

Jean-Daniel Colladon (1802-1893): contribution à la construction du tunnel ferroviare du St. Gothard

Autor(en): **Vischer, Daniel / Raemy, Félix**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **120 (1994)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78302>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Jean-Daniel Colladon (1802-1893)

Contribution à la construction du tunnel ferroviaire du St. Gothard

Par Daniel Vischer,
prof. Dr Dr h.c.,
et Félix Raemy,
Dr ès sc.
Laboratoire
de recherches
hydrauliques,
hydrologiques
et glaciologiques
(VAW) Centre EPFZ,
8092 Zurich

Quelques informations biographiques sont présentées ici à l'occasion du 100^e anniversaire de la mort de l'éminent physicien et ingénieur genevois Jean-Daniel Colladon (fig. 1). Sa fameuse expérience sur la compressibilité des liquides et son importante découverte concernant l'utilisation de l'air comprimé sur les chantiers, sont également décrites.

Biographie

Jean-Daniel Colladon naquit à Genève le 15 décembre 1802. Il fit ses classes dans cette ville et en particulier à l'Académie de Genève, où il suivit entre autres les cours donnés par Guillaume-Henri Dufour (1785-1875), le futur général. A la demande de ses parents, il étudia surtout le droit et fut reçu avocat en 1824. Par la suite, il allait toutefois se consacrer plus aux sciences naturelles qu'à la jurisprudence, réalisant de nombreuses expériences en collaboration avec son camarade d'école Charles-François Sturm (1803-1855). En 1824 déjà, il obtint le premier prix d'un concours organisé par la Société des sciences et des arts de Lille, après avoir présenté le meilleur instrument pour mesurer l'intensité de la lumière, à savoir un photomètre qu'il avait inventé et fabriqué. Au cours de l'année 1825, Colladon prit part, avec Sturm, à un concours de l'Académie des Sciences de Paris dont le sujet était la mesure de la compressibilité des principaux liquides. Comme nous le verrons plus loin, il sortit vainqueur de ce concours. A cette époque et pendant les années qui suivirent, il vécut à Paris où il fut étudiant puis assistant. Il rencontra Arago, suivit les cours de Cauchy, Gay-Lussac, Lacroix et fit des expériences pour Ampère et Fourier. Auprès d'Ampère, il traita des problèmes d'électromagnétisme et développa un galvanomètre tandis que chez Fourier, il s'occupa de projets

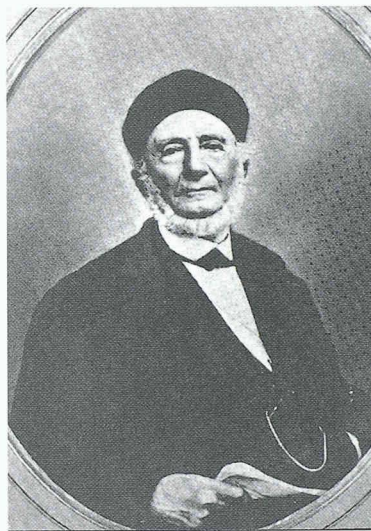


Fig. 1. – Jean-Daniel Colladon, 1889

touchant à la thermodynamique. La réalisation de ceux-ci l'amena à se consacrer intensément, entre 1827 et 1836, aux machines à vapeur qui faisaient alors leur apparition. Ses connaissances et ses propositions d'amélioration le firent bientôt connaître dans toute l'Europe. En 1828, il participa à la création de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures de Paris, où il donna des cours de mécanique. Dès 1829, il se sentit de plus en plus attiré par l'industrie qui l'engageait fréquemment comme conseiller pour les bateaux à vapeur, les usines hydrauliques, les fabriques de teinture et l'exploitation des mines. Les essais qu'il fit en ce temps-là dans un canal parisien, avec des modèles réduits de bateaux mus par un mouvement d'horlogerie, sont bien connus.

En 1836, il revint dans sa ville natale, appelé par l'Académie de Genève comme professeur de mécanique et de physique. Parallèlement à l'enseignement, il poursuivit ses activités de recherche et de développement dans le domaine des machines à vapeur. Une nouvelle méthode, proposée par lui pour mesurer la puissance des bateaux à vapeur, ne fut pas retenue par la Marine française. En revanche, l'Ami-

auté britannique l'accepta immédiatement. Dans un autre secteur industriel encore, la question de la production et de la distribution du gaz retenait de plus en plus son attention, aussi, lorsque l'usine à gaz de Genève fut créée en 1844, Colladon, en tant qu'ingénieur, s'en vit confier la construction puis l'exploitation. Il se mit également à disposition pour expertiser les usines à gaz de Bienne, Bâle, Berne, Lausanne, Soleure, etc. Dans le cadre de ses fonctions, il procéda par exemple à la mesure systématique des pertes de charge dans une conduite à gaz d'un diamètre de 406 mm et d'une longueur de 530 m. Parmi les nombreux autres projets dont il s'occupa, on ne citera ici, comme exemple, que celui imaginant la mise en place d'un télégraphe acoustique dans le Canal de La Manche (émission et réception d'ondes sonores se déplaçant dans l'eau) et celui portant sur la découverte du principe des fontaines lumineuses, où la lumière suit dans sa trajectoire une veine liquide sortant d'un orifice. Enfin, deux inventions relatives à l'air comprimé connaîtront des applications déterminantes: en 1852, Colladon déposa une demande de brevet pour l'application de l'air comprimé au percement des tunnels et, en 1855, il prit un brevet pour un frein à air comprimé. Portant un grand intérêt à de multiples domaines, il étudia et décrivit des phénomènes naturels tels que l'électricité atmosphérique, la foudre, la grêle, les trombes d'eau et les écoulements souterrains. Il publia ainsi 79 mémoires scientifiques et fut membre correspondant de presque toutes les académies renommées d'Europe. Ses proches l'ont décrit comme un homme enthousiaste et déterminé dans ses activités professionnelles. Sa modestie, sa foi, un sens aigu de la famille et son dévouement

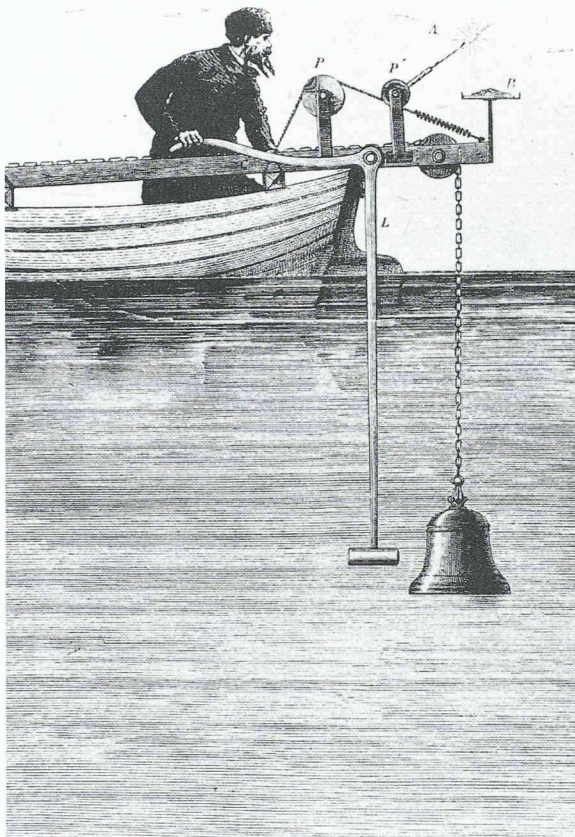


Fig. 2. – Mesure de la vitesse du son dans le lac Léman: bateau-émetteur avec installation génératrice de signaux acoustiques et optiques

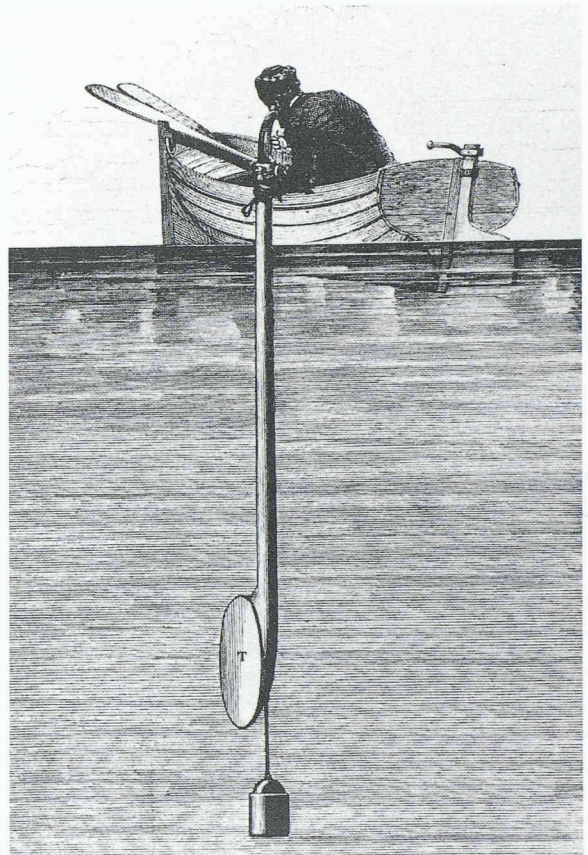


Fig. 3. – Complément de la figure 2: bateau-récepteur pour détection des signaux et mesure du temps (chronomètre)

à la communauté l'ont fait apprécier de tous. Resté actif jusqu'à la fin de sa vie, il mourut le 30 juin 1893 dans sa 91^e année. (*Le Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes, dont est issue notre revue, lui a consacré une nécrologie détaillée dans son numéro 8 de 1893. Réd.*)

La compressibilité des liquides

Jean-Daniel Colladon n'avait que 23 ans, lorsqu'il eut connaissance, en 1825, du concours susmentionné, organisé par l'Académie des Sciences de Paris. Accompagné de son ami Charles Sturm, d'une année plus jeune que lui, il se rendit à Paris avec l'appui de ses parents et de connaissances afin de réaliser d'importantes expériences en laboratoire. Les résultats obtenus n'ayant toutefois pas été suffisants pour que le prix leur soit attribué, les deux amis décidèrent d'entreprendre des essais in situ dans le lac Léman. Colladon revint à Genève en 1826 pour mesurer la vitesse du son dans l'eau, tout d'abord dans le

Petit Lac sur une distance de 1 km. Mais cette distance s'avéra trop courte, de sorte que les essais principaux furent finalement réalisés sur environ 14 km, entre Rolle et Thonon.

Deux bateaux furent utilisés pour ces mesures (fig. 2 et 3). Dans le bateau-émetteur, le père de Colladon, à l'aide d'un marteau, frappait chaque fois d'un seul coup une cloche suspendue sous l'eau (cette cloche serait actuellement encore en service dans une église genevoise). Au moment où le marteau touchait la cloche, un allumeur basculait sur un récipient de poudre et provoquait ainsi un éclair. Occupant lui-même le bateau-récepteur, Colladon observait cet éclair et mesurait avec un chronomètre (encore peu précis à l'époque) le temps s'écoulant jusqu'à l'arrivée du signal émis par la cloche. Afin de capter sûrement ce signal, il collait son oreille à un grand cornet acoustique immergé.

La campagne de mesures eut lieu en novembre, car il était important que le lac soit pratiquement en équilibre thermique.

Les mesures furent faites de nuit, pour que la lumière de l'éclair soit perceptible à la distance de 14 km. La mise en valeur des résultats conduisit à une vitesse du son de 1435 m/s, pour une température de l'eau de 8 °C. Après ce succès et la réalisation d'autres travaux expérimentaux dans un laboratoire de Paris, Colladon et Sturm se virent décerner, en juin 1827, le grand prix du concours de l'Académie. La concordance remarquable entre la valeur mesurée de 1435 m/s et la valeur de 1437,8 m/s, calculée en 1829 à l'aide de la théorie de la propagation des ondes dans un liquide légèrement compressible, fit sensation. Par la suite, Sturm se consacra aux mathématiques et se fit connaître, entre autres, par un théorème portant son nom.

L'utilisation de l'air comprimé sur les chantiers

À la fin de 1849, l'ingénieur civil grison bien connu Richard la Nicca (1794-1883) s'arrêta à Genève en revenant d'une visite à Turin. Il informa Colladon du projet de percement du tunnel

du Mont-Cenis. L'énergie nécessaire aux perforatrices devait être produite par une usine hydraulique et transmise de chaque côté du tunnel par un câble sans fin allant jusqu'au front d'attaque. Or le danger, pour les ouvriers, de la présence d'un câble se déplaçant à grande vitesse était élevé. Colladon décida alors de présenter une alternative prévoyant l'utilisation d'air comprimé, en provenance de compresseurs mus par un système hydraulique, pour actionner les perforatrices. Pris par d'importantes fonctions à l'Exposition universelle de Londres de 1851, il ne présenta une demande de brevet qu'en 1852, ce qui le fit aussitôt remarquer par les promoteurs du tunnel. Une année plus tard, trois jeunes ingénieurs déposèrent un brevet pour un système manifestement repris des idées exprimées par Colladon et qui leur valut d'être chargés de la construction du tunnel du Mont-Cenis. Fortement déçu, Colladon lutta pendant des années pour faire reconnaître l'antériorité de son invention. Si ses efforts restèrent sans succès, l'estime que plusieurs hautes instances lui accordèrent fut pour lui une satisfaction et une forme de revanche. Parmi ces instances, on trouvait l'Acadé-

mie des Sciences de Paris qui, en lui décernant le Prix Fourneyron en 1885, lui adressa la *laudatio* suivante: «M. Colladon est le premier qui ait proposé (1852) l'emploi de l'air comprimé, substitué à des câbles, pour transmettre la force dans les tunnels, et c'est d'après ses idées que l'on a établi les compresseurs de Modane et de Bardonnèche, régions extrêmes du Mont-Cenis». Colladon eut une satisfaction encore plus grande, lorsque son compatriote Louis Favre (1826-1876) le choisit comme ingénieur-conseil au début des travaux de percement du tunnel du Gothard, en 1872. Il put appliquer sa technique de l'air comprimé qui, enfin, obtint pleine consécration. Le fait que le tunnel du Gothard, d'une longueur de 14,9 km, ait été percé en 7 ans et demi, alors que celui du Mont-Cenis, long de 12,2 km, avait requis environ 13 ans, soit une durée presque deux fois plus longue, fut essentiellement attribué aux grandes qualités d'ingénieur de Colladon.

Il est intéressant de constater que les percements des tunnels du Simplon et de l'Albula, qui suivirent, ont été réalisés avec des perforatrices actionnées par de l'eau sous haute pression et non par de l'air comprimé. L'utilisation de l'air comprimé ne

s'est définitivement imposée que plus tard, lors du percement du tunnel du Lötschberg, et fut étendue – comme c'est encore le cas de nos jours – à d'autres travaux de percement sur des chantiers souterrains ou à l'air libre. Elle permit non seulement de résoudre les problèmes de forage, mais aussi d'assurer l'aération des postes de travail, importante alors tant dans la construction des tunnels que dans celle des fondations en caisson, procédé qui venait d'être introduit. Colladon dominait parfaitement la technique qu'il avait développée, comme le prouve sa proposition faite en 1825 de réaliser le tunnel sous la Manche (déjà actuel à l'époque!) en creusant dans un milieu d'air sous pression.

Littérature

GONIN, LOUIS ET DE SINNER, CHARLES: «Daniel Colladon – Nécrologie», *Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes* N° 8, Lausanne, 1893

COLLADON, J.-DANIEL: «Souvenirs et mémoires, autobiographie», Genève, 1893

DES GOUTTES, EDOUARD: «Daniel Colladon», Genève, 1854

FAVRE, HENRY: «L'œuvre d'un physicien et ingénieur genevois, Jean-Daniel Colladon», Zurich, 1953

SPAENI ALOIS: «Louis Favre, Erbauer des Gotthardtunnels 1826-1879; Mensch, Unternehmer, Pionier», Winterthur, 1982

Législation fédérale: recueil des textes concernant la protection de l'environnement

Pour s'assurer la disposition des textes législatifs importants, l'abonnement au *Recueil systématique du droit fédéral (RS)* est certes un gage de complétude, mais il est cher et lourd à gérer. A l'opposé, la commande de lois au coup par coup ne garantit pas d'avoir sous la main le bon texte au bon moment, dans sa dernière version. C'est pourquoi le *sanu* (le Centre suisse de formation pour la protection de la nature et de l'environnement) a créé et propose une solution intermédiaire-

plus efficace, plus sûre et plus économique. Il a réuni les principaux textes de la législation fédérale sur la protection de la nature et de l'environnement (soit plus de 80 lois, ordonnances et arrêtés) dans trois classeurs vendus au prix de 300 francs. Un abonnement de mise à jour annuelle complète cette offre.

Information et bulletin de commande auprès du *sanu*, case postale 3126, 2500 Bienne 3, tél. 032/22 14 33; fax: 032/22 13 20