Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 45 (1919)
Heft: 3

Wettbewerbe

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: 09.12.2025

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

(formule 2 de la brochure de 1903 correspondant à la formule I *bis* de 1878) !

Pour un temps de fermeture égal à $\frac{2L}{a}$, M. Carey arrive à démontrer que le coup de bélier maximum est égal à $\frac{2Lv}{gT}$.

Ici aussi nous constatons que c'est exactement la même valeur qu'a donnée M. Michaud (formule 6 de la brochure de 1903 et IX de 1878) comme maximum du coup de bélier pouvant être produit par une fermeture progressive.

Nous avons tenu à rectifier ces quelques points relatifs à l'historique de la théorie des coups de bélier et à rendre à M. Jules Michaud ce qui lui est dû. Il a eu le grand mérite d'établir les bases et les formules fondamentales de la théorie du coup de bélier il y a de cela quarante ans, à une époque où personne encore ne s'était occupé de cette question. Nous sommes persuadé que les amis et collègues de M. Michaud nous sauront gré d'avoir rendu hommage aux travaux d'un homme trop modeste, aux connaissances et à l'amabilité duquel nous avons souvent été très heureux de recourir.

Prilly, le 29 janvier 1919. L. DuBois.

Concours pour l'étude d'un projet de collège à Saint-Jean, Genève.

(Suite)[1]

3me prix *ex æquo :* Projet de M. *Belloni.* — Plan très développé en longueur. L'entrée par le grand perron parallèle à la rue aurait des avantages pratiques, mais le nombre des marches est un peu considérable. Les dégagements sont bons mais présentent des déplacements d'axes qui ne sont pas très heureux. L'escalier est bien situé. L'aula a de bons accès et se trouve dans le même corps que la salle de gymnastique. Le préau est spacieux mais pourrait être mieux ordonné. L'architecture présente des qualités ; le motif de l'escalier couronné par un fronton n'a pas des proportions très heureuses. *(A suivre.)*

NÉCROLOGIE

Victor Duboux.

Victor Duboux est né à Cully le 17 janvier 1851. Sa famille est ancienne dans le pays ; déjà au XVe siècle on trouve des chanoines de ce nom à la cathédrale de Lausanne ; c'était donc même une famille de notables. Par sa grand'mère, il était apparenté avec le major Davel, le martyr vaudois. Il perdit son père de bonne heure ; ce fut sa mère, une pieuse et digne femme, qui l'éleva, ainsi que sa sœur.

Victor Duboux, après ses classes primaires de Cully, fit ses études à l'Ecole moyenne de Lausanne d'abord, puis, après un petit stage chez un architecte, suivit les cours de l'Académie dans la Faculté des lettres et siences, et enfin entra à la Faculté technique que l'Etat de Vaud venait de réunir à l'Académie, après avoir acheté l'Ecole spéciale, fondée en 1853 par quelques élèves de l'Ecole centrale de Paris sur le modèle de cette dernière. Il y fit brillamment ses études ; tombé malade d'une fièvre typhoïde au moment des examens de la première année, il ne put les passer ; mais la moyenne d'année était si bonne, que les professeurs lui offrirent de continuer sans les passer. Il termina ses études aussi bien qu'il les avait commencées, et si l'usage avait été à cette époque d'assigner un rang aux élèves qui sortaient, nul doute qu'il eût été le premier.

Sorti en 1873 avec le diplôme d'ingénieur-constructeur, il fit d'abord comme architecte quelques constructions à Cully, puis il entra comme conducteur de travaux à Moudon pour la construction de la ligne de la Broye longitudinale. Il y devint bientôt chef de section et, l'entrepreneur étant mort, il termina les travaux à l'entière satisfaction de la Compagnie, sans toutefois léser les intérêts des héritiers du défunt. Déjà à cette occasion il montra cet esprit de droiture et de justice, en même temps que cette vue juste qui le distinguèrent toute sa vie. Il termina la construction comme adjoint de l'ingénieur en chef. Licencié lors de la reprise des lignes de la Broye par la Suisse occidentale, il dirigea pendant deux ans la fabrique de briques de MM. Tesseyre à Nyon. Mais le chemin de fer l'intéressait plus que l'industrie ; aussi, lorsqu'en 1880 on lui offrit le poste d'ingénieur de section à Neuchâtel, il s'empressa de l'accepter ; au bout de quelques mois il passa à Fribourg et en 1884, à la première réorganisation des services techniques de la S. O. S., il fut promu adjoint de l'ingénieur en chef.

Il sut là, comme auparavant, inspirer l'affection et la confiance à tout son personnel ; sous sa direction, comme il le disait parfois, le personnel formait une phalange bien unie qui travaillait avec entrain ; ceux qui ont collaboré avec lui à cette époque et plus tard, lorsque après la fusion de la Suisse Occidentale avec le Jura-Berne en 1890, il fut nommé Ingénieur principal pour le Ier arrondissement, se souviendront toujours de ces belles années. Lorsqu'en 1900 il fut appelé au Conseil d'Etat du canton de Vaud, ce fut un regret unanime, à peine atténué par le ferme espoir qu'il reviendrait à ces chemins de fer auxquels il avait déjà voué tant d'années de son existence. Aussi ne voulut-on pas le laisser partir sans lui faire un adieu et lui offrir un souvenir ; c'était d'autant plus touchant que tout son personnel jusqu'au dernier cantonnier voulut y participer.

Il passa au premier tour de scrutin au Conseil d'Etat ; il aurait passé à l'unanimité s'il y avait eu un second tour, car l'opposition, en ne votant pas pour lui au premier tour, avait voulut seulement marquer son désir d'avoir un représentant de plus, mais elle était décidée à voter pour lui si un second tour était nécessaire ; telle était déjà la confiance qu'il inspirait à tout le monde.

La preuve en fut donnée dès son arrivée au Conseil d'Etat ; une grève paralysait déjà depuis un mois les travaux à Lausanne ; demandé comme arbitre, il consentit, mais à condition que la grève cesse tout de suite ; deux jours après tous les chantiers avaient repris ; ensuite, avec les délégués des deux parties, il établit un compromis qui empêcha, sauf erreur, plusieurs années les grèves d'ouvriers de bâtiment à Lausanne.

Au Conseil d'Etat il prit la direction des Travaux publics, il y introduisit plusieurs utiles réformes, et d'importantes économies ; on lui doit la loi sur la participation de l'Etat aux constructions de chemins de fer, sur les tracés des futures voies vaudoises, il aida même de ses conseils un canton voisin qui voulait élaborer des lois sur le modèle de celles qu'il

[1] Voir *Bulletin technique* 1919, p. 16.

l'arête supérieure étant de 5,22 cm., le béton lui-même ne travaille qu'à :

$$Cb = \frac{1200 . x}{m\,(h - x)} = \frac{1200 . 5{,}22}{20\,(28 - 5{,}22)} = 13{,}75 \text{ kg. par cm}^2$$

lorsque la limite de 1200 kg. est atteinte.

La ruine de la poutre a donc été amenée par l'allongement de l'armature et le béton, même pendant la phase II*b*, alors que les fissures existent déjà dans la partie tendue, n'a été soumis qu'à des pressions tout à fait normales. Ce n'est que pendant la phase III, de rupture, que le béton a vraiment été fatigué, quoique le travail *théorique* calculé soit seulement de 4 . 13,75 = 55 kg. par cm².

La même remarque s'impose au point de vue des efforts secondaires de cisaillement, presque insignifiants, même sous la charge de rupture, étant donnée la robustesse de la section de béton.

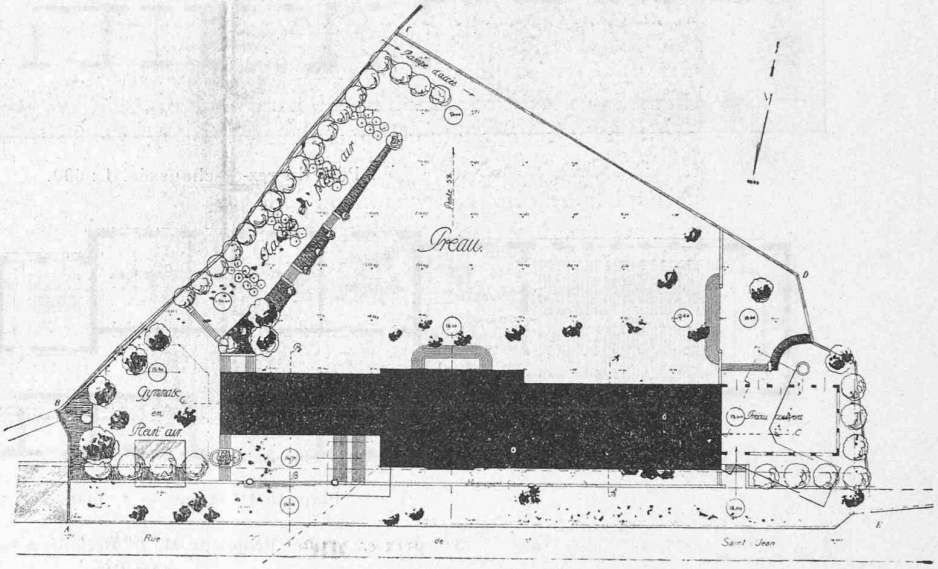
Comme le système Mixedstone n'est particulier justement qu'en ce qui concerne le mode de coulage du béton, il eût été infiniment plus intéressant de faire porter l'essai sur des poutres où cet élément *béton* eût constitué le point faible.

Armée convenablement, c'est-à-dire avec une section d'acier en rapport avec celle du béton, les deux matériaux travaillant à peu près aux limites admises de 40 et 1200 kg. par cm², la même poutre eût été capable de supporter une surcharge utile de plus de 2000 kg. par m², et c'est une charge totale dépassant les 40 tonnes qui aurait dû être appliquée pour provoquer la rupture.

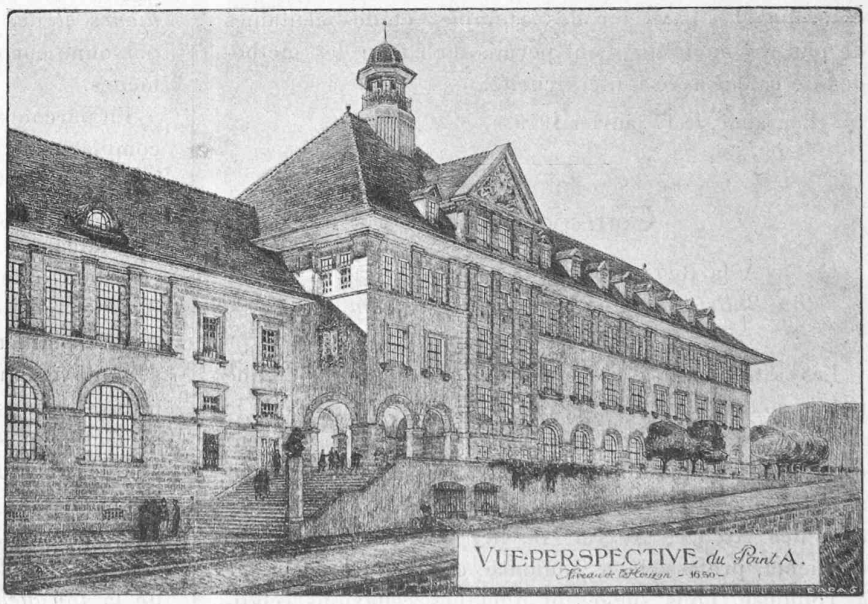
Nous reconnaissons qu'un pareil essai est matériellement impossible à réaliser, en raison justement des charges formidables qu'il met en jeu et qu'il faut manutentionner, en l'absence de presses spéciales puissantes. Mais les constructeurs du système Mixedstone ont certainement à leur disposition des types de hauteur réduite permettant d'obtenir les épaisseurs normales de planchers de 20 à 25 cm. Nous ne voyons guère, en effet, admettre par les architectes une épaisseur brute de 32 cm., conduisant à un plancher fini de près de 40 cm., pour ne disposer par-dessus le marché que d'une surcharge utile de 130 kg. par m², dont il faut encore déduire les poids propres du parquet et du plafond. Ces chiffres font ressortir le cas très spécial de la poutre essayée.

Il reste donc à démontrer que les conclusions de l'article cité restent valables dans le cas d'essais de poutres où le béton, tout en étant suffisant, soit moins largement dimensionné. De tels essais sont réalisables, sans mettre en œuvre des charges trop considérables, en augmentant la portée des poutres d'épreuve et en utilisant, pour constituer celles-ci, les éléments Mixedstone du type le plus réduit. Les résultats obtenus de cette façon seraient vraiment probants et donneraient des indications des plus intéressantes sur la façon de se comporter des bétons d'âges différents, vis-à-vis des efforts de compression, de glissement, de cisaillement, etc., et vis-à-vis, par exemple, de la participation du hourdis à la résistance de la nervure. Sur tous ces

CONCOURS POUR LE COLLÈGE DE SAINT-JEAN, A GENÈVE

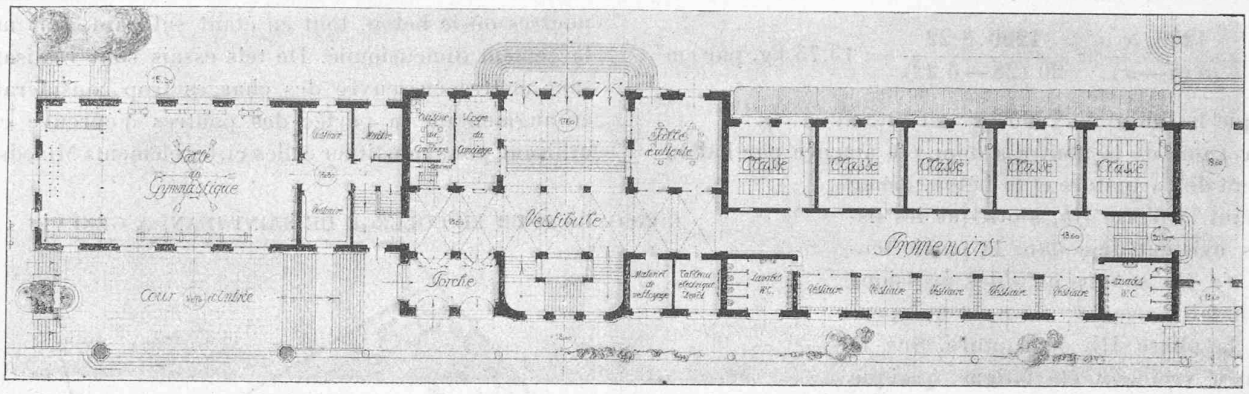


Plan de situation. — 1 : 1400.

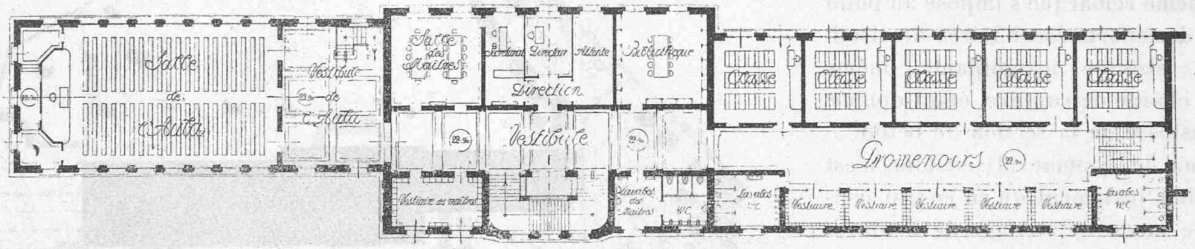


3me prix *ex æquo* : Projet de M. *L. Belloni*, à Genève.

CONCOURS POUR LE COLLÈGE DE SAINT-JEAN, A GENÈVE



Plan du rez-de-chaussée. 1 : 600.



Plan du 1er étage. — 1 : 600.

3me prix *ex æquo* : Projet de M. *L. Belloni*, à Genève.

points le doute peut subsister, alors que les essais faits dans tous les pays sur des centaines et des centaines de poutres monolithes ont permis d'en fixer les méthodes de calcul avec toute sécurité.

Lausanne, le 17 janvier 1919.

Correspondance.

A la Rédaction
du *Bulletin technique de la Suisse romande*,
Lausanne.

Les intéressantes notes sur les coups de bélier que publie actuellement M. Ed. Carey, ingénieur, dans le *Bulletin technique de la Suisse romande*, et qui donnent un aperçu des résultats d'essais très complets et très minutieux exécutés en France par MM. Gariel, directeur des Ateliers Neyret, Beylier & Cie, à Grenoble, Camichel, professeur à Toulouse, et Eydoux, ingénieur à Toulouse, nous suggèrent quelques réflexions relativement aux premières études de ce phénomène complexe, dues à M. Jules Michaud, l'ingénieur-hydraulicien trop modeste et trop peu connu.

Les articles de M. Carey renferment en effet, au point de vue historique, quelques erreurs certainement involontaires qui méritent d'être relevées.

Tout d'abord ce n'est pas en 1903 que M. Michaud publia sa première étude sur les coups de bélier, mais bien en 1878 dans les numéros de septembre et décembre du *Bulletin de la Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes*, c'est-à-dire à un moment où personne encore ne s'était occupé d'analyser ces phénomènes.

En parcourant l'étude primitive de M. Michaud (1878), complétée par les quelques notes additionnelles qu'il publia en 1903, également dans le *Bulletin technique vaudois*, à la suite des études sur les coups de bélier de M. Rateau, et en se donnant la peine d'interpréter les résultats obtenus et de modifier les formules en adoptant les nouvelles notations usuelles, on est forcé d'admirer combien clairement le problème a été posé et résolu moyennant quelques simplifications, et l'on constate que les études beaucoup plus complètes qui ont été présentées depuis lors n'ont fait que confirmer les formules simples et fondamentales établies dès le début par M. Michaud.

Pour établir la théorie du coup de bélier en tenant compte de l'élasticité, M. Michaud a introduit la notion de la *longueur de la chambre élastique* (désignée par la lettre l), laquelle comprend l'élasticité due aux parois de la conduite, celle due à la compressibilité de l'eau, et éventuellement celle produite par une chambre à air.

Cela revient à considérer la conduite comme un ressort tendu qui se met osciller à la manière du ressort spiral d'une montre lorsqu'une force extérieure lui a imprimé un mouvement initial.

En partant de cette conception très claire, M. Michaud a nettement établi le caractère ondulatoire du phéno-

mène du coup de bélier, et il a trouvé pour la valeur de la période (temps écoulé entre deux maxima) la formule suivante :

$$\mathcal{T} = 2\pi \sqrt{\frac{L.l}{g.h}}$$

(Formule 7 de la brochure de 1903 correspondant à la formule X de 1878.)

Dans cette formule L désigne la longueur de la conduite, l la longueur de la chambre élastique, h la pression statique, et g l'accélération due à la pesanteur.

Etudiant le cas de la fermeture instantanée d'une vanne à l'extrémité inférieure d'une conduite, il a donné la formule suivante pour la valeur du coup de bélier produit par cette fermeture instantanée :

$$B_i = v \sqrt{\frac{L.h}{g.l}}$$

(Formule 2 de la brochure de 1903 correspondant à la formule I *bis* de 1878.)

Dans cette formule, v est la vitesse de l'eau avant la fermeture.

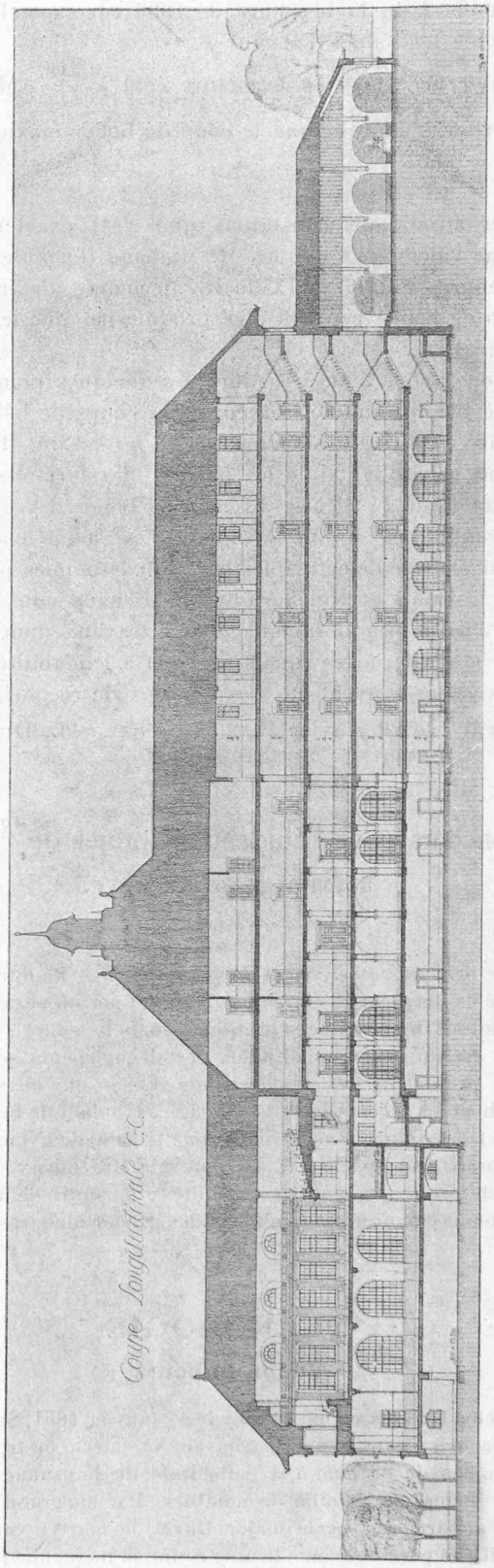
Or cette valeur du coup de bélier est absolument la même, ainsi que nous allons le montrer plus loin, que la formule 4, page 226, du *Bulletin technique* du 14 décembre 1918, que M. Carey donne comme étant une découverte très importante faite par M. Joukowski en 1900 !

En 1904, M. Alliévi publia une théorie nouvelle du coup de bélier en introduisant la notion de la *vitesse de propagation de l'onde* que l'on a désignée depuis lors par la lettre a. C'est cette théorie qui a servi de base à tout ce qui a été écrit et étudié depuis lors sur les coups de bélier.

Si l'on compare les deux méthodes employées, c'est-à-dire celle de M. Michaud ayant pour base la chambre élastique, et celle de M. Alliévi partant de la vitesse de propagation de l'onde, on arrive à démontrer qu'il s'agit en réalité de la même chose et qu'entre la valeur de la chambre élastique et la vitesse de propagation telle que l'a définie M. Alliévi, il existe la relation très simple suivante : $\frac{L}{a} = t'$, t' étant la valeur $\sqrt{\frac{L.l}{g.h}}$ qui figure dans l'expression de la période que nous avons donnée plus haut, c'est-à-dire la durée de la période divisée par 2π.

On voit que ce temps t' n'est autre chose que le temps qu'emploie l'onde pour parcourir toute la longueur de la conduite.

Si nous reprenons la formule 4 du *Bulletin technique* du 14 décembre 1918, page 226 : $B_m = \frac{a v_0}{g}$ que M. Carey donne comme une découverte « importante » de M. Joukowsky (1910) et que nous remplacions a par sa valeur $\frac{L}{t'}$, ou bien $\frac{L}{\sqrt{\frac{L.l}{g.h}}}$ nous obtenons :



CONCOURS POUR LE COLLÈGE DE SAINT-JEAN, A GENÈVE

3me prix *ex æquo* : Projet de M. *L. Belloni*, à Genève.

$$B_m = \frac{L}{\sqrt{\frac{Ll}{gh}}} \times \frac{v_0}{g} = v_0 \sqrt{\frac{L \times h}{g \times l}}$$

qui est exactement la valeur du coup de bélier B_i dû à une fermeture instantanée donnée par M. Michaud