

Comble métallique de la halle des machines de l'exposition nationale suisse, à Genève

Autor(en): **Gaudard, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes**

Band (Jahr): **22 (1896)**

Heft 6

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-19351>

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.

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

PARAISANT A LAUSANNE 8 FOIS PAR AN

Administration : Place de la Louve.

(GEORGES BRIDEL & C^e éditeurs.)

Rédaction : Rue Pépinet, 1.

(M. A. VAN MUYDEN, ing.)

Sommaire : Comble métallique de la halle des machines de l'Exposition nationale suisse, à Genève, par J. Gaudard, ingénieur. Planches N^{os} 45, 46, 47 et 48. — Question de la distribution d'eau et d'énergie électrique à Lausanne. (Suite.) Projet d'élévation d'eau du lac Léman étudié par MM. Kilchmann, Buttlicz et R. Chavannes. — Bibliographie. — Bibliothèque. Recueils techniques périodiques reçus.

COMBLE MÉTALLIQUE

DE LA HALLE DES MACHINES
DE L'EXPOSITION NATIONALE SUISSE, A GENÈVE

par J. GAUDARD, ingénieur.
Professeur à l'École d'ingénieurs de Lausanne.

(Avec 4 planches : N^{os} 45, 46, 47 et 48.)

Ce qui donne à la halle des machines de l'Exposition nationale suisse un intérêt particulier, c'est son agencement en doubles consoles équilibrées ou cantilevers, dont les applications, jusqu'à ce jour, ne se rencontrent guère que dans des ponts. On peut citer, il est vrai, le palais des Mines de l'Exposition de Chicago comme se rattachant à ce genre (*Génie civil* XXIV, pl. xv) ; toutefois, l'effet d'encastrement qu'on y a réalisé entre la ferme et les piliers n'allait pas sans entraîner pour la dilatation une certaine gêne contraire au principe. Les constructeurs de l'édifice genevois, MM. Théodore Bell & C^e, de Kriens (Lucerne), et en particulier l'ingénieur chargé de leurs études de ponts, M. C. Doucas, se sont attachés à rendre libres les mouvements dus aux variations de température, en même temps qu'ils ont nettement donné la forme de consoles aux parties travaillant comme telles. Aussi leur œuvre n'est-elle pas à confondre avec une esquisse préalable qu'avait tracée M. l'architecte Phelps, en imitation soit de la charpente de Chicago, soit de celle des nouveaux ateliers construits par la maison Bell pour MM. Escher, Wyss et C^e à Zurich. Cette esquisse n'était d'ailleurs qu'une indication bien incomplète, et, tels qu'ils y figurent, les supports de la ferme eussent manqué de stabilité contre le vent. Nous reviendrons plus loin sur les conditions relatives au système à cantilevers ; donnons d'abord une courte description de la halle de Genève.

Attribuée à l'appréciation du jury du groupe 35 de l'Exposition (Bâtiment), lequel cependant a voulu, sur ce type nouveau, prendre aussi l'avis du jury 33 (génie civil), cette construction a valu à la Société anonyme Th. Bell & C^e un diplôme de médaille d'or. Le président du premier de ces jurys, qui était M. A. van Muyden, rédacteur du *Bulletin* de notre Société, s'est mis en rapport avec M. Th. Bell, afin d'obtenir les dessins d'exécution, dont il a fait extraire les

quatre planches ci-jointes 45 à 48. Les lecteurs désireux de renseignements plus complets trouveront le dossier à leur disposition à la bibliothèque de notre Société.

La halle des Machines de l'Exposition occupe en plan un rectangle de 149^m50 sur 88 m. Cette dernière dimension, largeur de la salle, représente la longueur complète d'une ferme de comble, que deux piliers métalliques intermédiaires, sveltes, hauts et ajourés, subdivisent en trois portées de 25, 38 et 25 mètres. Quant à la longueur, 149^m50 du bâtiment, elle comprend neuf zones ou travées intermédiaires de 14^m50 et deux zones terminales de 9^m50. Il y a donc douze fermes en tout. Dans les doubles fermes conjuguées embrassant les zones extrêmes de 9^m50, les cantilevers se rejoignent entre eux au faitage. Il n'en est pas de même pour les autres fermes ; leurs consoles s'arrêtent à 4 m. de l'axe longitudinal du bâtiment ; le vide de 8 m. de large et de 9 × 14^m50 = 130^m50 de longueur ainsi laissé est recouvert par un lanterneau.

Examinons d'abord une demi-ferme ordinaire ou intermédiaire. Assise sur le haut pilier intérieur, point de départ ou d'enracinement des deux parties en bras de consoles opposées qui la constituent, elle ne charge ce pilier que d'un effort vertical. Chaque console inclinée comporte deux membrures ou arbalétriers, que relie un réseau triangulé et qui vont en s'effilant à leurs extrémités. La console du bas-côté, tant par son excédent de longueur ou de poids que par son attache au pilier extrême, adossé à la paroi latérale du bâtiment, retient le porte-à-faux de la console de nef centrale et du demi-lanterneau de faite. Au point de vue de l'équilibre des forces verticales, tout serait dit : reste à considérer le vent et la dilatation.

Un courant aérien, venant à frapper le versant de la toiture, glisse sur cette surface rampante, mais non sans lui faire sentir une composante de pression normale. Cette composante, à son tour, se décompose en une force verticale venant aggraver l'effet des poids, et en une force horizontale ou poussée, qui va tendre à chasser la demi-ferme en sollicitant ses points d'attache au faite des piliers. De ces derniers, celui qui est avancé dans l'intérieur de la halle est, avons-nous vu, haut et grêle ; il plierait donc sous l'effort, et c'est au pilier de la paroi qu'il incombe de jouer le rôle d'arc-boutant et de revêtir une forme appropriée ; aminci à son sommet, il s'élargit à sa base ; il

affecte ainsi un profil triangulaire ; il est lui-même une console verticale, que des doubles tirants d'ancrage, de 53 mm. de diamètre et de 1^m58 d'écartement, maintiennent encastree dans un massif de fondation bétonné. Inutile de dire que l'effort de renversement ne proviendra pas seulement du vent sur la couverture, mais aussi du vent sur la paroi latérale, pour autant que celle-ci manquerait de stabilité propre et viendrait à emprunter l'appui des piliers.

Cependant, même ce support-console terminal ne peut résister sans se déformer, sans fléchir tant soit peu et laisser l'autre subir aussi quelque mouvement. Aussi l'existence d'articulations aux attaches de la ferme peut-elle déjà se motiver par ces effets de flexion, si l'on ne veut pas que la réaction, se reportant par instants sur une arête de poteau, y provoque du flambage ou d'autres efforts secondaires.

Il en faut dire autant à l'égard de la dilatation. Que le bras de ferme reliant les deux colonnes d'appui vienne à s'allonger à partir de son attache terminale sensiblement fixe, il lui faudrait cheminer par des rouleaux sur le sommet de la colonne d'avant, à supposer celle-ci douée d'une stabilité propre et bien assurée ; mais puisqu'elle a, au contraire, une légèreté voulue, et partant beaucoup de souplesse, il lui est facile, il lui est même obligatoire de suivre le petit mouvement requis. De là le mode de liaison pivotant déjà motivé.

Passons à la travée centrale. Le bec de console sous le lanterneau subit un mouvement amplifié, résultant de la dilatation entière du double cantilever ou de la demi-ferme ; mais ce bec est tout à fait libre : déjà le léger cintre en tôle ondulée du lanterneau prêterait peut-être par sa flexibilité, sous réserve de la détente du tirant : mais on a fait mieux : sur les potelets ajourés qui le soutiennent, ce lanterneau est assis par des barrettes dont l'une seule est rivée rigidement, l'autre est laissée articulée ou oscillante. (Détail pl. 48.)

Le lattice triangulé en barres-cornières subdivise en six panneaux la console de la grande nef et en dix panneaux la console du bas-côté. L'arbalétrier supérieur est rectiligne, incliné à 1 : 4. Il est fait de deux cornières de 80/80/10 mm., que renforce, sur les trois premiers panneaux de chaque console, une lamelle verticale de 280/10 ; en outre, une semelle de 210/10 s'étend sur deux panneaux de la longue console et sur un de la plus courte. Quant à la membrure inférieure, rectiligne dans la travée latérale, elle se relève brusquement et prend une forme légèrement arquée dans la nef centrale ; sa section se compose de deux cornières de 80/100/10, auxquelles se joint, dans deux panneaux du bas-côté et quatre de la nef, une lame verticale de 280/10 et une première tôle de semelle de 260/8 ; une deuxième tôle semblable renforce encore les deux panneaux de naissance de la console montante.

De deux en deux panneaux, les montants verticaux reçoivent l'attache de pannes, en forme de poutres évidées, destinées à entretoiser les fermes et à supporter la couverture ou le vitrage, concurremment avec des poutrelles de fer à double té de 120/58 alternant avec elles, ou formant des pannes secondaires à la hauteur des sommets des autres montants de consoles. Ces pannes plus faibles trouvent elles-mêmes deux appuis intermédiaires sur des chevrons inclinés, qui entre-

toisent les pannes principales, et qui sont comme elles des poutres légères à lattice triangulé, de 1 m. de hauteur normale.

Parmi les pannes principales, la file située à l'aplomb des piliers intérieurs de la halle se distingue par ses formes non rectilignes ; elle est profilée en arceaux ayant 3^m50 de hauteur, comme les consoles elles-mêmes, au point d'attache sur celles-ci, et se réduisant à 1^m19 à la clef. Sur les piliers latéraux court une panne de bordure ou sablière, en forme de poutre droite de 1^m01 de hauteur. Enfin, les sept autres pannes de la demi-ferme, dont quatre dans la console inférieure, trois dans la supérieure, sont d'autres poutres de 1^m30 ou 1^m40 de hauteur.

Tous ces entretoisements rigides contribuent à maintenir latéralement les cantilevers et à les empêcher de verser à l'instar d'un château de cartes. Toutefois, les exigences de la dilatation longitudinale ont conduit à ménager, à certains intervalles, des joints mobiles, c'est-à-dire présentant des boulonnages à trous ovalisés. Aussi le constructeur s'est-il préoccupé de contreventer énergiquement les zones terminales de 9^m50 aux deux extrémités de l'édifice, de façon qu'entre ces deux barrières inébranlables toute la longue charpente centrale de 130^m50 se trouvât contenue et maintenue, et qu'elle n'eût rien à craindre des rafales venant assaillir le pignon ou la paroi frontale du bâtiment.

Entre les deux fermes conjuguées délimitant chacune de ces zones terminales, le lanterneau, avons-nous vu, n'existe plus ; les consoles des deux versants s'allongent jusqu'à se rejoindre en leur sommet, sous réserve seulement du petit jeu nécessaire à leur dilatation, jeu procuré par des trous ovales aux boulonnages de tringles de jonction.

Quant au contreventement, il s'étend :

D'abord, entre les piliers des deux fermes conjuguées : deux étages de croix de Saint-André entre les piliers hauts intérieurs : une seule croix entre les piliers bas des parois latérales (pl. 45) ;

ensuite, entre les cantilevers : croisillonnement en fers plats variant de 70/10 à 170/12 mm. (Voir la portion de plan, prise dans un angle du bâtiment, pl. 48.)

Pour prévenir encore, sur toute la longueur de la halle, quelque fouettement possible vers les abouts libres des consoles un petit ressillage longitudinal et à peu près horizontal, dont les croisillons sont faits de fers ronds de 13 mm., avec moufles de resserrage à pas de vis, règne tout du long vers chacun des pieds du lanterneau, sur la largeur d'un panneau de ferme.

La galerie des Machines de l'Exposition devait être non seulement d'aspect agréable et de coût modéré, mais encore achevée dans un délai fort court. Les plans ont été élaborés en tenant compte de cette condition. Grâce à l'échafaud roulant que représente la planche 45, le montage s'est opéré avec une rapidité surprenante ; une superficie de 580 mètres carrés a même pu être couverte dans l'espace de trois jours et demi. La disposition élégante des pannes, l'effilement des membrures des fermes maîtresses, la forme des piliers, tout contribue à satisfaire l'homme du métier au double point de vue du goût et de la solidité.

Sur la demande du Comité central de l'Exposition, les

dessins d'exécution ont été soumis au contrôle de M. le professeur Ritter, du Polytechnikum de Zurich, et voici maintenant quelques extraits du rapport de cet expert.

M. Ritter loue l'adoption du système cantilever, comme comportant des calculs statiques simples et nettement déterminés, comme facilitant le montage, supprimant les poussées contre les fondations, et offrant enfin une notable économie, si on le compare à une arche métallique d'une seule portée, dont l'effet il est vrai eût été plus grandiose encore.

Quant à la dilatation des fermes, elle s'opère librement, à part les piliers intérieurs, sur lesquels à peine produira-t-elle un petit surcroît de travail de $\frac{1}{2}$ kg. par mm^2 . Dans le sens longitudinal, rien à craindre non plus, moyennant qu'un joint dilatable de 14 mm. (pour variation de 40° sur 29 m. de longueur), à trous de boulons allongés, soit ménagé dans les pannes, de deux en deux travées. Un petit mouvement facultatif devra aussi être assuré dans les petits réseaux de contreventement horizontal qui courent vers le faîtage, aux pieds du lanterneau.

Eu égard à la courte durée de service de la halle, à l'emploi exclusif du fer doux, à la situation assez abritée, etc., les bases de calcul suivantes ont été concertées entre MM. Bell & Cie, Ritter et les directeurs de l'Exposition :

Charge de neige : 30 kg. par m^2 (soit $0^{\text{m}}30$ d'épaisseur) ;

Pression du vent : 80 kg. par m^2 ;

Travail de tension ou compression : 11 kg. mm^2 , ce qui, pour le fer doux, implique une sûreté d'environ $3\frac{1}{2}$;

Travail au flambage en kilos par mm^2 : $13 - 0,065\frac{1}{l}$ ou bien $65\,000\left(\frac{l}{I}\right)^2$, suivant que la longueur libre l est plus petite ou plus grande que le centuple du rayon de gyration minimum i de la section transversale.

Comme éléments du poids propre de la construction il a été admis :

Fers	30 kg. par m^2 .
Couverture en zinc	29 »
» vitrée	24 »
» en zinc ondulé	15 »

Les vérifications effectuées par le professeur de Zurich lui ont attesté à peu près partout des tensions effectives inférieures à la limite imposée, et même souvent de beaucoup. C'est là, au reste, une chose forcée dans des pièces légères, où, sous peine de compliquer l'exécution, on accepte la pose excentrée de certaines barres à côté du plan axial des poutres, quitte à leur donner des sections évidemment rassurantes contre le gauchissement, sans se perdre pour cela dans de minutieux et douteux calculs.

Certaines observations de M. Ritter montrent qu'il n'a, pas plus que nous, eu connaissance du mémoire de calculs détaillés du constructeur, mais qu'il a procédé aux vérifications par ses propres méthodes. Ce n'est qu'à la partie inférieure des piliers, ainsi qu'à l'aire portante de leurs plaques d'ancrage sous la fondation, et enfin aux rivures d'attache de certains contreventements, qu'il a dû prescrire quelques renforcements.

Son examen l'a conduit à présumer que l'auteur du projet,

s'il a bien compté sur un vent de 80 k. au m^2 , ne l'avait supposé agir, en ce qui concerne les piliers, que sur la paroi verticale du bâtiment, en omettant sa composante de poussée sur la couverture inclinée.

C'est encore à la demande du même expert que, pour les fermes conjuguées et contreventées, aux deux extrémités de la halle, l'articulation des piliers du milieu a été faite plus forte que celle des fermes ordinaires, comme l'indique la planche 47. Des joues de retenue latérales, serrées par des clavetages, s'opposent à tout glissement de la rotule dans le sens de sa longueur, mouvement qu'aurait pu faire craindre un coup de tempête frappant de front le pignon de la halle.

M. Ritter estime que les dimensions primitives du projet, dans les points qui lui avaient paru un peu faibles, auraient correspondu à un vent d'environ 50 k. au lieu de 80. L'ordonnance fédérale suisse, pour les ouvrages de chemins de fer, statue, selon les cas, des pressions de vent de 100 ou de 150 k. ; en France, on va jusqu'à des efforts hypothétiques de 270 k. en l'absence de train sur les viaducs, ou 170 k. avec train. Nous n'allons pas, bien entendu, entamer une discussion sur les variations locales, ni en particulier sur la violence possible d'un ouragan à Genève. On dit au reste que la charpente a rencontré une occasion indiscutable de faire ses preuves. Remarquons, toutefois, que l'argument de sécurité à déduire du fait qu'une construction n'est que temporaire, semble médiocrement concluant ; car enfin, qui vous garantit qu'une charpente d'un an ou deux d'existence seulement n'essuiera pas, dans ce délai même, la plus impétueuse des rafales ? Or, on demande aux ingénieurs, non de simples probabilités, mais autant que possible des certitudes ; aussi comprendrions-nous qu'une autorité de surveillance ne mitigeât en rien les garanties exigibles, sous ombre de provisoire : ceci, disons-nous, à l'égard d'un élément aussi capricieux que le vent. Admettre, par contre, un plus haut degré de fatigue effective du métal en œuvre sera une autre question, si l'on se fonde sur les idées d'usure, d'oxydation, de détériorations moléculaires lentes.

Des deux systèmes de ponts-consols à trois travées : celui qui a ses articulations dans la portée centrale et celui qui les relègue dans les portées de rives, c'est le premier qui a servi de modèle à la halle de Genève : il a suffi de disposer l'ouvrage en pente et contrepente pour faire d'un pont un toit. A cela près, nous retrouvons, posé sur chacune des deux piles, un cantilever ou double console dont l'un des bras, s'allongeant de la pile à la culée, forme la travée de rive rigide, tandis que l'autre bras n'atteint pas l'axe de l'ouverture centrale ; le vide restant au milieu de cette ouverture, occupé dans les ponts par un *bow-string* ou une poutre libre, se trouve, dans le comble, couvert par une lanterneau que soutiennent les becs de consoles, avec jeu de glissement ménagé à la dilatation.

Un quelconque des piliers de support pourrait venir à tasser sans que la résistance des fermes éprouvât de ce fait aucune perturbation appréciable ; le tronçon libre central, c'est-à-dire le lanterneau, ne ferait que s'incliner imperceptiblement. Tel est l'avantage de pliability que le système cantilever possède aussi bien que les ouvrages à travées indépendantes, et dont sont privées les poutres continues sur appuis multiples.

Disposées en doubles versants, les fermes d'un comble sont

exposées de la part du vent à des poussées longitudinales ; il faut pour cela les attacher à leurs supports et assurer la stabilité de ces derniers, ou du moins de l'un d'entre eux. Nous avons vu comment, à Genève, dans l'impossibilité d'attribuer cette fonction de retenue horizontale aux colonnes intérieures, on l'a obtenue des piliers terminaux, élargis et ancrés à leur base.

Et voilà aussi la raison qui devait dissuader le constructeur de cette halle de chercher ses inspirations dans le second type de pont sus-mentionné, savoir celui qui articule les travées de rive et rend rigide la travée centrale. Dans ce système, il n'y aurait plus de vide sous le lanterneau ; au fait, au contraire, serait le maximum de force ou de hauteur d'une sorte de poutre armée, de ferme rigide, à laquelle sans doute rien n'empêcherait de donner encore une forme cintrée et gracieuse, sous réserve qu'elle n'exigeât aucune retenue horizontale à ses appuis, rendus au contraire mobiles sous la dilatation. Cette travée rigide se prolongerait de part et d'autre par des consoles-contrepois formant tout ou partie des travées de rive. Si elles en forment le tout, ce seront des sortes d'auvents dont l'about doit rester libre ; dans l'autre alternative, l'extrémité de la console sert de support, avec glissement facultatif, à un tronçon articulé qui va rejoindre le mur du bâtiment. Quelle que soit celle de ces dispositions que l'on adopte, on voit que le grand corps rigide de la charpente n'a d'appui que sur les colonnes intérieures, suffisantes pour porter les poids, mais impuissantes contre les mouvements à craindre de la part du vent. Il resterait une ressource : supprimer ces colonnes élevées ; abaisser jusqu'à fleur de sol les retombées du cintre rigide ; mais il s'ensuivrait un certain encombrement, une sé-

paration accentuée entre les nefs centrale et latérales, et c'est ce qu'on ne voulait pas.

Ces questions mériteraient peut-être quelques développements de plus ; mais nous ne voulons pas allonger la présente note, dans la pensée et l'espoir que le *Bulletin* aura bien d'autres articles à insérer concernant diverses parties de l'Exposition de 1896.

Terminons par l'indication de quelques poids de la halle de Genève. Le total est d'environ 500 tonnes de fer, soit 38 kg. seulement par mètre carré en plan.

Poids d'une demi-ferme	5700 kg.
» d'une colonne extérieure	1685 »
» d'une colonne intérieure	1370 »
» d'un mètre courant de lanterneau	98 »

Le prix de cette fourniture, mise en place, a été de 13 fr. 40 par mètre carré, l'ouvrage devant rentrer, après son service temporaire, dans la possession de la maison Bell & Cie. Sans cette clause, le coût se fût élevé à 16 fr. environ. Il est d'ailleurs à signaler que, depuis lors, les fers ont haussé de prix, en sorte qu'il faudrait aujourd'hui payer une construction métallique aussi légère à raison de 450 francs la tonne ; encore cela ne ferait-il que 17 fr. 10 par mètre carré en plan, prix bien modique pour une halle de cette importance.

On rapporte quelquefois le poids des grandes charpentes métalliques au mètre cube enveloppé. La hauteur moyenne de la halle genevoise s'élevant à 17^m5, les 38 kg. par m² correspondent à 2^k,17 par m³. D'après l'article de M. Canovetti inséré dans le tome XIII, p. 2, du *Génie civil*, les constructions de l'Exposition de 1889, à Paris, avaient absorbé de 72 à 148 kg. par mètre de superficie couverte, ou de 4^k,16 à 6^k,4 par mètre cube de capacité.

Question de la distribution d'eau et d'énergie électrique à Lausanne¹.

(Suite.)

Ce sujet d'études dont la Société s'est saisie au mois de janvier dernier a provoqué un débat contradictoire intéressant. Cherchant les points vulnérables et réveillant des points controversés, la discussion a pris une certaine étendue. Le compte rendu des séances, très développé, a accaparé deux livraisons entières du *Bulletin* ; il n'a pas été possible de l'alléger.

Une nouvelle étude a suivi ; la Municipalité l'avait confiée à trois ingénieurs choisis en dehors du canton de Vaud. Les experts n'étaient pas appelés à se prononcer sur la question de fonds ; leur mission se bornait à « examiner de quelle manière et dans quelles conditions la ville de Lausanne pourrait être alimentée d'eau potable à prendre dans le lac Léman pour compléter son service actuel de distribution d'eau de source. » Le mémoire des experts forme une brochure de 62 pages accompagnée de quatre planches ; il porte la date de février-mars 1896 ; l'initiative prise par la Société nous fait un devoir de le résumer ici. (Rédaction.)

Analyse d'un mémoire sur un *projet d'élévation d'eau du lac Léman* adressé à la municipalité de Lausanne par une commission d'experts composée de MM. Kilchmann, à Saint-Gall, Buttica, à Genève, et R. Chavannes, à Neuchâtel, ingénieurs des services des eaux de ces trois villes.

I

Bases du projet.

Deux périodes.

On admet que la consommation d'eau est essentiellement variable et qu'elle doit pouvoir atteindre 6000 l. à la minute

¹ Voir *Bulletin* N^{os} 3 et 5 ; p. 274-301.

au cours de la première période et 12 000 l. à la minute au cours de la seconde période.

Un premier réservoir serait établi à la cote (fond) de 550 à 555 m., à Bellevue, pour la première période. Pour la seconde, un second réservoir serait établi à la cote (fond) de 470 à 475 m. à Longeraie (ou éventuellement Belle-Fontaine ou Montbenon). Colonnes montantes distinctes avec itinéraires différents, alimentant les réservoirs près du fond afin de pouvoir faire le service de route sur le parcours.

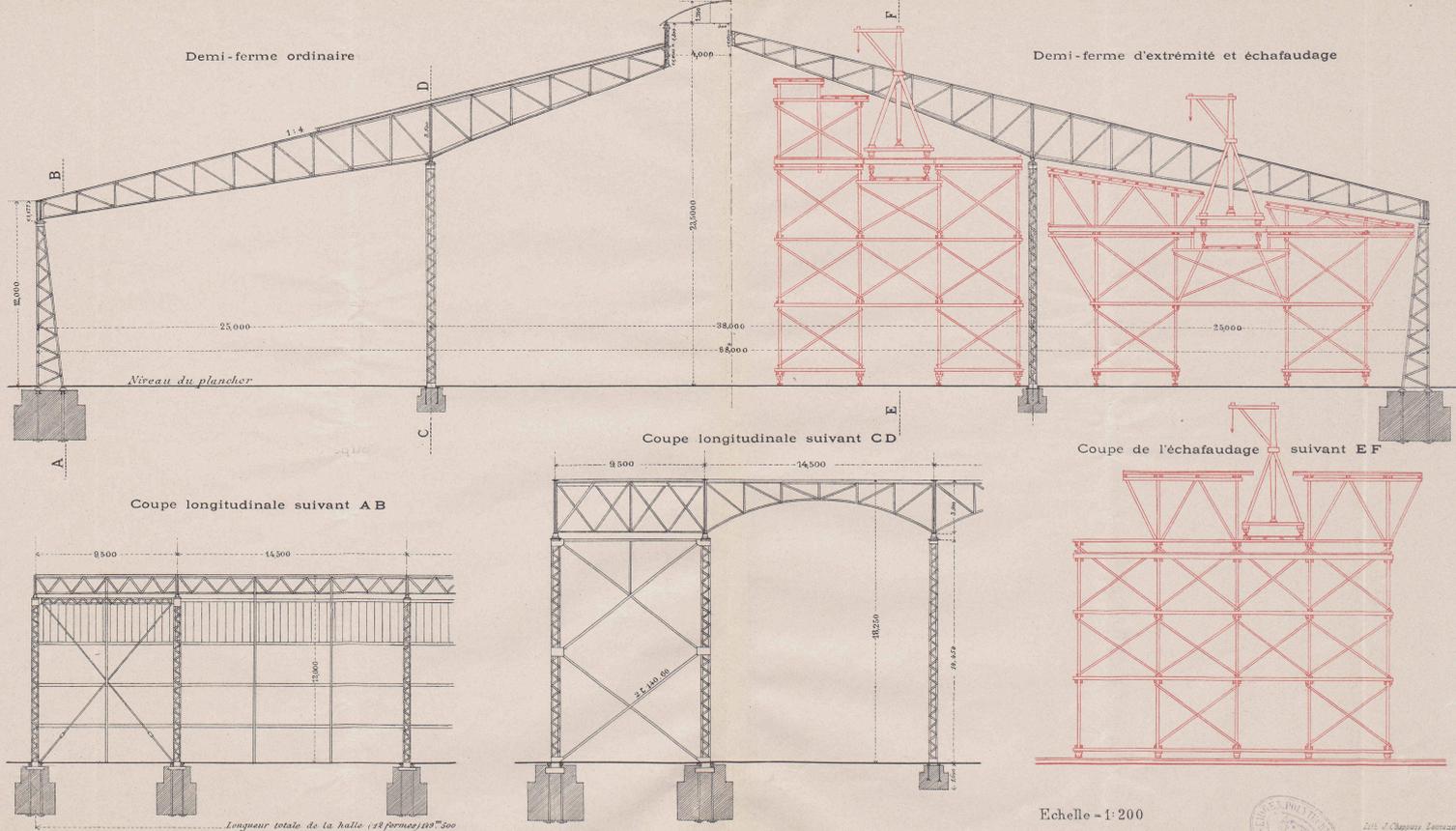
II

Usine élévatoire, mue à la vapeur.

Les experts se prononcent pour des moteurs à vapeur, attaquant chacun directement une pompe.

Le système comporterait : pour la première période, trois groupes, dont un de réserve, capables d'élever chacun 3000 l. à la minute et, pour la seconde période, deux groupes de 3000 l. en plus (ou un groupe de 6000 l.)

Dans l'éventualité de l'amenée ultérieure d'une force motrice électrique, il serait établi de nouvelles pompes commandées chacune par un moteur électrique indépendant et le premier système servirait d'auxiliaire ou de réserve pour le second.

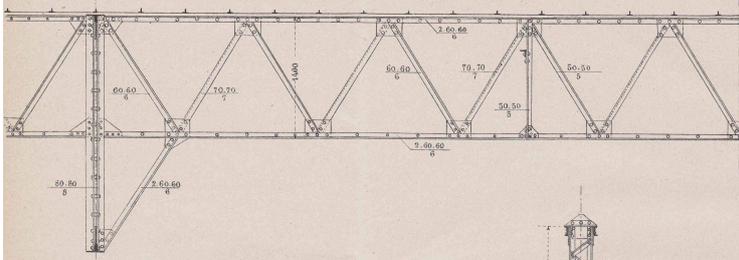


Longueur totale de la halle (24 fermes) 110^m 500

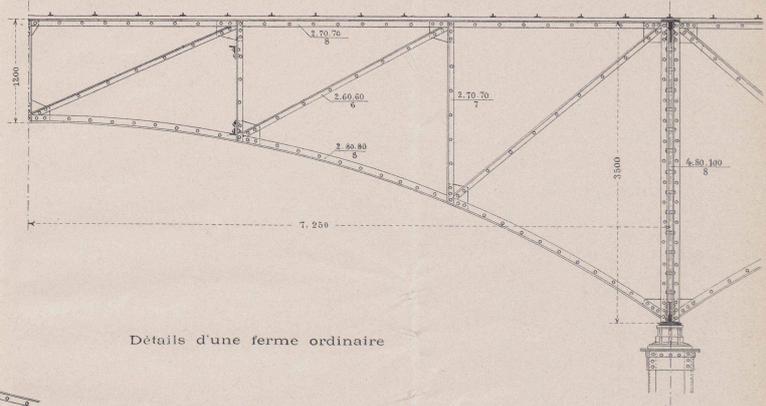
Constructeurs : MM. Th. BELL & C^{ie} A Kriens, Lucerne



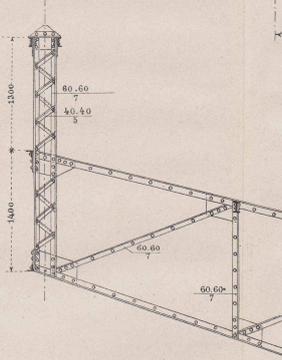
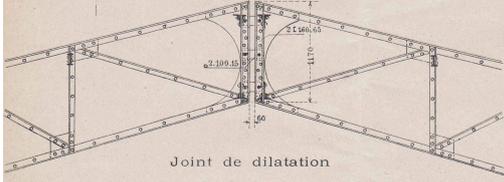
Demi-panne ordinaire



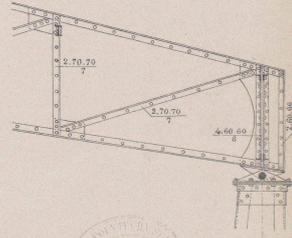
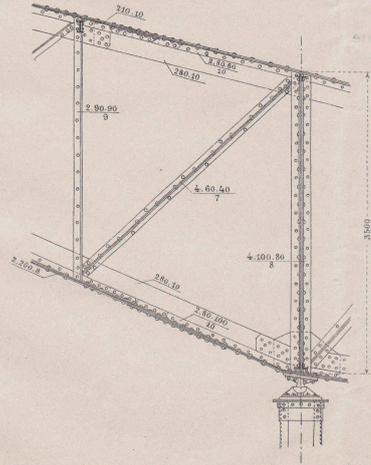
Demi-panne cintrée au droit des piliers



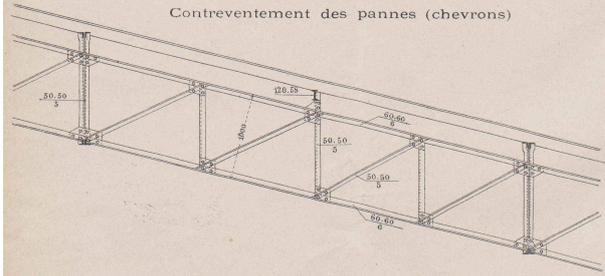
Joint de dilatation
d'une ferme d'extrémité



Détails d'une ferme ordinaire



Contreventement des pannes (chevrons)



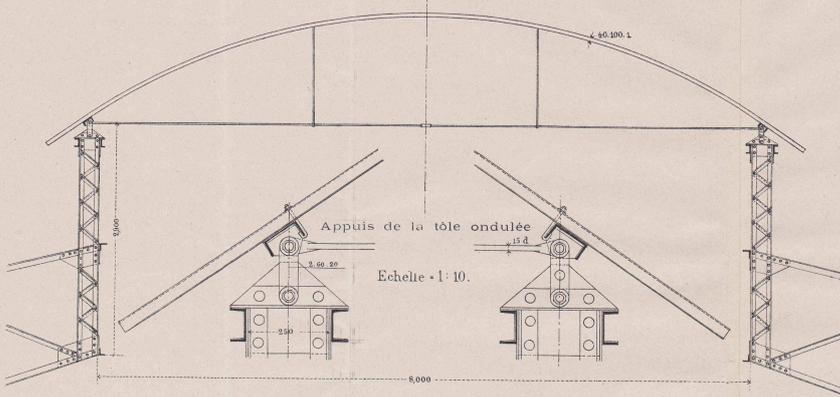
Echelle - 1:40



Léon J. Chappuis

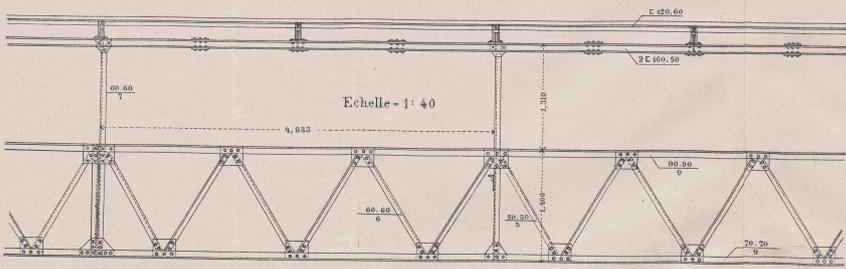
Coupe transversale du lanterneau

Echelle - 1:40.



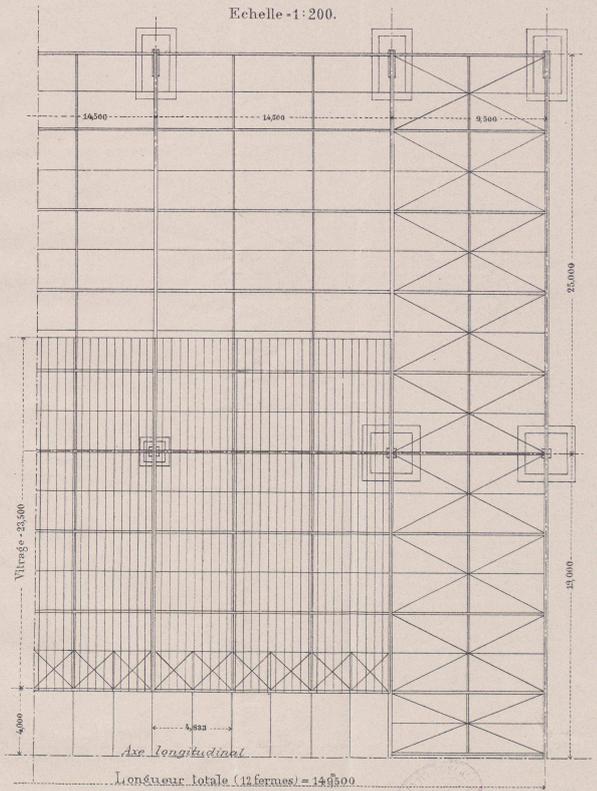
Coupe longitudinale du lanterneau

Echelle - 1:40



Partie du plan indiquant le contreventement

Echelle - 1:200.



Léon J. Chapuis