



Neper et le calcul binaire

Michel Mouyssinat ¹

L'utilisation des logarithmes par Neper en 1612 pour constituer des tables propres à simplifier les calculs a été longtemps considérée comme l'innovation la plus prodigieuse dans l'art du calcul. Les premières tables de logarithmes ont été très rapidement diffusées dans tous les milieux scientifiques en Europe. Le calcul à l'aide des logarithmes, ou bien les instruments de calcul utilisant les logarithmes comme la règle à calcul par exemple, ont été utilisés pendant plusieurs siècles, jusqu'à l'arrivée des premières calculettes dans les années 1980.

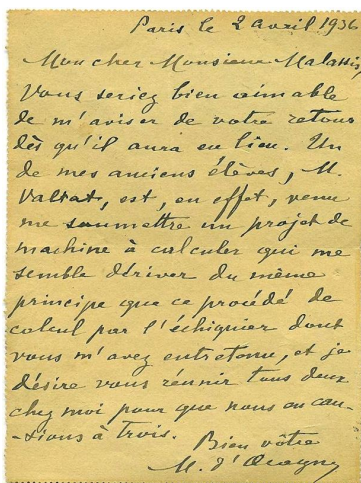
Mais ce que l'on sait moins, c'est que Neper, qui avait aussi proposé dans sa Rhabdologie l'utilisation des bâtons auxquels on a donné son nom, est aussi l'inventeur d'un procédé de calcul utilisant le système binaire. Avant Leibnitz, présenté comme le précurseur du calcul binaire, Neper avait proposé dans son « calcul par l'échiquier », appelé encore « par le damier », l'usage de la numération binaire pour faciliter les opérations.

C'est Lucien Malassis qui révèle ce procédé à Maurice d'Ocagne, lequel en rendra compte en annexe d'un rapport sur les travaux de Raymond Valtat à l'Académie des sciences en 1936.

1. michel@mouyssinat.com

Introduction

La courte lettre² ci-contre de Maurice d'Ocagne, datée du 2 avril 1936, est très intéressante, et à plusieurs titres. En premier lieu parce qu'elle va réunir trois personnalités qui ont marqué le début du 20^e siècle dans le domaine du calcul et des machines à calculer : Maurice d'Ocagne, mathématicien, professeur à l'École Polytechnique, membre de l'Académie des sciences et rapporteur pour tout ce qui concerne le calcul et les machines à calculer, Lucien Malassis, le destinataire, géomètre, célèbre collectionneur de machines à calculer, expert et érudit dans le domaine du calcul et Raymond Valtat, jeune ingénieur et chercheur, ancien élève de Maurice d'Ocagne à l'École Polytechnique. Ensuite parce que cette lettre, qui fait référence au projet de Raymond Valtat de nouveau calculateur utilisant le système binaire³, témoigne des grandes idées scientifiques et des innovations qui préparent une nouvelle génération de machines à calculer.



*Lettre de Maurice d'Ocagne à
Lucien Malassis*

Cette lettre nous intéresse, enfin, car Maurice d'Ocagne, qui a rencontré Raymond Valtat, reconnaît, dans le projet de calculateur binaire qu'il lui a présenté, le procédé de calcul par l'échiquier décrit par Neper en 1617, objet de cet article. Maurice d'Ocagne y fera référence en annexe d'un rapport à l'Académie des sciences relatif aux travaux de Raymond Valtat, en soulignant que ce procédé de calcul lui a été révélé par Lucien Malassis.

2. Cette lettre, comme tous les autres documents retenus pour illustrer cet article, appartenait au fonds documentaire réuni par Lucien Malassis, aujourd'hui, dans la collection « Homo Calculus », propriété de l'auteur. Cette collection qui réunit environ 1500 objets – machines, instruments, documents et ouvrages sur le thème de l'histoire du calcul – a déjà fait l'objet, depuis 1995, de nombreuses expositions.

3. Raymond Valtat est souvent présenté comme le premier à avoir proposé, en 1931, l'usage du système binaire dans les machines à calculer. Il a déposé plusieurs brevets : *L'invention a pour objet un perfectionnement aux machines à chiffres et aux machines à calculer, en particulier consistant à prévoir dans la machine des organes, qui seront dans la présente description désignés sous le nom de « Codificateurs », qui servent à transformer les nombres inscrits sur le clavier des machines de type ordinaire, en nombres exprimés dans le système binaire, à effectuer les opérations sur les nombres ainsi inscrits dans le système binaire et à transformer à nouveau, à l'aide d'organes dénommés ci-après « Traducteurs », le résultat obtenu du système binaire dans le système décimal habituel*. Extrait du brevet déposé par Raymond Louis André Valtat en Suisse le 6 septembre 1932. – (collection Homo Calculus). (Voir aussi son brevet n° DE664012C, pour l'Allemagne, déposé le 23 juillet 1932 à Paris et publié le 20 août 1938.)

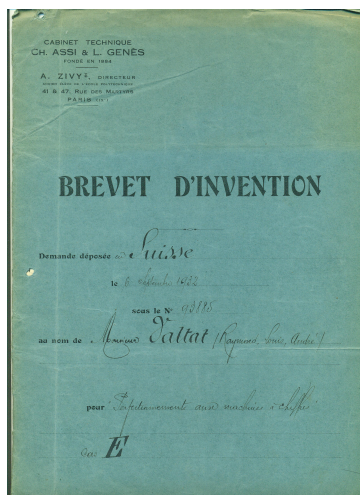


FIGURE 1. Brevet déposé pour la Suisse en septembre 1932 par Raymond Valtat pour le principe de l'usage du binaire dans les machines à calculer.

Maurice d'Ocagne

Au début du 20^e siècle, le calcul mécanique constitue un nouvel enjeu pour les industriels, déjà nombreux sur le marché, et continue d'être, pour les scientifiques, un objet d'étude et de recherches. Maurice d'Ocagne (1862—1938) est l'expert incontournable du domaine. Il doit sa célébrité, à la fin du 19^e siècle, à ses travaux dans le domaine du calcul graphique⁴, qu'il établit en un nouveau corps de doctrine : la nomographie, présentée dans deux ouvrages, plusieurs fois réédités et traduits en plusieurs langues (Ocagne, 1891 – Ocagne, 1899).

Mais c'est par son célèbre ouvrage *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques* (Ocagne, 1905), dont la première édition de 1893 reprenait le contenu de ses conférences faites au CNAM sur les instruments de la collection du musée (CNAM, 1906), qui présente l'état de l'art dans le domaine des machines, instruments et procédés de calcul, et pour la première fois leur historique⁵, que Maurice

4. On trouvera dans l'article de Dominique Tournès, (Tournès, 2003) une présentation très complète du calcul graphique, son évolution depuis les procédés les plus anciens et les mathématiciens que l'histoire a retenus, parmi eux : Maurice d'Ocagne.

5. Un historique des instruments de calcul avait déjà été publié à l'occasion du centenaire de l'invention de l'arithmomètre de Thomas de Colmar en 1920 par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, voir (BSEI, 1920), qui avait, à l'initiative de Lucien Malassis, organisé la première exposition de machines à calculer, du 5 au 13 juin 1920, à son siège, 44 rue de Rennes, à Paris. Très curieusement,

d'Ocagne acquiert une grande notoriété et une reconnaissance de son expertise dans le domaine du calcul mécanique.

On lui doit une importante contribution au développement d'outils de calcul sur le principe des abaques ⁶, pour venir en aide, notamment, aux ingénieurs et militaires.

Maurice d'Ocagne, parfaitement à cheval sur le 19^e et le 20^e siècle, bien dans son époque, a été témoin de la révolution la plus décisive dans le domaine du calcul depuis les premières machines mécaniques des années 1850, héritées de celles de Pascal et de Leibniz. Admis à l'Académie des sciences en 1922, il devient le rapporteur pour tout ce qui touche le calcul et les machines et l'expert reconnu et incontournable du domaine. Il est de plus un grand journaliste scientifique, un vulgarisateur, il multiplie les conférences auprès de la communauté scientifique et du grand public, rédige des articles pour des revues professionnelles, participe à des manifestations ⁷, des expositions... et son ouvrage, traduit en plusieurs langues, réédité en 1905 et 1928 depuis 1893, connaît un très grand succès pendant plus d'un demi-siècle.



Maurice d'Ocagne

Cette notoriété lui vaut de nombreux contacts avec des inventeurs qui lui soumettent leurs projets de nouvelle machine ou d'amélioration. Il s'entoure de deux experts : Lucien Malassis et Jean Vézès ⁸. Il sollicitera aussi Léon Bollée ⁹, également

la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, fondée en 1801, occupe toujours ces locaux et on peut visiter la bibliothèque à galerie et la salle dans laquelle a été organisée la première représentation privée du Cinématographe Lumière le 22 mars 1895. Ces locaux constituent aujourd'hui encore, pour le thème qui nous intéresse ici, en 2014, un lieu de mémoire étonnant.

6. C'est Léon Lalanne (1811 – 1892), ingénieur des Ponts et Chaussées, spécialiste du calcul graphique et auteur de nombreux instruments ou procédés permettant de faciliter les calculs, qui introduit le terme « abaque » pour désigner un tableau graphique permettant de donner, immédiatement par simple lecture ou avec l'aide d'un index, le résultat d'un calcul avec une précision satisfaisante.

7. Il préside les expériences scientifiques et pratiques du 16 janvier 1924 quand le célèbre calculateur prodige Jacques Inaudi est en compétition avec des machines à calculer. Il assiste au concours de machines à calculer du 24 août 1921.

8. Jean Vézès, ancien élève de Maurice d'Ocagne à Polytechnique est ingénieur chez Burroughs. Il préparait en 1928 un traité sur les machines à calculer. Il est l'auteur d'une série d'articles techniques dans la revue *Mon Bureau* dirigée par Gaston Jacques Ravisse.

9. Léon Bollée (1870 – 1913) est resté célèbre dans l'histoire du calcul mécanique. Fils d'Amédée Bollée, pionnier de l'automobile, de la célèbre fonderie de cloches Bollée du Mans, il invente et réalise à 18 ans, dans le but d'aider son père pour le calcul des cloches, la première machine à calculer capable de faire les multiplications directement, c'est-à-dire non plus par additions successives. Cette machine révolutionnaire, de 3000 pièces, qui utilise une table de Pythagore matérialisée, présentée à l'exposition universelle de 1889 à Paris, lui vaut la médaille d'or. Les médias, qui découvrent ce jeune et génial inventeur, vont le surnommer « l'Edison français ». Il avait également entrepris la réalisation d'une machine

expert dans le domaine des machines à calculer, mais celui-ci, après ses premiers et rapides succès, de 1889 à 1895, s'intéressera par la suite davantage à l'automobile, puis à l'aviation, jusqu'à son décès en 1913, à 43 ans.

Maurice d'Ocagne, aidé de ses experts, met en place une véritable activité de veille technologique. Il échange avec eux de nombreux courriers. Lucien Malassis a conservé, notamment, des dossiers d'inventeurs sur lesquels il a dû réaliser, à sa demande, une expertise ou donner un avis et de nombreuses notes et publications scientifiques, qu'il lui a fait parvenir, souvent, pour information.

Lucien Malassis



Lucien Malassis (1869 – 1951) s'est surtout fait connaître par sa remarquable collection d'instruments et de machines à calculer, la première au monde. On fait parfois aujourd'hui encore référence à la collection Malassis lors de ventes de machines à calculer de collection.

Nous avons donné pour la première fois une biographie de Lucien Malassis, resté jusqu'ici inconnu, dans (Mouyssinat, 2012) et décrit l'histoire de cette collection qui serait aujourd'hui propriété d'IBM aux États-Unis. Voir aussi (Mounier-Kuhn, 1993).

Neper, inventeur des tables de logarithmes et promoteur du système binaire dans son « calcul par l'échiquier »

Neper (1550 – 1617), surtout célèbre par l'invention des logarithmes, avait aussi proposé – et cela est beaucoup moins connu – un procédé de calcul pour les multiplications reposant sur l'utilisation de la numération binaire.

C'est Lucien Malassis qui révèle ce procédé à Maurice d'Ocagne. Dans cette note manuscrite de trois pages, dont la première est reproduite Figure 3, il décrit, schémas à l'appui, ce procédé de calcul appelé calcul « par l'échiquier » ou « par le damier », car il consiste à poser l'opération sur un tableau carré, divisé en plusieurs cases. Neper le décrit dans sa *Rhabdologie* (voir Figure 2), publiée en 1617, l'année de sa mort, en appendice, comme le précise Lucien Malassis. (Lucien Malassis écrit, et c'est une erreur de date, « sa *Rhabdologie* publiée en 1614 ».)

à différences, sur le principe de celle de Babbage, opérant sur les différences vingt-septièmes, restée inachevée. Maurice d'Ocagne, qui avait une très grande admiration pour Léon Bollée, le cite dans plusieurs conférences et lui consacre un chapitre dans son ouvrage.

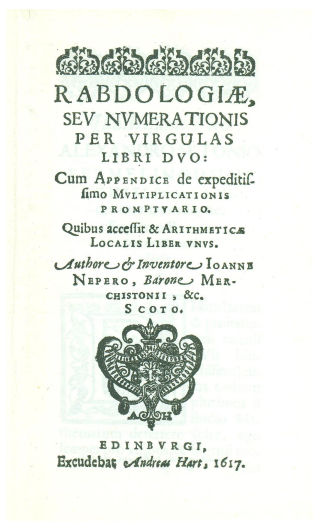


FIGURE 2. Couverture de la *Rhabdologie* de Neper.

Il existe également une version dactylographiée de cette note dans laquelle les schémas restent manuscrits, de la main de Lucien Malassis. Elle comporte trois feuillets, voir Figures 4 à 6. C'est probablement cette version qui avait été adressée à Maurice d'Ocagne et que celui-ci lui a retournée et qui figurait dans ses archives.

Raymond Valtat et Louis Couffignal, pionniers pour proposer l'usage du binaire dans les machines à calculer

C'est dans la deuxième partie de cette note (voir Figure 8), relative aux travaux de Raymond Valtat, que Maurice d'Ocagne présente à l'Académie des sciences en 1936, qu'il fera référence au procédé de calcul par l'échiquier de Neper, et en donnera le principe général.

On retiendra de cette note que Raymond Valtat, qui a pris plusieurs brevets à partir de 1931, est le premier à avoir proposé l'utilisation du système binaire dans les calculateurs mécaniques.

Ce document est une épreuve, comme le précise Maurice d'Ocagne, probablement celle qu'il avait adressée à l'Académie des sciences en vue de sa publication ¹⁰,

10. CALCUL MÉCANIQUE. — *Machine à calculer fondée sur l'emploi de la numération binaire*. Note de M. Raymond Valtat, présentée par M. Maurice d'Ocagne. Comptes rendus de l'Académie des sciences, 202 (1936), pp. 1745–1748.

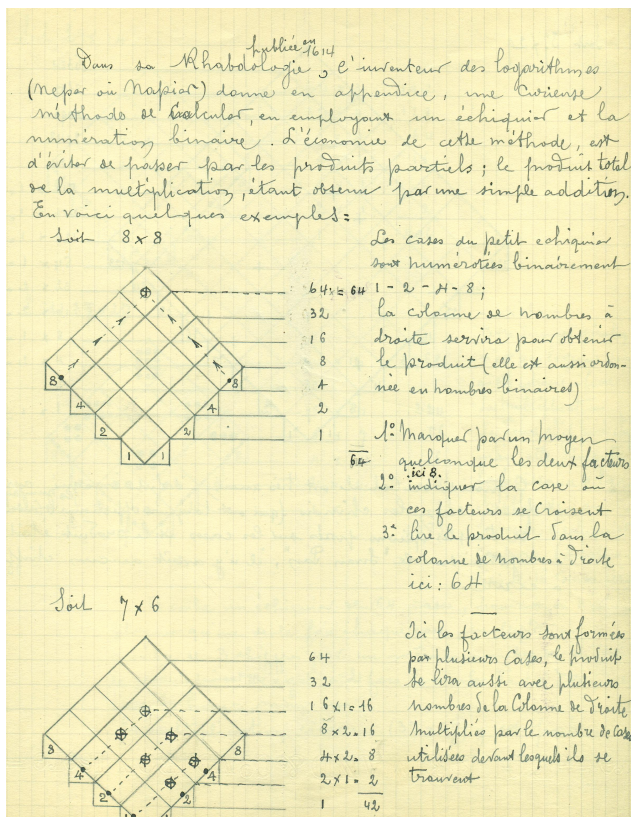


FIGURE 3. Note manuscrite de Lucien Malassis.

avec une correction mineure de ponctuation, qu'il transmet ensuite à Lucien Malassis, en lui indiquant qu'il peut la conserver.

C'est dans la page suivante de cette note, reproduite en Figure 9, que Maurice d'Ocagne fait référence au calcul par l'échiquier : *Observations relatives à la note de M. Raymond Valtat*.

Maurice d'Ocagne, qui rappelle que Lucien Malassis est un remarquable érudit en tout ce qui concerne les procédés de calcul, décrit ici le principe du calcul par le damier de Neper, que Lucien Malassis avait illustré, dans sa note précédente, de quelques exemples.

Il termine sa note en soulignant que la machine de Valtat est fondée sur le principe du calcul par le damier.

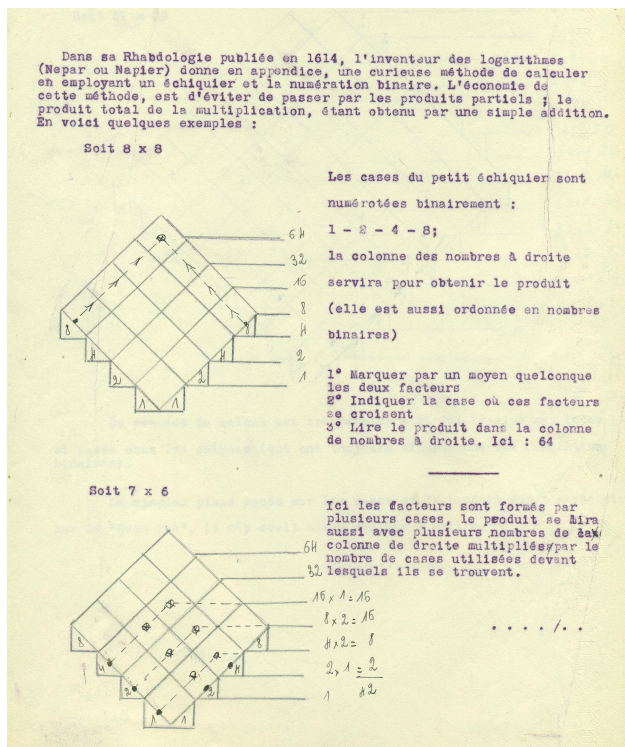


FIGURE 4. Note dactylographiée de Lucien Malassis (1).

À la suite de la publication par Maurice d'Ocagne de cette note relative aux travaux de Raymond Valtat, Louis Couffignal réagira rapidement et présentera les travaux qu'il menait de façon confidentielle, relatifs à l'usage de la numération binaire dans les machines à calculer. Il adressera à Lucien Malassis, Conseiller Technique du Conservatoire des A. & M., avec un envoi, un tiré à part de sa communication (voir Figure 12).

Ce tiré à part est accompagné d'une dédicace très chaleureuse à Lucien Malassis, sur sa carte de visite (voir Figure 13) :

LOUIS COUFFIGNAL, professeur d'Analyse et Mécanique à l'École des Élèves Ingénieurs Mécaniciens de la Marine, Brest, est heureux d'offrir à M. Malassis ce résumé des travaux où il s'est rencontré avec les idées de Neper que M. Malassis a mis en

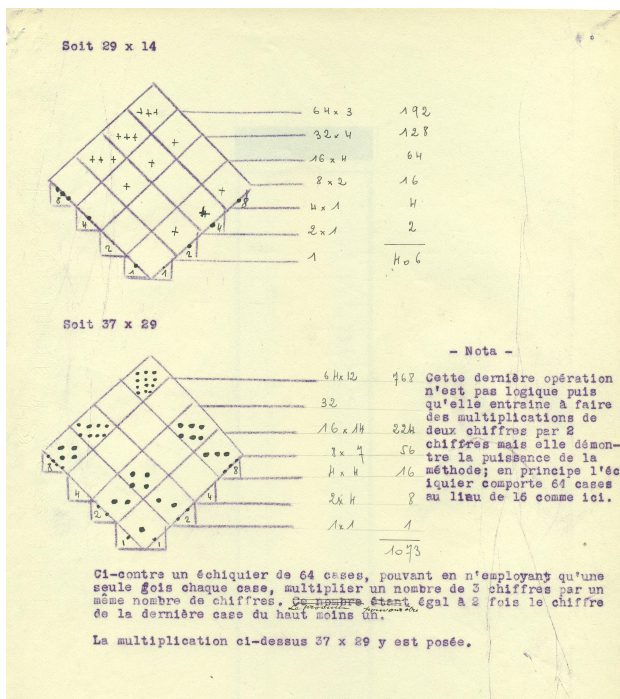


FIGURE 5. Note dactylographiée de Lucien Malassis (2).

lumière très récemment, et le prie de le rappeler au bon souvenir de Madame et Mademoiselle Malassis.

Louis Couffignal s'est bien évidemment rendu chez Lucien Malassis pour visiter sa collection et probablement à plusieurs reprises. Il y a rencontré Madame Malassis et leur fille Lucienne.

Effectivement, Louis Couffignal préparait sa thèse (voir Figure 14) qu'il soutint le 10 janvier 1938. Maurice d'Ocagne, qui ne participe pas à son jury, meurt la même année le 23 septembre au Havre.

Page 61, Louis Couffignal écrit : « *La machine du premier type paraît être la plus complète que l'on puisse construire, et non pas seulement concevoir; des mécanismes de calcul utilisés jusqu'à présent : chiffreurs à roues dentées, entraîneur, etc. Néanmoins, elle ne peut réaliser avec toute la généralité nécessaire à l'exécution des calculs de la mécanique céleste les fonctions comparaison, tables mécaniques et précontrôle parfait. C'est pourquoi nous avons dû faire appel, par la suite, à des mécanismes dont le principe même diffère profondément de celui des machines*

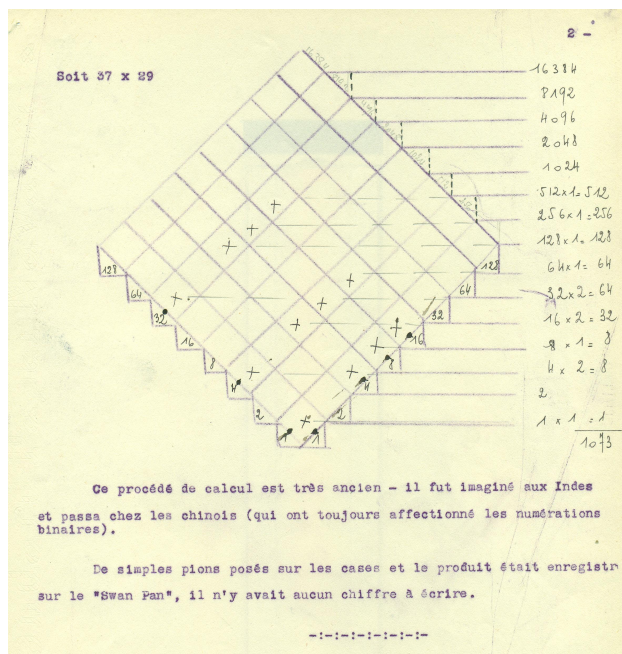


FIGURE 6. Note dactylographiée de Lucien Malassiss (3). Dans ce dernier feuillet, il indique l'origine de ce procédé et cite le « swan pan », ou boulouier chinois, utilisé ici pour faire la somme des puissances de deux et fournir le résultat.

actuelles, ces mécanismes utilisant, pour représenter les nombres qui interviennent dans les calculs, le système de numération binaire et non, comme il est d'usage, le système décimal. »

Sa bibliographie ne fait pas référence aux travaux de Raymond Valtat.

On trouvera dans (Randell, 1973) un chapitre extrait de la thèse de Louis Couffignal, traduit en anglais, pages 121–125, et des références aux travaux de Raymond Valtat.

Ces travaux de Neper relatifs au calcul par l'échiquier ont été présentés par Steve Russ : *Napier's Chessboard Calculator*, lors du colloque du 4 avril 2014 organisé à Edinburgh par la « James Clerk Maxwell Foundation » et la « British Society for the History of Mathematics » à l'occasion du 400^e anniversaire de la publication par John Neper de son ouvrage : *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio*. Les actes de ce colloque, à ce jour, n'auraient pas été publiés.

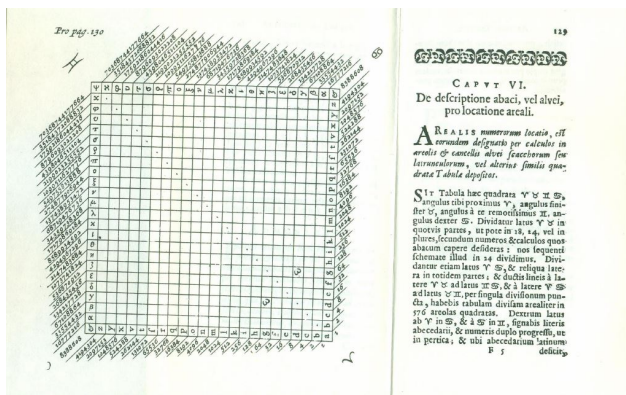


FIGURE 7. Neper donne ici dans ce tableau les puissances de 2 de 0 à 46 pour réaliser des opérations sur de très grands nombres.

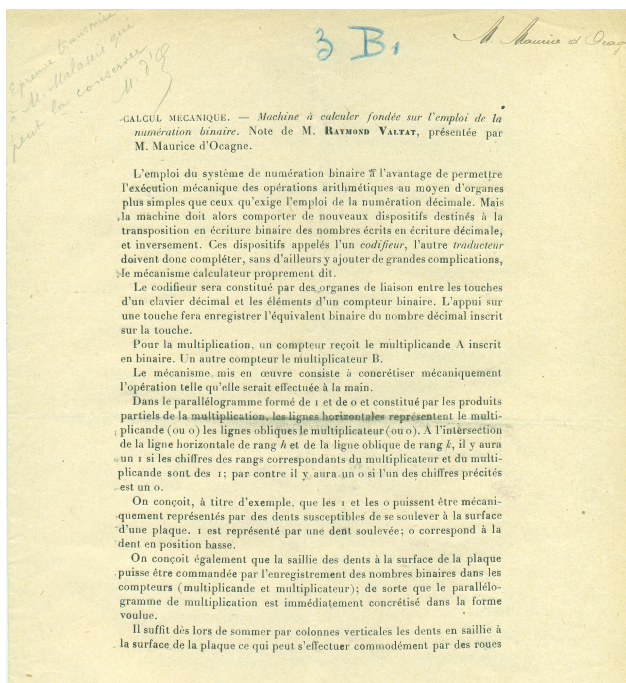


FIGURE 8. Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. 202, p. 1970, séance du 15 juin 1936.

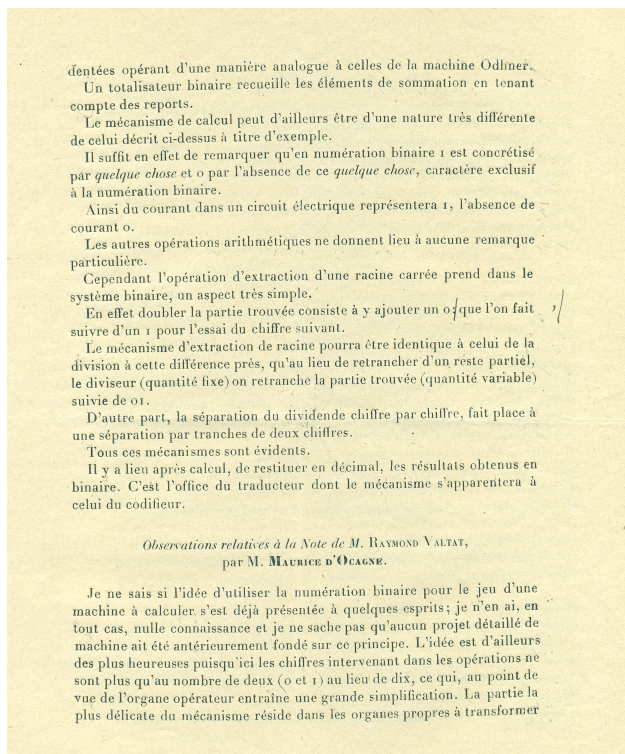


FIGURE 9. Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. 202, p. 1970, séance du 15 juin 1936. (Suite)

Bibliographie

(BSEI, 1920) Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Septembre/octobre 1920, n° 134.

(CNAM, 1906) Conservatoire National des Arts et Métiers. *Catalogue officiel des Collections*. Troisième fascicule, E. Bernard, Paris, 1906.

(Mounier-Kuhn, 1993) Pierre Mounier-Kuhn. *Les collections d'informatique en France*. La Revue. Conservatoire national des arts et métiers. Paris, février 1993, pp. 10–18, BCX.

(Mouyssinat, 2012) Michel Mouyssinat. *Homo Calculus*. Colloque : Pour un musée national de l'Informatique et de la société numérique, 7 et 8 novembre 2012, CNAM, Paris, <http://musee-informatique-numerique.fr/>

automatiquement les nombres donnés, exprimés dans le système décimal en nombres du système binaire (*codifieur*) et inversement pour le résultat (*traducteur*). J'ai pu me rendre compte de l'ingéniosité avec laquelle M. Raymond Valtat a conçu ces organes. Pour ce qui est du principe même sur lequel repose la machine, j'ai été amené à faire un rapprochement vraiment inattendu. En même temps que M. Valtat venait me soumettre son projet, je recevais une curieuse communication de M. Lucien Malassis, remarquable érudit en tout ce qui concerne les procédés de calcul, auteur déjà de nombreuses et intéressantes trouvailles ayant trait à divers procédés utilisés soit dans les temps anciens, soit, de nos jours, en certains pays dont la civilisation est très différente de la nôtre.

En faisant une étude approfondie de la *Rhabdologie* de Neper, ouvrage extrêmement rare, connu autrement que de nom par bien peu de gens, il y a découvert, sous forme d'une sorte d'appendice, un curieux procédé de multiplication au moyen d'un damier ou échiquier de k^2 cases, k étant un entier quelconque. La théorie peut en être réduite à ce qui suit : désignons par AB la base du damier, par AC et BD ses côtés perpendiculaires à AB; appelons *colonnes* les files de cases perpendiculaires à AB, *rangées* les files parallèles à AB, et notons les cases des unes et des autres au moyen des nombres $1, 2, 4, \dots, 2^{k-1}$, à partir de celle qui est bordée par AC pour les colonnes, et de celle qui est bordée par AB pour les rangées. Tirons enfin les obliques, perpendiculaires à la bissectrice de l'angle BAC, qui joignent les points de division déterminés, sur les côtés du carré ABCD, par les droites limitant les colonnes et les rangées et cotons ces obliques, à partir de celle qui joint les deux premiers points de division sur AB et sur AC, au moyen des nombres $1, 2, 4, \dots, 2^{k-1}$; chaque case sera alors affectée de la cote de l'oblique qui, pour cette case, est une diagonale. Dans ces conditions, il est bien facile de voir que la case qui se trouve à la rencontre de la colonne 2^m et de la rangée 2^n possède elle-même la cote 2^{m+n} .

Cela posé, tout nombre pouvant s'écrire sous la forme d'une somme de puissances de 2 (c'est là le principe de la numération binaire), pour multiplier le nombre $2^{m_1} + 2^{m_2} + 2^{m_3} + \dots$ par le nombre $2^{n_1} + 2^{n_2} + 2^{n_3} + \dots$, on voit qu'il suffira de marquer par un signe quelconque (trait de crayon ou jeton, par exemple) toutes les cases situées à la rencontre des colonnes $2^{m_1}, 2^{m_2}, 2^{m_3}, \dots$ et des rangées $2^{n_1}, 2^{n_2}, 2^{n_3}, \dots$, prises deux à deux, puis de faire la somme des cotes de toutes les cases ainsi marquées pour avoir le produit cherché.

FIGURE 10. Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. 202, p. 1970, séance du 15 juin 1936. (Suite)

Or, et c'est en cela que consiste le rapprochement qui m'a frappé, cette description du procédé de la multiplication par le damier fournit exactement le schéma du principe sur lequel est fondée la machine de M. Valtat. Il va sans dire, au surplus, que celui-ci, en imaginant sa très remarquable invention, n'avait pas le moindre soupçon de ce procédé du damier, qui vient seulement de nous être révélé par M. Malassis.

FIGURE 11. Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. 202, p. 1970, séance du 15 juin 1936. (Suite et fin)

(Ocagne, 1893) Maurice d'Ocagne. *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques*

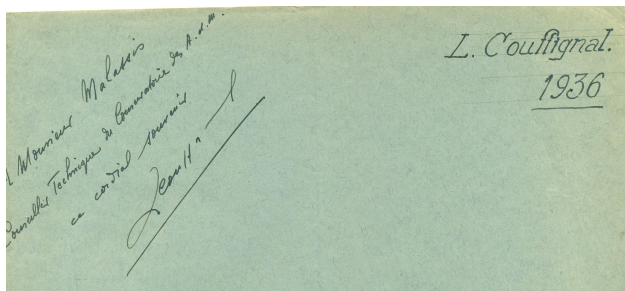


FIGURE 12. Courrier de Louis Couffignal à Lucien Malassis.

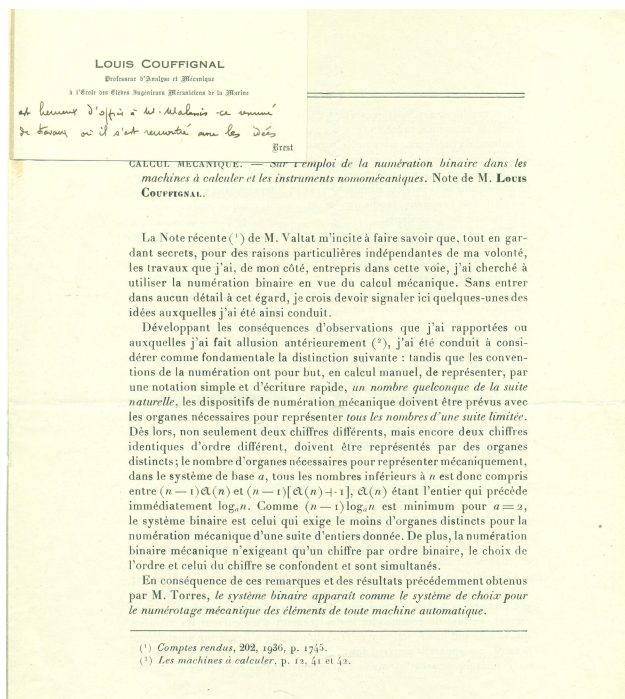


FIGURE 13. Courrier et dédicace de Louis Couffignal à Lucien Malassis.

et graphiques. Paris, Gauthier-Villars, 1893, 2^e éd. entièrement refondue et considérablement augmentée, 1905 ; 3^e éd. avec une rédaction entièrement renouvelée et de nombreuses additions, 1928.

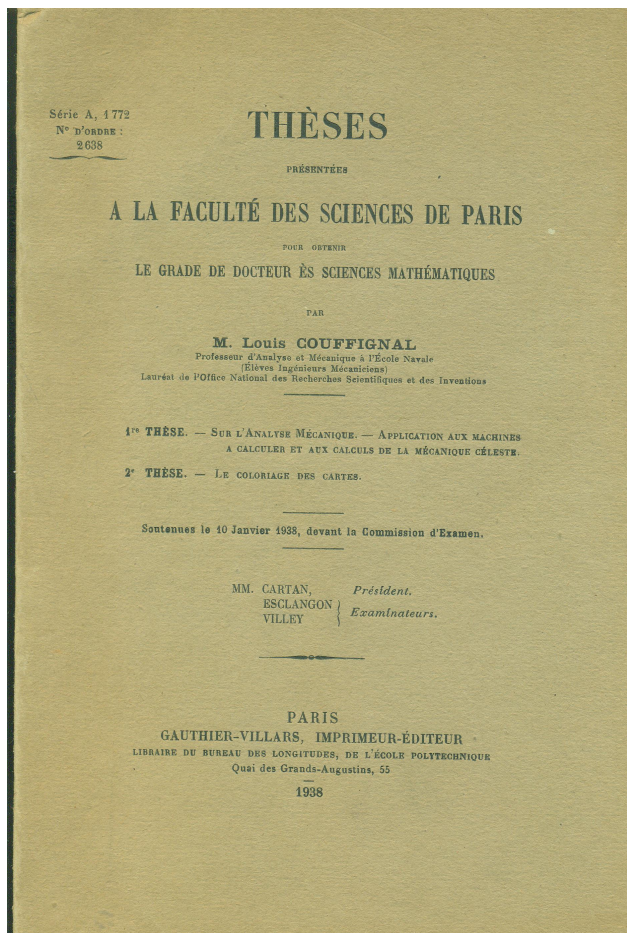


FIGURE 14. Couverture de la thèse de Louis Couffignal, janvier 1938.

(Ocagne, 1891) Maurice d'Ocagne. *Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques*. Paris, Gauthier-Villars, 1891.

(Ocagne, 1899) Maurice d'Ocagne. *Traité de nomographie. Théorie des abaques, applications pratiques*. Paris, Gauthier-Villars, 1899, 2^e éd. entièrement refondue et avec de nombreux compléments, 1921.

(Randell, 1973) Brian Randell. *The origins of digital computers, Selected Papers*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1973, 1975, 1982.

(Tournès, 2003) Dominique Tournès. *Du compas aux intégraphes : les instruments du calcul graphique*. IREM de la Réunion et équipe REHSEIS, IREM n° 50, juin 2003.