

Objekttyp: **Miscellaneous**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **38 (1912)**

Heft 5

PDF erstellt am: **25.09.2024**

### **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.

## CHRONIQUE

## Les chemins de fer anglais et la grève.

La grève du personnel des chemins de fer anglais est loin d'avoir entraîné, comme on aurait pu le craindre, un fléchissement général des recettes: 7 grandes compagnies, dont les rapports de gestion sont étudiés dans *l'Engineering*, ont enregistré de notables augmentations des recettes par rapport à la période correspondante de l'année précédente. Nous citons quelques chiffres:

	Augmentation des recettes.	Augmentation des dépenses.	
North-Western	221 102 £	22 6371 £	(dont 160,000 affectées au relèvement des salaires)
North-Eastern	16 400 »		de plus qu'en 1907, qui présentait un maximum.
Great-Central	10 900 »	27 367 »	
Great-Eastern	77 770 »	77 926 »	(dont 40,000 pour relèvement des salaires)
South-Eastern	83 000 »	42 000 »	

Plusieurs chemins de fer ont vu diminuer le nombre de leurs voyageurs, le North-Western par exemple, qui, malgré qu'il ait transporté en 1<sup>re</sup> et 3<sup>e</sup> classes 908 000 personnes de moins que l'année précédente, n'en a pas moins réalisé une plus-value de 84,241 £ sur les recettes voyageurs de ces deux classes. Ces voyageurs sont donc moins nombreux, mais le trajet moyen effectué par chacun d'eux a augmenté.

Les chemins de fer anglais ont traversé, de 1900 à 1904, une crise grave causée par l'augmentation du prix du matériel et du combustible, par le relèvement des salaires et la réduction simultanée du nombre d'heures de travail et par les énormes dépenses de capital affectées à des extensions et améliorations. De 1905 à 1911, ces dernières dépenses ont été considérablement réduites et on a ajourné des travaux très utiles dont l'exécution contribuerait certainement à développer le trafic. L'état d'insécurité résultant de la grève rendra encore plus difficile aux compagnies l'acquisition de nouveaux capitaux et c'est peut-être la conséquence la plus sérieuse de la perturbation qu'ont subie les chemins de fer anglais en août 1911.

## Les chemins de fer belges.

Les chemins de fer de l'Etat belge ne font pas de brillantes affaires. En 1909, les soldes accumulés de tous les exercices, depuis l'année 1835, atteignaient un actif de 24 millions seulement, avec un coefficient d'exploitation de 67.46 %. La situation s'est un peu améliorée en 1910, grâce aux plus-values occasionnées par l'exposition universelle de Bruxelles. Voici les principaux résultats de l'exploitation pour 1910: l'excédent des recettes sur les dépenses a été de Fr. 104 523 312 qui a laissé un boni de Fr. 4 264 610, toutes charges financières déduites. Le revenu du capital utile moyen ressort à 3.80 % (3.40 % en 1909) et le coefficient d'exploitation à 66.21 %.

Mais ici, encore plus que pour d'autres chemins de fer, il faut se garder d'apprécier brutalement ces chiffres d'après leur grandeur absolue. Les chemins de fer de l'Etat belge faisant partie intégrante d'un ministère, sont dépourvus d'autonomie; ils n'ont émis aucun titre de rente, ne possèdent

ni fonds de réserve, ni fonds de retraite et leur produit tout entier alimente le budget du ministère. L'Etat joue le rôle de banquier des chemins de fer dont les charges, dans ces conditions, ne peuvent guère être établies qu'en ayant recours à une fiction. Ainsi, on trouve à la page 102 du *Comptendu pour 1910 des opérations du ministère belge des chemins de fer, postes et télégraphes*, une statistique intitulée « Soldes annuels de l'exploitation dans l'hypothèse de l'existence d'un compte-courant d'intérêts avec le Trésor considéré comme le banquier des chemins de fer ». On y remarque que le taux de l'intérêt est descendu de 4 % en 1880 à 3.117 % en 1910 et que les soldes accumulés, « en tenant compte des intérêts », atteignent, en 1910, un passif de 94 1/2 millions.

M. Colson voit dans ce piètre résultat « un exemple assez probant du coût plus élevé d'une exploitation en régie ». « L'élévation constante du coefficient d'exploitation, disait-il en 1908 dans son ouvrage *Transports et Tarifs*, suscite dans les Chambres belges des plaintes très fréquentes. » Le gouvernement a fini par s'émouvoir et a nommé tout récemment une commission qui va rechercher les moyens d'obtenir une exploitation plus économique. Il est question de conférer à l'administration des chemins de fer une large autonomie dans l'espoir qu'étant plus libre de ses mouvements, elle deviendra apte à une gestion vraiment commerciale. H. D.

## Résultats du concours pour le bâtiment de l'Ecole de Commerce, à Lausanne.

1<sup>er</sup> prix: Projet « Père Picquand », auteurs MM. *M. Schnell* et *Ch. Thévenaz*, architectes à Lausanne. Fr. 2500.

2<sup>e</sup> prix: Projet « Large » auteur *M. A. Froelich*, architecte à Charlottenbourg. Fr. 2000.

3<sup>e</sup> prix: Projet « Mahomet », auteur *M. O. Oulevey*, architecte à Lausanne. Fr. 1500.

4<sup>e</sup> prix: Projet « Orientation S.-E.-Sud-S.-O. », auteur *M. Ch. Güntherl*, architecte à Vevey. Fr. 1250.

5<sup>e</sup> prix: Projet « Rasta », auteurs MM. *Vuilleumier* et *Godet*, architectes à Paris. Fr. 750.

L'exposition des projets est ouverte au public, dans le bâtiment de l'Ecole normale, au Bugnon, dès vendredi 1<sup>er</sup> mars au vendredi 15 mars, de 11 heures du matin à 5 heures du soir.

Concours pour le bâtiment des Salles populaires, à Montreux.<sup>1</sup>

Nous publions à la page 59 le projet de *M. Schorpp* qui a obtenu le 3<sup>e</sup> prix.

Appareil de sauvetage pour aviateur.  
Brevet Paul Wullième — (17 avril 1911).

Il n'est pas d'habitude jusqu'ici que notre *Bulletin* s'occupe de l'aviation et de ses périlleux engins, il a assez à faire à penser à tout ce qui se passe sur la mappemonde terrestre en fait d'arts techniques sans s'élancer dans les airs, et, d'ailleurs, l'aviation a ses organes attitrés et possède déjà toute une littérature. — Nous croyons cependant pouvoir

<sup>1</sup> Voir N° du 10 février 1912 page 34.

intéresser nos collègues en leur décrivant l'appareil de sauvetage pour aviateur, inventé par notre jeune compatriote vaudois et ami, *Paul Wullième*, de Salavaux.

Nous décrivons l'appareil breveté le 17 avril 1911 (brevet suisse N° 50003), ainsi qu'un perfectionnement résultant des premiers essais, qui a été consacré par la pleine réussite obtenue aux derniers essais de Fribourg, le 10 septembre écoulé.

Le principe consiste dans le déploiement rapide au moyen d'air comprimé, d'une couronne formant parachute; le conduit d'air se sépare du réservoir en se fermant à l'extrémité, au moment où le parachute, enlevant l'aviateur, se détache de l'aéroplane qui vient s'abîmer sur le sol.

Au début, l'inventeur proposait un ballonnet à gaz plus léger que l'air, combiné avec une toile se développant au-dessus en forme de parachute, mais il reconnut que la force ascensionnelle du ballonnet ne pouvait être suffisante, sans donner à celui-ci une dimension impraticable et de meilleurs résultats furent obtenus par une grande couronne se gonflant à l'air comprimé. — Le principe de l'engin Wullième se rapproche très sensiblement de celui indiqué par *M. Ch. Bouchard* dans une note présentée à l'Académie des sciences, et dont la *Feuille d'Avis de Lausanne* du 7 novembre donnait un résumé sous le titre « Aviation » et la signature de *M. Dorigny*.

#### Description du 1<sup>er</sup> dispositif à ballonnet (1910).

L'appareil de sauvetage, calculé pour soutenir une personne de 70 kg., comporte un parachute, avec une enveloppe souple, replié sur le fuselage, relié d'un côté par un conduit à un récipient contenant un gaz plus léger que l'air, comprimé sous un faible volume, et, d'autre part, à l'aide de cordages, à une ceinture à attacher à l'aviateur. Une manette à portée de celui-ci lui permet, au moment tragique, par un mouvement simple et unique, d'ouvrir le récipient à gaz et de détacher le parachute tout en coupant l'allumage du moteur.

Nous prions le lecteur de se reporter aux figures I, 2 et 3 ci-après pour saisir la construction et le fonctionnement.

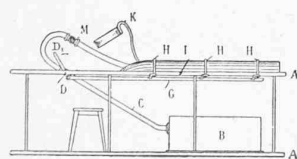


Fig. 1.

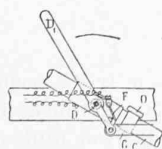


Fig. 3.

La lettre *A* représente le bâti du fuselage de l'aéroplane.

» *B* » le réservoir en acier du gaz comprimé, de préférence l'hydrogène.

» *C* » le conduit en métal allant du réservoir à la soupape *N*.

» *D* » le robinet qu'ouvre le pilote en tirant à lui la manette *D*<sub>1</sub>.

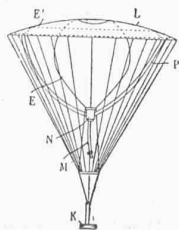


Fig. 2.

La lettre *E* représente l'enveloppe souple en toile de ballon et *E*<sub>1</sub> la couronne idem qui se développent soudainement par l'action du gaz.

» *F* » l'interrupteur du courant de l'allumage du moteur.

» *G* » la barre mobile qui libère les attaches *H* du parachute replié sur le fuselage sur un support ad hoc *I*.

» *K* » la ceinture à attacher sous les bras du pilote; elle est reliée par des cordages à la toile du parachute *L*.

» *M* » un dispositif d'accouplement démontable comme ceux des freins continus de wagons.

» *O* » un manomètre placé devant le pilote.

Le fonctionnement est très simple: l'aviateur, jugeant venu le moment où sa sécurité exige sa séparation immédiate de son aéroplane, tire à lui la manette *D*<sub>1</sub> d'où résultent simultanément: le coupage de l'allumage du moteur, le détachement des toiles repliées sur le fuselage et le passage du gaz comprimé dans le ballonnet et l'enveloppe annulaire *E*<sub>1</sub> qui se gonflent et déploient le parachute. En ce faisant, le conduit fixé à l'enveloppe est entraîné en haut en décrivant une rotation autour de *M* qui découple le joint. La pression du gaz ferme aussitôt la soupape *N* et l'appareil de sauvetage se trouve séparé en deux parties: le récipient à gaz, avec la première partie du conduit restent attachés à l'aéroplane, qui tombe, pendant que le parachute déployé enlève le pilote de son siège et descend à une allure sinon douce, préservant au moins celui-ci de la mort. C'est là du moins l'avis exprimé par plusieurs pilotes éprouvés qui assistaient aux essais.

L'inventeur n'a pas tardé à reconnaître qu'en pratique l'on pouvait se dispenser du ballonnet qui exige l'emploi d'un gaz spécial plus léger que l'air tel que l'hydrogène ou le gaz d'éclairage, que l'on n'a pas toujours sous la main.

En effet, les deux éléments équilibrant la chute étant:

1° la force ascensionnelle du ballonnet;

2° la résistance de l'air sous le parachute déployé.

On voit ci-dessous que le premier élément n'a guère que le 1/6<sup>e</sup> de l'effet utile du second.

La force ascensionnelle d'un ballonnet *V*, plein d'hydrogène

est de:  $V (1,293 \text{ k.} - 0,090 \text{ k.}) = V \times 1,203 \text{ k.} = F$ . (formule exacte pour  $T = 0^\circ$  et  $p = 760 \text{ mm.}$ ), soit pour  $V = 10 \text{ m}^3$  hydrogène,

le rayon sphère =  $\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = 1,45 \text{ m.}$  et  $F_1 = 12 \text{ kg.}$

La résistance de l'air du parachute est d'une détermination complexe; elle est proportionnelle au carré de la vitesse, à la surface de la toile déployée, et à un coefficient dépendant de l'atmosphère, de la forme du parachute, de la température de l'air, etc. Nous la déduisons approximativement des derniers essais opérés par *M. Wullième* où, pour un poids mort de 75 kg. (sac de sable) + 20 kg. (poids de la toile et des cordages) = 95 kg. et une surface de parachute de 26,4 m<sup>2</sup>, on a chronométré une vitesse de descente d'environ 6 m. à ras

du sol : vitesse que l'on a jugée déjà admissible<sup>1</sup>. C'est donc

$$\frac{95 \text{ k.}}{26,4} = \text{environ } 3,5 \text{ kg. par m}^2.$$

Pour le premier appareil avec ballonnet, l'enveloppe déployée devait donc avoir environ  $24 \text{ m}^2$  de surface (5,5 m. de diam.) et retenait **84 kg.**, soit  $F_2 = 84 \text{ kil.}$ , l'on voit que

$$F_1 = \frac{1}{6} F_2.$$

S'il fallait équilibrer la charge par un ballon à l'hydrogène, sans parachute, il cuberait au moins  $75 \text{ m}^3$ , serait encombrant et n'aurait pas le temps de se remplir, motifs pour lesquels la solution n'a pas été envisagée.

De tous les moyens proposés pour amortir les chutes terribles auxquelles sont exposés les aviateurs, le parachute paraît donc être le plus efficace et le plus pratique. Non pas l'antique parachute inventé par *Blanchard* et à l'aide duquel *Garnerin* descendit le premier; cet appareil consistait en une toile repliée, reliée à une petite nacelle placée dans la grande, par des cordages, et accrochée au filet du ballon par une corde passant sur une poulie, corde qu'il suffisait de lâcher pour abandonner l'aérostat.

Le parachute simple ainsi formé ne peut inspirer grande confiance; il est arrivé qu'il ne s'est déployé qu'irrégulièrement, trop lentement, ou pas du tout. Dans d'autres cas, faute d'avoir pratiqué un orifice au centre, laissant échapper l'air engouffré sous la calotte, celle-ci a pris du balancement et a culbuté.

M. P. Wullième a fait faire un grand pas à la question en imaginant son système de *déploiement automatique* et spécialement son système sans ballonnet, qui a paru pratique et sûr aux aviateurs spectateurs des essais.

2<sup>e</sup> dispositif, soit parachute à air comprimé, semi-automatique. (fig. 4, 5.)

L'appareil modifié comprend un réservoir B à air comprimé à 15 atmosphères, d'une contenance de 2 à 300 litres, fixé à l'aéroplane, d'où l'air passe par un conduit C en métal, muni d'un joint à découplage M, dans une chambre à air que l'on voit développée en forme annulaire E à la fig. 5 et qui sous-tend la toile L d'un parachute d'environ 6 m. d'envergure, percé en son milieu d'un orifice d'échappement.

Le tuyau MN se divise en 3 conduits, de façon à diminuer rapidement la pression d'arrivée de l'air et à gonfler simultanément tout le pourtour. Cette couronne d'air, ainsi équilibrée, offre divers avantages: elle déploie rapidement et uniformément le parachute; elle l'empêche de se refermer en descendant, elle assure la stabilité de l'engin et soutient l'aviateur s'il vient à choir dans une nappe d'eau. La ceinture K est reliée par les cordages O au parachute; M est un dispositif d'accouplement analogue à ceux des wagons de chemins de fer; au bout du conduit NM est une soupape qui se ferme automatiquement après la disjonction. Le câble R, relié à la manette D et à la ceinture K ne fonctionne qu'au cas où le pilote aurait été projeté hors de son siège; le robinet D s'ouvre alors automatiquement et la toile se déploie.

<sup>1</sup> Note sur la vitesse de 6 m. observée. — Elle représente encore chez l'opérateur une perte de force vive de:

$$\frac{1}{2} m. v^2 = \frac{1}{2} \frac{75}{9,8} 6 \times 6 = 132 \text{ kgm.}$$

au moment où la personne touche terre. Mais la chute serait assouplie par l'effet de la force ascensionnelle; il y a là pourtant un avantage du ballonnet, qu'il ne faudrait pas perdre de vue.

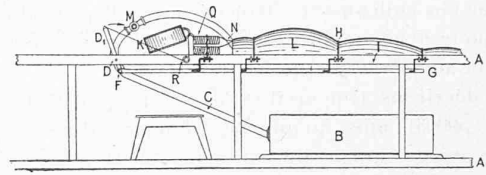


Fig. 4.

A part cela, le fonctionnement, identique à celui qui a été décrit au 1<sup>er</sup> dispositif, reste *semi-automatique* en ce sens qu'il exige l'intervention du pilote pour manœuvrer la manette D. C'est une précaution heureuse, croyons-nous, car il n'est pas à craindre ainsi que le parachute s'ouvre intempestivement. Il y aurait peut-être quelques réserves à faire, cependant, pour les cas où l'aviateur serait surpris et atteint par une explosion ou s'il perdait son sang-froid.

Complétons cette *description* par le calcul suivant:

En appliquant un coefficient déterminé par l'expérience et que nous admettrons comme constant pour simplifier, l'équilibre de l'appareil s'établit comme suit:

$$R = v^2 s. 0 \text{ kg. } 100.$$

R = résistance de l'air pour le parachute proposé;

v = vitesse en m<sup>1</sup> observée aux essais = 6 m. par seconde;

s = surface de la projection horizontale de la toile entièrement déployée en m<sup>2</sup>.

0 kg. 100 = coefficient expérimental pour une surface de toile en forme de calotte sphérique. Le chiffre applicable pour une surface plane n'étant que de 0,075 à 0,080. Le diamètre de la projection horizontale du parachute déployé que l'on a expérimenté était de 5 m. 80, d'où  $s = 26 \text{ m}^2$ . On tire de là  $R = 6 \times 6 \times 26,4 \times 0,100 = 95 \text{ kg.}$  La résistance de l'air retient donc le poids de l'aviateur supposé de 75 kg. et celui du parachute lui-même: 20 kg. Ce dernier poids pourrait être encore réduit probablement à 15 kg.

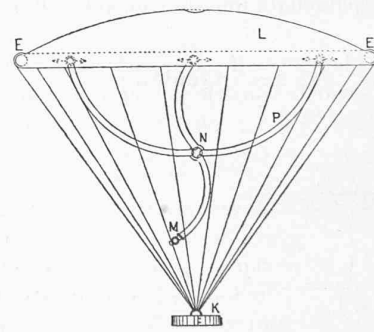


Fig. 5.

Il est intéressant de constater après le triste accident du malheureux inventeur Reichelt qui vient de trouver la mort en essayant son vêtement-parachute à la Tour Eiffel que les conclusions de M. Pierre Brasier, dans l'*Auto-Sport* du 13 février, se vérifient dans notre appareil. M. Brasier, après avoir déploré la méconnaissance des principes les plus élémentaires dans l'engin Reichelt, estime que pour réduire la vitesse de la chute d'un aviateur à 4 m. par seconde, qu'il envisage comme une limite, il faut disposer de  $60 \text{ m}^2$  de surface portante (surface de la toile tendue).

Or une calotte sphérique de ce genre de  $60 \text{ m}^2$  de surface correspond à une projection horizontale d'environ 7 m. 60 de diamètre et nous avons admis 5 m. 80 pour une vitesse de

chute un peu plus grande. La vitesse de 6 m. est encore acceptable. Le choc du poids donné de 75 kg. serait de 132 kgm. mais, en sautant sur le sol, le sujet soutenu par le parachute en atténuerait les effets.

Nous terminerons en citant la narration des derniers essais du 10 septembre, à Pérolles, que donne la *Suisse sportive* du 7 octobre 1911.

« L'administration des Eaux et Forêts a facilité l'essai de » l'appareil Wullième, basé sur le déploiement instantané » par l'air comprimé. Il a eu lieu du haut d'une falaise dominant de 40 m. le petit lac de Pérolles. Le bâti représentant » un fuselage d'aéroplane roule quelques instants sur un plan » incliné avant de s'élaner dans le vide.

» Une bande de toile blanche pliée en longueur sur le » bâti constitue le parachute. Tout à coup, un robinet se déclanche, donne passage à l'air comprimé d'un petit réservoir placé dans le bâti, et l'on voit un grand parachute de » 6 m. de diamètre se déployer subitement comme un éventail.

» Le vent résultant de la vitesse à laquelle tombe le bâti » s'engouffre dans le parachute déployé, l'enlève, ainsi que » sa charge d'environ 70 kg., et comme sa rapidité de descente est relativement faible, on voit le bâti prendre de » l'avance et venir s'écraser sur l'eau, tandis que le parachute n'arrive qu'après et à une allure très rassurante » pour l'aviateur. Il nous a paru que le déploiement ne peut » pas ne pas se produire, car l'air comprimé met sous pression, par gonflement, tout le pourtour du parachute au » bout de quelques secondes. »

Il manque encore, cela est évident, à ces essais la consécration pratique par... un malheur évité. Nous devons souhaiter que les aviateurs suisses examinent de près cette importante invention et accordent l'hospitalité, sur leurs engins aériens, au parachute Wullième.

Lausanne, le 10 décembre 1911.

P. SCHENK.

### Société vaudoise des ingénieurs et des architectes.

3<sup>e</sup> séance ordinaire, le lundi 5 février 1912, à 8 <sup>1</sup>/<sub>4</sub> heures du soir, au Café du Musée, à Lausanne.

Présidence : M. H. Meyer, architecte, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le Président se fait un plaisir d'annoncer que le Conseil fédéral a alloué à la Société Suisse des Ingénieurs et Architectes une subvention annuelle de 5000 fr. pendant huit ans pour la publication de l'œuvre de *La Maison bourgeoise en Suisse*.

M. le Président donne ensuite la parole à M. Dizerens, ingénieur rural, qui nous fait un exposé très instructif sur les améliorations foncières dans le canton de Vaud.

Sur la proposition de M. Meyer, architecte, cette conférence paraîtra dans un prochain numéro du *Bulletin technique*.

De nombreux projets d'assainissement et de remaniement parcellaire intéressent beaucoup l'assemblée.

M. le Président remercie vivement le conférencier qui est chaleureusement applaudi par l'assemblée.

Une discussion non moins intéressante, à laquelle prirent part MM. Meyer, arch. ; Brazzola, arch. ; Petital, ing., et Villard, ing., a suivi cette conférence.

Les membres de notre Société qui désireraient consulter les cahiers des charges et les formules de soumission pour l'exécution de ces travaux spéciaux de drainage voudront bien s'adresser à M. Dizerens, ingénieur, chef de service au Département de l'Agriculture, à Lausanne, qui s'est offert gracieusement de fournir tous les renseignements désirables.

*Propositions individuelles* : M. le Président félicite les lauréats du concours pour la construction du nouveau théâtre de Lausanne, qui tous font partie de notre Société.

Ce succès rejaillit d'éclat sur la Société vaudoise des Ingénieurs et Architectes.

M. le Président prie M. Thévenaz, architecte, de bien vouloir consulter ses collègues pour obtenir si possible dans une de nos prochaines séances une conférence avec exposition des projets primés de ce concours.

M. Thévenaz accepte de faire le nécessaire.

M. le Président interpelle M. Brazzola, architecte, sur l'activité de la commission chargée d'étudier l'établissement par notre Société d'une série de prix des travaux de bâtiment, ainsi que de celle qui s'occupe de l'étude du nouveau règlement sur la police des constructions à Lausanne.

M. Brazzola répond que la première de ces commissions pourra rapporter prochainement ; quant à la seconde, elle a décidé d'envoyer une circulaire à chaque membre de notre Société afin que chacun puisse éventuellement faire des propositions pour l'amélioration de ce règlement.

M. le Président remercie M. Brazzola, architecte.

La séance est levée à 10 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> heures. Etaient présents 17 membres.

### BIBLIOGRAPHIE

**Théorie sur les mouvements qui résultent d'une attraction proportionnelle à la distance et produite par un centre supposé fixe**, par A. Meyer-Jaccoud (Librairie Payot, Lausanne).

Dans cette brochure, l'auteur a cherché à résoudre tout d'abord expérimentalement le problème de trouver le plus grand allongement que produit un poids tombant d'une certaine hauteur libre  $h$  sur un ressort à hélice, fixé à son extrémité supérieure et dont les allongements statiques sont proportionnels aux charges.

Cette question a été étudiée depuis fort longtemps et notamment par Poncelet, mais surtout d'une manière théorique, on a donc commencé par où l'on aurait dû finir. En appliquant le calcul différentiel, on abrège notablement la longue démonstration de Poncelet que celui-ci a exposée, ainsi que tout ce qui se rattache à cette question, dans sa *Mécanique industrielle et expérimentale*, édition 1870, pages 416 à 503 ; en donnant autant d'ampleur à l'étude de cette question, Poncelet a prouvé toute l'importance qu'il y attachait et il le dit nettement à différents endroits de l'ouvrage cité ci-dessus.

On résume toute la théorie de Poncelet en disant qu'il considère le mouvement oscillatoire qui se produit sur le dynamomètre comme la projection sur le diamètre d'un mouvement uniforme sur une circonférence de rayon  $F_d$  avec vitesse angulaire  $\sqrt{\frac{g}{f}}$ .

$F_d$  désignant précisément ce que l'auteur appelle la flèche dynamique par opposition à la flèche statique :  $f$ , ou allon-