

**Zeitschrift:** L'Enseignement Mathématique  
**Herausgeber:** Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique  
**Band:** 24 (1924-1925)  
**Heft:** 1: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

**Artikel:** LA PÉDAGOGIE DES THÉORIES D'EINSTEIN  
**Autor:** Buhl, A.  
**Kapitel:** XI. — Compléments sur les B a quatre indices.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-515760>

#### **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:** 10.01.2026

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

Elle a alors exactement même structure que les mineurs des termes de la première ligne dans le déterminant  $\Delta_2$  de la seconde formule stokienne fondamentale (3) et ceci est de la plus haute importance; nous verrons bientôt, en effet, que les théories einsteiniennes font reposer les conceptions mécaniques générales sur l'identité (40) et, comme l'électromagnétisme repose sur (3) il y a ici une manière de saisir un des principaux liens unissant les deux disciplines.

Ajoutons que (40) n'est qu'un cas très particulier des « Identités de la Gravifique » récemment réétudiées et réexposées de manière particulièrement didactique par M. Th. De Donder.

## XI. — COMPLÉMENTS SUR LES B A QUATRE INDICES.

Par définition et avec le mécanisme des  $g$  à deux indices exposé au paragraphe VIII, on a

$$B_{\mu\nu\sigma\tau} = g_{\tau\alpha} B_{\mu\nu\sigma}^{\alpha}, \quad B_{\mu\nu\sigma}^{\tau} = g^{\tau\alpha} B_{\mu\nu\sigma\alpha}. \quad (41)$$

D'après (31) on voit facilement que  $B_{\mu\nu\sigma\tau}$  peut s'écrire

$$\frac{\partial}{\partial x_\nu} \left[ \begin{smallmatrix} \mu\sigma \\ \tau \end{smallmatrix} \right] - \frac{\partial}{\partial x_\sigma} \left[ \begin{smallmatrix} \mu\nu \\ \tau \end{smallmatrix} \right] + \left\{ \begin{smallmatrix} \mu\nu \\ \alpha \end{smallmatrix} \right\} \frac{\partial g_{\tau\alpha}}{\partial x_\sigma} - \left\{ \begin{smallmatrix} \mu\sigma \\ \alpha \end{smallmatrix} \right\} \frac{\partial g_{\tau\alpha}}{\partial x_\nu} + \left\{ \begin{smallmatrix} \sigma\nu \\ \beta \end{smallmatrix} \right\} \left[ \begin{smallmatrix} \beta\nu \\ \tau \end{smallmatrix} \right] - \left\{ \begin{smallmatrix} \nu\mu \\ \beta \end{smallmatrix} \right\} \left[ \begin{smallmatrix} \beta\sigma \\ \tau \end{smallmatrix} \right].$$

Si l'on tient compte de la formule du paragraphe VIII

$$\frac{\partial g_{jk}}{\partial x_i} = \left[ \begin{smallmatrix} ik \\ j \end{smallmatrix} \right] + \left[ \begin{smallmatrix} ij \\ k \end{smallmatrix} \right],$$

il vient, toujours pour  $B_{\mu\nu\sigma\tau}$ , après simplifications

$$\frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 g_{\sigma\tau}}{\partial x_\mu \partial x_\nu} + \frac{\partial^2 g_{\mu\nu}}{\partial x_\sigma \partial x_\tau} - \frac{\partial^2 g_{\mu\sigma}}{\partial x_\tau \partial x_\nu} - \frac{\partial^2 g_{\nu\tau}}{\partial x_\mu \partial x_\sigma} \right) + \left\{ \begin{smallmatrix} \mu\nu \\ \alpha \end{smallmatrix} \right\} \left[ \begin{smallmatrix} \sigma\tau \\ \alpha \end{smallmatrix} \right] - \left\{ \begin{smallmatrix} \mu\sigma \\ \alpha \end{smallmatrix} \right\} \left[ \begin{smallmatrix} \nu\tau \\ \alpha \end{smallmatrix} \right].$$

De là résulte

$$B_{\mu\nu\sigma\tau} = -B_{\mu\sigma\nu\tau}, \quad B_{\tau\nu\sigma\mu} = -B_{\mu\nu\sigma\tau}, \quad (42)$$

$$B_{\mu\nu\sigma\tau} = B_{\sigma\tau\mu\nu}, \quad B_{\nu\mu\tau\sigma} = B_{\mu\nu\sigma\tau}. \quad (43)$$

D'après la définition, encore donnée au paragraphe VIII, pour  $G_{\alpha i}$ , on a

$$G_{\mu\nu} = g_\sigma^{\alpha} B_{\mu\nu\sigma}^{\alpha} = B_{\mu\nu\sigma}^{\tau} = g^{\tau\alpha} B_{\mu\nu\sigma\alpha}. \quad (44)$$

On conclut de là, d'après la dernière identité (43),

$$G_{\mu\nu} = G_{\nu\mu} . \quad (45)$$

L'expression

$$G = g^{\mu\nu} G_{\mu\nu}$$

donne, d'après ce que nous avons vu (§ VI) pour toutes les expressions de même nature,

$$G_\sigma = \frac{DG}{Dx_\sigma} = \frac{\delta G}{\delta x_\sigma} . \quad (46)$$

On sait que  $G$  est la *courbure scalaire* pour l'espace dont le  $ds^2$  est

$$ds^2 = g_{ij} dx_i dx_j .$$

Dans le cas d'une surface ordinaire,  $G$  se réduit à la courbure totale.

## XII. — EQUATIONS GRAVIFIQUES GÉNÉRALES.

Reprendons l'identité de Bianchi, sous la forme (38), et *contractons* la en faisant  $\tau$  égal à  $\rho$ ; il vient

$$(B_{\mu\nu\sigma}^\rho)_\rho + G_{\mu\nu\nu} - G_{\mu\nu\sigma} = 0 .$$

On conclut de là

$$\begin{aligned} g^{\mu\nu} (B_{\mu\nu\sigma}^\rho)_\rho &= (g^{\mu\nu} B_{\mu\nu\sigma}^\rho)_\rho = (g^{\mu\nu} g^{\rho\tau} B_{\mu\nu\sigma\tau})_\rho \\ &= (g^{\rho\tau} g^{\mu\nu} B_{\tau\sigma\nu\mu})_\rho = (g^{\rho\tau} B_{\tau\sigma\nu})_\rho = (g^{\rho\tau} G_{\tau\sigma})_\rho = G_{\sigma\rho} . \end{aligned}$$

De même

$$\begin{aligned} g^{\mu\nu} G_{\mu\nu\nu} &= (g^{\mu\nu} G_{\mu\nu})_\nu = G_{\sigma\nu} , \\ g^{\mu\nu} G_{\mu\nu\sigma} &= (g^{\mu\nu} G_{\mu\nu})_\sigma = G_\sigma . \end{aligned}$$

Donc, en tenant compte de (46),

$$2G_{\sigma\nu}^\nu = \frac{\delta G}{\delta x_\sigma} . \quad (47)$$

Telle est l'identité fondamentale de la Mécanique einsteinienne; au fond ce n'est que l'identité de Bianchi *contractée*. Le raisonnement ici employé est encore emprunté à M. A.-E. Harward.