Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 31 (1905)

Heft: 12

Artikel: Les résultats scientifiques du percement du tunnel du Simplon: géologie-hydrologie-thermique

Autor: Schardt, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24862

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: 05.08.2025

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

qui passe à travers un tuyau en argile muré dans la bâtisse.

Pour la disposition des appareils fonctionnant à 40 000 volts, on a pris les barres collectrices comme point de départ. La formation d'un arc entre barres de polarité différente est rendue impossible par l'intercalation entr'elles d'une paroi de matériaux incombustibles. Ceci a été réalisé en plaçant les trois barres sur des isolateurs, dans trois canaux parallèles en maçonnerie, de telle façon que chaque barre est séparée de sa voisine par un mur de 120 mm. d'épaisseur (fig. 1 et 17).

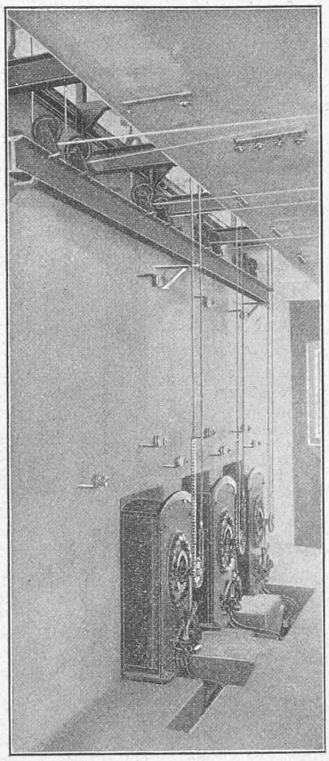


Fig. 7. — Vue du sous-sol avec les rhéostats de réglage.

Pour l'isolation entre les barres et la terre, on a créé un nouveau type d'isolateur (fig. 8) ; il est composé de trois pièces différentes, qui sont cuites séparément, puis émaillées ensemble.

Les isolateurs sont munis de quatre profondes rainures. Chaque isolateur a été soumis avant sa livraison à une tension de 100 000 volts.

Au-dessous des barres collectrices se trouvent, au premier étage, les interrupteurs à haute tension. Pour ne pas obtenir de trop lourdes pièces, on employa pour chaque conduite triphasée trois interrupteurs unipolaires à huile, fonctionnant les trois simultanément (fig. 9 et 10).

Pour obtenir une disposition analogue à celle des barres collectrices, chacun de ces interrupteurs unipolaires fut séparé de l'autre par une paroi en maçonnerie de 120 mm. d'épaisseur ; à cette paroi sont fixés les supports des interrupteurs. De cette façon, chaque appareil se trouve dans un réduit à l'épreuve du feu, de 600 mm. de largeur. A la partie supérieure de chaque réduit se trouve une ouverture par laquelle se fait la jonction entre l'interrupteur et les barres collectrices. A cet endroit se trouvent aussi les pièces de connexion amovibles qui permettent de mettre tout le réduit correspondant hors tension lorsqu'on veut le nettoyer ou vérifier les appareils. Ces pièces de connexion amovibles se composent d'une barre de cuivre avec goupilles d'arrêt, mobile dans deux coulisses montées sur isolateurs à haute tension. Au moyen d'une canne en bois, qui porte à sa partie supérieure un isolateur à haute tension, on peut faire sortir les barres de cuivre des coulisses supérieures, et de cette manière fermer ou ouvrir les circuits. Pour plus de sécurité, le support au moyen duquel l'isolateur est fixé sur la canne en bois est mis à la terre par une petite chaînette en métal. On peut donc de cette façon, lorsque les interrupteurs sont ouverts, manœuvrer les pièces de connexion amovibles absolument sans aucun danger.

(A suivre).

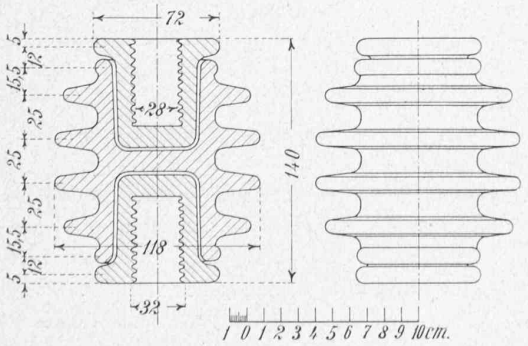


Fig. 8. — Isolateur employé à l'intérieur pour les connexions à 40 000 volts.

Les résultats scientifiques du percement du tunnel du Simplon.

GÉOLOGIE — HYDROLOGIE — THERMIQUE

Par M. H. SCHARDT, professeur.

(Suite)[1].

II. Les sources du tunnel du Simplon.

Traversant un massif d'une structure aussi compliquée et constitué par des terrains aussi variés, ce tunnel, long de près de 20 km., devait amener des faits hydrologiques aussi importants que souvent inattendus. Le but de cette notice est d'en donner un court aperçu, car une description détaillée prendrait l'extension d'un volumineux mémoire.

Le percement du tunnel du Simplon se fait, pour des motifs techniques, au moyen de deux galeries d'avancement distantes de 17 m. d'axe à axe, mais dont l'une était ordinairement de 100 à 150 m. en arrière de l'autre. C'est dans la première que se sont produit naturellement le plus de venues d'eau, recoupées souvent par la seconde, ce qui ne constitue pas en réalité de nouvelles sources. L'attaque Nord-Ouest, partant à 2400 m. au Nord-Est de Brigue, dans la vallée du Rhône, a rencontré, jusqu'au km. 10,379, 142 sources différentes. Celle du Sud-Est, ouverte à 800 m. à l'Est du hameau d'Iselle, dans la vallée de la Diveria, n'en a fait jaillir que 86 jusqu'au km. 9,107 ; mais c'est de ce côté que se sont produites les plus volumineuses entrées d'eau, ayant de plus une relation directe avec les cours d'eau de la surface.

Toutes les sources rencontrées ont été jaugées aussi bien que possible, souvent par simple estimation ; leur température a été mesurée immédiatement et pendant quelque temps encore ; leur eau a été examinée chimiquement d'une manière sommaire (par voie hydrotimétrique) ; celle de quelques sources a été soumise à une analyse complète.

[1] Voir N° du 10 juin 1905, page 140.

a) Mode de jaillissement des sources.

Le jaillissement des sources volumineuses a été presque toujours en relation avec des fissures, le plus souvent avec des failles. Les sources de délit, nées au contact de deux terrains de perméabilité différente, étaient cependant les plus nombreuses, quoique généralement de faible volume. Il en résulte que la circulation des eaux souterraines dans les grandes profondeurs est étroitement liée à l'état de fissuration des roches ; ce fait ressort déjà en suffisance des gîtes métallifères qui sont l'œuvre de sources thermales et qui suivent presque exclusivement les lithoclases (fissures et failles), en rayonnant de celles-ci dans les délits des terrains adjacents. Les sources les plus volumineuses sont issues presque sans exception de terrains solubles, des calcaires surtout. Plusieurs, et surtout les fortes venues d'eau, ont jailli avec une violence extrême par les joints du rocher ou par les trous de la perforation.

b) Température des sources et du rocher.

En étudiant la température des sources on constate que celles de faible volume n'ont généralement plus leur température réelle, même au moment de leur rencontre, en raison du refroidissement rapide des parois de la galerie par la puissante ventilation et par l'eau froide servant à actionner les perforatrices ; beaucoup de ces sources se sont même refroidies considérablement ensuite. Les sources d'un débit de 10 l. p. minute ou plus obéissent moins rapidement à cette influence et il a été constaté que leur température est soit égale, soit plus basse que celle du rocher.

Sauf un groupe à proximité de la zone aquifère de l'attaque d'Iselle, dans une région refroidie par les grandes sources froides, on n'a pas rencontré de sources thermales dans le sens propre du mot. Cela ne doit pas surprendre puisque le souterrain traverse dans sa partie centrale la région profonde de circulation des eaux, où les eaux d'infiltration se chauffent et conséquemment tendent à refroidir l'écorce terrestre. Les observations thermiques vérifient et corroborent cette déduction. En effet, la plus haute température souterraine ne s'est pas présentée au-dessous du plus haut point du profil, mais plus d'un kilomètre au Nord-Ouest, dans une région où il n'y avait que peu ou point d'infiltrations d'eau. Dans la région sous le point culminant de la montagne, les infiltrations d'eau étaient par contre nombreuses et la température n'a pas cessé de descendre graduellement, alors que, normalement, elle aurait dû s'élever encore. L'abondance des infiltrations d'eau a presque toujours produit un ralentissement de la hausse de la température le long de l'avancement, ou même une légère baisse. Les fortes venues d'eau rencontrées entre les km. 3,800 et 4,400 de l'attaque d'Iselle sont sous ce rapport absolument démonstratives, puisque, dans une région où la température souterraine aurait dû être de 35 à 36°, on n'a trouvé que 17° et plus tard 15° ; les sources les plus froides elles-mêmes n'ont que 10 à 14°. Nous donnerons plus loin quelques détails sur ce problème spécial.

c) Composition chimique.

La nature chimique des eaux correspond toujours à la composition des roches traversées ; le degré de minéralisation dépend dans une certaine mesure de la longueur du trajet accompli dans le milieu minéralisant, tout en obéissant avant tout au degré de solubilité des matières empruntées aux roches et à leur abondance dans celles-ci. Dans la zone des schistes lustrés calcaires, le degré hydrotimétrique est de 25-35° ; il tombe à 4-5° dans les schistes argileux. A l'approche des roches triasiques il augmente rapidement par l'accroissement de la quantité de sulfate de chaux, pour s'élever jusqu'à 150°, conformément à l'augmentation du poids des matières minérales trouvées par l'évaporation. Les eaux fortement gypseuses contiennent presque toujours moins de carbonate de chaux que les eaux calcaires ordinaires ; il y a en outre une certaine proportion de sulfate de soude. Les sels de magnésie ne sont que peu représentés. La région des schistes cristallins et du gneiss du Monte Leone a été fort peu aquifère dans la première partie, d'où résulte précisément la température souterraine extrêmement haute constatée pendant la traversée de ces terrains. Les eaux d'infiltration étaient presque privées de sels terreux (degré hydrotimétrique 0,5°) ; mais elle contenaient jusqu'à 0,5 gr. de carbonates et sulfates alcalins. A l'approche des terrains triasiques et jurassiques sousjacents au gneiss du Monte Leone, le degré hydrotimétrique des sources s'est accru subitement jusqu'à 170°, pour baisser de nouveau dès que l'on fut rentré dans le gneiss.

Dans la zone centrale des calcaires et des schistes calcaires cristallins, où a eu lieu la rencontre des deux galeries, toutes les sources sont fortement gypseuses (140-170° de dureté). Les roches traversées ne contiennent cependant pas de gisements de gypse, puisque ce sont, soit des calcaires micacés, soit des micaschistes plus ou moins calcarifères. Il faut attribuer cette forte minéralisation au long parcours souterrain, car la région entre le km. 9 du côté Nord et le km. 5 du côté Sud, soit de plus de 5 km. de longueur, se trouve verticalement entre 1500 et 2000 m. au-dessous de la surface ; le trajet dès la surface d'affleurement des terrains aquifères est de plus de 3 km. En se concentrant dans son mouvement de descente le long des délits et des lithoclases, et en s'échauffant en même temps, l'eau peut fort bien extraire les traces de sulfate de chaux contenues dans presque tous les calcaires et schistes calcaires. Mais il est plus probable que la décomposition de la pyrite, qui abonde dans ces roches, est la vraie cause de leur teneur en gypse. L'oxydation de la pyrite produit du sulfate ferreux et, par double décomposition avec le bicarbonate de chaux de l'eau, il se forme du bicarbonate ferreux et du sulfate de chaux ; tant que l'eau rencontre de la pyrite décomposée et du calcaire, cette réaction peut continuer indéfiniment jusqu'à saturation de l'eau. L'origine des sulfates alcalins peut s'expliquer de la même manière, par l'intervention de carbonates alcalins résultant de la décomposition des feldspaths. La forte teneur en bicarbonate ferreux de toutes ces sources gypseuses d'une part, et d'autre part leur pauvreté en car-

bonate de chaux, qui est bien au-dessous de la quantité normale d'une eau calcaire, prouvent la réalité de notre hypothèse, puisque le sulfate de chaux se forme au détriment du carbonate dissous.

d) Variations du volume.

Beaucoup de sources ont présenté au début un volume considérable et se sont réduites plus tard presque à l'état de simples suintements d'eau. D'autres, tout en se réduisant notablement, ont pris au bout d'un certain temps un débit constant. Presque toutes les sources de grand volume au début, jaillissant avec une forte pression, se sont notablement réduites dans le cours de quelques mois ; chez quelques-unes la température a baissé de même que la teneur en matières minérales. Ces modifications sont explicables par un seul et même phénomène. Les fissures par lesquelles l'eau pénètre dans le tunnel étaient au début pleines jusqu'à la hauteur généralement inconnue d'une source superficielle. L'eau était quasi stagnante dans la partie profonde, où elle se saturait de matière minérale et pouvait s'échauffer, sans que la source superficielle en relation avec cette accumulation d'eau fut pour cela ni thermale, ni minérale, puisque l'eau la plus minéralisée, malgré sa température plus élevée, tendait à rester dans le fond des fissures. Or, en entamant celle-ci à 1000-1500 m. au-dessous de la surface, la retenue d'eau devait se vidanger ; la pression devenant de plus en plus faible, le débit, d'abord très fort, devait se réduire graduellement. L'eau qui, pendant la stagnation, pouvait se saturer de matière minérale et s'échauffer à loisir, s'écoulant dès lors très rapidement à travers les voies souterraines, devait arriver dans le tunnel de moins en moins minéralisée et de plus en plus froide, jusqu'au moment où un nouveau régime stable pourrait s'établir entre les affluents superficiels et l'émissaire souterrain. Sous ce rapport, les grandes venues d'eau froide du côté de l'attaque d'Iselle ont fourni un vrai champ d'observation des plus féconds, si bien que nous voulons exposer ici, aussi succinctement que possible, les résultats acquis jusqu'ici sur l'origine et le régime de ces eaux souterraines, d'un volume tout à fait extraordinaire.

Les grandes venues d'eau du versant Sud du tunnel du Simplon.

Si les sources chaudes rencontrées dans le calcaire de la région centrale ont eu un volume assez notable, c'est leur haute température, voisine de 45° ou supérieure à ce chiffre, qui a surtout entravé les travaux. Les grandes venues d'eau du versant Sud, entre 3800 et 4420 m., ont fourni un débit si inattendu que leur étude détaillée paraissait présenter autant d'intérêt au point de vue technique que scientifique. Après avoir suivi de près le mode d'apparition de ces venues d'eau, le débit, la dureté et la température de chacune (il y en a plus de 35 dans chaque galerie) on a examiné mensuellement l'eau de 30 des plus typiques à ces mêmes points de vue. La comparaison des résultats a permis d'en faire tout d'abord une classification qui ne manque pas d'intérêt. Ce sont :

I. *Sources chaudes,* fortement gypseuses et ferrugineuses. Température plus élevée que celle du rocher. Depuis leur rencontre la température s'est élevée ; le degré hydrotimétrique de même ; le volume a diminué.

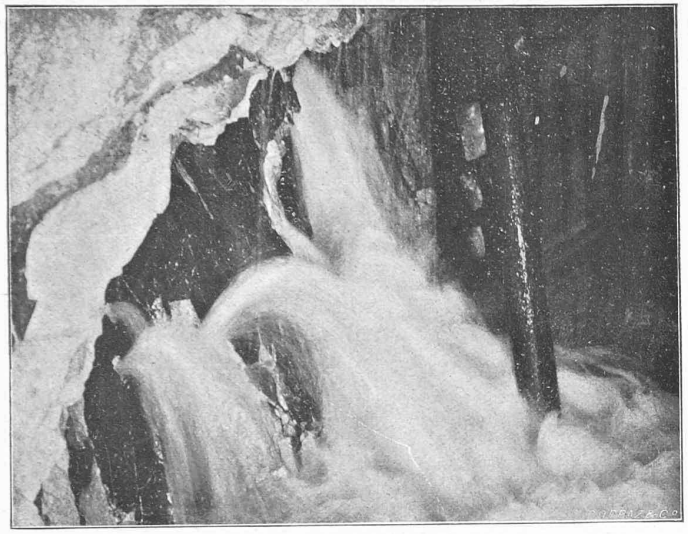
II. *Sources isothermes,* gypseuses ou non, toujours plus ou moins ferrugineuses. Température voisine de celle du rocher. Débit peu considérable, qui a beaucoup diminué depuis leur rencontre. Toutes avaient au début une forte teneur en gypse, qui s'est réduite pour les unes, mais pas pour d'autres.

III. *Sources froides,* gypseuses, peu ferrugineuses, très volumineuses. Débit environ 15-20 fois celui de toutes les sources des groupes I et II. Il y en a deux catégories :

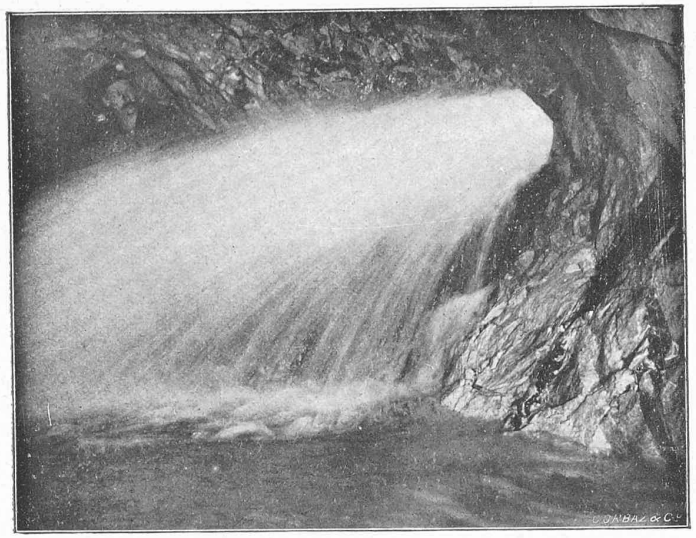
a) Sources à température plus basse que celle du rocher, variant peu de température et de volume, mais bien de dureté ;

b) Sources à température initiale égale à celle du rocher. Elles varient fortement de volume au cours de l'année, en se refroidissant au moment de la crue estivale et en diminuant de dureté. Par leur mélange au moment de la pénétration dans le tunnel, il se forme un troisième groupe, ayant des propriétés intermédiaires entre celles des groupes A et B.

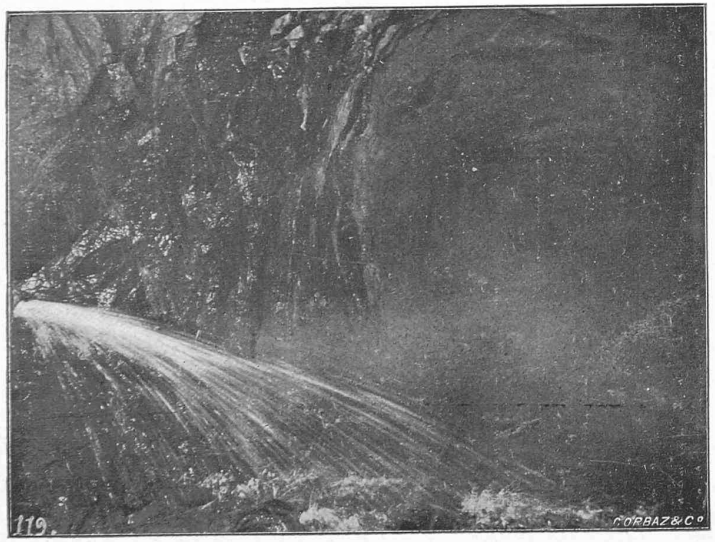
Après une traversée de 3800 m. à travers du gneiss dit d'Antigorio, presque privé d'infiltrations, les galeries de l'attaque d'Iselle ont rencontré les premières sources (6 et 7) au km. 3,830, près d'une intercalation de micaschiste noir. Au km. 3,891 s'est montrée une grande source (n° 11, temp. 28° et dureté 40°). Depuis lors le trajet dans le gneiss d'Antigorio massif a été accompagné, dans les deux galeries, de nombreuses venues d'eau, en général de volume faible ou moyen, jusqu'à la rencontre du calcaire entre les kilomètres 4,325 et 4,330. Les régions entre les kilomètres 4,100 et 4,220, puis du kilomètre 4,250 jusqu'au calcaire étaient peu aquifères, le gneiss y étant moins fissuré et plus compact. Des suintements d'eau par gouttes étaient par contre continuels, attestant la pression de l'eau contre le rocher. La première source rencontrée dans le calcaire venait du plafond au km. 4,340; elle fut de faible volume et tarit plus tard, après la rencontre d'une deuxième source jaillissant du seuil au km. 4,353 (source n° 34) avec un débit de 10 l. par sec. Une troisième source sortant au plafond d'une fissure oblique à plongement Sud-Sud-Est, avec direction Nord-Nord-Ouest, fut rencontrée au km. 4,390, avec un débit également de 10 l. p. sec. C'est au km. 4,400, enfin, que le 30 septembre 1901 se produisit, par un trou de la perforation mécanique de l'avancement, le formidable jet qui arrêta les travaux de la galerie I jusqu'au milieu de novembre, soit pendant six semaines environ. A ce moment la galerie II arriva dans cette même région, en ouvrant successivement de nouvelles voies d'eau qui eurent pour effet de diminuer la pression et de réduire la violence du jet. On ne put cependant reprendre les travaux d'avancement dans la galerie I qu'après avoir noyé l'orifice du jet en élevant un barrage dans la galerie et en abattant le plafond. Au mois de décembre, enfin, on atteignit dans les deux galeries au km. 4,421 une faille presque verticale,



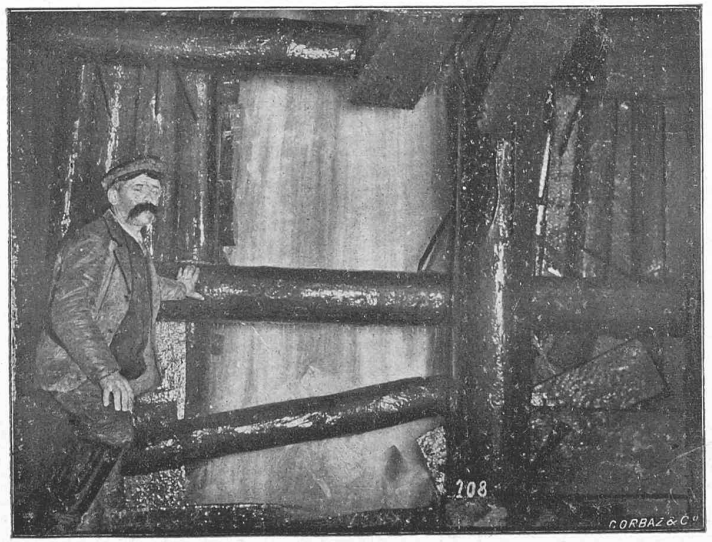
Phot. de M. Pressel.
Transversale XXI *B*. — Source n° 40 *b*, le 21 janvier 1902.



Phot. de M. Gilardi.
Transversale XXI *A*. – Source n° 32, janvier 1902.



Phot. de M. H. Schardt.
Galerie II. — Source chaude n° 18 *a*, le 3 avril 1903.



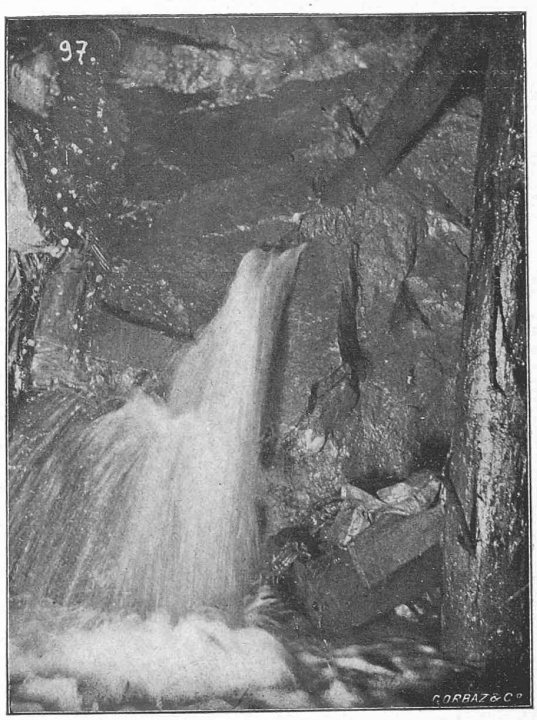
Phot. de M. H. Schardt.
Galerie II. — Source n° 41, le 3 avril 1903.

VENUES D'EAU DU TUNNEL DU SIMPLON, COTÉ D'ISELLE

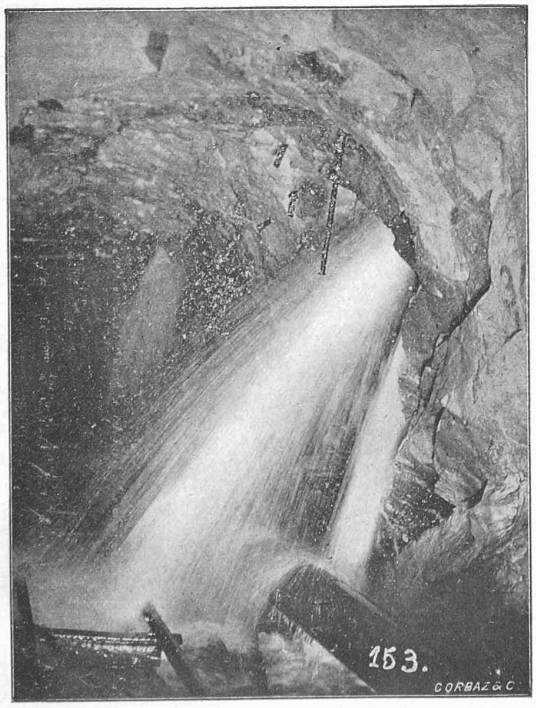
Seite / page

leer / vide / blank

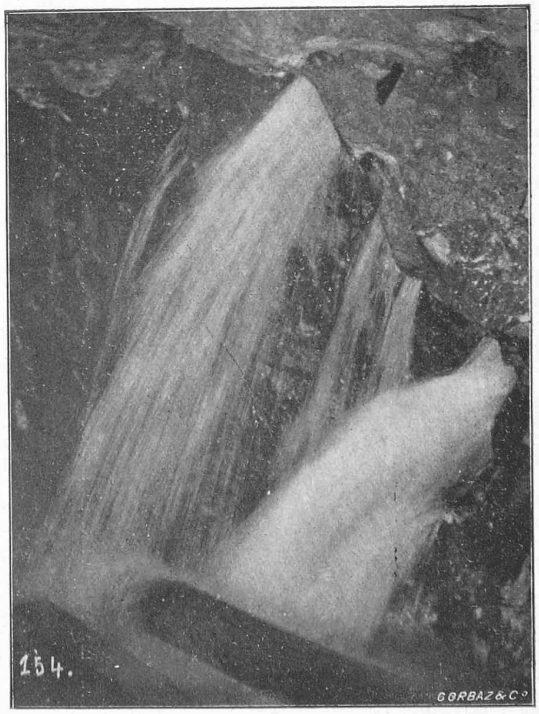
Phot. de M. H. Schardt.
Transversale XIX. — Source chaude n° 9, le 3 avril 1903.



Phot. de M. Schardt.
Galerie I. — Source n° 40, le 4 mars 1903.



Phot. de M. H. Schardt.
Galerie II. — Source n° 36, le 11 mai 1903.



Phot. de M. H. Schardt.
Galerie II. — Source n° 37, le 11 mai 1903.

VENUES D'EAU DU TUNNEL DU SIMPLON, COTÉ D'ISELLE

Seite / page

leer / vide / blank

à laquelle faisait suite un terrain compressible formé de schiste micacé broyé avec des débris de marbre. La présence de ce terrain eut pour effet une interruption générale des travaux de l'avancement pendant plusieurs mois. Le débit total de ces sources était alors de près de 1200 l. par seconde.

Ce massif calcaire, formé de marbre blanc et gris, fortement replié par places, est au niveau du tunnel sous-jacent au gneiss d'Antigorio, mais il entoure le pli que forme celui-ci et vient dans la hauteur se superposer au gneiss. Les études préliminaires faisaient supposer la courbure du calcaire plus au Nord et au-dessous du niveau du tunnel ; on ne s'attendait donc à rencontrer ce terrain qu'après le sixième kilomètre. Cette rencontre prématurée, qui paraissait d'heureux augure, en raison de la grande dureté du gneiss, a eu, comme on le voit, des conséquences assez fâcheuses par suite des fortes venues d'eau et du terrain compressible succédant à la faille du km. 4,421.

Entre temps on avait fait plusieurs galeries transversales qui amenèrent des découvertes du plus grand intérêt. L'une de ces galeries, près du km. 3,860 (Transv. XIX), a traversé la faille de la source 11 au contact du schiste micacé noir. Deux sources ont jailli de cette fissure, l'une de 50 l. p. sec., plus froide que la source 11 (source 8, temp. 25°,7, dureté 17°), et une volumineuse source plus chaude, de 70 l. p. sec. (source 9, temp. 32°, dureté 56°)[1]. En même temps la source 11 se réduisit à vue d'œil. Ce phénomène présente un très grand intérêt hydrologique. Les trois sources jaillissent de la même fissure. La source 11, rencontrée la première, venait du plafond en cascade formidable. La source 8 tombe exclusivement du plafond, tandis que la source 9 jaillit de bas en haut entre le schiste micacé et le gneiss, au contact de la faille. Avant la percée de la galerie transversale XIX, la totalité de l'eau des deux sources 8 et 9 sortait mélangée par la source 11. La galerie transversale en a opéré la séparation, car plus tard la source 11 a presque tari, ainsi que le montrent les chiffres suivants, ne donnant que les extrêmes de la longue série d'observations :

		Température.	Débit approximatif.		Dureté.	Date de l'observation.	
Source	8	25°,7	3000 l.	p. min.	17°	23 juillet	1901.
»	8	22°,4	200	»	10°	10 août	1904.
»	9	30°,3	4000	»	56°	23 juillet	1901.
»	9	32°,2	900	»	86°	10 août	1904.
»	11	28°	10000	»	40°	11 juin	1901.
»	11	26°,5	6000	»	45°	30 nov^bre	1901.
»	11	25°	500	»	62°	3 janvier	1902.
»	11 *a*	22°	30	»	11°	10 août	1904.
»	11 *b*	26°,6	60	»	47°	10 août	1904.

Depuis janvier 1902 l'élargissement de la galerie I a produit sur ce qui restait de la source 11 une séparation analogue à celle provoquée déjà par la transversale XIX, en créant les sources 11 *a* et 11 *b*.

On voit que la source 11 était formée primitivement par la totalité de l'eau de tout ce groupe de sources, à la formation duquel prennent part deux sortes d'eaux très différentes. Les unes viennent d'en haut et sont plus froides et peu dures, quoique leur teneur en sels terreux soit essentiellement due au sulfate de chaux. Les autres poussent de bas en haut et sont plus chaudes ; elles ont en même temps un degré de dureté très élevé. *La même faille était donc parcourue par ces deux eaux qui pouvaient librement communiquer ensemble.* Cette constatation, jointe à d'autres que nous avons eu l'occasion de faire, porte un coup décisif à cette croyance, érigée presque en dogme, que des eaux de composition et température différentes ne peuvent être en communication et doivent avoir des parcours souterrains distincts. D'autres constatations, résultant de nos recherches au Simplon, démontreront encore mieux l'absolue inanité de la prétendue indépendance des eaux de composition et de température différentes.

Sur toute la longueur entre la source 11 et les grandes sources froides sortant du calcaire, il y a de nombreuses sources, souvent fort rapprochées, qui sont alternativement peu dures (10-12°), ou médiocrement gypseuses (30-50°). Il est certain qu'avant leur percée, alors que leur eau alimentait des sources superficielles, toutes les fissures du rocher devaient être pleines d'eau. Or on sait que les fissures ne sont pas des canaux indépendants. Elles s'entrecroisent et s'anastomosent de mille manières. Si néanmoins il peut exister dans un tel système des courants différents, cela ne doit pas étonner, bien moins que les courants montants et descendants, chauds et froids, ou plus ou moins salés dans un lac ou dans la mer, où le mélange de l'eau peut se faire sans entrave aucune.

(A suivre).

[1] Voir planches I et II.

Divers.

Tunnel du Simplon.

Etat des travaux au mois de mai 1905.

Ouvriers.		Côté Nord Brigue	Côté Sud Iselle	Total
Hors du tunnel.				
Total des journées	n.	5060	14622	20682
Moyenne journalière	»	202	472	674
Dans le tunnel.				
Total des journées	»	10803	35311	46114
Moyenne journalière	»	400	1254	1654
Effectif maximal travaillant simultanément	»	160	500	660
Ensemble des chantiers.				
Total des journées	»	16863	49933	66796
Moyenne journalière	»	602	1726	2328
Animaux de trait.				
Moyenne journalière	»	0	4	4

Renseignements divers.

Côté Nord. — Le 25 mai on a repris à la main les travaux d'avancement de la galerie parallèle ; le progrès a été de 2 m. On a travaillé dans le tunnel I à l'excavation complète et à la première couche de ballastage.

Accidents. — Le 12 mai, à 10 h. du soir, au moment de la sortie du poste du tunnel, les mineurs Zaccheroni, Antonio, de Meldola (Forli), Chiado, Fiorio-Domenico et Chiado, Fiorio-Giuseppe, de Corio (Turin), ont été atteints par un bloc de rocher