Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 6 (1910)

Artikel: L'éboulement préhistorique de Chironico (Tessin)
Autor: Schardt, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1002895

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: 09.07.2025

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

L'éboulement préhistorique de Chironico (Tessin)

par le Dr. H. SCHARDT,
professeur de l' Université de Neuchâtel

CHAPITE I.

Situation générale et description. Provenance de l'éboulement.

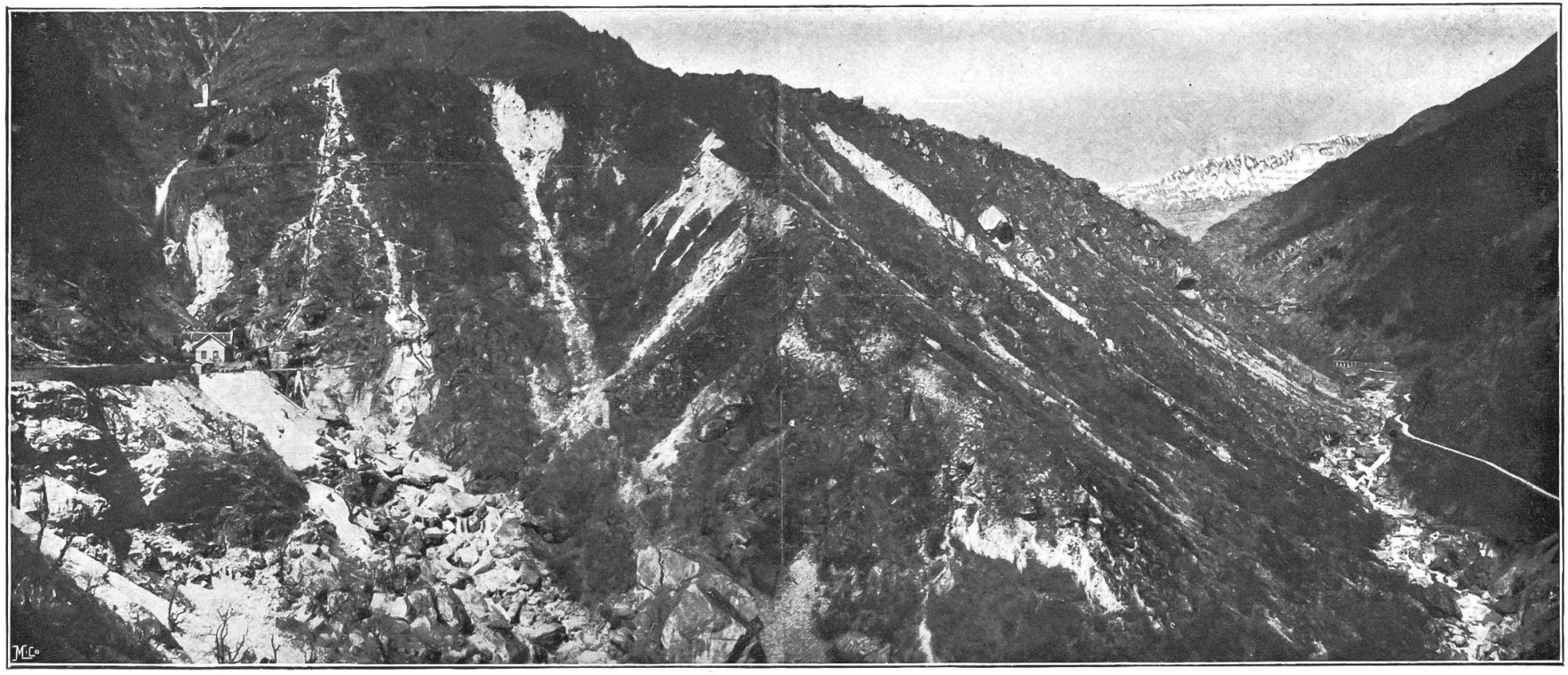
Le profil longitudinal de la vallée du Tessin présente entre la station de Lavorgo (618 m) et le grand village de Giornico (378 m) un gradin considérable de 240 mètres, sur une longueur de 5 kilomètres à peine. La plus forte déclivité se trouve dans la partie supérieure, où le Tessin franchit, dans la sauvage gorge de la Biaschina, sur moins de 3 kilomètres de distance, une hauteur de 170 mètres. C' est en formant d'innombrables chutes et cascadelles, dans un lit encombré d'immenses blocs de rocher, que la rivière traverse ce passage pittoresque, tandis que la route et le chemin de fer du St. Gothard franchissent l' obstacle, la première par une série de lacets et le second par deux tunnels hélicoides, creusés dans le contrefort rocheux qui resserre la partie inférieure de la Biaschina, juste en amont de la gare solitaire de Giornico, à deux kilomètres de distance du village de ce nom. Entre ces deux points, la différence de niveau est encore de plus de 70 mètres.

Rien n' est plus frappant que le contraste entre la section de la Biaschina et la vallée du Tessin en amont et en aval de celle ci. Entre Faido et Lavorgo le fond de la vallée est plat, occupé par un large remplissage d' alluvion et n' offre, sur une longueur de six kilomètres, qu' une différence de niveau de 100 m à peine; le fond plat mesure 300 à 500 m. de largeur. De Giornico à Biasca la situation est tout à fait semblable; sur 8 kilomètres de longueur la pente n' est que de 100 m. également

LÉGENDE:

- Eboulement préhistorique.
- Eboulis plus récents.
- Alluvions lacustres et fluviales.
- Cônes de déjection torrentiels.
- Terrain rocheux, Gneiss.
- Région d'arrachement présumée de l'éboulement préhistorique.
- Sources disparues.
- Tracé de la galerie, ---- Tracé primitif.
- Sources dans la galerie.
- Anciens cours d'eau.
- Limite entre le rocher et les éboulis au niveau de la galerie.
- I–V------ Tracé des Profils.

Chironico Tessin



Usine du Ticinetto et Gorge récente Rovino Colmetta Biaschina

Vue du Cône d'Eboulement préhistorique de Chironico,

du ravin récent du Ticinetto et de la Gorge de la Biaschina

PHOTOGRAPHIE PRISE DU CONTREFORT SOUS GRUMO 21. V. 1909 PAR H. SCHARDT

et la largeur du remplissage d' alluvion est de 500 à 700 mètres. Dans l' une et l' autre de ces deux sections la cuvette rocheuse, constituée par du gneiss grossier et bien lité, doit se fermer à plusieurs centaines de mètres au dessous de la surface du terrain d' alluvion, sur lequel s' écoulent aujourd' hui les eaux du Tessin et de ses affluents.

Le seuil de Lavorgo constitue donc une exception sur le parcours de la vallée du Tessin, puisq' il interrompt le profil normal de celle ci, une configuration orographique toute différente, tout en créant. En comparant la composition des flancs de la gorge à l' aval de Lavorgo, on peut sans difficulté se rendre compte de la nature des roches qui les composent de part et d' autre. Tandis que dans les sections en amont de Lavorgo et à l' aval de Giornico nous voyons les flancs rocheux s' élever brusquement de chaque coté de la plaine d' alluvion, parfois en escarpement, parfois bordés de talus d' éboulis récents ou de cônes de déjection torrentiels qui vont se souder au remplissage d' alluvion de la vallée, il y a dans la section de la Biaschina jusqu' au dessous de Giornico une situation tout à fait différente.

La rive gauche est entièrement rocheuse, tantôt bordée à son pied de terrain d' éboulis, tantôt, comme au dessous d' Anzonico, où se trouve le contrefort rocheux dans lequel est creusé le tunnel helicoide de Piano-Tondo, le Tessin lèche directement la paroi rocheuse. Mais sur la rive droite, contrairement à l' impression que donne au premier abord l' aspect sauvage de la gorge de la Biaschina, il faut aller bien loin avant de trouver le sol rocheux. Toute la colline qui appuie la petite plaine de Chironico (750 m) avec son point culminant à 810 m., est formée de blocs de gneiss entassés pèle mêle, les plus gros lités dans du matériel plus menu. Cet entassement de blocs est sans contredit attribuable à un grand éboulement, tombé à une epoque prehistorique de l'un des flancs superieurs de la vallée, selon toute probabitité, du flanc N-E, ainsi qu' il sera démontré plus loin.

Ce dépôt commence au village même de Lavorgo; sur l'autre rive du Tessin il supporte le hameau de Nivo qui fait partie de la commune de Chironico; puis il s'élève rapidement jusqu'au point culminant de 810 m. dans la colline de Chironico, à près de 250 mètres au dessus du Tessin dans la gorge de la Biaschina et probablement à 400 mètres au dessus du fond rocheux du sillon primitif de la vallée. C'est sur le flanc droit de la Bia-

schina que l' on peut le mieux se rendre compte de la nature et de la composition de cet amas de débris rocheux. Des glissements de terrain, causés par les érosions du Tessin, ont mis à nu l' intérieur de cette formation. On y voit exclusivement des blocs anguleux de gneiss entassés sans ordre et entourés de débris plus fins, souvent à l' état de sable ou de poussière. Lorsque la surface est couverte de végétation, comme c' est le cas du côté de Nivo et dans le haut de la colline, on ne dévine pas moins bien nettement la nature du terrain qui forme le fond de la nappe végétale, par les gros blocs qui surgissent à la surface dans des positions irrégulièment orientées; ils pourraient tout au plus faire penser à une moraine et la position de cet amoncellement détritique au sortir du vallon du Ticinetto, pourrait passer pour un argument en faveur de cette hypothèse. Cependant la structure intérieure de cet amas n' est pas celle d' une moraine. On n' y trouve guère de galets roulés, ni du sable lévigué par l' eau. L' état de division du matériel fin est dû à la trituration au cours de l' entrechoquement des pierres lors de la chute de l'éboulement. La forme superficielle du dépôt n'est d'ailleurs pas celle d'une moraine. A partir du lit du Ticinetto à l'aval de Chironico, où ce torrent s' est en partie entaillé dans le rocher une gorge étroite, pour traverser en suite l'amas détritique, ce dernier se continue sur encore plus de trois kilomètres jusque près de l'embouchure du torrent de la Barolgia dans le Tessin. Appuyé tout d'abord contre le flanc rocheux qui porte le hameau de Grumo et en s'élevant même au dessus de ce contrefort, soit à environ 800 m., il s' en éloigne peu à peu, tout en s' abaissant graduellement, pour ne plus former, à partir du village de Tirolo, qu'une colline allongée baignée du côté N-E par le Tessin et du côté S-W par la Barolgia. De l'altitude 546 m. à S^to^ Pellegrino, elle descend à 446 m. à Castello et se termine au confluent de la Barolgia et du Tessin à la cote 380 m. Cette situation est absolument contraire à la morphologie superficielle que devrait présenter une moraine. Ce ne pourrait être qu' une moraine terminale et dans ce cas on devrait trouver deux digues latérales appuyées contre les flancs de la vallée, avec une dépression mediane. D' après la grande accumulation des matériaux, juste en face de l' ouverture du Val Chironico, ce devrait être une moraine terminale du glacier du Ticinetto. La composition de l' amas detritique est cependant en opposition avec cette hypothèse. Il y

a presque exclusivement des blocs de gneiss grossier, identique à celui qui constitue tout la flanc N-E de la grande vallée, de même que le flanc S-W à partir du val Chironico vers le S-E; les micaschistes qui constituent tout le flanc gauche et le haut du Val Chironico y font défaut.

Ce n'est donc pas de cette vallée, ni du flanc S-W de celle du Tessin que peut provenir cette accumulation de débris rocheux, ce qui exclut l'idée d' une moraine déposée par un ancien glacier du Ticimetto. Il ne reste que l' alternative d'un éboulement descendu du flanc N-E de la vallée du Tessin, en face de l' ouverture du Val Chironico. Le flanc du Monte di Sobrio présente ici en effet une configuration absolumente typique. Une terrasse inclinée, sur laquelle s' étalent les villages de Calonico et d'Anzonico, avec une multitude de petits hameaux, est constituée de couches de gneiss plongeant de 30 à 35° contre la vallée. Le creusement de celle ci par érosion fluviale d' abord et l' action de l' érosion glaciaire en suite, ont eu pour effet de saper le pied des dalles gneissiques. Ceux ci se trouvant sans appui, pouvaient donc facilement glisser vers la vallée, sur une hauteur considérable et sur une largeur et une longueur qu' il est possible de déterminer approximativement.

La petite carte géologique jointe à cette note montre la situation de ce dépôt d'eboulement d'une part et la région d'arrachement de l'autre. Cette dernière a, à peu près, comme centre le village d'Anzonico et s'étendrait un peu au N-W de Calonico, pour s'arrêter du côté du S-E à Ségno, près de Cavagnago. Il est possible que le glissement se soit étendu encore sur cette dernère terrasse ; mais ce n'est pas certain ; comme aussi la terrasse de Cô au N-E de Calonico pourrait également avoir pour cause un glissement de terrain. Les contours de la région de départ de l'éboulement sont donc absolument approximatifs. On ne saurait dire non plus si l'éboulement est tombé d'une seule fois ou bien s'il y a eu plusieurs chutes successives. La forme du dépôt ferait penser plutôt qu'il n'y a eu qu'une seule chute. Il n'y a en effet dans le dépôt de l'éboulement qu'un seul point culminant correspondant à l'entrée du Val Chironico, laquelle fut de ce chef complêtement obstruée, tandis que le courant de débris se prolongea en descendant la vallée jusqu'au delà de Giornico.

Cependant la region d'arrachement entre Calonico et Cava-

gnago présent trois subdivisions que j' indique par des lignes pointillées; l'une entre Calonico et Anzonico, l'autre entre ce dernier endroit et Motta, et un troisième entre Motta et Segno. S'il y a eu trois éboulements successifs, ils correspondraient à ces trois divisions.

CHAPITE II.

Conséquences de la chûte de l' Eboulement.

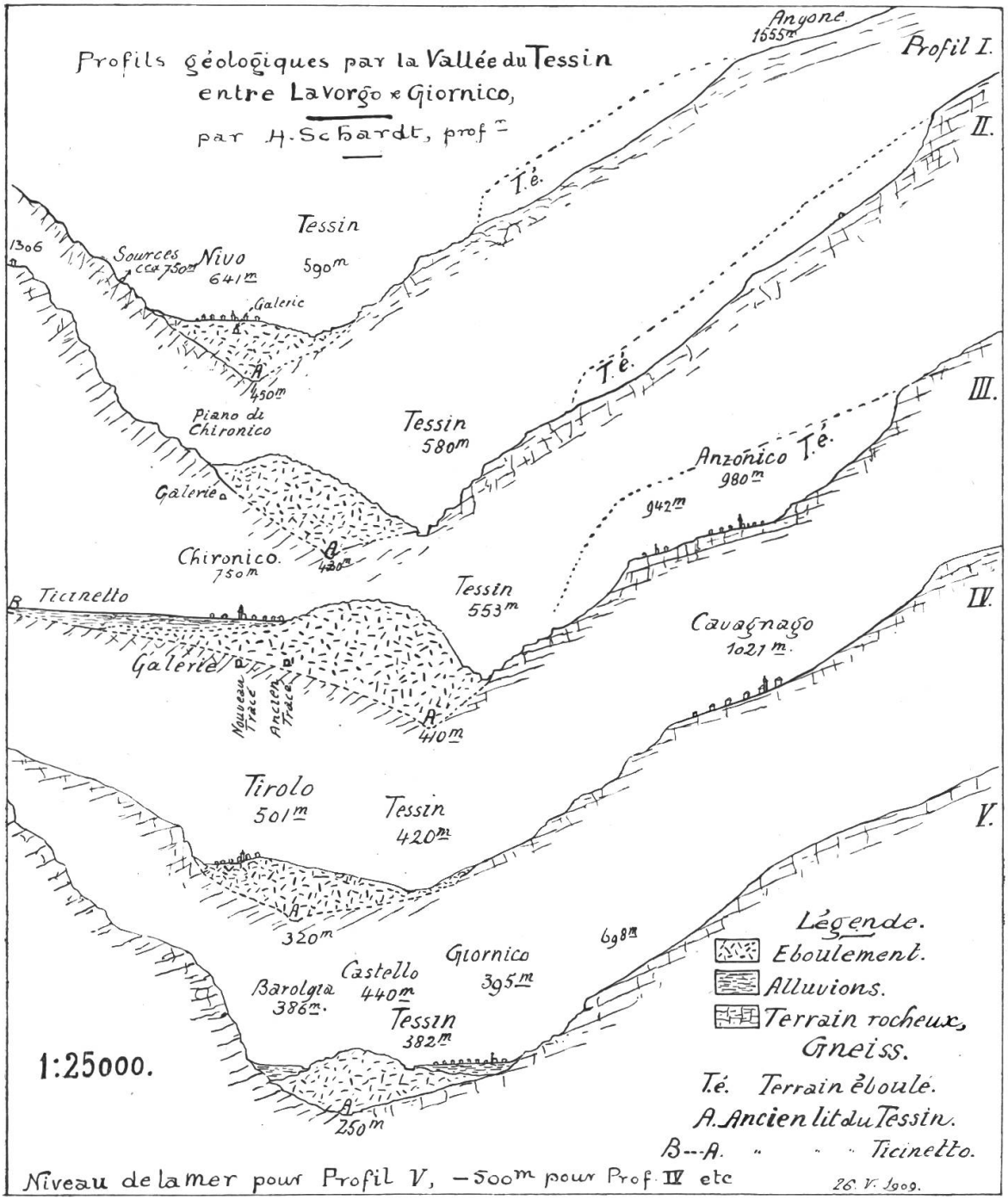
La conséquence de ce phénomène a dû être avant tout le barrage du Tessin de Lavorgo en amont. Il a dû se former là un lac étroit, lequel pouvait bien s'être prolongé jusqu'â Faido. Mais son existence n'a pu être que d'assez courte durée, en raison du fort charriage d'alluvion de la rivière. Une deuxième conséquence a été nécessairement l'ensevelissement complêt du cours inférieur du Ticinetto, ainsi que la formation d'un petit lac à l'entrée du Val Chironico et à la hauteur actuelle de la plaine sur laquelle se trouve le village de ce nom, soit à 750 m environ. Mais, comme le lac de Lavorgo, il fut rapidement colmaté par les alluvions du Ticinetto. L'écoulement de ce lac a pu se faire momentanément par la dépression de le Piano di Chironico. Le Ticinetto se jettait alors dans le Tessin près de Lavorgo. Mais, en suite du comblement du lac et l'accumulation des alluvions du coté du N de la petite plaine, ce torrent s'est choisi sa voie actuelle vers le S-E, en se creusant une profonde gorge dans le gneiss et une large ravine à travers le dépôt d'éboulement, pour atteindre le Tessin en amont de la station de Giornico. Ce nouveau lit du Ticinetto porte dans toutes ses parties le caractère d'une vallée de formation *récente*. C'est une entaille d'érosion qui n'a pas encore atteint sa stabilitè, tout comme les gorges, dites « epigénétiques » que certains cours d'eau ont oreusé dans le terrain rocheux, à côté de leur ancien lit comblé par de la moraine. La seule différence est qu' ici le lit primitif a été obstrué par un éboulement.

La preuve de l'état d' instabilité de la gorge récente du Ticinetto a été donnée encore tout récemment. Le 20 avril 1909, à 11 heures du soir une grande masse rocheuse s' est détachée de la paroi du côté gauche de cette gorge. Son volume a été évalué à 16 000 m³. Dans sa chute elle a détruit et recouvert un

barrage construit à travers le lit du torrent, en vue de capter ses eaux pour leur introduction dans un canal de force motrice. Le ravin inférieur au Ticinetto qui coupe le dépôt d'éboulement, est également loin d' être stabilisé. Ses flancs son ravinés. La photographie jointe à cette notice permet de reconnaître cet état. Au dessus du petit bâtiment de l' usine hydro-électrique du Ticinetto se voit la place blanche sur la paroi de la gorge d' où s'est détaché l' éboulement du 20 avril. La partie inférieure, au flancs incliné, montre les ravinements qui se continuent au fur et à mesure que le torrent approfondit son lit.

Cette même vue donne un coup d'oeil sur la nouvelle vallée du Tessin dans la Biaschina. Il est évident que le Tessin, entièrement barré jusqu' à la hauteur de Lavorgo, a dû se creuser un nouveau lit dans le dépôt d'éboulement, au N-E et au dessus de son sillon primitif. Il s' est entaillé dans la masse éboulée le long de l'escarpement rocheux de la rive gauche. C' est encore une preuve que l'éboulement est tombé de ce côté, puisque la plus haute accumulation de blocs se trouve sur la rive droite. Cette nouvelle vallée du Tessin qui est précisément dans sa partie supérieure la gorge de la Biaschina, est loin d'avoir atteint actuellement la profondeur du sillon d' érosion primitif. La rivière travaille encore actuellement à son approfondissement, comme nous venons de le voir pour le ravin dérivé du Ticinetto. La berge de la rive droite qui est formée sur toute sa hauteur par les matériaux de l'éboulement, est par places en plein glissement, à quoi contribuaient encore un certain nombre de sources sortant de ce coteau à différentes hauteur à proximité de l'embouchure du Ticinetto. Ailleurs des eaux temporaires pouvaient bien contribuer à accentuer ces mouvements et ravinements. L' instabilité est telle que la route du St Gothard qui empruntait autrefois sur une certaine longueur la rive droite, dut être déplacée et établie entièrement sur la rive gauche, où passe également le chemin de fer. Cette section de la route allait du pont en maçonnerie, d' où part aussi la route de Chironico, jusqu' à un autre pont, aujourd' hui disparu, qui franchissait le Tessin environ 850 m. plus à l' aval, en face de Piano Tondo. Ce pont lui même était fondé sur de grands blocs de l' éboulement et sa chute fut produite par l' affouillement de ces derniers. On voit encore des restes de la culée de la rive droite sur un bloc à demi culbuté.

A part l' obstruction du lit du Ticinetto et la dérivation de


Profils géologiques par la Vallée du Tessin
entre Lavorgo & Giornico,
par H. Schardt, prof.
Profil I.
II.
III.
IV.
V.
Angone
1555m
T.é.
Tessin
590m
1306
Sources
Nivo
641m
Galerie
450m
Piano di Chironico
Tessin
580m
Anzonico
980m
942m
Galerie
Chironico
750m
430m
Ticinetto
Tessin
553m
Cavagnago
1021m
Galerie
Nouveau Tracé
Ancien Tracé
410m
Tirolo
501m
Tessin
420m
320m
698m
Giornico
395m
Castello
440m
Barolgia
386m
Tessin
382m
250m
1:25000.
Légende.
Eboulement.
Alluvions.
Terrain rocheux, Gneiss.
T.é. Terrain éboulé.
A. Ancien lit du Tessin.
B---A. " " " Ticinetto.
Niveau de la mer pour Profil V, —500m pour Prof. IV etc
26. V. 1909.

la partie inférieure de ce torrent dans un nouveau lit, situé plus au S, d' autres affluents du Tessin ont encore subi des déplacements, en particulier la Barolgia. Ce torrent devait primitivement se joindre au Tessin un peu en amont de l' emplacement du hameau de Tirolo; aujourd' hui il doit suivre sur deux et demi kilomètres le bord S-W de la vallée, parallelement au Tessin et séparé de lui par la colline de Castello qui est l' extrémité inférieure terminale du dépôt d'éboulement. Sur ce parcours la Barolgia recueille les eaux des torrents descendant du Val Osadigo et du Val Folda, autrefois affluents directs du Tessin. La carte géologique montre le parcours que devaient suivre les divers cours d' eau mentionnés, avant la chute de cet éboulement. Les tracés en traits interrompus bleus indiquent approximativement la situation de leurs anciennes coulières au dessous du dépôt de l' éboulement. Les cinq profils, construits au 1 : 10 000 et réduits, à une échelle double de celle de la carte, permettent de saisir la situation de l' amas détritique au point de vue de son importance verticale. Les cotes de l'ancien sillon du Tessin sont constructives, donc approximatives.

CHAPITE III.

Dimensions & Epoque de la chute.

D' après les dimension horizontales que donne la carte géologique, la surface occupée par l'éboulement de Chironico mesure près de 6 kilomètres de longueur, avec une largeur moyenne d' un peu plus d' un demi kilomètre. L' épaisseur moyenne du dépôt n' étant d' après l' approximation que donnent les profils en travers, guère inférieure à 150 à 170 mètres, nous pouvons évaluer le volume total du dépôt de l' éboulement à cinq cents millions de m^3, sans compter ce que le Tessin et les autres torrents ont déja déblayé.

En faisant une approximation analogue, quoique bien plus incertaine, pour la région d' arrachement, dont la longueur est évaluée à cinq kilomètres et la largeur à environ un kilomètre, nous trouvons avee une épaisseur moyenne de seulement 150 mètres pour la masse de terrain éboulée, un cube de 600 000 000 de m^3, ce qui pourrait bien répondre à la réalité. Mais il faut

reconnaître qu'il ne s'agit que d'une évaluation et non d'une détermination pouvant prétendre à une précision mathématique.

Il nous reste à examiner encore la question de l'époque de la chute de ce grand éboulement. D'après ce qu'il est possible de constater sur place, il doit être postglaciaire et fait donc partie de ce très grand nombre d'éboulements préhistoriques qui ont coincidé avec le retrait des glaciers diluviens. L'action du mouvement des masses de glace qui descendaient dans les vallées, était surtout d'élargir celles ci, il en a résulté un sapage considérable du socle rocheux de leurs flancs. Tant que les glaciers ètaient présents la pression de la glace maintenait assez bien l'équilibre du rocher coupè à son pied. Mais après le retrait des glaciers, il s'est produit. dans un grand nombre d'endroits, des glissements et des éboulements de terrains qui ne se sont plus repétés depuis lors. Par contre de nombreux éboulements préhistoriques sont antérieurs à l'époque glaciaire ou bien interglaciaires, ce qui est peut être le cas le plus fréquent, puisque le moment du retrait des glaciers au début des trois époques interglaciaires devait être favorable à la chute de tels éboulements. Y compris le retrait définitif des glaciers, ces conditions se sont repetées 4 fois, puisqu'on distingue quatre glaciations ou grandes oscillations des glaciers pendant la période glaciaire. On comprend donc que les époques interglaciaires ont dû coincider avec des chutes d'éboulements et comme ces accidents devaient avoir la tendance à se produire de préférence aux mêmes endroits, plusieurs de ces anciens éboulements sont probablement dûs à des chutes successives. Je mentionnerai plus loin quelques uns de ces éboulements préhistoriques et quelques autres plus recents, en comparaison avec celui qui nous occupe.

Dans la partie actuellement visible l'éboulement préhistorique de Chironico parait être entièrement postglaciaire, donc datant de l'époque du retrait definitif des glaciers. Il semble en outre être tombé en une seule fois, à moins que les dépôts des chutes antérieures soient entièrement cachés sous la couverture du dernier éboulement postglaciaire. Dans ce cas deux des trois divisions que présente la region d'arrachement correspondraient à des eboulements antérieurs et interglaciaires.

CHAPITE IV.

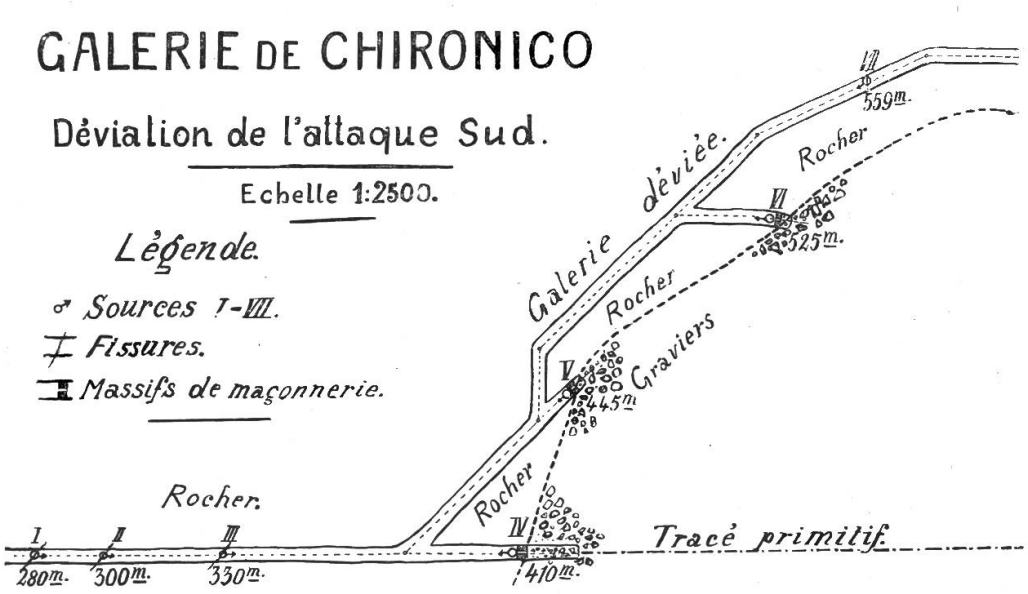
Les revêlations de la galerie de dérivation du Tessin.

Les déductions quant à l' obstruction de la vallée du Tessin et l' ensevelissement de la partie inférieure de l' ancien lit du Ticìnetto par ce grand éboulement préhistorique pouraient paraitre bien hypothétiques, si nous devions nous en tenir qu' à la configuration superficielle de cette région. C' est peut être pour cette raison que l' auteur de la carte géologique de cette région, le Dr. F. Rolle (feuille XIX de la carte 1 : 100 000) a figuré le seuil et la colline de Chironico, le flanc droit de la gorge de la Biaschina et la colline au dessus de la station de Giornico, jusqu' à S^to^ Pellegrino, comme étant formés de terrain gneissique en place. La colline entre Tirolo et Castello seule est indiquée comme composée de terrain d' éboulement, mais le texte relatif à cette carte n'en fait aucune mention. Pourtant l' absence de tout affleurement de terrain rocheux dans tous ces endroits est manifeste et incontestable. Pour celui qui a quelque habitude d'analyser la morphologie superficielle du sol, en se guidant d' après la nature du terrain visible à la surface, la signification et l' origine du seuil de Chironico ne peut guère laisser de doutes. A ce titre la vue photographique prise du contrefort entre le Ticinetto et la Barolgia est frappante d' évidence. La preuve definitive de cette situation a été fournie par le percement d' une galerie sur la rive droite du Tessin, partant du niveau de la vallée à Lavorgo.

Ces travaux, faits pour le compte de la Société « Motor », ont été exécutés pendant les années 1907 à 1910: Ils consistent en une conduite en grande partie souterraine, amenant l'eau du Tessin, prise à la hauteur de Lavorgo à 603 m., à flanc de coteau ou en galerie, jusqu'au dessus de Bodio, distant de 9 kilomètres, en vue de la création d' une puissante usine hydro-életrique, disposant de 270 m. de chute et pouvant produire 30-50000 HP. Une petite usine auxiliaire, située à 601 m. et actionnée par l'eau du Ticinetto captée à la hauteur de Chironico 750 m. a été construite en vue de fournir de la force motrice aux travaux de

la grande galerie. (Cette usine et la conduite d'amenée se voient très bien sur la photographie annexe à cette notice.

La section supérieure de la galerie de dérivation du Tessin devait passer entre l'attaque de Lavorgo et celle du ravin du Ticinetto au dessous de la colline de Chironico que nous avons qualifié d'amas d'éboulement. Par la situation des affleurements du terrain rocheux gneissique en place sur les bords du Ticinetto au dessous de Grumo, ainsi qu'au N. de Chironico, les ingénieurs qui ont établi le tracé, ont eu, avec raison, l'intuition que ce terrain n'était pas continu au dessous de la colline de Chironico et qu'il fallait adopter un tracé coudé avec un sommet d'angle rentrant placé sous la paroi gneissique à environs 500 m. au



N. de Chironico. Il est peu probable qu'on ait consulté la carte géologique mentionnée plus haut, sinon cette précaution aurait pu paraître superflue; mais en réalité, elle a été même insuffisante, comme on verra.

L'attaque du coté de Lavorgo, partant tout d'abord en tranchée dans les alluvions, a pénétré en galerie dans les éboulis, en cheminant en ligne droite presque exactement N-S; elle n'a rencontré le rocher qu'au bout de 500 mètres, vers le milieu de septembre 1908, à 600 m. de distance du sommet d'angle, vers lequel était dirigé également l'attaque S. Cette dernière est entrée immédiatement dans le rocher, formant le côté gauche de la gorge du Ticinetto. Mais au bout de 410 métres le rocher a fait subi-

tement place à des graviers, en même temps qu'une masse considérable d'eau a fait irruption dans la galerie. (Voir la figure ci-contre). Cette figure est destinée à completer la carte géologique, sur laquelle, grace è la trop petite echelle, il n'a pas été possible de dessiner avec suffisamment de précision ces détails intéressants. Le contact, coupé presque à pic, était dirigé transversalement à la galerie avec une legère obliquitè vers le N. Vu la difficultè des travaux de perforation dans un tel terrain, on décida de dévier la galerie de 45° à 20 m. en arrière du contact. Mais après 50 mètres d'avancement dans cette nouvelle direction, on a de dèrechef percé dans le gravier, avec nouvelle forte venue d'eau. Ce nouveau contact qui se trouve par rapport à l'ancienne direction à 43 m. de celle ci, était un peu plus oblique à l'axe de la galerie. A 11 mètres en arrière de ce contact, on a encore une fois dévié la galerie de 45°, en avançant cette fois à angle droit avec la direction primitive. Mais après 19 mètres on a repris la direction du tronçon dévié précédent, pour reprendre une direction parallele à l'axe primitif de la galerie, à une cinquantaine de mètres plus lois. Mais trente mètres de cheminement dans cette direction ont fait rentrer la galerie dans le terrain d'alluvion, également avec venues d'eau. Cette fois le contact était bien plus oblique que précédemment, ce qui pouvait faire penser qu'on se trouvait proche du fond de la cuvette contenant ce remplissage de gravier aquifère, que conséquemment il était possible de passer avec la galerie au dessous, à la condition de lui faire décrire un arc de cercle assez ouvert. On a repris donc la galerie ayant un angle de 45° avec le tracé primitif, à 30 m. en arrière du dernier contact, en lui faisant faire tous les 60 mètres une légère déviation de 20 à 25° vers la droite (N), jusqu'à se trouver enfin dans la direction du sommet d'angle du tracé primitif. C'est ainsi qu'il a été possible de passer au dessous de la cuvette remplie de terrain d'alluvion et d'éboulis, en décrivant un arc de cercle. La galerie, au lieu de passer à une centaine de mètres à l'E du village de Chironico, se trouve ainsi au dessous des premières maisons de celui ci, à une profondeur de 150 mètres environ au dessous de la surface, séparée sans doute que par une faible épaisseur de terrain rocheux du remplissage détritique occupant l'ancien sillon du Ticinetto.

Ces évènements s'expliquent presque d'eux mêmes. Le pas-

sage brusque du terrain rocheux à des alluvions et terrains détritiques montre que le rocher, dans lequel est cressé la gorge récente du Ticinetto, ne se continue pas au dessous de la colline de Chironico, mais qu'il se termine par une paroi contre laquelle vient s' appuyer l' amas détritique; *cette paroi est la berge droite de l'ancien lit du Ticinetto;* les venues d' eau sont dûes à des reliquats d'eau du Ticinetto primitif que l'alluvionnement n'à pas entièrement rejetés à la surface; elles sont dues à des eaux d'infiltration provenantes de sources jaillissant du terrain rocheux *au dessous de la surface du remplissage d'éboulis et d'alluvions;* il pouvait paraître possible aussi qu'il y ait une part d'eau d'infiltration provenant du Torrent superficiel. Un récent essai de coloration du Ticinetto a montré cependant que les eaux souterraines sont totalement indipendantes de ce Torrent.

Il est important de constater la présence de graviers au dessous de l'amas de débris dûs à l'éboulement; ce fait prouve bien qu'avant la chute de ce dernier, il y avait là un cours d'eau, soit le *Ticinetto primitif* (voir la carte géologique). L' une des percées de la galerie à même mis à découvert un tronc d'arbre flotté, comme il s'en trouve souvent dans les graviers des torrents.

C'est ainsi que des travaux techniques ont une fois de plus amené la demontration définitive d'un problème scientifique.

Je ne fais que mentionner, sans entrer dans des détails, que les eaux souterraines rencontrées par cette galerie ont eu pour conséquence de faire tarir diverses sources jaillissant auparavant à la surface. Les unes dépendaient du cours d'eau souterrain cheminants dans le lit du Ticinetto primitif, d' autres sortaient de fissures dans le rocher.

A l'aval du ravin du Ticinetto, la suite de la galerie a démontré de même l' existence d'un ravin comblé d'éboulis au S-E de Grumo, où autrefois peut être a existé un ancien cours du Ticinetto. Le tracé primitivement admis n'a pas pu être maintenu et il a fallu de même dévier le tunnel pour ne pas sortir du terrain rocheux solide.

CHAP. V.

Comparaison avec d'autres éboulements.

L'éboulement préhistorique de Chironico, malgré ses dimensions énormes, n'est cependant pas le plus volumineux qui soit connu. Si nous tenons compte de la probabilité qu'il s'agit là d'une chute de rocher qui a eu lieu en une seule fois, cet évènement se place certainement parmi les plus grandioses dont nos Alpes ont été le théâtre, car la plupart des grands éboulements préhistoriques ont eu lieu en plusieurs fois et leur formidable accumulation de matériaux représente le résultat de l'action destructrice continuée pendant un temps extrêmement long et qui s'est manifestée par des paroxysmes répétés à diverses époques.

Voici à titre de comparaison quelques chiffres concernant les éboulement les plus connus, tant historiques que préhistoriques:

Date		volume en m³.		Surface recouverte m²		Longueur en m.	Hauteur de chute.
Flims (Grisons)	Préhist.	6	milliards	52	millions	15000	1200 m.
Sierre (Valais)	»	3	»	30-35	»	14000	1500 m.
Kerns (Obwald)	»	600	millions	8	»	4000	1000 m.
Chironico	»	600	»	3	»	6000	800 m.
Diablerets, 24-IX-1714		200	»	2	»	4000	1700 m.
Goldau, 2-IX-1806		15	»	5	»	3000	1000 m.
Elm, 11-IX-1887		10	»	600000	»	1500	300 m.

Cette liste pourrait être allongée considérablement, car certaines régions de nos Alpes fourmillent littéralement en éboulements préhistoriques, en particulier les Alpes de Glaris et d'Unterwald, ainsi que les Grisons. Sur un certain nombre de ceux du canton de Glaris nous possédons déjà des études spéciales,

d'autres attendent encore d'être explorés en vue d' une description détailée. On constate que dans la plupart des cas leur présence se trahit par l'existence d' un gradin interrompant le profil en tong des vallées alpines. Il s'en suit que bien des seuils de ce genre qui ont passé jusqu'ici pour des barres rocheuses, seront reconnus par une exploration minutieuse comme formés par des amas de décombres, dûs à des éboulements, sinon à des moraines. Celà est surtout le cas lorsqu'il se trouve en amont une plaine d'alluvion ou même un lac. Des emplacements de ce genre étant particulièrement favorables à l'installation de forces hydrauliques, les travaux souterrains pourront alors, fournir parfois la preuve palpable des suppositions de la géologie, ainsi que cela s'est présenté à Chironico.

D'après la liste qui précède, on constate qu'il y a une certaine relation entre la surface de l' aire de dispersion et la hauteur de la chute; toutefois la configuration du terrain sur lequel vient se précipiter la masse d'éboulement a aussi une grande influence, autant sur l'étendue qui en sera recouverte que sur la longueur du courant de débris. Une vallée étroite offrira, malgré la hauteur de la chute, une surface recouverte relativement faible, mais la coulée aura par contre une grande longueur et l'épaisseur de l'amas sera considérable; dans ce cas se trouve l'éboulement de Chironico. Une vaste surface plane ou peu accidentée permettra par contre une dispersion considérable, d'où avec un volume relativement faible, une large surface recouverte et une longueur reduite (Kerns et surtout Goldau).

Comme importance, l' éboulement de Chironico se place, comme on voit, en quatrième rang dans la série des grands éboulements connus en Suisse. Il dépasse en volume 3 fois le plus important éboulement historique, celui des Diablerets de 1714, mais il ne représente que la douzième partie du grand amas d'éboulement de Flims et la cinquième partie de celui de Sierre. Il est presque égal à celui de Kerns tombé du Stanserhorn. Toutefois il est sans contredit un des plus remarquables, puisque les uns et les autres de ceux ci sont probablement le résultat d'une succession de chutes de rochers, tandis qu'à Chironico il ne semble avoir eu qu' une chute unique. Des études plus détaillées, surtout au point de vue de la composition lithologique de l'amas d' éboulement pourront confirmer ou infirmer cette supposition. Il y a certainement encore bien des observations

importantes à faire ; les pages qui précèdent ne prétendent nullement épuiser le sujet; je pense au contraire que ce petit travail ne fait en somme que jeter les bases à des recherches plus complètes, ce qui pourra se faire avec fruit, lorque une carte topograpique à plus grand échelle et plus précise permettra de figurer avec plus de détails la configuration superficielle de ce grand dépôt d'éboulement,

Bien que située au bord de la route et du chemin de fer du St. Gothard et provoquant sur le profil de la vallée une irrégularité frappante, ce dépôt n'a guère été mentionné jusqu' ici dans la littérature. A ce titre ce petit travail a bien sa raison d' être.