

Zeitschrift: L'Enseignement Mathématique
Herausgeber: Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique
Band: 35 (1936)
Heft: 1: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

Artikel: LES ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES DU TYPE PARABOLIQUE
Autor: Doetsch, Gustav
Kapitel: IV. — Les principes de Huyghens et d'Euler.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-27305>

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: 27.04.2026

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

ment négative, tandis que pour $\psi(x, y)$ la température passe pour $x = 0$ des valeurs négatives aux valeurs positives. Mais ceci s'explique du fait que les deux solutions correspondent à des conditions aux limites différentes pour $x \rightarrow \infty$. L'influence des conditions aux limites à l'infini et la question dans quelle mesure celles-ci peuvent être données n'a pas été jusqu'à maintenant étudiée dans la littérature.

IV. — LES PRINCIPES DE HUYGHENS ET D'EULER.

1. — La non-unicité oblige à prendre des précautions surtout dans l'application aux solutions d'équations paraboliques du principe de Huyghens et de celui d'Euler. Le *principe de Huyghens* (Hadamard [1]) détermine la solution une fois à partir de la frontière primitive, puis à partir d'une station intermédiaire. L'exemple le plus simple serait le suivant: Soit un fil, de température initiale nulle, qui s'étend d'un côté à l'infini; appliquons à la frontière $x = 0$ la température un, alors; d'après (3, 61) nous obtenons pour $x > 0$ la température

$$1 * \psi(x, y) .$$

Si l'on prend comme frontière le point intermédiaire x_0 ($0 < x_0 < x$), on y a la température $1 * \psi(x_0, y)$, donc dans x

$$1 * \psi(x_0, y) * \psi(x - x_0, y) .$$

Dans le cas de l'unicité on en peut conclure

$$1 * \psi(x, y) = 1 * \psi(x_0, y) * \psi(x - x_0, y) ,$$

d'où, par dérivation par rapport à y ,

$$\psi(x, y) = \psi(x_0, y) * \psi(x - x_0, y) \quad (0 < x_0 < x) .$$

Ceci n'est autre que le théorème d'addition de Cesàro, mentionné à la page 65. Mais la conclusion n'est pas légitime, si nous ne possédons pas de théorème d'unicité, rigoureusement applicable dans ce cas.

Si dans la fonction de Green G de (1, 24) nous mettons en évidence la largeur l de l'intervalle en écrivant $G(x, y; l)$,

alors le principe de Huyghens appliqué à la propagation de la chaleur dans un fil fini, donne lieu à la relation

$$G(x, y; l) = G(x_0, y; l) * G(x - x_0, y; l - x_0) \quad (0 < x_0 < x < l)$$

qui, explicitement écrite, représente une relation assez compliquée entre des fonctions \mathfrak{S}_3 (Doetsch [11]).

Si l'on applique le principe de Huyghens dans la direction des y au lieu de celle des x , on obtient pour la fonction $\Gamma(x, \xi; y)$ de (1, 25) le théorème transcendant d'addition (Doetsch [1], p. 51):

$$\int_0^l \Gamma(x_1, \xi; y_1) \Gamma(\xi, x_2; y_2) d\xi = \Gamma(x_1, x_2; y_1 + y_2)$$

pour $0 < \frac{x_1}{x_2} < l$ et $\frac{y_1}{y_2} > 0$.

2. — *Le principe d'Euler* (Doetsch [9]) détermine une solution dans le même domaine de base au moyen de deux espèces de conditions sur la frontière, par exemple une fois par les valeurs sur la frontière de la fonction elle-même, puis par celles d'une de ses dérivées. On obtient ainsi par identification une relation en général transcendante. Envisageons par exemple (Doetsch [9], p. 340) la distribution de la température dans un fil de longueur un, distribution qui satisfait aux conditions suivantes sur la frontière

$$\lim_{y \rightarrow 0} u = 0, \quad \lim_{x \rightarrow 0} u = 2y \mathfrak{S}_3(0, y) + 1, \quad \lim_{x \rightarrow 1} \frac{\partial u}{\partial x} = 0.$$

Elle sera donnée par

$$u(x, y) = - [2y \mathfrak{S}_3(0, y) + 1] * \frac{\partial \mathfrak{S}_2\left(\frac{x}{2}, y\right)}{\partial x}.$$

Puisqu'on a pour cette fonction

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\partial u}{\partial x} = - \mathfrak{S}_3(0, y) - 1,$$

l'on peut déterminer u aussi par les conditions suivantes sur la frontière

$$\lim_{y \rightarrow 0} u = 0, \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\partial u}{\partial x} = - \mathfrak{S}_3(0, y) - 1, \quad \lim_{x \rightarrow 1} \frac{\partial u}{\partial x} = 0.$$

La solution de ce problème s'écrit ainsi:

$$u(x, y) = [\mathfrak{S}_3(0, y) + 1] * \mathfrak{S}_3\left(\frac{x}{2}, y\right),$$

et l'identification des deux expressions pour u donne la relation

$$\mathfrak{S}_3\left(\frac{x}{2}, y\right) * [\mathfrak{S}_3(0, y) + 1] + \frac{\partial \mathfrak{S}_2\left(\frac{x}{2}, y\right)}{\partial x} * [2y \mathfrak{S}_3(0, y) + 1] = 0.$$

Pour $x \rightarrow 0$ cette relation se transforme en une équation intégrale pour $\mathfrak{S}_3(0, y)$:

$$\mathfrak{S}_3(0, y) * [\mathfrak{S}_3(0, y) + 1] - 2y \mathfrak{S}_3(0, y) - 1 = 0$$

indiquée par F. BERNSTEIN (Die Integralgleichung der elliptischen Thetanullfunktion. *Sitzungsber. d. preuss. Akad. d. Wiss.*, 1920, pp. 735-747). Pour d'autres exemples et pour une autre méthode de gagner de telles relations transcendentes par des transformations fonctionnelles, voir Doetsch [11].

V. — LE CARACTÈRE ANALYTIQUE DES SOLUTIONS.

1. — WEIERSTRASS [1] a montré en 1885 que la solution dans le demi-plan $y > 0$ de l'équation (1,21) de la chaleur avec les valeurs $\Phi(x)$ sur la frontière $y = 0$, représente sur chaque horizontale une fonction entière analytique en x . Plus explicitement: La solution donnée par la formule classique de Poisson

$$u(x, y) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} \chi(x - \xi, y) \Phi(\xi) d\xi, \quad (5, 1)$$

où χ désigne la fonction (3,331), a cette propriété. A cause de nos expériences sur la multiplicité des solutions nous nous trouvons obligés de nous servir de cet énoncé plus prudent. Weierstrass établit la même propriété pour la solution (1,23), si les températures $A(y)$ et $B(y)$ s'annulent.

Holmgren montra en 1905 ([1] et plus explicitement dans [3]) qu'une solution *régulière* (voir p. 50) de (1,21) représente sur