

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 2 (1876)
Heft: 4

Artikel: Le tube expérimental pour la propulsion pneumatique, construit en 1876 à Plainpalais (Genève)
Autor: Guiguer de Prangins, Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-3968>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.07.2025

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

3° *Assainissement de la plaine de l'Orbe.* La plaine de l'Orbe est arrosée par un grand nombre de cours d'eau, dont les plus importants sont l'Orbe et le Talent.

Depuis 1854 il a été entrepris de grands travaux dans le but d'assurer un écoulement prompt et direct, soit aux eaux répandues dans la plaine, soit aux rivières et torrents qui la traversent.

Les travaux exécutés de 1854 à 1864 sont les suivants :

Rectification du Buron sur une longueur de	1 ^k 395 ^m
Rectification du Bey » » » »	2 529
Rectification de la Brinaz » » » »	500
Ouverture d'un canal de dessèchement dans la partie orientale de la plaine sur une longueur de	5 760
Ouverture d'un canal dans la partie occidentale, sur une longueur de	2 400
Développement total des canaux ouverts jusqu'en 1864	12 ^k 284 ^m

Les travaux suspendus en 1864 dans l'attente de l'exécution des travaux de la correction des eaux du Jura vont être repris et comprendront encore :

La rectification de l'Orbe sur 8 k. 500 m., la construction d'un barrage de prise d'eau sur cette rivière et de ses accessoires, la rectification du Talent sur 5700 mètres

Le prolongement du canal oriental sur 4 k. 560 m. et du canal occidental sur 6 k. 840 m

Développement total, 37^k 884^m

La dépense totale, y compris les ouvrages déjà exécutés, s'élèvera à environ 1 200 000 fr.

L. G.

25 décembre 1875.

NOTE. A la présente notice étaient joints cinq albums contenant les dessins et les photographies de dix ponts, de différents systèmes, construits dans le canton de Vaud, de la nouvelle flèche de la cathédrale de Lausanne et un grand nombre d'autres documents concernant l'administration des travaux publics.

CATHÉDRALE DE LAUSANNE

A titre de complément de la note contenue dans le premier numéro du *Bulletin* de cette année, sur la flèche nouvelle de la cathédrale de Lausanne, nous donnons aujourd'hui une deuxième vue photographique de cette flèche.

Cette vue a été prise le 24 octobre 1876. (Réd.)

LE TUBE EXPÉRIMENTAL

pour la propulsion pneumatique, construit en 1876
à Plainpalais (Genève).

NOTICE PAR CH. GUIQUER DE PRANGINS, INGÉNIEUR.

Depuis un certain nombre d'années, divers ingénieurs se sont occupés de l'application des forces motrices naturelles à la traction sur les chemins de fer. Cette question, en effet, présente un haut intérêt, et c'est à juste titre qu'elle préoccupe le monde scientifique et technique. Parmi les moyens de traction qui ont fait et font encore l'objet de sérieuses recherches, on remarque deux systèmes généraux : la traction par câbles et la propulsion pneumatique. La traction par câbles a été expé-

rimement à diverses reprises et le nom de M. Agudio est bien connu des ingénieurs, ainsi que ses persévérants et laborieux essais. Mais, c'est uniquement de la propulsion par l'air comprimé dont nous voulons nous occuper dans cet article. Elle peut se faire de deux manières distinctes : par locomotives et par tubes. La traction par locomotives, essayée il y a déjà plusieurs années, est maintenant entrée dans le domaine pratique, ainsi qu'on a pu le constater par les résultats obtenus au Gothard et dans d'autres cas sur lesquels nous aurons peut-être l'occasion de revenir un jour. Reste la traction par tube qui présente deux systèmes :

1° Le wagon tout entier fait piston dans le tube qui prend alors les dimensions d'un tunnel ; on conçoit que le coût d'un pareil tube soit considérable ; de plus, dans ce système expérimenté à Sydenham, et proposé par M. Bergeron, on ne fait travailler l'air qu'à faible pression, le rendement est alors médiocre et hors de proportion avec le coût de la ligne.

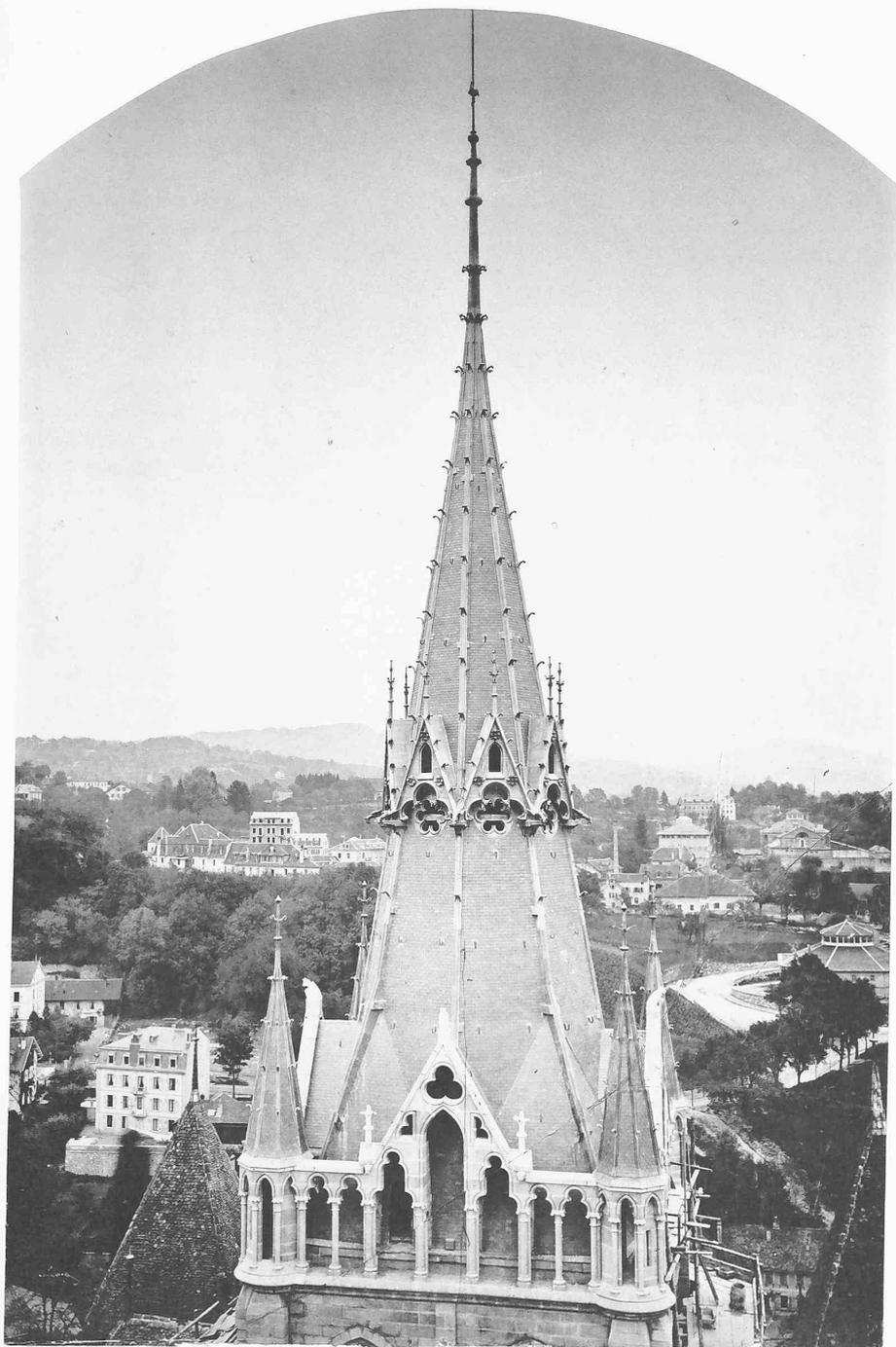
2° La traction par un tube extérieur au train, tube dans lequel l'air agit à haute pression.

La compression de l'air a fait de grands progrès par les études de MM. Colladon, de Sommeiller, de Daigremont, de Berrens, d'Edwards ; grâce aux remarquables résultats atteints par M. Colladon, le savant professeur de Genève, la production de l'air comprimé est un fait acquis au domaine pratique et industriel. La question de la production économique de l'air comprimé n'étant plus mise en doute, les recherches se sont portées sur l'obturation parfaite de la fente longitudinale du tube par laquelle doit passer la barre d'attelage reliant le piston moteur avec le train qu'il doit entraîner. Longtemps la solution de ce problème parut douteuse, mais les idées de M. l'ingénieur cantonal Gonin, appliquées avec habileté au tube de Plainpalais par M. l'ingénieur Th. Turrettini, nous paraissent résoudre la question d'une manière éminemment pratique et complète. C'est de la construction et du fonctionnement du tube expérimental de Plainpalais que nous allons avoir l'honneur d'entretenir nos lecteurs.

1° *Description du tube et de la soupape de fermeture.* (Pl. I, fig. 1, 2, 3.)

a) *Tube.* (Fig. 1.) — Le tube de Plainpalais est en fonte. Il se compose d'un tuyau T de 250 millim. de vide et d'une épaisseur de parois de 12 millim. Ce tube porte à sa partie supérieure et dans toute sa longueur une ouverture trapézoïdale qui sert de siège à la soupape. Le tube est renforcé tous les mètres par une nervure N qui sert en même temps de point d'appui aux rails supportant le chariot-guide. Les nervures placées aux extrémités de chaque tronçon de tube, qui a 2 mètres de long, servent de brides d'assemblage. L'intérieur du tube est soigneusement alésé ; les surfaces YZ sont rabotées pour recevoir le plus exactement possible les bords de la soupape. Construit dans ces conditions, le tube pèse environ 200 kilogr. le mètre courant.

b) *Soupape.* (Fig. 1.) — La soupape X, qui forme le point le plus essentiel du système, se compose d'une bande de bois en forme de coin A, sur laquelle vient s'appliquer une lanière de cuir C qui suit exactement tout son pourtour. Ce cuir est maintenu sur la bande de bois par deux lames de fer forgé, l'une inférieure B de section trapézoïdale, l'autre supérieure B' en forme de goutte de suif. Ces deux lames en fer, la bande de bois et la lanière de cuir sont fortement serrées ensemble par



Cathedrale de Lausanne.

Vue photographique des travaux de la flèche le 24. Octobre 1876.

Prise par A. Bauernheimz Photo.

Seite / page

36(3)

leer / vide /
blank

TUBE PNEUMATIQUE EXPÉRIMENTAL construit à Plainpalais.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE DES INGÉNIEURS & DES ARCHITECTES. DÉCEMBRE 1876.

Pl. I

SECTION DU TUBE ET DE LA SOUPE

fig. 2.

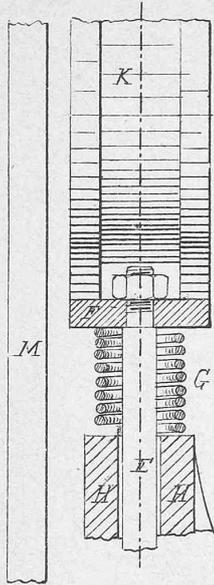
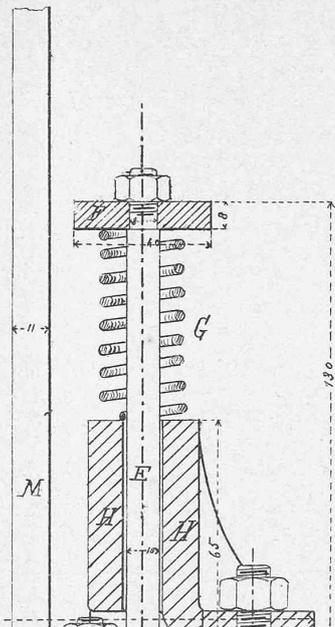
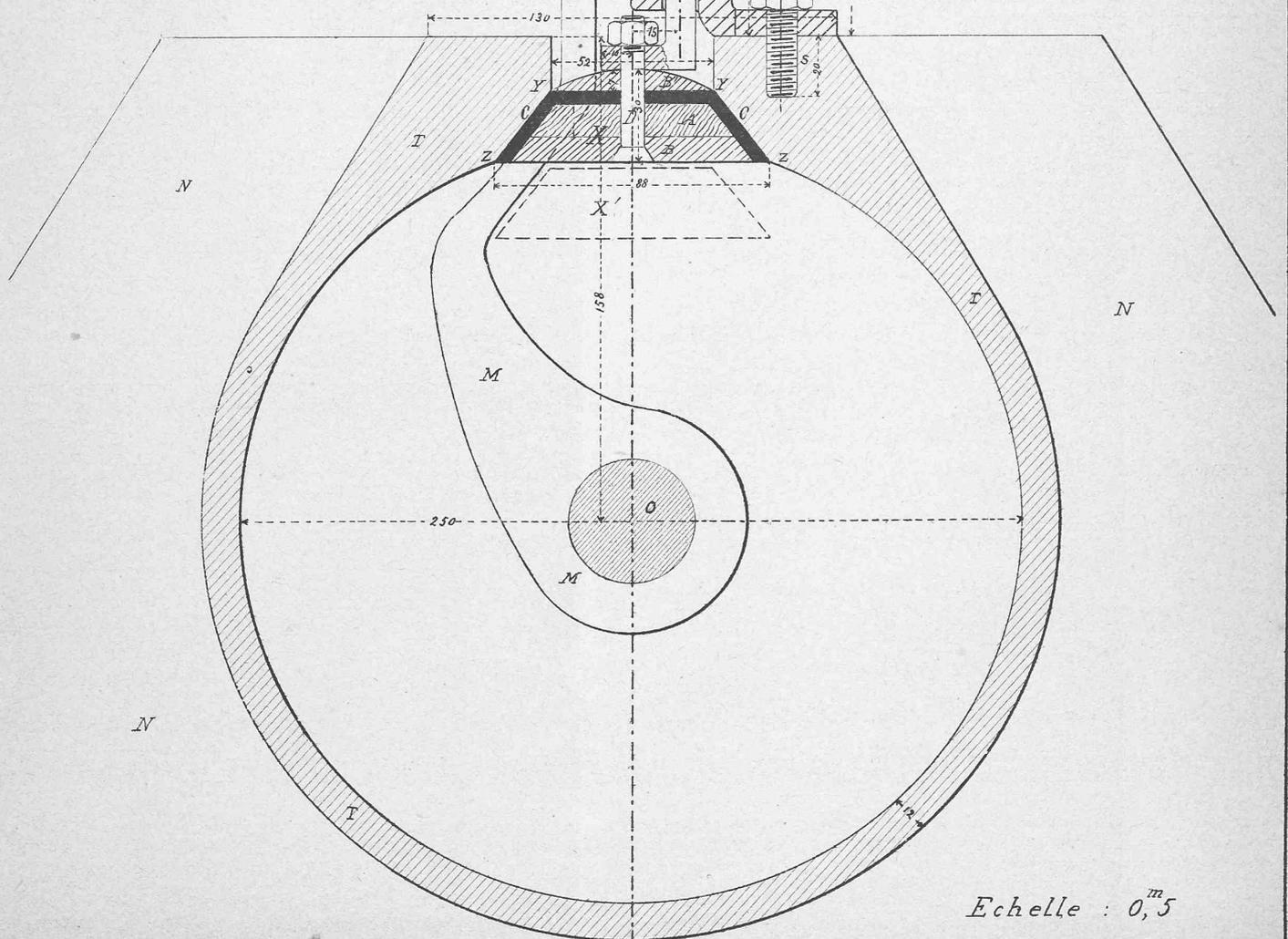
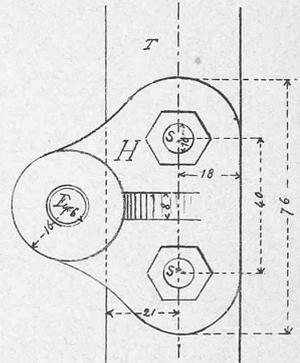


fig. 1.



Plan du support H.

fig. 3.



Echelle : 0,5

Seite / page

36(5)

leer / vide /
blank

Seite / page

leer / vide /
blank

Seite / page

36 (9)

leer / vide /
blank

une vis à tête noyée D. Il va sans dire que les faces droite et gauche de la bande de cuir viennent s'appliquer exactement contre les lèvres YZ de la fente longitudinale pratiquée à la partie supérieure du tube.

Nous devons maintenant expliquer comment la soupape s'ouvre à temps pour livrer passage à la barre d'attelage du piston.

La soupape X (fig. 1) est reliée au moyen des vis D à une série de tiges coudées E qui sont maintenues par des supports-guides en fonte H, fixés au méplat du tube par des boulons prisonniers S. L'extrémité supérieure des tiges E porte un collet sur lequel vient reposer une bande F en fer méplat fixée aux tiges E au moyen d'écrous. Entre la face inférieure de la plate-bande F et la partie supérieure du support-guide H est placé un fort ressort à boudin G, entourant la tige E. Ce ressort a pour effet de relever constamment la plate-bande F et, par conséquent, la soupape X à laquelle elle est liée par l'intermédiaire de la tige coudée E. La position X de la soupape est donc la position normale au repos.

Sur la plate-bande F roule un galet muni d'une gorge qui laisse passer les écrous fixant la bande F à la tige E. Ce galet est monté sur un axe horizontal et fixé (à Plainpalais) à la barre d'attelage M de façon à ce qu'il appuie sur la bande F et la fasse s'abaisser d'une quantité suffisante pour que la soupape descende et laisse passer la barre d'attelage qui est elle-même fixée à la tige du piston et en avant de ce dernier. Le jeu de l'appareil est facile à comprendre. La fig. 1 montre la position normale de la soupape, du boudin et du galet; la fig. 2 fait voir la plate-bande F abaissée, le boudin comprimé; la soupape suit le mouvement de la bande F à laquelle elle est liée par les tiges E; la fig. 3 représente le plan du support-guide H.

2° *Description du piston.* (Pl. II.) — Le piston se compose de cinq rondelles en cuir embouti E, qui sont maintenues entre des disques évidés en fonte C, serrés eux-mêmes entre l'embase de la tige AB du piston et la rondelle D pressée par un écrou. A l'autre extrémité de la tige AB se trouve une seconde embase contre laquelle vient buter le manchon M de la barre d'attelage F. Enfin, à l'extrémité B de la tige vient se placer une pièce en fonte H, formant trois sortes de petits paliers faisant entre eux des angles de 120 degrés et destinés à recevoir trois galets en fonte G. La pièce H ainsi que le manchon M sont serrés contre l'embase de la tige du piston par une rondelle en fer D' et un écrou. Les galets G (pl. II et III) qui doivent rouler contre la surface interne du tube pneumatique sont destinés à maintenir toujours exactement centrée la tige du piston, et par suite le piston lui-même; la barre d'attelage est aussi, par ce fait, maintenue dans sa position normale. La position des galets par rapport à la soupape montre clairement qu'ils ne sont aucunement destinés à agir sur elle: contrairement aux autres systèmes de tube pneumatique expérimentés jusqu'ici, le tube de Plainpalais ne comporte point de galet fermeur, l'air comprimé suffisant à ce service.

La barre d'attelage F (pl. I, fig. 1 et pl. II) est en fer forgé. Elle est de forme plate, doublement recourbée pour passer facilement entre la lèvre gauche de la fente du tube et la soupape, et pour ne pas gêner l'abaissement de celle-ci. A la partie inférieure de la barre d'attelage est forgé un manchon M dans lequel pénètre à frottement l'extrémité de la tige du piston. Ce manchon, comme nous l'avons dit plus haut, est

serré contre l'embase de la tige du piston par la pièce H, la rondelle D' et l'écrou qui se place au bout de la tige AB.

Dans le tube de Plainpalais, on a mis deux pistons semblables à celui que nous venons de décrire aux extrémités de la même tige et à égale distance de la barre d'attelage: nous reviendrons là-dessus un peu plus tard.

Nous allons maintenant décrire succinctement la marche de l'appareil.

Marche de l'appareil. — L'air comprimé est produit par un petit compresseur placé dans l'atelier de montage de l'usine de M. Turretini et mû par la transmission générale. Ce compresseur qui donne 3 litres d'air par coup de piston envoie l'air dans un réservoir d'environ 6 mètres cubes, où il le comprime jusqu'à 5 atmosphères. De là l'air est pris par un tuyau en fer qui le conduit au tube pneumatique. Le tube a 40 mètres de long et est horizontal. Il est fermé aux deux bouts; un petit tuyau de fer met en communication la conduite principale d'air comprimé avec l'extrémité antérieure du tube pneumatique, de façon que l'air comprimé peut être facilement, par une simple manœuvre de robinets, conduit en avant ou en arrière du piston. Nous avons dit plus haut que le piston, à Plainpalais, était double, voici pourquoi: le tube expérimental ayant dû être placé horizontalement à cause de la configuration du sol, le mouvement du piston doit pouvoir se faire dans les deux sens; on fait agir l'air comprimé pour chasser ce piston du point de départ, et ensuite pour l'y faire revenir. De là la nécessité d'avoir deux pistons montés sur la même tige et agissant à double effet.

Lorsqu'on ouvre à l'air comprimé l'entrée postérieure du tube, le piston part d'abord avec une vitesse considérable, qui va en se ralentissant peu à peu. Ce ralentissement vient de ce que le tube étant fermé aux deux bouts, il se forme en avant du piston un matelas d'air qui s'oppose à la propulsion du piston; on doit alors ouvrir à l'extrémité antérieure du tube un robinet qui laisse s'échapper l'air contenu en avant du piston; à mesure que cet air se répand dans l'atmosphère, le piston continue sa marche et il suffit de fermer le robinet précité pour l'arrêter presque instantanément.

Une manœuvre inverse et facile à concevoir ramène le piston à son point de départ. Nous avons dit que le piston part d'abord avec une grande vitesse et que celle-ci se ralentit peu à peu, à cause de la résistance que lui fait éprouver l'air en fermé devant lui: nous avons expliqué ce décroissement de vitesse, il nous reste à dire deux mots des saccades que subit le piston dans la seconde partie de sa marche. Ces saccades viennent de ce que, à Plainpalais, le piston n'a à entraîner que lui-même, soit un poids minime comparé à celui qu'il devrait remorquer dans une application industrielle du système. Les frottements afférents au piston restent sensiblement les mêmes, que celui-ci soit chargé ou non; on conçoit donc aisément qu'ils agissent plus énergiquement sur une faible masse que sur une grande; c'est là le cas à Plainpalais et telle est la cause des soubresauts que l'on a pu remarquer dans la marche du piston.

Nous avons dit que, généralement, l'air atteignait dans le tube de Plainpalais la pression de 5 atmosphères: on a été jusqu'à 12 atmosphères; même sous cette forte pression l'étanchéité de la soupape était parfaite, ce qui du reste ressort clairement des dispositions mêmes de la soupape: plus la pression dans le tube est élevée, plus la soupape qui présente à l'inté-

rieur du tube sa plus large face est pressée fortement contre les lèvres du tube; dans les expériences plusieurs fois répétées de Plainpalais, le manomètre fléchissait d'une quantité insignifiante, la pression étant maintenue dans le tube une fois le piston arrêté. Ce fait prouve à quel faible taux se montent les fuites par la soupape et les divers joints du tube.

Telles sont en peu de mots les principales dispositions du tube et de la soupape expérimentés à Plainpalais. Les expériences faites ont démontré jusqu'à l'évidence la possibilité d'obtenir, pratiquement et industriellement parlant, l'obturation complète de la fente du tube pneumatique. Nous venons de décrire la manière dont est construit le tube de Plainpalais : nous aurons l'honneur, dans un prochain article, de donner quelques détails mathématiques et théoriques sur l'application à la traction effective d'un train du système sur les essais duquel nous avons essayé d'attirer l'attention de nos lecteurs.

**TARIF D'HONORAIRES DES ARCHITECTES
de la section de Genève.**

M. Adolphe Gautier, président de la section genevoise de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, nous communique le tarif d'honoraires que les architectes de cette section ont adopté. Nous nous empressons, avec son autorisation, d'en donner connaissance à nos lecteurs.

Art. 1^{er} Les honoraires sont basés sur la valeur de la construction, telle qu'elle ressort des comptes arrêtés par l'architecte; toute fourniture en nature ou en ouvrage, faite par le propriétaire, sera estimée.

Art. 2. L'architecte peut réclamer, pendant l'exécution, des à-comptes sur ses honoraires à proportion de l'avancement des travaux. Le solde sera payé après le règlement définitif des comptes.

Art. 3. Tous les dessins originaux appartiennent à l'archi-

tekte; le client peut réclamer pendant le cours des travaux le double des plans, coupes et élévations.

Art. 4. Les différents travaux sont divisés en deux classes, basées sur la somme plus ou moins grande de connaissances et de travail qu'ils exigent de la part de l'architecte.

La première classe comprend :

1^o Le mobilier, les travaux de décoration intérieure ou extérieure, les tombeaux, chapelles, kiosques, pavillons, etc.

2^o Les maisons privées ou locatives avec façades en pierre de taille ou décoration intérieure riche, les constructions destinées à des établissements particuliers ou publics, tels que : cercles, banques, hôtels, casinos, musées, hôtels de ville, églises, bâtiments d'instruction publique supérieure, théâtres, etc.

La seconde classe comprend :

Les constructions courantes, telles que : maisons locatives ou maisons bourgeoises simples, bâtiments industriels ou ruraux, écoles primaires, hospices, prisons, casernes, mairies de campagne, etc.

Art. 5. Dans le cas d'expertises ou de consultations, les honoraires s'estiment par vacations fixées comme suit :

Une journée..... 50 francs.

Demi-journée..... 25 »

Le temps nécessaire au déplacement sera compté dans celui des vacations et les frais occasionnés par ce déplacement ou par les courses que nécessitent les travaux à la campagne seront payés séparément.

Genève, le 1^{er} novembre 1876.

Ont signé :

- MM. E. REVERDIN. — A. BOURDILLON. — J. CAMOLETTI. — J.-H. BACHOFEN. — Ch. BOISSONNAS. — H. BOURRIT. — J. COLLART. — Sam. DARIER. — F.-C. DARIER. — J. FRANEL. — A. FALCONNET. — L. FULPIUS. — Ch. GAMPERT. — F. GINDROZ. — E. GOSS. — A. GOUY. — A. GÖTZ. — J. KOCH. — A. KRAFFT. — MATHEY, frères. — E. MERCIER. — S. PITTET. — A. REVERDIN. — L. SAUTTER. — SCHLÆCK-JAQUET. — H. VAUCHER.

1^{re} CLASSE

VALEUR DE LA CONSTRUCTION	TOTAL des honoraires	Plans et élévations	Devis	Plans et détails d'exécution	Direction des travaux	Vérification des Mémoires
Jusqu'à fr. 5 000.....	10 %	30	40	25	25	10
» 25 000.....	8 %					
» 50 000.....	7 %					
» 300 000.....	6 %	20	15	20	25	20
Au delà.....	5 %					

Sur 100 francs d'honoraires.

N. B. Les travaux en sous-œuvre et les réparations ou restaurations compliquées rentreront dans le tarif de la première classe.

2^e CLASSE

VALEUR DE LA CONSTRUCTION	TOTAL des honoraires	Plans et élévations	Devis	Plans et détails d'exécution	Direction des travaux	Vérification des Mémoires
Jusqu'à fr. 25 000.....	6 %	20	15	20	25	20
» 300 000.....	5 %					
» 800 000.....	4 1/2 %					
Au delà.....	4 %					

Sur 100 francs d'honoraires.