

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 27 (1901)  
**Heft:** 7

**Artikel:** L'intégraphe Abdank Abakanowicz  
**Autor:** Lossier, Henry  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-22125>

#### **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:** 27.01.2026

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



Cathédrale de Lausanne. — Ancienne flèche vue de la Caroline.

Il n'a pas fallu moins de trois commissions pour élucider le problème de la réfection du portail. Les procès-verbaux des séances de ces commissions sont très instructifs. Une découverte importante a été faite ; l'ancien portail du treizième siècle a été retrouvé derrière celui d'Aymon de Montfaucon (1513). M. Naeff, dans le sein de la troisième commission, exprime nettement l'avis qu'il eût été préférable d'étudier parallèlement la reconstitution des deux portails, celui du treizième et celui du seizième siècle.

Au point de vue strictement architectural et pour l'unité du monument tout entier, il peut paraître regrettable que l'on n'ait pas démasqué l'entrée primitive, en transportant et en remontant ailleurs celle d'A. de Montfaucon ; d'autre part, les Lausannois auraient trouvé le changement un peu hardi et puisqu'ils ne connaissent pas leur cathédrale autrement qu'avec le portail actuel, il valait peut-être mieux conserver ce qui existait.

Les lecteurs du *Bulletin technique* connaissent suffisamment les diverses parties de la cathédrale de Lausanne pour qu'une description des détails soit inutile. Le but de ces lignes est de donner une idée de ce qui s'est fait jusqu'ici pour sauver le monument de détériorations très graves ; tout ou presque tout a été ou va être retenu ; les parties les plus exposées ont été refaites en marbre de St-Trophime, en pierre de Lens ou

autres matériaux plus résistants que la molasse du pays.

Bientôt la grande rose sera regarnie de ses vitraux restaurés et complétés ; le sanctuaire de Notre Dame de Lausanne, si célèbre au moyen âge, apparaîtra rajeuni dans une splendeur nouvelle.

Un mot, en terminant, sur les traces de peinture découvertes contre un des piliers du transept. Tandis que nous nous extasions sur la beauté des lignes architecturales, les hommes du moyen âge ne concevaient pas une église autrement que peinté. Notre génération, en vertu d'un atavisme de culture, peut comprendre une beauté aussi abstraite que celle de l'harmonie des lignes ; jadis, pour le peuple, il fallait la couleur, il fallait des histoires sur les murs ou sur les verrières. La vie particulière était resserrée, presque misérable, même chez les gens de la classe moyenne. Dans la noblesse et la bourgeoisie, le luxe n'était guère répandu, surtout dans notre pays. C'était donc à l'église que l'on voyait de belles choses ; elle était un reflet terrestre des splendeurs paradisiaques ; elle devait plaire aussi bien qu'édifier et attirer les simples. C'est ce qu'expriment si bien ces vers que Villon met dans la bouche de sa mère :

Femme je suis povrette et ancienne  
Ne riens ne scay : onques lettre ne leuz ;  
Au moustier voy dont je suis paroissienne  
Paradis painct, où sont harpes et luz ;  
Et ung enfer, où damnez sont boulluz...

Une restauration de ces peintures est impossible ; tout ce qui sera retrouvé sera évidemment conservé. Quant à leur style, elles rappellent les fresques de Valère à Sion. Ce sont les mêmes décorations imitant des tissus ; on pourrait aussi les rapprocher de celles qui s'aperçoivent dans une petite chapelle attenante à l'église abbatiale de Payerne ; leur mauvais état de conservation rend difficile une comparaison exacte, cependant il est bon de signaler l'intérêt qu'il y aurait pour l'histoire de l'art dans notre pays, à étudier de plus près cette question.

La restauration de la cathédrale de Lausanne est une œuvre grandiose qui fait honneur à la fois à ceux qui l'ont dirigée et au peuple vaudois tout entier.

H. VULLIET.

## L'Intégraphe Abdank Abakanowicz

par HENRY LOSSIER, INGÉNIEUR CIVIL

(Suite, voir N° 10 du 20 novembre 1900)

### Applications

Pour bien montrer quelle est l'étendue et la variété des applications de l'intégraphe décrit dans le numéro du 20 novembre, il faudrait passer en revue les principales d'entr'elles, à savoir :

Les problèmes planimétriques, la résolution des équations numériques, la recherche des moments de divers ordres et des centres de gravité, le problème du transport des terres, le calcul des poutres encastrées ou continues, la théorie des voûtes, les problèmes de construction navale,

l'étude des systèmes en mouvement, les problèmes électriques, etc.

L'espace restreint qui m'est accordé ne me permettant pas d'entreprendre une étude aussi complète, je me bornerai à traiter la résolution des équations numériques et quelques problèmes statiques.

Dans la suite je désignerai par  $k$  la constante ou *base* de l'appareil, c'est-à-dire la longueur par laquelle il faut multiplier l'ordonnée de la courbe intégrale pour obtenir l'aire comprise entre la courbe différentielle, l'axe des  $x$  et l'ordonnée correspondante.

#### Représentation et résolution des équations numériques

Soit une équation de la forme :

$$1) y = Ax^m + Bx^{m-1} + \dots + Hx^2 + Jx + K$$

En la dérivant  $m$  fois, on obtient successivement les équations :

$$2) \frac{dy}{dx} = m Ax^{m-1} + (m-1) Bx^{m-2} + \dots + 2 Hx + J$$

$$3) \frac{d^2y}{dx^2} = m(m-1) Ax^{m-2} + (m-1)(m-2) Bx^{m-3} + \dots + 2 H$$

$$m) \frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} = m(m-1)(m-2) \dots Ax + (m-1)(m-2) \dots B$$

$$+ 1) \frac{dy}{dx^m} = m(m-1)(m-2) \dots A$$

A chaque dérivation disparaît une constante que l'on note pour l'opération de l'intégration mécanique.

L'équation  $(m+1)$  représente une droite parallèle à l'axe des  $x$ . Considérant cette droite comme courbe donnée, on en trace, à l'aide de l'intégraphe, la courbe intégrale qui n'est autre qu'une droite oblique.

Si l'on détermine la position de l'axe des abscisses de telle sorte que l'ordonnée à l'origine soit égale à

$$(m-1)(m-2) \dots B,$$

la droite obtenue représentera l'équation :

$$y = m(m-1)(m-2) \dots Ax + (m-1)(m-2) \dots B$$

Considérant de nouveau cette droite comme courbe donnée, on trace une nouvelle courbe intégrale (parabole) qui représente l'équation :

$$y = m(m-1) \dots Ax^2 + (m-1)(m-2) \dots Bx + (m-2) \dots C$$

(ordonnée à l'origine =  $(m-2) \dots C$ .)

Après  $m$  opérations semblables, on obtient une courbe du  $m^{\text{me}}$  degré qui représente graphiquement l'équation donnée.



Cathédrale de Lausanne. — Nouvelle flèche vue de la Caroline.

De la sorte est aussi résolu le problème :

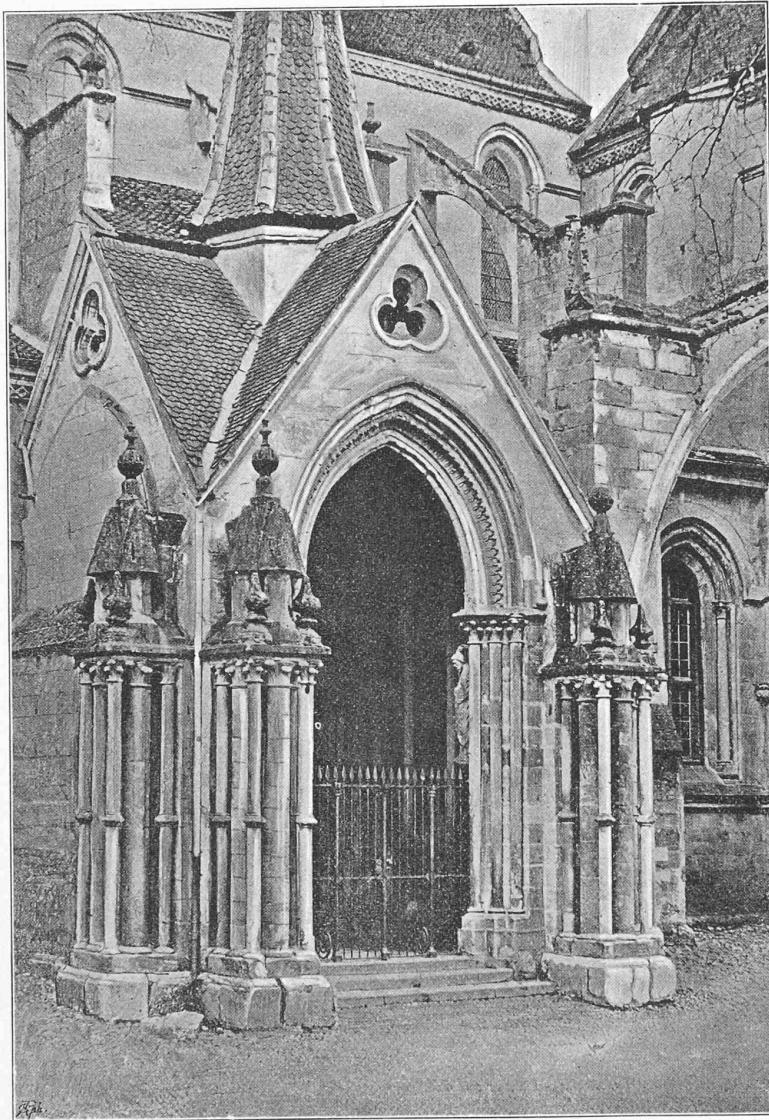
Déterminer les racines de l'équation :

$$Ax^m + Bx^{m-1} + \dots + Hx^2 + Jx + K = 0$$

Celles-ci sont données par les points d'intersection de la  $m^{\text{me}}$  courbe avec l'axe des abscisses, tandis que les points d'intersection de la  $(m-1)^{\text{me}}$  courbe avec l'axe des  $x$  correspondent aux *maxima* et *minima* de la fonction.

On est souvent obligé, pour obtenir des courbes plus maniables, de prendre une constante  $k$  autre que 1. Si la constante est  $k$  il faudra multiplier par  $k$  chacune des équations différentielles qui deviennent :

$$y = Ax^m + Bx^{m-1} + \dots + Hx^2 + Jx + K$$



Cathédrale de Lausanne. — Le porche des apôtres avant sa restauration.

$$k \frac{dy}{dx} = km Ax^{m-1} + k(m-1) Bx^{m-2} + \dots + 2k Hx + k J$$

$$k^m \frac{d^m y}{dx^m} = k^m m(m-1)(m-2) \dots A.$$

A chaque intégration, l'exposant de  $k$  diminuant d'une unité, nous obtiendrons, après  $m$  opérations, la courbe représentant la fonction :

$$y = Ax^m + Bx^{m-1} + \dots + Hx^2 + Jx + K$$

*Exemple :* Soit à déterminer les racines de l'équation du 4<sup>me</sup> degré :

$$x^4 - 2,50 x^3 + 1,76 x^2 - 0,14 x - 0,12 = 0$$

Posons .

$$1) \quad y = x^4 - 2,50 x^3 + 1,76 x^2 - 0,14 x - 0,12$$

En dérivant, nous obtenons successivement :

$$2) \quad \frac{dy}{dx} = 4x^3 - 7,50 x^2 + 3,52 x - 0,14$$

$$3) \quad \frac{d^2 y}{dx^2} = 12 x^2 - 15 x + 3,52$$

$$4) \quad \frac{d^3 y}{dx^3} = 24 x - 15$$

$$5) \quad \frac{d^4 y}{dx^4} = 24$$

Si la constante  $k$  de l'appareil est égale à l'unité, il n'y a qu'à tracer la droite  $y = 24$ , l'intégrer et déterminer la nouvelle position de l'axe des  $x$  à l'aide de la constante  $-15$  (pour  $x = 0, y = -15$ ).

On obtient ainsi une droite dont l'équation est :

$$y = 24 x - 15$$

En intégrant encore une fois et en introduisant la constante  $+3,52$ , on obtient :

$$y = 12 x^2 - 15 x + 3,52$$

Intégrant une troisième et quatrième fois en introduisant les constantes  $-0,14$  et  $-0,12$ , on obtient successivement :

$$y = 4x^3 - 7,50x^2 + 3,52 - 0,14$$

$$\text{et } y = x^4 - 2,50x^3 + 1,76x^2 - 0,14x - 0,12$$

Les intersections de cette dernière courbe avec l'axe des  $x$  donnent les racines de l'équation :

$$x^4 - 2,50 x^3 + 1,76 x^2 - 0,14 x - 0,12 = 0$$

Ces racines sont :  $x = -0,2$ ;  $x_2 = +0,5$ ;  $x_3 = +1,0$ ;  $x_4 = +1,2$ . La figure 5 est la reproduction, en réduction, de la résolution graphique de l'équation donnée. Dans la figure originale les courbes rapportées aux centres  $o_2$  et  $o_3$  ont été tracées avec une base égale à 5 cm., les deux dernières avec une base supposée égale à 2,5 cm.

On dit que la base est *égale à l'unité* lorsqu'elle est égale à l'*unité de longueur*, car, si l'aire de la courbe différentielle est égale à l'unité de surface et que la base soit 1, l'ordonnée de la courbe intégrale sera égale à l'unité de longueur ; la base, d'après sa définition, sera donc aussi égale à l'unité de longueur.

Si l'on désigne par  $y_1$  l'ordonnée de la courbe intégrale tracée avec une base égale à l'unité et  $y_n$  celle de la courbe tracée avec une base  $n$ , nous avons l'égalité.

$$y_1 \times 1 = y_n \times n$$

$$y^n = \frac{1}{n} y_1.$$

Revenons à la fig. 5.

Dans le cas où l'on se borne à la seule recherche des racines d'une équation, il n'est pas nécessaire que l'échelle des ordonnées soit la même que celle des abscisses.

Nous avons donc tracé notre première droite  $y = 24$  en adoptant une échelle quelconque pour les ordonnées ; nous avons porté, dans notre exemple, 2 mm. par unité, soit en tout 48 mm. (Les dimensions indiquées se rapportent toutes à la figure originale dont la figure 5 est une réduction).

L'intégration de cette première droite a été exécutée avec une base égale à 50 mm.; nous avons alors choisi l'échelle des abscisses, soit 100 mm. = 1 unité. La base étant par conséquent égale à  $\frac{1}{2}$ , nous avons porté, pour l'ordonnée à l'origine, 4 mm. par unité, soit en tout 60 mm.

La deuxième courbe intégrale ayant été tracée avec la même base  $\frac{1}{2}$ , nous avons porté pour l'ordonnée à l'origine, 8 mm. par unité, soit en tout 28,16 mm.

La base choisie pour l'intégration des deux dernières courbes étant égale à 2,5 cm., nous avons porté (ordonnée à l'origine) pour la première, 32 mm. et pour la seconde 128 mm. par unité.

La question des échelles à adopter, qui paraît un peu obscure au début, ne présente plus aucune difficulté après quelques instants de pratique.

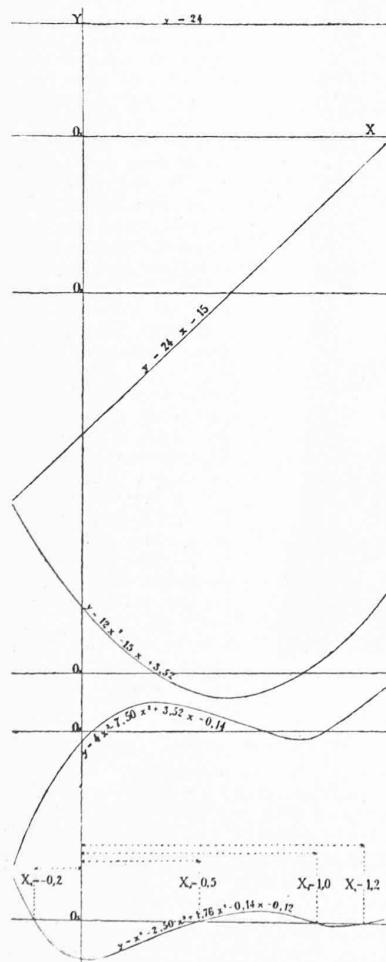


Fig. 5.



Cathédrale de Lausanne. — Portique des apôtres restauré.

Cliché Sadag, extrait de l'ouvrage en préparation : *La Suisse à travers les âges*.

### Intégration des équations différentielles

Soit une équation différentielle explicite :

$$\frac{dy}{dx^n} = f^n(x).$$

représentée par une courbe ; on opère l'intégration de cette équation en tracant  $n$  courbes intégrales consécutives.

Comme cette opération se répète

dans presque toutes les applications de la courbe intégrale que je décrirai dans la suite, il est inutile d'en donner ici un exemple.

On peut également résoudre, en appliquant la courbe intégrale, des équations données de la forme :

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y), \frac{dy}{dx} = \frac{f(x)}{\varphi(x)}, \frac{dy}{dx} = f(x) + \varphi(y) \dots$$

(A suivre).