

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 41 (1915)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Le transport des mines marines par les courants sous l'action de la houle  
**Autor:** Bertin, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-31597>

### **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>**

A Solesmes, la *Fabrique de tubes* (capital social : 1,2 million).

A Haumont, la *Société des laminoirs à tubes* (capital social : 0,425 millions). Toujours d'après *Stahl und Eisen*, toutes les fabriques françaises de tubes seraient situées dans la zone d'occupation.

M. Schrödter se réjouit à la pensée que le sort que les Anglais destinaient aux usines métallurgiques allemandes est précisément échu à l'industrie française. Mais il y a cette différence, dit-il, que « tandis que les Anglais visaient non seulement la ruine de notre industrie, mais encore la destruction de nos établissements, l'armée allemande épargne partout scrupuleusement les propriétés privées et n'en distrairait et n'en distraira, *naturellement* contre un dédommagement équitable, que ce qui est indispensable aux besoins de l'armée et à l'exploitation de nos propres usines ». Voilà une déclaration qu'il est bon d'enregistrer.

#### Allemagne.

Le tableau suivant établit une comparaison entre la production de la fonte brute de l'année 1913 et celle de l'année 1914 dans l'Empire et le Luxembourg.

Mois	1913	1914
Juillet . . . . .	1 648 818	1 561 944
Août . . . . .	1 640 016	586 661
Septembre . . . . .	1 590 849	580 087
Octobre . . . . .	1 653 051	729 822
Novembre . . . . .	1 588 985	788 956
Décembre . . . . .	1 611 250	853 881

La production totale en 1914 est de 25,5 % inférieure à celle de 1913.

L'exploitation des hauts-fourneaux de la région du Rhin et de la Westphalie ne fut que peu entravée par la guerre ; il n'en fut pas de même des autres régions, comme le prouve le tableau suivant :

Régions	Nombre des hauts-fourneaux en exploitation avant la guerre	Nombre des hauts-fourneaux restés à feu au début de la guerre	Nombre de hauts-fourneaux à feu au 31 janv. 1915	Rapport des nombres des colonnes 4 et 2
1	2	3	4	4 et 2
Haute-Silésie	26	17	23	88 %
Saare . . .	26	8	17	65 »
Luxembourg	43	9	24	56 »
Lorraine . .	56	5	26	46 »

La production d'acier brut qui était de 1 627 345 t. en juillet 1914, a fléchi à 566 822 t. en août, puis elle remonte à 663 223 t. en septembre, 900 201 t. en octobre et redescend à 900 026 t. en novembre, c'est-à-dire, environ 60 % de la production moyenne en temps de paix.

Enfin, voici le bilan, dressé par M. Schrödter, des répercussions de la guerre sur l'industrie métallurgique des pays belligérants.

#### Capacité de production d'acier brut en 1913.

Allemagne . . . . .	19 000 000 t.	Gde-Bretagne . . . . .	7 800 000 t.
Autriche-Hong. . . . .	2 700 000 »	France . . . . .	4 400 000 »
		Belgique . . . . .	1 900 000 »
		Russie . . . . .	4 500 000 »
Totaux . . . . .	21 700 000 t.	Contre . . . . .	18 600 000 t.

#### Capacité actuelle de production d'acier brut.

Allemagne et Autr.-Hong . . . . .	21 700 000 t.	Gde-Bretagne . . . . .	7 800 000 t.
Belgique (occupation allem.) . . . . .	1 900 000 »	France . . . . .	1 100 000 »
France (occupation allem.) . . . . .	3 300 000 »	Russie . . . . .	4 500 000 »
Totaux . . . . .	26 900 000 t.	Contre . . . . .	13 400 000 t.

Ce tableau ne signifie évidemment pas grand-chose et M. Schrödter lui-même ne paraît le donner que pour ce qu'il vaut, car il reconnaît que la production actuelle de l'Allemagne, totalisée par le calcul, ne dépasse pas 10 800 000 t. d'acier par an.

La métallurgie allemande, écrit M. Beumer<sup>1</sup>, « a su s'adapter avec succès aux nouvelles conditions qui lui sont imposées, mais sa situation est loin d'être brillante, contrairement à ce qu'on prétend ici ou là, car elle doit faire face à des difficultés continuelles qui ne peuvent être vaincues qu'à force d'énergie et d'esprit d'entreprise. »

#### Le transport des mines marines par les courants sous l'action de la houle.

L'intéressante note qui suit a été présentée à l'Académie des sciences de Paris par M. E. Bertin, membre de l'Institut de France, directeur du Génie maritime.

Les mines automatiques ou torpilles de blocus, qui ont été mouillées en nombre énorme dans les guerres navales modernes, ont présenté une mobilité un peu imprévue, de laquelle ont résulté, surtout pour les bâtiments de commerce, de fréquentes catastrophes. L'origine de cette mobilité est dans l'insuffisance certaine, lorsque la mer est agitée, de l'excès du poids  $p$  du crapaud qui sert d'ancrage, sur la traction verticale  $f$  exercée par l'orin de la torpille.

Les poids, qu'il importe de réduire le plus possible en vue de la facilité et de la promptitude de la manœuvre, ont été déterminés en attribuant à la poussée hydrostatique de l'eau sur la torpille sa valeur en eau calme. Or, dans le liquide animé d'un mouvement oscillatoire vertical, la poussée est augmentée au point mort inférieur, en même temps que diminuée au point mort supérieur, de toute la force d'inertie développée dans le mouvement oscillatoire.

Considérons le cas le plus simple, celui d'une houle unique à orbites circulaires. Soient :  $r$  le rayon des orbites,  $\varepsilon$  la vitesse angulaire sur les orbites et  $\delta$  le poids de l'unité de volume du liquide. L'expression de la poussée hydrostatique  $F$  par unité de volume, en fonction du temps  $t$ , est connue depuis longtemps. On la trouve, en effet, à la page 20 des *Notes sur la théorie et l'observation de la houle et du roulis* (Congrès des Sociétés savantes du 1<sup>er</sup> mai 1870) :

$$F = \delta \sqrt{1 + \frac{\varepsilon^4 r^2}{g^2} - 2 \frac{\varepsilon^2 r}{g} \cos \varepsilon t}. \quad [1]$$

Le temps  $t$  est compté à partir du sommet de l'orbite.

En fonction de la demi-longueur  $L$  des vagues, la valeur de  $F$  est :

$$F = \delta \sqrt{1 + \left(\frac{\pi r}{L}\right)^2 - 2 \frac{\pi r}{L} \cos \sqrt{\frac{\pi g}{L}} t}. \quad [2]$$

<sup>1</sup> *Stahl und Eisen* (11 février 1915).

Si cette formule algébrique, qui représente des fonctions elliptiques, est assez complexe, les calculs numériques auxquels elle donne lieu sont des plus simples, quand on attribue à  $t$  les deux valeurs :

$$t = 0, \quad t = \pi,$$

qui correspondent, la première aux sommets des vagues et la seconde aux creux. Ces calculs ont été faits autrefois, non pour déterminer la tenue des torpilles de blocus, mais pour établir l'inexactitude de la théorie du roulis fondée sur l'hypothèse de la houle sinusoïdale. Ils ont conduit au tableau suivant, où le poids spécifique  $\sigma$  est pris pour unité ;  $F_1$  est la poussée hydrostatique dans le creux des vagues,  $F_2$  la poussée au sommet des vagues :

$\frac{r}{L}$	$F_1 = 1 + \frac{\pi r}{L}$	$F_2 = 1 - \frac{\pi r}{L}$
0,05 . . . . .	1,157	0,843
0,10 . . . . .	1,314	0,686
0,15 . . . . .	1,471	0,529

Le rapport 0,05 se rencontre usuellement à la surface de la houle en haute mer, au cours du vent qui produit l'agitation. Le rapport 0,10 a été également observé en haute mer, sur des houles plus courtes que les précédentes. Le rapport 0,15 se rencontre dans les mers peu profondes, où l'influence du fond se fait sentir sur le profil de la houle ; il s'applique particulièrement au cas des mines marines.

La valeur de  $F_1$  représente bien la poussée de l'eau sur le flotteur contenant l'explosif, parce que ce flotteur, dans une houle un peu forte, affleure de très près la surface au moment du passage des creux. Nous attribuerons donc à  $F_1$  les trois valeurs 1,15 ; 1,3 ; 1,5, pour prendre des nombres ronds.

Considérons maintenant une mine déplaçant, par exemple, 400 kg. d'eau en mer calme et pesant 300 kg., avec sa charge de 70 kg. d'explosif. La tension  $f$  de l'orin est de 100 kg. A supposer que le poids  $p$  du crapaud soit de 150 kg., la pression sur le fond de la mer, en vertu de laquelle la mine est maintenue à son poste, sera :

$$p - f = 150 - 100 = 50 \text{ kg.}$$

Si la plus faible des trois houles considérées, celle dans laquelle  $F_1$  est égal à 1,15, vient à passer sur cette mine, la tension de l'orin augmente aussitôt dans les creux et devient :

$$f = 400 \times 1,15 - 300 = 160 \text{ bg.}$$

La pression du crapaud sur le fond devient légèrement négative :

$$p - f = 150 - 160 = - 10 \text{ kg.}$$

c'est-à-dire que la torpille soulève le crapaud, au passage des creux, et flotte un instant au gré du courant.

Avec la houle moyenne donnant  $F_1 = 1,3$ , nous avons de même :

$$f = 400 \times 1,30 - 300 = 220 \text{ kg.}$$

$$p - f = 150 - 220 = - 70 \text{ kg.}$$

et la flottabilité est beaucoup plus prononcée.

Enfin, la valeur  $F_1 = 1,5$  donne :

$$f = 400 \times 1,50 - 300 = 300 \text{ kg.}$$

$$p - f = 100 - 300 = - 150 \text{ kg.}$$

La mine flotterait alors librement, crapaud soulevé, pendant une très grande partie du parcours inférieur des orbites liquides, entre les deux valeurs de  $t$  pour lesquelles  $F_1$  est égal à l'unité, et qui sont, d'après les équations [1] et [2], déterminées par la formule :

$$t = \frac{1}{\pi} \arccos \frac{rg^2}{2g}, \quad [3]$$

ou par la formule équivalente :

$$t = \sqrt{\frac{L}{\pi g}} \arccos \frac{\pi r}{2L} = \frac{T}{\pi} \arccos \frac{\pi r}{2L}, \quad [4]$$

$T$  étant la durée de la demi-période de la houle, égale à  $\sqrt{\frac{\pi L}{g}}$ .

Nous avons laissé de côté, comme négligeable, le cas où, soit dans un clapotis dû au voisinage d'une côte accore, soit par l'effet de toute autre superposition de mouvement ondulatoire, le profil des vagues atteindrait l'acuité de la cycloïde, et où la valeur de  $F_1$  deviendrait égale à 2, celle de  $F_2$  se réduisant à zéro.

En s'en tenant aux profils de houle à prévoir, les nombres obtenus pour la valeur de  $p - f$ , dans l'hypothèse où nous nous sommes placés, montrent qu'il faudrait doubler le poids de 150 kg. attribué au crapaud pour empêcher celui-ci d'être soulevé par l'orin de la torpille.

L'exemple choisi n'est pris sur aucun des modèles en usage dans la marine française. Les chiffres supposés se rapprochent suffisamment de la réalité pour montrer avec précision le danger très redoutable sur lequel il importe d'appeler l'attention.

E. BERTIN.

## Société vaudoise et Section vaudoise

DE LA

## Société suisse des ingénieurs et des architectes

*Compte rendu de la séance du 24 février 1915  
à l'Hôtel de la Cloche.*

Présidence de M. H. VERREY, architecte, président.

*Ballottage.* — M. Guignard, ingénieur, à Lausanne, est proclamé membre de la Société vaudoise.

*Loi sur la police des constructions et des habitations.* M. Meyer, rapporteur de la Commission chargée d'étudier cet objet donne lecture du mémoire à adresser au Conseil d'Etat qui est adopté sans aucune modification.

M. Verrey, président, remercie au nom de la section, M. le rapporteur et les membres de la commission pour l'énorme travail accompli.

M. Guinand, architecte, insiste pour que la nouvelle loi n'ait pas d'effets rétroactifs.

*Pont Butin à Genève.* Les membres de la Société se rallient à la proposition de M. Marguerat au sujet d'une visite « in corpore » de l'exposition des travaux de concours pour cette construction ; cette question sera reprise lorsque nous aurons reçu la réponse de M. Charbonnier, ingénieur cantonal à Genève.

*Protestation.* Le président donne lecture des dernières lettres reçues et l'on peut admettre que nous sommes actuellement en possession de toutes les réponses qui doivent nous parvenir, en sorte que rien ne s'oppose à donner suite à la proposition de M. Simon de publier tous ces documents. M. Marguerat et le rédacteur du *Bulletin technique* s'occuperont de la chose et à cet effet le dossier complet est remis à M. Marguerat.

*Proposition de M. Veller.* M. Verrey donne lecture de cette proposition qui, après discussion, est acceptée et ren-