

1 Maurice d'Ocagne et la nomographie

1.1 Philibert Maurice d'Ocagne

Vignette 3

Philibert Maurice d'Ocagne naît en 1862 dans une famille aristocratique.

Il entre à Polytechnique en 1880, puis à l'école des ponts en 1882 où il deviendra ingénieur des ponts et chaussées. En 1891, il est affecté au nivellement général de la France auprès de Charles Lallemand, ingénieur des Mines. Il y restera 10 ans.

En 1893, il obtient un poste de répétiteur d'Astronomie et de Géodésie à l'école polytechnique, puis de géométrie descriptive à l'école des ponts en 1894. Il continuera ensuite à enseigner, notamment la géométrie, la topographie, l'astronomie, le calcul graphique.

De 1901 à 1926, il est chargé de la direction des services des cartes et plans et des instruments de précision du département des travaux publics. Il entrepose dans son bureau de l'école des ponts et chaussées une grande partie de ses livres et documents personnels, en particulier ceux traitant de la nomographie dont on va parler plus précisément.

En 1922, il est admis à l'Académie des sciences.

Il décède en 1938, à l'âge de 76 ans.

1.2 Naissance de la nomographie

Vignette 4

La seconde moitié du 19^e siècle est marquée par la révolution industrielle et par une série de grands travaux : l'Europe se couvre de mines de charbon, de lignes télégraphiques, de voies ferrées, de réseaux routiers...

Tous ces travaux nécessitent de nombreux calculs que les procédés de l'époque se révèlent être inappropriés : on utilise des tables numériques, comportant des calculs tout faits très souvent sur des papiers de grande taille et utilisables uniquement pour une loi donnée, ainsi que des instruments de calcul, souvent chers, compliqués à construire et comportant de multiples manipulations.

Dès 1795, Ézéchiél Pouchet, manufacturier, crée les premières tables graphiques à double entrée (pour une équation à trois variables) permettant de lire un résultat lorsque deux variables sont données. Puis, en 1842, Léon Lalanne, ingénieur des ponts et chaussées, invoque le mot abaque pour cette sorte de diagramme, le transformant en abaques à droites concourantes.

Enfin, Maurice d'Ocagne améliore encore le procédé en utilisant un système de points cotés. Il donne le nom de nomogramme à de telles tables graphiques et la définit ainsi : « Réduire à de simples lectures sur des tableaux graphiques, construits une fois pour toutes, les calculs qui interviennent nécessairement dans la pratique des divers arts graphiques, tel est le but que se propose la nomographie. »

Vignette 5

On a ici une table de multiplication. Pour calculer 6×4 par exemple, on croise les données de 6 sur l'axe des abscisses à 4 sur l'axe des ordonnées puis on interpole à vue le résultat qui se trouverait sur une hyperbole de cote 24.

Lalanne quant à lui transforme un faisceau de courbes en un faisceau de droites en utilisant des échelles non linéaires (ici une échelle logarithmique) et qualifie cette transformation d'anamorphose géométrique. Ces tables graphiques sont beaucoup plus simples à tracer puisque pour tracer une droite, il suffit de connaître deux points seulement alors qu'il en faut beaucoup plus pour tracer une courbe de manière précise. La lecture est également plus aisée. à l'époque, on les utilise notamment dans le secteur des travaux publics.

Vignette 6

En 1885, dans un article des Annales des ponts et chaussées, Maurice d'Ocagne utilise la géométrie projective pour transformer les abaques à droites concourantes en abaques à points alignés qu'il appellera nomogrammes. Il utilise la dualité projective.

On franchit ici une nouvelle étape dans la simplicité de la construction et de l'utilisation de tables graphiques : au lieu de tracer un faisceau de droites, il suffit, par dualité, de tracer une courbe cotée où chaque point est le dual d'une courbe. L'abaque devient plus aéré et plus clair et à la place de déterminer l'intersection de trois courbes, on cherche l'alignement de trois points, d'où une lecture plus facile.

Il existe également un autre avantage à ce procédé : celui de représenter des équations de plus de trois variables.

Vignette 7

Nous avons ici un exemple d'utilisation d'un nomogramme : la formule donnant l'inductance d'une bobine en fonction du nombre de spires qu'il contient par centimètres, de son diamètre et de sa longueur est connue.

On considère une bobine dont on connaît la longueur : 14 cm, le diamètre : 2 cm et le nombre de spires par cm : 10. On souhaite calculer l'inductance de la bobine.

À notre époque, il serait facile à n'importe qui disposant d'une calculatrice comportant la fonction puissance ou d'un ordinateur d'effectuer ce calcul, mais à l'époque, la tâche n'était pas aisée et le recours à un nomogramme, simple à lire, peu cher et facile à transporter pouvait s'imposer.

Vignette 8

Ce nomogramme est issu du magazine « La radio » de juin 1926. Il permet de déterminer l'inductance grâce à un schéma type identifié en bas à gauche : on y voit qu'il faut pour cela joindre le nombre n de spires (ici 10, sur la deuxième échelle), à la longueur de la bobine (14, sur la troisième échelle). Ce segment de droite coupe l'échelle muette en un point.

Ensuite, on trace la droite passant par le diamètre d (2, sur la première échelle) et le point déterminé sur l'échelle muette. Elle coupe l'échelle de l'inductance (quatrième échelle) en 60 microhenrys environ. Le calcul donne la valeur approchée de $59,42 \times 10^{-2}$ près.

On pourrait, par ce procédé, déterminer n'importe laquelle des variables pourvu que l'on connaisse les trois autres.

Comme il s'agit souvent de calculer des inductances dans un circuit oscillant, cet abaque est combiné avec un autre, celui de la formule de Thomson : $\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$ où λ est la longueur d'onde en mètres et C la capacité en microfarads.

1.3 Les archives de l'ENPC

Vignette 9

Dans la Revue générale des sciences pures et appliquées du 30 novembre 1928, Maurice d'Ocagne fait état des dons de ses documents à diverses bibliothèques publiques :

- l'Institut (mémoires et notes de mathématiques) ;
- l'école Polytechnique (cours de l'école polytechnique et correspondance en rapport avec l'école polytechnique) ;
- l'école des Ponts et Chaussées (nomographie) ;
- le Conservatoire des Arts et Métiers (machines à calculer) ;
- le service géographique de l'armée (archives du bureau nomographique qu'il a dirigé pendant la guerre).

À ce jour, les deux derniers fonds d'archives sont toujours recherchés.

Celui de l'ENPC a été retrouvé en 2013 par Konstantinos Chatzis et Dominique Tournès.

Maurice d'Ocagne y détaille son dépôt : les ouvrages de nomographie, les brochures et tiré à part offerts par leurs auteurs, les lettres reçues au sujet de la nomographie et des nomogrammes de grand format.

Vignette 10

Maurice d'Ocagne était très méthodique, et classait ses différents documents par type et par ordre alphabétique, simplifiant ainsi la recherche des futurs chercheurs !

Voici par exemple quatre boîtes, on peut y voir les lettres D.N signifiant dépôt nomographique ? Le nom de d'Ocagne et enfin le contenu de la boîte (règle à calcul, nomogrammes à alignement, boîtes III, IV et V).

2 La circulation des articles de nomographie

2.1 Présentation de la collection

Vignette 11

J'ai pour l'instant étudié le dépôt des articles de nomographie, soit environ 400 articles. Ce corpus est issu de 140 journaux différents, 12 langues, 24 pays et 100 auteurs.

La moitié des articles sont dédiés au calcul graphique et à la nomographie, ce sont des articles qui expliquent les fondements de la nomographie, la manière de créer des nomogrammes, le lien avec la géométrie... donc plutôt des articles mathématiques.

Un tiers est dédié aux nomogrammes, c'est à dire à l'application de la nomographie à des cas concrets : on y explique comment, à partir de formules, sont créés les échelles, puis les nomogrammes, et comment les utiliser. Ces articles sont plutôt des applications, leur objet relève plus de l'application des mathématiques et on pourra donc se poser la question de savoir s'ils peuvent faire partie, ou non, de la base de données Cirmath.

Le reste des articles parlent de l'histoire de la nomographie, de l'enseignement, et des instruments de calculs tels que les règles et disques à calcul.

2.2 Les différents types de journaux

Vignette 12

J'ai essayé de classer ces journaux dans des catégories, j'en ai dénombré onze sachant que parfois, des journaux pourraient se classer dans plusieurs catégories différentes.

La majorité des journaux dans lesquels circulent la nomographie sont des journaux à vocation technologique, industrielle et mécanique, ainsi que dans des journaux mathématiques.

Ensuite, viennent les journaux orientés génie-civil (construction, chemins de fer, bâtiments), les journaux où il est surtout question de repérage (aviation, navigation et astronomie), les journaux scientifiques (qui englobent également des mathématiques), et des journaux sur l'énergie et les matériaux (charbon, électricité, eau, béton, ciment).

Dans une moindre mesure, on trouve des journaux de médecine et de chimie un peu plus tardivement (d'ailleurs, ce sont des domaines où l'on utilise encore parfois des nomogrammes, notamment en pharmacie dans la préparation des médicaments), des journaux militaires et d'artillerie, (utiles pendant les guerres), et enfin des journaux géographiques et d'enseignement.

2.3 Les langues

Vignette 13

Les journaux recensés sont très souvent en français (la moitié), ce qui est relativement normal étant donné que c'est une science française, mais il est intéressant de voir que des langues comme l'allemand et l'anglais, et dans une moindre mesure l'italien se propagent également, avec une apparition un peu plus tardive.

On recense également des journaux en langue hollandaise, espagnole, portugaise, russe, polonaise, suédoise, roumaine et japonaise. Ceci dit, les articles des archives d'Occagne sont composés d'articles qu'il a lui-même trouvés, ou qui lui ont été envoyés par leurs auteurs. Il est donc difficile de quantifier la proportion d'articles effectivement parus en fonction de l'éloignement du pays, de la renommée de Maurice d'Occagne dans ce pays, et des techniques de communication de l'époque.

2.4 Des exemples de journaux techniques

Vignette 14

- Dans le domaine de l'ingénierie, la technologie et l'industrie, on trouve par exemple le *moniteur industriel*, le *bulletin technique de la Suisse Romande*, le *deutschen uhrmachenzzeitung* (journal horloger), le *the bell system technical journal* (journal de la compagnie AT&T).
- Dans le domaine du génie civil, bien évidemment les *Annales des ponts et chaussées*, le *génie civil*, le *der bauingenieur* (journal allemand de l'ingénieur civil), le *boletim do instituto engenheria* (bulletin de l'institut de génie municipal de Sao Paulo).
- Dans le domaine de l'aviation, de la navigation et de l'astronomie, on retrouve l'*aérophile* (considérée comme la plus ancienne revue aéronautique mondiale), la *conquête de l'air*, la *rivista maritima* (revue maritime italienne), l'*astronomische nachrichten* (une des plus anciennes revues astronomiques).

- Enfin, dans le domaine des énergies et des matériaux, on a les annales des mines, la revue chaleur et industrie, le wasserkraft und wasserwirtschaft (hydroélectricité et ressources en eau) et le tokyo electric review.

2.5 Cartographie

Vignette 15

On observe sur cette carte mondiale, basée sur les seuls 400 articles des archives nomographiques de Maurice d'Ocagne, qu'une bonne partie des pays de l'hémisphère nord ont été contaminés par la nomographie. Plus le pays est rouge foncé, plus le nombre de journaux est élevé.

Vignette 16

À l'échelle de l'Europe, mis à part la France, les grands pourvoyeurs de journaux comportant de la nomographie sont l'Allemagne et la Belgique, puis l'Italie. D'autres pays plus lointains comme la Pologne, la Suède, la Finlande sont également de la partie.

3 Quels critères pour être éligible à la base de données ?

3.1 Journaux mathématiques

Vignette 17

Quels critères peut-on adopter pour qu'un journal soit éligible à être dans la base de données Crimath ?

De manière grossière, on pourrait classer les journaux dans trois catégories : les journaux mathématiques, les journaux techniques dans lesquels figurent des mathématiques et les journaux techniques dans lesquels figurent des applications des mathématiques.

Par exemple, Les nouvelles annales de mathématiques journal de candidats aux écoles polytechniques et normale, est une revue scientifique française de mathématiques, éditée de 1842 à 1927.

On y trouve des articles tels que « Sur quelques travaux récents relatifs à la nomographie ; problème d'algèbre relatif à la nomographie ; sur la résolution nomographique des équations algébriques »... Ce type de journal doit pouvoir être accepté dans la base de données.

3.2 Journaux techniques comportant des mathématiques

Vignette 18

Les journaux techniques comportent aussi des mathématiques, comme le génie civil : revue générale hebdomadaire des industries françaises et étrangères, dans les domaines de l'industrie, des travaux publics, de l'agriculture, de l'architecture, de l'hygiène, de l'économie, de la politique, des sciences et des arts, édité de 1880 à 1973 ?

Cette revue contient toutes sortes d'articles dans de nombreux domaines, y compris des articles de mathématiques (Note sur une nouvelle classe d'abaques, Sur la représentation approchée des équations à trois variables, Application de la méthode des points cotés) et des articles de d'application des mathématiques (Abaques pour le calcul des conduites de gaz, d'air et d'eau). Ces revues comportant des mathématiques à différents niveaux, mais en plus petite quantité, peuvent-ils faire partie de la base de données ?

3.3 Journaux techniques comportant des applications

Vignette 19

Enfin, une partie non négligeable des journaux présents dans la bases d'Ocagne ne proposent des mathématiques que dans leur aspect application. C'est la cas par exemple pour le journal La radio une publication mensuelle des amateurs de TSF ayant existé durant trois années de 1926 à 1928.

Le but est clair, comme l'indique l'édito de la première publication faire profiter les amateurs de l'expérience acquise par les techniciens auprès des années de recherches et d'essais de laboratoire et leur permettre de gagner un temps précieux en rassemblant pour eux une documentation très étudiée.

On y voit surtout des applications, (comme le nomogramme du calcul de l'inductance d'une bobine). Il n'y a très peu de vraies mathématiques. Ces journaux apparaissent donc comme borderline à la base, par leur nombre et leur nature mais faut-il pour autant les éliminer ?

3.4 Conclusion

Vignette 20

Si l'on reprend notre question de départ : quels critères adopter pour savoir si un journal peut entrer dans la base Cirmath ?

Pour cela, on pourrait étudier certaines données :

- des données quantitatives : nombre d'articles de mathématiques, persistance du journal dans la longueur, éventuellement nombre d'éditions ;
- des données qualitatives : les articles peuvent-ils servir dans différents domaines des mathématiques, ou des sciences, ou des domaines techniques ? Le journal est-il connu ou a-t-il connu un certain engouement ?
- Les mathématiques présentes sont elles là uniquement en tant que discipline, ou en tant qu'outil d'application vers des domaines techniques ?
- Enfin, à qui s'adresse le journal : à des scientifiques, des mathématiciens, des ingénieurs, des techniciens. . .