

Les installations hydrauliques et électriques de la ville de Genève

Autor(en): **Turrettini, Th.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **85 (1902)**

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-90096>

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.

Les installations hydrauliques et électriques de la ville de Genève.

Par M. TH. TURRETTINI (Genève).

Mesdames et Messieurs,

Lorsque notre Président, M. Sarasin, m'a demandé de faire devant vous une communication sur les installations hydrauliques de la ville de Genève, mon premier mouvement était de refuser, car ces installations ressortent plus de l'art de l'ingénieur que de la science pure que vous représentez.

Puis, à la réflexion, j'ai pensé que tous ces travaux de l'ingénieur ne sont que l'application pratique des admirables travaux des savants qui, depuis un siècle, ont créé de toutes pièces les sciences hydraulique et électrique. J'ai pensé que ces installations étaient des monuments élevés à la gloire des Franklin, des Faraday, des Oerstedt, des Ampère, des Maxwell, des Weber, des Lord Kelvin et des Mascart.

C'est dans cet esprit que je prends la parole devant vous.

Genève a possédé une des premières machines hydrauliques. Elle était destinée à élever, par la force du courant du Rhône, l'eau du lac pour la distribuer dans la ville.

Le premier projet date de 1584, mais ne fut pas exécuté; il fut suivi de plusieurs projets qui ne se réalisèrent pas.

Ce fut en 1708 que le sieur Abeille établit la première machine qui fonctionna mal et fut remplacée en 1727 par une roue de 24 pieds de diamètre, actionnant six corps de pompe. Cette machine fonctionna presque sans changement jusqu'en 1843. Elle était placée en tête de l'île, sur le bras gauche du Rhône.

En 1843 furent mises en marche de nouvelles installations hydrauliques plus puissantes, placées en amont des premières, en aval de la passerelle dite de la Machine. C'étaient deux roues Poncelet de grand diamètre actionnant chacune deux corps de pompe. De chaque côté de cette installation vinrent s'ajouter en 1862 et 1868 deux turbines, l'une à axe horizontal, l'autre à axe vertical du système Callon. Enfin en 1880, la Ville de Genève décidait la construction de deux machines à vapeur, de 150 chevaux chacune, destinées à doubler les installations hydrauliques.

La Ville se trouvait donc en possession depuis près de deux siècles de son service hydraulique lorsque en 1882 elle se chargea, dans les conditions que nous verrons plus loin, de l'utilisation rationnelle des forces motrices du Rhône.

Dès 1715, Micheli du Crest, ingénieur distingué, proposa, à propos d'un projet de transformation des fortifications de Genève, l'établissement d'un canal industriel entourant le quartier de S^t-Gervais. On aurait utilisé la force ainsi créée.

En 1844 M. L. Vallée, inspecteur général des Ponts et Chaussées, proposait de barrer le Rhône à Genève afin d'utiliser le Léman comme réservoir. Les ravages causés en 1856 par les inondations à Lyon attirèrent

l'attention du Gouvernement français sur ce travail. M. Vallée et son fils, ingénieur comme lui, furent chargés d'un rapport sur les moyens de retenir les eaux du Rhône à Genève pendant les crues exceptionnelles de ses affluents. Un projet complet d'utilisation de la force du Rhône à Genève découla de leur travail.

En 1869 M. l'ingénieur Lullin exposait un projet rationnel de création de forces hydrauliques sur le Rhône et l'Arve.

Sur ces entrefaites une grave question intercantonale venait presser les solutions.

Depuis près de deux siècles nos Confédérés vaudois se plaignaient à tort ou à raison du relèvement du niveau du lac, causé par les travaux exécutés dans le lit du Rhône à Genève. Ce conflit datant de 1698 passait à l'état aigu chaque fois que le niveau du lac atteignait une hauteur exceptionnelle du fait des circonstances météorologiques, ainsi dans les années 1698, 1738, 1748, 1752, 1782, 1792, 1816, 1817 et 1846.

En 1873, le gouvernement vaudois recourut aux lumières de deux experts choisis hors de Vaud et Genève, MM. Pestalozzi, professeur au Polytechnicum de Zurich et Legler, ingénieur du canal de la Linth.

La mission de ces experts était de constater l'exhaussement apporté aux niveaux d'hiver et d'été du Léman et de proposer les travaux nécessaires pour y porter remède.

Le 20 avril 1875 les experts présentèrent un rapport détaillé à l'appui d'un projet transférant le barrage de Genève et l'usine hydraulique de la ville en aval du pont de la Coulouvrenière. Le bras gauche du Rhône devenait canal industriel; la force créée était estimée à 700 chevaux.

Le rapport des experts du canton de Vaud n'était

pas encore publié lorsqu'en juin 1875, MM. Achard et Turrettini, ingénieurs, et Louis Favre du Gothard demandaient à l'Etat de Genève la concession de la force motrice de l'Arve pour permettre le transfert des machines hydrauliques du Rhône sur l'Arve et la régularisation du niveau du Léman, par la suppression de divers barrages situés sur le Rhône à Genève. La force ainsi créée sur l'Arve devait être de 1200 chevaux. Ce projet soumis aux experts du canton de Vaud fut approuvé par eux, et l'Etat de Vaud proposa un traité intercantonal reposant sur l'exécution du projet de MM. Achard, Turrettini et Favre. L'Etat de Genève n'y donna pas suite.

Sur ces entrefaites, en 1876, venait de paraître un nouveau projet dû à la plume de M. l'ingénieur Ritter, de Neuchâtel, intitulé « Règlementation du niveau du « Léman et utilisation des forces motrices du Rhône « à Genève. » M. Ritter estimait la force disponible à 2133 chevaux en basses eaux et 7200 chevaux en eaux moyennes.

Un barrage était créé, tout en travers du Rhône, en aval du pont de la Coulouvrenière. Le projet présenté à l'Etat de Genève par MM. Ritter et Henneberg était soumis à des experts. La force créée devait être transportée par câbles télodynamiques dans le quartier de la Jonction.

Dans l'intervalle l'Etat de Vaud s'était décidé à porter sa cause devant la Tribunal fédéral en requérant de cette haute autorité une expertise pour constater la réalité et la gravité d'un trouble qu'il attribuait aux travaux genevois. L'Etat de Genève soutint dans un mémoire très développé que les travaux de Genève n'étaient pour rien dans les crues exceptionnelles du lac.

Pendant que se développait une volumineuse procédure, les événements se succédaient rapidement.

Le 26 juin 1878 le Conseil d'Etat de Genève présentait un projet de loi accordant à MM. Henneberg et C^{ie} la concession de la force motrice du Rhône. La Commission du Grand Conseil chargée de cette étude conclut à l'ajournement indéfini du projet, ce qui fut adopté.

L'affaire revint sur le tapis en 1881 par un nouveau projet de loi accordant la concession de la force motrice du Rhône à une Société représentée par MM. Lan, directeur de la Société Lyonnaise des Eaux, Henneberg et Karcher. La presse et l'opinion publique s'émurent fortement de cette main-mise sur une force qui jusqu'à ce jour avait été propriété de la ville de Genève. Les élections municipales de 1882 se firent sur cette question. Le projet de loi fut ajourné et le 30 septembre 1882 la ville de Genève obtenait la concession pour 99 ans de la force motrice du Rhône. Le projet étudié par la Municipalité genevoise visait à la fois :

1^o La création d'une force de 5 à 6000 chevaux dans la ville même, sur le bras gauche du Rhône.

2^o La régularisation du lac par l'établissement d'un barrage sur le bras droit du fleuve.

Le projet fut exécuté tel qu'il avait été présenté aux autorités. La force créée était de 5400 chevaux avec 18 turbines de 300 HP chacune. Les turbines actionnaient chacune un couple de pompes élevant l'eau à 140 m. La transmission de la force se faisait hydrauliquement. La première étape prévoyait l'établissement de cinq turbines seulement.

Les travaux commencèrent dans l'hiver 1883-1884 par la mise à sec du bras gauche du Rhône, et se poursuivirent jusqu'en mai 1886, date à laquelle eut

lieu la mise en marche des cinq premiers groupes de pompes et turbines.

En même temps était mis en service l'égout collecteur de la rive gauche du Rhône établi dans le lit même du fleuve, et qui amenait toutes les eaux contaminées de la rive gauche du Rhône en aval du Bâtiment des turbines.

Ce fut peu de temps après, en septembre de la même année que la Société Helvétiques des Sciences naturelles réunie, comme aujourd'hui, à Genève visita ces premières installations.

Sur ces entrefaites un accord était intervenu, par l'intermédiaire de l'Autorité fédérale, avec l'Etat de Vaud, pour faire exécuter dans le bras droit du Rhône les travaux destinés à régulariser le niveau du lac. Les travaux y relatifs furent exécutés dans l'hiver 1886-1887. Un barrage à rideaux, du système Caméré, fut établi sur le bras droit à la hauteur du pont de la Machine qui fut reconstruit. Le lit du fleuve fut approfondi jusqu'à la jonction du Rhône et de l'Arve.

Les variations de niveau du lac entre l'été et l'hiver étaient prévues de 0,^m 600 en années normales. Un règlement déterminait les manœuvres à faire au barrage de Genève pour obtenir ce résultat.

Le développement de l'utilisation de la force du Rhône fut si rapide que dès 1887 on dût prévoir l'achèvement du bâtiment des turbines de la Coulouvrenière et que, dès 1890, les 18 pompes et turbines étaient placées ou commandées.

Cette réjouissante progression de l'emploi de la force créée fut si rapide que, dès 1891, la Ville de Genève dut se préoccuper de créer des ressources nouvelles de force hydraulique, et en 1892 le Conseil municipal était nanti par le Conseil administratif d'un projet utilisant

une force de 10,000 chevaux environ, à Chèvres, sur le Rhône à 6 kilomètres à l'aval de Genève.

Là les conditions du fleuve sont différentes de ce qu'elles sont pour la première installation dont nous avons parlé. A Genève le Rhône sort pur du lac et son débit peut varier après la régularisation du lac, de 100 à 700 mètres cubes.

En aval de Genève le régime est complètement changé par les apports de l'Arve, rivière torrentielle qui descend du Mont-Blanc et dont les variations de débit vont de 20 mètres cubes, dans les grands froids de l'hiver, à 1200 mètres cubes dans les grandes crues exceptionnelles.

En outre les eaux de l'Arve toujours troubles charrient, en temps de crues, des galets en masses considérables.

Les conditions de chute que l'on pouvait obtenir à Chèvres variaient de 8 mètres, en basses eaux, à 5 mètres, en hautes eaux. La retenue devait être obtenue au moyen d'un barrage système Stoney, appuyé à la rive droite du fleuve.

Ce barrage se composait de 6 grandes vannes équilibrées du type de celles employées sur le canal de Manchester, mais avec des dimensions plus grandes encore, soit 10 mètres de largeur sur 7 mètres de hauteur. Le bâtiment des turbines joignant le barrage à la rive droite devait contenir 15 turbines dont la force minima en hautes eaux était de 800 chevaux chacune. Ces turbines devaient actionner directement des dynamos, toute la transmission de la force créée devant se faire par l'électricité, comme la transmission de force de la première usine s'était faite par pression d'eau.

Le projet fut exécuté d'après ce programme.

Les travaux commencèrent en janvier 1893 par les fondations du grand barrage, fondations entièrement dans la molasse compacte. La construction du barrage fut l'œuvre de la première campagne.

L'hiver 1893-1894 fut plus spécialement consacré aux fondations du bâtiment des turbines. Ce dernier, d'une longueur de 137 mètres, est également construit sur la molasse. Il est entièrement en béton.

Les turbines sont de deux constructions différentes, elles sortent toutes des ateliers Escher, Wyss et C^{ie} à Zurich.

Les cinq premières installées en 1895 et 1896 tournent à 80 tours par minute. Chacune de ces turbines, pour tenir compte des grandes variations de chute entre l'été et l'hiver, sont doubles et superposées. Les deux turbines sont construites en forme conique et sont du type à réaction.

Les roues directrices possèdent un dispositif d'aubes spéciales permettant un réglage à l'aide d'un vannage sectionné, à mouvement circulaire instantané donnant un réglage exceptionnellement prompt.

L'appareil de réglage hydraulique est à pression d'huile, et actionné par le régulateur.

Le régulateur centrifuge est à ressorts, oscillant sur tranches et à cataracte à huile; son action est très prompte.

Les résultats obtenus aux essais ont été les suivants: En cas de variation brusque de force, dans la proportion de 300 chevaux, le nombre de tours est descendu momentanément de 3 %. Dans le cas de décharge totale des deux turbines, l'écart a été de 3 à 5 % et dans l'espace de 4 à 5 secondes, la vitesse était redevenue normale.

Pendant la période de basses-eaux et de haute

chute la turbine inférieure seule est ouverte. La turbine supérieure tourne à vide avec le distributeur fermé.

Les turbines des groupes 6 à 15 sont d'une construction tout à fait différente.

Tandis que dans les cinq premières turbines l'eau attaque les turbines par l'intérieur, dans les dix dernières l'eau arrive par l'intérieur prenant un mouvement centrifuge.

Chaque groupe des dix turbines consiste en deux turbines superposées, mais chaque turbine a elle-même deux couronnes d'aubes motrices et deux couronnes d'aubes directrices. Lors de la haute chute d'hiver la double turbine inférieure est seule ouverte. Cinq de ces turbines donnent le meilleur rendement en hiver avec la haute chute et les cinq autres en été avec la faible chute.

Elles fournissent dans ces conditions une force variant de 850 à 1200 chevaux avec 120 tours par minute.

Il est adjoint à chaque groupe une pompe à huile avec coussin d'air et réservoir épurateur.

Les alternateurs sont également de diverses sortes. Les cinq premiers, fournis par la Compagnie de l'Industrie électrique à Genève, en 1895 et 1896, d'une puissance de 1200 chevaux, sont montés directement sur l'arbre des turbines qui les commandent. Le type proposé en 1893 par la Compagnie de l'Industrie électrique était à induction unipolaire, système Thury. Ces alternateurs présentent l'aspect d'une cloche cylindrique de 4 m. 50 de diamètre et de 2 m. 20 de hauteur. La partie mobile est extérieure. Elle est formée d'une cloche en acier coulé qui produit le déplacement du flux magnétique. La partie fixe comprend le bâti supportant la culasse des deux inducteurs et des deux

induits, cet ensemble ayant la forme de deux cônes superposés à section en forme de C.

Les alternateurs sont construits pour pouvoir donner à volonté du courant monophasé ou du courant biphasé.

Ils fournissent à 80 tours par minute du courant à 2750 volts avec 45 périodes par seconde. Le débit atteint en pleine charge 150 ampères par phase.

Les dynamos 6 à 11 ont été fournis par la maison Brown Boveri et C^{ie}, à Baden. Ils peuvent absorber 1200 chevaux sous 120 tours avec 45 périodes. Le voltage peut être à volonté de 2750 ou 5500 volts.

Ces machines sont du type dit à parapluie.

L'armature est fixe. L'arbre porte la roue magnétique en fonte. Sur le cercle extérieur de cette roue sont montées les pièces polaires rayonnantes qui portent les bobines excitatrices.

Les bobines induites traversent les trous de l'armature fixe. Ces machines ont donné d'excellents résultats.

Les dynamos 12 à 14 ont été fournies par la Compagnie de l'Industrie électrique à Genève. Elles sont également de 1200 chevaux, courant biphasé, 45 périodes avec 120 tours à la minute. Elles sont du type à pôles radiaux intérieurs mobiles et à induit extérieur fixe.

Enfin la dynamo n° 15, construite également à Genève est à courant continu. Elle est du type Thury à 12 pôles. Elle peut débiter 4000 ampères sous 208 volts.

Ces quinze machines sont excitées par trois dynamos à courant continu d'Oerlikon, marchant à 115 volts 750 ampères. Elles sont mues chacune par une turbine tournant à 150 tours.

Un grand tableau de distribution permet la manœuvre facile des diverses unités de l'installation.

La mise en marche de l'Usine de Chèvres a eu lieu au printemps 1896. Les trois premiers groupes de turbines et dynamos étaient seuls montés. Etant donné la nouveauté d'unités aussi puissantes, les résultats de rendement prévus ne purent être obtenus qu'après divers tâtonnements qui prirent fin en 1896 et dans la première moitié de 1897, mais l'usine fournit du courant sans interruption dès le printemps 1896, sauf une interruption de huit jours en 1898, du fait de l'incendie de la toiture qui a été reconstruite en béton armé.

La distribution du courant a été faite soit par câbles souterrains, soit par câbles aériens.

La Ville de Genève est plus spécialement raccordée à l'Usine de Chèvres par les câbles souterrains, tandis que la distribution du courant dans les campagnes se fait par voie aérienne.

La distribution souterraine est à 2750 volts et celle aérienne à 5500 volts.

La vente de la force motrice de l'Usine de Chèvres a suivi un développement aussi rapide que celle de la force disponible à l'Usine de la Coulouvrenière.

Dès maintenant la force totale de l'usine est engagée pour les services d'éclairage, des tramways, de distribution de force à diverses usines et d'électrochimie. Aussi dès l'année 1896, le Conseil administratif étudia la possibilité de créer une troisième usine de force motrice sur le territoire du canton de Genève en aval de l'Usine de Chèvres.

Les études furent poursuivies en 1897 et, vers la fin de cette année, la Ville de Genève demanda la concession de la force du Rhône à la Plaine, à 6 kilom. environ en aval de l'Usine de Chèvres.

La force sera créée par l'établissement d'un barrage

qui fera varier la chute de 13 mètres en hiver, à 8 m. en été lors des hautes eaux.

La force disponible sera de 15,000 chevaux pouvant être portée à 24,000 chevaux pendant neuf mois de l'année.

La crise sur l'industrie qui a sévi depuis la demande de concession a empêché les Autorités de donner suite à ce projet, mais sa réalisation n'est qu'une question de temps, et la prospérité de la Ville de Genève dépend de son exécution.

A l'heure actuelle, la Ville de Genève est, de toutes les villes, celle où la consommation d'eau, de gaz et d'électricité est la plus grande par tête de population.
