

**Zeitschrift:** L'Enseignement Mathématique  
**Herausgeber:** Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique  
**Band:** 28 (1929)  
**Heft:** 1: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

**Artikel:** SUR LES OVALES DE DESCARTES  
**Autor:** Dufour, M.  
**Kapitel:** II. — Normale a l'ovale.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-22597>

### **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:** 14.04.2026

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

D'autre part,

$$A_0A' = \lambda_2 \cdot F_2A = \lambda_1(4c - F_2A) \quad \text{d'où} \quad F_2A = \frac{4\lambda_1 c}{\lambda_1 + \lambda_2},$$

$$B_0B = \lambda_2 \cdot F_2B = \lambda_1(F_2B - 4c) \quad \text{d'où} \quad F_2B = \frac{4\lambda_1 c}{\lambda_1 - \lambda_2}.$$

Par suite

$$r = \frac{F_2C}{2} = \frac{F_2A + F_2B}{4} = \lambda_1 c \left( \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} + \frac{1}{\lambda_1 - \lambda_2} \right) = \frac{2\lambda_1^2 c}{\lambda_1^2 - \lambda_2^2}.$$

Désignons par  $F_s$  le foyer singulier; ses distances aux trois foyers ordinaires sont <sup>1</sup>

$$F_s F_1 = \frac{2\lambda_2^2 c}{\lambda_1^2 - \lambda_2^2}, \quad F_s F_2 = \frac{2\lambda_1^2 c}{\lambda_1^2 - \lambda_2^2}, \quad F_s F_3 = 2 \frac{d^2}{c} \cdot \frac{1}{\lambda_1^2 - \lambda_2^2}.$$

$F_s$  est extérieur à l'intervalle  $F_1F_2$  et placé du côté de  $F_1$ .

## II. — NORMALE A L'OVALE.

L'ovale étant donnée par l'équation  $\lambda\rho + \lambda'\rho' = h$  rapportée à deux foyers  $F$  et  $F'$ , nous prenons sur la courbe un point  $I$ ,

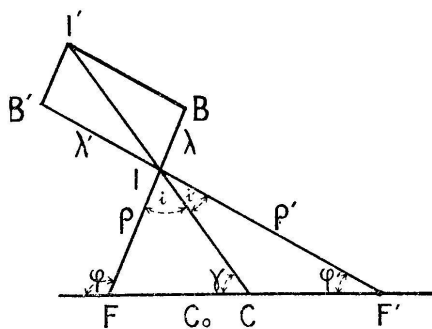


Fig. 4.

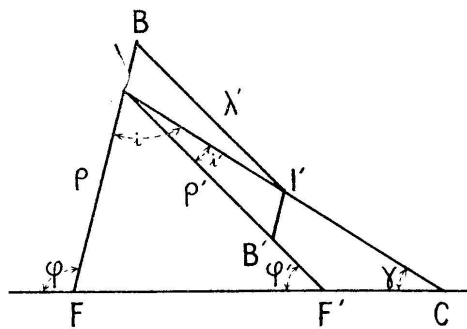


Fig. 5.

nous portons sur les rayons vecteurs  $FI$  et  $F'I$  des segments  $IB = \lambda$  et  $IB' = \lambda'$ , et nous complétons le parallélogramme  $BIB'I'$  (fig. 4 et 5): sa diagonale  $II'$  est la normale à l'ovale.

<sup>1</sup> En prenant  $F_s$  pour origine, l'équation cartésienne de l'ovale prend une forme où  $F_sF_1$ ,  $F_sF_2$  et  $F_sF_3$  interviennent de façon symétrique, se prêtant de façon commode à l'étude de la courbe.

La normale rencontre l'axe  $FF'$  en un point  $C$  situé entre  $F$  et  $F'$  si  $\lambda$  et  $\lambda'$  sont de même signe (fig. 4) et en dehors de l'intervalle  $FF'$  si  $\lambda$  et  $\lambda'$  sont de signe contraire (fig. 5). Le tableau des équations bipolaires montre que pour l'ovale intérieure, la normale passe entre  $F_1$  et  $F_2$  et que pour l'ovale extérieure, elle rencontre l'axe en des points extérieurs à l'intervalle  $F_1 F_2$ .

Soient  $i$ ,  $i'$  et  $\gamma$  les angles que fait la normale avec les rayons vecteurs et avec l'axe  $FF'$ . Les deux triangles  $CFI$  et  $CF'I$  nous donnent

$$\frac{CF}{\rho} = \frac{\sin i}{\sin \gamma} \quad \text{et} \quad \frac{CF'}{\rho'} = \frac{\sin i'}{\sin \gamma} .$$

D'où

$$\frac{CF}{CF'} = \frac{\sin i}{\sin i'} \cdot \frac{\rho}{\rho'} .$$

Dans le triangle  $IBI'$

$$\frac{\sin i}{\sin i'} = \frac{|\lambda'|}{|\lambda|} .$$

Donc

$$\frac{CF}{CF'} = \frac{|\lambda'|}{|\lambda|} \cdot \frac{\rho}{\rho'} .$$

*Le rapport des segments déterminés sur  $FF'$  par la normale à l'ovale est égal au produit du rapport des rayons vecteurs adjacents par un facteur constant.*

Réciproquement, si la normale à une courbe détermine sur la droite passant par deux points fixes  $F$  et  $F'$  deux segments dont le rapport est égal au produit du rapport des deux rayons vecteurs adjacents par un facteur constant, la courbe est une ovale de Descartes. En effet, si

$$\frac{FC}{F'C} = \frac{|\lambda'|}{|\lambda|} \cdot \frac{\rho}{\rho'} ,$$

nous pouvons construire sur les directions des rayons vecteurs un parallélogramme de côtés égaux à  $\lambda$  et  $\lambda'$ .

Si nous connaissons le point d'intersection  $C$  d'une normale avec l'axe, nous connaissons le rapport  $\rho : \rho'$  et, si nous écrivons l'équation de la courbe sous la forme

$$\left( \lambda \frac{\rho}{\rho'} + \lambda' \right) \rho' = h ,$$

nous pouvons déterminer  $\rho'$  et par suite  $\rho$ . Alors le point I est connu et CI est la normale cherchée.

Pour trouver l'angle  $\gamma$  de la normale avec l'axe, projetons le contour II'B sur l'axe focal et sur une droite qui lui soit perpendiculaire. Désignant par  $\varphi$  et  $\varphi'$  les angles des rayons vecteurs avec l'axe, nous obtenons

$$\text{II}' \cos \gamma - \lambda \cos \varphi - \lambda' \cos \varphi' = 0, \quad \text{II}' \sin \gamma - \lambda \sin \varphi - \lambda' \sin \varphi' = 0.$$

D'où

$$\text{tg } \gamma = \frac{\lambda \sin \varphi + \lambda' \sin \varphi'}{\lambda \cos \varphi + \lambda' \sin \varphi'}.$$

### III. POINTS OU L'OVALE PRÉSENTE UN MAXIMUM OU UN MINIMUM DE COURBURE.

#### 1. — *Sommets de l'ovale.*

Par raison de symétrie, les sommets situés sur l'axe correspondent à un maximum ou à un minimum de courbure.

1. *Construction du centre de courbure relatif à un sommet.* — Si le point I (fig. 4 et 5) se rapproche indéfiniment du sommet A, le point C, intersection de la normale en I avec FF', tend vers une position limite C<sub>0</sub> qui est le centre de courbure en A, puisque par raison de symétrie, ce centre de courbure doit se trouver sur FF' et on a

$$\frac{C_0 F}{C_0 F'} = \frac{|\lambda'|}{|\lambda|} \frac{C_0 A}{C_0 A'}.$$

Le point C<sub>0</sub> divisant FF' dans un rapport donné se détermine par une construction bien connue et cette construction est applicable à l'ellipse ( $\lambda = \lambda'$ ) et à l'hyperbole ( $\lambda = -\lambda'$ ).

2. *Sommets de l'ovale intérieure.* — Quand le point I se déplace sur une ovale intérieure à partir du sommet A<sub>1</sub>, voisin du foyer F<sub>1</sub>,  $\rho_1$  augmente et l'équation de la courbe  $\lambda_1 \rho_1 + \lambda_2 \rho_2 = -h_3$  montre que  $\rho_2$  diminue. Alors  $\rho_1 : \rho_2$  augmente, ainsi que CF<sub>1</sub> : CF<sub>2</sub>