III. – DÉRIVÉES PARTIELLES D'ORDRE SUPÉRIEUR.

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **L'Enseignement Mathématique**

Band (Jahr): **37 (1938)**

Heft 1: **L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE**

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

En multipliant membre à membre les équations (2) et (3), et en supprimant le facteur A'B dans les deux membres, on obtient

$$d_2 b = A''A' = a \frac{\sin C}{\sin^2 (B + C)} dB .$$

Si maintenant nous considérons la petite variation dC qui modifie la valeur de l'angle C, le triangle ABC, premièrement changé en A'BC' par la variation da, et après en A''BC' par la variation dB, sera finalement changé en A'''BC'. Calculons l'excès $d_3 b$ de la valeur finale, A'''C', du côté b sur sa deuxième valeur intermédiaire A''C'. Du point C' comme centre, avec A''C' comme rayon, décrivons l'arc de circonférence A''H, dont la longueur est, à d'infiniment petits près,

$$A''H = b \cdot dC = a \frac{\sin B}{\sin (B + C)} dC .$$

Mais, l'arc A''H étant infiniment petit, le triangle A'''A''H peut être considéré comme un triangle rectiligne, rectangle en H, et on aura, à d'infiniment petits d'ordre supérieur près,

$$d_3 b = A'''H = A''H \operatorname{cotang} A''A'''H = - a \frac{\sin B \cdot \cos (B + C)}{\sin^2 (B + C)} dC ,$$

car on a

$$\operatorname{cotang} A''A'''H = - \operatorname{cotang} (B + dB + C + dC) .$$

La somme des trois valeurs $d_1 b$, $d_2 b$, $d_3 b$, nous donne finalement l'expression cherchée de db.

III. — Dérivées partielles d'ordre supérieur.

Il s'agit de faire voir par des considérations géométriques (ceci étant déjà démontré analytiquement), que dans le calcul des dérivées partielles d'ordre supérieur d'une fonction de plusieurs variables, on peut intervertir l'ordre des dérivations.

Soit une fonction de deux variables

$$z = f(x, y) \qquad (1)$$

et A un point quelconque de la surface représentative de cette fonction, dont l'ordonnée z est AP (fig. 3). Si nous donnons à x un accroissement dx = PQ, nous aurons un nouveau point B de la surface et une nouvelle ordonnée BQ. Or, BB′, différence des deux ordonnées, provenant d'avoir donné un accroissement à x seulement, sera

$$\mathrm{BB}' = z' - z = \frac{\partial z}{\partial x} dx = d_x z \ . \tag{2}$$

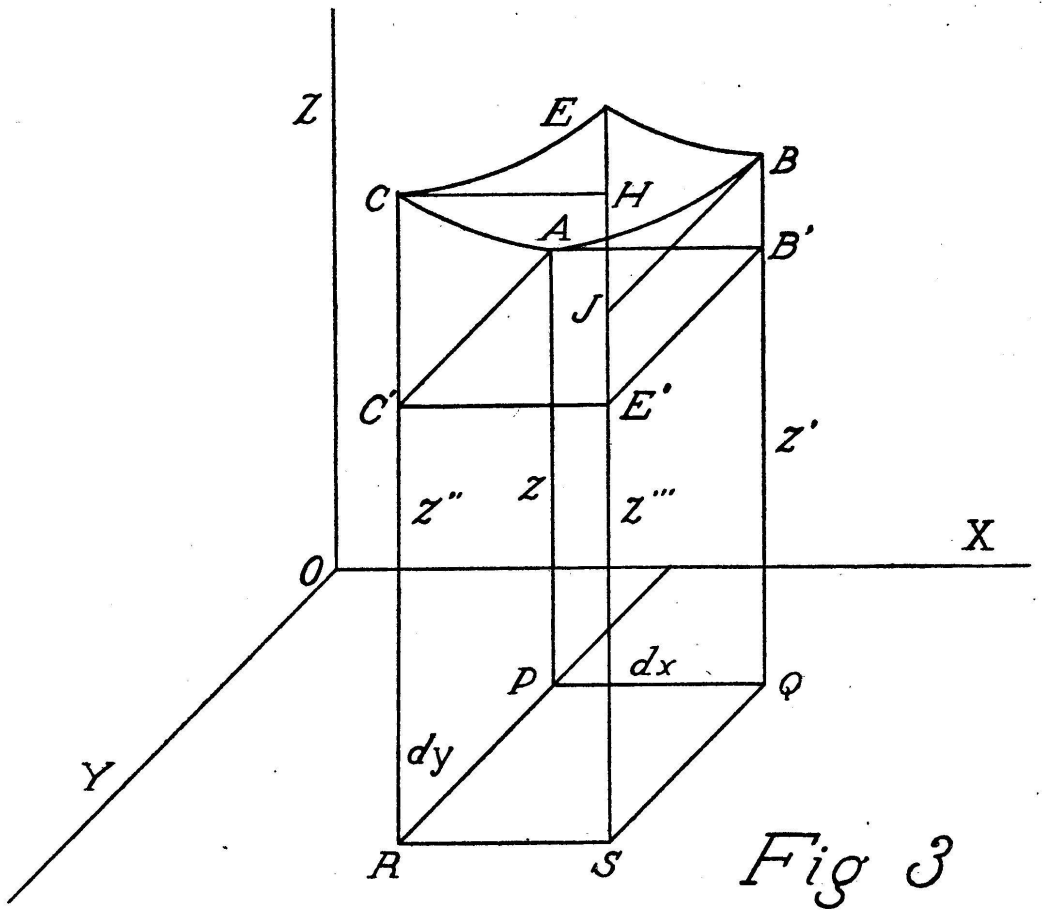

Fig 3

Partons encore une fois du point P, donnons seulement à y un accroissement infiniment petit dy = PR, et nous aurons un nouveau point C de la surface, auquel correspondra une ordonnée z'' = CR. La différence des ordonnées z et z'' sera de manière analogue

$$\mathrm{CC}' = z'' - z = \frac{\partial z}{\partial y} dy = d_y z \ . \tag{3}$$

Finalement, à partir du point R $(x, y + dy)$, donnons à x un accroissement dx; nous obtiendrons ainsi un nouveau point E

de la surface, avec une ordonnée ES $= z'''$. Comparons z''' avec z' et avec z'':

$$\mathrm{EJ} = \mathrm{ES} - \mathrm{BQ} = \frac{\partial z}{\partial y} dy = d_y z \ . \tag{4}$$

Les équations (3) et (4) montrent que CC′ et EJ sont deux valeurs consécutives de $\frac{\partial z}{\partial y} dy$, correspondantes à des valeurs de x qui diffèrent entre elles de dx; donc leur différence sera:

$$\mathrm{EJ} - \mathrm{CC}' = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right) dy\, dx = \frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y} dy\, dx \ . \tag{5}$$

De même,

$$\mathrm{EH} = \mathrm{ES} - \mathrm{CR} = \frac{\partial z}{\partial x} dx = d_x z \ . \tag{6}$$

Les équations (2) et (6) font voir que BB′ et EH sont deux valeurs consécutives de $\frac{\partial z}{\partial x} dx$ correspondantes à des valeurs de y qui diffèrent de dy; ainsi leur différence sera

$$\mathrm{EH} - \mathrm{BB}' = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right) dx\, dy = \frac{\partial^2 z}{\partial y\, \partial x} dx\, dy \ . \tag{7}$$

Donc, l'ordre des différentiations successives sera indifférent si

$$\mathrm{EJ} - \mathrm{CC}' = \mathrm{EH} - \mathrm{BB}' \ ,$$

égalité qui devient une identité évidente si nous y remplaçons EJ par son égal EE′ — BB′, et EH par son égal EE′ — CC′.

IV. — Explication géométrique de la méthode d'intégration par parties.

Il s'agit de la formule classique

$$\int_{\mathrm{M}}^{\mathrm{N}} u\,dv = (uv)_{\mathrm{M}}^{\mathrm{N}} - \int_{\mathrm{M}}^{\mathrm{N}} v\,du \ . \tag{1}$$

Considérons une fonction de deux variables

$$f(u\,,\,v) = 0 \tag{2}$$