

# DE LA NOMOGRAPHIE ET DE LA NÉCESSITÉ DE L'INTRODUIRE DANS L'ENSEIGNEMENT

Autor(en): **Pasquier, Ern.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **L'Enseignement Mathématique**

Band (Jahr): **1 (1899)**

Heft 1: **L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE**

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1242>

## **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.

désigne les tangentes de ces six angles par  $t_\gamma, t_\beta, t_\alpha, t'_\gamma, t'_\beta, t'_\alpha$ , on aura les relations :

$$(17) \quad t_\gamma t_\beta t_\alpha = -1, \quad t'_\gamma t'_\beta t'_\alpha = -1, \quad t_\gamma = \frac{1}{t'_\gamma}, \quad t_\beta = \frac{1}{t'_\beta}, \quad t_\alpha = \frac{1}{t'_\alpha}.$$

On obtient ainsi une généralisation directe de la notion du rapport anharmonique dans le cas de deux variables indépendantes.

En effet, la relation (17) existe entre les 6 valeurs d'un rapport anharmonique; il est vrai qu'il s'en présente une autre (formant avec celle-ci un rapport anharmonique) qui peut s'écrire, symétriquement, au moyen des angles  $\alpha, \beta, \gamma$  :

$$(18) \quad \cos \alpha + \cos \beta + \cos \gamma = 0.$$

En d'autres termes : pour un faisceau de rayons pris dans le plan  $x + y + z = 0$ , et dont le sommet est à l'origine O, les six quantités  $t, t'$  représentent les six valeurs du rapport anharmonique, comme paramètres <sup>(1)</sup> du faisceau de rayons.

Si la condition (18) disparaît, les quantités  $t, t'$  deviennent les paramètres du faisceau de rayons O.

W. FRANZ MEYER (Königsberg).

(Traduit de l'allemand par Alph. BERNOUD.)

## DE LA NOMOGRAPHIE

ET DE LA NÉCESSITÉ DE L'INTRODUIRE DANS L'ENSEIGNEMENT

Quel qu'il soit, physicien, chimiste, astronome, ingénieur, peu importe, un homme de science qui n'est pas théoricien pur doit très souvent rechercher les résultats numériques auxquels con-

<sup>(1)</sup> Cela ressort immédiatement du fait que les six valeurs d'un rapport anharmonique, quand l'une d'elles est égalée au carré de la tangente d'un angle, coïncident avec les carrés (pris avec le signe convenable) des six fonctions trigonométriques fondamentales. Ceci a un rapport très étroit avec la définition d'un angle dans la géométrie projective.

duit l'application de diverses formules générales, variables d'une science à l'autre et considérées comme acquises. Le financier, le personnel des Compagnies d'assurance ou de retraite, etc., sont dans le même cas, de sorte qu'il existe toute une pléiade d'hommes, même instruits, obligés de consacrer un temps précieux à répéter fréquemment des calculs d'ordinaire longs et fastidieux.

Ajoutons que dans l'immense majorité des cas de la pratique, on préfère de loin une solution commode et rapide à une autre plus rigoureuse et moins intuitive. Il en est surtout ainsi dans l'art de l'ingénieur, où les solutions approchées sont d'autant plus indiquées que l'on ne connaît que d'une façon peu précise les valeurs qu'il faut attribuer aux quantités fournies par l'expérience et sur lesquelles les calculs sont fondés.

Pour ces motifs, on a été amené, depuis longtemps, à rechercher les moyens les plus propres à simplifier les calculs, quand même l'exactitude du résultat en souffrirait quelque peu. Les procédés imaginés à cet effet sont au nombre de quatre, savoir : les tables numériques ou barèmes, les machines à calculer, le calcul graphique et les abaques ; passons-les rapidement en revue.

Le calcul de celui qui doit appliquer une formule est d'abord simplifié s'il peut trouver, dans des tables construites *ad hoc*, les résultats numériques que donne cette formule pour des valeurs des données convenablement choisies ; la table fournit alors, soit directement, soit par interpolation, le résultat de la formule pour n'importe quel cas particulier.

Les divers formulaires en usage renferment une quantité de tables de ce genre, dont le nombre s'accroît constamment avec les besoins de la pratique. On peut regarder les tables de logarithmes comme rentrant dans la catégorie actuelle.

L'usage de l'une ou de l'autre des machines, dites machines à calculer, facilite considérablement aussi les applications numériques. La règle à calcul est de loin la plus employée de ces machines. Sur ma demande, M. l'ingénieur Daubresse, chef des travaux graphiques à nos écoles spéciales, a bien voulu, il y a quelques mois à peine, en expliquer l'usage et le maniement à notre jeune cercle mathématique et dorénavant M. l'ingénieur Suttor, chargé des exercices mathématiques, remplira la même mission, chaque année, auprès de nos futurs candidats ingénieurs

et candidats en sciences physiques et mathématiques ; ici, jusqu'à présent, les élèves des dernières années d'ingénieurs étaient seuls initiés à l'emploi de la règle.

Parmi les moyens de simplification de calcul dont on dispose actuellement, il faut distinguer d'une façon particulière les méthodes graphiques. C'est parce que ces méthodes sont plus expéditives et plus intuitives que les procédés analytiques et qu'elles fournissent des résultats suffisamment exacts pour les besoins de la pratique, qu'une préférence marquée leur a été accordée pendant ces dernières années, tant dans les écoles d'ingénieurs que dans les ateliers de construction.

Les divers procédés, signalés jusqu'à présent, les seuls d'un usage courant, ont un inconvénient commun : chaque application numérique exige encore un calcul ou une épure spéciale, donc demande encore un temps parfois considérable. Il est bien vrai que les hommes supérieurs qui ont la direction d'un grand établissement scientifique ou industriel ne s'astreignent pas à faire eux-mêmes de pareilles opérations et que des subalternes, calculateurs ou dessinateurs, sont ordinairement chargés de cette besogne essentiellement mécanique. C'est ainsi que la plupart des ateliers de construction comprennent un bureau technique, composé surtout de dessinateurs et qu'à côté des grands observatoires, il existe des bureaux de calculs, dont l'unique mission est de former les éphémérides astronomiques ou nautiques, exécuter des calculs d'orbites, etc.

Quoi qu'il en soit au sujet de ce dernier point, le défaut commun des méthodes précédentes est aggravé par ce fait qu'une même application est souvent effectuée, quelquefois au même instant, par un grand nombre de calculateurs ou de dessinateurs, lorsqu'il eût suffi qu'un seul fit l'opération.

Pour éviter qu'il en soit ainsi, il existe un moyen simple, mais qui n'est à conseiller qu'à l'occasion de formules fréquemment appliquées ; il consiste à calculer d'avance et à publier au besoin les résultats auxquels ces formules peuvent conduire pour des valeurs des données suffisamment rapprochées et ne dépassant pas certaines limites. Très précieuse en toute circonstance, une pareille publication offre l'avantage considérable de fournir aussi le résultat à un moment où tout autre procédé aurait été inap-

plicable : ce peut être le cas du marin en détresse ou de l'officier militaire en présence de l'ennemi.

Quant à la manière dont il convient de réunir ainsi les principaux résultats d'une formule usuelle, d'ordre technique, le mieux est de former, non un barème, mais un tableau graphique coté ou, comme on dit, un *abaque* <sup>(1)</sup>. L'abaque constitue donc un quatrième moyen de simplification de calcul, particulièrement commode, puisqu'un abaque renferme en lui-même toutes les solutions qui peuvent se rencontrer en pratique lors de l'application d'une formule déterminée ; une fois un pareil tableau graphique dressé pour une certaine formule, l'application à un cas particulier est réduite au plus grand degré de simplicité, à une lecture faite sur l'abaque lui-même.

C'est à la fin du siècle dernier qu'on paraît devoir faire remonter le premier abaque et depuis lors, on en avait certes construit un grand nombre, de types divers ; ce n'est cependant qu'en 1891 que les principes qui les concernent ont été réunis par M. l'ingénieur d'Ocagne, professeur à l'École des ponts et chaussées de Paris, en un corps de doctrine auquel il a donné le nom de *Nomographie* <sup>(2)</sup>. Considérée à un point de vue très général, la nouvelle science détermine et classe, dans sa partie théorique, tous les modes possibles de représentation plane des équations ; elle recherche ensuite, dans sa partie pratique, quels sont ceux de ces modes qui sont applicables à une équation donnée et quel est celui d'entre eux qui, dans le cas considéré, présente le plus d'avantages. Un an après l'apparition de la « *Nomographie* », l'Institut de France, dont la compétence en matière scientifique est universellement appréciée, lui accordait l'un de ses prix et reconnaissait ainsi officiellement la haute valeur du travail de M. d'Ocagne.

Depuis 1891, les questions relatives aux abaques n'ont cessé d'être étudiées avec ardeur, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique, non seulement par le savant auteur de la brochure de 1891, mais encore par beaucoup d'autres ingénieurs, des astronomes, etc. Qu'il me suffise de signaler le plus impor-

(1) Du mot  $\alpha\beta\gamma\delta$ , damier.

(2) De  $\nu\omicron\mu\omicron\varsigma$ , loi.

tant et le plus récent des travaux publiés dans cet ordre d'idées : c'est un ouvrage d'ensemble, comprenant près de 500 pages, dû encore à la plume infatigable de M. d'Ocagne et où, à côté des principes, il a su réunir un très grand nombre d'applications extrêmement intéressantes et variées; ce volume est cinq fois plus gros que la brochure de 1891. A mon avis, le nouveau *Traité de Nomographie* <sup>(1)</sup> est un ouvrage d'un prix inestimable, qui devrait se trouver entre les mains de quiconque porte intérêt aux applications numériques. Mais ce n'est pas le lieu d'entrer dans des détails concernant la théorie ou les applications des abaques; un article spécial doit être consacré, dans cette revue même, au récent *Traité* de M. d'Ocagne.

Personnellement, quand j'enseignais la mécanique appliquée, j'avais déjà été vivement frappé de certains abaques relatifs à cette science. L'apparition de la brochure de 1891 n'en a pas moins été pour moi une révélation et à partir de cette époque, je suis devenu un chaud partisan des abaques. Auprès de mes collègues, auprès de mes élèves, dans mes écrits, partout je fais de la propagande. L'année dernière, sur ma demande, M. Goedseels, actuellement administrateur-inspecteur de l'observatoire royal de Belgique et à qui la nomographie est redevable d'un de ses chapitres les plus généraux, venait donner à nos élèves-ingénieurs actuels une très intéressante conférence sur les abaques; cette conférence fut ensuite, dans l'intérêt des aînés, publiée dans le *Bulletin de l'Union des ingénieurs sortis des écoles spéciales de Louvain* <sup>(2)</sup>. Cette année, sur mon conseil, un jeune étudiant plein d'avenir, M. Dehairs, donnait à son tour à ses condisciples en sciences mathématiques, une causerie sur le même sujet et fait plus significatif, M. l'ingénieur Suttor ouvrait à l'Institut préparatoire annexé à nos écoles spéciales un véritable cours de nomographie.

Aujourd'hui, en effet, il ne suffit plus que quelques ingénieurs

(1) Grand in-8°, Gauthier-Villars, 1899.

Le lecteur trouvera plus loin, dans la *Bibliographie*, une analyse de ce *Traité* rédigée par M. LACOMBE, professeur à l'École polytechnique de Zurich.

LA DIRECTION.

(2) Troisième fascicule, 1898. Également dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1898; tirage à part chez M. Lagart, Bruxelles.

ou professeurs isolés fassent apprécier, dans des cercles restreints, les avantages que présentent les abaques. La nomographie possède d'autres droits. Elle constitue tout un corps de doctrine reposant sur des principes sûrs et dont l'exposé, surtout si l'on se borne au côté pratique, n'exige guère que les notions les plus élémentaires de Géométrie analytique plane ; quoique jeune encore, elle a un passé glorieux et on peut lui prédire, sans crainte de se tromper, l'accueil le plus sympathique auprès de tous les hommes techniques.

Mais il faut compter avec la nature humaine qui, particulièrement à un certain âge, est rebelle à tout nouveau genre d'études ; on ne peut espérer qu'un ingénieur en position, généralement absorbé par des questions très diverses, ait le goût et sache trouver le temps de compléter des connaissances théoriques déjà lointaines, quand même il reconnaîtrait que ce complément, une fois acquis, pourrait lui être fort utile.

Pas de doute : c'est à l'école que doivent s'acquérir les notions théoriques essentielles, surtout si elles sont élémentaires et d'ordre général et si leur introduction dans l'enseignement ne doit pas prendre une part trop large du temps ordinairement réservé à d'autres matières. Ces conditions étant toutes réalisées par la nomographie, on ne peut hésiter davantage à l'insérer au programme des cours, spécialement parmi les matières destinées au futur ingénieur. C'est l'ingénieur qui doit, en effet, profiter le premier du nouvel enseignement ; il se contente souvent d'approximations relativement grossières et pour lui, la solution fournie par l'abaque sera d'ordinaire la solution définitive.

Ce qui ne veut pas dire que la nomographie ne puisse être très utile aussi au mathématicien, à l'astronome, au financier ; seulement, pour ceux-ci, comme ils ont généralement besoin d'une plus grande approximation dans les résultats, la solution que donne l'abaque ne sera souvent qu'une première indication, d'autant plus précieuse, il est vrai, qu'on aura affaire à des calculs plus longs et plus pénibles et où une erreur est aisément commise.

Parmi les premiers initiés à la nouvelle théorie, ceux qui ont une aptitude spéciale pour le calcul et le dessin pourront se faire constructeurs d'abaques. Entre leurs mains, une formule générale se traduira en abaque, sans qu'il soit nécessaire qu'ils se

préoccupent de la signification des lettres que renferme la formule ; il suffit que celle-ci soit assez simple et que les variables, en nombre quelconque, oscillent entre des limites assez resserrées. Pour plus de facilité pour l'homme technique, les abaques pourront être accompagnés d'une légende explicative, indiquant leur mode d'emploi.

Reste un dernier point à examiner : dans quelle année d'études convient-il d'établir le cours d'abaques, ou mieux de nomographie ? On pourrait très bien le placer dans la classe de mathématiques spéciales ou première scientifique, comme l'a fait cette année, avec grand succès, M. l'ingénieur Suttor à notre Institut préparatoire ; en sept leçons d'une heure, les élèves ont pu y acquérir une idée déjà satisfaisante des principaux types d'abaques. Je trouve toutefois préférable de ne pas trop écarter les leçons renfermant les principes de la nomographie des cours pratiques qui peuvent et doivent même appliquer ces principes. C'est pour ce motif qu'appuyé par certains collègues, je viens de demander qu'un pareil cours soit établi, à raison de quinze heures de leçons, en deuxième année de notre école d'ingénieurs, donc à côté des cours de calcul différentiel et intégral, de mécanique analytique et de graphostatique. Dans ma pensée, ce cours, qui doit être également suivi par les élèves de sciences physiques et mathématiques, doit comprendre, outre l'exposition des principes, un certain nombre d'exemples, puisés dans des domaines familiers aux élèves et destinés à montrer à quel degré de simplicité beaucoup d'applications sont réduites par l'emploi d'un abaque ; parmi ces applications, on peut citer certains abaques de la multiplication et des intérêts composés, celui des lentilles, l'abaque de la distance sphérique, les abaques des équations du deuxième, du troisième et du quatrième degré, divers abaques de trigonométrie rectiligne ou sphérique, etc., etc. Les applications plus spéciales, astronomiques ou techniques, doivent être réservées aux professeurs spécialistes et enseignées par eux dans leurs cours respectifs, après le cours général de nomographie.

Grâce à la bienveillance éclairée de M<sup>sr</sup> Hebbelynck, recteur de l'Université, mon projet n'a pas tardé à recevoir une solution favorable, de sorte que l'Université de Louvain possédera, dès le

mois de novembre prochain, un cours de nomographie générale, peut-être le premier en date. Puisse cet exemple trouver bientôt de nombreux imitateurs !

ERN. PASQUIER.

Louvain, le 31 juillet 1899.

---

## REMARQUES SUR LES COORDONNÉES POLAIRES

---

On considère d'ordinaire les coordonnées polaires d'un point  $M$  du plan comme deux nombres  $\rho$  et  $\omega$  — appelés l'un *rayon vecteur*, l'autre *anomalie* ou *azimuth* — dont le premier est le nombre positif qui mesure la distance entre  $M$  et un point fixe  $O$  (le *pôle*) tandis que le second représente l'angle, compté dans un sens déterminé, formé par la demi-droite  $OM$  avec une demi-droite fixe  $a$  (l'*axe polaire*) issue du point  $O$ . On ajoute que dans ce système chaque point est l'intersection de deux lignes coordonnées analogues ou correspondantes aux axes dans le système cartésien ; ces lignes sont un cercle dont  $O$  est le centre, et une droite qui passe par le point  $O$ .

Cette définition est parfaitement légitime et ne présente aucune imperfection si on l'applique à des points isolés ; c'est bien celle qu'adoptent tous les traités de Géométrie analytique. On a l'habitude de la légitimer davantage en établissant les relations entre les coordonnées polaires qu'on vient de définir et les coordonnées rectangulaires dont  $O$  est l'origine et  $a$  l'axe des abscisses. On ajoute encore que, si l'on a recours à la représentation des nombres complexes sur les points du plan, la première coordonnée polaire du point  $M$  n'est que le *module* ou *valeur absolue* du nombre complexe représenté par le point  $M$ , tandis que la seconde en est l'*amplitude* ou l'argument.

En se servant de la définition citée, il est aisé de résoudre les problèmes fondamentaux qu'offre l'analyse infinitésimale des courbes planes, tels que le tracé de la tangente, le calcul de