir Pl. X et XI.)

Suivons la grande route qui conduit à Hasle im Grund en partant de Meiringen. Le village de Willigen que nous rencontrons est construit sur le cône de déjection du Lauibach. Le haut du cône se resserre au haut du village; au nord, une paroi abrupte borde la route; à droite, un petit escarpement rocheux l'accompagne. En montant, on arrive alors dans une partie découverte coupée de bouquets d'arbres et l'on s'aperçoit que le Lauibach est tributaire *d'une vallée sèche que la route continue à suivre*. Vers les maisons de Im Muer, cette ancienne vallée est particulièrement large. Son fond, couvert d'un tapis de gazon, se heurte contre les parois de calcaire. Il y a en ce point une légère contre-pente; elle est due à un deuxième cône du

¹ Un simple raisonnement, tiré des lieux mêmes, montrera combien la coïncidence entre les plaines alluviales des vallées et les lacs est loin d'être certaine. Supposons, ce qui arrivera un jour, que les deux lacs de Brienz et de Thoune soient comblés par l'alluvion, et donnons à la plaine construite une pente de 3‰, celle que l'on constate aujourd'hui en aval de Meiringen, pour le lac de Brienz, de 2‰ pour celui de Thoune. A l'entrée des gorges de l'Aar, une couche de 127 m. d'alluvion couvrirait les contreforts du Kirchet; la plaine pénétrerait par les points bas de la colline et se continuerait avec celle de Hasli im Grund à 136 m. plus haut qu'aujourd'hui. La pente moyenne s'accentuant à partir de ce point (l'Aar coulant isolément) sous 10‰, la plaine s'étendrait en formant un golfe dans le bas de la vallée de l'Unterwasser et remonterait de 7 km. dans le Haut-Hasli, couvrant ainsi des territoires aujourd'hui rocheux.

Lauibach, supérieur au premier, ce qui explique pourquoi la route ne suit pas l'axe du vallon en ce point. Puis la dépression se resserre quelque peu. A droite, la paroi calcaire disparaît; des pentes de terrain glaciaire descendent jusqu'à la route. L'on arrive ainsi à une auberge, au delà de laquelle la route cesse de monter. La dépression est alors bordée à gauche et à droite de murailles calcaires; c'est son point le plus étroit. Quelques pas encore et le cirque d'Hasle im Grund apparaît aux yeux du voyageur.

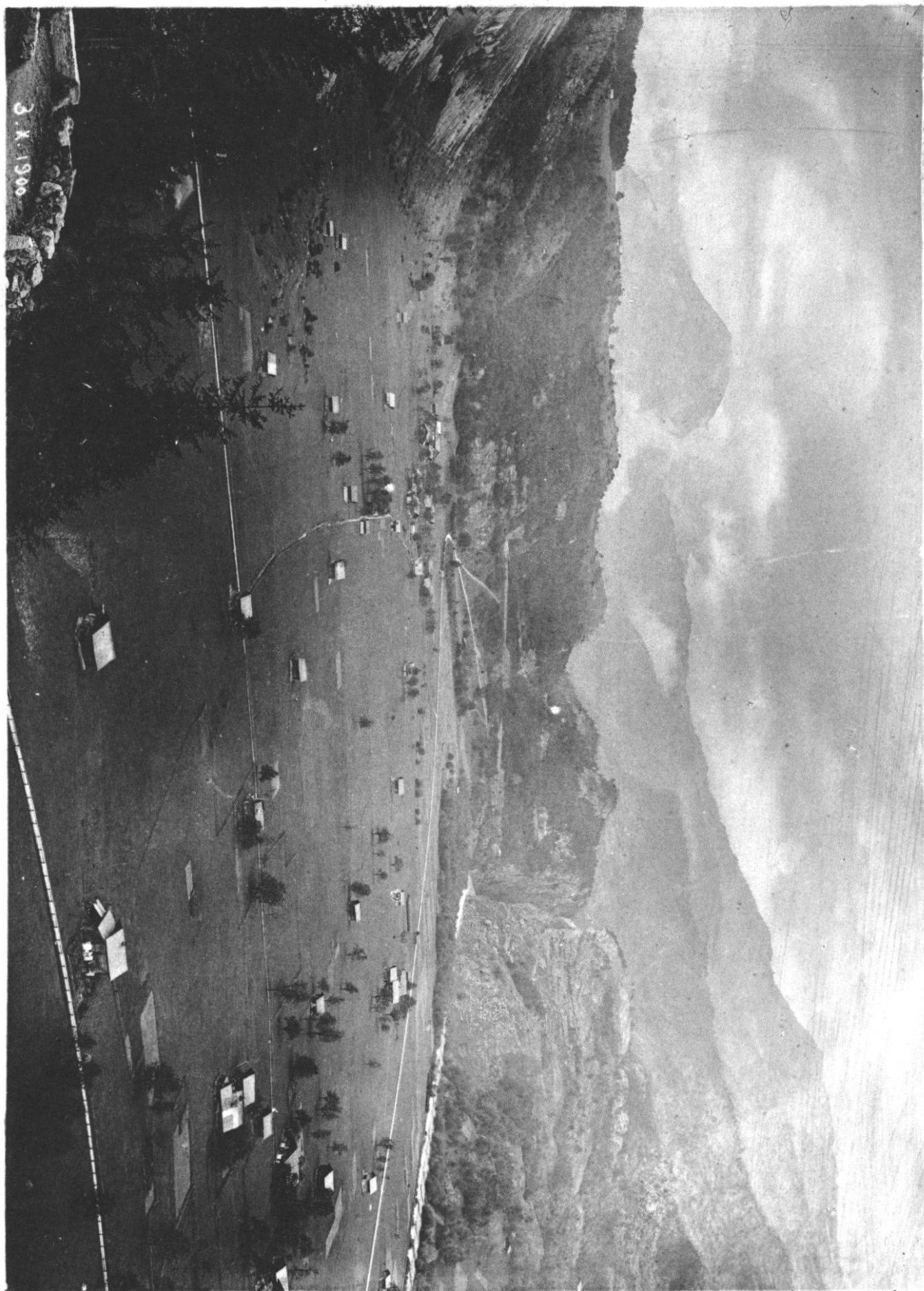
Incontestablement, la route suit une ancienne vallée, ainsi que l'a déjà fait remarquer M. Balzer¹. Cette ancienne voie de l'Aar présente le caractère des vallées abandonnées avec ce cône de déjection du Lauibach, qui a pu ainsi construire une contre-pente, l'ancien possesseur du vallon n'étant plus là pour déblayer les matériaux qu'apporte son tributaire².

Nulle part, la vallée morte ne montre un sol rocheux. La topographie adoucie du thalweg témoigne de l'existence de matériaux de remplissage, car les masses calcaires qui l'avoisinent ont un tout autre caractère. Quelle est l'épaisseur de la nappe d'alluvion et sa constitution? Lorsque l'on suit les lacets de la grande route au-dessus de Hasle im Grund (Pl. XII), il est facile de constater que les matériaux qui constituent le thalweg sont formés par de la moraine avec des blocs nombreux. Cette masse de remplissage est logée dans une sorte de chenal que les lacets coupent trois fois. Les débris erratiques remplissent ainsi une *vraie gorge, guère plus large que l'actuelle, et au moins aussi profonde qu'elle*, car là ils descendant jusqu'au bas de la pente, où ils se confondent avec une sorte de moraine qui chausse le pied du Kirchet.

Mais ce n'est pas tout.

¹ Balzer, Livret Guide géologique 1894.

² La vallée abandonnée est particulièrement visible quand on contemple le Kirchet de la cascade du Reichenbach.



PHOTOSTYPIE S.A.D.A.G. GENÈVE

Le versant amont du Kirchet.
Hameau de Winkel et la plaine de Hasle im Grund

Les lacets de la route montrent un autre chenal, rempli de matériaux erratiques, placé au sud du premier et d'aspect absolument semblable. Il en est séparé par une muraille de calcaire jusqu'au Geisshölsli, entre l'auberge et les maisons de Muer. Ainsi *une deuxième gorge, plus complètement comblée que celle que suit la route et tout aussi profonde, traverse la moitié du Kirchet.* La confluence des deux gorges à Im Muer ne peut faire aucun doute. En effet, plus loin, vers l'ouest, une muraille calcaire qui domine le Lauibach, entre les points 716 et 791, ne laisse voir aucune entaille comblée. Cependant cette paroi cesse sous le point 791. Elle laisse un espace vide dont le Lauibach a profité. Serait-ce là une ancienne voie semblable aux premières ? La question ne peut être résolue. Le Lauibach, au lieu de profiter d'un affleurement glaciaire, s'est lui-même surimposé dans les calcaires du Malm en construisant une petite gorge très étroite. Il n'y a pas contact entre ce calcaire et celui que l'on voit un peu plus haut, dans le cours d'un petit tributaire ; mais il suffit de quelques mètres de terrain glaciaire pour voiler la pente rocheuse qui relieraient les deux affleurements, à moins qu'une gorge étroite ne soit cachée.

Examinons encore le versant amont du Kirchet. Au-dessus du Winkel, on voit un léger enfoncement dans la pente. Il est aussi rempli par les matériaux erratiques. Un petit ruisseau s'écoule en ne laissant nulle part affleurer le calcaire. Celui-ci forme une sorte de muraille moins déchaussée que les précédentes et qui court parallèlement au ruisseau. Cet ensemble de circonstances, et la comparaison avec les deux cas précédents, laisse présumer en cette partie du Kirchet une *troisième voie*, plus comblée encore que la deuxième et par conséquent douteuse.

Rien sur la surface de la colline ne la laisse deviner comme les précédentes, car les environs de Geisholz sont couverts d'une énorme masse de matériaux morainiques qui, par leur épaisseur, voilent totalement la topographie

rocheuse souterraine¹. Peut-être que cette troisième gorge comblée problématique, mais qui cependant paraît exister, se ramifie avec les précédentes, ou se dirige vers le chemin, problématique aussi, que le Lauibach aurait délaissé en se surimposant dans les calcaires près du point 791.

Ainsi l'étude détaillée du versant amont du Kirchet nous permet de constater, à côté de la gorge actuelle, deux ou trois entrées de gorges comblées par les matériaux transportés par le glacier de l'Aar et ses affluents: La coupe 4, Pl. XI, nous montre ces différentes voies en coupe, tandis que la planche XII nous permet de nous faire une idée de ces murailles de calcaire qui les séparent.

Il y a encore d'autres anciens chénaux. A l'entrée aval de la gorge, on voit une gorge sèche en partie remplie par des matériaux morainiques². Rien n'est plus typique que l'entrée aval de cette voie abandonnée par les eaux, qui y ont laissé l'empreinte de leur passage sous la forme de courbures concaves. (Fig. 2, Pl. XIII.) Suivons le petit sentier qui s'engage dans cette « *trochene Schlaucht*³ ». Il monte rapide, puis, dans un endroit très resserré, il tourne vers le sud-est. On se trouve alors dans un sillon profond, bordé

¹ Mais le plus remarquable d'entre tous les dépôts erratiques que nous ayons à citer dans cette région, ce sont les beaux blocs de granit du Kirchet, près de Meyringen... Sans former un rempart continu, ils sont cependant assez nombreux pour recouvrir un vaste espace sur le revers oriental du monticule calcaire. (Desot, *Nouvelles excursions et séjours dans les glaciers*, 1845, p. 208.)

² Ebel, qui savait tant de choses et que l'on oublie trop de nos jours, connaissait cette gorge sèche : « Le Hasligrund est un vallon en terre-plein d'une lieue de longueur sur une demi-lieue de largeur ; il est séparé de la vallée du Bas-Hasli par le Kirchet, et formait un lac avant que le rongement des eaux eût donné naissance aux deux gorges du Kirchet, dont l'une est maintenant à sec, tandis que l'autre sert de lit à l'Aar. » (*Manuel du voyageur en Suisse*, 1805, 2^e éd., p. 363, vol. III.)

³ La carte au 1 : 50 000 ne montre que l'entrée de cette gorge sèche, sans en indiquer la continuation. Elle est tellement cachée par l'épaisse forêt que les topographes l'ont omise. *Schlaucht* (pour *Schlucht*) est le nom local donné à ces gorges sèches.

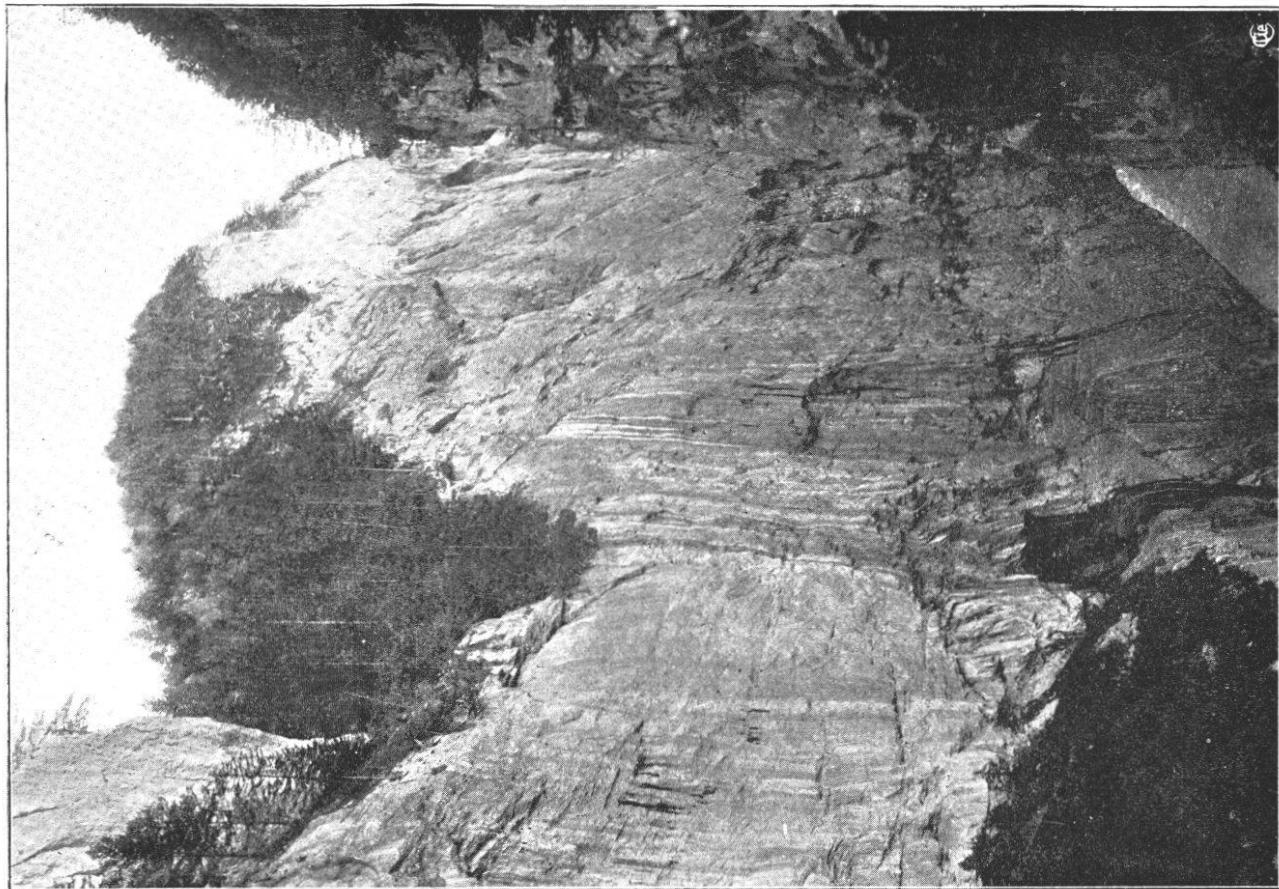


Fig. 1. — La gorge de l'Aar (partie amont). A gauche débouché de la gorge sèche du Krähenburg. Photographie prise vers l'amont du haut de la Finstere Schlaucht



Fig. 2. — Débouché aval de la gorge sèche (Trockene Schlaucht) du Kirchel, à l'entrée aval de la gorge actuelle (die Lamm),

par des parois verticales. Cette « gorge fossile » est extrêmement pittoresque. Les arbres et la mousse l'ont envahie. Les parois s'effritent et, de place en place, la roche est soutenue par des piliers verticaux. Les traces du possesseur, qui maintenant travaille à quelques mètres de là, derrière la muraille calcaire qui nous sépare de lui, sont encore visibles sous la forme de deux marmites de géants, imprimées contre la paroi. Les éboulis remplissent le fond de cette gorge abandonnée ; ils sont suffisants pour établir une contre-pente près d'une petite source captée.

Les parois rapprochées et verticales se maintiennent sur tout le parcours de cette gorge, aussi infranchissable transversalement que la « Lamm » où mugit l'Aar. Quand on parcourt pour la première fois le Lammwald, en venant de Im Muer, sans connaître cette gorge sèche, car la carte ne l'indique pas, l'on s'arrête au bord de ce sillon, dont on ne voit pas le fond à cause des arbres et des parois ; l'illusion est telle, car l'on se croit au bord de la gorge vivante, que l'on reste étonné de ne point entendre monter de la profondeur le bruit de l'eau. •

Suivons encore le fond de cette « trockene Schlaucht ». Il s'élève assez rapidement, puis descend brusquement vers une dépression transversale du Kirchet placée entre l'auberge zum Lamm et la gorge de l'Aar. Nous sommes ici *dans la partie comblée d'une gorge transversale*, en partie évidée dans la gorge actuelle, et que l'on nomme la *Finstere Schlaucht*. Cette gorge sèche est bien connue des touristes ; par elle, un chemin donne accès de la route dans la « Lamm ». Elle est semblable à l'entrée de la gorge abandonnée que nous venons de parcourir ; elle paraît plus fraîche à cause de marmites de géants mieux conservées, mais cette impression est due peut-être au déblaiement naturel de ce sillon transversal. Le chemin qui descend vers la gorge nous permet d'observer la constitution de la matière remplissante. C'est de la moraine à blocs arrondis ou

anguleux qui est venue remplir le chemin creusé par l'eau. Ainsi une cinquième voie abandonnée réunit la gorge de la route et la gorge sèche longitudinale à la gorge actuelle. (Coupe 3, Pl. XI.)

Ainsi, cinq ou six fois, l'Aar a dû creuser de profondes gorges dans le Kirchet. Toutes sont au moins aussi profondes que la dernière, celle suivie aujourd'hui par les eaux.

Mais le Kirchet montre encore d'autres traces qui ont peut-être momentanément servi à l'Aar ou à des tributaires descendant des parois voisines. Un sillon peu profond parcourt le Lammwald entre la gorge sèche et les maisons de Im Muer. Un autre, en cul-de-sac, longe la route qui conduit de Willigenbrücke à la gorge actuelle. En face, sur la rive droite, au nord du monticule le Krähenburg, un étroit sillon, avec de superbes marmites de géants distribuées à profusion, servait peut-être de chemin à ce ruisseau qui cascade des hauteurs de l'Arnialp vers Eppigen. La gorge moderne coupe ce sillon abandonné que l'on aperçoit lorsque, placé au nord de la Finstere Schlaucht, l'on contemple la paroi verticale de la rive opposée. (Fig. 2, pl. XIII.) Aux deux tiers de la hauteur de la grande muraille, il apparaît sous la forme d'un V boisé. Du même point, un peu plus en aval dans la Lamm, on aperçoit encore, sur la rive opposée, les traces de deux tributaires anciens. Ils ont creusé des marmites de géants étagées verticalement les unes sur les autres.

La gorge, du reste, se montre, du même point, sous deux aspects très différents. En amont, elle est taillée selon des parois verticales absolument lisses; en aval, au contraire, les traces imprimées des marmites de géants festonnent, du haut en bas, les parois de niches arrondies qui s'entrecroisent irrégulièrement, suivant des arêtes aiguës et très fraîches. On dirait que la partie amont est plus ancienne, mais le phénomène se répète plus bas entre deux

bandes à marmites ; il est dû probablement à la variation de dureté et de résistance de la roche. La gorge est en effet plus large, en général, là où il n'y a pas de marmites, et plus étroite là où celles-ci abondent, si étroite même — et cela est une des causes de la beauté de cette gorge — que la passerelle a juste la place nécessaire.

Description des collines de Chiètres.

A l'inverse du Kirchet, les collines de Chiètres ne présentent pas de matériaux erratiques. Le long du Rhône, des parois, parfois fort escarpées, de calcaire néocomien sont recouvertes par des schistes argileux du Flysch qui s'étendent sur toutes les collines. La topographie est très adoucie¹. La présence du calcaire sous les roches éocènes se trahit par quelques entonnoirs. Vers le sud, le versant incliné, poli par les glaciers, domine un vallon occupé entièrement par le cône de déjection du Courset, qui descend des hauteurs de Javernaz. Vers l'est, les collines de Chiètres sont séparées de la montagne par une dépression où, comme le long du Courset, n'existe aucun affleurement. Des deux côtés cependant on voit la roche en place. En comparant cet état de chose à ceux que nous montre le Kirchet, il devient évident que cette dépression en hémicycle qui contourne les collines de Chiètres est un ancien cours du Rhône. Est-ce le Glaciaire qui aujourd'hui l'occupe ou l'éboulis, ou encore simplement le cône de déjection du Courset ? Il semble plutôt, à en juger par la topographie, que le col de Châtel est dû au remplissage de l'ancienne vallée par le cône de déjection ; en tout cas celui-ci a contribué pour beaucoup au remplissage de l'ancien thalweg.

¹ « ...puis les coteaux de Chiètres qui cachent entre leurs sommets élargis des vallécules toujours vertes et fraîches. » (Eugène Rambert, *Les Alpes suisses, Ascensions et flâneries.*)

Des traces d'un cours d'eau, sous la forme de marmites de géants, ont été trouvées jadis à la Tour de Duin¹, monticule, formé par un lambeau de recouvrement de Néocomien à céphalopodes, qui termine les collines de Chiètres vers le nord-est. Le cours actuel du Rhône dans le défilé de Saint-Maurice est donc dû, lui aussi, à un phénomène d'épigénie.

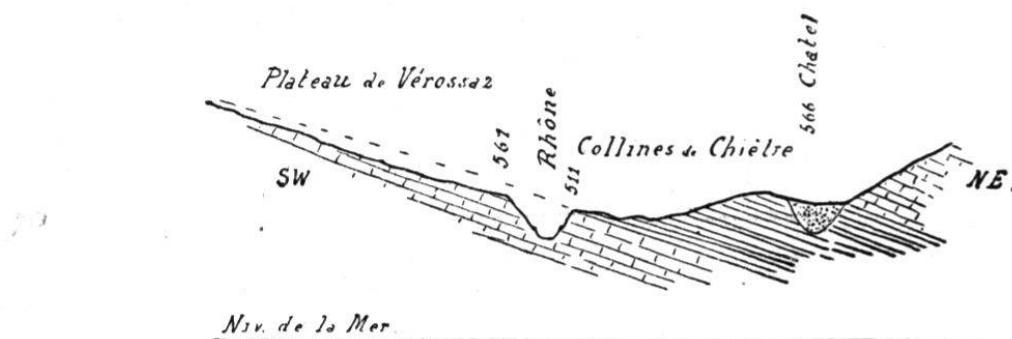


Fig. 2. — Coupes des collines de Chiètres ; échelles 1 : 50000 pour la longueur, 2 : 25000 pour la hauteur.

Le Rhône, obéissant à la loi des vallées monoclinales coulait jadis vers, le point le plus bas des couches au pied de la montagne. (Fig. 2.) Déplacé, il a dû chercher une nouvelle voie où aujourd'hui encore il travaille à son élargissement.

Essai d'une théorie sur la persistance des barres calcaires.

Nous n'avons pas admis les diverses théories relatives au Kirchet car elles se butaient contre l'ensemble même, la répétition du phénomène. Moi-même², il y a peu de temps, en envisageant le Kirchet isolément, sans étendre le problème à toutes les vallées qui présentent le même accident, car je n'avais pas songé à cette méthode compa-

¹ E. Renevier, *Monographie des Hautes Alpes vaudoises*, p. 502.

² M. Lugeon, *Les anciens cours de l'Aar, près de Meiringen (Suisse)*, « C. R. Académie des Sciences », 12 novembre 1900.

rative qui porte toujours de meilleurs fruits, j'ai émis une hypothèse qui ne me paraît plus autant satisfaisante :

« Pour que cette barre ait ainsi pu se conserver, il suffit que, lors de la fixation de la courbe d'équilibre, une cause quelconque ait momentanément arrêté l'action de l'érosion latérale de la vallée en ce point. Une moraine épaisse a pu jouer ce rôle, et une fissure si fréquente dans les terrains calcaires a pu faciliter, suivant une ligne, l'établissement du cours. C'est alors que les glaciers, réoccupant les lieux au moins cinq fois, arrêtés par la barre naissante, ont comblé les gorges tour à tour, forçant l'Aar à limiter son travail, grâce au déblaiement considérable qu'elle avait à faire des moraines. La rivière ne pouvait alors, dans le nouveau cycle d'érosion où elle entrait, que creuser une nouvelle gorge étroite, de nouveau comblée avant que le torrent ait pu en abattre les parois. En aval et en amont, le cours étant moins embarrassé, l'Aar a pu creuser une large vallée, et ainsi la hauteur de la barre s'est graduellement accentuée.

» L'apport plus considérable de matériaux sur cet emplacement, plutôt qu'en aval et qu'en amont, s'explique aisément par les deux grands glaciers latéraux qui rejoignaient l'Aar à Innertkirchen. Les moraines réunies sur un espace restreint présentaient à l'emplacement du Kirchet une épaisseur plus localisée, et par conséquent plus considérable, et la barre une fois créée entraînait par elle-même l'arrêt des glaciers, ainsi qu'en témoignent de nos jours les formidables dépôts morainiques qu'on y observe. »

M. le professeur F.-A. Forel¹ m'a fait d'abord remar-

¹ C'est en compagnie de mon excellent maître en glaciologie, M. F.-A. Forel, lorsque nous nous rendions au glacier du Rhône et de là à la réunion de la Société helvétique à Thusis, que j'ai découvert non l'ancienne voie de l'Aar qui suit la route du Hasli, car M. Balzer la connaissait déjà, mais que j'ai constaté que cette gorge comblée était au moins aussi profonde que l'actuelle.

quer, avec juste raison, que la réunion des trois glaciers devait accélérer la marche du tronc commun sur l'emplacement non existant du Kirchet immédiatement en aval du point de confluence. En conséquence, la naissance du Kirchet ne pouvait guère avoir été déterminée par une moraine, le glacier ne se trouvant pas dans une position favorable pour stationner longtemps en ce point.

L'absence totale de moraine sur la barre des collines de Chiètres justifie la critique de M. Forel.

Il faut chercher une autre manière de voir.

La répétition du phénomène est son explication. Si chaque fois, ou à peu près, qu'une vallée passe de la région gneissique dans la région calcaire, nous constatons un rétrécissement considérable, c'est que *le changement de roche est une cause de la variation du profil transversal de la vallée*. Il s'agit donc d'une *influence génétique*, c'est-à-dire un effet dérivant de la genèse même du terrain. Là encore, comme dans tant de problèmes de la géographie physique, ce n'est pas un cas isolé qui apporte la solution cherchée. En arrivant dans la région calcaire, qui forme un plan incliné vers l'aval et qui tout d'abord affleurait plus en amont et à une plus haute altitude, l'Aar a scié une gorge étroite provoquée par la différence de dureté de la nouvelle roche encaissante. En approfondissant son lit pour fixer sa courbe d'équilibre, le torrent pénétrait dans les gneiss immédiatement sous la gorge calcaire. La section aux parois verticales ne pouvait plus se conserver pour deux raisons. L'une d'abord, que les environs immédiats nous enseignent, c'est-à-dire la prédominance des sections en V dans les gneiss, section que l'on retrouve immédiatement en amont de tous ces étranglements en roches calcaires, en amont de Saint-Maurice, dans le haut des vallées de Gasteren (Kander) et de la Linth à la Sandalp inférieure, en amont de Lauterbrunnen. Le deuxième argument est tiré du fait qu'entre ces grandes

masses calcaires et les gneiss *existe une épaisseur plus ou moins grande de roches plus tendres, aisées à sousminer par un cours d'eau.* Ce sont les *Zwischenbildung* à Innertkirchen et le Trias à Saint-Maurice. L'enlèvement facile de ces terrains intermédiaires devait provoquer rapidement la chute de grandes masses calcaires déchaussées, et par conséquent le remplacement de la gorge par une section plus ouverte.

Au fur et à mesure de l'enfoncement de la vallée sur elle-même, les parois reculaient parallèlement à la vallée en la dominant de plus en plus pendant que la gorge étroite s'avancait vers l'aval.

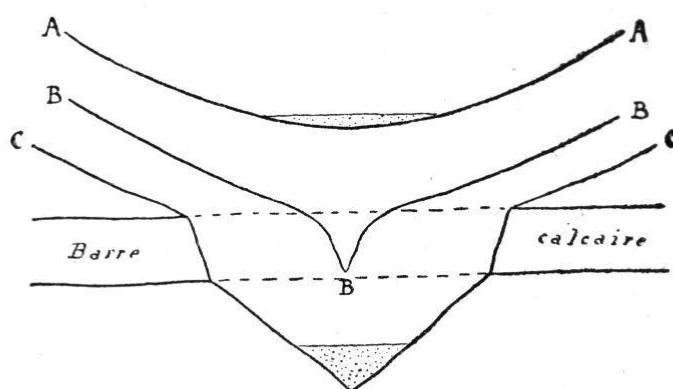


Fig. 3. — Coupes schématiques des vallées à barre calcaire.

La figure ci-jointe aidera à faire comprendre ce mécanisme. Elle montre la variation du profil transversal de la vallée selon une même section. Tout d'abord la forme large AA s'est établie dans les terrains tendres recouvrant la barre calcaire, puis, le torrent s'approfondissant, il s'est creusé une gorge profonde et étroite dans ces calcaires jurassiques BBB. Enfin, attaquant les gneiss, le profil s'est disposé suivant CC. Aujourd'hui encore, ces trois profils sont ceux qui caractérisent la vallée en amont du barrage calcaire, dans celui-ci et en aval. On voit ces dispositions se traduire dans les sections de la vallée de l'Aar, de la Kander, de la Linth et du Rhône. Si le profil d'équi-

libre de ces cours d'eau s'abaissait, la section s'ouvrirait là où se trouve le défilé actuel, mais celui-ci continuerait à exister un peu plus en aval.

Ainsi, il devient évident que ces barres calcaires sont le résultat des influences génétiques et tectoniques passives.

On voit, dans cette explication nouvelle, à laquelle nous sommes amenés par la généralité d'un même phénomène, que les glaciers n'ont eu nullement à intervenir dans la préservation de la barre contre l'érosion de l'eau courante. C'est au contraire la présence de la barre du Kirchet qui est la cause de la variation d'emplacement du cours de l'Aar.

Il nous reste maintenant à chercher comment le torrent a pu aussi changer si aisément de voie.

Jusqu'au haut de la gorge actuelle, jusque dans le haut de la Finstere Schlaucht et de la Trockene Schlaucht du Lammwald on voit des marmites de géant. Du haut en bas le creusement de ces gorges est ainsi dû à l'action de l'eau. Cela nous montre que *chaque fois* que l'Aar a changé de lit elle a dû changer considérablement de niveau. On remarque en outre que le remplissage par la moraine des différentes gorges abandonnées est plus considérable dans leur partie amont qu'en aval. C'est ainsi que la gorge sèche

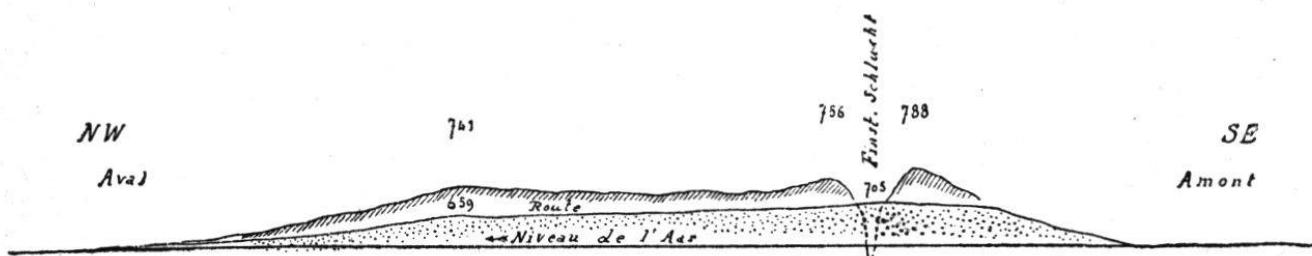


Fig. 4. — Coupe longitudinale du Kirchet, suivant la grande route, montrant le remplissage d'une ancienne gorge. Echelle 1 : 25000.

du Lammwald est presque entièrement évidée en aval (Fig. 4), tandis qu'elle est presque totalement remplie à sa

confluence avec la Finstere Schlaucht. Il en est de même de la gorge qui suit la grande route. Ces constatations nous amènent à l'explication suivante. Le glacier de l'Aar en arrivant contre la barre du Kirchet a dû être gêné dans sa marche. Franchissant la barre, il a dû remplir la première gorge avec la moraine de fond et la moraine superficielle, et il continue son acheminement dans la vallée inférieure du Hasli. S'est-il établi, en amont de la muraille calcaire, une sorte de glacier mort, sous la partie supérieure plus mobile du glacier ? Là où les glaciers rencontrent un obstacle, ils le franchissent en l'arrondissant. Cela se voit admirablement sur la pente amont des collines de Chiètres ; la masse entière se meut jusque dans ses parties profondes. Si dans cet état le glacier s'était retiré, un lac se serait formé sur l'emplacement du cirque du Hasle im Grund.

Pourquoi l'Aar aurait-elle alors choisi une voie nouvelle en sciant, comme c'est le cas pour la gorge actuelle ? Je suis plutôt porté à croire que la barre du Kirchet, immobilisant, d'une manière relative sans doute, la partie inférieure du glacier a suscité un remplissage complet, par la moraine de fond, de tout le Hasle im Grund, hissant ainsi le torrent sous-glaciaire sur lui-même jusqu'à une hauteur supérieure à un point quelconque de la barre. Le torrent, lors de la disparition du glacier, se serait surimposé dans la barre, tout comme dans les nombreux exemples que j'ai décrits, puis le Hasle im Grund aurait été évidé totalement même plus bas que son niveau actuel (ainsi qu'en témoigne la profondeur des gorges comblées) de toute la moraine de fond qui le remplissait. Ce mécanisme a dû se renouveler autant de fois qu'il y a de gorges comblées. Telle est l'explication à laquelle j'arrive de cette extraordinaire variation du cours de l'Aar dans la barre du Kirchet. Je ne veux pas dire que cette manière de voir soit encore très satisfaisante. Certains faits curieux me paraissent encore difficilement explicables. C'est ainsi que les gorges, jusqu'à

l'actuelle, sont de moins en moins comblées du sud vers le nord. Le long de la montagne, entre Winkel et Geiss-holz, je ne puis démontrer complètement l'existence d'une ancienne voie, ainsi que je l'ai dit. La deuxième gorge est certaine, mais elle est à peine visible. Celle de la route se voit de loin, puis plus au nord la Finstere Schlucht et la gorge morte du Lammwald sont encore moins remplies. Enfin l'actuelle est certainement la plus évidée. Je ne sais s'il y a dans cette distribution une simple coïncidence ou si l'on doit y voir le résultat d'une accumulation dernière d'une moraine plus puissante sur la rive gauche de la vallée que sur la droite.

Quoi qu'il en soit, nous aurons apporté ici notre obole à l'histoire si passionnante des vallées alpines.
