Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 60 (1934)
Heft: 20

Artikel: Contribution à l'étude de l'action des vagues sur une paroi verticale
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-46414

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: 15.07.2025

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

60e année 29 septembre 1934 N° 20

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :
Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs
Prix du numéro : 75 centimes.
Pour les abonnements s'adresser à la librairie F. Rouge & C°, à Lausanne.

Rédaction : H. Demierre et J. Peitrequin, ingénieurs.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

ANNONCES :
Le millimètre sur 1 colonne, largeur 47 mm. : 20 centimes.
Rabais pour annonces répétées
Tarif spécial pour fractions de pages.
Régie des annonces : *Indicateur Vaudois* (Société Suisse d'Edition) Terreaux 29, Lausanne.

SOMMAIRE : Communications du Laboratoire d'hydraulique de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne : *Contribution à l'étude de l'action des vagues sur une paroi verticale. — Transmission mécanique pour automotrices Diesel, Système « S. L. M.-Winterthur ».* — Sociétés : *Société suisse des ingénieurs et des architectes. — Cinquième congrès de l'Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique.*

COMMUNICATIONS DU LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE DE L'ÉCOLE D'INGÉNIEURS DE LAUSANNE

Directeur : M. A. Stucky, Professeur.

Contribution à l'étude de l'action des vagues sur une paroi verticale.

I. Exposé général.

Au cours de ces dernières années, les Services techniques chargés de la construction des ports ont remplacé, en diverses occasions, les digues anciennes en enrochements par des jetées en maçonnerie présentant à la mer une face verticale.

Les avantages et les inconvénients de ce genre de construction ont été exposés en détail dans divers articles [1]. Parmi les questions essentielles que pose la construction et le dimensionnement de ces ouvrages, l'importance et la distribution des efforts dus aux vagues et le phénomène d'affouillement à la base du mur ont été l'objet de nombreuses controverses et études.

En ce qui concerne le calcul des efforts, des méthodes analytiques ont été proposées, mais d'emblée les auteurs ont reconnu tout l'intérêt que pouvait présenter, pour la solution du problème, des mesures directes faites sur des jetées existantes et soumises à l'action des tempêtes. On s'est heurté, de ce côté, à de grandes difficultés pratiques et les résultats obtenus à ce jour sont encore peu nombreux et ne concernent que quelques cas isolés [2].

Par contre, les essais sur modèles réduits permettant de varier à volonté le type de vague et les dimensions de l'ouvrage se sont montrés extrêmement intéressants.

Il en est de même pour le phénomène des affouillements à la base des jetées. Ce dernier ne peut être interprété et combattu efficacement que si l'on connaît l'allure des trajectoires des particules liquides dans le voisinage de l'ouvrage, c'est-à-dire le phénomène du « Clapotis ».

Le *Laboratoire d'hydraulique de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne* ayant procédé à des études de ce genre pour diverses Sociétés et administrations, nous exposerons ici les méthodes d'expérimentation et les résultats obtenus.

II. Résumé de la Théorie générale de la houle et du clapotis.

Dans le cas d'une digue en enrochements présentant à la mer un talus en pente douce, la vague déferle et projette avec violence sa masse vers l'avant. Lorsque, au contraire, la houle rencontre une paroi verticale au pied de laquelle la profondeur est suffisante, la vague est réfléchie et il en résulte ainsi, au voisinage de l'ouvrage, une superposition de deux houles de sens contraire ; c'est le phénomène du *Clapotis*.

Dans le premier cas l'énergie de la houle déferlant sur les enrochements est absorbée par ces derniers. Dans le second cas, de la réflexion, l'énergie se conserve intégralement, du moins théoriquement ; un mouvement ondulatoire prend alors naissance dont les caractéristiques dépendent étroitement de celles de la houle génératrice. La période des oscillations est restée la même, ainsi que la longueur entre crêtes. Par contre, la hauteur entre crêtes et creux a doublé. La surface de la mer au voisinage d'une jetée à paroi verticale est fortement agitée, mais l'ouvrage lui-même n'a pas à supporter les chocs résultant du déferlement des vagues. Les forces à déterminer sont d'une autre nature. Le phénomène du « clapotis » peut être étudié par voie analytique. Pour la

[1] *Annales des Ponts et Chaussées :*
1923, p. 125, « Essai sur les digues maritimes verticales », par M. Bénézit.
1928, p. 5, « Essai sur les digues maritimes verticales », par M. Sainflou.
1933, p. 327, « Sur les possibilités d'évolution dans la construction de l'infrastructure des digues à paroi verticale », article original dans *Annali dei Lavori pubblici*, février 1932.
Génie Civil, 5 février 1927 : « Le calcul des brise-lames à parement vertical », par Lira.
Science et Industrie : janvier, février et mars 1933 : « Les digues maritimes de type vertical », par M. Miche.

[2] Voir à ce sujet les études faites au port de Gênes, et spécialement l'article de M. Salvatore Levi, « Annali dei Lavori pubblici », année 1933, fascicule n° 5.

bonne compréhension des résultats des essais, il est utile de résumer succinctement le calcul.

Equations fondamentales.

La marche suivie par *Flamant* pour établir ces équations fondamentales est la suivante (voir « Annales des Ponts et Chaussées », 1888, p. 774 et suivantes).

L'auteur admet comme trajectoire des molécules liquides des ellipses, puis vérifie que ce mouvement est compatible avec les propriétés générales des liquides (abstraction faite de la compressibilité et du frottement) ainsi qu'avec les conditions limites, savoir que : la pression est constante à la surface du liquide et que la composante verticale du mouvement des particules reposant sur le sol est nulle.

Nous considérerons d'emblée le cas où la profondeur n'est pas infinie, le seul qui nous intéresse. Nous analysons le phénomène dans un plan normal aux génératrices de la houle en introduisant deux axes de coordonnées :

Axe des x : horizontale du niveau de l'eau au repos.

Axe des ζ : verticale descendante.

Houle : Le mouvement des particules liquides peut être défini pour la houle par les équations suivantes :

$$(1^o)\quad \begin{cases} x = x_o + r \sin \pi \left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{x_o}{L}\right) \\ \zeta = \zeta_o - \dfrac{\pi r r'}{2L} - r' \cos \pi \left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{x_o}{L}\right). \end{cases}$$

Dans ces expressions

x_o, ζ_o = coordonnées du centre des orbites elliptiques des molécules.

x, ζ = coordonnées de la molécule considérée au temps t.

$2L$ = longueur de la vague de crête en crête.

r *et* r' = demi-axes des trajectoires elliptiques supposées décrites par les molécules.

T = demi-période d'oscillation des molécules.

(Nous avons admis les mêmes notations que M. Sainflou dans les « Annales des Ponts et Chaussées ».)

Les valeurs de r et r' sont données par les expressions suivantes :

$$(2^o)\qquad r = h \frac{ch\pi \dfrac{H-\zeta_o}{L}}{sh \dfrac{\pi H}{L}} \qquad\qquad r' = h \frac{sh\pi \dfrac{H-\zeta_o}{L}}{sh \dfrac{\pi H}{L}}$$

dans lesquelles

h = demi-hauteur entre creux et crêtes de la houle.

H = profondeur au droit de la jetée.

La période d'oscillation est, en outre, liée aux dimensions de la houle h et L et à la profondeur H par la relation.

$$(3^o)\qquad T = \sqrt{\frac{\pi L}{g} \coth \frac{\pi H}{L}}.$$

Ces expressions ont la même structure que celles plus simples que l'on donne pour la houle en profondeur infinie. On montre facilement que le mouvement défini par ces équations satisfait en première approximation aux lois générales de l'hydrodynamique : continuité, équilibre dynamique. Ce sont ces dernières conditions qui ont permis de déterminer la valeur de r et de r'. En outre, en surface la pression est constante ; c'est en exprimant ce fait que l'on obtient précisément l'équation (3°).

Clapotis.

En ce qui concerne le clapotis, les mêmes considérations conduisent aux équations suivantes :

$$(4^o)\quad \begin{cases} x = x_o + 2r \sin \dfrac{\pi t}{T} \cos \dfrac{\pi x_o}{L} \\ \zeta = \zeta_o - \dfrac{4rr'}{2L} \sin^2 \dfrac{\pi t}{T} - 2r' \sin \dfrac{\pi t}{T} \sin \dfrac{\pi x_o}{L}. \end{cases}$$

Les désignations sont les mêmes que pour la houle, de même que les remarques concernant la compatibilité des équations avec les lois générales de l'hydrodynamique. (Pour plus de détails voir l'article cité de M. Sainflou.)

Pression sur une paroi verticale.

Pour nous, il est spécialement utile de connaître la valeur de la pression en chaque point, puisque nous nous proposons d'étudier les pressions sur une paroi.

En exprimant la loi d'équilibre dynamique, l'on obtient les deux équations suivantes :

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_o} = -\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} \frac{\partial x}{\partial x_o} + \left(g - \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2}\right) \frac{\partial \zeta}{\partial x_o}$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial \zeta_o} = -\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} \frac{\partial x}{\partial \zeta_o} + \left(g - \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2}\right) \frac{\partial \zeta}{\partial x_o}.$$

On peut les transformer de la manière suivante :

$$(5^o)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{\rho g} \dfrac{\partial p}{\partial x_o} = \dfrac{2\pi}{L} \left(r\, th \dfrac{\pi H}{L} - r'\right) \sin \dfrac{\pi t}{T} \cos \dfrac{\pi x_o}{L}. \\ \dfrac{1}{\rho g} \dfrac{\partial p}{\partial \zeta_o} = 1 - \dfrac{2\pi}{L} \sin \dfrac{\pi t}{T} \sin \dfrac{\pi x_o}{L} \left(r' th \dfrac{\pi H}{L} - r\right). \end{cases}$$

Il suffit d'intégrer l'équation (5°) (2) entre o et ζ_o pour obtenir la pression en un point quelconque d'une section verticale. Il vient

$$\frac{1}{\rho g}(p - p_o) = \zeta_o + 2 \sin \frac{\pi t}{T} \sin \frac{\pi x_o}{L} \left(r\, th \frac{\pi H}{L} - r'\right) + f(x_o).$$

La constante $f(x_o)$ est nulle : il est facile de le démontrer ; en effet, pour $\zeta_o = 0$, $r\, th \dfrac{\pi H}{L} = r'$ et on doit obtenir $p = p_o$ quelle que soit la valeur de x_o.

On a donc finalement

$$\frac{1}{\rho g}(p - p_o) = \zeta_o + 2 \sin \frac{\pi t}{T} \sin \frac{\pi x_o}{L} \left(r\, th \frac{\pi H}{L} - r'\right).$$

En remplaçant r et r' par leur valeur, cette expression prend la forme :

$$(6^o)\quad \frac{1}{\rho g}(p - p_o) = \zeta_o + 2h \sin \frac{\pi t}{T} \sin \frac{\pi x_o}{L} \left[\frac{ch\pi \dfrac{H-\zeta_o}{L}}{ch \dfrac{\pi H}{L}} - \frac{sh\pi \dfrac{H-\zeta_o}{L}}{sh \dfrac{\pi H}{L}}\right].$$

Cette expression donne, à un instant t quelconque, la pression au point où se trouve la molécule de coordonnées de repos (x_o, ζ_o).

Si nous considérons en particulier la section verticale du mur, nous aurons l'expression

$$(7^o)\quad \frac{1}{\rho g}(p - p_o) = \zeta_o \pm 2h \sin\frac{\pi t}{T}\left[\frac{ch\pi\dfrac{H-\zeta_o}{L}}{ch\dfrac{\pi H}{L}} - \frac{sh\pi\dfrac{H-\zeta_o}{L}}{sh\dfrac{\pi H}{L}}\right].$$

car $\qquad \cos\dfrac{\pi x_o}{L} = 0 \qquad \sin\dfrac{\pi x_o}{L} = \pm 1.$

Nous prions le lecteur de se reporter aux articles cités pour plus ample démonstration de ces équations. L'objet de notre article étant, avant tout, les essais sur modèle, nous ne croyons pas utile de prolonger outre mesure ces considérations théoriques.

Avant de clore ce chapitre, nous allons donner un exemple complet du calcul des efforts dus à une houle sur une paroi verticale d'après la méthode exposée par M. Sainflou.

Exemple numérique.

Conservons les notations indiquées précédemment et admettons comme données :

Houle $\quad 2L = 80.00$ m $\quad 2\,h = 3.00$ m
Clapotis $\quad 2L = 80.00$ m $\quad 4\,h = 6.00$ m

au droit de la paroi une profondeur $H = 19.50$ m.

Soit l'équation (7°) citée au chapitre précédent, nous voulons connaître au point considéré les valeurs extrêmes de la pression ; nous prendrons donc

$$\sin\frac{\pi t}{T} = \pm 1,$$

ce qui nous donne :

$$\frac{1}{\rho g}(p - p_o) = \zeta_o \pm 2h\left[\frac{ch\pi\dfrac{H-\zeta_o}{L}}{ch\dfrac{\pi H}{L}} - \frac{sh\pi\dfrac{H-\zeta_o}{L}}{sh\dfrac{\pi H}{L}}\right].$$

Rappelons que dans cette expression

ζ_o = profondeur à laquelle se trouve la molécule considérée à l'état de repos.

p_o = pression en surface, c'est-à-dire O, car nous prenons la pression atmosphérique comme origine.

$(p - p_o) = P$ = pression agissant sur la molécule considérée à l'instant du maximum ou du minimum du clapotis.

On voit donc que les pressions extrêmes à déterminer sont égales à la pression correspondant à la profondeur initiale ζ_o de la molécule, plus ou moins un terme correctif. A ces deux pressions ainsi déterminées correspondent deux positions nouvelles de la molécule, donc deux points de la paroi. Ces deux points sont distants de

$$\left(2r' + \frac{4\pi rr'}{2L}\right) \quad \text{et} \quad \left(-2r' + \frac{4\pi rr'}{2L}\right)$$

de la position initiale de la molécule. En effet, l'amplitude de l'oscillation verticale de la molécule le long de la paroi est de $4r'$, son niveau moyen étant situé à une hauteur de $\dfrac{4\pi rr'}{2L}$ au-dessus du niveau de repos.

Nous déterminerons donc, pour divers points, la pression régnant à l'instant du maximum et du minimum du clapotis. Nous aurons ainsi sur la paroi un certain nombre de points où seront connues les pressions extrêmes. Cela nous permettra de tracer le diagramme des poussées maxima et minima agissant sur le mur.

Nous donnons ci-dessous le calcul complet sous forme de tableaux (voir tableaux I et II). Les résultats obtenus ont été reportés sous forme de graphique (voir Fig. 1).

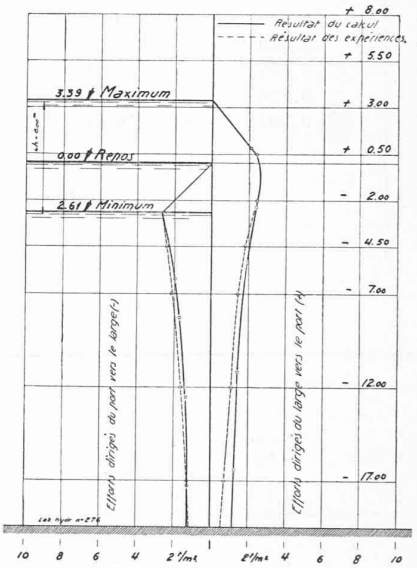

Fig. 1. — Poussées horizontales, maximum et minimum, agissant sur un mur vertical soumis à un clapotis de caractéristiques 2 L = 80 m, 4 h = 6 m. Résultats du calcul et de l'expérience.

III. Modèle et installations d'essai.

Il est possible d'entretenir dans un chenal, de longueur convenablement choisie, un clapotis de caractéristiques données. Nous placerons à l'une de ses extrémités le modèle de jetée muni d'appareils dynamomètres très sensibles pour la mesure des pressions. A la base du modèle nous placerons un sable fin qui, sous l'effet du mouvement de l'eau, tendra à se déplacer. L'allure des affouillements obtenus au modèle permettra d'émettre des hypothèses utiles sur la destruction des digues à paroi verticale par effondrement de leur fondation.

Nous traiterons, dans ce premier mémoire, spécialement de l'appareillage et de moyens mis en œuvre au *Laboratoire d'hydraulique de Lausanne* pour la mesure expérimentale des efforts dus à la houle.

La digue considérée en réalité est soumise à deux poussées horizontales de sens contraire, la poussée hydrostatique côté port (eau calme) et la poussée plus complexe côté large (clapotis). La poussée côté large aura son maximum à l'instant où la vague atteindra son niveau supérieur. La digue aura alors tendance à se renverser côté

Tableau I.

Expression générale $$P = \zeta_o \pm 2h \overbrace{\left[\frac{ch\pi \frac{H-\zeta_o}{L}}{ch \frac{\pi H}{L}} - \frac{sh\pi \frac{H-\zeta_o}{L}}{sh \frac{\pi H}{L}} \right]}^{E}$$

ζ_o Position initiale des molécules considérées. En m à partir du niveau de repos	Calcul des positions extrêmes des molécules envisagées. En m à partir du niveau de repos. (Points correspondants aux pressions calculées.)			Calcul du terme E.				
	$2r'=2h \dfrac{sh\,\pi \frac{H-\zeta_o}{L}}{sh\,\pi \frac{H}{L}}$	Lors du maximum $\zeta_o - \frac{4\pi rr'}{2L} - 2r'$	Lors du minimum $\zeta_o - \frac{4\pi rr'}{2L} + 2r'$	A $ch\pi \frac{H-\zeta_o}{L}$	B $ch \frac{\pi H}{L}$	C $sh\pi \frac{H-\zeta_o}{L}$	D $sh \frac{\pi H}{L}$	E $2h\left(\frac{A}{B} - \frac{C}{D}\right)$
+ 2.00	2.540	—0.825	4.255	2.180	2.500	1.935	2.290	0.081
+ 4.50	1.960	+2.358	6.278	1.800	2.500	1.495	2.290	0.204
+ 7.00	1.584	5.288	8.456	1.570	2.500	1.210	2.290	0.300
+ 12.00	0.870	11.076	12.816	1.200	2.500	0.664	2.290	0.570
+ 17.00	0.392	16.587	17.371	1.050	2.500	0.300	2.290	0.867
↑ — ↓Repos ↓ +		↑ — ↓ Repos ↓ +						

Tableau II.

Pressions agissant sur le mur lors du maximum du clapotis				Pressions agissant sur le mur lors du minimum du clapotis			
Profondeur (v. tab. I, 3e colonne) En m à partir du niveau du repos	Pression côté large $\zeta_o + E$	Pression côté port	Pression résultante	Profondeur (tab. I, 4e colonne) En m à partir du niveau de repos	Pression côté large $\zeta_o - E$	Pression côté port	Pression résultante
— 0.825	2.087	—	2.081	4.255	1.919	4.255	2.336
+ 2.358	4.704	2.358	2.346	6.278	4.296	6.278	1.982
+ 5.288	7.300	5.288	2.012	8.456	6.700	8.456	1.756
+ 11.076	12.570	11.076	1.494	12.816	11.430	12.816	1.386
+ 16.587	17.867	16.587	1.280	17.371	16.133	17.371	1.238

port. Inversement, la vague étant à son point le plus bas, la résultante des poussées horizontales sera dirigée vers le large.

Pour des raisons de technique d'expérimentation, la paroi est baignée par l'eau du seul côté large, tandis que le côté port, où sont disposés les appareils, est à sec.

C'est donc la poussée maximum et minimum côté large que nous déterminerons. En introduisant, après coup, la poussée constante côté port, nous obtiendrons la poussée totale alternative, horizontale, agissant sur le mur.

Notre modèle consistera donc en une paroi unique en bout du chenal mentionné ; cette paroi munie des dynamomètres cités sera soumise à l'action d'un clapotis déterminé. Le côté port du modèle étant réservé à l'enregistrement ou à la lecture des pressions.

La figure 2 ci-contre donne la vue générale de l'installation :

La figure 3 montre le modèle lui-même.

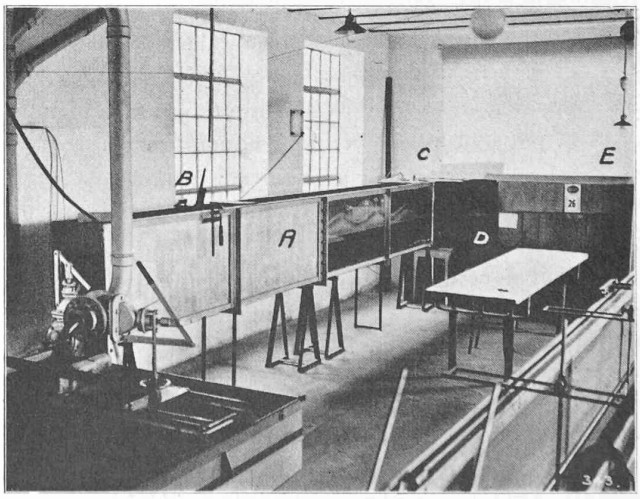

Fig. 2.

A, Chena ld'essai. — *B*, Dispositif pour l'entretien du phénomène du clapotis. — *C*, Paroi verticale avec dynamomètres. — *D*, Source lumineuse. — *E*, Chambre noire où se font les lectures.

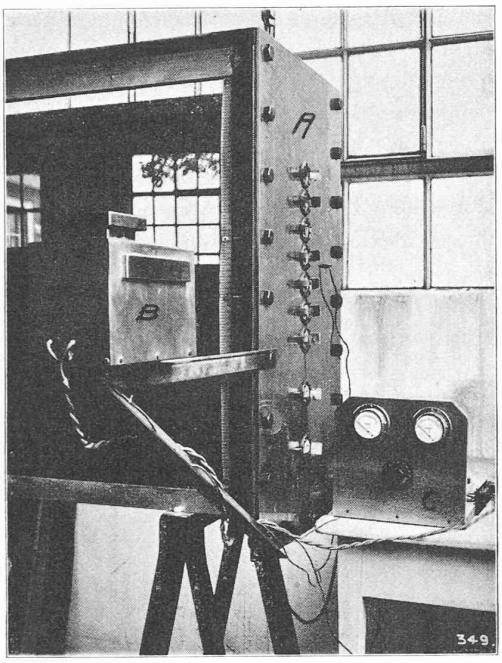

Fig. 3. — Vue générale du modèle.
A, Paroi verticale, munie de 9 dynamomètres. — *B*, Source lumineuse projetant un faisceau sur les miroirs des dynamomètres. — *C*, Réglage de l'intensité lumineuse.

La figure 4 donne le détail des dynamomètres :

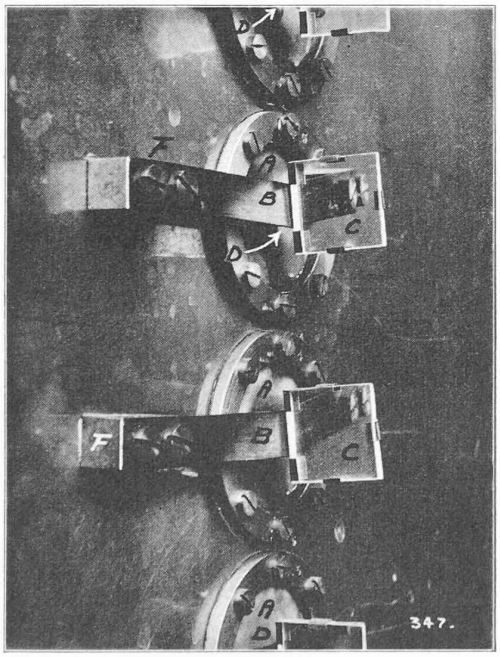

Fig. 4. — Dynamomètres.
A, Membranes en caoutchouc. — *B*, Lamelles d'acier. — *C*, Miroirs. — *D*, Piston solidaire des miroirs et de la lamelle. — *F*, Point fixe.

Sous l'effet de la pression de l'eau, le système : lamelle, piston, miroir pivote autour de son point fixe *F* (encastrement de la lame). Si l'appareil est bien conçu, il suffit d'une très faible variation de pression pour que le miroir se déplace. Sur ce dernier, on projette un rayon lumineux qui, réfléchi, va s'inscrire sur une échelle graduée à une distance de l'appareil telle que la précision obtenue dans les lectures soit suffisante.

La masse des pièces mobiles étant très faible, nous éliminons, dans une grande mesure, l'inertie du système ; inertie d'autant plus gênante que les pressions varient rapidement en changeant de sens. Des essais de transmission mécanique sur un chronographe ont montré clairement que l'inertie rendait toute mesure précise impossible.

A chaque état de pression dans l'axe du dynamomètre correspondra sur l'échelle graduée une lecture bien définie.

Enregistrement des efforts.

La fréquence d'oscillations du clapotis à étudier étant calculée d'avance par la formule 3, il était facile de le créer artificiellement et de l'entretenir dans le chenal à l'aide d'une palette pivotante actionnée par un moteur.

Une fois le système convenablement réglé, les lectures du « spot » correspondant aux positions extrêmes du clapotis se faisaient sans difficulté. Après chaque expérience, les neuf dynamomètres étaient tarés à nouveau.

A cet effet, le clapotis était calmé et l'on établissait dans le chenal des niveaux statiques successifs en remplissant très lentement ; le « spot » de chaque dynamomètre donnait, pour une profondeur déterminée dans le chenal, la lecture relevée pendant le clapotis. On obtenait donc, pour chaque lecture, une pression statique correspondante, agissant sur l'axe du dynamomètre et l'on pouvait ainsi construire, après chaque série de lectures, le diagramme des efforts résultants.

On a procédé après chaque série de neuf lectures à la détermination des pressions statiques équivalentes, car les appareils étaient si sensibles que, si l'on avait établi une fois pour toutes des courbes de tarage, on s'exposait à de graves mécomptes provenant de divergence et de variation des constantes des dynamomètres dues principalement au frottement du piston sur le diaphragme et à la modification du caoutchouc.

Précision des mesures.

Les appareils dynamomètres eux-mêmes étaient extrêmement sensibles et réagissaient à une variation de pression de moins de 1 mm d'eau au modèle. Envisagée dans son ensemble, la précision des mesures doit être estimée sur la base des considérations suivantes :

Tout d'abord, l'action du diaphragme en caoutchouc sur la lentille-piston pouvait varier quelque peu suivant les conditions du contact et avoir pour conséquence que, pour deux sollicitations identiques, la lecture ne fût pas toujours exactement la même. C'est la raison pour laquelle nous avons été conduits à répéter très fréquemment le tarage.

Bref, par comparaison des très nombreuses expériences répétées pour le même cas et en interprétant la foule de résultats obtenus, nous avons pu constater que nous déterminions les efforts au modèle avec une précision de l'ordre de 2,5 mm d'eau.

Cette précision était pour nous plus que suffisante. En effet, la lecture de l'amplitude du clapotis se faisait à vue, tout système de flotteur étant exclu du fait de sa trop grande inertie. L'enregistrement électrique des niveaux n'a pas donné satisfaction et a été abandonné. *(A suivre).*