

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 41 (1915)
Heft: 7

Artikel: A propos de sous-marins
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31602>

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

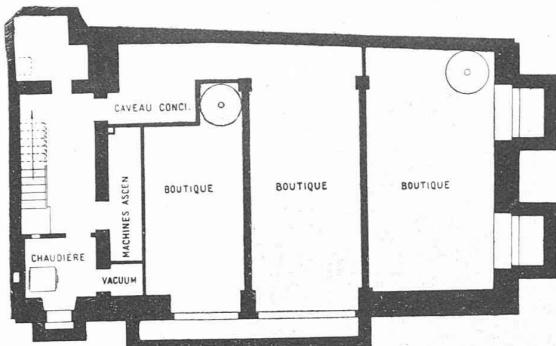
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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

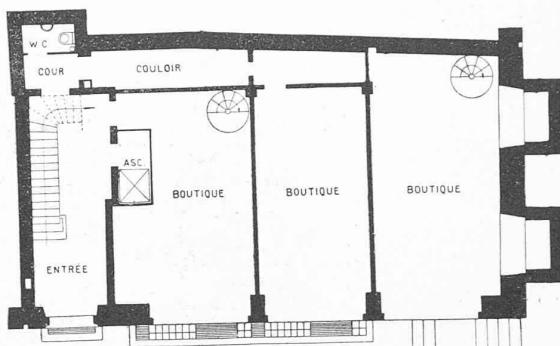
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 24.02.2026

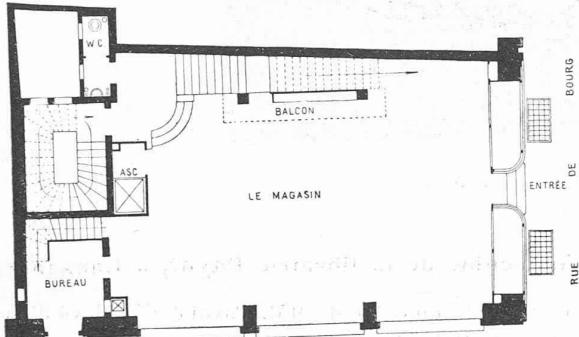
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



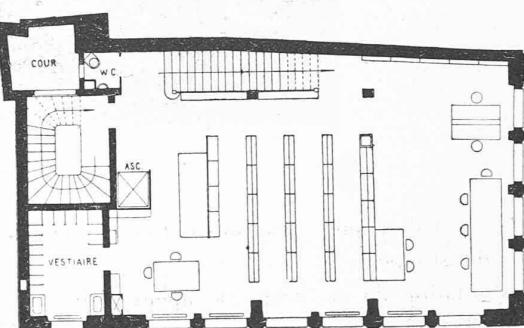
Plan du sous-sol. — 1 : 250.



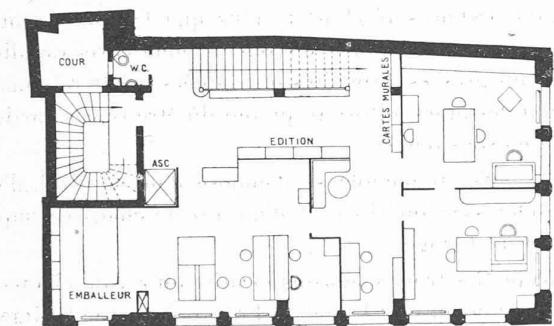
Plan du rez-de-chaussée inférieur. — 1 : 250.



Plan du rez-de-chaussée. — 1 : 250.



Plan du 1er étage. — 1 : 250.



Plan du 2me étage. — 1 : 250.

Le moment fléchissant maximum est de 122,8 M. Tn. Le travail du fer à la tension est de 728 kg./cm².

Le travail du béton à la compression est de 63,8 kg./cm².

L'immeuble en exploitation depuis près de deux ans donne entièrement satisfaction à tous les points de vue.

CHRONIQUE

A propos de sous-marins.

Les Autorités de l'Ecole Polytechnique de Paris, instituent, il y a deux ans, des conférences qui ont pour but, tout d'abord de prouver que les connaissances mathématiques même les plus poussées ont leur utilité et ensuite, d'initier les élèves à la solution rationnelle, mais forcément entachée d'empirisme, des problèmes qui visent, non plus de purs concepts, mais des réalités matérielles : excellent moyen, comme on voit, de confondre ceux qui vont criant que les

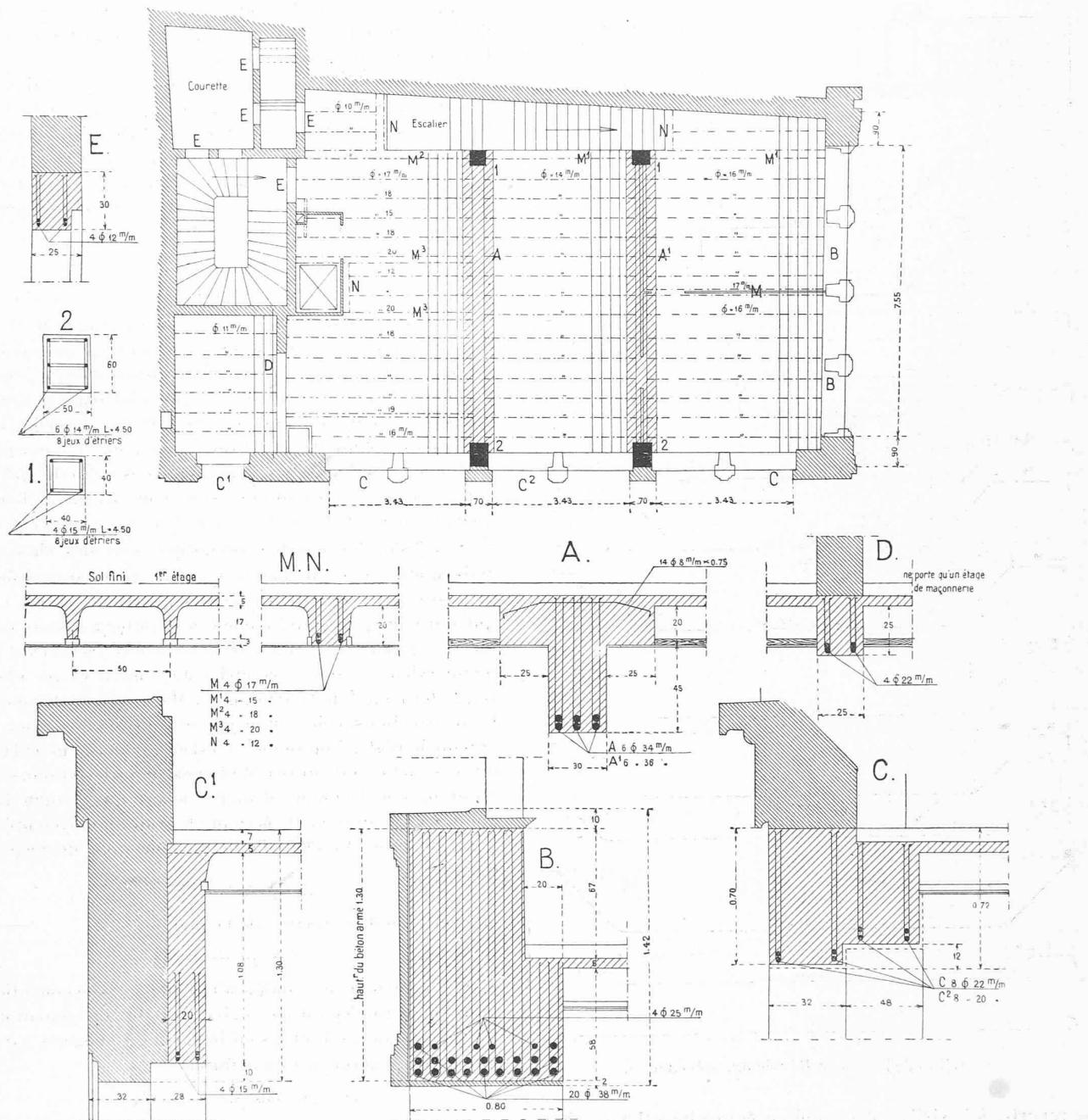
L'IMMEUBLE DE LA LIBRAIRIE PAYOT, A LAUSANNE

Architectes : MM. Monod et Laverrière.

élèves n'ont affaire durant tout leur séjour à l'Ecole qu'à des abstractions et que cette formation les rend à tout jamais incapables de se débrouiller au milieu des difficultés de la pratique.

Nous avons sous les yeux le volume où sont réunies six de ces conférences, faites sur le *sous-marin*, par des anciens Polytechniciens, actuellement professeurs à l'Ecole d'application du Génie maritime. L'exemple suivant fera saisir le caractère de ces causeries qui toutes sont de petits chefs-d'œuvre d'ingéniosité et d'élégante précision : c'est du plus pur esprit français et nous sommes désolé de le déflorer par notre résumé, mais nous ne pouvons citer in extenso.

On sait que la torpille automobile inventée par Whitehead est un petit sous-marin, mû par un moteur à 3 cylindres en étoile, à air comprimé, capable de parcourir une distance de plusieurs kilomètres à la vitesse de 70 à 80 km. à l'heure, en demeurant à une profondeur constante au-dessous du niveau de l'eau. C'est spécialement à la recherche d'un procédé de stabilisation de cette profondeur que Whitehead se voua, et c'est grâce à son admirable ténacité qu'il parvint à vaincre les difficultés qu'une insuffisante culture mathématique ne lui permettait pas d'analyser avec précision et assurance. Son premier appareil stabilisateur consistait en un « piston



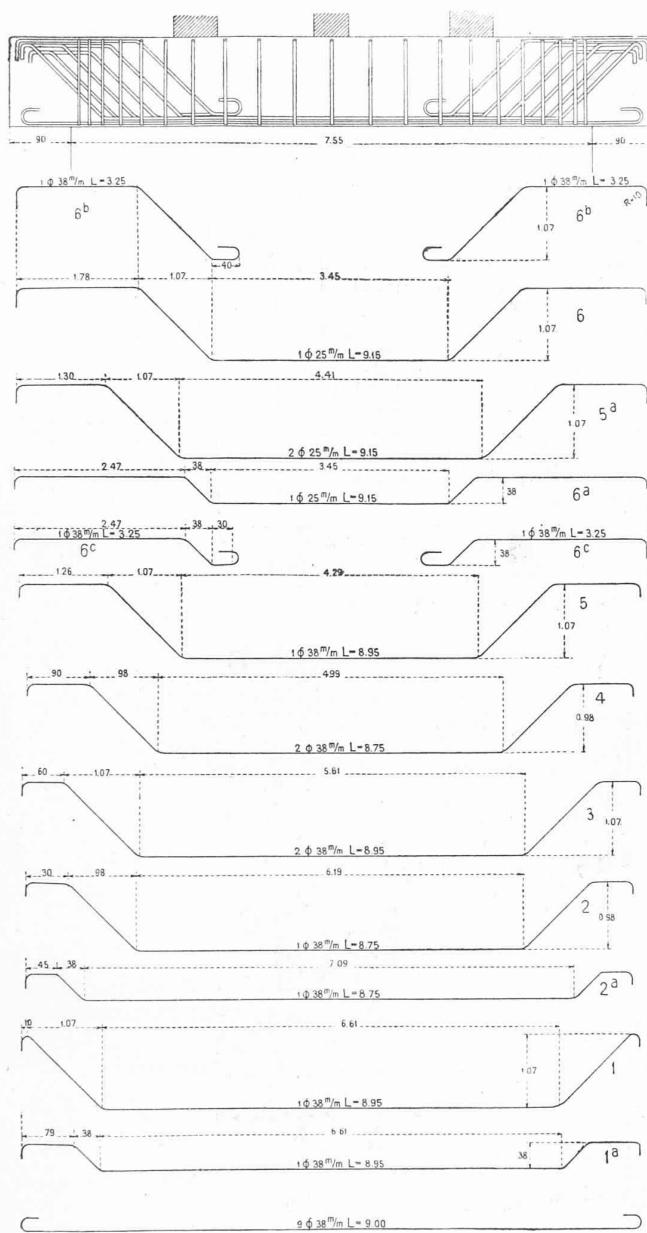
L'IMMEUBLE DE LA LIBRAIRIE PAYOT, A LAUSANNE

Poutre sur le rez-de-chaussée.

Constructeurs : MM. Hoeler et Burnand, à Lausanne.

hydrostatique» sensible à la pression de l'eau et qui commandait un servo-moteur actionnant un gouvernail de profondeur. Sous l'action de ce gouvernail la torpille progressait par bonds, décrivant une trajectoire d'allure sinusoïdale dont les angles avec l'axe de la courbe tendaient à augmenter, à chaque changement du signe de courbure, en vertu de l'inertie de l'engin. Il s'agissait donc d'amortir cette sinusoïde au moyen d'un appareil qui, à tout instant, contrariait la tendance actuelle de la torpille à monter ou à descendre. Whitehead constitua cet appareil d'un pendule dont le

mouvement relatif, par rapport à la torpille, était transmis au servo-moteur et s'y composait avec le mouvement imprimé par le piston. Mais le réglage de ce double appareil de stabilisation fut très difficile et il est probable que les tâtonnements auxquels Whitehead dut se livrer eussent été moins laborieux s'il avait soumis le cas à l'analyse mathématique. Nous allons essayer de le faire comprendre, ou plus exactement, d'en esquisser la démonstration, car nous devons négliger beaucoup de développements indispensables pour pénétrer le sujet à fond. Le lecteur n'a d'ailleurs qu'à



Détail de la poutre B (voir fig. précédente).

se reporter à la sixième des conférences précitées (La marche et la plongée des sous-marins, par M. Marbec) où il trouvera tous les détails que nous omettons ici.

Si l'on traduit mathématiquement l'action cinématique de l'appareil stabilisateur on arrive à l'équation

$$(1) \quad c + ma + nz = 0$$

c étant le mouvement résultant imprimé au servo-moteur par le piston et le pendule, α étant l'inclinaison de la torpille et z sa profondeur. m et n sont des facteurs de proportionnalité. Si on confond l'axe de la torpille avec la tangente à sa trajectoire, on a $\alpha = \frac{dz}{dx}$ et, la courbure de la trajectoire étant sensiblement proportionnelle à l'angle du gouvernail, c'est-à-dire à c , $\frac{d^2z}{dx^2}$ est proportionnel à c . L'équation (1) devient alors :

$$(2) \quad z'' + p z' + qz = 0.$$

C'est, comme on le voit immédiatement, une équation différentielle linéaire du deuxième ordre, à coefficients constants, dont l'intégration est aisée.

Nous possédons maintenant l'outil mathématique qui faisait défaut à Whitehead et qui nous permettra de déceler l'action respective de chacun des deux organes stabilisateurs : piston hydrostatique et pendule. Nous avons dit qu'au début de ses recherches, Whitehead ne stabilisait la profondeur qu'au moyen du piston, ce qui se traduit par l'élimination du terme $p z'$ de l'équation (2) réduite ainsi à

$$(3) \quad z'' + qz = 0.$$

Si $q < 0$ les courbes intégrales de cette équation sont des exponentielles. « Cela revient à dire, explique M. Marbec, que, si la torpille vient accidentellement en un point trop profond, elle prendra une courbure déterminée, à concavité vers le bas. Suivant le signe fortuit de l'inclinaison accidentelle en ce point, la torpille suivra soit une branche (montante) d'exponentielle qui la ramènera pour le moment à la profondeur voulue, soit une branche (descendante) qui amènera sa perte. Elle serait donc sûrement perdue au bout de quelques perturbations. Il ne faut donc pas $q < 0$ ».

Si $q > 0$, les courbes intégrales sont des sinusoïdes. Mais, nous avons vu que la stabilité de la trajectoire est fâcheusement compromise par les plongeons et les bonds que fait la torpille et qui tendent à s'exalter par suite de son inertie. Il faut donc amortir notre sinusoïde et c'est alors qu'intervient l'action correctrice du pendule et que réapparaît le terme $p z'$ de l'équation (2). Mais, comment composer les deux actions, celle du piston et celle du pendule, pour obtenir le réglage optimum ? C'est ce qui causa, nous l'avons dit, pas mal de tablature à Whitehead dont les tâtonnements durèrent une trentaine d'années avant que l'engin fût au point. Or l'analyse mathématique fournit un moyen précieux d'investigation. En effet, l'intégrale générale de l'équation (2) est

$$z = C_1 e^{r_1 x} + C_2 e^{r_2 x}$$

où r_1 et r_2 sont les racines de l'équation

$$r^2 + pr + q = 0$$

Si r_1 et r_2 étaient réels on aurait affaire à des exponentielles, ce qui nous ramènerait au régime instable de l'équation (3).

Au contraire, si r_1 et r_2 sont imaginaires et égales à $\alpha \pm \beta i$ l'intégrale générale est de la forme

$$e^{\alpha x} (A \cdot \cos \beta x + B \cdot \sin \beta x)$$

c'est-à-dire une sinusoïde amortie, si $\alpha < 0$.

Conclusion : on doit donc avoir $\alpha < 0$ et $\frac{p^2}{4} - q < 0$ et

les valeurs de α et de β déterminent l'amortissement et l'amplitude des oscillations.

Et M. Marbec termine sa conférence en ces termes : « Les tâtonnements de Whitehead furent longs. La connaissance de la mécanique telle qu'on vous l'enseigne lui eût permis de les abréger beaucoup. La preuve en a été faite sur la torpille elle-même. Lorsque trente ans après ses débuts, la torpille Whitehead a été munie d'un organe de stabilisation en direction horizontale (appareil gyroscopique Obry), les circonstances avaient changé. L'usine, devenue puissante, était alors en contact et presque en collaboration avec des officiers qui possédaient l'éducation polytechnicienne et l'appareil imaginé, étudié aussitôt avec les ressources de la



Rez-de-chaussée de la librairie Payot, à Lausanne.

mécanique rationnelle, a pu être mis au point avec certitude et sans délai».

Cet aperçu succinct, si indigent soit-il, suffira, nous l'espérons, à éveiller l'intérêt de nos lecteurs à l'endroit d'un ouvrage¹ qui satisfera tous les esprits curieux d'une élégante traduction mathématique des problèmes de la mécanique appliquée.

Le grand journal *Le Génie civil* nous a fait l'honneur de reproduire l'article paru sous le titre *Effets de la guerre sur l'industrie métallurgique en France et en Allemagne*, dans notre numéro du 10 mars et l'a fait précéder d'une note où nous lisons : « Nous espérons pouvoir répondre prochainement au vœu de notre confrère : « qu'il soit publié, de source autorisée, des informations précises sur les admirables efforts que fait l'industrie française pour se ressaisir ». Nous saluons avec plaisir cette initiative qui vient à son heure, en présence des nombreuses publications que toute la presse technique allemande consacre aux moyens mis en œuvre par l'industrie germanique pour s'adapter aux circonstances nées de la guerre actuelle.

Résultats du Concours pour l'Hôpital Daler, à Fribourg.

(Voir *Bulletin technique* 1915, page 284.)

1^{er} prix : (Fr. 1200) à M. *Indermühle*, architecte à Berne.

2^e prix : (Fr. 1000) à MM. *Lustorf et Mathys*, architectes à Berne.

¹ *Le sous-marin*. Six conférences faites aux élèves de l'Ecole Polytechnique. Paris. Imprimerie P. Dupont.

3^e prix : (Fr. 800) à M. *J. Troller*, architecte à Fribourg. L'exposition publique des projets a eu lieu du 29 mars au 8 avril.

Société suisse des ingénieurs et des architectes.

Communiqué du Comité central concernant la nomination d'un nouveau secrétaire.

Depuis sa création, le 1^{er} avril 1910, le secrétariat de notre Société a été géré, conjointement avec celui du Schweizer Wasserwirtschaftsverband, par M. A. Härry et cette combinaison fut avantageuse aux deux associations. Mais les affaires du Wasserwirtschaftsverband prirent peu à peu un développement tel que cette Société proposa la séparation des deux secrétariats. Nous-mêmes, nous éprouvions le besoin de nous rendre indépendants et cela d'autant que la création de l'office de placement devait entraîner une augmentation de travail suffisante pour occuper, avec les autres affaires de la Société, toute l'activité d'un secrétaire.

La guerre survenant, les deux associations décidèrent d'ajourner la scission de leur secrétariat. Nous nous vimes obligés de renoncer à l'engagement d'un secrétaire qui devrait tout son temps à notre Société et de limiter son activité afin qu'il pût vaquer aux affaires de son autre poste.

La séparation des secrétariats fut fixée au 1^{er} avril 1915, date à laquelle M. Härry prendra la gestion du secrétariat du Wasserwirtschaftsverband. Nous saisissions cette occasion pour remercier M. Härry des bons services qu'il a rendus à notre Société pendant les cinq ans qu'ont duré ses fonctions.

Nous annonçons que nous avons pu nous adjoindre M. *Alex Trautweiler*, ingénieur, bien connu dans les milieux techniques, en qualité de secrétaire, et à titre intérimaire, à