

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 74 (1948)  
**Heft:** 1

## **Sonstiges**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

## ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 20 francs  
Etranger : 25 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 17 francs  
Etranger : 22 francs

Pour les abonnements  
s'adresser à la librairie

**F. ROUGE & Cie**  
à Lausanne

Prix du numéro :  
1 Fr. 25

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève; Vice-président : G. EPITAUX, architecte, à Lausanne; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : Fribourg : MM. L. HERTLING, architecte; P. JOYE, professeur; Vaud : MM. F. CHENAUX, ingénieur; E. ELSKES, ingénieur; E. D'OKOLSKI, architecte; A. PARIS, ingénieur; CH. THÉVENAZ, architecte; Genève : MM. L. ARCHINARD, ingénieur; E. MARTIN, architecte; E. ODIER, architecte; Neuchâtel : MM. J. BÉGUIN, architecte; G. FURTER, ingénieur; R. GUYE, ingénieur; Valais : MM. J. DUBUIS, ingénieur; D. BURGÈNER, architecte.

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur. Case postale Chauderon 475, LAUSANNE

## TARIF DES ANNONCES

Le millimètre  
(larg. 47 mm.) 20 cts.  
Réclames : 60 cts. le mm.  
(largeur 95 mm.)  
Rabais pour annonces  
répétées

## ANNONCES SUISSES S.A.

5, Rue Centrale  
Tél. 2 33 26  
LAUSANNE  
et Succursales



## CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE

A. STUCKY, ingénieur, président; M. BRIDEL; G. EPITAUX, architecte; R. NEESER, ingénieur.

**SOMMAIRE :** Une solution graphique du problème de Lagrange en balistique intérieure, par M. le Dr P. DE HALLER, ingénieur en chef de la maison Sulzer Frères. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes : Gaz et électricité, deux sources d'énergie indispensables à l'économie suisse, conférence de M. E. CHOISY, ingénieur, président des Services industriels de Genève. — Société suisse des ingénieurs et des architectes : Procès-verbal de l'assemblée des délégués du samedi 30 août 1947. — COMMUNIQUÉ. — SERVICE DE PLACEMENT.

## Une solution graphique du problème de Lagrange en balistique intérieure

par M. le Dr P. DE HALLER, ingénieur en chef de la maison Sulzer Frères.<sup>1</sup>

La balistique intérieure classique admet, dans l'étude du mouvement du projectile dans la bouche à feu, que l'écoulement des gaz est quasi permanent. Ceci permet de traiter le problème au moyen de la seule équation d'énergie, en égalant à chaque instant l'énergie dégagée par la combustion de l'explosif à l'énergie cinétique du projectile et des gaz brûlés. Cette méthode a fait ses preuves dans tous les cas où la vitesse initiale n'est pas trop élevée, ou plus exactement lorsque le poids de la charge propulsive est petit par rapport à celui du projectile. Cette condition n'est plus remplie dans les armes à feu modernes, et l'estimation de l'énergie cinétique des gaz, qui représente alors une forte fraction de l'énergie totale, devient difficile. Comme il s'agit d'un exemple typique d'écoulement non permanent, la solution analytique du problème se heurte à de grosses difficultés. La première tentative remonte à Lagrange, qui a simplifié la question en admettant que la combustion de l'explosif est terminée avant la mise en mouvement du projectile. Sous cette forme, la solution complète et exacte a été donnée par Gossot et Liouville<sup>2</sup>, et Love et Pidduck<sup>3</sup>, mais, indépendamment de l'hypothèse de Lagrange beaucoup trop éloignée de la réalité, les calculs numériques sont d'une telle complexité que l'on ne peut guère faire

usage de ces résultats. Le but de cette note est de montrer comment le calcul graphique permet non seulement de lever cette difficulté mais encore de s'affranchir de toute hypothèse particulière relative à l'allure de la combustion en fonction du temps ou de la pression.

Je rappellerai tout d'abord rapidement le principe de la méthode<sup>4</sup>.

Le mouvement varié d'un fluide élastique, contenu dans un tube cylindrique rigide et isolé thermiquement est défini par deux équations, exprimant la continuité et le théorème des quantités de mouvements :

$$\frac{\partial p}{\partial t} + u \frac{\partial p}{\partial x} + \rho \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} + \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial p}{\partial x} = 0. \quad (2)$$

A cause de l'hypothèse d'un écoulement adiabatique jointe à l'équation d'état, la densité  $\rho$  est une fonction de la pression (pour un gaz parfait  $\rho/\rho_0 = (p/p_0)^{1/\gamma}$ ).

Introduisant un potentiel de vitesse  $\phi$  tel que  $u = \frac{\partial \phi}{\partial x}$

et la vitesse du son  $a = \sqrt{\frac{dp}{d\rho}}$

on obtient

$$\phi_{tt} + 2\phi_x \phi_{xt} + (\phi_x^2 - a^2) \phi_{xx} = 0. \quad (3)$$

<sup>1</sup> Communication présentée au 6<sup>e</sup> Congrès international de mécanique appliquée, Paris, septembre 1946.

<sup>2</sup> Balistique intérieure, Baillière, Paris, 1922.

<sup>3</sup> Phil. Trans. Roy. Soc. London A Vol. 222, 1922, p. 167-226.

<sup>4</sup> Revue Technique Sulzer, 1945, N° 1, p. 6-24.