

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 31 (1905)
Heft: 11

Artikel: Les résultats scientifiques du percement du tunnel du Simplon: géologie-hydrologie-thermique
Autor: Schardt, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-24860>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

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

routier, plus de trente millions de francs. Pour conserver intact le capital que représentent nos routes et pour qu'il rapporte un intérêt en rendant au public les services que celui-ci est en droit d'attendre, il est nécessaire d'améliorer constamment les méthodes d'entretien. Les sacrifices que s'imposent dans ce but les administrations publiques sont d'ailleurs amplement compensés par les économies réalisées par le roulage, sans parler des autres avantages que des routes bien entretenues offrent pour le public en général.

M. Durand-Claye a calculé que, pour les routes nationales et départementales françaises, chaque centime de diminution dans les frais de passage d'un collier sur un kilomètre produit une économie annuelle de cinquante millions de francs; ce chiffre serait sans doute doublé si l'on tenait compte des chemins vicinaux. Nous ne possédons pas les éléments nécessaires pour faire un calcul semblable en ce qui concerne le canton de Vaud, mais nous pouvons citer comme résultats pratiques de la méthode des rechargements généraux cylindrés les deux faits suivants :

a) En 1903, nous avons *cylindré* entre autres un tronçon de quinze cents mètres de longueur; ce travail a coûté environ cinq mille francs. Or, un industriel qui utilise le tronçon en question pour le transport des matières premières et de ses produits, entre son usine et la gare, nous a déclaré avoir réalisé, à lui seul, ensuite de l'amélioration de la chaussée, une économie annuelle de quatre mille francs sur ses frais de traction.

b) En 1904, le cylindrage d'un tronçon de deux mille cinq cents mètres, reliant une localité industrielle à une station de chemin de fer, a eu pour résultat une diminution immédiate de 25 % dans le prix des voitures.

Conclusions. — Ces faits ont leur éloquence; ils démontrent qu'il ne faut pas hésiter à s'engager résolument dans la voie des méthodes modernes et perfectionnées d'entretien. Il n'est naturellement pas possible d'obtenir d'un seul coup une transformation radicale et complète, et l'introduction, même graduelle, des méthodes nouvelles ne se fera pas sans difficulté. On peut cependant espérer que grâce à l'appui bienveillant et éclairé des administrations publiques une impulsion vigoureuse sera donnée au service dans le sens de l'amélioration de notre réseau routier par l'application d'un système plus rationnel d'entretien.

Les résultats scientifiques du percement du tunnel du Simplon.

GÉOLOGIE — HYDROLOGIE — THERMIQUE

Par M. H. SCHARDT, professeur.

(Suite)¹.

Lorsque, en 1898, les travaux du tunnel du Simplon furent commencés, la commission² chargée de l'organisa-

¹ Voir N° du 25 mai 1905, page 125.

² Cette commission, nommée au commencement des travaux par la Direction de la Compagnie Jura-Simplon, est formée par MM. E. Renevier, président, A. Heim et H. Schardt, secrétaire et membre délégué aux études du tunnel.

tion des études géologiques constata bien que le nombre de faits nouveaux acquis depuis 8 ans était si considérable qu'un nouveau profil présenterait certainement des différences d'avec les anciens, notamment d'avec le profil dit « officiel »; mais la production d'un nouveau profil en ce moment n'aurait guère eu de l'influence sur le principe de l'entreprise même, bien que son intérêt scientifique eût été justifié amplement par les vues nouvelles consignées dans le « Livret-guide géologique suisse ». Elle décida donc de s'en tenir à sa mission stricte et d'attendre le percement complet pour présenter alors un profil définitif, attesté par les résultats acquis au cours des travaux souterrains, simultanément avec de nouvelles études à la surface.

Déjà au début de ces nouveaux relevés (1899), je sentis s'imposer à moi la pensée que les lames de gneiss (gneiss de Lebedun, du Monte Leone et du Binnenthal) alternant avec les zones de roches mésozoïques métamorphiques, devaient se trouver dans une situation analogue à celle du gneiss d'Antigorio, que conséquemment *elles représentaient autant de plis poussés du Sud vers le Nord, par dessus le gneiss d'Antigorio, qui correspondrait au pli le plus profond*. Comme ces plis dessinent dans leur développement une forme de voûte surbaissée, leurs racines, soit leurs points d'attache, seraient à chercher au Sud de la vallée de la Diveria, dans la zone du Rovale, et leur bord frontal se trouverait enfoncé dans les schistes lustrés, qui formeraient tout le soubassement de ces masses gneissiques, en pénétrant entre ces lames sous forme de faux anticlinaux. Dans ce cas, la partie centrale du Simplon devait se composer, non pas entièrement de gneiss du Monte Leone, mais, dans la moitié Sud du moins, essentiellement de roches triasiques (marbres, dolomite, anhydrite) et jurassiques (calcaires schisteux et micaschistes calcarifères). Ce qui n'était au début qu'une supposition devint une certitude lorsqu'en 1900 je constatai que le pli en forme d'anticlinal sur la façade Sud du Monte Leone n'était autre chose qu'un synclinal dont la charnière est tournée en haut, du côté Sud, et dont l'ouverture plonge vers le Nord, précisément un de ces faux anticlinaux que suppose le renversement des gneiss sous forme de lames, du Sud vers le Nord. Le percement du tunnel devait fournir la preuve, la démonstration indiscutable de cette hypothèse, et c'est avec une attention croissante que je suivais les travaux de perforation.

Entre temps, M. C. Schmidt¹ présenta à la Société d'entreprise du tunnel du Simplon Brandt, Brandau & Cie, et par celle-ci à la Compagnie Jura-Simplon, un nouveau profil avec un texte très étendu sur la géologie et l'hydrologie du Simplon. Dans ce profil (fig. 8), toute la masse du Simplon, à l'exception du gneiss d'Antigorio, formerait un vaste anticlinal surbaissé de gneiss, supportant plusieurs plis couchés, soit vers le Nord, soit vers le Sud, avec des synclinaux étroits de terrains mésozoïques (jurassique et

¹ C. Schmidt. *Bemerkungen zum Entwurf eines geologischen Profils durch den Simplon in der Richtung der Tunnelaxe*. Ende Nov. 1901, 2 Febr., 6 März 1902. Manuscrit dactylogr. et profil héliographique.

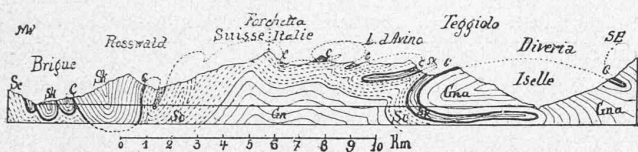


Fig. 8. — Profil géologique du massif du Simplon dans l'axe du tunnel, d'après C. Schmidt (1902).

LÉGENDE : *Sk*, Schistes lustrés jurassiques ; *C*, Calcaire dolomitique, anhydrite, etc., Trias ; *Sc*, Schistes micacés et gneiss supérieurs ; *Gn* et *Gn A*, Gneiss inférieurs et d'Antigorio.

triasique). Le terrain cristallin est divisé en deux zones ou niveaux. Un gneiss supérieur (groupe du Monte Leone), formé par le gneiss du Monte Leone et toute une suite de roches cristallophylliennes (micaschistes variés, schistes amphiboliques, etc.), et un gneiss inférieur, considéré comme un équivalent du gneiss d'Antigorio et que le tunnel aurait eu à traverser sur près de 7 kilomètres.

Presque en même temps, M. Lugeon¹ transmet à la Commission géologique un profil (fig. 9) extrait d'une publication sur les Alpes, profil qui interprète précisément l'hypothèse que j'avais conçue. L'un et l'autre de ces profils sont basés, pour ce qui concerne le tunnel, sur mes observations géologiques contenues dans les rapports trimestriels au Conseil fédéral. Cette intervention de MM. Schmidt et Lugeon nécessita la production publique de ma nouvelle manière de voir, ce que décida aussi la Commission géologique du Simplon en mai 1902². Le profil que j'ai construit (fig. 10), montre l'énorme différence d'avec celui de M. Schmidt et les différences non moins perceptibles d'avec celui de M. Lugeon, sauf le principe du renversement des gneiss. M. Lugeon nous dit qu'il est arrivé à cette conception par une voie détournée ; j'y suis arrivé plus vite par la voie directe. Cette coïncidence équivaut cependant presque à une preuve indubitable ! Cependant la démonstration positive ne devait résulter que des travaux de perforation du tunnel.

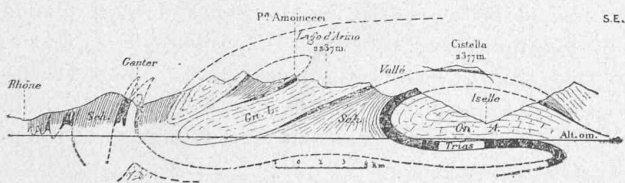


Fig. 9. — Profil du massif du Simplon, d'après M. Lugeon (1901).

LÉGENDE : *Sch*, Schistes lustrés ; *Gn L*, Gneiss du Monte Leone ; *Gn A*, Gneiss d'Antigorio.

Outre les différences tectoniques d'avec le profil de M. Schmidt, ce nouveau profil relève encore certaines distinctions dans la série stratigraphique. C'est ainsi que le gneiss du Monte Leone (gneiss du Binnenthal, gneiss de Lebedun) n'est pas envisagé comme une formation plus récente que le gneiss d'Antigorio, mais comme un équivalent

¹ M. Lugeon. Les grandes nappes de recouvrement. *Bull. Soc. géol. de France*, 1901. Nouv. Série, T. I, p. 815, fig. 13, et *Comptes-rendus de l'Acad. des Sc. Paris*, 24 mars 1902. *Bull. techn. de la Suisse rom.*, 21, XII, 1902.

² H. Schardt. *Note sur le profil géologique du massif du Simplon* (dans *Rapport supplémentaire sur les venues d'eau du côté d'Iselle*, 1903) et *Eclogae geol. helv.* T. VIII, p. 173-200, 1904. Le profil géologique a été répandu comme manuscrit en 1902 et 1903.

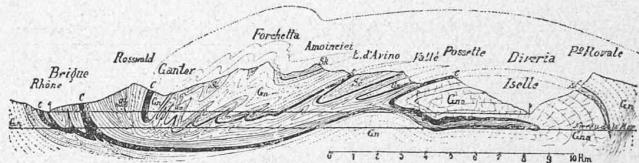


Fig. 10. — Profil géologique par le massif du Simplon, par H. Schardt (1902-1903).

LÉGENDE : *Sk*, Schistes lustrés ; *C*, Trias, gypse, dolomite ; *Sc*, Schistes cristallins ; *Gn*, Gneiss du Monte Leone ; *Gna*, Gneiss d'Antigorio.

stratigraphique de celui-ci ; seuls les schistes micacés, avec certaines variétés granatifères et amphiboliques, sont considérés comme formant un horizon supérieur, compris entre le gneiss proprement dit et le Trias. Cependant il n'y a là aucune certitude absolue. Il est possible, probable même que ces schistes, considérés comme intermédiaires entre le Trias et le gneiss, ne sont réellement que des équivalents plus métamorphiques des schistes mésozoïques, triasiques et jurassiques. Le synclinal couché du Monte Leone renferme, entre deux zones de schistes calcaires et de marbres, toutes les variétés de ces roches cristallophylliennes dans une situation qui exclut leur antériorité au Trias. Donc, plusieurs zones de schistes cristallins considérées primitivement comme archéiques, soit paléozoïque en tous cas prétriasiques, doivent doré et déjà être rangées dans le mésozoïque ; par exemple la zone du Lago d'Avino, probablement aussi celles du Wasenhorn et de la vallée de la Gantler, entre Berisal et le col du Simplon. La zone de gneiss de la Gantler, qui va se souder plus à l'Est au gneiss du Binnenthal, n'est pas, comme je l'ai cru en 1902 et 1903, un lambeau frontal du pli dépendant du sommet du Monte Leone, mais c'est un simple repli de la grande lame de gneiss qui forme la base du Monte Leone. Il est détaché de celui-ci dans le Nesselthal, mais bien en contact dans la vallée de Binn. Ces deux points de vue nouveaux ont conduit à la construction du profil de la figure 11, résultant

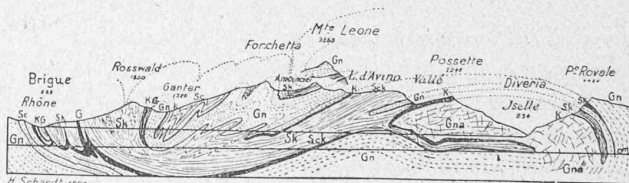


Fig. 11. — Profil géologique par le massif du Simplon, par H. Schardt (1904).

LÉGENDE : *Sk*, Schistes lustrés ; *Sch* et *Sc*, Schistes cristallins = Schistes lustrés métamorphiques ; *K*, Marbre, dolomite et gypse (Trias) ; *Gn*, Gneiss du Monte Leone ; *Gna*, Gneiss d'Antigorio.

des dernières recherches en 1904. D'après ce profil, l'anticlinal couché du sommet du Monte Leone s'arrête au-dessus du col du Kaltwasser. La paroi du Hübschorn en montre bien le contour convexe.

La perforation du tunnel a démontré positivement la réalité de ces renversements presque incroyables des terrains anciens par dessus les formations plus récentes. Au printemps 1902, on était du côté de l'attaque Nord encore dans les roches cristallophylliennes et du côté Sud dans des roches triasiques, puis jurassiques. A la fin de septembre 1902, l'attaque Sud atteignit, surgissant au-dessous de

ces terrains mésozoïques, un massif de gneiss schisteux, le « gneiss à nodules », ce qui paraissait donner raison au profil Schmidt. Cependant aucun doute n'était possible et malgré cette apparence contraire, l'avancement Nord atteignit en effet le samedi 27 juin 1903, au km. 9,400 exactement, les roches triasiques sousjacentes au gneiss du Monte Leone, pour pénétrer ensuite dans les calcschistes jurassiques. Du côté Sud, le massif de gneiss schisteux au lieu de se relever dessina la forme d'une coupole et finit par plonger vers le Nord, en faisant place le 16 juillet 1903 à des calcaires cristallins, suivis de schistes plus ou moins calcarifères et presque constamment granatifères. La rencontre eut lieu le 24 février 1904 dans les calcaires gris micacés, après que l'attaque Sud eût passé au km. 9,110, des micaschistes calcaires aux calcaires cristallins.

* * *

Les énormes dislocations dont le soulèvement du massif du Simplon est le résultat, ces immenses entassements de plis expliquent pourquoi, jusque dans les parties les plus profondes de la montagne, toutes les roches sont extrêmement disloquées, repliées, laminées, froissées, souvent comme hâchées. La pression a agi encore d'une autre façon, en métamorphosant complètement certaines roches. Les schistes lustrés sont devenus des micaschistes souvent granatifères ou des calcschistes micacés; des quartzites triasiques ont pris l'aspect d'un gneiss. Des gneiss ont, par ces mêmes influences, pris la structure de micaschistes, si bien qu'on peut dire que le métamorphisme rend des roches, primitivement identiques, souvent très différentes, et presque identiques des roches primitivement différentes! La difficulté de la solution du problème du Simplon ne doit donc pas surprendre. Le profil de M. Traverso (1895) et, dans une certaine mesure, celui de M. Schmidt (1902) le démontrent en suffisance.

En résumé, l'évolution de nos connaissances géologiques sur le massif du Simplon peut s'exprimer comme suit : *La superposition de plusieurs plis couchés et étirés, avec interplissement de roches du Trias et du Jura, fut considérée comme étant une superposition normale de couches, en forme de voûte, en raison du plongement Nord de leur bord frontal et du plongement Sud de leurs racines.* Cette conception, qui fut adoptée par les experts de 1877, 1882 et 1890, de même que par M. Traverso en 1895, suppose une *structure tectonique très simple, mais une composition stratigraphique extrêmement compliquée*, avec alternances bien des fois répétées de gneiss, micaschistes, calcschistes, calcaire, etc., etc. La détermination de l'âge des schistes calcaires, des marbres et dolomites intercalés dans ce complex cristallophyllien, a conduit à une grande simplification de la série stratigraphique, mais a amené une complication tectonique extrême, qu'on adopte le profil Schmidt ou le mien. Dans ce dernier cas cependant, la complication tectonique paraît infiniment plus grande, quoique le mécanisme de tels renversements puisse sembler moins compliqué que celui du surgissement des plis à renversement Nord et Sud que suppose le profil Schmidt.

La succession des formations qui composent le massif du Simplon et dont l'enchevêtrement a motivé jadis l'hypothèse des alternances stratigraphiques si compliquées, se réduit en réalité aux quatre groupes suivants :

1. *Formation des schistes lustrés. Jura-trias.* Schistes argileux gris, schistes calcaires, calcaires grenus, schistes gris noduleux et micaschistes granatifères, schistes verts.
2. *Trias.* Dolomite blanche, calcaire dolomitique gris; marbres grenus cristallins, schistes gris ou verdâtres, quartzite, arkose passant au gneiss.
3. *Schistes cristallins.* Micaschistes, souvent granatifères, schistes amphiboliques, amphibolites, schistes chloriteux. Considéré comme paléozoïque, en partie probablement triasique ou jurassique métamorphique.
4. *Gneiss archéïque ou gneiss primitif.* Gneiss d'Antigorio. Gneiss schisteux du Monte Leone (gneiss du Binnenthal, etc.), facies schisteux du gneiss massif souvent granitoïde d'Antigorio.

* * *

La comparaison du profil géologique du St-Gothard avec celui du Simplon montre d'une façon frappante combien les prévisions géologiques concernant le premier devaient paraître faciles, mais difficiles et incertaines pour le second. Au St-Gothard, il y a presque partout des couches presque verticales qu'il n'y avait qu'à prolonger dans la profondeur, sans grande chance de se tromper. Aussi le profil construit par M. von Fritsch a-t-il été presque exactement vérifié par les travaux de perçement. Au Simplon, à l'exception de la partie Nord jusqu'au km. 4, il y a presque partout des plongements relativement faibles vers le Nord, passant à l'horizontale dans la partie Sud, pour plonger finalement en sens inverse. Sous cette apparence de vaste coupole se cache l'inconnu, qui échappe à l'observation directe, que des conjectures hypothétiques ne sauraient représenter qu'imparfaitement, en tout cas à peine approximativement. Dans le domaine de l'hypothèse, des divergences d'interprétation sont inévitables, en raison de la nature toujours subjective de l'hypothèse. La comparaison des figures 8, 10 et 11 surtout, en fait preuve. Les terrains observés le long du profil superficiel sont les mêmes, mais leurs relations en profondeur sont différentes.

Cette divergence apparente entre les hypothèses et la réalité a donné lieu, de la part de M. Sulzer-Ziegler, à des critiques très vives de la géologie et des géologues¹. L'étude un peu complète du dossier géologique imprimé ne peut manquer, toutefois, de rendre manifeste l'esprit exclusivement scientifique qui a guidé les experts consultés, comme tous les géologues qui se sont occupés de la question, et dont les efforts ont préparé graduellement la solution du problème. Mais dans le domaine de la science le progrès se fait graduellement, et aucun profil géologique ne saurait être d'une précision mathématique.

D'ailleurs ce n'est qu'au point de vue scientifique que la différence paraît si considérable et elle l'est effectivement

¹ Ed. Sulzer-Ziegler. *Der Bau des Simplon-Tunnels. Vortrag. Mitteil. d. Naturf. Gesellschaft in Winterthur. V. 1903-04. Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Gesellsch. Jahresversammlung in Winterthur, 1904.*

par la différence fondamentale des phénomènes tectoniques admis. Au point de vue technique de la perforation, il n'y a pas eu grande divergence et ces divergences ont été plutôt favorables à la perforation. Pour le gneiss d'Antigorio, plus épais que prévu, il y a eu heureuse compensation par l'absence du dôme des schistes calcaires inférieurs, avec leurs couches de dolomite et d'anhydrite; il y a eu par contre bien moins de gneiss du Monte Leone massif. Voici, d'après des mensurations approximatives, la comparaison des deux séries de chiffres groupés selon l'analogie des roches au point de vue de la perforation :

	Prévisions.	Réalité.
Schistes lustrés, schistes calcaires, calcaires schisteux micacés	5 900 m.	5 175 m.
Calcaire cristallin, marbre, dolomite, gypse, anhydrite	1 350 »	1 400 »
Micaschistes, schistes cristallins, gneiss schisteux, schistes amphiboliques	5 200 »	6 930 »
Gneiss du Monte Leone massif	3 450 »	1 900 »
Gneiss d'Antigorio	3 830 »	4 325 »
	19 730 m.	19 730 m.

(A suivre!)

Divers.

Collège primaire pour garçons, à Vevey¹.

III^e prix. — *Projet « Vevey », de M. H. Meyer, architecte, à Lausanne.*

IV^e prix. — *Projet « W », de M. A. Rolaz, architecte, à Lausanne.*

Nous reproduisons aux pages 144 à 147 les planches caractéristiques de ces deux projets. Dans un prochain numéro, nous terminerons avec le II^e prix la série des projets primés.

¹ Voir N° du 25 mai 1905, page 131.

Tunnel du Simplon.

Extrait du XXVI^{ème} rapport trimestriel sur l'état des travaux au 31 mars 1905.

Avancement des travaux :

	Côté Nord.		Côté Sud.		Total. m.
	Progrès. m.	Etat fin mars m.	Progrès. m.	Etat fin mars m.	
Galerie d'avancement	—	10376	191	9353	19729
» parallèle	—	10154	72	9244	19398
Abatages	49	10119	334	8856	18975
Revêtements	213	10119	385	8656	18775

Côté Nord. — On n'a travaillé à aucun avancement pendant ce trimestre. Après la rencontre des deux galeries de base, les deux turbines avec pompes centrifuges du km. 9,860 ont marché pour évacuer sur le versant Nord les eaux de la galerie de base en contrepenne, et faciliter ainsi les travaux de l'abaissement du seuil de la galerie du côté Sud. Les sources chaudes dans la partie entre le front d'attaque et les portes de sûreté sont redevenues accessibles depuis le commencement de mars. Quelques-

unes ont gardé la même température et le même débit qu'au moment de leur rencontre. D'autres sont devenues un peu plus chaudes, tout en diminuant de volume; mais le plus grand nombre se sont refroidies de plusieurs degrés; leur dureté est restée sensiblement la même.

L'excavation complète, ainsi que les revêtements rapportés au profil complet, étaient le 24 février, soit le jour de la rencontre des deux galeries, complètement terminés jusqu'au km. 10,119, c'est-à-dire jusqu'aux portes de sûreté; 49 m. d'excavation totale et 213 m. de revêtements ont été exécutés pendant le trimestre; 3 niches ont été établies, ce qui porte leur nombre à 216. Pour les installations électriques dans le tunnel, on a construit jusqu'à fin mars 10 petites chambres kilométriques, ainsi que 3 chambres entre les tunnels I et II, au km. 9,150.

Des mouvements se sont produits dans les revêtements du tunnel I, entre les km. 8,863 et 9,389, où le tunnel II a été établi avec le grand profil; une série d'anneaux ont dû être en partie reconstruits.

A fin mars il avait été transporté dans le tunnel 7000 m³ de ballast de la première couche, dont 2772 m³ pendant le trimestre; ce ballast est réparti en partie sur toute la largeur de la plateforme, et en partie sur la moitié de droite de celle-ci seulement.

Côté Sud. — Au 1^{er} janvier 1905 l'avancement se trouvait au km. 9,185, mais il restait encore du km. 9,111 au km. 9,129 une partie qui n'était pas percée¹; une source surgissant le 1^{er} janvier à l'avancement y a causé l'arrêt des travaux et tous les efforts se sont portés sur le percement du diaphragme (km. 9,111-9,129), qui se fit le 6 janvier. Le 12, la perforation mécanique fut reprise au front d'attaque, et celle-ci ne fut plus interrompue jusqu'au 24 février.

Le 22 février on rencontra une venue d'eau de 25 l. p. sec. au km. 9,348, au seuil de la galerie. Afin de diminuer le volume de l'eau enfermée entre les portes de sûreté et le front d'avancement du côté Nord, on avait de ce côté commencé à la pomper énergiquement depuis quelques jours. En même temps on prenait des dispositions, sur le versant Sud, pour l'écoulement des eaux par la galerie parallèle en faisant des barrages provisoires aux km. 8,900, 9,100 et 9,160.

Le 24 février, à 7 h. 20 du matin, le dernier diaphragme qui séparait la galerie Nord de la galerie Sud était percé; cette jonction eut lieu au km. 9,353 dès le portail Sud de la galerie de direction et au km. 10,376 dès le portail Nord. Après la rencontre et pendant 30 minutes environ, l'eau amassée dans la galerie en contrepenne s'écoula à flots du côté Sud, sans cependant causer du dommage. L'ouverture faite par le percement du dernier diaphragme avait une longueur de 2^m,60 et une hauteur de 80 cm. Le seuil de la galerie Nord était à peu près au niveau du faite de la galerie Sud, chose prévue du reste, puisque du côté Nord la partie en contrepenne de la galerie d'avancement avait été perforée avec une pente plus faible que celle du versant Sud. La direction des deux galeries n'accusait pas de différence sensible, et quant à la longueur, l'erreur sera inférieure à 2 m. Une vérification exacte de l'axe n'avait pas encore eu lieu au 31 mars.

Au moment du percement, il s'est dégagé de la poche d'eau des gaz délétères qui ont obligé toutes les personnes présentes et celles qui sont arrivées sur place au bout d'un certain temps à quitter le tunnel; deux des assistants, MM. Grassi et Bianco, ont succombé aux suites de l'intoxication.

¹ Voir *Extrait du rapport précédent*, N° du 25 février 1905, page 58.