

**Zeitschrift:** L'Enseignement Mathématique  
**Herausgeber:** Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique  
**Band:** 4 (1958)  
**Heft:** 1: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

**Artikel:** SUR LE PRINCIPE DE FERMAT  
**Autor:** Quan, Pham Mau  
**Kapitel:** Introduction  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-34626>

### **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:** 15.07.2025

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

# SUR LE PRINCIPE DE FERMAT

par PHAM MAU QUAN, Paris

(Reçu le 31 septembre 1957)

## INTRODUCTION

On peut donner au principe de FERMAT en Optique l'énoncé suivant qui le rapproche du principe de Maupertuis ou de moindre action :

Dans un milieu transparent isotrope d'indice de réfraction  $n$  variable, les rayons lumineux sont les extrémales du chemin optique défini par l'intégrale

$$\int_{z_0}^{z_1} n d\sigma$$

où  $z_0, z_1$  sont deux points quelconques du milieu et  $d\sigma$ , l'élément linéaire du rayon lumineux passant par ces deux points.

Nous proposons dans cet article une démonstration de ce principe en lui donnant un énoncé plus général. Notre idée est la suivante.

La lumière est un phénomène électromagnétique gouverné par les équations de MAXWELL qui sont un système d'équations aux dérivées partielles auxquelles doivent satisfaire les vecteurs champs et inductions électromagnétiques. Les variétés caractéristiques de ces équations représentent les surfaces d'ondes électromagnétiques et les bicaractéristiques, les rayons associés. Leur étude permet donc de trouver les lois de propagation du champ électromagnétique et en particulier de la lumière. Et le principe de FERMAT en est une conséquence.

Pour représenter les phénomènes de la Mécanique et de l'Electromagnétisme d'une manière indépendante du mode de

repérage de l'espace et du temps, il est naturel d'avoir recours à une variété  $V_4$  à quatre dimensions, trois d'espace et une de temps et qui sera telle qu'à chacun de ses points corresponde un événement déterminé. Cette variété est la variété *espace-temps* de la théorie de la relativité. On la rapporte à des systèmes de coordonnées curvilignes quelconques et on y cherche une représentation tensorielle des lois physiques<sup>1)</sup>. Aussi nous sera-t-il utile de rappeler certaines définitions classiques de la théorie de la relativité; mais nous supposerons connue la théorie des espaces de Riemann<sup>2)</sup>. Nous cherchons à préciser la notion d'inductions électromagnétiques dans le nouveau mode de représentation afin de formuler d'une manière correcte les équations correspondantes de la théorie de MAXWELL. C'est ce qui va faire l'objet de la première partie de notre exposé. Nous continuerons par une étude des caractéristiques de ces équations en établissant que les rayons électromagnétiques sont les géodésiques de longueur nulle d'une variété riemannienne associée  $\bar{V}_4$ . L'étude géométrique des rayons électromagnétiques dans l'espace à trois dimensions fournira l'énoncé du principe de FERMAT, dont l'existence est liée à celle d'univers stationnaire et de mouvements permanents.

Nous utiliserons les symboles  $\nabla_\alpha$  pour désigner les dérivées covariantes et  $\partial_\alpha$  pour désigner les dérivées partielles ( $\partial_\alpha = \frac{\partial}{\partial x_\alpha}$ ).

## I. INDUCTIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET ÉQUATIONS RELATIVISTES DE L'ÉLECTROMAGNÉTISME

### **1. La variété espace-temps.**

Dans la théorie de la relativité générale, l'espace-temps est une variété différentiable à quatre dimensions  $V_4$  de classe de différentiabilité  $C^2$ ,  $C^4$  par morceaux, sur laquelle est définie une métrique riemannienne  $ds^2$  de type hyperbolique normal,

<sup>1)</sup> Cette représentation indépendante du mode de repérage dans la variété  $V_4$  a conduit historiquement à une meilleure intelligence des phénomènes de l'électrodynamique des corps en mouvement.

<sup>2)</sup> Lire par exemple A. LICHNEROWICZ, *Éléments de calcul tensoriel* (A. Colin, Paris, 1950).