

La vie et l'œuvre scientifique de Jean-daniel Colladon (15 décembre 1802-30 juin 1893)

Autor(en): **Benguigui, Isaac**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société**

Band (Jahr): **47 (1994)**

Heft 1

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740174>

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.

LA VIE ET L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE DE JEAN-DANIEL COLLADON¹

(15 décembre 1802-30 juin 1893)

PAR

Isaac BENGUIGUI*

ABSTRACT

Life and works of Jean-Daniel Colladon.- This article analyses the life and scientific work of Jean-Daniel COLLADON (1802-1893), one of the most famous scientists in Geneva during the nineteenth century. Once he had determined the speed of sound in water in collaboration with his mathematician friend Sturm, he participated actively in the works of Ampère, Arago and Fourier. Today, we would call him a consultant and an international expert, this outstanding scientist who is the father of compressed air an invention crucial to tunneling the Mont-Cenis and Gothard.

Member of the permanent Committee for constructing the tunnel under the english channel, Colladon strongly influenced the scientific and industrial movements of his time.

Physicien, ingénieur, industriel, inventeur et constructeur Colladon a marqué sa trace dans chacune des branches de sa multiple activité.

Dans la science genevoise du XIX^{ème} siècle il apparaît comme l'un des meilleurs exemples d'homme qui, formé aux disciplines scientifiques mais absorbé par des fonctions et des responsabilités publiques, réussit à garder un contact direct et permanent avec la science de son époque et à tirer de celle-ci les applications pratiques les plus variées, cela est dû en partie à son passage à l'Ecole Centrale de Paris.

Cette grande figure scientifique du XIX^{ème} siècle est un homme sollicité de partout, un consultant et un expert international. Il porta haut et loin le nom de Genève et de la Suisse. Sa correspondance est d'une grande richesse: ce sont plus de 1500 lettres avec quelque 300 correspondants, qui s'étalent sur une période de plus de 70 ans.

Colladon c'est l'homme des brevets, la liste de ses publications ne comporte pas moins de 80 titres. C'est toute une vie qui a été au service de la science et de ses appli-

¹ Cet article fait suite à la conférence donnée au Musée d'Histoire des Sciences de Genève dans le cadre de la Société de Physique et d'Histoire naturelle (président Jaques Naef).

* I. Benguigui, 11, av. des Cavaliers, CH-1224 Genève, Suisse.

cations, mais aussi au service de son pays. A 88 ans il publiait encore un mémoire sur les trombes d'eau¹.

Quant à l'homme on peut le caractériser par une grande modestie et une grande disponibilité. C'est peut-être cette modestie un peu exagérée qui fait que Colladon n'a pas toujours eu la place qu'il méritait dans les encyclopédies et dictionnaires de l'époque².

Jean-Daniel Colladon est né à Genève au Bourg-de-Four le 15 décembre 1802. Il descendait d'une ancienne famille protestante du Berry qui avait dû se réfugier à Genève au XVI^{ème} siècle. On retrouve parmi ses ancêtres Germain Colladon, l'ami de Calvin qui était l'un des membres chargés de rédiger le code civil et politique de Genève en 1568. Au sein de cette famille on trouve des juristes, des magistrats, des théologiens, des médecins et des professeurs à l'Académie³. Le père de Colladon (Henri) était régent au Collège Calvin (1795-1815) avant d'entreprendre quelques essais pour améliorer les cultures des terres.

Au Collège D. Colladon eut pour ami Charles Sturm⁴ (1803-1855) qui devint plus tard un célèbre mathématicien⁵. C'est une amitié d'une parfaite fidélité. «*Notre but, dit Colladon, était surtout de devenir membre de l'Académie des sciences de Paris; nous ne nous doutions pas qu'il fallait être Français pour être membre de l'Académie des sciences*

¹ Colladon, Daniel, *Extrait des comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, séance du 18 avril 1887.

² *Le Grand dictionnaire universel du XIX^{ème} siècle* (1866-1879) de Pierre Larousse ne le mentionne pas. (Réédité par Slatkine, Genève, 1982).

La Grande encyclopédie du XIX^{ème} siècle (1886-1902) de Berthelot, édit. Lamirault, lui consacre un petit article.

Le Grand dictionnaire encyclopédique Larousse (1982) p. 2368 parle de Colladon.

Le Dictionnaire encyclopédique de Quillet (1968) lui consacre quatre lignes.

La Nouvelle biographie générale (1856) de Firmin Didot Frères ne le mentionne pas.

Dans *Généalogies genevoises* de Choisy, Albert (1947) il n'est pas mentionné. On trouve un bref résumé de sa biographie dans le *Dictionnaire historique et biographique de la Suisse*, Neuchâtel, 1924 t. II, pp. 542-543 et dans le *Livre du recteur*, Droz, Genève, 1966 par Stelling-Michaud, p. 532.

³ Il existe même une plante appelée «Colladonie», synonyme de palicourée mais n'ayant pas de rapport avec la famille de Jean-Daniel Colladon.

«... Signalons par ailleurs l'existence des descendants de Daniel Colladon se trouvant en Europe (nous remercions M. Jaques NAEF de nous avoir fourni les noms). On compte plusieurs générations:

Troisième génération: M. et Mme Max Odier, Mme Jean Métraux, M. et Mme Herbert Odier, M. André Odier.

Quatrième génération: M. Michel Odier, M. et Mme Pierre Bourrit-Channet, M. et Mme Jaques Naef, M. et Mme Jean-Pierre Odier.

Cinquième génération: M. et Mme Dominique Lagarde.»

⁴ Lettre à Elie Ritter du 14 décembre 1886 «*J'ai connu Sturm depuis l'âge de 9 ans...*» *Papiers Colladon*, Ms. Fr. 3748, F. 225-226.

⁵ Le «*Théorème de Sturm*» permet de trouver à coup sûr le nombre de racines réelles d'une équation polynomiale à coefficients réels comprises entre deux valeurs données du type $P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$, $a_n \neq 0$. Il a été présenté par Sturm à l'Académie des sciences de Paris le 13 mai 1829 et publié par Sturm dans le *Bulletin de Férussac*, t. XI, Juin 1829.

de Paris, ni de toutes les difficultés qu'il faut pour acquérir le droit de porter ce titre; cependant toutes ces difficultés ont été vaincues»⁶.

Après ses études au Collège, Colladon fit deux années à l'Académie de Genève où il suit les cours de droit comme la plupart des savants genevois, et au printemps 1824 il est reçu avocat. Mais ses goûts et ses aptitudes n'étaient point là puisqu'il suivit à cette époque les cours des physiciens Pictet et Prévost, des mathématiciens Pascalis et Schaub, du botaniste Pyramus de Candolle et ceux de G.-H. Dufour, le futur général⁷.

Cette vocation scientifique ne va pas tarder à s'affirmer. En 1824, la Société des Sciences et des Arts de Lille organisa un concours dont le prix serait décerné à celui qui aurait inventé «*le meilleur instrument pour mesurer l'intensité de la lumière*». Le mémoire de 14 pages que Colladon envoya fut couronné et obtint le premier prix avec médaille d'or. L'instrument inventé et fabriqué par Colladon était un photomètre basé sur l'emploi de papiers semi-transparents, dont l'un était éclairé par la source lumineuse soumise à l'essai et l'autre par une bougie⁸.

Abordant un autre domaine, Colladon fit peu après quelques expériences sur les phénomènes découverts par Arago, relatifs à l'influence des plaques métalliques sur les aimants⁹ et c'est au milieu de ces recherches qu'il faillit faire une découverte importante dans l'histoire de la physique, dont un concours de circonstances défavorables réserva l'honneur à Faraday¹⁰.

L'année 1826 est une date importante dans la vie de Colladon. Pour répondre au grand prix de l'Académie des sciences de Paris dont le sujet était la *mesure de la compressibilité des principaux liquides*¹¹, Colladon entreprit aussitôt diverses expériences avec le concours de son ami Sturm. Munis de bonnes recommandations, notamment du baron

⁶ En 1836, Sturm fut nommé membre de l'Académie des sciences. Il prit la place d'Ampère et il fut nommé par 46 voix sur 52 votants. Cette nomination fut d'autant honorable que les deux concurrents qui étaient candidats (Liouville et Duhamel) s'étaient retirés devant la candidature de Sturm.

Quant à Colladon il fut nommé correspondant de l'Académie des sciences dans la section de mécanique en 1876. Il sera lui-même remplacé par Riggenbach (le constructeur du chemin de fer du Righi) en 1893. Cf. *Papiers Colladon*, B.P.U. Genève, Ms. 3758. Sur Sturm voir les manuscrits format A3.

⁷ L'appréciation de Dufour sur Colladon était: «*Je fais beaucoup de cas de cet étudiant*».

⁸ La question posée par l'Académie de Lille était: «*Trouver un photomètre comparable, et d'une manipulation facile et sûre*». Le Mémoire portait pour épigraphe «*c'est en perfectionnant les procédés, en leur donnant plus de précisions, en cherchant et inventant des indicateurs plus sensibles, que nous parviendrons à étendre notre pouvoir sur les agents naturels*». *Papiers Colladon Ms Fr. 3754-3760*. Daniel Colladon, Mémoire sur la photométrie In: *Bibliothèque universelle*, t. I, p. 62 et 258 et t. VI, p. 162, également dans fichier Colladon B.P.U., P. 154/3.

⁹ Cf. Mémoire sur l'action que quelques corps animés d'un mouvement de rotation exercent sur les aimants In: «*Bibliothèque Universelle*», vol. 29, Août 1825, p. 316. Ce mémoire a été fait avec la collaboration de Prévost.

¹⁰ Lettre de Daniel Colladon, *Papiers Colladon*, B.P.U. Genève, Ms. 3763, publiée dans notre ouvrage «*Trois physiciens genevois et l'Europe savante: Les De la Rive 1800-1920*». Georg, Genève, 1991, pp. 150-151.

¹¹ Mémoire sur la compressibilité des liquides, par MM. D. Colladon et C. Sturm. In *Extrait des mémoires de l'Académie des Sciences des savants étrangers*, t. V, pp. 1-81. Imprimerie royale, septembre 1837.

Maurice¹², les deux amis sont bien reçus par divers savants français, en particulier par Ampère et Arago¹³. Ce dernier chargea immédiatement Sturm de donner des leçons à son fils Emmanuel¹⁴. Un premier mémoire, présenté à l'Académie fut jugé insuffisant. Colladon reprend une série d'expériences sur la vitesse du son dans l'eau dans le petit lac de Genève. Le succès de ces expériences sur une distance de 1000 m l'encouragea à les répéter sur une plus grande distance, entre Rolle et Thonon, distantes d'environ 1400 m. Les mesures effectuées donnèrent une valeur de 1435 m/s pour la vitesse du son dans l'eau, résultat tout à fait remarquable. Un second mémoire est rédigé après plusieurs mois de travail pénible mené dans des conditions très précaires, et remis à l'Académie dans le délai fixé le 5 avril 1827. Colladon et Sturm reçoivent le grand prix de l'Académie des sciences d'une valeur de 3'000 francs.

La collaboration de Colladon aux travaux d'Ampère en 1826-27 fut fructueuse. Colladon fit diverses expériences fondamentales avec Ampère¹⁵: déviation de l'aiguille aimantée par le courant produit par les machines à frottement, ainsi que celle produite par l'électricité atmosphérique, déviation obtenue grâce à son galvanomètre dont le principe réside dans le mode d'isolement.

Le jeune savant était lié à Ampère. Colladon nous fournit dans sa correspondance un portrait détaillé d'Ampère, sur sa difficulté à réaliser quelques expériences, sur son génie et sur son manque de pédagogie. «J'ai de l'admiration pour Ampère mais j'en ai encore plus pour ceux qui suivent ses cours», écrit-il à sa famille.

L'activité de Colladon est diversifiée et de 1827 à 1836 c'est surtout le domaine des machines à vapeur et de leurs applications à la propulsion des bateaux qui l'intéresse. Dufour venait de publier en 1827 un petit mémoire d'une vingtaine de pages intitulé *De la puissance mécanique à la vapeur*¹⁶.

Il donnera d'ailleurs le premier cours en Europe sur les machines à vapeur, qui a lieu à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures de Paris. Sa méthode d'enseignement était originale car le professeur ne se contentait pas de démontrer des modèles devant ses élèves, mais il y faisait transporter de véritables pièces provenant des usines de fabrication. Cet enseignement était complété par des stages effectués par les étudiants dans les ateliers et usines.

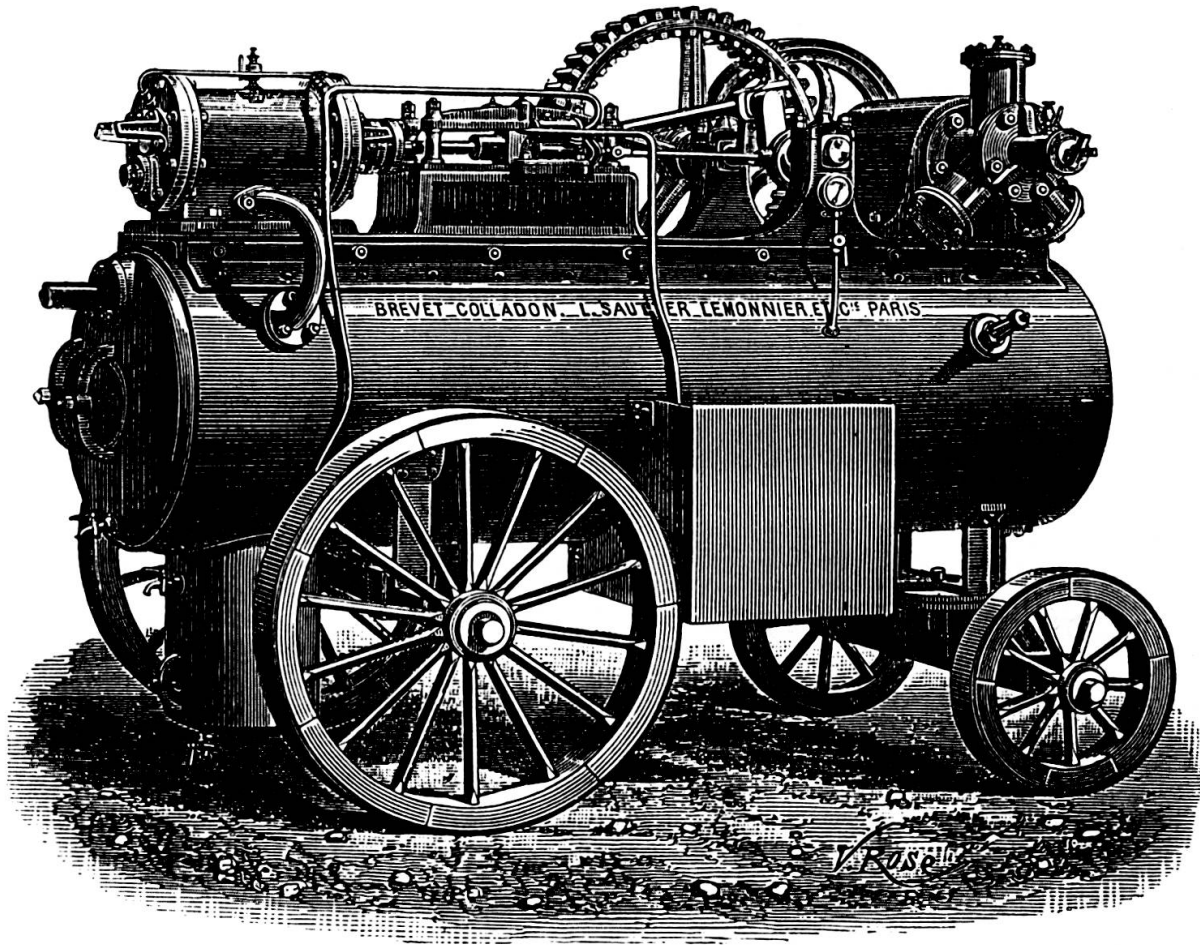
¹² Il s'agit de Jean-Frédéric-Théodore Maurice (baron en 1809), assistant de M.-A. Pictet et qui travailla avec Lalande.

¹³ Ampère écrira à De la Rive de Paris le 5 août 1826: «Je vois souvent ici deux Genevois que leur zèle pour les sciences et leurs succès en ce genre rendent très recommandables, MM. Colladon et Sturm. Je pense que le premier lira lundi prochain à l'Académie des Sciences un petit mémoire sur quelques faits très intéressants qu'il vient de découvrir». Cf. Louis de LAUNAY, *Correspondance du Grand Ampère*, Paris, 1936, vol. II, p. 686.

¹⁴ Qui deviendra ambassadeur de Paris à Berne en 1893.

¹⁵ Cf. Nouvelles expériences électrodynamiques, répétées devant l'Académie des Sciences, pour consulter l'action qu'un disque métallique en mouvement exerce sur un conducteur voltaïque plié en hélice ou en spirale par MM. A.-M. Ampère et D. Colladon. In: «*Opuscules Daniel Colladon*» B.P.U., Genève, P. 154/1.

¹⁶ *Bibliothèque universelle*, t. 34, 1827, p. 129-148.



Compresseur locomobile breveté par Colladon.
«Revue industrielle» du 27 octobre 1875

Le nom de Colladon est indissociable de l'Ecole Centrale. Il en a été l'un des fondateurs et a contribué à sa réputation en Europe¹⁷.

Quelques sollicitations de ses amis et son mariage à Genève¹⁸ lui font abandonner l'Ecole Centrale en 1836¹⁹ pour l'Académie de Genève, où il fut nommé professeur de physique en 1839 et deux ans après titulaire de la chaire de mécanique²⁰.

¹⁷ Francis Pothier (dont le beau-père M. Lavallée était le fondateur de l'Ecole) a écrit l'histoire de cette Ecole à l'aide des archives laissées par M. Lavallée. Colladon et le chimiste J.B. Dumas jouèrent un rôle déterminant dans la création de cette Ecole. Cf. Pothier, Francis (1820-1889) *Histoire de l'Ecole Centrale des arts et manufactures*, d'après des documents authentiques et en partie inédits, Paris, 1887. (Cet ouvrage ne se trouvant pas à la B.P.U. de Genève, nous voudrions remercier la responsable du Centre de Documentation de l'Ecole Centrale de Paris de nous avoir fourni quelques renseignements à ce sujet).

¹⁸ Colladon a épousé Stéphanie Ador. De ce mariage naîtront quatre enfants.

¹⁹ «Je n'ai quitté cette place que dans l'espoir d'être nommé professeur à Genève où mes affections de patrie et de parenté et le vœu de quelques amis membres de l'Académie m'avaient appelé... Lorsque j'ai renoncé à cette place pour revenir à Genève j'ai dû résister aux témoignages d'estime et d'affection du directeur de cet établissement, de presque tous mes collègues et des élèves». Lettre datée du 8 Mars 1839, expédiée d'Avignon et adressée au recteur de l'Académie de Genève, le Professeur Auguste De la Rive. Cf. *Papiers Colladon*. B.P.U.

²⁰ Borgeaud, Charles, *Histoire de l'Université de Genève*, t. III, 1814-1900, Georg Genève, 1934 pp. 248-250.

Parallèlement à son enseignement Colladon voyage beaucoup. On le trouve en Angleterre où il est invité par la marine anglaise à exposer son dynamomètre, destiné à mesurer la force effective des machines à vapeur employées comme moteurs dans la navigation. En France il est consulté pour la construction de bateaux, en Italie il visita des mines de soufre, construisit des fours perfectionnés, traça des routes. C'est à cette époque, en 1841, que Colladon fit une découverte en optique. Il s'agit des «Fontaines lumineuses» qui trouvèrent leur application dans le ballet *Elias et Mysis* à l'Opéra de Paris en 1853. Ces fontaines lumineuses furent établies en grand pour la première fois aux expositions universelles de Glasgow en 1884 et de Paris en 1889²¹.

Parmi les nombreux travaux scientifiques et industriels qui ont illustré le nom de l'éminent ingénieur, ceux relatifs aux gaz d'éclairage ont contribué pour une large part à la notoriété de Colladon. Fondée en 1844, la Société privée pour la production et l'exploitation du gaz, dont Colladon fut l'ingénieur Conseil jusqu'en 1862 et président du Conseil d'administration jusqu'en 1893, s'est imposée en Europe. Les demandes d'exploitation viennent de Suisse et de l'étranger. Le gaz de Genève fut longtemps réputé par sa qualité, pour sa pureté et pour son pouvoir éclairant²². Colladon a déployé une énergie considérable pour l'installation à Genève de l'éclairage public au gaz mais il déploiera une énergie encore plus grande lorsqu'il se battra contre l'éclairage public à l'électricité²³.

A la même époque, il entreprit toute une série d'expériences sur la résistance résultant du frottement du gaz circulant dans des conduites. Les résultats l'amènèrent à envisager l'emploi de l'air comprimé pour transporter l'énergie nécessaire et pour faire actionner les perforatrices des tunnels ainsi que leur aération par ce moyen. Un dépôt de brevet fut envisagé. Mais de nouvelles fonctions le retardèrent. En effet, la Confédération helvétique nomma Colladon délégué à l'Exposition universelle de Londres de 1851, où sa tâche était de montrer la puissance industrielle de la Suisse. Il s'en est acquitté avec un succès inespéré. Les retombées économiques furent positives, en particulier dans le secteur de l'horlogerie.

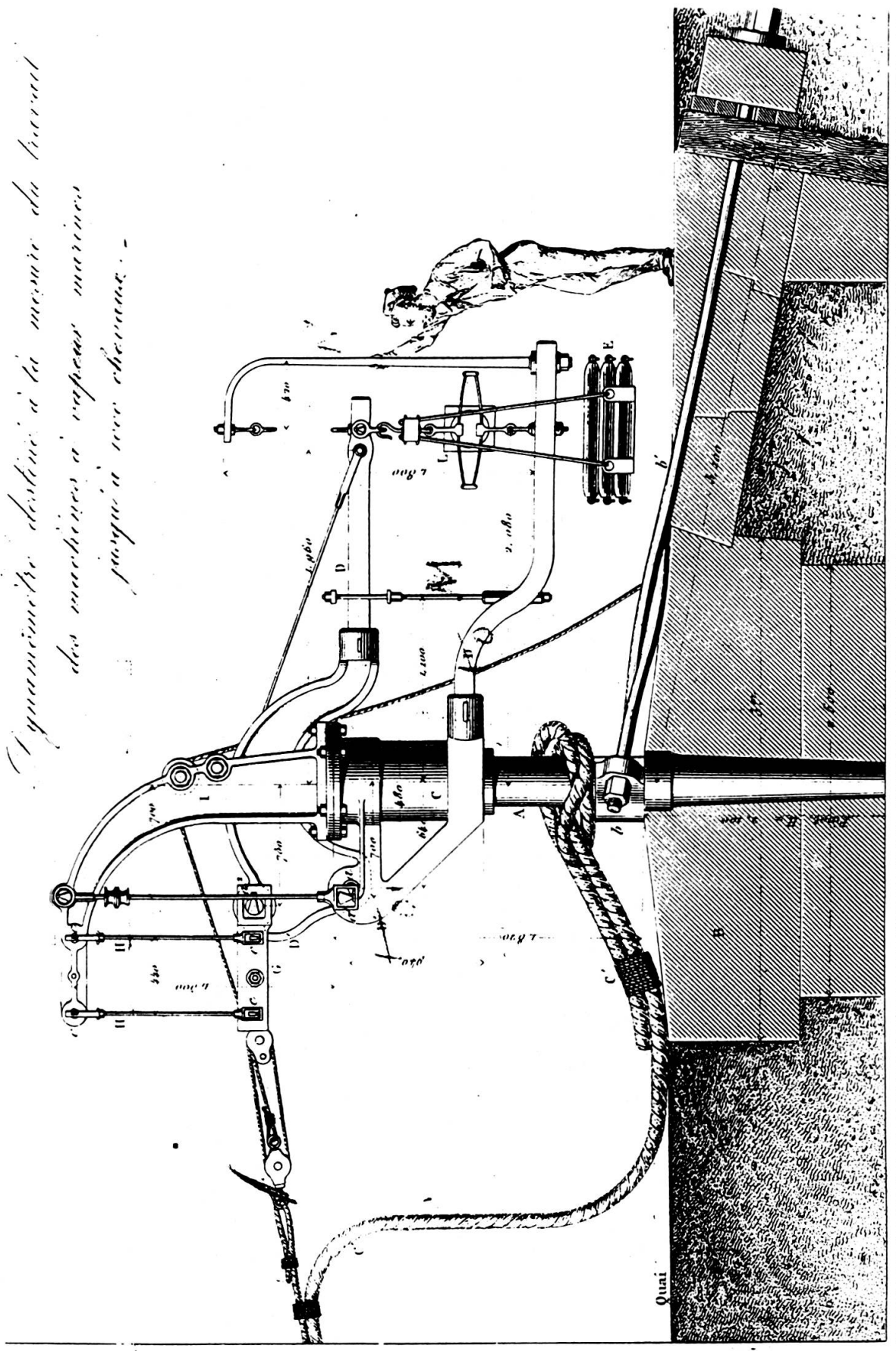
Malgré ce succès, Colladon dut lutter sur deux plans: convaincre les responsables du percement du tunnel du Mont-Cenis (Frejus) de l'efficacité de son procédé de l'air comprimé pour le percement du tunnel, et rejeter les accusations d'ordre politique de deux

²¹ Le détail et le principe de fonctionnement (phénomène de réflexion totale en optique) sont décrits par Colladon dans «*La Nature*», Revue des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie, N° 595, du 25 octobre 1884, pp. 325-326.

²² Mais aussi pour son prix. Les rapports de la Ville de Genève (*Papiers Colladon B.P.U.*, P. 154) montrent que le prix du m³ était de 33% plus cher qu'à Paris et plus élevé qu'à Bâle et Zurich.

²³ Pour l'éclairage électrique il faudra attendre le 5 Avril 1882 où Merle d'Aubigné, ingénieur du service des eaux de la Ville de Genève, soumit une demande de concession des forces hydrauliques du Rhône. La Société d'Appareillage Electrique (S.A.E.) (qui donnera naissance en 1918 à l'entreprise bien connue Sécheron S.A. Genève) voulait exploiter les brevets d'Edison. Mais c'est seulement en 1887 qu'elle reçut l'autorisation de fournir du courant électrique. Colladon a été un adversaire déterminé de l'introduction de l'éclairage électrique. Voir également D. Colladon, *Réponse au Rapport lu par M. Turrettini; Projet de convention avec une société électrique*, Genève, 1886.

*Dynamomètre destiné à la mesure du travail
des machines à vapeur marines
jusqu'à six chevaux.*



Dynamomètre de Colladon utilisé par la Marine anglaise. — B.P.U. - Genève.

membres du Conseil national lui reprochant quelque négligence dans l'envoi du rapport sur l'Exposition de Londres²⁴.

Dans le projet du tunnel du Mont-Cenis la politique prévalut sur la science et la technique. Colladon perdit une grande somme pour son brevet, renonça à tout procès et abandonna la lutte²⁵.

Après le percement du tunnel cependant, justice fut partiellement rendue à Colladon. En reconnaissance de ses travaux scientifiques il reçut du ministre italien des finances et du roi d'Italie le titre de Commandeur de l'Ordre des Saints Maurice et Lazare en 1871 et le gouvernement français lui décerna la croix d'officier de la Légion d'Honneur en 1881.

Trente ans plus tard la polémique²⁶ engagée au sujet du percement du tunnel du Mont-Cenis n'est toujours pas terminée. En 1885, l'Académie des sciences de Paris décerne à Colladon le *Prix Fourneyron* pour être «le premier qui ait proposé, en 1852, l'emploi de l'air comprimé, substitué aux câbles, pour transmettre la force dans les tunnels et c'est d'après ses idées que l'on a établi les compresseurs aux régions extrêmes du tunnel du Mont-Cenis»²⁷.

Cette distinction accordée au savant genevois devint source de problèmes. Au Congrès international de mécanique, tenu à Paris en 1889, une notice au titre évocateur «Etude historique sur l'emploi de l'air comprimé» fut distribuée aux congressistes.

Elle attaquait vivement aussi bien l'Académie des Sciences que Colladon. Attristé par cette attaque injustifiée, Colladon s'adressa aux onze anciens élèves de l'Ecole Centrale présents à Genève en leur fournissant toutes les pièces du dossier. Une note fut rédigée et signée par eux en date du 23 janvier 1890. Cette note réfuta d'une manière nette les arguments des adversaires de Colladon²⁸.

²⁴ Colladon, excédé par cette attaque injustifiée, rembourse les honoraires reçus (2500 Frs). En fait il a travaillé pendant cinq mois «sans un jour de repos» et le succès obtenu par l'Exposition suisse justifie largement cette indemnité. Après la critique des deux Conseillers nationaux à Berne: «*mandataire qui n'avait pas mérité l'indemnité*», Colladon écrit au Conseil Fédéral et à Ph. Camperio, Conseiller d'Etat de Genève et Conseiller national: «*l'indemnité allouée à titre de commissaire, sa modicité semblait devoir exclure toute possibilité d'allusion offensante*». Lettre de Colladon, datée du 14 Juillet 1855. (Papiers Colladon, B.P.U. Genève). Voir également la longue lettre qu'il adressa au rédacteur du «Journal de Genève», publiée en première page dans l'édition du Mardi 10 juillet 1855, N° 161. Le journal a pris position pour Colladon.

²⁵ La mort de Cavour (1861) et la disparition dans les bureaux du ministère italien des travaux publics du rapport de l'Académie des sciences de Turin favorable à Colladon ont fini par le décourager.

²⁶ L'auteur de cette polémique Dufresne-Sommeiller envoya une lettre à la rédaction de la Revue industrielle du 18 Août 1880. Colladon y répondra dans la même Revue par une lettre envoyée le 20 septembre 1880 et publiée par la Revue dans son numéro du 29 Septembre 1880, sur 4 pages.

²⁷ *Extrait des Comptes rendus de l'Académie des sciences*, année 1885, p. 1332.

²⁸ «*Nous déclarons être unanimement de l'avis que M. le professeur Colladon a le premier proposé les principes fondamentaux concernant l'emploi de l'air comprimé pour le percement des grands tunnels, lesquels, suivis par les entrepreneurs du Mont-Cenis, l'ont été plus tard par ceux du Gothard et de l'Arlberg*».

Les onze signataires des différentes promotions étaient: Ed. Frossard de Saugy (1850) Emile Brunat (1851), J. Rehfoos (1853), Jules Faesch (1856) H. Veyrassat (1854), Blanchot (1857), J. Jequier (1857), E. Gardy (1862), Flournois (1865), Bernoud (1870), M. Jaquet (1879),. *Papiers Colladon*, B.P.U., F.162-166.

Le percement du tunnel du Saint-Gothard²⁹ (14920 m) va permettre à Colladon de jouer un rôle plus direct que dans celui du Mont-Cenis. Le grand artisan de cette œuvre colossale fut incontestablement l'entrepreneur Louis Favre³⁰ dont le courage et la ténacité lui permirent de mener à terme cet ouvrage. La notoriété de Colladon dans les questions des tunnels a fait que, malgré son âge (il avait déjà septante ans) Favre fera appel à lui en janvier 1872.

Les difficultés rencontrées dans cette entreprise étaient encore plus accentuées par les conditions posées par la Compagnie du Gothard à Favre, dont les principales étaient:

1. Le tunnel devait être achevé en 8 ans. Tout retard était sanctionné: 5'000 Fr. par jour pour le premier semestre et 10'000 Fr. par jour pour le second semestre.
2. La caution de 8'000'000 Fr. déposée par Favre revenait à la Compagnie du Gothard à partir de la neuvième année.

Les conditions sur le terrain étaient tout aussi pénibles:

- a) infiltrations d'eau considérables qui gênèrent l'avancement des travaux.
- b) insuffisance d'eau pour alimenter les centrales hydrauliques qui devaient produire à Airolo et à Goeschenen l'énergie nécessaire au fonctionnement des compresseurs d'air.

L'idée de Colladon d'injecter l'eau pulvérisée directement dans l'intérieur des cylindres, a été le seul procédé efficace pour éviter l'échauffement de l'air comprimé en obtenant une marche très rapide (200 coups par minute). Ce fut un gain de temps et d'argent très considérables³¹.

L'air comprimé n'a pas servi uniquement dans le percement des tunnels. C'est un moyen utilisé également dans la construction de barrages, dans les fondations à l'aide de marteaux pneumatiques. Les voies postales l'utilisent également pour le transport rapide du courrier. Une autre application est le système de freinage dans les voitures de chemin de fer. Le frein à air comprimé de Colladon (1853) était breveté 13 ans avant celui de Westinghouse.

²⁹ Daniel Colladon, Sur les travaux de percement du tunnel du mont Saint-Gothard *In: Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 1876.

³⁰ Louis Favre (1825-1879) originaire de Chêne-Bourg (Genève) fils de charpentier, quitta Genève pour Paris où il travailla dans plusieurs chantiers dès l'âge de 18 ans. Vite remarqué par les ingénieurs qui dirigèrent les travaux, il compléta sa formation de base par des cours du soir pour combler ses lacunes dans les branches scientifiques.

En dépit de toutes les difficultés qu'il rencontra, Favre mènera à terme les travaux du Gothard où il décède dans le tunnel le 19 Juillet 1879, six mois avant la rencontre des deux galeries. Cette mort vient s'ajouter aux 200 victimes (épidémie) sur un total de 800 ouvriers.

Un monument lui a été dressé au Gothard avec cette inscription «*Regarde et souris, ô Louis Favre, en ce jour de gloire et de joie qui t'est dû en grande partie. Salut, ô illustre fils de l'Helvétie mort sur le champ du travail et de l'honneur. Ton nom est gravé dans le rocher du Gothard transpercé et ta mémoire dans le cœur de trois peuples reconnaissants*».

³¹ A titre de comparaison le tunnel du Gothard, d'une longueur de 14920 m a été achevé en huit années et a coûté 65 millions. Celui du Mont-Cenis dont la longueur était de 12233 m a duré plus de treize années et a coûté 75 millions et celui entrepris aux Etats-Unis dans l'Etat du Massachussets, entre Boston et Albany, 7600 m a coûté 45 millions...

Un autre grand projet auquel Colladon participa est celui du tunnel sous la Manche. L'idée de lier l'Angleterre au Continent date du début du XVIII^{ème} siècle (1705). C'est l'Académie d'Amiens qui proposa une étude sur les moyens de communication. L'idée sera reprise puis abandonnée à plusieurs reprises. Il faut attendre 1875 pour reprendre l'étude de ce projet. Deux associations sont créées, l'une anglaise et l'autre française. L'association française nomma un comité permanent de 19 membres dont Colladon fait partie.

L'Administration des chemins de fer du Nord et les frères Rothschild s'engagèrent à participer pour les 75% des dépenses préliminaires. Colladon est sollicité comme expert pour l'utilisation de l'air comprimé. Quatre compresseurs «Colladon» sont installés et en 1882 un excellent travail préparatoire est accompli. Du côté français une galerie sous-marine de 2000 m fut percée. Du côté anglais les travaux furent également avancés: un puits de 49 m de profondeur et une galerie de 1800 m furent creusés³².

Rien ne laissait prévoir le «véto» imposé par le gouvernement anglais sous la pression du lobby constitué par la marine marchande pour mettre fin à cette liaison. Il faut préciser que le monde du commerce et de l'industrie était plutôt favorable, mais les militaires anglais décrétèrent que la sécurité de la nation était en jeu.

Les talents de Colladon s'exercèrent dans d'autres domaines. Il inventa un audiophone³³ (1880) destiné aux sourds-muets chez lesquels les nerfs de l'audition ne sont pas totalement atrophiés et qui leur permet de distinguer les sons musicaux de plusieurs instruments de musique.

On lui doit également les roues hydrauliques flottantes³⁴ (1855) très utiles pour les industriels et agriculteurs installés au voisinage d'un fleuve ou d'une rivière et qui permettaient d'utiliser l'énergie fournie par les courants d'eau, une pompe à comprimer le gaz (1872) et la perforation au diamant noir (1884).

Colladon s'est également illustré par ses travaux sur l'électricité atmosphérique et ses expériences faites avec des mâts munis de pointes avec des cerfs-volants sur le Grand Salève. Ses recherches sur la grêle et les effets de la foudre sur les arbres et les plantes se sont poursuivies jusqu'en 1887³⁵. Il s'est intéressé à la géologie ce qui lui permit de montrer que le niveau du lac Léman a baissé de 2 à 3 m durant les quinze ou vingt derniers siècles³⁶.

³² Visite au Tunnel sous la Manche, In: «*Journal des Débats*» du 10 Février 1882.

³³ La description avec le dessin est donnée dans «*La Nature*» du 14 Février 1880 pp. 161-163 et du 6 mars 1880, pp. 209-210. Le prix de cet appareil, grâce aux améliorations faites par Colladon est passé de 50 Francs à 0,50 Francs. Cf. Colladon, Simplification des appareils audiophones américains destinés aux sourds-muets, in *Extrait des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XC, séance du 19 Janvier 1880, p. 1-4.

³⁴ Cf. Daniel Colladon, Nouveaux moteurs à eau, Roues hydrauliques flottantes, pour les fleuves et les grandes rivières, In «*Extrait du Journal de l'Académie Nationale*» Paris, 1857, p. 1-7.

³⁵ Daniel Colladon, *Mémoire sur les effets de la foudre sur les arbres et les plantes ligneuses*, Genève, 1872.

³⁶ Cf. «*La Nature*» du 17 mars 1877, p. 243.

Jusqu'à un âge très avancé Colladon n'a pas cessé ses activités scientifiques. A 86 ans il donna encore une théorie sur les trombes ascendantes où il montra que la durée des trombes était plus courte que pour les tornados et les cyclones. Il montra également leur analogie avec les tourbillons aériens ascensionnels et inventa un appareil pour montrer les trombes d'eau dans l'air: «Je viens de réaliser cette expérience à Genève, avec deux agitateurs rotatifs différents, plongeant dans deux réservoirs de volumes très différents, et elle m'a donné exactement la solution que j'avais prévue, c'est-à-dire un double mouvement tourbillonnaire: un ascendant dans la partie inférieure et l'autre descendant dans la partie supérieure»³⁷. Cet appareil était encore fabriqué en 1900 à Genève et se trouvait dans la plupart des cabinets de physique.

Un grand savant mais aussi un grand humaniste. La musique, la poésie étaient tout aussi familières à Colladon que la science et la technique.

Membre de plusieurs académies, Colladon eut le grand bonheur de voir ses travaux reconnus et appréciés par le monde savant. Sans être aussi connu que ceux avec lesquels il mena divers travaux (Ampère, Arago, Fourier) ou avec lesquels il était en correspondance (Dumas, Pasteur, Liouville, Becquerel, etc...) il n'en aura pas moins exercé sur le mouvement scientifique et industriel de son époque une influence tout aussi marquante³⁸.

RÉSUMÉ

Cet article analyse la vie et l'œuvre scientifique de Jean-Daniel COLLADON (1802-1893), grande figure de la science genevoise du XIXe siècle. Après avoir déterminé la vitesse du son dans l'eau avec le concours de son ami le mathématicien Sturm, il collabora activement aux travaux d'Ampère, d'Arago et de Fourier. Celui que l'on appellerait aujourd'hui un consultant et un expert international est le père de l'air comprimé, et son nom est attaché au percement des tunnels du Mont-Cenis et du Gothard.

Membre du Comité permanent pour la construction du tunnel sous la Manche, Colladon exerça une influence marquante sur le mouvement scientifique et industriel de son époque.

³⁷ Daniel Colladon, Réponse aux observations de M. H. Faye, Formulées dans les séances des 14 et 21 Mars, sur la théorie des trombes ascendantes *In: Académie des Sciences, Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 18 Avril 1887*, p. 5.

³⁸ Un buste fut érigé à Jean-Daniel Colladon à l'extrémité de la Bibliothèque Publique Universitaire de Genève. Fait en bronze par le sculpteur Hugues Bovy, reposant sur un socle en marbre de Collombey exécuté par Charles Henneberg et portant cette inscription: *1802-1893. Jean-Daniel Colladon Ingénieur, Professeur à l'Académie de Genève*. Erigé grâce à une souscription organisée par la Classe d'Industrie et du Commerce de la Société des Arts (Président: Théodore de Saussure) en Mai 1894. Ce buste a été inauguré le 14 Avril 1897.

BIBLIOGRAPHIE

A) Sources principales:

- 1) *Papiers Colladon*: Ms Fr. t. IX, 3231-3260 et t. XI, 3741-3763. B.P.U., Genève. (Correspondance, manuscrits inédits, brevets).
- 2) Dossier Colladon, B.P.U. Genève, *Opuscules P. 154 et Br. 917*. On y trouve plus de quarante mémoires, notes et notices sur les différents sujets traités par Daniel Colladon (la liste du 30 décembre 1931 n'est pas complète).
- 3) Daniel Colladon, *Souvenirs et Mémoires*, Genève, 1893. Ouvrage de 624 pages, suivi de la liste de ses publications pp. 625-632 (table des matières: 633-636). L'avertissement est suivi des titres scientifiques et honorifiques de Jean-Daniel Colladon ainsi que des fonctions diverses et des fonctions législatives qu'il occupa.

B) Sources secondaires:

- ADOR, Emile, *Professeur Jean-Daniel Colladon*, Lausanne, 1893 (Extrait des Actes de la Société Helvétique des Sciences naturelles, 1893).
- BORGEAUD, Charles, *Histoire de l'Université de Genève*, t. III, l'Académie et l'Université au XIXème siècle 1814-1900. Genève, 1934.
- DESGOUTTES, Edouard, *Daniel Colladon*, Lausanne, 1894 (Petite Bibliothèque Helvétique, série II, N° 5).
- FAVRE, Henry, *L'œuvre d'un physicien et ingénieur genevois Jean-Daniel Colladon*. Ecole Polytechnique Fédérale. Etudes Littéraires, sociales et économiques N° 82, Zürich 1953.
- FIGUIER, Louis, *Le Grand Tunnel du Mont Saint-Gothard*, Paris, 1875.
- FIGUIER, Louis, *Les grandes inventions modernes dans les sciences, l'industrie et les arts*, 8ème édit., Paris 1880.
- MALLET, M.A., *Autobiographie de Jean-Daniel Colladon*, extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France, Paris, 1893.
- MARCACCI, Marco, *Histoire de l'Université de Genève, 1559-1986*, Genève, 1987.
- PRONIER, Jean, *Le cinquantenaire du Service de l'Electricité*, Genève, 1946.
- REVILLIOD, Pierre, Physiciens et naturalistes genevois, In: *Deuxième millénaire de Genève*, Genève, 1942.
- SIGRIST, René, Les origines de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle. (1790-1822). In: *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle*, Genève, Vol. 45, I, 1990.
- SPEZIALI, Pierre, Les manuscrits scientifiques de la bibliothèque de Genève, *Genava*, t. VII p. 215-233, Genève, 1959.
- TREMBLEY, Jacques (sous la direction de) *Les savants genevois dans l'Europe intellectuelle*, Genève, 1987.
- YUNG, Emile, Aperçu historique sur l'activité des savants genevois au XIXème siècle (*Le livre du centenaire (1814-1914)*), Genève, 1914.