UNIVERSITÉ DE NANTES
FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES

———

ÉCOLE DOCTORALE Sciences et Technologie de l'Information et Mathématiques (STIM)

Année 2014

La règle à calcul, instrument de l'ère industrielle : le rôle de la France

———

THÈSE DE DOCTORAT
Discipline : Histoire des Mathématiques

Présentée
et soutenue publiquement par

Marc THOMAS

Le 7 avril 2014, devant le jury ci-dessous

Président	Xavier SAINT-RAYMOND, professeur des universités, Université de Nantes
Rapporteurs	Dominique TOURNÈS, professeur des universités, Université de la Réunion
	Joachim FISHER, professeur docteur, Technische Universität, München
Examinateurs	Dominique TOURNÈS, professeur des universités, Université de la Réunion
	Konstantinos CHATZIS, chargé de recherche, École des Ponts ParisTech
	Norbert VERDIER, maître de conférences, IUT de Cachan

Directeur de thèse : Évelyne BARBIN

LA RÈGLE À CALCUL, INSTRUMENT DE L'ÈRE INDUSTRIELLE : LE RÔLE DE LA FRANCE

Cette thèse est dédiée à Dominique et Jean

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont soutenu pendant ce travail de recherche. En tout premier lieu, Madame le Professeur Évelyne Barbin, dont l'expérience, les encouragements et les conseils m'ont été d'une aide très précieuse. Je remercie également les rapporteurs, Monsieur le Professeur Dominique Tournès et Monsieur le Professeur Joachim Fischer, ainsi que les membres du jury : Konstantinos Chatzis, Xavier Saint-Raymond et Norbert Verdier qui ont bien voulu assumer cette tâche.

Je ne saurais oublier les membres du Centre François Viète de l'Université de Nantes, où j'ai commencé mes recherches, et particulièrement Colette Le Lay, qui m'a incité à me lancer dans l'histoire des sciences.

Un grand merci à mes amis qui ont bien voulu se charger de la relecture et de la correction du manuscrit, ainsi qu'à ceux qui ont accepté de répondre au questionnaire.

De nombreux collectionneurs, particulièrement Gonzalo Martin et Daniel Toussaint, m'ont été d'un grand secours, ainsi que la Oughtred Society.

Marc Thomas

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Ce travail de recherche a pour point de départ la redécouverte au fond d'un tiroir, vers 1995, de ma règle à calcul utilisée dans les années soixante au lycée, et bien oubliée depuis. Je me suis alors demandé ce qu'était devenu cet instrument, et, après quelques recherches chez les brocanteurs et antiquaires, j'ai commencé à rassembler une petite collection. Quelques années plus tard, après avoir découvert des règles manifestement très anciennes, où apparaissaient des noms comme Lenoir, Gravet, Tavernier, qui m'étaient totalement inconnus, j'ai cherché à me documenter sur ce sujet. Ces premières recherches, assez brouillonnes par manque d'expérience, se sont avérées extrêmement décevantes : à peu près rien n'apparaissait sur le sujet en langue française. La découverte du site américain de la *Oughtred Society*[1], m'a fait prendre conscience que les noms précédents représentaient, pour quelques centaines de collectionneurs essentiellement anglo-saxons, une sorte de trésor historique, scientifique et technique de grande valeur. Encouragé par quelques amis, j'ai alors décidé d'entamer une recherche historique sur l'histoire de la règle à calcul par un Master de Recherche en Histoire des sciences et techniques au Centre François Viète de l'Université de Nantes. Le thème du mémoire[2], sous la direction du Professeur Évelyne Barbin, était l'histoire de la règle à calcul en France jusqu'au XIX^{e} siècle. Ce sujet est apparu alors suffisamment intéressant pour poursuivre ce travail d'une manière plus approfondie. C'est le résultat de cette recherche qui est présenté ici.

La règle à calcul est un instrument qui a été utilisé pendant environ trois siècles et demi, de 1625 à 1975 environ. Ses utilisations ont été multiples et la quantité de modèles fabriqués est considérable. Examinons la terminologie[3] utilisée : les Anglais, qui l'ont inventée, l'ont appelée d'abord *sliding rule*, jusqu'au début du XIX^{e} siècle, comme en témoignent les titres des manuels de l'époque, puis *slide rule,* donc règle glissante ; les Allemands *Rechenschieber*, c'est-à-dire coulisse à calcul ; les Russes lui donnent le nom de *Логарифмическая линейка*, c'est-à-dire règle logarithmique ; en Espagnol, *regla de calculo*, en Italien, *regolo calcolatore* ; en japonais l'expression utilisée signifie règle à calcul. En Français, la première occurrence de l'expression

[1] Association d'origine américaine dédiée à la collection et la préservation d'instruments de calcul, en particulier les règles à calcul, dont nous reparlerons plus loin. www.oughtred.org (consulté le 15 novembre 2013)

[2] THOMAS, Marc, *L'introduction des règles à calcul en France,* Mémoire de Master 2 de recherche en histoire des sciences et techniques, Centre François Viète, Université de Nantes, 2009.

[3] Pour une étude sémantique des dénominations de la règles à calcul, voir Claude Pierre Boisson « Les dénominations de la règle à calcul » Meta : journal des traducteurs / Meta: Translators' Journal, vol. 41, n° 4, 1996, p. 525-566. http://id.erudit.org/iderudit/002095ar (consulté le 15 novembre 2013)

« règle à calculer » date de 1815. Auparavant, les expressions utilisées étaient plutôt « règle (ou cercle) logarithmique ». Ensuite il est fait usage de trois dénominations très voisines, *règle à calcul*, *règle à calculs*, *règle à calculer*. La première, correspondant au Littré et aux dictionnaires plus modernes, sera utilisée dans ce travail. Cependant les trois sont utilisées couramment, parfois dans le même ouvrage.

La dénomination anglaise semble être la seule qui ne fait pas référence à la fonction de calcul ou au mode de calcul (logarithmique) de l'instrument, mais à son mode de fonctionnement mécanique puisqu'il s'agit bien d'un instrument coulissant. Cela est-il dû à ses origines britanniques, et au fait que, au tout début, sa fonction n'apparaissait pas encore très nettement ? L'expression *logarithmic slide rule* est cependant fréquemment utilisée dans les textes britanniques : elle précise la nature mathématique de l'instrument.

Avant de continuer, il faut définir précisément ce que j'entendrai par « règle à calcul » dans tout ce travail. Les définitions données par les dictionnaires varient quelque peu dans le temps, mais les caractères logarithmique et coulissant restent en permanence ; c'est ainsi que le Littré de 1874 donne : « Règle à coulisse marquée de divisions et de chiffres, à l'aide de laquelle on fait très rapidement des calculs. On dit aussi règle logarithmique, parce que les résultats des opérations se trouvent par les logarithmes. On a fait des règles à calcul de forme circulaire.[1] » Dans le Larousse de 1983, comme de 1969, la définition est : « Instrument utilisé pour les calculs rapides, relevant de l'emploi des logarithmes, et constitué par une règle graduée mobile, se déplaçant dans une autre règle munie d'autres graduations[2] » ; dans le Robert quotidien de 1996 (c'est-à-dire à une période où la règle à calcul a déjà disparu), « Instrument composé de deux règles à graduation logarithmique, coulissant l'une sur l'autre, qui permet d'effectuer rapidement certaines opérations. »[3]

Une définition qui rend compte de ces quelques différences serait celle-ci : la règle à calcul est un instrument à échelles logarithmiques (du moins pour les principales), possédant une partie coulissante, quelle que soit sa forme (il existe en effet, outre des règles proprement dites, des cercles, des spirales, des cylindres qui vérifient la définition ci-dessus), qui permet de réaliser des calculs. Cette définition paraît suffisante pour correspondre à l'ensemble des types de règles de cette étude, quelle que soit leur

1 LITTRÉ, *Dictionnaire de la langue française*, article règle, tome 4, Hachette, Paris, 1874, p. 1561.
2 COLLECTIF, *Petit Larousse illustré 1983*, article règle, Larousse , Paris, 1980, p. 857.
3 ROBERT , Paul, *Le ROBERT quotidien,* article règle, dictionnaires LE ROBERT, Paris, 1996, p. 1622.

époque.

Le sujet est vaste, aussi bien dans le temps que par les nombreuses variantes de l'instrument. Il a donc fallu le circonscrire aux caractères les plus intéressants. L'un de ceux-ci est la longue durée de vie de la règle à calcul, depuis le XVII^e^ siècle jusqu'à la fin du XX^e^. Une des questions qui se posent est donc d'étudier comment et pourquoi cet instrument a traversé une si longue période, et de mettre en évidence les continuités et les ruptures qui n'ont pu manquer de se faire jour, que ce soit d'un point de vue géographique, technique, ou humain, avec des périodes de mise au point, d'adaptation, parfois de résistance ou au contraire d'adoption rapide. Comme conséquence immédiate de cette question, il est fondamental de rechercher quels ont été les hommes et les institutions qui ont été les acteurs de cette traversée de plusieurs siècles, par leurs inventions, perfectionnements et encouragements apportés à la diffusion de la règle à calcul. La question de l'apprentissage de son fonctionnement est essentielle : comment, où, par qui, par quelles méthodes ont été enseignés le principe et la manipulation de la règle ? De même, les relations réciproques entre l'instrument et les changements techniques durant ces trois siècles et demi, en particulier pendant l'ère industrielle, de 1780 à 1975[1], et les circonstances de sa disparition sont des questions primordiales.

Après les premières recherches, il est assez rapidement apparu que le XIX^e^ siècle représente une période charnière dans la longue histoire de la règle à calcul, et que, à cette époque, c'est en France que se sont passés les principaux événements de l'histoire de cet instrument. Ces faits ne sont guère connus, et il a paru essentiel de les mettre en lumière, et de faire apparaître, comme indiqué dans le titre de cette thèse, le rôle joué par des Français durant cette période. Cependant il est clair qu'une étude réduite à cette époque et à ce pays ne pouvait pas rendre totalement compte de l'histoire de l'instrument. En effet, cela passait presque sous silence les périodes extrêmes, à savoir en quelque sorte la naissance, et l'âge mûr puis la disparition de la règle à calcul. Il est donc nécessaire d'étudier l'ensemble de la période couvrant l'existence de l'instrument, à savoir 1625 – 1975. Cette durée est évidemment trop longue pour permettre d'entrer dans tous les détails. C'est pourquoi le choix a été fait d'insister prioritairement, lorsque c'était possible, sur le cas de la France : d'une part, plusieurs événements importants s'y sont déroulés, d'autre part les sources sont précises et importantes. Bien entendu,

[1] TOURNÈS, Dominique, « Mathematics of the 19th century engineers : methods and instruments », *Proceedings of the HPM meeting*, 2012, Daejeon, Corée www.hpm2012.org/Proceeding/Plenary/PL4.pdf (consulté le 13 janvier 2014).

lorsque cela était nécessaire, il faut se pencher sur d'autres pays, surtout l'Angleterre au début de notre étude, puis essentiellement l'Allemagne et les U.S.A.. à la fin. Cette longue période semble la plus adaptée pour répondre aux questions précédentes, car elle permet de bien mettre en évidence les changements dans les usages, les méthodes de construction, la manière dont elle est perçue. De plus, cela permet de présenter d'une manière plus complète les principaux acteurs de son histoire.

Les aspects purement mathématiques et calculatoires (méthodes de calcul, utilisation des différentes échelles, opérations complexes, etc.) de la règle ne seront pas systématiquement étudiés, sauf lorsqu'ils sont liés à cette problématique. Certains seront reportés en annexes.

Cette thèse porte sur l'histoire d'un instrument de calcul, donc d'un objet scientifique et technique construit par la main de l'homme. Les sources primordiales sont donc les objets eux-mêmes, qui ont été à l'origine de ce travail. L'observation et l'étude directe des règles à calcul est évidemment nécessaire ; ces règles se trouvent dans les musées, ou entre les mains de collectionneurs privés.

Les musées orientés vers les sciences et techniques contiennent bien évidemment dans leurs collections un certain nombre de règles à calcul. Cependant, il faut bien reconnaître que ces instruments, moins spectaculaires que beaucoup d'autres, comme certaines machines à calculer des XVIII^{e} et XIX^{e} siècles, véritables pièces d'orfèvrerie, ne sont guère mis en valeur. Le Musée du Conservatoire National des Arts et Métiers de Paris consacre une vitrine à l'exposition d'instruments de calcul, dont un petit nombre de règles, parmi lesquelles il faut signaler une règle de Partridge et une de Sauveur. Dans les réserves, se trouvent un nombre plus important d'objets, certains fort intéressants, en particulier un assez grand nombre de règles françaises du XIX^{e} siècle, parmi lesquelles une des toutes premières fabriquées par Lenoir, qui mériterait très certainement une place de choix dans le musée lui-même : leur examen a été très précieux. J'ai reçu un accueil attentif, et appris que les chercheurs intéressés par les règles à calcul sont peu nombreux.

J'ai pu également bénéficier de visites privées au Massachusetts Institute of Technology, qui possède une exceptionnelle collection de règles américaines et au Harvard Science Museum, qui détient une des premières règles à calcul de William Oughtred. Le London Science Museum présente également sur son site un certain

nombre de règles très anciennes, essentiellement britanniques[1].

Ces recherches muséographiques, en dehors des pièces tout à fait exceptionnelles que nous avons pu examiner, indiquent, de la part des conservateurs, un manque certain de vue d'ensemble sur l'histoire de la règle à calcul.

Je possède personnellement une collection de règles à calcul (environ 160 pièces). Parmi celles-ci, les plus intéressantes sont des règles françaises du XIX^e^ siècle, dont une des toutes premières fabriquées en France vers 1820. Ces règles, une vingtaine, fabriquées entre 1820 et 1900 environ dans les ateliers de Lenoir, Gravet ou Tavernier permettent d'avoir une idée assez précise de la production française à cette époque. Cette source a, bien sûr, été utilisée en priorité. D'autres collectionneurs ont été d'une aide précieuse. Ceux-ci ne sont pas très nombreux, mais leurs connaissances, toujours très précises, et leurs encouragements ont été très utiles. Signalons tout particulièrement le site « Photocalcul »[2] qui réunit sans aucun doute, et de loin, la plus importante documentation en images de règles à calcul et de manuels d'instructions français du XIX^e^ siècle. Pour ce qui est des règles Graphoplex, le site « Linealis »[3] contient des informations essentielles. Il existe également, surtout en Angleterre, aux U.S.A., en Allemagne et aux Pays-Bas, des associations de collectionneurs dont les sites internet sont souvent une source importante d'informations. En particulier celui de la *Oughtred Society,*[4] la plus importante association de collectionneurs de règles à calcul, d'origine américaine mais regroupant des adhérents du monde entier, effectue un travail remarquable pour la conservation de ce patrimoine scientifique.

Jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, la règle à calcul est presque uniquement utilisée en Grande-Bretagne ; aussi les sources primaires de cette époque sont-elles presque toutes en anglais. Dans ce cas précis, la numérisation des grandes bibliothèques universitaires anglo-saxonnes, en particulier américaines, est un outil incomparable pour la recherche. La plupart des ouvrages consultés proviennent des fonds de multiples universités américaines ou anglaises, et ces découvertes auraient été évidemment impossibles sans les moyens modernes. Dans ces livres, d'un intérêt varié, ce sont les préfaces qui sont particulièrement intéressantes, car elles permettent bien souvent de faire le point sur les pratiques et sur la diffusion de l'instrument. Ces sources s'étendent du XVII^e^ au XIX^e^

1 www.sciencemuseum.org.uk consulté le 6 janvier 2014.
2 www.photocalcul.com consulté le 16 novembre 2013.
3 www.linealis.org, consulté le 16 novembre 2013.
4 www.oughtred.org consulté le 16 novembre 2013.

siècle, et comprennent surtout des manuels d'instructions, mais aussi des biographies de personnages centraux dans cette recherche. Par exemple le traité de Charles Leadbetter, *The Royal Gauger*[1], de 1750, est très important, ainsi que l'ouvrage de John Ward, *The lives of the professors of Gresham College*[2], de 1740, qui fournit des renseignements précis sur la vie de Gunter. Il existe également des ouvrages en français dans ces fonds, dont celui de Edmund Wingate, *L'usage de la règle de proportion en l'arithmétique et la géométrie*[3], de 1624. Bien sûr, la consultation des sites français comme Gallica[4] est d'une grande utilité, mais essentiellement pour des ouvrages plus généraux d'histoire des sciences, les références françaises à la règle à calcul à cette époque étant quasi inexistantes. L'ouvrage de Denis Henrion, *Le traité des logarithmes*[5], peut être consulté à la médiathèque du Mans.

En revanche, à partir du début du XIX[e] siècle, la règle arrive en France et ce moment sera analysé en détail. Je dispose personnellement de plusieurs manuels d'instruction du XIX[e] siècle, dont trois éditions (sur les quatre) de celui de Ph. Mouzin[6], ainsi que celui de F. Guy[7], et quelques autres de moindre importance.

Pour cette époque, une source de tout premier plan est constituée par le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, association qui a joué un rôle primordial. La bibliothèque de cet organisme recèle des trésors concernant l'industrie française, particulièrement au XIX[e] siècle. Au début des recherches, le Bulletin de la Société n'était pas en ligne, et un dépouillement complet a été nécessaire, facilité par le fait que, annuellement, la Société publiait un recensement alphabétique de tous les articles du *Bulletin*. Depuis, cette source incomparable en ce qui concerne l'histoire des techniques est en ligne sur le site du Conservatoire National des Arts et Métiers[8]. De même les rapports des Expositions Universelles du XIX[e] siècle, eux aussi, sont maintenant en ligne sur le même site[9].

Une autre préoccupation a été d'étudier les tout premiers manuels d'instructions

1 LEADBETTER, Charles, *The royal gauger ; or gauging made perfectly easy, as it is actually practised by the officers of his majesty's revenue of excise ; in two parts,* E. Wicksteed, Londres, 1750.
2 WARD, John, *The lives of the professors of Gresham College,* John Moore, Londres, 1740.
3 WINGATE, Edmond, *L'usage de la règle de proportion en l'arithmétique et la géométrie,* Melchior Mondiere, Paris, 1624.
4 www,gallica,org consulté le 18 novembre 2013.
5 HENRION, Denis, *Traité des logarithmes,* chez l'auteur, Paris, 1626.
6 MOUZIN, Ph., *Instruction sur la manière de se servir de la règle à calcul,* Bachelier, Paris, Douiller, Dijon, 1825 (2[e] éd.), 1837 (3[e] éd.).
7 GUY, F., *Instruction sur la règle à calcul*, (huitième édition), Tavernier-Gravet, Paris, 1876.
8 http://cnum.cnam.fr/CGI/redir.cgi?BSPI consulté le 17 novembre 2013
9 http://cnum.cnam.fr/RUB/fcata_expo.html consulté le 17 novembre 2013

publiés en France. Ces ouvrages sont assez difficiles à trouver, dispersés dans de nombreux endroits. La bibliothèque du CNAM en conserve quelques-uns, ainsi que la BNF et la bibliothèque de l'École Centrale. Comme indiqué précédemment, j'en possède quelques-uns personnellement, si bien que l'analyse précise de la totalité des éditions des trois premiers manuels français a été possible. Pour ce qui concerne les manuels plus récents, la diversité de leur contenu, allant de quelques dizaines de pages jusqu'à plus de 500, est impressionnante. Leurs préfaces ou introductions permettent souvent d'obtenir des renseignements intéressants sur la diffusion de l'instrument et la manière dont il est perçu par les utilisateurs.

Les Archives de l'École polytechnique contiennent également des renseignements au sujet de la règle à calcul dans les programmes des concours d'entrée et les enseignements dispensés à l'École.

Les encyclopédies scientifiques de l'époque sont une autre source : en ce qui concerne la première moitié du XIX^{e} siècle, les références à la règle à calcul se densifient peu à peu ; cependant, elles proviennent le plus souvent des *Bulletins de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale* et n'apportent en général que peu de renseignements supplémentaires. Il existe également, à cette époque, quelques manuels en italien non dénués d'intérêt, en particulier le tout premier, celui de Quintino Sella, *Teorica e practica del regolo calcolatore*[1], publié en 1859.

En ce qui concerne le XX^{e} siècle, les manuels sont plus faciles à trouver, et les instruments également ; de nombreux sites dans plusieurs pays, ainsi que des collectionneurs, fournissent des images et des renseignements souvent très précis. Une difficulté est apparue en ce qui concerne les catalogues des fabricants, même récents : ceux-ci semblent presque introuvables, surtout en Europe. Sans doute les revendeurs ne les conservaient-ils pas d'une année sur l'autre, une fois les prix mis à jour, si bien que beaucoup ont dû être jetés. Cela est dommage, car une étude de l'évolution des prix aurait été fort intéressante : cependant j'ai pu avoir communication d'un des derniers catalogues de la société Graphoplex.

Les premiers Bottin du Commerce de Paris[2] permettent de retrouver les adresses des ateliers de fabrication des règles à partir de 1836. Ces documents sont consultables sur micro-fiches aux Archives de Paris. Les recherches dans les Archives Municipales

[1] SELLA, Quintino, *Teorica e practica del regolo calcolatore,* Stamperia reale, Turin, 1859.
[2] Archives de Paris, microfiches 2mi3 à 2mi31.

de Paris m'ont permis de reconstituer l'histoire de la famille Gravet. L'état-civil de Paris a brûlé pendant les événements de la Commune de 1871, si bien que les archives antérieures à 1860 n'existent plus à l'état original. Il faut alors se tourner vers les archives reconstituées, qui peuvent être incomplètes. Le site internet des Archives de Paris[1], extrêmement commode, permet une recherche très précise et les documents y sont parfaitement lisibles. Toujours aux Archives de Paris, la consultation du Registre du Commerce, créé en 1919, m'a permis de reconstituer l'histoire de la création de la société Graphoplex.

En revanche, les premières machines à diviser la ligne droite en graduations logarithmiques, en particulier celle de Lenoir, auxquelles certains textes font référence, restent introuvables. Ce sujet, quoique assez restreint, ne manquerait pas d'intérêt car ces machines, permettant une fabrication en série, ont grandement contribué à obtenir des règles d'un coût abordable, et donc à les diffuser plus facilement.

La source secondaire essentielle concernant l'histoire de la règle à calcul est l'ouvrage de Florian Cajori (1859 – 1930), *A history of logarithmic slide rule and allied instruments*[2], publié en 1909. Cajori, né en Suisse, a enseigné aux États-Unis et a terminé sa carrière à l'Université de Berkeley, où il enseignait l'histoire des mathématiques. Ce livre étudie l'histoire de la règle à calcul depuis les origines jusqu'au début du XX^{e} siècle. Il est, à ma connaissance, le seul ouvrage entièrement consacré à ce sujet. C'est un livre extrêmement documenté, avec de nombreux détails et une bibliographie très fournie, qui permet de découvrir beaucoup d'autres références. Une autre source importante, davantage centrée sur la France, est l'ouvrage de Maurice d'Ocagne, *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques*[3], publié en 1905, qui contient un chapitre sur les instruments logarithmiques, avec de nombreuses références aux règles à calcul françaises du XIX^{e} siècle et du début du XX^{e}. Il ne s'agit pas à proprement parler d'un livre d'histoire des sciences, mais il fait l'état des lieux sur le sujet et fournit donc de nombreux renseignements intéressants. En revanche, il est très surprenant de découvrir que Maurice Daumas, dans son livre sur les instruments scientifiques au XVII^{e} et XVIII^{e} siècle[4], ne fait aucune mention de la règle à calcul,

[1] http://canadp-archivesenligne.paris.fr/archives_etat_civil/ consulté le 17 novembre 2013.

[2] CAJORI, Florian, *History of the logarithmic slide rule and allied instruments,* JF Tapley Co, New York, 1909.

[3] D'OCAGNE, Maurice, *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques,* Gauthier-Villars, Paris, 1905.

[4] DAUMAS, Maurice, *Instruments scientifiques du 17e et 18e siècles,* Presses Universitaires de France,

pourtant déjà bien établie en Angleterre à cette époque. Elle ne figure pas dans le texte, ni dans l'index des instruments. Comme il n'est pas envisageable que l'auteur n'ait pas connu cet instrument, se peut-il qu'il ne l'ait pas considéré comme un instrument scientifique ?

Ceci pose la question du statut de la règle à calcul comme instrument scientifique. Dès 1854, Thomas Kentish publie un ouvrage[1] intitulé *A treatise on a box of instruments and the slide rule*, dont le titre lui-même semble mettre la règle à calcul à part des autres instruments (il s'agit dans ce traité d'instruments de mathématiques). Une boîte d'instruments de mathématiques de l'époque, en Angleterre, contient des compas, un crayon à dessin, une règle à tracer des parallèles, un rapporteur, une échelle à transversales, et un compas de proportion[2] (donc pas de règle à calcul). Tous ces instruments sont des instruments de géométrie, sauf le compas de proportion qui est un instrument de calcul, mais basé sur des propriétés géométriques. Un instrument de mathématiques est un « théorème en acte »[3]. La règle à calcul en est un exemple, puisqu'elle utilise la propriété fondamentale des logarithmes. Serait-ce que, n'étant pas basée sur une propriété géométrique, elle ne rentre pas dans la même catégorie que les autres ? Il est vrai que la règle à calcul n'est pas d'un abord très facile : à première vue, l'utilisateur ne sait pas s'en servir. Mais n'en est-il pas de même pour de nombreux instruments ? En particulier, dans l'exemple choisi, l'utilisation d'un compas de proportion n'est certainement pas plus simple. L'utilisateur d'un instrument doit se l'approprier. « Un instrument est donc formé de deux composantes : d'une part, un artefact, (…) d'autre part, un ou des schèmes d'utilisation associés, résultant d'une construction propre au sujet »[4]. Les notions mathématiques sur lesquelles sont basées la règle à calcul ne sont pas élémentaires, cependant il est possible de s'en servir sans les connaître, et la plus grande partie des manuels d'instructions ne les développent pas. Est-il possible néanmoins que cet aspect « savant » ait mis la règle à part des autres instruments mathématiques ?

Paris, 1953.

1 KENTISH, Thomas, *À treatise on a box of instruments and the slide rule, for the use of gaugers, engineers, seamen, and students,* Henry Carey Baird, Philadelphie, 1854.

2 Le texte anglais complet est *:The contents of a case of mathematical instruments are, generally, a pair of plain compasses, a pair of bow compasses, a pair of drawing compasses, and a drawing pen ; a parallel ruler, a protractor, a plain scale, and a sector. op. cit.* p. 13.

3 BARBIN, Évelyne, « L'outil technique comme théorème en acte », dans *Ces instruments qui font la science, Sciences et avenir,* hors série n° 140, 2004, p. 26-27.

4 RABARDEL, Pierre, « Qu'est-ce qu'un instrument ? Appropriation, conceptualisation, mises en situation » dans *Outils pour le traçage des courbes,* CNDP, DIE, Mars 1995.

Les sources secondaires universitaires françaises concernant explicitement la règle à calcul et son histoire semblent totalement inexistantes, mis à part mon mémoire de Master de recherche. Se pose alors la question de ce désintérêt historique concernant un instrument très courant jusqu'aux années 1975-80. Il s'agit bien d'un instrument mathématique, puisque basé sur les logarithmes, cependant peu utilisé par des mathématiciens, même dans l'enseignement au XX^e siècle, où il était plutôt aux mains des physiciens, ou dans les sections techniques. Certains mathématiciens, et non des moindres, ont mis au point des instruments de calcul : Blaise Pascal, bien sûr, en 1642, avec sa machine arithmétique, mais aussi Gottfried Leibniz[1] (1646 – 1716) qui, vers 1690, eut l'idée d'un tambour à neuf dents d'inégales longueurs permettant ainsi de faire tourner une roue dentée de n'importe quelle valeur entre 0 et 9, système utilisé dans certaines machines à calculer jusqu'aux années 1970, ou encore Pafnouti Tchebitchev (1821 – 1894) qui a conçu et fait fabriquer en 1876 une machine à mouvement continu[2]. Cependant la méfiance, voire l'aversion, de nombreux mathématiciens à l'encontre des machines est bien connue : il suffit de se souvenir des polémiques concernant l'introduction des calculatrices dans l'enseignement dans les années 1970, ou des questions liées aux démonstrations assistées par ordinateur, comme celle du théorème des quatre couleurs en 1976. Les utilisateurs de la règle à calcul ont surtout été des ingénieurs et des techniciens qui s'en servirent beaucoup comme d'un excellent instrument de calcul rapide. Il apparaît donc une différence marquée entre les fondements de la règle à calcul, provenant d'une notion mathématique très élaborée, et ses usages, nettement plus orientés vers des questions pratiques et techniques.

Le livre *Histoires de logarithmes*[3], publié sous la direction d'Evelyne Barbin, met en évidence la difficulté des calculs numériques au début de notre période d'étude ainsi que l'incroyable complexité du calcul des tables de logarithmes. Du même auteur, « L'invention des théorèmes et des instruments », introduction de l'ouvrage publié sous la direction d'Élisabeth Hébert, *Instruments scientifiques à travers l'histoire*[4], présente la question des instruments en mathématiques.

---

1 D'OCAGNE, Maurice, *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques, op. cit.*, p. 39.
2 Sur cette machine, voir D'OCAGNE, *op. cit.*, p. 199-212.
3 BARBIN, Évelyne (dir.), *Histoires de logarithmes,* Ellipses, Paris, 2006.
4 BARBIN, Évelyne, « L'invention des théorèmes et des instruments » dans HEBERT, Elisabeth, *Instruments scientifiques à travers l'histoire*, Ellipses, Paris, 2004, p. 7-12.

Les travaux d'Anthony Turner concernant Sauveur[1] et les Lenoir[2] sont une source importante de renseignements sur les fabricants français d'instruments scientifiques au XVIII[e] siècle. Pour la partie traitant des manuels d'hydrographie, les articles de Guy Boistel et de Danièle Fauque sur Pierre Bouguer[3] ont été très utiles.

Pour le XIX[e] siècle, les publications de Dominique Tournès[4] concernant en particulier les mathématiques des ingénieurs au XIX[e] siècle et la nomographie[5], et celles de Costantinos Chatzis sur la formation des ingénieurs[6] fournissent des renseignements très précieux. En ce qui concerne l'utilisation de la règle à calcul dans l'enseignement, le livre de Bruno Belhoste[7] sur les programmes de mathématiques en France au XIX[e] siècle est une source fondamentale.

Les publications des collectionneurs ou de leurs associations contiennent beaucoup d'informations très précises sur les règles à calcul. De nombreux articles du *Journal of the Oughtred Society,*[8] ainsi que les livres de Peter Hopp,[9] Dieter von Jeziersky,[10] et Guus Craenen[11] sont, chacun dans leur spécialité, de grand intérêt.

---

1 TURNER, Anthony, « "Utile pour les calculs" : The logarithmic scale rule in France and England during the seventeenth century », dans *Archives internationales d'histoire des sciences,N°121,* vol. 38/1988, p. 252-270.

2 TURNER, Anthony, *From pleasure and profit to science and security Etienne Lenoir and the transformation of precicion instrument-making in France 1760-1830*, The Whipple museum of the history of science, Cambridge, 1989.

3 FAUQUE, Danielle, « Pierre Bouguer (1698-1758) un savant et la marine dans la première moitié du XVIIIe siècle », et BOISTEL, Guy, « Pierre Bouguer, commissaire pour la marine et expert pour les longitudes : un opposant au développement de l'horlogerie de marine au XVIIIe siècle ? », dans *Revue internationale d'histoire des sciences,* Tome 63-1, janvier juin 2010.

4 TOURNÈS, Dominique, « Mathematics of the 19th century engineers : methods and instruments », Proceedings of the HPM meeting, 2012, Daejeon, Corée. *www.hpm2012.org/Proceeding/Plenary/PL4.pdf* . (consulté le 20 novembre 2013).

5 TOURNÈS, Dominique, "Une discipline à la croisée de savoirs et d'intérêts multiples: la nomographie", in *Circulation Transmission Héritage, Actes du XVIIIe colloque inter-IREM Histoire et épistémologie des mathématiques(Université de Caen Basse Normandie, 28–29 mai 2010)*, Pierre Ageron & Évelyne Barbin (éds), Caen: Université de Caen Basse-Normandie, 2011, p. 415–448.

6 CHATZIS, (Konstantinos), « Theory and practice in the education of French engineers from the middle of the 18th century to the present », *Archives internationales d'histoire des sciences*, 60 (2010), n° 164, p. 43–78, et "Les ingénieurs français au XIXe siècle (1789–1914): émergence et construction d'une spécificité nationale", in Gabriel Lamé, les pérégrinations d'un ingénieur au XIXe siècle, numéro spécial de la revue *SABIX*, 44 (2009), p. 53–63.

7 BELHOSTE, Bruno, *Les Sciences dans l'enseignement secondaire français, textes officiels (1789-1914)*, INRP et Economica, Paris, 1995.

8 OTNES, Bob et SCHURE, Conrad, "Early french slide rules in various collections", *Journal of the Oughtred Society*, Vol. 11, N°1, 2002, pp. 28-31 et WELLS, Francis et WYMAN, Tom, "La règle à calcul : Lenoir, Gravet-Lenoir and Tavernier-Gravet slide rules", *Journal of the Oughtred Society,* Vol. 11, N°1, 2002, pp. 23-27.

9 HOPP, Peter M., *Slide rules Their history, models, and makers*, Astragal press, Mendham, N.J., 1998.

10 VON JEZIERSKY, Dieter, S*lide rules, a journey through three centuries,* Astragal Press, Mendham, N. J., 2000.

11 CRAENEN, Guus, *Rechenschieber im Wandel der Zeit 1787-1905*, édité par l'auteur, Soest, 2009.

La période étudiée est très longue,[1] puisqu'elle couvre trois siècles et demi. Au début de ces recherches j'avais envisagé de m'arrêter à la fin du XIX^e^ siècle, c'est-à-dire avant la généralisation de l'emploi de la règle dans tous les pays industrialisés. Puis il est apparu que l'étude de la disparition extrêmement brutale de l'instrument dans les années 1970 – 1975 méritait d'être étudiée. J'ai alors décidé de traiter la période complète, en la recentrant, particulièrement en France, sur les personnes, les institutions et les phénomènes de société, quitte à laisser au second plan les questions plus techniques liées à l'utilisation de l'instrument, sauf lorsque celles-ci représentent un facteur important de changement. Des périodes bien distinctes se détachent nettement, marquées par des ruptures franches, que ce soit dans la conception de l'instrument ou dans son utilisation. Cette étude chronologique permet de mettre en évidence le lien entre les actions personnelles des protagonistes de cette histoire et les changement historiques, politiques ou industriels. De plus, ces recherches sur le long terme sont bien adaptées à la problématique de ce travail, car elles mettent en lumière des changements ou des ruptures, mais aussi des continuités qui nécessitent une étude dans la durée.

Il en ressort quatre parties, chacune ayant des caractères bien spécifiques.

La première partie (1625 – 1815) est longue dans le temps, mais limitée dans l'espace et les utilisations. En effet, pendant cette période la règle à calcul n'a pratiquement été utilisée qu'en Angleterre ; de plus elle était réservée, dans la pratique, à un petit nombre d'utilisateurs qui disposaient d'instruments bien spécifiques à leurs professions. Les règles étaient spécialisées, conçues pour réaliser des calculs particuliers. Le rôle de la France y est donc relativement restreint, même si certains personnages méritent d'être mis en avant. Les différences entre l'utilisation en Angleterre et dans les autres pays européens à cette époque ont été mises en évidence. La rupture s'est produite à la fin du XVIII^e^ siècle, où est apparu le besoin d'un instrument adapté aux méthodes industrielles.

La deuxième partie (1815 – 1851) est centrée sur la France. Bien que courte, la période considérée est fertile en événements. Cette partie présente les personnages qui ont introduit la règle à calcul en France, leur conception de l'instrument, les problèmes rencontrés, tant pour fabriquer un nouvel instrument que pour convaincre de son utilité.

[1] Sur la longue durée en histoire, voir par exemple : BRAUDEL, Fernand, « Histoire et Sciences sociales : La longue durée. » In: *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 13e année, N. 4, 1958, pp.725-753.http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ahess_0395-2649_1958_num_13_4_2781 Consulté le 17 novembre 2013.

En particulier les tout premiers manuels publiés en France seront analysés en détail. Cette partie se clôt en 1851 par deux événements concomitants mais indépendants l'un de l'autre, l'un administratif, l'autre technique, qui marquent une rupture et le début d'une nouvelle période pour l'histoire de la règle à calcul.

La troisième partie (1852 – fin du siècle), elle aussi essentiellement française au début, est consacrée à la diffusion de la règle à calcul, d'abord en France, puis à l'étranger à partir des années 1875. Les réalisations des fabricants français de l'époque seront étudiées précisément pour montrer comment, grâce à la qualité des instruments produits, la règle à calcul devient, y compris à l'étranger, une référence en matière d'instrument de calcul. Le rôle des Expositions Universelles sera mis en évidence, en lien avec l'industrialisation galopante de l'époque. Les relations entre la règle à calcul et l'enseignement en France à cette époque feront également l'objet d'une étude détaillée. Cette partie se termine par une présentation des principaux fabricants allemands, américains puis japonais qui feront entrer la production des règles dans une phase industrielle, en lien avec les progrès techniques de l'époque.

La quatrième et dernière partie (1900 – 1975) traite de la période universelle de la règle à calcul, c'est-à-dire lorsqu'elle est devenue un instrument utilisé dans tous les pays industrialisés. La France n'y joue plus qu'un rôle secondaire, car les principaux fabricants se trouvent aux États-Unis, en Allemagne et au Japon. La quantité de règles produites au XX^{e} siècle est si considérable que seules les grandes lignes des changements qui s'y sont produits seront présentées. Les productions de la société Graphoplex, créée en France en 1942 et très active après la seconde Guerre Mondiale serviront d'exemple. La manière dont la règle à calcul a été enseignée, et sa place dans les programmes scolaires sera étudiée. La période finale de la règle à calcul, extrêmement brutale, est d'un grand intérêt, compte tenu de la manière dont la règle était perçue dans le « grand public » des années d'après-guerre. Je montrerai enfin comment cette disparition quasi-complète et son remplacement par la calculatrice électronique indique que la règle à calcul a été un instrument de l'ère industrielle, qui se termine avec l'apparition des méthodes numériques liées à l'informatique.

Cette périodisation sur le long terme permet de mettre en évidence des modes d'utilisation très différents selon les époques, d'étudier en détail l'introduction d'un nouvel instrument de calcul, d'examiner les changements dans la présentation et la

fabrication de la règle à calcul au cours du temps, et aussi de d'apprécier et de mesurer son importance considérable dans l'environnement technique et scientifique, particulièrement au XX^{e} siècle. Le rôle charnière joué par la France, en particulier au XIX^{e} siècle, est très mal connu. Il justifie le titre de cette thèse : nous voulons montrer, à travers sa longue histoire méconnue, que c'est par l'intermédiaire des savants et des fabricants français que la règle s'est perfectionnée et diffusée jusqu'à devenir l'instrument de calcul ayant accompagné la formidable expansion industrielle dans le monde entier.

PREMIÈRE PARTIE

LES DÉBUTS

DE LA RÈGLE À CALCUL

(1614-1815)

INTRODUCTION

Dans cette première partie, nous étudierons en quelque sorte « l'enfance et l'adolescence » de la règle à calcul, depuis 1614, découverte des logarithmes, jusqu'à la fin du XVIII[e] siècle, où elle devient un instrument généraliste pour la production industrielle. Pendant cette période, l'essentiel se passe en Angleterre, son lieu de naissance, même si l'information scientifique circule dans les autres pays européens. En ce début du XVII[e] siècle, Tycho Brahé (1546 – 1601) a recensé un grand nombre de positions d'astres, grâce auxquelles Johannes Kepler (1571 – 1630), à l'aide des tous récents logarithmes, découvre les lois du mouvement des planètes, Galilée (1564 – 1642) bientôt reprendra les théories de Nicolas Copernic (1473 – 1543) sur l'héliocentrisme. Sur terre et sur mer, le commerce et la soif de découvertes nécessitent des déplacements importants, de grands voyages. Ces activités humaines nécessitent de nombreux calculs : calculs astronomiques, dans tous les sens du terme, calculs mathématiques, en particulier trigonométriques, nécessaires aussi pour la navigation, mais également calculs financiers, que ce soit pour les banques, les prêts, les conversions de monnaies ou pour les taxes et impôts.

Or, de quelles possibilités dispose-t-on pour tous ces calculs ? Blaise Pascal (1623 – 1662), quelques années plus tard, dans son *Avis nécessaire à ceux qui auront curiosité de voir la machine arithmétique,* les résume aux jetons et à la plume :

> *Tu sais comme, en opérant par le jeton, le calculateur est souvent obligé, de peur de tomber en erreur, de faire une longue suite et extensions de jetons, et comment la nécessité le contraint après d'abréger et de relever ceux qui se trouvent inutilement étendus ; (...) Tu sais de même comme, en opérant par la plume, on est à tous moments obligé de retenir ou d'emprunter les nombres nécessaires, et combien d'erreurs se glissent dans ces rétentions et emprunts à moins d'une très longue habitude et en outre d'une attention profonde et qui fatigue l'esprit en peu de temps*.[1]

Tout est dit : bien que la machine arithmétique de Pascal soit d'une toute autre

[1] PASCAL, Blaise, « Avis nécessaire à ceux qui auront curiosité de voir la machine arithmétique, et de s'en servir », dans *Œuvres complètes*, Bibliothèque de la Pléiade, NRF, Paris,1964 , p.354. Il est curieux de noter que dans cette édition, les quelques pages de Pascal portant sur sa machine arithmétique sont classées parmi les *Œuvres physiques*.

nature que la règle à calcul, puisque mécanique et destinée à faciliter des calculs comptables de son père, les difficultés du calcul à cette époque sont clairement exposées : temps perdu, fatigue, et nombreuses erreurs presque inévitables. Même si dans d'autres régions du monde les bouliers ou autres instruments du même type sont utilisés, les problèmes calculatoires se posent avec de plus en plus d'acuité. Il n'est donc pas étonnant que toute découverte théorique ou invention pratique pouvant faire espérer une amélioration dans le domaine du calcul soit guettée avec impatience par les savants de ce temps.

Le seul instrument de calcul, que nous pourrions plutôt qualifier d'« instrument de construction », ce dernier mot étant pris au sens mathématique du terme, est alors le compas de proportion, qui permet à l'aide du compas à pointes sèches, de déterminer, par exemple, la longueur du côté d'un polygone régulier inscrit dans un cercle de rayon donné. Les formules mathématiques de ce genre de constructions sont connues depuis longtemps ; il ne s'agit pas de refaire les calculs, mais, à l'aide des graduations de l'instrument, de déterminer l'ouverture du compas qui permettra de tracer ce polygone. Cet instrument date de la fin du XVI^{e} siècle. Nous y reviendrons. Cependant cet instrument ne permet pas de faire des calculs d'une manière générale. Il ne peut que donner une « image géométrique » du résultat dans un certain nombre de cas.

Pendant toute cette période, la règle à calcul n'est pratiquement en usage qu'en Grande-Bretagne, et reste cantonnée à des utilisations spécialisées. Son existence est connue en Europe continentale, mais elle n'y est pratiquement pas utilisée. Et c'est encore en Angleterre, dans les usines de James Watt (1736 – 1819), que se produit à la fin du XVIII^{e} siècle la « mutation » de la règle à calcul qui commence alors à devenir un réel instrument pour « faire des calculs », indépendamment du métier de son utilisateur.

I) DES TABLES DE LOGARITHMES AUX INSTRUMENTS

A) Les premiers instruments logarithmiques (1620)

Neper, Briggs, calcul des logarithmes

En 1614, John Neper[1](1550 – 1617), baron de Merchiston, en Écosse, découvre les logarithmes et publie la *Mirifici logarithmorum canonis descriptio*. Henry Briggs (1556 – 1630), premier professeur de géométrie du Gresham College de Londres en prend connaissance. Briggs avait auparavant travaillé sur les problèmes de déclinaison magnétique, et publié des tables numériques pour la navigation ; il fut nommé professeur de géométrie à Oxford à la fin de sa vie. Il rend visite à Neper, au moins deux fois à Edimbourg[2], en 1616 et 1617, ce qui, compte tenu des difficultés des déplacements à l'époque montre bien l'intérêt qu'il porte à cette découverte. Il met alors au point les logarithmes décimaux ainsi appelés parce que le logarithme de 10 vaut 1, et en publie des tables, complétées par le libraire Hollandais Adrian Vlacq (1600 – 1677) en 1624 et diffusées rapidement en Europe[3], preuve supplémentaire de l'importance de cette découverte.

> *Il [Briggs] proposa un changement dans l'échelle des logarithmes, de la forme hyperbolique que Napier leur avait donné, à celle dans laquelle 1 serait le logarithme du rapport de 10 à 1 ; et peu après il écrivit à Napier pour lui faire la même proposition. En 1616 Briggs fit une visite à Napier à Edimbourg, pour parler avec lui de ce changement;et l'année suivante il fit de même. Dans ces conversations, ils tombèrent d'accord sur ce changement.*[4]

---

1 Cette orthographe est souvent présentée comme une francisation de l'orthographe anglaise, qui serait Napier. Il n'en est rien. Dans l'ouvrage de John WARD, *The lives of the professors of Gresham College,* John Moore, Londres, 1740, c'est Neper qui figure le plus souvent (et aussi Neperus en latin) ; on trouve également Napier et Naper. Voir aussi BARBIN, Evelyne, (dir), *Histoires de logarithmes,* Ellipses, Paris, 2006, p. 105.

2 HUTTON, Charles, *A mathematical and philosophical dictionnary,* Johnson, Robinson, Londres, 1795, vol.1, pp. 228-229.

3 BARBIN, Evelyne (dir.), *Histoires de logarithmes, op. cit.*, p. 135.

4 HUTTON, Charles, op.cit. « He proposed the alteration of the scale of logarithms, from the hyperbolic form which Napier had given to them, to that in which 1 should be the logarithm of the ratio of 10 to 1 ; and soon after he wrote to Napier to make the same proposal to himself. In the year 1616 Briggs made a visit to Napier at Edimbourg to confer with him upon this change ; and the next year he did the same also. In these conferences, the alteration was agreed upon accordingly. ».

Les logarithmes sont en effet un outil mathématique de première importance, en particulier pour les calculateurs. En effet, ils permettent de remplacer une multiplication par une addition, une division par une soustraction : si on connaît le logarithme d'un nombre *a*, et celui d'un nombre *b*, l'addition de ces deux logarithmes permet d'obtenir le logarithme du produit *ab*, et donc ce produit en consultant les tables de logarithmes[1]. On obtient de même le logarithme du quotient *a/b* par soustraction des logarithmes de *a* et de *b*. Cette découverte permet donc un allègement considérable du fastidieux travail de calcul des astronomes, des navigateurs, et de bien d'autres professions de l'époque.

La ligne des logarithmes : Gunter

Edmund Gunter (1581 – 1626) était professeur d'astronomie au Gresham College également, donc en même temps que Briggs : ils se sont certainement connus à cette époque. Le Gresham College a donc joué un rôle important dans l'émergence de la notion de logarithme et des premiers instruments logarithmiques. Cette institution a été fondée en 1597. Elle n'a pas d'étudiant et ne délivre pas de diplômes, son activité consiste à donner des conférences gratuites (*lectures*). Les premières réunions de la Royal Society se sont tenues dans ses murs, preuve de son influence dans le monde scientifique anglais de l'époque. Le Gresham College existe toujours. En 1620, donc seulement six ans après la publication de Neper, Gunter a l'idée, à la fois simple et très ingénieuse, de fabriquer une règle munie d'une « ligne des logarithmes » (*line of numbers*). Cet instrument mérite que l'on s'y arrête, car il est à la base de tous les instruments de calcul logarithmique. Il s'agit de graduer une ligne ou une règle, en y inscrivant les nombres proportionnellement à leurs logarithmes[2]. Cette graduation permet d'obtenir, par lecture directe (donc sans utiliser les tables de logarithmes), le résultat d'une multiplication ou d'une division, et également de déterminer simplement des proportionnalités.

---

1 BARBIN, Evelyne, *op. cit.*, ch. II à IV, pour une étude du calcul (très long et difficile) des tables de logarithmes.

2 Pour une démonstration mathématique du fonctionnement de cette ligne, voir annexe 1.

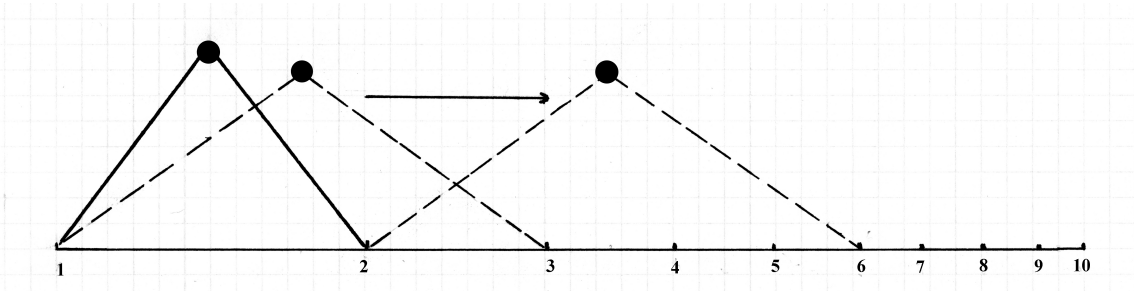


Fig.1: Utilisation des compas sur une échelle logarithmique.

Pour l'utiliser, on emploie des compas à pointes sèches, qui permettent de reporter bout à bout deux longueurs. Le premier compas étant ouvert jusqu'à la graduation 2, par exemple, on ouvre le second jusqu'à la graduation 3, et en plaçant ce dernier à la suite du premier, on arrive à la graduation 6 = 2×3.

Il est important de noter que les lignes des logarithmes sont généralement graduées de 1 à 10 ; cependant cela n'empêche pas les calculs avec des nombres plus grands ou plus petits, car on peut interpréter cette ligne avec différents ordres de grandeur, par exemple de 10 à 100, de 1000 à 10 000, de 0,01 à 0,1 suivant la valeur des données. C'est à l'utilisateur de déterminer l'ordre de grandeur du résultat à la fin du calcul (autrement dit, on effectuera les mêmes manipulations pour calculer 2×3=6, ou 200×30=6000, ou encore 0,2×0,03 = 0,006).

Gunter y ajoute également des graduations trigonométriques (*line of tangents, line of sines*) basées sur le même principe, très utiles pour les calculs d'angles, nécessaires en astronomie, navigation et topographie. Pour la marine, on trouve aussi très souvent une échelle des *rhumbs* de vent. Un *rhumb* représente la trente-deuxième partie de la rose des vents, soit un angle de 15°. Cette règle de Gunter (*Gunter's line*) n'est pas encore une règle à calcul, car elle nécessite l'utilisation de compas à pointes sèches ; elle continuera cependant à être utilisée telle quelle jusqu'à la fin du XVII^{e} siècle.

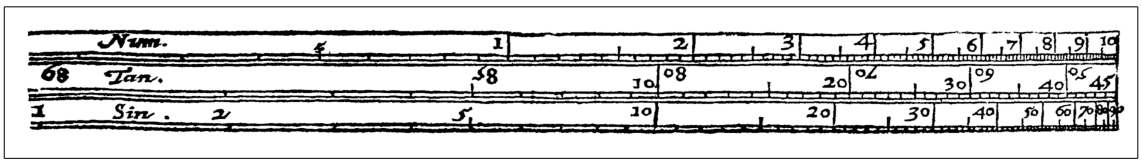


Fig. 2: La règle de Gunter. On distingue en haut la ligne des logarithmes (Num.), puis celles des tangentes (Tan.)et des sinus (Sin.).

La règle de Gunter et la navigation

La Grande-Bretagne est une île, et les Britanniques forment un peuple de marins. Pour naviguer, il faut calculer sa route : ce calcul est lié à la trigonométrie, car il s'agit essentiellement de résoudre un triangle (triangle plan pour les petits parcours, où la surface du globe peut être considérée comme plate, et triangle sphérique dès que l'on navigue sur de grandes distances). Les formules sont connues, mais les calculs restent compliqués. Il est difficile de savoir à quel point la règle de Gunter a servi aux marins. Elle n'aurait été que peu utilisée : « Bien que la règle de Gunter soit un instrument ingénieux apte à résoudre beaucoup de problèmes de navigation, en réalité de tels problèmes se posent rarement dans la navigation quotidienne[1] ». Cependant, au moins jusqu'au XIX^e^ siècle[2], on y apportera de nombreux perfectionnements, en particulier une réglette pour en faire une vraie règle à calcul, mais l'idée de départ sera conservée.

Le compas de proportion

Cet instrument de calcul (en Anglais : *sector*) est légèrement antérieur à la règle de Gunter. Il a été inventé vers 1595[3] par Giudubaldo del Monte, puis perfectionné par Galilée vers 1606. Denis Henrion[4] en 1624, puis beaucoup d'autres comme Jacques Ozanam en 1688[5], ont écrit des traités sur son utilisation. Gunter lui-même a publié un traité[6] sur son usage, en 1624.

---

1 WYMAN, Tom, « Description and use of the sliding Gunter in navigation »,in *Journal of the Oughtred Society,* Vol. 20, n° 2, 2011, pp. 33-38. « Although the slideing Gunter was an ingenious instrument applicable to solving many navigational problems, in reality such problems seldom arose in the routine voyages of the day. » p. 36.

2 Voir par exemple : MACKAY, Andrew, *The description and use of the sliding Gunter in navigation,* chez l'auteur, Aberdeen, 1802.

3 LAUSSEDAT, Colonel A., « Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographique », dans *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, 2e série, Tome IX,* Gauthier-Villars, Paris, 1897.

4 HENRION, Denis, *L'usage du compas de proportion*, David Berthelin, Rouen, 1680 (éd. posthume).

5 OZANAM, Jacques, *Usage du compas de proportion et de l'instrument universel,* Jombert, Paris, 1768.

6 GUNTER, Edmund, *The description and use of the sector, the cross-staff and other instruments*, Jones, Londres, 1624.

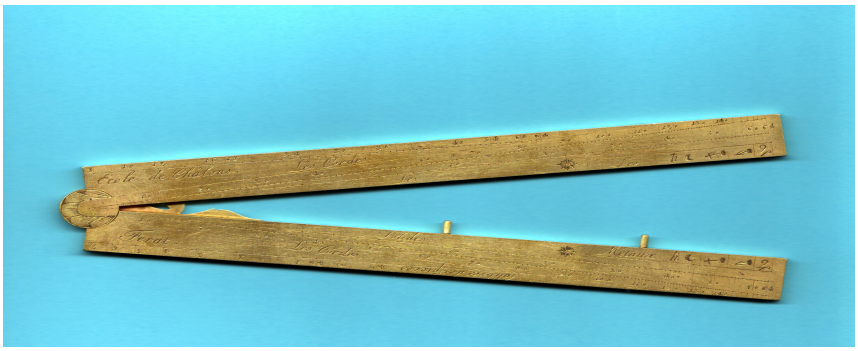


Fig. 3: Compas de proportion (collection de l'auteur)

Le compas de proportion a été utilisé dans toute l'Europe jusqu'au début du XIX^e^ siècle, comme en témoignent de nombreux traités[1]. Ses principales utilisations furent la topographie, les fortifications, la navigation et l'artillerie. La description de son utilisation ne sera pas donnée ici. Il est basé sur des considérations géométriques, essentiellement les figures semblables et donc la proportionnalité. Il est constitué de deux branches égales pivotant autour d'un axe, sur lesquelles sont tracées des lignes graduées : les parties égales, les plans, les solides, les cordes etc. À l'aide de compas à pointes sèches, il permet de construire ou de calculer des longueurs, par exemple la hauteur d'une tour ou d'une colline, des aires, par exemple la superficie d'une parcelle de terre, ou des volumes, par exemple un boulet de canon ou le volume d'un tonneau, ainsi que certains calculs trigonométriques. Il peut être construit en carton, en bois, en métal (laiton, argent), en os ou en ivoire.

À titre d'exemple, le compas de proportion de la figure 3 a été construit par Jean-Baptiste Ferat au début du XIX^e^ siècle. Il porte la signature : « Ferat École de Châlons ». Jean-Baptiste Ferat[2] (1761 – 1839) a été constructeur d'instruments scientifiques à Paris, puis est devenu chef de l'atelier de fabrication d'instruments de mathématiques à l'école des Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne à partir de 1807, ce que confirme la signature. L'instrument est en laiton, mesure fermé 17 cm de long et 3 de large. Il porte les lignes suivantes, qui sont les lignes habituelles sur les instruments français, les *sectors* anglais présentant quelques différences : les Parties égales (une échelle graduée de 0 à 200 sur

---

[1] Pour une utilisation du compas de proportion, voir par exemple : OZANAM, Jacques, *L'usage du compas de proportion,* Michallet, Paris, 1688, ou plus récemment, le site http://serge.savoysky.pagesperso-orange.fr (consulté le 9 janvier 2014).

[2] Notice biographique du répertoire nominatif du personnel des Écoles d'Arts et Métiers :F/12/1130/A etF/12/4869. www.archivesnationales.culture.gouv.fr/chan/chan:fonds/edi/SM/F/F12personnel_commerce_industrie.pdf (consulté le 1er février 2014).

ce compas) , les Plans (qui est une échelle de carrés graduée de 0 à 64 pour calculer les surfaces), les Poligones (*sic*) échelle graduée de 12 à 3 destinée à calculer les rayons des cercles inscrits ou circonscrits aux polygones, du dodécagone au triangle, une échelle « Poids des Boulets » graduée de ¼ à 64, les Cordes (pour les calculs trigonométriques), les Solides, qui est une échelle des cubes graduée de 1 à 64, les Métaux, pour le calcul du poids des objets, qui porte les représentations symboliques de l'or, du mercure, de l'argent, du fer, du plomb et du cuivre, et enfin les Calibres de pièces, pour l'artillerie, graduée de ¼ à 64.

Le compas de proportion et la règle à calcul ont donc été utilisés pendant la même période jusqu'au début du XIX^{e} siècle. Peut-on parler d'instruments en concurrence ? Il semble bien qu'en dehors de la Grande-Bretagne, c'est le compas de proportion qui a été le plus utilisé, puisque, comme nous le verrons, la règle à calcul y était pratiquement inconnue. En revanche en Grande-Bretagne, ces deux instruments se trouvaient plutôt être complémentaires pendant cette période, la règle à calcul étant alors réservée à de utilisations spécifiques. Il est possible aussi que la conception géométrique du compas de proportion ait été plus familière aux utilisateurs que la conception logarithmique de la règle à calcul, la géométrie élémentaire faisant partie de l'enseignement traditionnel, contrairement aux logarithmes, découverts récemment et donc peut-être plus effrayants.

B) Les livres de Wingate (1624)

Edmund Wingate

Dès 1624, Edmund Wingate (1593 – 1656), « gentil-homme anglois », qui avait été professeur d'anglais de la Princesse Henriette en Angleterre, publie à Paris, en français, *L'usage de la reigle de proportion en l'arithmétique et géométrie*[1] , où il décrit la règle de Gunter et en explique le maniement. Dans cette édition, il francise son prénom en Edmond. Il publiera cet ouvrage en Angleterre, et en anglais bien sûr, dès 1626 ; cette édition sera suivie de plusieurs autres. En 1626, il publie, toujours à Paris, *L'arithmétique logarithmétique*[2], qui est un ouvrage sur l'usage des tables de logarithmes, inspiré de Briggs, publié plus tard à Londres. Il fut élu député et juge de

---

1 WINGATE, Edmond, *L'usage de la reigle de proportion en l'arithmétique et la géométrie,* Melchior Mondiere, Paris, 1624.

2 WINGATE, Edmond, *Arithmétique logarithmétique, ou la construction et usage des tables logarithmétiques,* Pierre Rammasein, Goude, 1628.

paix en Angleterre, et a publié également plusieurs ouvrages de droit[1].

L'usage de la reigle de proportion (1624)

Cet ouvrage, publié chez Melchior Mondere, à Paris, contient 164 pages en huit chapitres :

Chap. I	La description des lignes, qui sont décrites sur la reigle de proportion
Chap. II	Le moyen de trouver les nombres proposés sur les lignes qui sont décrites sur la reigle
Chap. III	L'usage de la reigle ès opérations arithmétiques
Chap. IV	En la dimension des triangles rectilignes
Chap.V	En la dimension des triangles sphériques
Chap. VI	En la dimension des cercles
Chap. VII	En la mesure des plans
Chap. VIII	En la mesure des corps

Une page non paginée avant la préface indique au lecteur où il peut se procurer l'instrument : « Notez que la Reigle de Proportion en toutes façons se vend à Paris chez Melchior Tavernier, Graveur et imprimeur du Roy pour les tailles douces, demeurant en l'Isle du Palais sur le Quay qui regarde la Megisserie, à l'Espic d'or. »

Pourquoi Wingate, ce « gentil-homme anglois » publie-t-il son livre à Paris ? La réponse se trouve dans la préface. C'est un plagiat qui est la raison de cette première publication :

> *Or, comme je suis venu d'Angleterre en France, & ayant peu après mon arrivée communiqué à quelques honnestes personnes de cette ville, bien entendues ès Mathématiques cette reigle, & en partie l'usage d'icelle, ils en ont fait grand état, & m'ont persuadé d'entreprendre cet ouvrage, qui s'ensuit. Mais un certain Bourguignon, se disant Advocat au Parlement de Dijon, à qui j'en avois aussi entr'autres en partie montré l'usage, a tasché de rompre mon entreprise, faisant imprimer ce que je luy en avois communiqué, ce qui toutefois (à fin d'en dire la vérité, & en parler sans vanité) est fort obscur, & grandement défectueux, n'y ayant la sixième partie de ce que je vous donne en ce petit discours, ainsi que pourront appercevoir tous ceux qui par hazard prendront la peine de les considérer tous deux ensemblement. Cette façon de procéder, qui ne*

[1] D'après *Dictionary of national biography, 1885-1900, vol.62.*

peut sembler raisonnable à personne m'a précipité, & contraint de me haster, et obmettre en ce faisant la construction de cette reigle, que j'avois envie d'expliquer en ce traité, & ensemble ses usages en l'Astronomie, Geographie, Gnomonologie, Fortification, Art Militaire, Art d'Arpenter, Art de Navigation, pour la mesure des vaisseaux, des métaux, ès Comptes pécuniaires, &c. Et remettre le tout à une autre fois, si d'aventure je recognois, que cecy nous ait été agréable.[1]

Ce passage constitue la fin de la préface de cet ouvrage. Nous n'avons pas plus de renseignements sur ce Bourguignon indélicat. Wingate considère lui-même cette édition comme très incomplète. Il y présente cependant ce que devrait être un ouvrage complet sur cet instrument. Le reste de cette préface ne manque pas d'intérêt. L'auteur y donne un historique de la règle de proportion, citant Neper pour les logarithmes, Briggs pour le calcul des tables et Gunter pour sa règle logarithmique. De plus, il compare ce nouvel instrument avec le compas de proportion, instrument alors très utilisé :

En ce qu'ayant aperçu que plusieurs de vous, qui se délectent en la pratique des plus belles & plus subtiles opérations de l'arithmétique & géométrie, se servent du compas de proportion, & en font état, à cause de la commodité qu'ils y expérimentent. Or, j'ai considéré que tous les problèmes des sciences dessusdites se pratiquent plus aisément sur la reigle (dont j'ai expliqué les usages en ce livret), & plus sûrement, & plus généralement que sur le compas de proportion, car outre que l'on n'est sujet aucunement à un centre (qu'il est bien difficile d'avoir en telle sorte qu'il soit ajusté), l'on n'a besoin que d'une ouverture de compas, ou tout au plus de deux, au lieu que sur le compas de proportion, en quelques opérations, deux, trois, voire quatre ouvertures sont totalement nécessaires.[2]

---

1 WINGATE, Edmond, *L'usage de la reigle de proportion en l'arithmétique et la géométrie, op. cit.*, Préface au lecteur (la préface n'est pas paginée).

2 *Ibid.*

L'VSAGE
DE LA
REIGLE DE
PROPORTION
en l'Arithmetique &
Geometrie.

Par EDMOND VVINGATE,
Gentil-homme Anglois.

Εὐνῆς φιλομαθὴς, ἔστω πολυμαθὴς.
In tenui, ſed nõ tenuis vſuſve, laborue.

A PARIS,
Chez MELCHIOR MONDIERE,
demeurant en l'Iſle du Palais, à la
ruë de Harlay aux deux Viperes.

M. DC. XXIV.
Auec Priuilege du Roy.

Fig. 4: Le livre de Wingate

Le compas de proportion était alors un instrument de calcul très utilisé. Wingate propose clairement sa règle de proportion comme un instrument qui le remplacerait avantageusement. Il est vrai que les usages de ces deux instruments sont tout à fait comparables, la plupart des utilisations données ci-dessus par Wingate étant également réalisables par le compas de proportion. En revanche l'argument de la nécessité d'utiliser un centre pour le compas de proportion paraît tout à fait pertinent en faveur de sa règle.

Suivent quelques considérations d'ordre plus pratique, comme la facilité de le ranger dans le fourreau d'une épée, dans une canne creuse, ou sa simplicité de construction (en argent, en laiton, en bois, en parchemin collé sur du bois), le rendant accessible à beaucoup : « Bref en cette façon elle peut servir à tout le monde, tant à ceux de médiocre condition, que de condition plus relevée.[1]» Il présente donc son instrument comme plus abordable que le compas de proportion, et aussi plus commode. Il s'agit bien sûr d'un plaidoyer, mais Wingate défend sa règle de proportion par des arguments bien choisis. Pourquoi il a appelé cet instrument « règle de proportion » ? La lecture de son livre, et en particulier des exemples, donne des éléments de réponse : la plupart des solutions sont données sous forme d'égalité de rapports (conformément à l'époque dont nous parlons). Par exemple : « Comme le côté auquel l'angle donné est opposé, ainsi l'autre côté donné est au sinus de l'angle opposé à iceluy côté[2] », (a /sin$a$=b/sin$b$), ou « comme 1 est au demy-diamètre, ainsi la moitié de la circonférence est à l'aire requise[3] » (relation entre le rayon d'un cercle, sa circonférence et l'aire du disque).

Finalement cet ouvrage contient beaucoup d'éléments qui se rencontreront constamment pendant plusieurs siècles dans les manuels sur les règles à calcul : une préface avec une partie historique et vantant les avantages de l'instrument, les premiers chapitres indiquant la manière de lire les nombres sur les échelles logarithmiques, et les autres expliquant les méthodes à employer sous forme d'exemples. Il est vraiment représentatif de ce type de manuel, même si, ici, il ne s'agit pas encore de la règle à calcul, mais de la règle de Gunter.

C) Les premières règles à calcul *(sliding rules 1627)*

Qui est l'inventeur ?

1 *Ibid.*
2 *Ibid.* p. 68.
3 *Ibid.* p. 239.

Il apparaît que l'idée est venue de faire glisser une règle de Gunter le long d'une autre, maintenue fixe, ce qui permet de se débarrasser du compas ; la dernière étape consiste à rendre ces deux règles solidaires, en faisant coulisser la règle mobile dans une glissière : c'est la règle à calcul (en Anglais : *sliding rule*, ou *slide rule*). Il faut noter que ce système de « règle glissante » peut également être réalisé, de manière analogue, en graduant des disques et en les faisant pivoter autour de leur centre commun, ou en faisant pivoter des « curseurs » radiaux à partir du centre du disque.

Qui est l'inventeur de la règle à calcul proprement dite ? Ce genre de question est bien souvent la porte ouverte à des controverses. Celle-ci ne fait pas exception. Une discussion à ce sujet a eu lieu en Angleterre à la fin du XIX^e^ siècle. Les « candidats » étaient William Oughtred (1574 – 1660), professeur de mathématiques, et Edmund Wingate. Oughtred, qui a fait ses études à Eton puis Cambridge, était pasteur et titulaire d'une paroisse qui lui procurait des revenus suffisants. Il donnait des cours privés de mathématiques et était assez réputé, puisqu'on trouve parmi ses élèves Wallis, Wren et Delamain. Le cœur du débat portait sur le fait de savoir si Wingate traitait dans son ouvrage d'une « vraie » règle à calcul, ou seulement de la règle de Gunter. Florian Cajori[1], dans *A history of the logarithmic slide rule*, a analysé en profondeur les textes originaux, et a conclu que William Oughtred a construit en 1627 la première règle à calcul, qui était d'ailleurs circulaire : « l'invention de la règle à calcul est due à William Oughtred, dont les instruments furent décrits dans une publication de William Forster en 1632 et 1653.[2] ». Cette attribution n'est plus guère contestée actuellement. Cette première règle à calcul est en fait un « cercle à calcul », où les échelles sont tracées sur des circonférences concentriques. Oughtred appelle cet instrument « cercles de proportion ». Il est d'ailleurs à noter qu'une des plus importantes associations actuellement dédiées à l'histoire et la conservation des règles à calcul a pris le nom de « The Oughtred Society ». Ce même auteur conclut également que c'est Wingate qui inventa la règle à calcul rectiligne en 1630, qu'il décrit dans un ouvrage publié à

---

1 CAJORI, Florian, *A History of the logarithmic slide rule,* JF Tapley Co, New York, 1909.

2 *Ibid.* p.68. Cajori, au début de son ouvrage, attribue cette invention à Wingate : « la règle à calcul fut d'abord inventée par Edmund Wingate et expliquée par lui dans plusieurs publications, la première datant de 1630. » (p.11). Mais à la fin de ce même ouvrage, après avoir consulté d'autres documents, il revient sur cette opinion. « THE INVENTION OF THE SLIDE RULE IS NOT DUE TO WINGATE, BUT TO WILLIAM OUGHTRED, WHOSE INSTRUMENTS WERE DESCRIBED IN PUBLICATIONS BROUGHT OUT BY WILLIAM FORSTER IN 1632 AND 1653 » (cette partie du texte est en capitales) p. 68.

Londres en 1630 : *Of natural and artificial Arithmetic*[1].

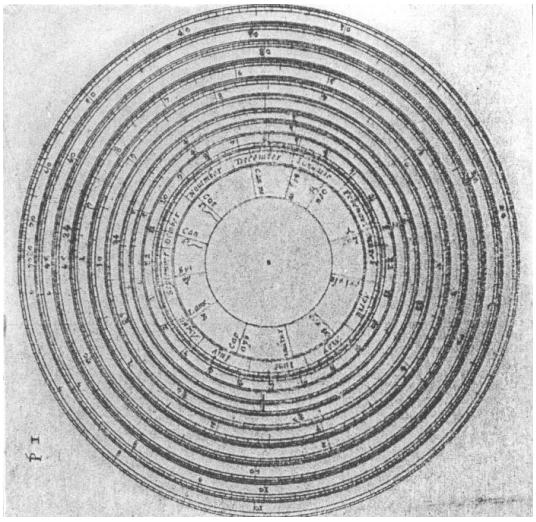


Fig. 5: Circles of proportion



Fig. 6: William Oughtred

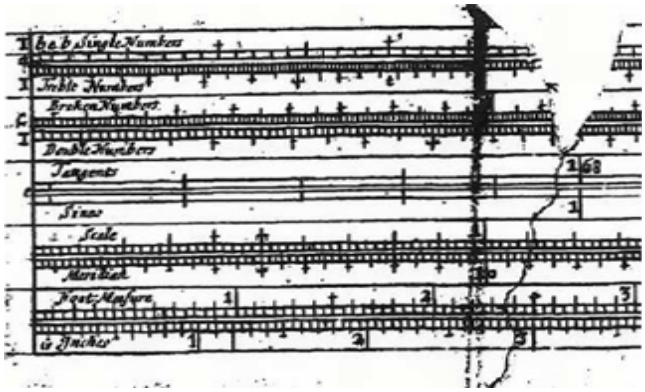


Fig. 7: La règle à calcul de Wingate (1630)

La rapidité avec laquelle les logarithmes ont donné lieu à des applications pratiques pour le calcul est donc impressionnante : en moins de vingt ans, les bases essentielles des outils logarithmiques (tables de logarithmes, règle à calcul) ont été fondées. Ce succès nous fournit un exemple d'une invention scientifique en phase avec son temps, répondant à un besoin pratique important : les savants, les astronomes, les marins, les fonctionnaires des douanes, les officiers d'artillerie et tant d'autres étaient jusqu'alors contraints de passer un temps considérable à faire des calculs, au détriment de leur réflexion, sans parler des erreurs. Nul doute que cette « mirifique » découverte a été accueillie avec un grand soulagement.

---

[1] WINGATE, Edmund, *Of natural and artificial arithmetic, or arithmetic made easy,* Dodson, Londres, 1620.

II) EN ANGLETERRE : DES RÈGLES À CALCUL SPÉCIALISÉES

A) Les règles de métiers

Jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, on peut considérer que l'Angleterre est le seul pays où la règle à calcul a été réellement utilisée à relativement grande échelle. Dès la première moitié du XVII^e siècle, plusieurs tentatives ont lieu, sous des formes variées[1] (échelles rectilignes, circulaires, en spirale, faites en bois ou en métal). Ces instruments sont évidemment fabriqués à la main, parce qu'il n'existe pas encore de machine à diviser pour obtenir des graduations précises. Il est à noter en particulier la réalisation de Seth Partridge (1603-1686) qu'il décrit dans son ouvrage de 1661, *The Description and use of an instrument called the double scale of proportion*[2] : « Mais je les ai construites doubles, sur un instrument où elles glissent l'une contre l'autre, de telle sorte que, sur ce même instrument, sans utilisation de compas, je peux obtenir toutes les conclusions mathématiques. »

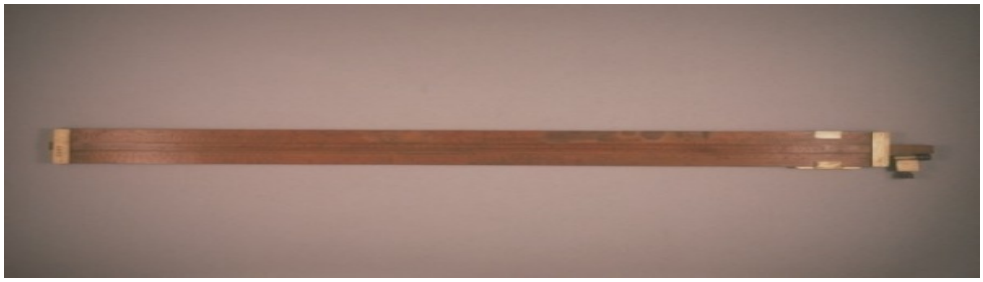


Fig.8: Règle de Seth Partridge (photo Musée du CNAM)

Ceci est-il dû au fait que c'est une invention anglaise, ou à l'évolution de la société et des techniques, la mécanisation ayant été plus précoce et plus rapide qu'ailleurs en Europe ? Le fait est que, d'après Peter Hopp[3], qui a effectué un énorme travail de recensement des fabricants d'instruments scientifiques, particulièrement en Angleterre, « au début du XVIII^e siècle, au moins 50 des 151 fabricants d'instruments dans les Îles Britanniques fabriquaient des règles à calcul de modèles variés », alors que l'on ne trouve en France pratiquement aucune référence à cet instrument.

---

1 HOPP, Peter M., *Slide rules, their history, models and makers*, *op. cit.,* p. 14.

2 PARTRIDGE, Seth, *The description and use of an instrument, called the double scale of proportion,* William Wright, Londres, 1661. « But I have so contrived them double, upon an instrument to move, or slide along one by the other, in such manner, that upon the same, without any assistance of compasses, I can work all conclusions mathematical. », p. 3.

3 HOPP, *op. cit.* p. 45 : « By the beginning of the 18th century, at least 50 of the 151 instrument makers in the British Isles were producing slide rules in a variety of design. »

L'utilisation au *XVIII*e siècle en Angleterre

Les Anglais sont de grands marins, et l'économie anglaise est tributaire des importations par voie maritime. Il n'est donc pas étonnant que les principales utilisations de la règle à calcul se trouvent à la fois sur les bateaux et dans les ports. De même, la construction des navires nécessite énormément de bois, coupé sur place ou importé : des règles à calcul liées à cette activité sont très rapidement apparues.

Pour se repérer en mer, un marin doit être capable de calculer sa position à partir de relèvements astronomiques (étoiles, soleil, lune) et d'estimer sa route à partir de sa vitesse et de son cap. Cela nécessite des calculs utilisant la trigonométrie, pour lesquels la règle à calcul est bien adaptée. Il semble bien cependant que pendant encore assez longtemps, beaucoup de marins aient continué à utiliser les règles de Gunter, ou autres instruments, avec le compas.

Et lorsque les marchandises sont rendues à bon port, c'est l'État qui intervient par les droits de douane. Il est donc nécessaire de mesurer, peser, jauger les tonneaux, et de calculer les taxes.

La plupart des règles à calcul fabriquées en Angleterre à cette époque sont faites pour ces types de calculs : la trigonométrie avec les échelles des sinus et tangentes, le jaugeage des tonneaux (surtout ceux qui contiennent des boissons alcoolisées) et le cubage des pièces de bois, avec des échelles spécialisées pour le calcul des volumes et celui des taxes en fonction du degré d'alcool. Les calculs liés à l'utilisation du bois étaient indispensables, que ce soit pour la construction des habitations ou peut-être plus encore pour la marine. La fabrication d'un grand navire nécessitait en effet une quantité considérable d'arbres, qui devaient être de très bonne qualité et le cubage des troncs revêtait donc une grande importance. « Les règles pour le cubage du bois et pour les charpentiers, ainsi que les règles de jauge, furent les premiers modèles disponibles chez nombre de fabricants d'instruments. »[1] Il s'agissait bien sûr de fabrication artisanale, entièrement à la main, et par conséquent chaque pièce était unique, l'artisan pouvant prendre en compte les souhaits particuliers de son client. Certains de ces types de règles ont été fabriqués pendant très longtemps en Angleterre, souvent jusqu'au XIXe siècle, avec simplement quelques améliorations de détail. Il n'est d'ailleurs pas rare de trouver

[1] HOPP, *op. cit.* p. 31 « The timber and carpenter's rules, as well as gauging rules, were the earliest standards available from a number of instrument makers. »

en vente actuellement des règles anglaises du XVIII[e] siècle.

B) Un témoin : Samuel Pepys (1663)

En ce qui concerne notre sujet, une référence très intéressante nous est donnée dans le journal[1] de Samuel Pepys. Samuel Pepys (1633 – 1703) est très connu en Angleterre pour avoir laissé un journal tenu quotidiennement, ou presque, entre 1660 et 1669. Ce journal souvent écrit sous une forme quasiment sténographique, à l'aide de signes permettant d'accélérer l'écriture, a été publié au XIX[e] siècle et donne une vue très précise de la vie quotidienne à cette époque. D'origine relativement modeste, Samuel Pepys est devenu haut fonctionnaire, en particulier à l'Amirauté, ministère de la Marine. Il représente en Angleterre en quelque sorte l'archétype du fonctionnaire. C'est un homme féru de sciences (Président de la Royal Society de 1684 à 1686), compétent dans ses fonctions. Or il écrit, en 1663, à la date du 14 avril, « je suis allé à pied à Greenwich, en étudiant la règle à calcul pour mesurer le bois, qui est très belle »[2], et le lendemain : « Je suis retourné sur mes pas, lisant en chemin mon livre sur le cubage des troncs, le comparant avec ma nouvelle règle à calcul apportée chez moi ce matin à mon grand plaisir ».[3] Pepys profite de ses déplacements pour étudier sa nouvelle acquisition, et la comparer à un ouvrage sur le cubage du bois, sans doute des tables numériques courantes à l'époque. Il s'agit ici d'un homme cultivé (il est encore assez jeune, mais déjà Master of Arts), certainement assez aisé, et ouvert sur le progrès scientifique. Ceci nous indique que dans l'Angleterre du XVII[e] siècle, les utilisateurs de la règle à calcul n'hésitent pas à approfondir leur connaissance d'un nouvel instrument, le comparant à celui dont ils avaient l'habitude auparavant[4].

---

1 PEPYS, Samuel, *The diary of Samuel Pepys,* Croscup, New York, 1893.

2 *Ibid.*, p. 85 : « I walked to Greenwich, studying the slide rule for measuring of timber, which is very fine »

3 *Ibid.*, p. 86 : « I walked back again, all the way reading my book of timber measure, comparing it with my new sliding rule brought home this morning with great pleasure. »

4 Pour plus de précisions sur Pepys et les règles à calcul, voir WYMAN, Thomas, « Diarist Samuel Pepys and slide rules », *Journal of the Oughtred Society, Vol. 17, N°2,* 2008, p. 22-28.

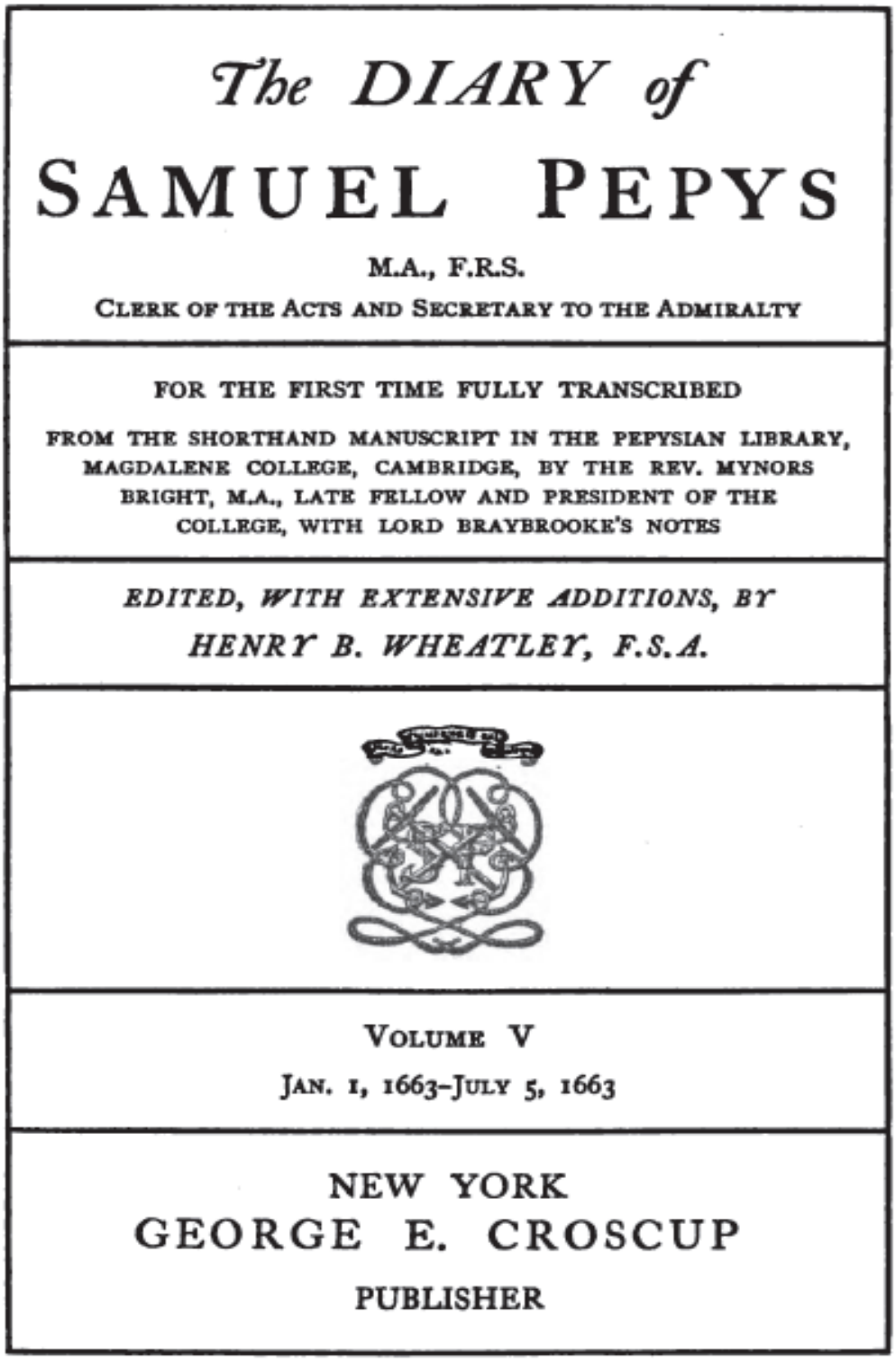


Fig. 9: Le journal de Samuel Pepys

C) Les règles de Coggeshall (1691)et Everard (1683)

Les règles principalement utilisées à partir de la seconde moitié du XVII[e] siècle sont celles conçues par Henry Coggeshall (1623 – 1690) et Thomas Everard. La règle de Coggeshall (1691) est étudiée spécialement pour le cubage du bois, et comprend un bras coulissant permettant de mesurer des longueurs. Il est possible que la règle dont parle Pepys soit une règle de ce genre, mais il ne donne pas suffisamment de détails. Celle d'Everard (1683) est plus particulièrement adaptée au jaugeage et au calcul des taxes sur l'alcool et divers produits ; elle a été fréquemment améliorée au cours du XVIII[e] siècle jusqu'à comprendre en fait quatre règles à calcul, une sur chaque face d'un parallélépipède de section carrée (voir figure 16). Ces règles ont connu une diffusion considérable en Grande-Bretagne, puisque ces deux types d'instruments ont été vendus par de nombreux fabricants jusqu'au début du XX[e] siècle, soit pendant près de deux siècles et demi sans changement notable. Il faut remarquer que la règle d'Everard est en bois, donc d'un matériau relativement bon marché, plus facile à travailler que le métal. Sans être à la portée de tous, son coût devait être relativement abordable pour des fonctionnaires des douanes ou du service des impôts.



Fig. 10: Les règles d'Everard et de Coggeshall (coll. part.)

D) The Royal Gauger de Charles Leadbetter (1730)

Un indice supplémentaire de ce développement rapide de l'utilisation des règles à calcul en Angleterre nous est donné par la publication de traités et de manuels d'utilisation dès le début du XVIII[e] siècle. L'un des plus intéressants est *The Royal Gauger*[1] (Le jaugeur du Roi) de Charles Leadbetter (1681-1744). C'est un livre de 509 pages, en deux parties. Le sous-titre est « le jaugeage

[1] LEADBETTER, Charles, *The Royal Gauger,* E. Wicksteed, Londres, 1750 (3[e] édition).

rendu parfaitement simple ». Dès la page de titre, Leadbetter indique que son livre est destiné à montrer les méthodes pratiques pour trouver les surfaces et volumes, « telles qu'elles sont réellement pratiquées par les officiers de Sa Majesté », et que les exemples fournis sont expliqués « à la fois pour la plume et la règle à calcul[1] ». Son ouvrage est « délivré des obscurités et erreurs des autres auteurs ». Il s'agit de « la troisième édition, revue et augmentée, destinée aux jeunes officiers. » L'auteur se présente comme ayant été « de nombreuses années jaugeur dans le service royal des douanes. »Puis, dans son adresse au lecteur, il se lance dans une virulente défense de la règle à calcul contre les tables de valeurs toutes calculées[2] :

> *Comme certains auteurs ont tenté de persuader le public que les Tables déjà calculées sont bien plus exactes et rapides dans la pratique du jaugeage que la Règle à calcul, il est temps d'observer que lorsqu'il arrive aux Tables d'être sujettes aux erreurs d'impression, comme nous le constatons pour beaucoup, l'Officier doit agir au hasard, ne sachant pas s'il a raison ou tort. Tandis que, avec la Règle à calcul, il est impossible qu'il puisse se tromper ; car une fois l'usage de cet instrument bien compris, ce qui est facile grâce aux instructions données dans ce traité, l'Officier peut, avec la plus grande certitude, en toutes occasions, arriver à une précision du dixième d'unité, ce qui est toujours suffisant dans la pratique du calcul des taxes ; et donc l'auteur est persuadé que ceux qui ont pris le plus de peine à décrier la Règle à calcul sont totalement ignorants de ses qualités et de son usage.*[3]

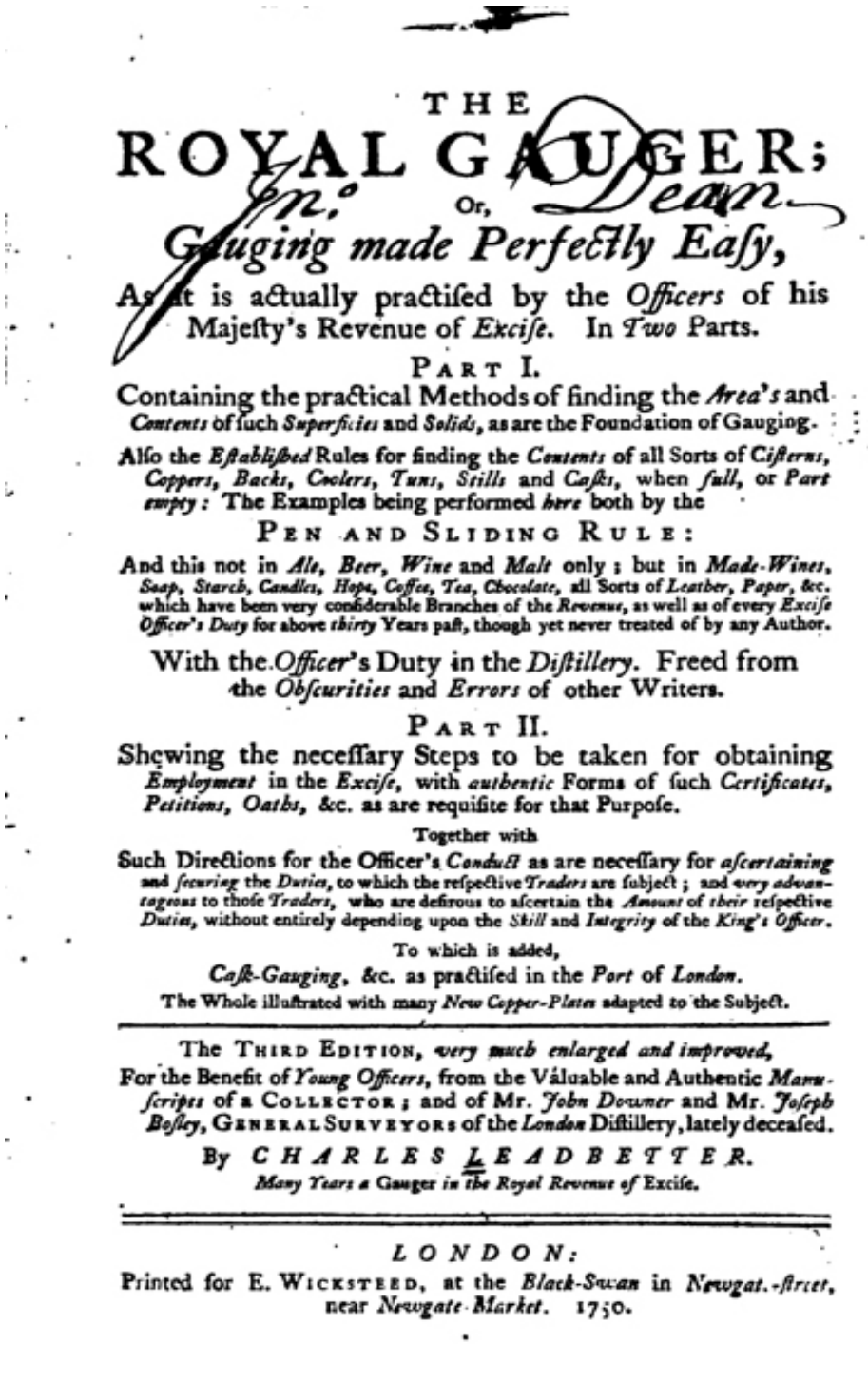
Leadbetter ne précise malheureusement pas quels sont les détracteurs de la règle à calcul.

---

1 *Ibid.*, page de titre.

2 *Ibid*, p. v. « As some writers have attempted to persuade the publick, thtat *Tables* ready calculated are far more *exact* and *ready* in *practical gauging,* than the *Sliding rule* ; it may not be unreasonable to observs, that if T*ables* happen to be false printed, as we frequently find most *Tables* are, the *Officer* must act at random, not knowing wether he is right, or whether he is wrong : Whereas, by the *Sliding Rule,* 'tis impossible he should ever *err* ; for the Use of *that* Instrument being but once welle understood, which by the directions I have given in the following treatise, it will very easily may. »

3 *Ibid.*, p. iv-v.



THE

ROYAL GAUGER;

Or,

Gauging made Perfectly Easy,

As it is actually practiſed by the *Officers* of his Majeſty's Revenue of *Exciſe*. In *Two* Parts.

PART I.

Containing the practical Methods of finding the *Area's* and *Contents* of ſuch *Superficies* and *Solids*, as are the Foundation of Gauging.

Alſo the *Eſtabliſhed* Rules for finding the *Contents* of all Sorts of *Ciſterns*, *Coppers*, *Backs*, *Coolers*, *Tuns*, *Stills* and *Caſks*, when *full*, or *Part empty*: The Examples being performed *here* both by the

PEN AND SLIDING RULE:

And this not in *Ale*, *Beer*, *Wine* and *Malt* only; but in *Made-Wines*, *Soap*, *Starch*, *Candles*, *Hops*, *Coffee*, *Tea*, *Chocolate*, all Sorts of *Leather*, *Paper*, &c. which have been very conſiderable Branches of the *Revenue*, as well as of every *Exciſe Officer's Duty* for above *thirty* Years paſt, though yet never treated of by any Author.

With the *Officer's* Duty in the *Diſtillery*. Freed from the *Obſcurities* and *Errors* of other Writers.

PART II.

Shewing the neceſſary Steps to be taken for obtaining *Employment* in the *Exciſe*, with *authentic* Forms of ſuch *Certificates*, *Petitions*, *Oaths*, &c. as are requiſite for that Purpoſe.

Together with

Such Directions for the Officer's *Conduct* as are neceſſary for *aſcertaining* and *ſecuring* the *Duties*, to which the reſpective *Traders* are ſubject; and *very advantageous* to thoſe *Traders*, who are deſirous to aſcertain the *Amount* of *their* reſpective *Duties*, without entirely depending upon the *Skill* and *Integrity* of the *King's Officer*.

To which is added,

Caſk-Gauging, &c. as practiſed in the *Port* of *London*.

The Whole illuſtrated with many *New Copper-Plates* adapted to the Subject.

The THIRD EDITION, *very much enlarged and improved*,

For the Benefit of *Young Officers*, from the Váluable and Authentic *Manuſcripts* of a COLLECTOR; and of Mr. *John Downer* and Mr. *Joſeph Boſley*, GENERAL SURVEYORS of the *London* Diſtillery, lately deceaſed.

By *CHARLES LEADBETTER*.

Many Years a Gauger *in the Royal Revenue of* Exciſe.

LONDON:

Printed for E. WICKSTEED, at the *Black-Swan* in *Newgat.-ſtreet*, near *Newgate-Market*. 1750.

Fig. 11: The Royal Gauger: page de titre

Il décrit aussi dans son traité les instruments dont doivent être munis les officiers du service des impôts :

> *...et quiconque n'en est pas muni, n'est pas régulièrement qualifié pour être un officier : une canne, divisée en pouces et dans le système décimal, une canne glissante (sliding cane) pour mesurer les grandes citernes, une règle à calcul pour la jauge et pour prendre les dimensions des petits objets. (...) Certains ont aussi la règle à calcul de quatre pieds de Breman.*[1]

L'auteur décrit la règle qui convient :

> *Cet instrument est communément fabriqué en buis, et parfois en ivoire, long d'un pied exactement, large d'un pouce et deux dixièmes, et épais de ¾ de pouce. Il consiste en quatre parties, à savoir la règle, et trois petites échelles ou pièces glissantes précisément ajustées qui glissent dans des rainures.*[2]

Il précise même qu'il s'agit du modèle d'Everard, amélioré : « Cette règle fut d'abord inventée par Thomas Everard, en l'an de notre Seigneur 1683, et fabriquée par Isaac Carver, de Hortsydown, près de Londres. Mais la règle que je décris maintenant est une amélioration de celle d'Everard.[3] »

Ce traité est un ouvrage destiné à l'apprentissage de la pratique par des élèves ayant un niveau mathématique très moyen, c'est pourquoi « la démonstration de certaines propriétés a été omise. »[4] Leadbetter explique en effet des notions simples sur l'écriture décimale des nombres et l'arithmétique (par exemple le calcul sur les fractions), avant de passer à l'utilisation proprement dite des instrument. Il se livre également dans son adresse au lecteur à une attaque en règle contre « le bruit et le remue-ménage que certaines personnes ont faits au sujet de l'algèbre et des fluxions[5] »

---

1 *Ibid*., p. 231. « … and whoever is not provided with them, is not regularly qualified to be an officer. À *cane*, or holly stick, inched and decimally divised. À *sliding cane* for taking the dimensions of citerns, a *sliding rule* for the expeditions casting up of gauges, and for taking the dimensions of small tubes etc. (…) Some have also Breman's four foot sliding rule. »

2 *Ibid*., p. 27. « This instrument is commonly made of box, ahd sometimes ivory, exactly a foot long, 1 inch and 2 tenths broad, and ¾ of an inch thick. It consists of four parts, vix ; a rule, and three small scales or sliding-pieces fitted nicely with grooves to slide in it. »

3 *Ibid*., note en bas de page. « This rule was first invented by Thomas Everard, Esq., in the year of our Lord 1683, and made by Isaac Carver of Horsrsydown, near London. But the rule which I now describe is an improvement on Everard's. »

4 *Ibid.*, p. v. « Being sensible that the Officers of Excise have little leisure to apply their mind to the speculative part of Geometry, for that reason the Demonstration of some of the rules are omitted. »

5 *Ibid.* p. v-vi « The unnecessary Noise and Bustle some Gentlemn have made of late about Algebra and Fluxions »

estimant que ces « spéculations » ne seront jamais nécessaires à la pratique du métier[1]. Cette remarque laisse sous-entendre une polémique concernant le niveau mathématique des officiers des douanes, car le calcul des fluxions est un outil mathématique puissant pour mesurer des surfaces et des volumes. Cette partie du livre met en évidence la volonté de l'auteur de présenter la règle à calcul comme un instrument pratique et efficace, pouvant être utilisé sans une grande compétence mathématique. Cette volonté de présenter la règle à calcul comme simple d'emploi, à la portée de tous, ne nécessitant pas un haut niveau d'études, se retrouvera souvent chez les promoteurs de cet instrument.

[1] *Ibid.* p. v-vi note en bas de page « A penetration into the abstruse difficulties and depths of modern Algebra and Fluxions (…) are not worth our attention. »

III) HENRION : UN TRANSMETTEUR DE SAVOIR

A) Denis Henrion

Denis[1] Henrion, mort en 1632 ou 1640 selon les sources, (la date de sa naissance est inconnue) est l'un de ceux qui a introduit les logarithmes en France, dans son *Traité des logarithmes*[2], publié en 1626. Il fut d'abord ingénieur au service des Provinces Unies, avant d'enseigner les mathématiques à Paris à partir de 1607 . Il eut pour élèves beaucoup de jeunes gens des familles nobles.[3] Henrion nous explique qu'il a rencontré en Hollande Briggs et Vlacq, les premiers auteurs de tables de logarithmes, et avait compris l'intérêt de cette nouvelle notion. Suivant les éditions de ses livres, il se présente comme « mathématicien » ou « professeur de mathématiques ». Un de ses ouvrages est intitulé *Mémoires mathématiques recueillis et dressés en faveur de la noblesse française*[4] ; c'est un important traité en deux tomes, couvrant les livres d'Euclide, l'astronomie et la trigonométrie sphérique, et la construction des fortifications. À la fin du tome II, Henrion joint le *Traité des logarithmes* et le *Logocanon*, que l'on trouve également en livres publiés séparément. Il se montre soucieux de la diffusion du savoir et s'attache à présenter à ses lecteurs les derniers progrès en matière d'utilisation des mathématiques. Ce livre s'adresse à la « noblesse française » qui n'est pas nécessairement férue de sciences. Cependant les officiers sont nobles, et ont de plus en plus besoin de notions mathématiques dans le métier des armes. Le livre est publié au début du XVII^e^ siècle, donc à une période agitée de la vie politique européenne : c'est la guerre de Trente Ans, qui a ensanglanté une grande partie de l'Europe de 1618 à 1648. L'artillerie se développe, et par voie de conséquence l'art des fortifications aussi. Des notions de mathématiques, en particulier de trigonométrie sont nécessaires aux artilleurs. De plus, les calculs trigonométriques sont souvent assez compliqués, entraînant des multiplications et divisions fréquentes : la nécessité d'une simplification des calculs par l'utilisation des tables de logarithmes ou d'un instrument apparaît donc nettement.

---

1 On trouve aussi parfois le prénom Didier, car il signe D. Henrion.
2 HENRION, Denis, *Traité des logarithmes,* chez l'auteur, Paris, 1626.
3 MICHAUD, *Biographie universelle ancienne et moderne,* volume 19, Desplaces, Paris, 1851, p. 212.
4 HENRION, Denis, *Mémoires mathématiques recueillis et dressés en faveur de la noblesse française*, (2 vol.). chez l'auteur, Samuel Thiboust, Paris, 1627.

Dans la préface du *Traité des logarithmes*, il cite évidemment Neper mais aussi « les doctes Briggs, Gunter et Kepler, lesquels ont fort illustré cette invention[1] ». Il explique qu' « il y a longtemps que le sieur Gunter envoya (…) seulement une chiliade[2] des logarithmes calculés par le sieur Briggs et qu'il en a lui-même calculé neuf autres, « lorsque les autres chiliades me furent envoyées[3] ». Et en effet, cet ouvrage contient une table de logarithmes de 1 à 20 001.


MEMOIRES
ATHEMATIQVES
RECVEILLIS ET DRESSEZ
EN FAVEVR DE LA NOBLESSE
FRANÇOISE.
Par D. HENRION, Mathematicien.
SECOND VOLVME,
Auquel eſt traitté
A PARIS,
LOGOCANON
OV
REGLE PROPORTIONELLE,
SVR
Laquelle ſont appliquées pluſieurs lignes & figures,
diuiſées ſelon diuerſes proportions & meſures,
en faueur de ceux qui ſe delectent en la pra-
tique des diuines Mathematiques.
Par D. HENRION, Mathematicien.
A PARIS,
Imprimé par I. Bourriquant pour l'Autheur,
Et ſe vend
Chez SAMVEL THIBOVST, au Palais,
en la Gallerie des Priſonniers.
M. DC. XXVI.
Auec Priuilege du Roy.

Fig. 12: Logocanon et Mémoires mathématiques D. Henrion

B) Le Logocanon (1626)

Toujours en 1626, Henrion publie le *Logocanon, ou règle proportionnelle, sur laquelle sont appliquées diverses proportions et mesures, en faveur de ceux qui se délectent en la pratique des divines mathématiques*[4].

Dans son adresse au lecteur, nous constatons d'abord que Denis Henrion n'est pas

---

1 HENRION, Denis, *Traité des logarithmes, op. cit.* p. iii.
2 Un millier.
3 *Ibid.*
4 HENRION, Denis, *Logocanon ou règle proportionnelle*, I. Bourriquant, Paris, 1626.

un inconnu dans la communauté mathématique européenne, puisque Gunter lui a envoyé ses traités de mathématiques. Henrion est aussi l'auteur d'une traduction en français des *Éléments* d'Euclide, qui a connu plusieurs éditions. Il a également écrit un traité sur le compas de proportion. Il indique qu'il s'est inspiré du traité que Gunter a publié en Anglais deux ans auparavant, et met l'accent sur les avantages des logarithmes concernant la trigonométrie sphérique par rapport au compas de proportion : « pour ce qui concerne les triangles sphériques, cette règle est plus commode que ce compas. » Il ajoute : « C'est pourquoi je me suis résolu d'expliquer aux Français ce que ledit sieur Gunter a enseigné aux Anglais, touchant l'usage de la dite Règle[1] ». Il fait donc œuvre de passeur de connaissances, estimant qu'il ne doit pas garder pour lui ce qu'il a eu la chance d'apprendre ailleurs. Il donne à son instrument le nom de règle proportionnelle, ce qui rappelle le compas de proportion ; cependant, il s'agit d'un nouvel instrument puisqu'il utilise les échelles logarithmiques. Néanmoins il y place aussi des échelles que l'on trouvait déjà sur le compas de proportion.

Le livre

Le *Logocanon* est un guide pratique, puisque la première partie de cet ouvrage est consacrée à « la construction et fabrique de la règle proportionnelle ». Il s'agit de tracer sur « une règle de laiton ou d'autre matière solide ayant au moins 18 ou 20 pouces de long, (…) et 3 ou 4 pouces de large » une *échelle* et plusieurs *lignes* :

L' « échelle » est une graduation en pouces, lignes[2] et demi lignes (1 pouce = 12 lignes) servant à mesurer les longueurs.

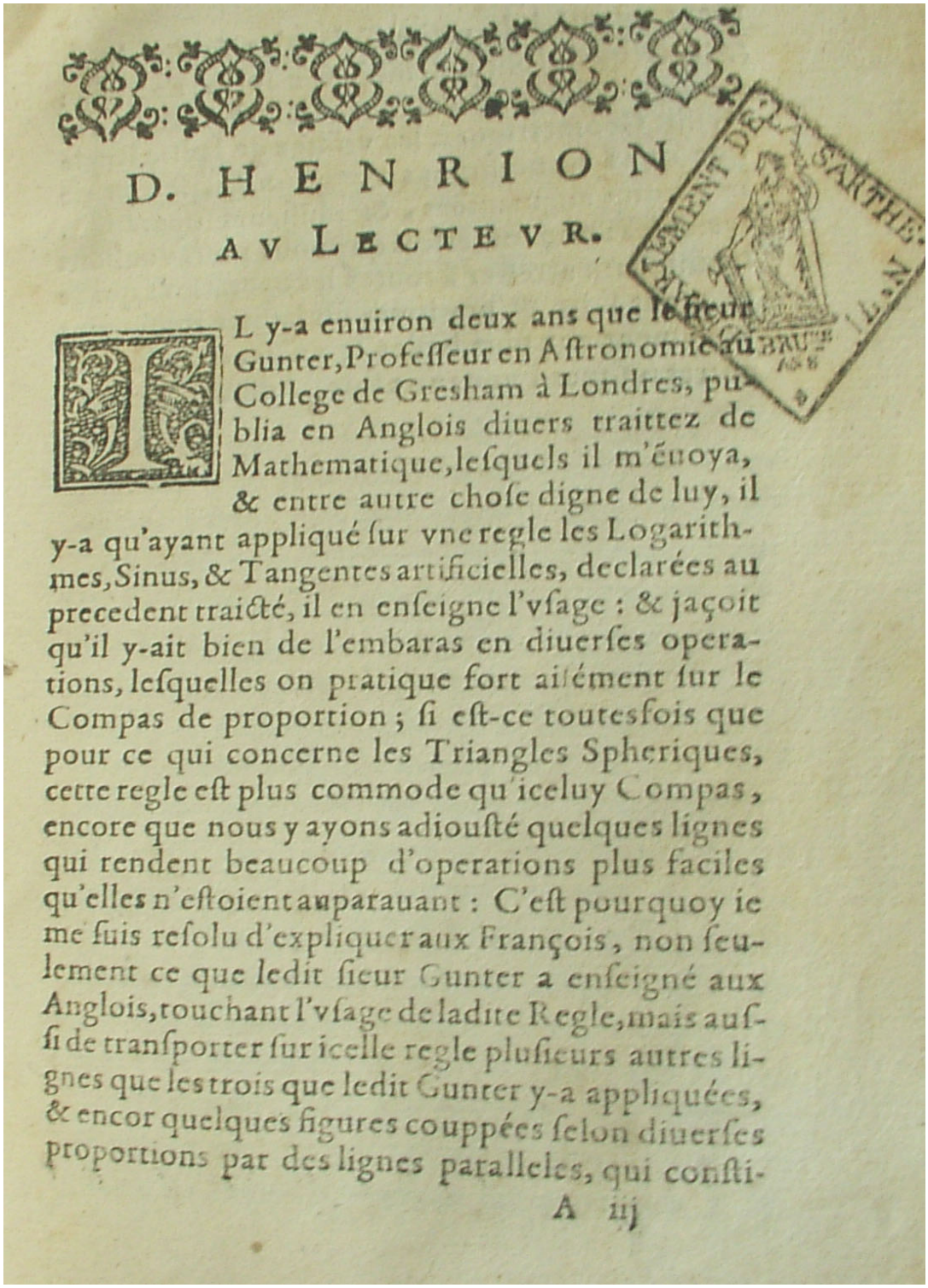
Les « lignes » sont : la ligne des logarithmes, et des échelles inférieures, la ligne des sinus dits « sinus artificiels[3] », la ligne des tangentes dites « tangentes artificielles ».

---

1 *Ibid.*, p iij.

2 Il s'agit ici de l'unité de longueur.

3 Les expressions « sinus artificiels » etc. sont souvent employées à cette époque pour désigner les logarithmes des sinus, tangentes etc.



D. HENRION

AV LECTEVR.

IL y-a enuiron deux ans que le ſieur Gunter, Profeſſeur en Aſtronomie au College de Gresham à Londres, publia en Anglois diuers traittez de Mathematique, leſquels il m'ẽuoya, & entre autre choſe digne de luy, il y-a qu'ayant appliqué ſur vne regle les Logarithmes, Sinus, & Tangentes artificielles, declarées au precedent traicté, il en enſeigne l'vſage : & jaçoit qu'il y-ait bien de l'embaras en diuerſes operations, leſquelles on pratique fort aiſément ſur le Compas de proportion ; ſi eſt-ce toutesfois que pour ce qui concerne les Triangles Spheriques, cette regle eſt plus commode qu'iceluy Compas, encore que nous y ayons adiouſté quelques lignes qui rendent beaucoup d'operations plus faciles qu'elles n'eſtoient auparauant : C'eſt pourquoy ie me ſuis reſolu d'expliquer aux François, non ſeulement ce que ledit ſieur Gunter a enſeigné aux Anglois, touchant l'vſage de ladite Regle, mais auſſi de tranſporter ſur icelle regle pluſieurs autres lignes que les trois que ledit Gunter y-a appliquées, & encor quelques figures couppées ſelon diuerſes proportions par des lignes paralleles, qui conſti-

A iij

Fig. 13: Le Logocanon : adresse au lecteur

Diuisiõs inferieures. sions nous appellons cy apres diuisions inferieures, pource qu'elles sont touſiours plus baſſes d'vn degré que les precedentes: Comme par exemple, ſi on fait que le poinct cotté 9 en la premiere diuiſion E F vaille 900, celuy de cette ſeconde diuiſion ne vaudra que 90; & ſi 90, ſeulemẽt 9; & ſi 9, ſeulement $\frac{9}{100}$, & ſi $\frac{9}{100}$, il ne vaudra que $\frac{9}{1000}$, & ainſi des autres.

Mais eſt à notter qu'en faiſant cette conſtruction, il n'eſt pas beſoin de prendre dans le Canon des Logarithmes, celuy de chaque poinct qu'on veut marquer; car pluſieurs poincts ſe peuuent marquer d'vne meſme diſtance, ou ouuerture de Compas: Comme par exemple, la diſtance & interualle de 1 à 2, eſt la meſme que de 2 à 4, & que de 4 à 8, &c. Item la diſtance de 1 à 3, eſt la meſme que de 3 à 9, &c. Tellement que ceux qui ſçauent la nature & proprieté des Logarithmes, conſtruiront ceſte ligne Logarithmique bien plus promptement & facilement que ceux qui ignorent leurs affections & proprietez.

Ligne des Tangentes. 3. Apres la ligne des Logarithmes ſuit celle des Tangentes artificielles, ſur laquelle ſont marquez les degrez depuis 1 iuſques à 45, & auſſi leurs complemens, chaſcun deſquels degrez eſt ſubdiuiſé en 6 parties; tellement que chacune d'icelles vaut 10'. Et pour marquer cette ligne il faut prendre au Canon des Tangentes celle correſpondante à chaque poinct qu'on veut marquer ſur icelle ligne, & l'ayant oſté du Sinus total 10000, prenez le reſte ſur le Rectangle, & le tranſportez ſur ladite ligne des Tangentes, commenceant à l'extremité dextre, qui repreſente le poinct de 45 degrez. Comme par exemple, voulant marquer le poinct de 12 d. ie cherche dans le Canon des Tangentes, celle correſpondante à 12 d. & trouue qu'elle eſt 9327, que i'oſte de 10000, & reſtent 673, que ie prends ſur le Rectangle, & le tranſporte ſur ladite ligne des Tangentes, poſant l'vne des poinctes du Compas à l'extremité dextre cotté 45 & où l'autre poincte va tomber, ie dis que c'eſt le poinct qui doit repreſenter la Tangente artificielle de 12 degr. Item, pour marquer le poinct qui denotte 20 degr. 30', ie cherche dans ledit Canon des Tangentes, celle correſpondante auſdits 20 degr. 30'. & trouuant qu'elle eſt preſque 9573, ie l'oſte de 10000, & reſtent 427, que ie prends ſur le Rectangle, & les tranſporte ſur ladite

Fig. 14: Logocanon : construction des lignes.

Ces lignes, et surtout celles des logarithmes, méritent une grande attention, car Henrion pose les problèmes et les limites des graduations d'une échelle logarithmique, qui perdureront trois siècles et demi. Une échelle logarithmique n'est pas divisée en intervalles égaux, comme une règle ordinaire, car la distance entre deux nombres consécutifs d'une échelle logarithmique diminue considérablement lorsque ces nombres augmentent. En effet cette distance dépend du rapport entre ces nombres et non de leur différence. Par exemple, en notant *a* la distance entre les points marqués 1 et 2, la distance entre 2 et 4 sera la même, et aussi celle entre 4 et 8, etc. en doublant à chaque fois. Et donc, si l'on veut graduer l'échelle en dixièmes, il faudra graver 10 graduations entre 1 et 2, mais 20 entre 2 et 4, sur la même longueur *a*, et 40 entre 4 et 8 sur cette même longueur etc. Le constructeur se trouve donc confronté à une impossibilité pratique à moins d'augmenter déraisonnablement la longueur de l'échelle,

> *car en la nôtre qui n'a que 20 pouces de long, toutes les dizaines ne peuvent pas recevoir cette subdivision sans une très grande confusion ; c'est pourquoi il n'y a que les dizaines de la première centaine qui soient réellement et de fait divisées en dix parties, et celles des 2^e^ et 3^e^ centaines ne sont divisées qu'en 5 parties, et partant chacune d'elles doit être estimée valoir 2, mais celles des six autres centaines ne sont divisées qu'en 2, et par conséquent chacune d'elles doit être estimée valoir 5.*[1]

Autrement dit, les graduations qui apparaîtront sur la ligne des logarithmes seront : 1 1,1 1,2 … 2 puis 2,2 2,4 2,6 … 4 puis 4,5 5 5,5 etc. jusqu'à 10.

De plus, souvent, ces nombres ne sont pas tous écrits, pour ne pas encombrer la règle, mais seulement figurés par des graduations plus grandes que les autres. C'est ce type de graduations des échelles logarithmiques qui a constamment été utilisé dans les règles à calcul jusqu'à la fin, comme le montre la figure ci-dessous :

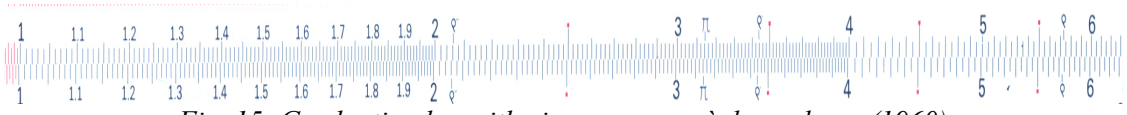


Fig. 15: Graduation logarithmique sur une règle moderne (1960)

Il faut insister sur ce système de graduations irrégulières qui est une des principales difficultés lorsqu'une personne non familiarisée observe une échelle logarithmique ou une règle à calcul. Et les manuels commencent toujours par la manière de lire les nombres sur ces échelles.

[1] *Ibid.*, p. 10.

La méthode des transversales

La méthode de construction de cette « ligne des logarithmes » sera reprise au cours des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles dans tous les livres français faisant état des échelles logarithmiques : elle consiste à diviser une règle ordinaire (Henrion préconise une règle d'une longueur de 18 ou 20 pouces) en 2000 parties égales, puis à utiliser cette division pour reporter les valeurs lues sur les tables de logarithmes. Bien entendu, on ne trace pas les 2000 divisions, ce qui rendrait le travail non seulement fastidieux, mais à peu près inutilisable, compte tenu du nombre de graduations et du risque de confusion.

Voici la méthode : le constructeur divise la règle en 20 parties égales, puis la première de ces parties en 100, grâce à un procédé géométrique simple, connu depuis longtemps. Cette méthode, dite méthode des transversales (ou échelle des dixmes), (voir annexe 2) permet de trouver la centième partie d'une longueur donnée par le tracé de lignes horizontales parallèles à la ligne que l'on veut diviser, et de lignes obliques, parallèles entre elles. Un résultat de géométrie élémentaire (le Théorème dit de Thalès) permet de conclure que, par exemple, le point À situé à l'intersection de la colonne marquée 4 et de la ligne marquée 8 est tel que la longueur AB représente les 48 centièmes de la longueur à partager. L'utilisateur peut donc ainsi définir, à partir de ce quadrillage, n'importe quelle valeur entre 1/100 et 99/100 de la ligne du bas, et reporter cette valeur à l'aide de son compas.

Tracé d'une échelle logarithmique

À cela s'ajoute le problème de la lecture des logarithmes dans les tables de l'époque, qui ne sont pas écrits sous forme décimale, mais comme des nombres entiers. Henrion propose de se limiter à 4 « figures », c'est-à-dire aux quatre premiers chiffres. Le texte de Denis Henrion est très détaillé, comme l'indique l'extrait suivant :

> *Soit tirée la ligne droite DE, puis transportez sur celle-ci les logarithmes ainsi qu'il ensuit. Prenez la distance EF de 1000 parties, afin que le point E représentant le Logarithme de 1000, le point F représente celui de 100 : et ayant marqué 1 au dessus de ce point F, allez au Canon des Logarithmes, et y cherchez celui du nombre 200, la prenant seulement de quatre chiffres : et suivant la 14^e^ prop. de nos Logarithmes, vous trouverez qu'il sera 2301, de ce Log*[1]*. supprimez*

[1] Les abréviations Log ou Logar sont celles de Henrion ou de l'éditeur, car elles semblent correspondre à des soucis typographiques ou de mise en page du livre : il n'y a clairement pas dans l'ouvrage une

le premier chiffre à gauche, qui est le Logar. de 100, et resteront 301, qu'il faut prendre sur le rectangle [servant à mesurer les longueurs au compas], et les transporter de 1 à 2, et ce point 2 représentera le Logar. de 200[1].

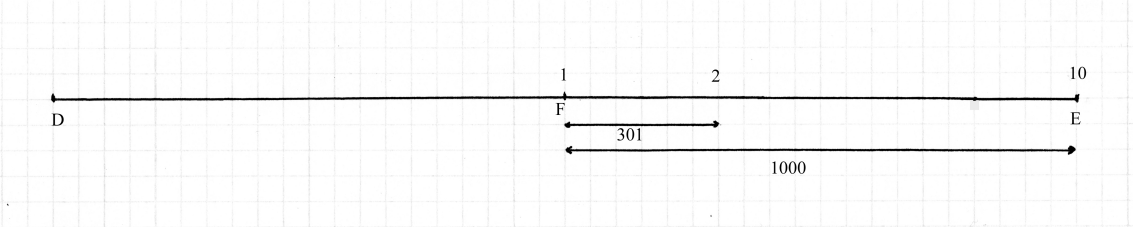


Fig. 16: Construction de la ligne des logarithmes

Ce texte nécessite une traduction en français moderne : le point F sera marqué 1 sur la règle, (et le point E sera marqué 10, ce qui n'est pas dit). Il y a 1000 parties entre E et F. La table de logarithmes indique que les quatre premiers chiffres du logarithme de 200 sont 2301 (que nous noterions 2,301). D'après les propriétés des logarithmes décimaux, le logarithme de 2 est alors de 0,301 (ce que Henrion note 301). Comme la longueur EF représente 1000 parties, on mesure 301 parties à partir de F pour obtenir le point qui sera marqué 2. Et ainsi de suite pour 3, 4, 5 etc.

Cet extrait met clairement en évidence les difficultés qui se posent à cette époque, compte tenu de l'absence de notation décimale : les logarithmes sont des nombres entiers, écrits dans la table (le logocanon) avec un grand nombre de chiffres. La graduation choisie par Henrion est de 1000 parties ; il faut donc écrire les logarithmes avec seulement trois chiffres, pour qu'ils ne dépassent pas 1000 ; mais le premier chiffre de l'écriture d'un logarithme est un chiffre particulier, puisqu'il représente la caractéristique, c'est-à-dire «l'ordre de grandeur » du nombre. D'où la phrase « supprimez le premier chiffre à gauche ». Tout se passe donc comme si les trois chiffres qu'utilise Henrion étaient ceux que l'on nomme aujourd'hui les trois premières décimales du logarithme (et en effet, log 2 vaut environ 0,301, et aussi log 200 = 2,301).

La gravure ci-dessous, extraite de l'ouvrage, montre bien, en haut, « l'échelle » et les « lignes » des logarithmes, tangentes et sinus (« artificiels ») ; l'instrument que décrit Henrion comporte d'autres échelles, celles des compas de proportion, ainsi que tout un système de calcul graphique qu'il appelle treillis qui ne sera pas étudié ici.

---

abréviation ou une notation uniforme pour le mot « logarithme ».

[1] HENRION, Denis, *op. cit.*, p. 9.

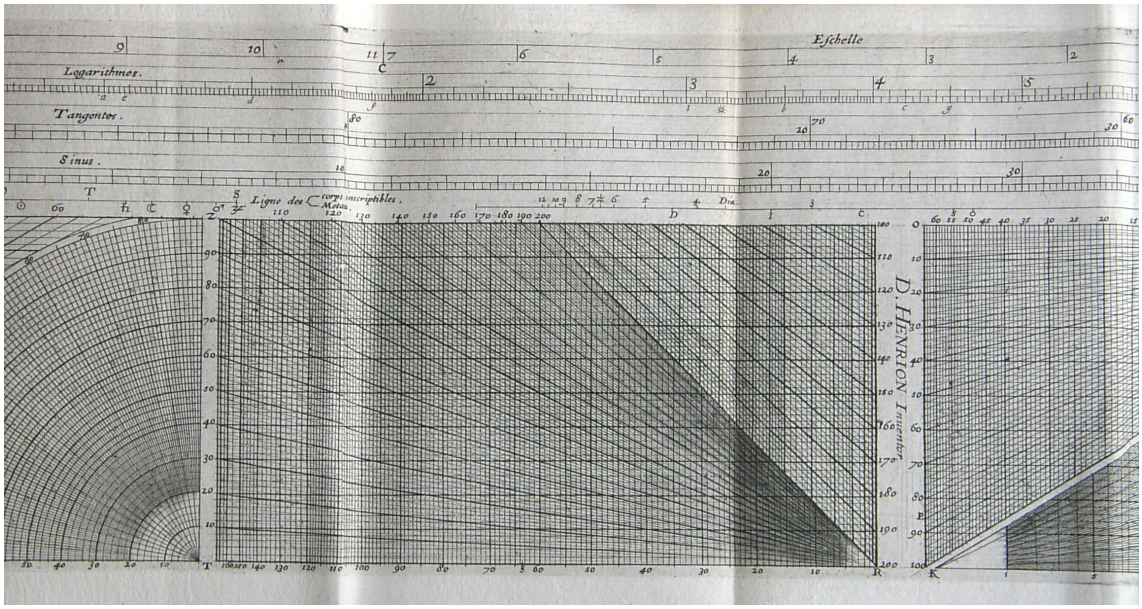


Fig. 17: La règle proportionnelle de D. Henrion

Henrion donne la manière de construire complètement sa « règle proportionnelle », mais est conscient de la difficulté du travail et indique au lecteur que, s'il ne peut pas trouver le temps de le faire, « nous avons fait imprimer les nôtres sur du parchemin, afin qu'on les puisse coller sur du bon bois, ou sur du fort carton ». Cet ouvrage est donc bien destiné à une diffusion la plus large possible, et cela rejoint le souci de transmetteur de savoir dont Henrion a fait preuve dans beaucoup de ses publications. Cette dernière n'est théoriquement pas destinée aux savants, puisqu'elle s'adresse « à la noblesse française » mais cependant, « ceux qui savent la nature et propriété des Logarithmes, construiront cette ligne Logarithmique bien plus promptement et facilement que ceux qui ignorent leurs affections et propriétés ».[1]

Denis Henrion peut donc être considéré comme l'un des personnages importants de l'introduction des instruments logarithmiques en France. Il n'a jamais prétendu les avoir inventés mais son rôle de diffuseur a été considérable et presque tous les auteurs français de manuels ou de traités y feront référence pendant plus d'un siècle.

[1] *Ibid.*, p.12.

IV) LES INSTRUMENTS EN FRANCE

La situation concernant les règles à calcul est complètement différente en France à cette époque. Il n'est nulle part fait mention de fabricants d'instruments de mathématiques qui produisent régulièrement des règles à calcul avant le XIX^e^ siècle. Alors que, l'Angleterre a produit très rapidement des instruments qui sont de vraies règles à calcul, adaptés à différents usages, les seuls instruments logarithmiques utilisés ou préconisés sont tous basés sur le modèle d'Henrion, c'est-à-dire pratiquement la règle de Gunter, qui fera autorité pendant plus d'un siècle et demi.

Il n'est dès lors pas étonnant que ces règles soient si souvent appelées « règles anglaises ». On trouve essentiellement deux types de descriptions : celle de Sauveur et plusieurs dans les manuels de pilotage pour la formation des officiers de marine.

A) La règle de Sauveur (1700 env.)

Joseph Sauveur (1653 – 1716) est né à La Flèche le 24 mars 1653. Il ne parla pas avant l'âge de sept ans et conserva toute sa vie quelques difficultés d'élocution. Il se dirige d'abord vers la théologie et le droit, mais finalement devient professeur de mathématiques. Il est nommé en 1680 maître de mathématiques des enfants de la famille royale, professeur au Collège de France en 1686, membre de l'Académie Royale des sciences en 1696. Il participe à la rédaction du *Neptune François*, et succède à Vauban comme examinateur pour l'admission dans le corps des Ingénieurs du Roy. Sauveur travaille également beaucoup sur les sons et la musique[1]. C'est donc un savant « officiel » et reconnu qui publie à la fin du XVII^e^ siècle les *Éléments de géométrie*, d'abord manuscrit puis publiés en 1753 en version corrigée et augmentée par Leblond sous le titre *Géométrie élémentaire et pratique*[2].

La règle de Sauveur

Dans cet ouvrage, se trouve l'article « De la règle logarithmique »[3]. Il est immédiatement fait référence à Henrion : « cet article n'est guère qu'un extrait ou abrégé de la Règle Proportionnelle d'Henrion qu'on trouve dans les ouvrages de cet

---

1 TURNER, A.J. « Utile pour les calculs », The logarithmic scale rule in France and England during the seventeenth century, *op. cit.*

2 SAUVEUR, Joseph, *Géométrie élémentaire et pratique*, sans nom d'éditeur, Paris, 1753.

3 *Ibid.*, p. 236-250.

auteur, à la fin du second volume de ses *Mémoires Mathématiques ».*[1] Voilà qui a le mérite d'être clair. Sauveur précise alors que « cette règle est utile pour les calculs dont l'erreur de un ou deux pour mille est comptée pour rien. »[2] Ensuite il reprend, en sept chapitres très détaillés, la description et l'usage des différentes lignes de la règle proportionnelle, avec toujours une utilisation du compas à pointes sèches. Ces chapitres sont : de la ligne des nombres, des lignes des carrés et des cubes, des lignes des sinus, sécantes, et tangentes, de la ligne des mesures linéaires, de la ligne des côtés des polygones, de la ligne de la superficie et des polygones réguliers, de la ligne des mesures solides et du poids des corps. Le texte est complété par une figure précise.

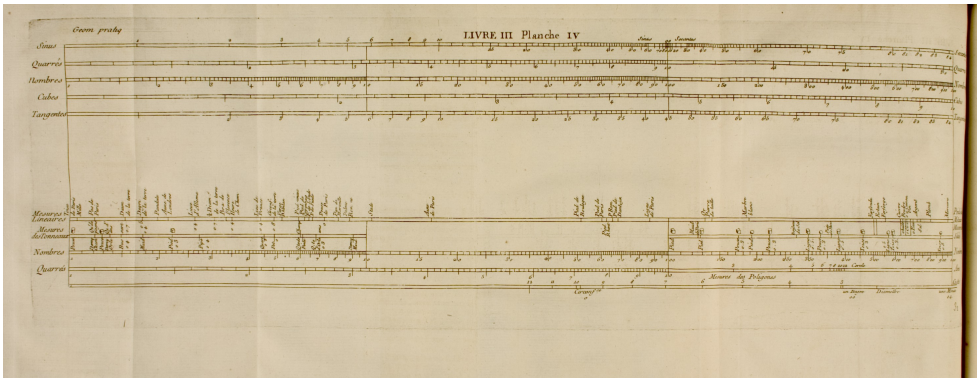


Fig. 18: La règle de Sauveur telle qu'elle figure dans son ouvrage

Sauveur n'ajoute donc pratiquement rien à Henrion. Il indique cependant d'autres possibilités : par exemple, « l'on pourrait ajouter sur cette règle la ligne des monnaies, si elles avaient un rapport fixe », et envisage les cas d'un marchand d'étoffe, d'un marchand de vin ou d'un jaugeur, d'un marchand de blé, en indiquant à chaque fois les lignes qui conviendraient. Il présente donc son instrument comme pouvant être adapté, d'un point de vue pratique, à bien des problèmes de la vie courante.

Il a fait réaliser une règle de ce type en 1700, par Sevin et Le Bas, constructeurs réputés d'instruments scientifiques. Cette règle de laiton, d'une construction très soignée, est exposée au musée du CNAM à Paris. Elle est considérée par plusieurs auteurs[3] comme la première règle à calcul construite en France : il ne s'agit pourtant pas d'une règle à calcul proprement dite.

La jauge de Sauveur

Sauveur a également imaginé un instrument logarithmique plus spécifiquement

1 *Ibid.*, p. 236.
2 *Ibid.*,
3 Voir en particulier HOPP, *op. cit.* p. 37.

destiné au calcul des volumes des tonneaux : Nicolas Bion (1652 – 1733), ingénieur du roi pour les instruments de mathématiques, fabricant renommé, y fait référence dans son célèbre ouvrage *Construction et usage des instruments mathématiques*[1] au chapitre qu'il consacre au compas de proportion :

> *Monsieur Sauveur, Professeur Royal (...) a bien voulu nous communiquer une nouvelle jauge de son invention, par le moyen de laquelle on trouve par la seule addition le contenu de toutes sortes de tonneaux, au lieu que toutes les manières de jauger qui ont cours jusqu'à présent ne se peuvent exécuter que par des multiplications et divisions ; et c'est ce qui doit faire la préférence de cette nouvelle jauge à toutes les autres.*[2]

Bion décrit cette jauge, qui est une règle à quatre faces, faite d'une « petite pièce de bon bois sec et sans nœud, comme de poirier ou cormier, longue d'environ cinq pieds et en forme de parallélépipède rectangle[3] ». Trois de ces faces sont divisées en échelles logarithmiques, et cette jauge sert à calculer les volumes des tonneaux en pintes (de Paris) et septiers, ainsi que le poids d'alcool, par comparaison avec le poids d'une pinte d'eau pure. Bion explique sommairement la manière de s'en servir, et en donne une gravure, assez peu précise par rapport aux autres instruments décrits dans son ouvrage. Par comparaison avec les instruments logarithmiques anglais de cette même époque, on ne peut que constater que la jauge de Sauveur reste encore très « rustique », puisque, bien qu'ayant quatre faces, elle ne comporte pas de partie coulissante et ne peut donc pas être considérée comme une règle à calcul, contrairement à celle de Leadbetter. Nicolas Bion est un constructeur très célèbre, et son livre, réédité en 1753 en une version abrégée et complétée par La Caille, puis rapidement traduit en Anglais, a fait référence dans toute l'Europe au XVIII[E] siècle. À-t-il fabriqué des jauges de ce type ? Il existe encore de nos jours de nombreux instruments de sa fabrication, mais semble-t-il aucune de ces jauges.

---

1 BION, Nicolas, *Construction et usage des instruments mathématiques*, La veuve de Jean Boudot, Jacques Collombat, Jean Boudot fils, Paris, 1709.

2 *Ibid.*, p. 67.

3 *Ibid.*

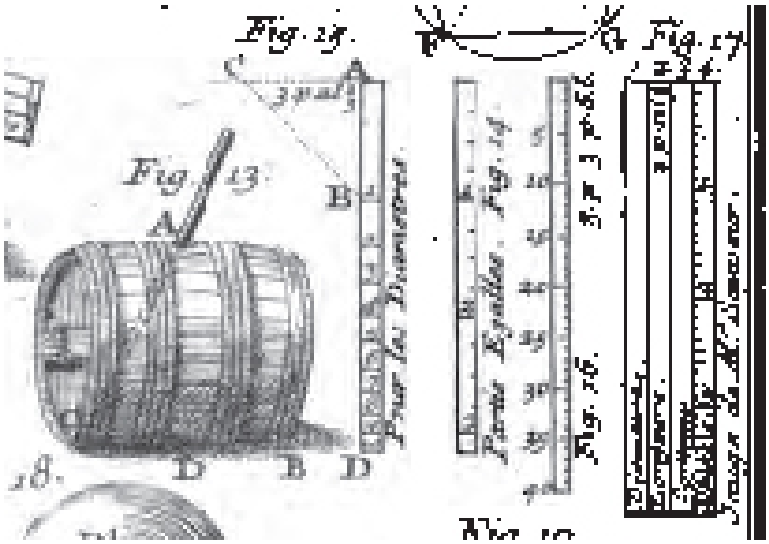


Fig. 19: La jauge de M. Sauveur dans l'ouvrage de Bion

Camus et les questions de jauge

Concernant les problèmes de jauge et de mesure de capacité des tonneaux, une communication de Camus à l'Académie Royale des Sciences nous montre bien les problèmes qui se posent. Charles Étienne Louis Camus (1699-1768) est un savant reconnu, membre de l'Académie, ayant participé à l'expédition de Laponie en 1740 pour déterminer la forme de la Terre, auteur d'un *Cours de mathématiques* très utilisé à l'époque. La communication porte le titre *Sur un instrument propre à jauger les tonneaux, et les autres vaisseaux qui servent à contenir des liqueurs*[1] . Dès les premières lignes, le problème apparaît :

> *L'instrument dont je vais donner la construction & l'usage, est un bâton (...) qui donne par sa gradation, sans aucun calcul, la capacité de ce vaisseau. Quoiqu'on se serve depuis très longtemps de bâtons semblables en quelque chose à celui que je propose, & qu'on ait eu à Paris une communauté de jaugeurs qui jaugeoient avec ces bâtons, on n'en connoit point la construction & leur usage est un secret que les jaugeurs ont conservé fidèlement à leur communauté.*[2]

L'instrument « officiel » est donc considéré par la corporation des jaugeurs

---

1 CAMUS, Charles, « Sur un instrument propre à jauger les tonneaux, et les autres vaisseaux qui servent à contenir des liqueurs », *Mémoires de Mathématiques et de Physique tirés des registres de l'Académie Royale des sciences, de l'année M.DCCXLI*, Imprimerie royale, Paris, 1754, pp. 385-402.

2 *Ibid.* p. 385

comme un secret jalousement gardé, si bien que les marchands n'y ont pas accès pour leur usage personnel. Ceux-ci ont réalisé d'autres instruments, appelés *veltes*, mais qui se révèlent impropres à un usage général, car ils sont conçus pour jauger des tonneaux de forme particulière à chaque région. Et donc,

> *la velte ne doit pas être regardée comme un instrument propre à mesurer sûrement toute espèce de tonneaux, & il faut avoir recours à quelqu'autre moyen dans les villes, comme Paris, où l'on amène de tous les pays des liqueurs dans des tonneaux de figure extrêmement différente.*[1]

Camus propose donc « un bâton avec lequel on peut, sans aucun calcul, trouver la capacité de toutes sortes de tonneaux. » Il s'agit d'un instrument logarithmique : « il est clair que les numéros de mes divisions sont les logarithmes des divisions même, ou plutôt des distances de ces divisions à l'extrémité de la règle ». Puis il décrit son instrument : « Le Bâton a une rainure dans laquelle est logée une règle qui y coule ». Il s'agit donc d'une sorte de règle à calcul, à comparer avec celle de Leadbetter, mais nettement moins élaborée. Ensuite il en donne le fonctionnement suivant la forme des tonneaux à jauger (cylindre, deux troncs de cônes, deux paraboloïdes etc.), et termine ainsi : « J'aurais pu ajouter un plus grand nombre de problèmes, pour faire voir que la jauge que je propose est un instrument propre à mesurer tous les solides dont on peut avoir les expressions ».

La question des instruments de jaugeage est donc officiellement présentée à l'Académie ; cependant l'usage des échelles logarithmiques et des règles à calcul en France reste très minime par rapport à l'Angleterre.

B) Les instruments logarithmiques dans les traités de navigation

Une autre source importante sur les instruments logarithmiques est constituée par les traités de navigation et manuels de pilotage, rédigés par les professeurs des écoles d'Hydrographie de la Marine Royale. En effet, depuis la fin du XVII[e] siècle, ces écoles dispensent un enseignement à la fois pratique et théorique de niveau élevé destiné à former les officiers de Marine, car la bonne marche d'un navire en haute mer ou le repérage à proximité des côtes font appel à des notions d'astronomie et de trigonométrie

[1] *Ibid.*

qui entraînent des calculs importants. Le plan de ces manuels est toujours le même : le début est consacré à des notions de géométrie et de trigonométrie, puis suivent des notions de repérage sur la terre, l'utilisation de la boussole, des cartes marines. Les chapitres suivants sont consacrés à l'astronomie, avec les principales étoiles, les phases de la Lune, la mesure de la hauteur des astres etc. Les traités se terminent par des problèmes pratiques de navigation, mettant en œuvre les notions théoriques vues dans les chapitres précédents : comment faire le point en mer, comment calculer la route pour se rendre d'un point à un autre. C'est dans cette dernière partie que l'auteur fait référence aux manières de calculer et aux instruments, tables, etc., nécessaires pour mener à bien ces calculs, souvent assez compliqués.

Le traité de Pierre Bouguer (1753)

L'un des ouvrages les plus remarquables est celui de Pierre Bouguer[1] (1698 – 1758) : fils d'un professeur d'hydrographie du Croisic, il se fait remarquer tout jeune par ses capacités et succède à son père à l'âge de seize ans. Il est nommé professeur d'hydrographie au Havre (l'école la plus prestigieuse) dès 1730, puis entre à l'Académie des Sciences l'année suivante. Il fait partie de l'expédition de 1735 au Pérou pour la mesure du méridien. Sa réputation et ses travaux s'étendent donc bien au-delà de la navigation. Il publie, en 1753, à la demande du ministre de la marine, un *Nouveau traité de navigation, contenant la théorie et la pratique du pilotage*[2], qui servira de référence dans toutes les écoles d'hydrographie. Au moment où Bouguer publie ce traité, il n'est déjà plus professeur, mais un éminent savant très reconnu puisqu'il est membre de l'Académie Royale des Sciences. Cela ne donne que plus d'autorité à cet ouvrage. Dans sa préface, Bouguer insiste sur la nécessité de ne pas se limiter à la pratique : « Il est extrêmement nécessaire que les Pilotes aient assez de théorie pour pouvoir se rendre compte à eux-mêmes de la bonté de leurs opérations (…) Il faut que les hydrographes voient distinctement les dernières raisons de toutes les choses qu'ils expliquent[3] »

---

1 Pour plus de détails sur l'œuvre de Bouguer, voir par exemple FAUQUE, Danielle, « Pierre Bouguer (1698-1758) un savant et la marine dans la première moitié du XVIIIe siècle », et BOISTEL, Guy, « Pierre Bouguer, commissaire pour la marine et expert pour les longitudes : un opposant au développement de l'horlogerie de marine au XVIIIe siècle ? », *Revue internationale d'histoire des sciences,* Tome 63-1, janvier-juin 2010.

2 BOUGUER, Pierre, *Nouveau traité de navigation,* Guérin & Latour, Paris, 1753.

3 *Ibid.*, p. xi-xii.

Dans ce traité, il donne deux moyens de faire les calculs : le quartier de réduction, instrument classique à l'époque, et l'emploi des logarithmes et des échelles logarithmiques. Il traite de cette méthode dans le livre cinquième, section II , chapitre III : « *Méthode de résoudre les problèmes de navigation par l'échelle des logarithmes, nommée vulgairement Échelle anglaise*[1] ».

La première partie du chapitre est consacrée à la construction des échelles de logarithmes, par une méthode tout à fait semblable à celle d'Henrion. Puis Bouguer expose comment utiliser cet instrument pour résoudre les problèmes de navigation, à l'aide d'un compas à pointes sèches, comme Henrion. Il en donne une gravure[2]. Cependant à la fin de ce chapitre, l'auteur place deux « Remarques sur l'usage des échelles des logarithmes » qui nous donnent quelques renseignements sur des tentatives d'amélioration de la règle de Gunter qui auraient pu être faites en France :

> *Quoique les pratiques précédentes soient très courtes, on les abrégera encore un peu, par la forme qu'on peut donner aux échelles. On les met quelquefois sur des règles dont on peut se servir sans compas. On trace l'échelle des nombres sur une règle, qu'on fait glisser dans une coulisse entre deux autres règles, où sont gravées les échelles des logarithmes-sinus et des logarithmes-tangentes. On retire ensuite simplement ou on avance la règle des nombres, qui est celle du milieu, en faisant répondre les lieues de distance au sinus total (...).*[3]

Autrement dit, Bouguer décrit ici une vraie règle à calcul, avec l'une des échelles qui coulisse en face des autres, ce qui permet d'obtenir les résultats par lecture directe sur la règle, donc sans utilisation du compas.

---

1 *Ibid.*, pp. 410-419.
2 *Ibid.*, p. 442, pl. XII.
3 *Ibid.*, p. 418.

NOUVEAU TRAITÉ
DE
NAVIGATION,
CONTENANT
LA THÉORIE ET LA PRATIQUE
DU PILOTAGE.

Par M. BOUGUER, *de l'Académie Royale des Sciences, Honoraire de l'Académie de Marine, ci-devant Hydrographe du Roi au Port du Croisic & au Havre-de-Grace.*

A PARIS,
Chez HIPPOLYTE-LOUIS GUERIN, & LOUIS-FRANÇOIS DELATOUR, rue S. Jacques, à Saint Thomas d'Aquin.

M. DCC. LIII.
Avec Approbation & Privilége du Roi.



Fig. 20: Le traité de navigation de Pierre Bouguer

La remarque suivante montre qu'il s'intéresse depuis longtemps à ce type d'instrument, quelle que soit sa forme :

> *Il m'était venu en pensée, il y a plus de 30 ans, pendant que j'étais au Croisic, de plier ces échelles en arc de cercle, d'en décrire un sur la circonférence d'un morceau de parchemin ou de carton taillé en rond, qui tournait sur une autre feuille où j'avais tracé l'échelle des sinus-logarithmes. J'avais donné à cet instrument le nom de Logampyle, et l'usage en était extrêmement facile.*[1]

Pierre Bouguer parle là de sa jeunesse : il était professeur au Croisic au début de sa brillante carrière, et il envisageait donc d'utiliser une règle à calcul circulaire du type de celles déjà connues en Angleterre. Il ne précise pas s'il en a fabriqué, ou s'il en a confié la fabrication à un artisan. Enfin il termine ce chapitre par une critique de l'emploi des échelles logarithmiques par rapport au quartier de réduction, car il estime qu'il y a davantage de risques de confusion dans la lecture des résultats, ce qui pourrait avoir des conséquences très fâcheuses pour la navigation.

Dulague et autres traités

Un autre traité est celui de Vincent Dulague (1729 – 1805), professeur d'hydrographie au collège royal de Rouen : « *Principes de navigation, ou abrégé de la théorie et de la pratique du pilotage*[2] ». Ce traité a été rédigé en 1787 pour harmoniser l'enseignement dans les différentes écoles :

> *L'intention du roi étant qu'on suive à l'avenir une même méthode d'enseignement dans toutes les Écoles d'Hydrographie établies dans les différents ports du royaume, j'ai reçu ordre de rassembler les principes absolument nécessaires à tout marin, pour être reçu capitaine.*[3]

Dulague s'inspire explicitement du traité de Pierre Bouguer ; en particulier sa description de « l'échelle des logarithmes, ou règle de Gunter, nommée vulgairement échelle anglaise[4] », est pratiquement une copie abrégée de l'ouvrage de Bouguer, y compris les « échelles doubles », que l'on peut utiliser sans compas. Néanmoins il passe très vite sur la manière de la fabriquer, indiquant que « l'échelle anglaise est

---

1 *Ibid.*
2 DULAGUE, Vincent, *Principes de navigation,* J. Racine, Rouen, 1787.
3 *Ibid.*, p. v.
4 *Ibid.*, p. 217.

ordinairement un assemblage de trois échelles tracées sur une règle de buis »[1] et se limitant à la décrire en quelques lignes. Peut-être cela signifie-t-il qu'on en trouve plus facilement chez des marchands que quarante ans auparavant ? Cependant Dulague ne donne aucune information sur ce sujet.

Une autre référence aux échelles logarithmiques à cette époque se trouve chez Alexandre Saverien[2] (1720 – 1805), dans son « *Dictionnaire universel de mathématique et de physique*[3] » de 1753, à l'article « *Échelle anglaise*[4] ». Il en donne une description qui correspond à la règle de Gunter ainsi qu'une gravure. Il précise ensuite, en faisant référence au Père Pézenas, auteur lui aussi d'un traité de pilotage[5] en 1733, qu'il en existe « d'autres plus composées, mais plus commodes. On les appelle échelles doubles, parce qu'elles sont doubles en effet. »[6] Il s'agit là d'un intermédiaire entre la règle de Gunter et la règle à calcul, car il s'agit de faire glisser deux règles de Gunter l'une contre l'autre, mais il ne semble pas qu'elles soient rendues solidaires par un système de coulisse, comme dans la vraie règle à calcul.

En conclusion, on observe entre la France et l'Angleterre une différence considérable dans le développement et la diffusion de la règle à calcul jusqu'à la fin du XVIII[e] siècle. Tandis qu'en Angleterre on trouve de nombreux modèles et fabricants de vraies règles à calcul, certes en général spécialisées et destinées à des professions particulières, en France on en est pratiquement toujours à la règle de Gunter, sans aucune mention de fabricant, et d'usage très limité, peut-être un peu dans la marine. Et encore, il semble bien que cet instrument ne se soit pas généralisé, car voici ce qu'en dit Jérôme Lalande en 1793 dans son *Abrégé de navigation* [7] :

> *Le calcul des routes par la boussole et le loc[8], se fait, dans la Marine anglaise, par le moyen de l'échelle de Gunter ou de l'échelle des logarithmes, que nous appelons aussi échelle anglaise. (…) On en trouve souvent dans nos ports, tels que Nantes, Dieppe, etc. (…) [Bion ne] parle point de l'échelle de Gunter, parce qu'elle n'était point employée dans la Marine française.*

---

1 *Ibid.*
2 Monsieur Saverien, de la société royale de Lyon, etc.
3 SAVERIEN, *Dictionnaire universel de mathématique et de physique,* Rollin, Jombert, Paris, 1753.
4 *Ibid.*, T1, p. 305.
5 PEZENAS, Esprit, *Elémens de pilotage,* Veuve Boy et fils, Marseille, 1733.
6 *Ibid.*
7 LALANDE, Jérôme, *Abrégé de navigation, historique, théorique et pratique*, Dézauche, Paris, 1793.
8 Instrument de mesure de la vitesse d'un navire (l'orthographe actuelle est loch)

Peut-on voir là une résistance (inconsciente) au changement, ou plutôt une difficulté à sortir de la routine habituelle ? Il existe un instrument dont on sait se servir, que l'on connaît bien. Faut-il se donner la peine de se plonger dans une nouvelle méthode avec laquelle on n'est pas familiarisé, qu'il faudra du temps pour acquérir ?

C) D'AUTRES INSTRUMENTS LOGARITHMIQUES

Les cadrans logarithmiques de Leblond (1801)

C'est l'époque révolutionnaire puis le Premier Empire, période difficile tant à l'intérieur du pays qu'à ses frontières, où les savants se trouvent aussi parfois ballottés par les événements. Période fertile cependant, avec la création des nouvelles unités de mesures, du système métrique etc. Le rapport[1] du Citoyen P. A. Larcher, professeur de mathématiques, lu à la Société Libre d'Instruction le 26 frimaire an 8, au sujet des *Cadrans logarithmiques du Citoyen Leblond*[2] nous fait parfaitement sentir ce contexte.

Leblond, dit Larcher, « fut le premier qui proposa de désigner les mesures linéaires par le nom de mètre. Il fut un de ceux qui démontrèrent que la mesure universelle devait se réduire à celle de la terre[3] ». Leblond aurait inventé son cadran logarithmique essentiellement pour faciliter le changement des unités de poids et de mesure :

> *Car il faut convenir qu'un des grands avantages de notre révolution est, sans contredit, celui qui s'est opéré dans les nouveaux poids et mesures, par l'adoption du calcul décimal, que le vulgaire croyait très difficile, à cause qu'il n'y avait guère que les mathématiciens qui en fissent usage ; il est cependant beaucoup plus facile.*

Puis Larcher décrit l'objet :

> *Cet instrument est composé de plusieurs cadrans concentriques et mobiles, divisés par un calcul logarithmique dont l'application est mise à la portée de tout le monde, et ne demande qu'une légère habitude. […] Le citoyen Leblond a été*

---

1 LARCHER, P.A. Rapport sur les cadrans logarithmiques du citoyen Leblond, *Mémoires des sociétés savantes et littéraires de la république française, tome premier*, Fuchs, Paris, an IX (1801), pp. 111-116.

2 Voir aussi : VAN POELJE, Otto, MORIZET, Michel, « Two « cadrans logarithmiques » by Le Blond and Gattey, for Old-to-Metric unit conversions in France (1799) » *Journal of the Oughtred Society,* Volume 22, Number 2, Fall 2013, p. 46-53.

3 LARCHER, *op. cit.*., p. 111.

conduit à cette découverte par ses réflexions sur l'insuffisance des règles logarithmiques et à coulisses, employées par les Anglais dans la marine, mais dont l'usage ne peut être universel, tandis que la forme circulaire des cadrans inventés par lui leur donne cette étendue illimitée qui résulte de leur retour perpétuel sur eux-mêmes[1].

Après quelques explications sur les logarithmes et la manière de construire une échelle logarithmique circulaire, il donne quelques exemples et fait référence à Lalande et à Bouguer, pour ceux qui souhaitent de plus grandes connaissances sur ce sujet. Il met aussi en avant les avantages d'un instrument circulaire, dont la rotation permet de ne jamais revenir en arrière, contrairement aux règles ordinaires. Puis Larcher explique qu'il ne s'agit pas de l'utiliser « comme un instrument général de calcul », mais plutôt un « instrument usuel, appliqué à la réduction des anciennes mesures aux nouvelles[2] ». Cet usage est peut-être à rapprocher de la définition des nouvelles unités de mesure. En effet, la loi du 18 germinal an III a défini les nouvelles mesures révolutionnaires et a encouragé les savants à les faire connaître à la population. Elle recommande de mettre au point des échelles métriques permettant de réaliser les conversions sans calcul. C'est ainsi que Louis-Ezechiel Pouchet (1748 – 1809) a déjà publié des tableaux de nouvelles mesures[3] avec de nombreux graphiques permettant de les transformer sans calcul. Ne peut-on pas considérer alors que les cadrans logarithmiques de Leblond constituent une alternative à ces tableaux très encombrants ? De plus, la conclusion de ce rapport montre également un réel souci de diffusion de cet objet, puisqu'il recommande aux marchands de s'en procurer, toujours dans le but de faciliter les transactions commerciales :

Cette table logarithmique, placée sur un carton auquel sont adaptés deux cercles roulant sur un troisième immobile, est, comme vous le voyez, très ingénieux et de l'usage le plus facile. Il serait même à désirer que tous les marchands s'en procurassent, autant pour s'épargner des calculs que pour ne pas inquiéter la confiance de l'acheteur.[4]

---

1 *Ibid.*, p. 112-113.
2 *Ibid.*, p. 115.
3 POUCHET, Louis-Ezechiel, *Tableau des nouveaux poids, mesures et monnaies de la République Française,* l'auteur, Rouen, an III.
4 LARCHER, *op. cit.,* p. 116.

Le rapport de Larcher est très instructif sur la situation de la règle à calcul en France en 1800 : en effet, si elle est connue comme telle (les règles à coulisse de la marine), elle est présentée comme un instrument anglais, essentiellement utilisé par les marins de ce pays ; il n'est fait mention d'aucun fabricant français, car les références à Lalande et Bouguer concernent plutôt la partie théorique de la fabrication. Donc, depuis un siècle, la situation n'a pratiquement pas évolué de ce point de vue. De plus, l'industrialisation de la France n'est pas du tout comparable à celle de l'Angleterre : les besoins se font peut-être moins sentir ; en tout cas, il n'est pas question d'une possible utilisation industrielle de ce cadran logarithmique mais seulement d'une utilité commerciale.

Les tabatières de Hoyau et Gattey

Dans ces mêmes années au tournant du siècle, il est fait mention de quelques autres instruments de calcul basés sur les échelles logarithmiques. En particulier, on trouve dans le *Traité complet de mécanique appliqué aux arts*, de Joseph Antoine Borgnis[1] (1781 – 1863), publié en 1820, au chapitre « Instruments arithmétiques », des références à plusieurs instruments : les boîtes à calculer de M. Hoyau, (aussi appelées « tabatières de Hoyau »), datant de 1819, qui sont des boîtes cylindriques « en ivoire, en écaille moulée ou en buis[2] » sur lesquelles sont tracées des échelles logarithmiques, et aussi l'arithmographe de M. Gattey, qui est une règle à calcul circulaire, proposée en différentes tailles, dont les plus petites « pourraient servir de couvercle à des tabatières ».[3] Curieusement, les tabatières semblent avoir intéressé les inventeurs comme support de leurs instruments. Il est vrai qu'à cette époque elles étaient d'un usage courant et leur forme souvent ronde pouvait convenir à des règles à calcul circulaires. Les opinions sur ces instruments divergent, comme l'indiquent les extraits suivants :

> *On a vu des tables de calcul exécutées [par M. Hoyau] avec beaucoup de précision sous la forme de cercles et de tabatières» ; « M. Hoyau a imaginé de tracer les divisions de la règle sur le contour d'un cylindre ; il a ainsi exécuté des tabatières qui sont très portatives, et ont une assez grande précision. Nous ne*

1 BORGNIS, J-À, *Traité complet de mécanique appliqué aux arts*, Bachelier, Paris, 1820.
2 *Ibid.*, p. 222.
3 *Ibid.*, p. 223.

dirons rien de l'arithmographe de Gathey (sic). *(...) Cet instrument n'a jamais été d'aucun usage, et les tabatières de M. Hoyau l'ont remplacé avec beaucoup d'avantage.*[1]

Ce mélange de calcul et de tabac ne plaît pas à tout le monde, comme on peut en juger par l'extrait suivant de l'article « slide rule » par Augustus de Morgan dans *The Penny Cyclopaedia*[2] , plein d'humour anglais :

Il y a douze ou quinze ans, un fabricant d'instruments de Paris dessina des échelles logarithmiques sur le couvercle d'une tabatière circulaire ordinaire. […] Mais, soit les calculateurs n'aimaient pas priser, soit ceux qui prisaient n'aimaient pas le calcul, car le modèle ne rencontra guère de succès, et l'appareil disparut.[3]

---

1 Coll. *Dictionnaire technologique ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers*, tome 2, Thorine et Fortic, Paris, 1822, pp. 186-187.

2 DE MORGAN, article "slide rule", *The Penny cyclopaedia of the Society for the useful knowledge*, volume XXII, Ch. Knight, Londres, 1842, pp. 129-134.

3 « Twelve or fifteen years ago, an instrument-maker at Paris laid down logarithmic scales on the rims of the box and lid of a common circular snuff-box.(...) But either calculators disliked snuff, or snuff-takers calculation, for the scheme was not found to answer, and the apparatus was broken up. » *Ibid.* p. 131.

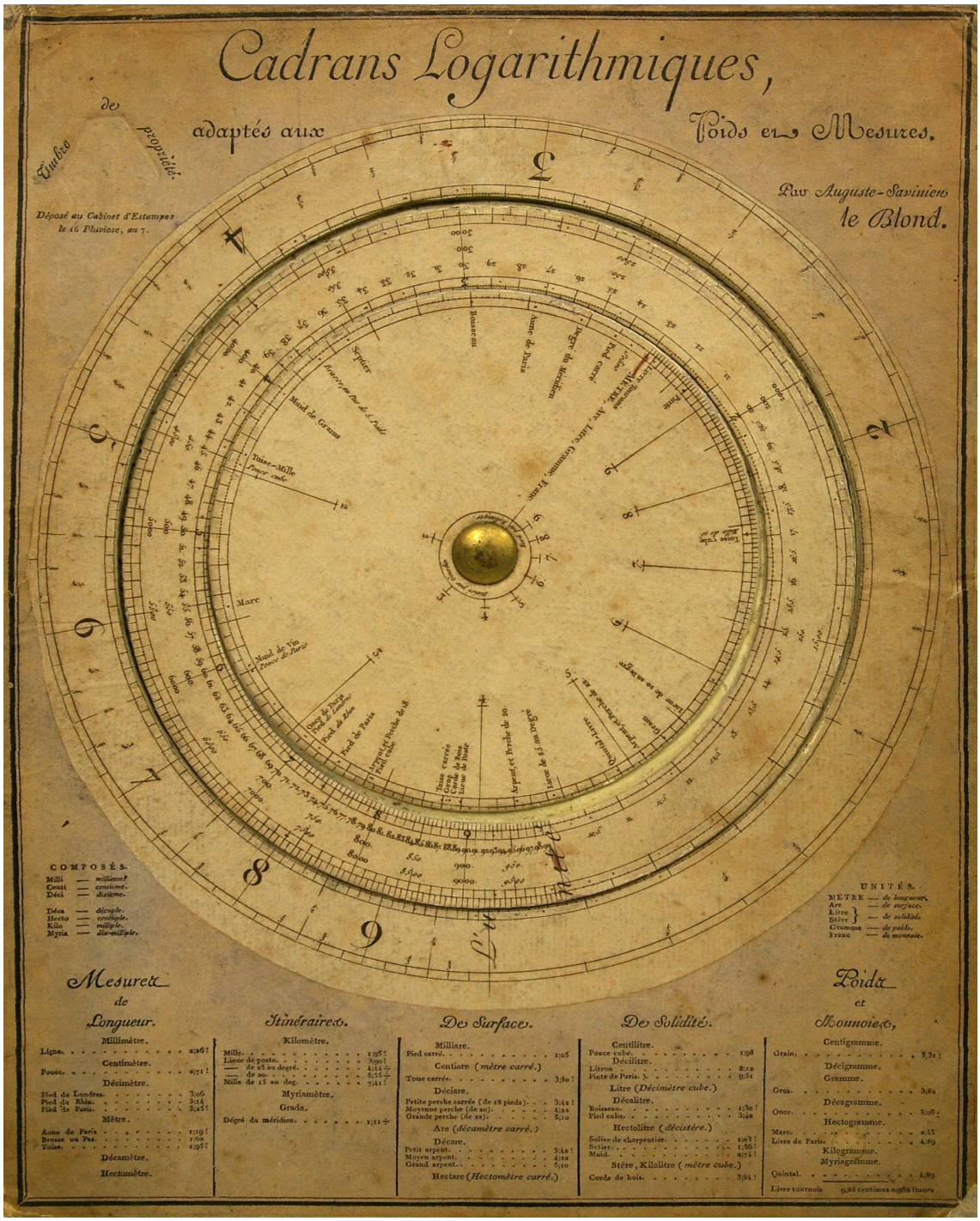


Fig. 21: Cadran logarithmique de Le Blond (coll. part.)

V) LA SITUATION À LA FIN DU XVIII^{e} SIÈCLE

La fin du XVIII^{e} et le début du XIX^{e} siècles constituent une période charnière en ce qui concerne la conception et l'utilisation des règles à calcul. Cette charnière est concomitante avec le développement de l'industrialisation et du machinisme dans les pays concernés, en premier lieu les Îles Britanniques, bien sûr, et un peu plus tard l'Europe continentale. L'histoire de la règle à calcul croise quelques-uns des grands acteurs britanniques de cette industrialisation, tout particulièrement James Watt et ses machines à vapeur.

A) Les traités anglais du XVIII^{e} siècle

Une preuve de l'extension de l'usage des règles à calcul en Angleterre dès le XVIII^{e} siècle nous est donnée par la publication de nombreux traités sur son utilisation. Comme nous l'avons vu précédemment, les règles sont alors destinées à des usages très spécifiques, essentiellement le jaugeage et les douanes. Cependant les traités qui paraissent font de plus en plus référence à d'autres utilisations, comme le calcul des surfaces et des volumes. Ces traités ont eu parfois une diffusion assez importante, comme nous le montre celui de Thomas Everard[1], dans sa onzième édition de 1750 :

> *L'instrument décrit dans ce traité, (quoique utile à toute personne concernée par la mesure des superficies et des volumes) a été principalement conçu pour les besoins des fonctionnaires des douanes pour qui il est maintenant si utile et nécessaire, qu'aucun jaugeur ne se croirait bien préparé pour son travail sans lui. Mais les milliers qui en ont été vendus, et les nombreuses éditions de ce traité montrent si bien l'évidence de son usage que je n'ai pas besoin de le recommander davantage.*[2]

Les règles à calcul se vendent donc plutôt bien en Angleterre, et par voie de

---

1 EVERARD, Thomas, *Stereometry, or the art of gauging, made easy by the help of a sliding-rule,* Walthoe, Londres, 1750.

2 « The instrument described in this tract, (though useful to all persons concerned in the measuring of superficies and solids) was principally designed for the assistance of the Officers of the Excise ; for whom it is now found so useful and necessary, that no Gauger is thought to be well prepared for his business without it. But the many thousands that have been sold, and the several editions of this tract, are so good evidence of its utility, that it is as needless as unbecoming, for me to say anything in its commendation. », *Ibid.* Preface (non paginée).

conséquence aussi les traités sur leur utilisation. Plus loin, Everard fait état de quelques modifications sur la règle. Il est à noter que ce type de règle, dérivé de celle de Leadbetter dont nous avons parlé plus haut, pour le jaugeage des tonneaux, sera utilisé en Grande-Bretagne jusqu'au début du XX^e siècle, sans grandes modifications.

Un autre exemple est le livre de W. Flower[1], dont la préface commence ainsi :

> *Il existe tant de traités sur l'usage de la règle à calcul, que je suis conscient que la publication des pages suivantes nécessitera quelques explications. J'observerai donc, que parmi tous les livres sur ce sujet que j'ai jusqu'à présent utilisés, (et ce n'est pas peu) je n'en connais pas un qui justifie son utilité ; aucun d'entre eux n'ayant donné quelque sorte de règle par laquelle la réponse à toute question dont la solution y est proposée, puisse être vraiment et justement assurée.*[2]

L'auteur considère donc, dans un style extrêmement alambiqué, que rien de convenable n'existe dans les publications précédentes. Cependant c'est la première phrase qui nous paraît la plus parlante : il existe déjà beaucoup de manuels ou de traités concernant la règle à calcul.

L'étude de ces manuels fait apparaître quelques-unes des caractéristiques que nous retrouverons constamment dans cette sorte de publications en Grande-Bretagne. La partie théorique, lorsqu'elle existe, est très réduite ; en particulier il n'y a que très peu de références aux logarithmes. Chaque chapitre est une succession d'exemples numériques traités les uns après les autres, qui couvrent les différents cas pratiques auxquels l'utilisateur se trouvera confronté. Il est vrai que ces ouvrages sont destinés à des utilisateurs qui n'ont probablement que peu de connaissances scientifiques. Nous trouvons ici une méthode d'apprentissage basée sur des exercices pratiques avant toute considération théorique : il s'agit d'apprendre à utiliser un instrument.

B) Watt et la règle de l'ingénieur (engineer's rule)

---

1 FLOWER, W., *A key to the modern sliding-rule,* l'auteur, Londres, 1768.

2 « So many are the treatises extant on the use of the sliding-rule, that I am conscious the publication of the following sheets will need some apology. I shall therefore observe, that amog all the books on this subject, which I have hitherto perused, (and those are not few) there is not one, I know of, which hash done it that justice its utility deserves ; neither of them having given any manner of rule, whereby the answer to any question proposed to be solved thereby, may be truly and justly ascetrained » . *Ibid.*, p. v.

Un besoin technique

C'est à Soho, près de Birmingham, que Matthew Boulton (1728 – 1809), industriel et homme d'affaires, installe son usine en 1765. James Watt (1736 – 1819) l'y rejoint en 1774 : il avait inventé en 1769 le condenseur séparé, qui permit le succès de ses machines à vapeur en augmentant considérablement leur rendement. John Farey décrit en détail les méthodes de fabrication de Watt dans on ouvrage *À treatise on the steam engine*, publié en 1827[1]. C'est un gros livre (728 pages, plus une trentaine de planches) décrivant en détail et avec de nombreuses gravures les différents éléments de la machine à vapeur de Watt. Il étudie aussi les méthodes de travail en vigueur dans l'usine de Soho. En particulier le chapitre VII porte le titre : « Application de la règle à calcul pour calculer les dimensions des pièces des machines à vapeur »[2]. Farey nous indique que Watt a normalisé les dimensions des pièces :

> *Mr. Watt dimensionna toutes les pièces de ses machines rotatives si judicieusement qu'après quelques années de pratique dans la fabrication de ces machines, il vérifiait les dimensions propres de chaque pièce et établissait des normes pour les dimensions de machines de toutes tailles (...) parce qu'une longue expérience avait prouvé que ces normes étaient extrêmement bien adaptées.*[3]

La règle « Soho » (1780 env.)

Outre ces normes pour les pièces, la fabrication était également tributaire de nombreux calculs, qui étaient dirigés par un ingénieur et mathématicien, John Southern, dont les formules étaient confidentielles. De plus,

> *Mr. Watt employait des échelles logarithmiques, sur une règle à calcul, pour effectuer des calculs concernant les machines à vapeur. Ces instruments étaient utilisés depuis longtemps parmi les jaugeurs et les fonctionnaires des douanes, et aussi par des charpentiers ; mais ils étaient fabriqués très grossièrement et sans*

---

1 FAREY, John, *A treatise on the steam engine*, Longman, Rees, Orme, Brown, Green, Londres, 1827.

2 Application of the sliding rule for calculating the dimensions for the parts of Steam-Engines : *Ibid.* p. 531-572

3 *Ibid.* « Mr. Watt proportioned all the parts of his patent rotative-engines so judiciously, that after a few years' practice in making those engines, he ascertained the proper proportions for evey part, and established standards for the dimensions of engines of all sizes (…) because long experience has proved that those standards were extremely well proportioned. »

précision, et nécessitaient quelques améliorations pour les rendre utilisables par des ingénieurs. M. Watt et M. Southern arrangèrent très judicieusement une série de lignes logarithmiques sur une règle à calcul, et employèrent les artistes les plus compétents pour graduer les schémas originaux, à partir desquels les règles à calcul elles-mêmes devaient être produites. (..) Les règles de cette sorte sont encore appelées règles Soho, et elles sont si correctement divisées par quelques-uns des meilleurs fabricants d'instruments de mathématiques à Londres, qu'elles sont aptes à réaliser les calculs ordinaires avec suffisamment de précision pour la pratique.[1]

Ces extraits sont particulièrement intéressants à bien des points de vue. En ce qui concerne la production industrielle en général, le premier met en évidence une certaine standardisation déjà à l'œuvre dans les ateliers de Watt et Boulton, avec des normes précises et efficaces. Pour ce qui est des règles à calcul, le second est très significatif. D'abord, il montre, comme nous l'avons vu précédemment, que les règles sont d'usage courant depuis longtemps en Angleterre, mais pour des utilisations bien précises, et aussi que ces instruments ne sont pas vraiment satisfaisants. Les termes employés sont très forts et indiquent en quelle piètre estime certains étaient tenus. Il s'agit clairement d'instruments peu précis et finalement inutilisables pour l'industrie. Watt, entouré de personnes compétentes, les transforme complètement afin de les rendre utilisables par ses ingénieurs. Il s'en donne les moyens, en utilisant « les artistes les plus compétents » pour réaliser les originaux. La dernière phrase correspond au sentiment de l'auteur à l'époque où il écrit son traité, c'est-à-dire trente ou quarante ans après cette transformation. La règle Soho est devenue en Angleterre un instrument d'utilisation générale et continue à être soigneusement fabriquée, y compris à Londres. Car en effet, au début de son utilisation par Watt, « des formules particulières sont nécessaires, qui étaient réservées à une toute petite partie des principaux ingénieurs à Soho, et n'étaient

[1] *Ibid. «* Mr. Watt employed logarithmic scales, on a sliding rule, for performing calculations relative to steam-engines and machinery. These instruments had been long in use amongst gaugers and officers of the excise, and were also used by carpenters ; but they were very coarsely and inaccurately divided, and required some improvements to render them serviceable to engineers. Mr. Watt and Mr. Southern arranged a series of logarithmic lines upon a sliding rule, in a very judicious form, and they employed the most skilful artists to graduate the original patterns, from which the the sliding rules themselves were to be copied. (…) Sliding rules of tis kind are still called Soho rules, qnd they are so correctly divided by some of the best makers of mathematical instruments in London, that they are capable of performing ordinary calculations with sufficient accuracy for parctice. »

pas du tout disséminées dans toute la profession[1] ». Watt (et certainement Boulton, qui est plus « homme d'affaires » que lui) considère donc que les méthodes employées dans l'usine de Soho pour les calculs sont suffisamment performantes pour être jalousement protégées et sont de l'ordre du secret industriel. Nous assistons ici au début d'une transformation de l'utilisation de la règle à calcul, qui était jusqu'alors un instrument assez médiocre et réservé à des usages limités à certaine professions, et qui commence à être beaucoup mieux conçu et fabriqué, destiné à être employé efficacement, non seulement pour des usages industriels, mais aussi d'une manière beaucoup plus générale : pour « les calculs ordinaires ».



Fig. 22: règle à calcul de l'usine de Watt (J. Wess)

Les fabricants de ces règles sont, d'après Jane Wess[2], Mountaine et Nairne, bien connus alors en Angleterre. Jane Wess, conservatrice de mathématiques au Science Museum de Londres, fait état dans le même article de quatre règles provenant des ateliers de Watt. Farey donne ensuite dans son ouvrage plusieurs exemples d'utilisation de ces règles dans l'usine de Watt ; « Une tige de piston cylindrique en fer ayant un diamètre de 3½ pouces et une longueur de 9 pieds, combien de livres pèse-t-elle ?[3]» Le reste du chapitre est un véritable petit manuel d'utilisation, dans lequel Farey va même jusqu'à proposer des améliorations de la règle. Nous n'entrerons pas ici plus avant dans cette partie technique. Ce sont ces règles Soho qui serviront de base aux premières règles à calcul françaises.

---

1 *Ibid.* p. 531-532. « Particular formulae are required, which were confined to a very few of the principal engineers in Soho, and have not been at all disseminated in the profession »

2 WESS, Jane, « The Soho Rule » in *Journal of the Oughtred Society, Vol. 6, No 2, Fall 1997* , The Oughtred Society, 1997, p. 23-26.

3 FAREY, *op. cit.* p. 552

C) L'état des lieux à la fin du XVIIIe siècle

En Grande-Bretagne

Cette période est cruciale dans le développement de la règle à calcul. La Grande-Bretagne est alors le seul pays où la règle à calcul est fabriquée et utilisée couramment. On y rencontre plusieurs dizaines de fabricants, et les publications sur ce sujet sont déjà nombreuses. Elle y est encore essentiellement considérée comme un instrument de métier, réservée à quelques professions bien particulières. Néanmoins, les modèles fabriqués à l'initiative de Watt et qui ne sont plus des instruments spécifiques, mais sont destinés à un usage « ordinaire », commencent déjà à se répandre. Il existe d'ailleurs encore, dans les musées ou des collections privées, un nombre assez conséquent de règles anglaises de cette époque.

Dans les autres pays

Dans le reste de l'Europe, la règle à calcul (droite ou circulaire), ne peut être obtenue que sur demande de particuliers intéressés. En France, l'exemple de Sauveur est caractéristique : il fait fabriquer un très petit nombre de ses règles « sur mesure ». Nous n'avons trouvé trace d'aucun fabricant d'instruments en France qui aurait eu les règles à calcul parmi ses spécialités. Et même il semble bien que les règles de Gunter, utilisables à l'aide de compas, n'aient pas connu grand succès.

Pour ce qui est des pays de langue allemande, beaucoup de renseignements nous sont fournis par Jean Bernoulli, dans l'article « Logarithmiques » de l'Encyclopédie[1]. En effet, il se réfère à « une petite brochure allemande de M. Lambert, imprimée à Augsbourg en 1761. On trouvera l'instrument même chez M. Brander, à Augsbourg, un des plus habiles méchaniciens de l'Europe »[2]. Et dans un bref historique, il cite Mathieu Biler, qui présenta en 1696 un instrument logarithmique de forme semi-circulaire ; puis Scheffelt, qui conçut le *Pes Mechanicus* (pied mécanique), une échelle logarithmique rectiligne de la longueur d'un pied du Rhin ; et « M. Lambert remarque avec raison qu'il est facile de réduire les logarithmes à plusieurs autres formes, & qu'on pourrait, par exemple, employer les spirales. »[3] Puis il présente l'instrument de Lambert, qui mesure 4 pieds de long, et qui est une vraie règle à calcul, « au lieu que Scheffelt, n'employant

---

1 BERNOULLI, Jean, Article « Logarithmiques », dans *Encyclopédie méthodique, Mathématiques, Tome second,* Panckoucke, Paris, Plomteux, Liège, 1785, p. 322-326

2 *Ibid.*, p. 323

3 *Ibid.*

qu'une règle, était obligé d'y appliquer le compas »[1]. Bernoulli compare cet instrument aux machines à calculer de l'époque, signalant leur avantage par rapport à celles-ci, à savoir un maniement commode. Dans un article récent, Werner Rudowski[2], citant les mêmes instruments et personnages que Bernoulli, fait le point sur la situation de ces instruments allemands, qui semble comparable à celle de la France, avec uniquement quelques initiatives très ponctuelles et aucune fabrication d'une certaine importance. Sa conclusion est significative : « Bien que probablement un certain nombre de ces règles aient été fabriquées, on ne sait pas s'il en existe encore ». De même, Cajori écrivait : « Rien ne prouve que la règle à calcul a eu un quelconque degré de popularité en Allemagne durant le dix-huitième siècle.[3] »

---

1 *Ibid.*

2 RUDOWSKI, Werner, « How well known were slide rules in Germany, Austria and Switzerland before the second half of the 19th century ? » in *Journal of the Oughtred Society, Vol. 15, N° 2, 2006,* Oughtred Society, 2006

3 CAJORI, Florian, *op. cit.* p. 25 « There is no evidence to show that the slide rule secured any degree of popularity in Germany during the eighteenth century. »

CONCLUSION

Jusqu'à la fin du XVIII^{e} siècle, pratiquement tout se passe en Grande-Bretagne. À partir de la géniale découverte des logarithmes par l'Écossais Neper, en 1614, c'est l'Anglais Gunter qui, à peine une dizaine d'années plus tard, inventera l'échelle logarithmique qui elle-même donnera naissance à la règle à calcul d'Oughtred, Wingate et Partridge. C'est le seul pays où la règle à calcul est utilisée d'une manière relativement courante, du moins pour certains usages, essentiellement au début les problèmes liés à l'exploitation du bois et les questions de taxes et de droits de douane sur les alcools, liés au cubage des tonneaux. On peut s'en procurer chez de nombreux fabricants, il existe des manuels d'instructions et dans les professions précédentes, elle fait partie du matériel de base. Nous avons également pu observer ses changements, à plusieurs points de vue. Le passage de la règle de Gunter à la vraie règle à calcul n'a pas fait disparaître la première. Ces deux types d'instruments logarithmiques ont coexisté pendant toute la période considérée. Le compas de proportion lui aussi a continué à être utilisé. Il n'y a pas eu remplacement d'un instrument par un autre, mais coexistence des trois. Les utilisations de la règle à calcul ont elles aussi varié, passant petit à petit d'un usage spécifique pour quelques métiers, avec des règles bien déterminées pour chacun (et en effet les calculs réalisables par chaque type de règle correspondaient à des besoins particuliers), à une utilisation beaucoup plus générale, nécessitant un instrument mieux adapté aux besoins du travail industriel, c'est-à-dire un instrument pour faire des calculs d'une manière générale, donnant le résultat d'une suite d'opérations arithmétiques indépendamment de la nature des données. La précision dans la fabrication des règles s'est accrue, jusqu'à devenir satisfaisante pour les usages demandés. Ce problème de la précision des divisions des échelles logarithmiques se retrouvera dans les périodes suivantes. En effet, la division de ces échelles est délicate, car il n'y a pratiquement jamais deux intervalles rigoureusement égaux dans une graduation logarithmique. Cette transformation, sous l'impulsion de Watt, représente une rupture essentielle dans le développement de la règle à calcul et dans ses usages : passer de divers instruments, spécifiques à des professions bien définies, à un instrument conçu pour « faire des calculs » de quelque type que ce soit, n'est pas anodin, et nous le verrons dans la deuxième partie.

En revanche, la règle à calcul est encore peu répandue en Europe continentale, et en particulier en France, à cette période ; les logarithmes y ont été connus très rapidement, ainsi que la règle de Gunter, mais la diffusion de la règle à calcul n'a pas eu lieu, alors que le compas de proportion était très utilisé. On ne trouve aucun manuel français concernant la règle à calcul, il n'y est fait référence que dans quelques rares communications au moment de la Révolution avec les cercles à calcul de Leblond, Gattey et Hoyau, qui sont clairement présentés comme des instruments d'usage restreint. Les quelques tentatives en France à ce moment ont eu un impact très limité, tout comme en Allemagne. Cette situation va rapidement changer à partir du début du XIX^{e} siècle, grâce à l'action d'un petit nombre de personnes : ce sera l'objet de la deuxième partie.

DEUXIÈME PARTIE

LE PASSAGE EN FRANCE
(1815-1851)

INTRODUCTION

La deuxième partie porte sur une courte période, entre 1815, année de la première utilisation, à notre connaissance, de l'expression « règle à calculer », et 1851, année charnière tant du point de vue technique que du point de vue administratif et pédagogique, et nous étudierons en détail ce qui s'est passé en France pendant ces quelques années. En effet, ce moment en France est vraiment crucial pour l'histoire de la règle à calcul, après les deux siècles de la « période anglaise ». Nous montrerons comment les protagonistes de cette histoire sont parvenus à mettre en place une filière, à la fois technique et intellectuelle pour promouvoir ce nouvel instrument, nous étudierons les réseaux sur lesquels ils se sont appuyés, nous mettrons en évidence les difficultés rencontrées et les problèmes qui se sont posés, tant d'un point de vue technique que dans la société de l'époque.

Il est frappant de constater que cette partie de l'histoire de la règle à calcul repose, en France, sur un très petit nombre de personnes qui sont finalement parvenues, au bout de trente-cinq ans, à la faire accepter comme un instrument nécessaire à la formation des ingénieurs et au progrès technique de l'époque. L'accent sera mis plutôt sur les personnes et les organisations que sur les techniques, sans cependant négliger celles-ci.

Les questions qui se posent sont donc les suivantes : Dans quelles circonstances la règle à calcul est-elle entrée en France ? Quels sont les principaux acteurs de cet événement ? Comment, par qui et à quel public la règle a-t-elle été présentée ? Qui a fabriqué les premiers modèles de règles françaises ?

Pour répondre à ces questions, après avoir brièvement rappelé la situation générale des fabricants d'instruments scientifiques français à cette époque, nous présenterons les circonstances historiques de l'arrivée en France de la règle à calcul. Le texte fondamental est une communication de Jomard en 1815 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (SEIN). Nous mettrons alors en évidence les caractéristiques des premières fabrications par les ateliers de Lenoir, puis nous décrirons certains modèles de cette époque. Nous étudierons également les premiers manuels d'instructions, et nous terminerons cette partie par l'étude de la succession des premiers fabricants et du début de la diffusion, jusqu'aux années 1851-52, qui marquent un tournant, à la fois d'un point de vue technique par les idées de Mannheim, et d'un

point de vue politique et administratif, avec l'obligation pour les candidats aux « grandes écoles » de connaître le maniement de la règle. Cette période, brève mais féconde, aura permis la mise en place des éléments essentiels pour la diffusion future de la règle à calcul : elle aura été présentée aux personnes les plus intéressées, les premières règles auront été conçues et fabriquées, les manuels d'instructions auront été publiés, déjà des améliorations seront apparues et enfin les pouvoirs publics donneront leur appui à ce nouvel instrument.

I) L'ARRIVÉE EN FRANCE

A) Les fabricants d'instruments scientifiques en France au tournant du XVIIIe siècle

La fin de l'ancien régime et la période révolutionnaire marquent un tournant pour la fabrication d'instruments de précision en France[1]. En effet, avant cette période, il s'agissait essentiellement d'une fabrication d'instruments de luxe et de prestige ou de recherche pour les nobles fortunés ou les savants reconnus : cela ne constituait donc qu'une production très limitée. D'autre part, les artistes ou ingénieurs en instruments se trouvaient en position délicate vis-à-vis des corporations, car ils étaient amenés à utiliser à la fois le bois, le métal, le verre, sans être officiellement reconnus comme maîtres dans chacune de ces spécialités, ce qui pouvait leur attirer des ennuis sérieux allant jusqu'à la saisie de leur matériel. En 1810 , Jean-Dominique Cassini, astronome royal, s'émeut de cette situation à propos de l'Observatoire royal : « On ne pouvait disconvenir que les entraves mises au développement des talents, par plusieurs des règlemens et privilèges associées à certaines corporations, ne fussent très-souvent préjudiciables aux arts. »[2]

Cette phrase concerne en particulier un incident qui eut lieu en 1785 dans l'atelier d'Etienne Lenoir (1744 – 1832), que Cassini décrit ainsi :

> *Dans le tems où l'on s'occupait d'exciter l'émulation des artistes français, de leur procurer les moyens et l'occasion de rivaliser avec les Anglais ; au moment où l'on venait de faire le choix de ceux à qui les instruments de l'Observatoire royal devaient être confiés, la communauté des maîtres fondeurs s'imagina de faire une descente chez l'un d'eux, et d'y exécuter une saisie. Averti de cet événement, j'en écrivis sur le champ à M. le Baron de Breteuil. Le ministre eut bientôt arrêté les effets de ce genre d'inquisition, qui, dans ces tems-là, pesait infiniment sur les arts.*[3]

En effet, Cassini avait commandé à Lenoir, déjà très renommé, un cercle mural de

---

1 À ce sujet, voir TURNER, A. J. *From pleasure and profit to science and security Étienne Lenoir and the transformation of instrument-making in France 1760-1830*, *op. cit.*

2 CASSINI, J.-D. *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'observatoire royal de Paris,* Bleuet, Paris, 1810, p. 87. Il s'agit de Cassini IV.

3 *Ibid.*, p. 86.

grande dimension, appareil très important pour l'Observatoire ; et la corporation des fondeurs, dont Lenoir n'était pas membre, estimait qu'il n'avait pas le droit de travailler le métal. Les maîtres-fondeurs avaient donc fait procéder à une saisie dans son atelier. Cassini met également en avant la nécessité de concurrencer les artistes anglais, autant pour des questions de prestige national que d'économies. Il obtient, le 7 février 1787, la création « d'un nouveau corps de vingt-quatre ingénieurs en instruments d'optique, de physique et de mathématiques, qui eussent le droit de fabriquer, vendre librement toute espèce d'instruments de ce genre, se servir de tous les outils, et d'employer toute sorte de matière à cet usage. »[1]

Cette étape marque un progrès sensible pour les artistes fabriquant des instruments de précision. Il apparaît clairement que, pour les gouvernants, ces instruments sont bien plus que des objets ordinaires dont on veut faire commerce, mais qu'ils correspondent à une nécessité autant politique que scientifique pour l'état. Quelques années plus tard, la Révolution vient changer la donne par la suppression des corporations. Le nouveau système de poids et mesures entraîne la nécessité de production d'instruments ordinaires en grande quantité pour les besoins de l'état (par exemple la diffusion de règles servant d'étalon pour le mètre dans chaque département), et d'instruments toujours plus perfectionnés pour rattraper le retard sur les Anglais, et aussi pour la recherche scientifique. Les artistes et ingénieurs fabricants sont alors reconnus et soutenus par le gouvernement. À la fin de cette période le *Rapport du Jury central sur les produits de l'industrie française*[2] pour l'exposition de 1819, au « chapitre XXVI, instrumens de mathématiques, d'optique et de physique », cite, entre autres : d'abord Lenoir Père pour l'ensemble de son œuvre, puis : médailles d'or : Fortin, Gambey ; médailles d'argent : Lenoir fils (succ. de son père), Jecker, Richer[3].

B) Les principaux initiateurs

Edme-François Jomard (1777 – 1862)

---

1 *Ibid.*, p. 89.

2 COSTAZ, L. *Rapport du Jury central sur les produits de l'industrie française,* Imprimerie royale, Paris, 1819

3 *Ibid.,* p.254-255. À noter que, p. 241, un certain Tavernier est cité pour avoir perfectionné un système d'échappement. Nous ne savons pas s'il s'agit du même artiste (mécanicien) que nous rencontrerons ci-dessous.



Fig. 23: Jomard

Edme-François Jomard est né à Versailles le17 novembre 1777. Élève brillant et précoce, il est admis à l'École des Ponts et Chaussées, puis à Polytechnique dans la première promotion (1794), et termine sa formation par l'école d'Application de géographie et du cadastre. Il fait partie de l'Expédition d'Égypte (1798 – 1801) en qualité d'ingénieur géographe. Peu après son retour, en 1803, il est chargé de coopérer à la *Description de l'Égypte*, œuvre monumentale dont il s'occupera pendant près de vingt ans, devenant bientôt responsable de la gravure et de l'impression de toutes les planches de cet énorme ouvrage. L'expédition d'Égypte a rassemblé un grand nombre de jeunes scientifiques et a créé entre eux des liens très forts. Il faut citer ici Paul-Étienne Lenoir, Jean-Baptiste Corabœuf, Hachette qui ont participé avec Jomard à cette aventure militaro-scientifique, dont il sera question plus loin.

En 1815, à la chute de l'Empire, il est envoyé en Angleterre pour « prendre des empreintes et des copies de tous les monuments enlevés par les Anglais à l'armée d'Orient[1]». Il y restera du 1er mars à la fin avril. Sa mission est un succès, en particulier grâce à l'appui de Joseph Banks, alors président de la Royal Society. Il rapporte entre autres des copies ou moulages de « huit à neuf monuments égyptiens de premier ordre, recueillis par la Commission des sciences et arts d'Égypte (…) devenus la proie de l'armée anglaise.[2] » Parmi ceux-ci, une excellente copie de la pierre de Rosette qui permettra à Champollion de percer le mystère des hiéroglyphes. Il en revient aussi avec un enthousiasme extraordinaire à l'égard de la Grande-Bretagne. C'est au cours de ce séjour qu'il entend parler de l'Enseignement mutuel, dont il restera toute sa vie un

---

1 LAISSUS, Yves , *Jomard, le dernier Egyptien,* Fayard, Paris, 2004, p.145.

2 JOMARD, Edme-François, *Souvenirs sur Gaspard Monge et ses rapports avec Napoléon*, Thunot, Paris, 1853, p. 66.

farouche partisan, et de la règle à calcul.

Jomard, travailleur infatigable, continuera une brillante carrière. Il militera constamment en faveur de l'enseignement mutuel et d'une modernisation de l'école élémentaire. Géographe de formation, il sera un des fondateurs de la Société de Géographie, qu'il présidera plusieurs années. Voici comment il est présenté en 1863, peu après son décès, par M. de La Roquette, Vice-Président de la Commission Centrale de la Société de Géographie[1] :

> *Edme-François Jomard, ancien ingénieur géographe, ancien membre de la commission d'Égypte, l'un des fondateurs de l'Enseignement Mutuel en France, de la Société pour l'Instruction élémentaire et l'organisateur de la première école modèle, membre de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, de la Commission des Antiquaires de France, de la Société d'Acclimatation, de la Société d'Ethnographie, etc., de l'Académie des inscriptions et belles-lettres, directeur de la mission égyptienne en France, etc., etc., Conservateur du Département des cartes et documents géographiques à la Bibliothèque Impériale, appartenant à presque toutes les Sociétés géographiques et Académies des deux mondes, était président honoraire de notre Société qui le comptait au nombre de ses principaux membres fondateurs ; il était aussi bey d'Égypte et commandeur de la Légion d'honneur.*[2]

Charles Félix Collardeau (1796 – 1869)

Charles Félix Collardeau-Duheaume (ou du Heaume) a, lui aussi joué un rôle important dans l'introduction de la règle à calcul en France à cette période.

La fiche matricule de l'École Polytechnique[3] nous apprend que son père est marchand de toile à Paris, et que Collardeau, admis en 1815, s'est retrouvé « licencié d'après l'ordonnance du 13 avril 1816 », comme toute l'école, pour des raisons « de discipline ». Ayant été autorisé à se représenter en 1817, il a été « jugé inadmissible suivant la déclaration du jury du 28 octobre 1817 ». Il n'a donc fait qu'un bref passage à Polytechnique. Peut-être est-ce pour cette raison qu'il s'est tourné vers la fabrication

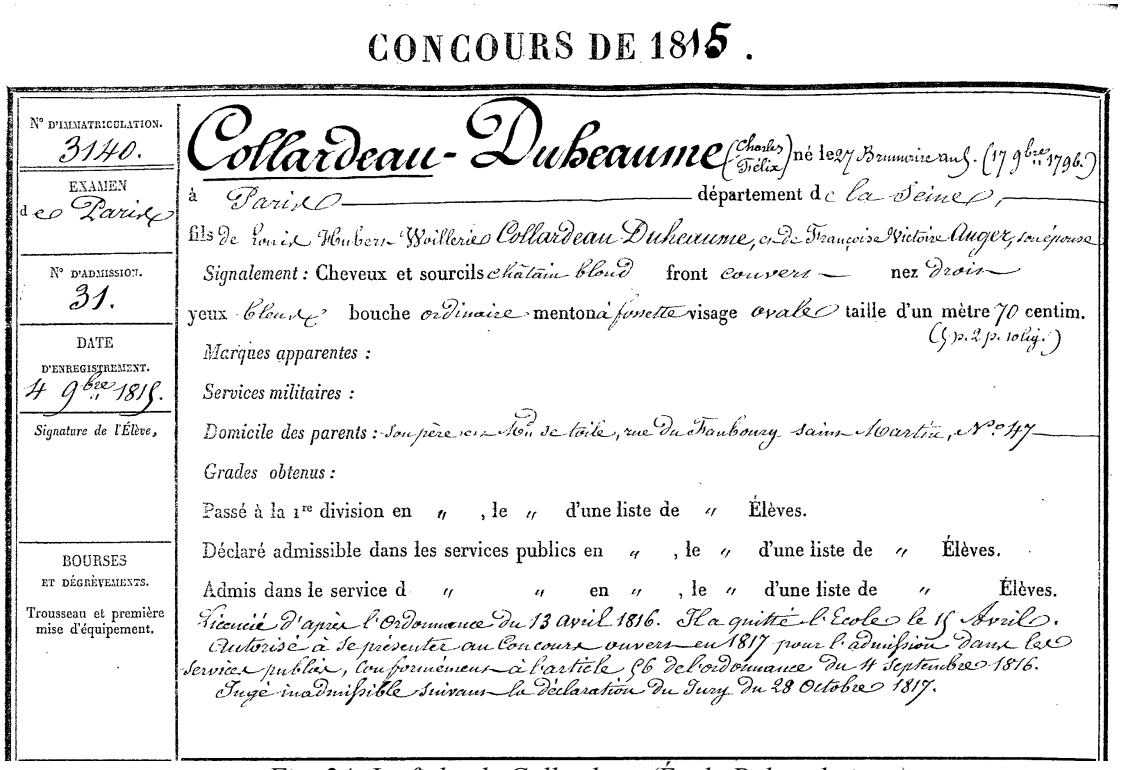
---

1 De La ROQUETTE, « Notice sur la vie et les travaux de Monsieur Jomard », dans *Bulletin de la Société de géographie,* cinquième série, tome cinquième, Arthus-Bertrand, Paris, 1863, pp. 81-101.

2 Ibid., p. 81.

3 https://bibli-aleph.polytechnique.fr/

d'instruments scientifiques ?



CONCOURS DE 1815 .

N° D'IMMATRICULATION. 3140.

EXAMEN de Paris

N° D'ADMISSION. 31.

DATE D'ENREGISTREMENT. 4 9bre 1815.

Signature de l'Élève,

BOURSES ET DÉGRÈVEMENTS.

Trousseau et première mise d'équipement.

Collardeau-Dubeaume (Charles Félix) né le 27 Brumaire an 5. (17 9bre 1796.)

à Paris département de la Seine,

fils de Louis Hubert Wolleries Collardeau Dubeaume, et de Françoise Victoire Auger, son épouse

Signalement : Cheveux et sourcils châtain blond front couvert — nez droit

yeux bleus bouche ordinaire mentonà fossette visage ovale taille d'un mètre 70 centim. (5 p. 2 p. 10 lig.)

Marques apparentes :

Services militaires :

Domicile des parents : Son père rue Mont de Marle, rue du Faubourg saint Martin, N° 147

Grades obtenus :

Passé à la 1re division en " , le " d'une liste de " Élèves.

Déclaré admissible dans les services publics en " , le " d'une liste de " Élèves.

Admis dans le service d " " en " , le " d'une liste de " Élèves.

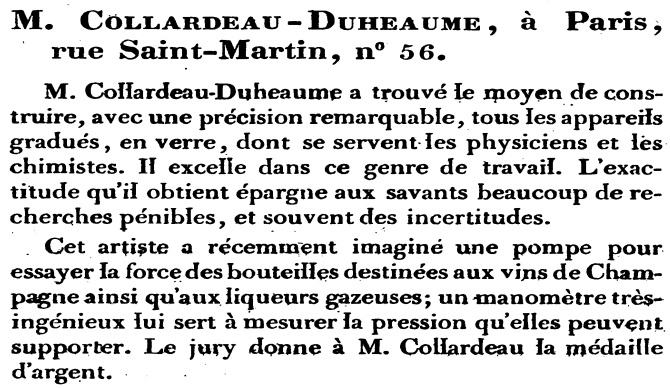
Sorti d'après l'Ordonnance du 13 avril 1816. A quitté l'Ecole le 15 Avril.
Autorisé à se présenter au Concours ouvert en 1817 pour l'admission dans les Services publics, conformément à l'article 26 de l'ordonnance du 4 Septembre 1816.
Jugé inadmissible suivant la déclaration du Jury du 28 Octobre 1817.

Fig. 24: La fiche de Collardeau (École Polytechnique)

Il a beaucoup travaillé avec Gay-Lussac, mettant au point un certain nombre d'appareils de laboratoire qui lui vaudront une certaine renommée dans sa profession. Ainsi, dans le Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale de 1825, Hachette, pour la commission des Arts chimiques, présente un alcoomètre centésimal conçu par Gay-Lussac, et fabriqué par Collardeau. Il en profite pour faire l'éloge du savoir-faire de ce dernier :

> *C'est Monsieur Collardeau (...) qui s'est chargé de construire cet instrument. On trouve dans son établissement, l'instruction que M. Gay-Lussac a publiée pour en expliquer l'usage. (...) Il lui attribue la plupart des calculs qui accompagnent cette instruction. De son côté, M. Collardeau s'est fait aussi un devoir de reconnaître qu'il doit à M. Gay-Lussac une foule de procédés ingénieux de fabrication, qui, seuls, assureraient le succès de son établissement. (...) Il prend l'engagement de ne mettre dans le commerce que des ouvrages exécutés avec toute la précision désirable. (...) L'établissement que M. Collardeau a formé*

sous les auspices de M. Gay-Lussac a pour objet principal la fabrication des instruments de précision en verre, à l'usage du commerce, des laboratoires de physique, chimie, pharmacie, etc.[1]



M. COLLARDEAU-DUHEAUME, à Paris, rue Saint-Martin, n° 56.

M. Collardeau-Duheaume a trouvé le moyen de construire, avec une précision remarquable, tous les appareils gradués, en verre, dont se servent les physiciens et les chimistes. Il excelle dans ce genre de travail. L'exactitude qu'il obtient épargne aux savants beaucoup de recherches pénibles, et souvent des incertitudes.

Cet artiste a récemment imaginé une pompe pour essayer la force des bouteilles destinées aux vins de Champagne ainsi qu'aux liqueurs gazeuses; un manomètre très-ingénieux lui sert à mesurer la pression qu'elles peuvent supporter. Le jury donne à M. Collardeau la médaille d'argent.

Fig. 25: Médaille d'argent de Collardeau (1834)

Collardeau s'est donc très tôt spécialisé dans la verrerie de laboratoire, et semble bien ne jamais avoir fabriqué lui-même de règles à calcul. Sa réputation s'étend au fil des ans, puisqu'il a, par exemple, obtenu une médaille d'argent à l'Exposition des produits de l'industrie française de 1834[2]. Le *Dictionnaire universel des contemporains*[3] de 1865 en parle ainsi :

> *Collardeau-Duheaume se livre à l'étude et à la fabrication des instruments de précision. En outre, il prend part à diverses expériences de Gay-Lussac, et acquiert de sérieuses connaissances en chimie. La maison qu'il a fondée et dirigée pendant près de quarante ans a honorablement figuré aux expositions générales et particulières de l'industrie. Ses inventions ou ses modifications ont obtenu depuis 1834 plusieurs médailles d'argent ou de deuxième classe. Parmi les appareils inventés ou améliorés par Collardeau, on peut notamment citer des balances, des aéromètres (sic), des équiangles, des appareils gradués.*

Il n'est pas fait mention dans cette notice récapitulative de la règle à calcul. Comment a-t-il été amené, avant 1820, à s'y intéresser ? Il l'indique lui-même dans le texte préliminaire de son manuel d'instructions de 1820 :

> *Déjà plusieurs savans ont exprimé le vœu de la [la règle à calcul] voir*

---

1 HACHETTE, « Note sur l'alcoomètre centésimal de M. Gay-Lussac », in *Bulletin de la SEIN, 24e année, N° CCXLVII, janvier 1825,* Madame Huzard, Paris, 1825, pp. 10-11.

2 DUPIN, baron Charles, *Rapport du jury central sur les produits de l'industrie française en 1834,* Imprimerie royale, Paris, p. 255.

3 VAPEREAU, G. *Dictionnaire universel des contemporains*, Paris, Hachette, 1865, article Collardeau.

introduite en France. De ce nombre, est M. Hachette sur l'invitation duquel j'ai commencé à m'en occuper, en prenant pour guide l'instruction et la règle anglaise, que lui-même a bien voulu me confier. Je n'avais d'abord fait qu'une traduction appropriée aux mesures françaises ; mais encouragé et secondé par les conseils éclairés de M. Wetter, au jugement duquel je l'avais soumise, j'ai hasardé une instruction nouvelle.[1]

Il s'agit très probablement de Jean Nicolas Hachette (1769-1834), adjoint de Monge à l'École Polytechnique, privé de son poste en 1816, lui aussi ancien de l'expédition d'Égypte, et peut-être d'un M. Wetter qui figure comme préparateur et artiste dans l'annuaire de l'École royale polytechnique en 1837[2]. C'est donc Hachette qui a procuré à Collardeau le matériel nécessaire. Celui-ci, après une simple traduction et adaptation, a estimé devoir s'attaquer à un manuel plus personnel, ainsi qu'à la mise au point pour Lenoir d'une règle à calcul de sa conception. Il est le premier à avoir publié un manuel d'instructions sur cet instrument dès 1820, dans lequel il est écrit : « L'instruction se vend chez M. Collardeau, Faubourg Saint-Martin, N° 130, et l'instruction avec la règle chez M. Lenoir, ingénieur du roi pour les instruments à l'usage des sciences, rue Saint-Honoré, N° 340.[3] »

Collardeau a donc demandé à Lenoir de fabriquer des règles à calcul, un peu plus tard que Jomard, mais elles ont été en fait terminées à peu près en même temps. C'est ce dernier qui nous en parle lui-même :

M. Collardeau s'est aussi occupé de la règle à calculer, et il a publié une instruction dont j'ai été chargé de rendre compte (dans cette communication). Il a également fait exécuter chez M. Lenoir une règle de cette espèce, de 25 centimètres seulement, un peu plus portative que celle qui vous a été présentée [par Jomard lui-même, en 1815].[4]

Étienne Lenoir (1744 – 1832)

---

1 COLLARDEAU, *Instruction sur la règle à calculs*, Goetschy, Paris, 1820, page non numérotée.

2 ANONYME, *Annuaire de l'École royale polytechnique pour 1837*, Bachelier, Paris, 1836, p.160. Cette identification est donnée avec réserves, car nous n'avons pas trouvé trace de ce nom dans les annuaires précédents. Cependant, le fait qu'il soit un « artiste », donc un professionnel des instruments scientifiques, incite à penser qu'il pourrait bien être la personne citée par Collardeau.

3 COLLARDEAU, *op. cit.,* page non numérotée.

4 JOMARD, Edme, Bulletin de la SEIN, n° CXCIX janvier 1821 p 4.



Fig. 26: Buste d'Étienne Lenoir

Étienne Lenoir est né le 28 février 1744. Issu d'une famille très modeste, il semble avoir reçu une formation de serrurier, métier qu'il exerça jusqu'en 1772, date à laquelle il s'installa à Paris[1]. Il avait suivi une instruction rudimentaire, comme en témoignent certaines lettres écrites à l'occasion de sa mésaventure avec la corporation des fondeurs. Cependant très rapidement ses qualités professionnelles exceptionnelles furent reconnues et dès les années 1780, il reçut des commandes officielles importantes. Il est nommé ingénieur du Roi en 1786.

Voici comment, dans *Le magasin encyclopédique*, en 1797, Jérôme Lalande rend hommage aux qualités extraordinaires d'Étienne Lenoir

> *Le citoyen Lenoir, ingénieur pour les instrumens de mathématiques, est né à Mer, près de Blois, le premier mars 1744*[2]*; il est connu depuis longtemps par la perfection de ses ouvrages, et par des machines ingénieuses qu'il s'est faites pour y parvenir. Il a chez lui une plate-forme de 6 pieds 4 pouces de diamètre, la plus grande qui ait été faite. Il a fait en 1794 une machine pour diviser les nouveaux mètres, dont l'usage est si simple qu'un enfant peut diviser avec la précision d'un centième de ligne ; j'ai chez moi une lunette méridienne d'une si grande précision qu'il n'y a pas souvent un cinquième de seconde depuis le zénit jusqu'à l'horizon. Depuis qu'on a reconnu l'importance des cercles entiers pour les observations, Lenoir n'a cessé d'en faire, et depuis qu'il s'en occupe, on n'a cessé de rendre*

---

1 Sur la vie de Lenoir, voir TURNER, Anthony, *From pleasure and profit to science and security Etienne Lenoir and the transformation of precision instrument-making in France 1760-1830, op. cit.*

2 En fait, le 1er mars est la date de son baptême.

témoignage de leur exactitude. Tous les instruments que j'ai vu sortir de ses mains (...) doivent quelque chose à l'esprit d'invention qui le distingue de ses confrères. (...) Il ne manquoit à la France qu'un ingénieur tel que le citoyen Lenoir pour l'opposer dans cette partie à nos rivaux de gloire [les Anglais], de prétention d'industrie et de commerce.[1]

Le texte de Lalande montre bien qu'il était devenu un des tous premiers artistes en instruments de précision. Sa contribution à la fabrication de grands instruments pour l'observatoire de Paris, puis des mètres-étalons, et d'innombrables instruments de précision, dont des cercles répétiteurs de Borda ayant servi à la mesure du méridien, lui avaient valu une grande reconnaissance, y compris de la part des milieux scientifiques officiels, puisqu'il fut admis à la commission des Poids et Mesures en 1792. Il s'est même présenté à l'Institut en 1797 ; il n'y a pas été élu ; il avait en face de lui, entre autres, un certain Napoléon Bonaparte. À l'époque qui nous intéresse, il était déjà assez âgé et travaillait avec son fils Paul-Étienne, qu'il avait formé et dont nous parlerons plus loin. Son atelier était situé au 340 rue St Honoré. Il utilise déjà des machines à diviser qui permettent de graver les graduations d'une manière très précise, qu'il s'efforce de perfectionner sans cesse. Il y travaillera pratiquement jusqu'à la fin de sa vie.

Paul-Étienne Lenoir (1776-1827)

Paul-Étienne Lenoir, ancien élève de l'École Polytechnique (promotion ….), a effectué la campagne d'Égypte comme ingénieur en instruments scientifiques. Il est donc fort probable qu'il ait créé des liens avec Jomard dès cette époque. De plus, son père Étienne l'avait formé, puisqu'il figure dès 1793 sur la liste des employés de l'atelier du citoyen Lenoir[2]. Étienne Lenoir voyait en lui son successeur, puisque, en 1819, il a déjà reçu une médaille d'argent, et d'après Turner[3], c'est à cette période qu'il a pris la direction de l'atelier créé par son père. Celui-ci semble avoir consacré la fin de sa vie à la mise au point d'une machine à diviser dont très peu est connu, sinon qu'elle fut dessinée sur papier en 1827.

---

1 LALANDE, Jérôme, « Notice sur les ouvrages des citoyens Lenoir, Caroché et Fortin » in *Le magasin encyclopédique,* Fuchs, Paris, An VI, 1797, p. 147-148.

2 Voir TURNER, *op. cit.*,p. 63, LAVOISIER, *Œuvres,* tome VI, Imprimerie nationale, Paris, 1893, p. 667.

3 TURNER, *op. cit.*, p.73.

Paul-Étienne Lenoir est mort prématurément en 1827. Son activité a été très importante dans ses dernières années, et la règle à calcul n'était évidemment pas sa seule préoccupation. En particulier, il a beaucoup travaillé sur des instruments plus complexes, comme le montre le *Mémoire sur les niveaux-cercles*[1] lu à l'Académie des Sciences le 10 octobre 1825, où il rend hommage à son père, et dont voici l'introduction :

> *Il est impossible à un artiste de n'être pas ému en se trouvant au milieu de vous. (...) Il m'est doux encore de m'associer dans cet honneur à un père, aux heureux et nombreux travaux duquel il vous plaît d'accorder par-là même une récompense nouvelle, et qui, dans sa quatre-vingt-unième année, jouit d'une distinction bien honorable, en siégeant dans le sein d'une assemblée illustre, prise parmi vous. Je vais mettre en œuvre mes faibles moyens, afin de répondre à votre bienveillance, en vous démontrant l'utilité et les divers avantages d'un instrument que j'ai imaginé en 1820, et auquel, par suite, j'ai ajouté plusieurs propriétés. Cet instrument a été approuvé et reçu par les corps du Génie militaire et des ponts-et-chaussées.*

Il s'agit d'un instrument de nivellement, qu'il présente dans son mémoire. À la fin de son introduction, Paul-Étienne Lenoir fait part de son projet d'ouvrage sur les instruments fabriqués dans ses ateliers :

> *Depuis longtemps je me suis proposé de publier un ouvrage sur les instruments d'astronomie, de marine, de géodésie, d'arpentage, de nivellement et de météorologie, que mon père et moi avons imaginés ou perfectionnés, ce qui a renouvelé cette branche d'industrie si utile aux sciences exactes.*

Malheureusement il n'a pas eu le temps de mener à bien ce projet, ce qui prive les historiens des sciences d'une source incomparable. Son père lui survivra cinq ans, pendant lesquels l'adresse de son atelier sera 14 rue Cassette à Paris.

C) La communication de Jomard à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale en 1815

[1] LENOIR, Paul-Étienne, *Mémoires sur les niveaux-cercles,* sans nom d'éditeur, 1825.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

La Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (SEIN) a été fondée le 1er novembre 1801, sous l'impulsion de Chaptal, qui en sera le premier président, et le restera jusqu'à sa mort en 1832. Son but est de mettre la science au service de l'industrie et de susciter l'innovation technologique et sa diffusion. À cette époque, il s'agit aussi de combler le retard technologique par rapport à l'Angleterre, et le Premier Consul Bonaparte soutient cette initiative. Elle comprend cinq commissions : arts mécaniques, arts chimiques, agriculture, économie domestique, commerce. Dans ses statuts[1], reconnus par ordonnance du Roi du 21 avril 1824, ses buts sont ainsi décrits :

> Proposer des prix pour l'invention, le perfectionnement ou l'exécution des machines ou des procédés avantageux à l'agriculture, aux arts et aux manufactures.
> Introduire en France les procédés établis avec avantage dans les manufactures étrangères
> Répandre l'instruction relative à l'agriculture, aux arts et manufactures (...)
> Faire les expériences nécessaires pour juger le degré d'utilité qu'il est possible de retirer des nouvelles inventions annoncées au public
> Faire exécuter à ses frais, distribuer dans le public et spécialement dans les ateliers, les machines ou instruments qui méritent de l'être.

La SEIN a publié de 1802 à 1943 un bulletin mensuel[2] qui est une extraordinaire source de documentation sur l'évolution de l'industrie française au XIXe et début du XXe siècle. La bibliothèque existe toujours et est une mine d'informations.

Pour devenir membre de la SEIN, il fallait être présenté par un membre et autorisé par le conseil d'administration. Jomard y a été admis au cours de l'année 1815. En effet dans la liste des membres admis en 1815, figure la référence suivante : « JOMARD, chevalier de la Légion d'honneur, membre de la Commission d'Égypte, à Paris.»[3]

La Société d'Encouragement regroupe donc des personnalités éminentes des milieux scientifique et industriel de la société française de l'époque. Le Conseil d'Administration de la Société, en 1815, comprend outre Chaptal, Président, Ampère, Prony, Gay-Lussac, Berthollet par exemple. On y trouve également de nombreuses

---

1 ANONYME, *Annuaire de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale,* Année 1852, Bouchard-Huzard, Paris, 1852, p. 15-20.

2 L'intégralité des numéros de ce bulletin est en ligne sur le site du CNAM : http://cnum.cnam.fr/CGI/redir.cgi?BSPI (consulté le 9 janvier 2014).

3 *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, quatorzième année, (n° CXXXVIII), Décembre 1815, p. 300.

personnalités, membres de l'Institut, inspecteurs généraux de l'administration, des membres des diverses sociétés d'agriculture, etc. Il s'agit donc d'une société de notables et d'industriels désireux d'associer leurs efforts pour faire de la France un état plus moderne, tourné vers le progrès technique, comme l'indiquent les statuts.

Compte tenu des buts de la Société, il est clair que la règle à calcul, importée d'Angleterre où elle est déjà utilisée avec profit, entre parfaitement dans le cadre défini par les statuts. Et effectivement, plusieurs communications dans le bulletin concernent la règle à calcul à cette période: une en 1815, quatre en 1816, trois en 1821, une en 1822, 1823, 1824 et 1827. Ces communications sont proposées par le comité des Arts mécaniques, et permettent de suivre pas à pas les différentes étapes de l'introduction de la règle à calcul en France.

La mécanisation en Angleterre

À son retour d'Angleterre, Jomard donne une communication à la SEIN qui est publiée dans le numéro d'août 1815 du Bulletin sous le titre : « Description d'une règle à calculer, employée en Angleterre et appelée sliding rule ; précédée de quelques réflexions sur l'état de l'industrie anglaise, en avril 1815[1] ».

Cette communication est véritablement le point de départ de la fabrication et de la diffusion de la règle à calcul en France. Jomard revient d'un séjour de deux mois en Angleterre, pour de toutes autres raisons. Il en a cependant profité pour se faire une idée de l'industrialisation et de la mécanisation dans ce pays. Il commence par présenter d'une manière générale l'organisation de l'industrie anglaise. Son opinion est très élogieuse :

> *Il y a (...) une pépinière d'artisans capables eux-mêmes de deviner, de réaliser des procédés ingénieux, et qui sont devenus tels en s'appliquant sans relâche à perfectionner les instrumens et les moyens de la mécanique. Il en est résulté que la plus grande partie des produits des arts ont aujourd'hui, en Angleterre, une sorte d'uniformité, et qu'il n'y en a point ou peu de médiocres. Chez nous, le riche et l'homme aisé peuvent seuls atteindre aux choses soignées et*

[1] JOMARD, Edme François, « Description d'une règle à calculer, employée en Angleterre et appelée sliding rule ; précédée de quelques réflexions sur l'état de l'industrie anglaise, en avril 1815 »,*Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale quatorzième année n°CXXXIV (août 1815)*, p. 179-190.

élégantes ; là, elles sont populaires.[1]

Il met donc en évidence une différence essentielle entre les fabrications anglaise, devenue d'usage courant, et française, réservée à une élite fortunée. « Beaucoup d'ouvrages faits par les moyens mécaniques, eu égard à leur perfection et au prix de l'argent, sont deux à trois fois moins chers que chez nous. » La raison en est donc une mécanisation plus poussée en Angleterre.

> *Peut-être l'usage des machines va-t-il jusqu'à l'abus ; mais n'est-ce pas un beau luxe que celui-là ? (...) Quand nos mécaniciens et nos fabricans auront pour eux de grands capitaux, beaucoup d'ouvriers adroits et de bons règlemens administratifs, nous ferons les mêmes progrès que nos voisins, et nous les dépasserons peut-être.*[2]

Le retard de la France n'est donc pas dû à une sorte d'incapacité naturelle, mais à un manque de capitaux et de formation. Il prend pour exemples la machine à vapeur, qui « sert aujourd'hui (…) à une foule d'usages dont on ne l'auroit pas crue susceptible » et la presse hydraulique : « Qu'y a-t-il de plus singulier que de déraciner des arbres avec une espèce de pompe, (…) si ce n'est peut-être (…) des bateaux allant sans voiles et sans rames, des chariots qui roulent sans chevaux et sans guides. » Et ces merveilles de la technique n'en sont plus au stade de projets, mais sont réellement utilisées.

Il n'y a pas que les réalisations pratiques qui le surprennent : « Il y a cependant quelque chose de plus extraordinaire encore : ce sont les *écoles sans maîtres* : rien pourtant n' est plus réel. » Jomard prend contact avec ce qui restera une des grandes passions de toute sa vie : l'enseignement mutuel, où les élèves plus âgés et plus avancés enseignent eux-mêmes à leurs camarades débutants. Il est un des premiers membres de la Société pour l'Instruction Élémentaire, dont un des buts est la propagation de cet enseignement mutuel. Parmi les autres membres à l'origine de cette société se trouvent plusieurs membres de la Société d'Encouragement, en particulier Louis-Benjamin Francœur (1773 – 1849), mathématicien et astronome, qui apportera son soutien à Jomard dans la promotion de la règle à calcul. Ils se connaissaient probablement de longue date, ayant été condisciples à Polytechnique. Franc œ ur, professeur titulaire de

---

1 *Ibid.,* p. 180.
2 *Ibid.*

la chaire d'algèbre supérieure à la Faculté des sciences de Paris, était membre de la commission des Arts mécaniques à la SEIN.

Présentation de la règle à calcul

Ensuite il en arrive à la règle à calcul (qu'il appelle « règle à calculer »), « qui est une espèce de machine, aujourd'hui portée à un grand degré de perfection. C'est un moyen de faire tous les calculs sans plume, sans crayon, ni papier (…), et sans savoir l'arithmétique. »[1] C'est le premier texte où se rencontre l'expression « règle à calculer ». Les dénominations utilisées en France étaient précédemment, règles (ou cadrans) logarithmiques. Est-ce Jomard qui l'a inventée à cette occasion ? Il ne traduit pas l'anglais, cependant il cite le nom de l'instrument utilisé en Angleterre. Il commence par présenter un bref historique du calcul mécanique, citant d'abord la machine de Pascal. Puis il en vient à Gunter, dont les règles « étaient principalement usitées pour les calculs astronomiques, et plutôt applicables à la navigation, qu'aux usages communs de la vie »[2], puis Lambert en Allemagne. La dernière remarque est importante et rejoint l'étude que nous avons faite ci-dessus concernant l'utilisation faite à partir de Watt en Angleterre : il doit s'agir, pour Jomard, d'un instrument d'usage général, destiné à la vie courante et utilisable par le plus grand public possible. Ceci met en évidence une conception nouvelle de l'instrument logarithmique, en particulier par rapport aux idées de Leblond,. Pour ce dernier, il n'était question que d'une utilisation spécifique aux conversions d'unités. Il n'envisageait pas d'en faire un instrument d'usage général. N'est-ce pas plutôt cette nouvelle conception de la règle comme instrument généraliste qui est apparue prometteuse aux membres de la Société d'Encouragement ?

Il présente ensuite les règles anglaises les plus récentes « que vient de faire à Londres M. Jones, ingénieur en instrumens », qui « peuvent servir aux savans, aux ingénieurs, aux négocians, aux ouvriers, aux arpenteurs, à presque tout le monde. » Les quelques pages suivantes contiennent une description de l'instrument de Jones, « une règle de buis, plate et étroite, d'un pied de long seulement, au-dedans de laquelle est une petite règle glissante qui porte, ainsi que l'autre, de certaines divisions. » Il s'agit ici du type de règle dont nous avons parlé précédemment, qui avaient été fabriquées d'abord à la demande de James Watt, et qui s'étaient donc répandues en Angleterre.

---

1 *Ibid.*
2 *Ibid.*

Les derniers paragraphes de la communication se présentent comme un bref manuel d'instructions pour l'utilisation de l'instrument. Jomard explique, par des exemples, comment lire les nombres sur les échelles de la règle et effectuer les multiplications, divisions, proportions, règles de trois, ainsi que l'usage de l'échelle des logarithmes, et des tables de diviseurs qui figurent au dos de la règle. De plus l'article est illustré d'une gravure hors texte précise et complète d'un modèle de Jones, en vraie grandeur, sur lequel on peut lire l'adresse du fabricant : « JONES N° 30 HOLBORN LONDON ».

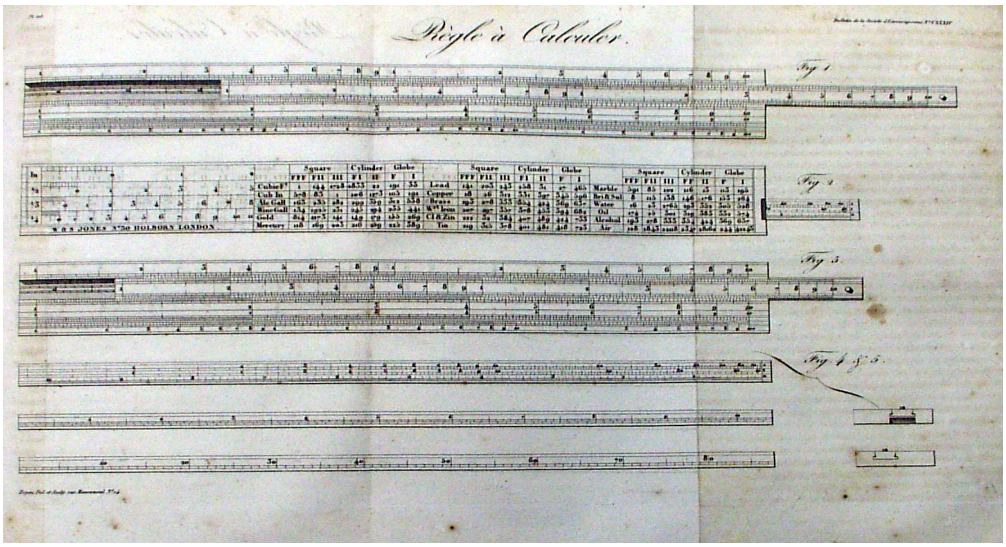


Fig. 27: La règle à calcul anglaise présentée par Jomard

Cette partie de la communication contient les éléments essentiels des futurs manuels d'instructions, avec d'abord la lecture des nombres sur les échelles logarithmiques, puis les méthodes pour les diverses opérations possibles. Jomard précise également les limites de la règle, surtout dans un exemple de multiplication. Il prend 9354 x 8957, indique comment l'on procède pour obtenir le résultat 83 600 000 à l'aide de la règle. Le résultat exact étant 83 596 698, on obtient une erreur relative de 1/28000. Son commentaire est pertinent :

> *On n'a pas de nombres rigoureusement exacts avec ce mode de multiplication, et on ne peut se flatter de les avoir ; mais c'est déjà un grand avantage que d'obtenir instantanément un produit de huit chiffres à l'approximation d'une vingt-huit millième partie.*[1]

[1] *Ibid.*, p. 184.

Il indique aussi en note que « M. Francœur, professeur à la faculté des sciences de Paris, a rédigé une instruction détaillée, qui apprend à résoudre, au moyen de la règle, une grande quantité de problèmes d'arithmétique, de géométrie et de trigonométrie pratiques. Cette instruction mériterait d'être publiée. »[1] L'a-t-elle été ? Nous n'en avons trouvé aucune trace, ni dans les bibliothèques, ni dans les recensions de manuels d'instructions de cette période. Cette instruction était-elle réservée à ses élèves ?

Jomard insiste aussi sur le fait que le système décimal d'unités de mesures en France est très bien adapté à la règle à calcul : « nul système de mesures linéaires, monétaires, pondérales ou autres, ne convient mieux à *la règle à calculer*, que le système français ; et c'est un grand motif pour en introduire l'usage parmi nous. Rien ne sera plus facile que de faire ici de pareilles règles. »[2]

Il termine par des considérations plus pratiques ; il s'agit de fabriquer un instrument précis, fiable et suffisamment bon marché pour qu'il reste à la portée d'un grand nombre d'utilisateurs :

> *Il est donc à désirer qu'elle devienne d'un usage tout-à-fait populaire, et que le prix en soit mis à la portée de tout le monde, sans perdre de vue cependant la parfaite précision, faute de laquelle cet instrument serait absolument à rejeter. À Londres, la règle d'un pied vaut aujourd'hui 5 schellings. Je crois qu'on pourrait ici la fabriquer pour 4 à 5 francs.*[3]

Et enfin, il indique qu'il a déjà pris des contacts en vue de la fabrication.

> *On s'occupe de fabriquer à Paris des règles à calculer, assujetties aux mesures françaises, et qui sans être beaucoup plus longues, auront deux fois plus de précision que la règle anglaise d'un pied. C'est à M. Lenoir, habile ingénieur en instrumens que j'ai confié ce travail. Je suis redevable de tous les calculs qu'exige la parfaite construction de cette règle, à M. Corabœuf, capitaine au Corps royal des ingénieurs géographes*.[4]

Il s'agit là de Paul-Étienne Lenoir, le fils. Tout comme Corabœuf, il faisait partie de l'expédition d'Égypte. Jomard utilise donc le réseau des « égyptiens » pour faire

---

1 *Ibid.*
2 *Ibid.*
3 *Ibid.*
4 *Ibid.*

avancer son projet. À peine revenu d'Angleterre, il est soucieux, non seulement de faire partager sa « découverte », mais de mettre en œuvre sa réalisation le plus rapidement possible en s'adressant aux personnes les plus qualifiées et compétentes.

Dans cet article, Jomard montre de grands talents de communication, selon l'expression d'aujourd'hui. Non seulement il décrit l'instrument et explique ses avantages et la manière de s'en servir, mais il a déjà mis en place les bases de sa production : les calculs sont faits et le constructeur est déjà trouvé. Tout est prêt pour commencer la fabrication. Il reste cependant quelques difficultés à résoudre. Bien sûr, une communication à la SEIN n'est pas destinée au grand public. Cependant les membres de cette société sont des personnalités influentes dans le monde scientifique et industriel de l'époque. Jomard s'adresse donc à un public qui pourra favoriser la diffusion de ce nouvel instrument ; il ne s'est pas trompé sur ce point.

Réactions à cette communication

Cette communication a suscité quelques réactions à l'intérieur même de la SEIN. En effet quelques tentatives d'utilisation des échelles logarithmiques avaient eu lieu en France dans les années 1800, en particulier de la part de Leblond et Gattey, avec leurs cadrans logarithmiques. Dans le Bulletin n° CXLI de l'année suivante, trois articles consécutifs se rapportent à cette affaire. Le premier est écrit par Ampère, rapporteur du Comité des Arts mécaniques, le deuxième, non signé, décrit le fonctionnement de l'arithmographe de Gattey, et le troisième est de Jomard. François Gattey, est chef du Bureau des poids et mesures. Il a participé à l'élaboration du système métrique et publié entre autres des tables de conversion des anciennes mesures vers les nouvelles.[1]

Le premier article concerne donc une lettre de Gattey au comité des Arts mécaniques, revendiquant l'antériorité sur Jomard. Ampère, au nom du comité des Arts mécaniques, rapporte cette plainte :

> *La Société a renvoyé à l'examen de son Comité des Arts mécaniques, une lettre de M. Gattey, relative à l'insertion dans le n°CXXXIV du Bulletin, d'une notice sur la règle à calculer, usitée en Angleterre. On se propose, dans cette notice, de faire construire, à Paris, des règles semblables aux règles anglaises, et M. Gattey se plaint avec raison de ce qu'on n'y parle point des efforts qu'il a faits*

[1] GATTEY, François, *Table des rapports des anciennes mesures agraires avec les nouvelles, précédées des éléments du nouveau système métrique, troisième édition,,* Paris, Michaud, chez l'auteur, 1812.

depuis seize ans, pour faire adopter en France l'usage d'un instrument de son invention, auquel il a donné le nom d' arithmographe*. (...) Nous avons reconnu que la réclamation de M. Gattey était fondée ; qu'il a publié dès 1798, sous le nom de* cadran logarithmique*, et reproduit en 1810, sous celui d'arithmographe, l'instrument dont il a envoyé un modèle à la Société.*[1]

La SEIN donne donc acte à Gattey de son antériorité, et décrit, immédiatement à la suite de ce rapport, l'arithmographe, avec une gravure grandeur nature, ainsi qu'une explication de la manière de procéder pour effectuer les diverses opérations.[2]

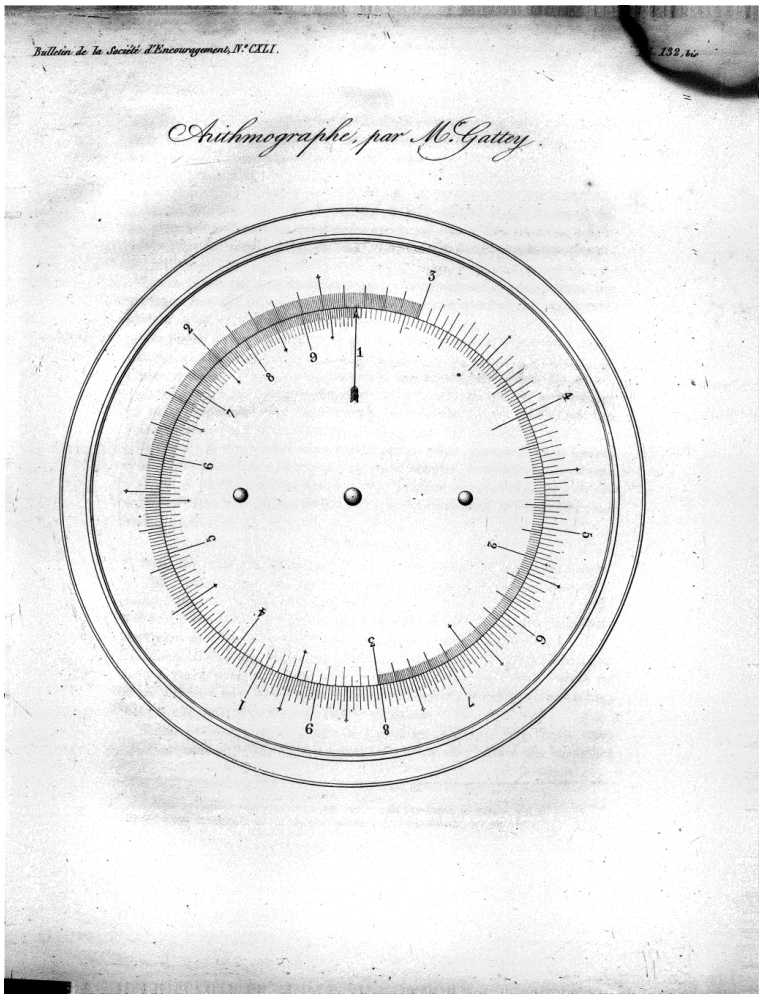


Fig. 28: L'arithmographe de Gattey dans le bulletin de la SEIN

[1] AMPERE, « Rapport fait par M. Ampère, au nom du Comité des arts mécaniques, sur un instrument à calculer, inventé par M. Gattey, et auquel il donne le nom d'arithmographe », *Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale*, n°CXLI Mars 1816 p. 49-50.

[2] Anonyme, « Description de l'arithmographe, et explication sommaire de ses principaux usages » *ibid.*, p.50-54.

Jomard réagit à son tour, dans le même bulletin ; l'article est intitulé « Observations de M. Jomard, sur les règles à calculer, et sur l'artihmographe[1] ». Il se place sur un autre plan, considérant que la priorité de l'invention des cadrans logarithmiques et des règles à calcul n'est pas le sujet, car elle est bien antérieure à cette discussion. Curieusement, il considère que « il s'en faut toutefois que l'invention première des machines logarithmiques appartienne aux Anglais eux-mêmes. Les Allemands ont eu les premiers cette idée ingénieuse, de mettre les logarithmes sur un instrument, pour éviter de les chercher dans les tables. C'est ce que fit *Biler*, en 1696, dans son instrument *demi-circulaire*. » Il pense que Gunter vient postérieurement. Il se trompe donc dans la chronologie, mais a raison en ce qui concerne le fait que ce ne soit pas une nouvelle invention. Le problème n'est donc pas là. Plus loin, Jomard poursuit son raisonnement :

> *L'invention est si ancienne, qu'il n'y a que la plus parfaite exécution, et surtout l'usage populaire de cet instrument, qui soient aujourd'hui de quelque importance. Aussi le dernier de tous les perfectionnements qui a mis la règle à calculer à portée de toutes les fortunes et de toutes les intelligences, en a fait, pour ainsi dire, une machine nouvelle.*[2]

La dernière phrase nous fait pénétrer au cœur de la conception et des idées de Jomard. La nouveauté n'est pas l'instrument lui-même, qui existe depuis longtemps, mais la diffusion à grande échelle, grâce à un prix de vente modéré. Par conséquent :

> *Il résulte de ces observations que les cadrans donnés par MM. Leblond et Gattey, en 1795 et 1798, comme une extension des règles anglaises, leurs sont bien postérieurs, et qu'il n'y a pas lieu à réclamer la priorité ni pour l'un ni pour l'autre. Quant à l'idée elle-même de convertir en circonférence de cercles les échelles logarithmiques, elle est venue à tous ceux qui ont réfléchi sur ces sortes d'instrumens*.[3]

Jomard propose ensuite une « excellente application à faire des cadrans logarithmiques, mais dans une dimension tout-à-fait différente. J'imagine un cadran qui

---

1 JOMARD, Edme-François, « Observations de M. Jomard, sur les règles à calculer, et sur l'arithmographe », *ibid.*, p. 54-56.
2 *Ibid.*
3 *Ibid.*

auroit un mètre de rayon et qui seroit verticalement fixé contre la muraille [pour] (…) dresser des tables astronomiques, faire des calculs géodésiques[1] » grâce à la grande précision permise par une circonférence de plus de six mètres. Il ne semble pas qu'un tel appareil, qu'il décrit avec enthousiasme, ait connu même un début de réalisation.

Cet article est très intéressant et met en lumière la conception que Jomard se fait de la règle à calcul, et surtout de son utilisation. Il a compris que seul un prix modique permettrait vraiment d'en généraliser l'usage. Pour lui, c'est là que réside le progrès apporté par cet instrument.

[1] *Ibid.*

II) LES PREMIÈRES RÈGLES FRANÇAISES

A) La fabrication dans l'atelier de Lenoir

Une mise au point difficile (1815-1820)

Jomard, en 1815, annonce donc qu'il a pris contact avec Lenoir pour fabriquer la règle à calcul qu'il a décrite à la SEIN. Cependant cela ne s'est pas fait en un jour. Jomard lui-même, et Francœur, nous exposent les difficultés rencontrées. D'abord Jomard, en 1821 :

> *Ces avantages divers ont été exposés dans un mémoire où nous donnions en même temps l'usage de ces règles, et où nous annoncions que M. Lenoir s'était chargé d'en exécuter de pareilles, adaptées aux mesures françaises. La promesse que l'on faisait alors est aujourd'hui réalisée. On a déposé, à la fin de l'année dernière, la première de ces règles, exécutée en cuivre et divisée avec soin ; les règles pour l'usage ordinaire sont en bois. (...) M. Collardeau (...) a également fait exécuter chez M. Lenoir une règle de cette espèce, de 25 cm seulement, un peu plus portative*.[1]

Puis Francœur, quelques mois plus tard, complète et précise les faits :

> *M. Jomard, (...) avait conçu le projet de faire adopter en France, une invention utile, qui rend tout le monde à faire des calculs longs et difficiles ; (...) mais il ne tarda point à reconnaître qu'il ne suffit pas de signaler un bon instrument pour déterminer les uns à le construire, les autres à s'en servir. Il se donna la peine de calculer les distances entre les petites divisions d'une règle logarithmique de 35 centimètres de longueur, et confia à l'habile ingénieur, M. Lenoir, le soin d'exécuter ces échelles d'après ces données. L'opération ne s'est faite que très lentement, à raison des difficultés attachées à ce travail, qu'il fallait produire en grand et à bas prix. (...) M. Lenoir, comprenant que cette invention ne pouvait se répandre dans le public qu'autant que ces règles seraient livrées à bas prix, a conçu et établi, avec le soin qui distingue toutes ses productions, une*

[1] JOMARD, Edme François, Rapport fait par M. Jomard sur l'instruction de M. Collardeau pour l'usage de la règle à calculer », *BSPI,* vingtième année, n° CXCIX, janvier 1821, p. 4-5

machine qui marque à la fois les divisions sur huit règles, et bientôt il pourra en diviser ensemble un plus grand nombre.[1]

Un troisième exposé des faits, très précis, se trouve dans la préface du manuel d'instruction publié par J.-F. Artur en 1827. Artur était certainement en relation avec les ateliers de Lenoir, puisque c'est lui qui a donné des cours gratuits sur la règle à calcul chez Lenoir, et qu'il a publié en 1824 une instruction sur le cercle de Borda[2], fabriqué chez eux :

La règle de M. Jones a été décrite par M. Jomard en 1815, époque à laquelle ce savant engagea M. Lenoir fils, ingénieur du Roi pour les instruments à l'usage des sciences, à s'occuper de la construction des règles logarithmiques, afin d'en rendre l'application aussi générale que chez nos voisins. M. Lenoir exécuta d'abord la règle proposée par M. Jomard et calculée par M. Corabœuf, dont la partie divisée a trente-cinq centimètres ; il fit ensuite celle de vingt-cinq centimètres, dont les divisions furent calculées par M. Collardeau, élève de l'École Polytechnique.[3]

Ces trois textes donnent une idée précise de la manière dont les choses se sont déroulées. Jomard indique précisément la date à laquelle les ateliers de Lenoir ont enfin réalisé la règle à calcul qu'il avait présentée en 1815 : c'est à la fin de l'année 1820 qu'un prototype a été présenté et déposé, probablement à des fins de protection commerciale. Il s'agit d'un modèle en cuivre, non destiné à la commercialisation, puisque les règles commercialisées seront pour la plupart en bois. Il s'est donc passé plus de cinq ans entre la prise de contact avec Lenoir et la réalisation de l'instrument. Et Francœur précise quelques-unes des raisons de cette longue attente : il fallait concevoir tout un système technique de manière à obtenir des instruments précis, fiables mais bon marché. Jomard et Lenoir l'ont compris ainsi que Collardeau. Lenoir a donc dû mettre au point une machine à diviser les lignes droites permettant une production relativement importante. En fait, Lenoir a fabriqué deux modèles de règles : celle de Jomard, mesurant 35

---

1 FRANCŒUR, « Rapport fait par M. Francœur, au nom du comité des arts mécaniques, sur les règles à calculer de M. Jomard », *BSPI*, *vingtième année, n° CCI, mars 1821,* p. 78-79.

2 ARTUR, J.-F., *Description, théorie et usage du cercle de réflexion de Borda,* Casilian-Goeury, Paris, 1824.

3 ARTUR, J.-F., *Instruction théorique et applications de la règle logarithmique, ou à calculs,* Casilian-Goeury, Lenoir, Paris, 1827., p.ij.

centimètres de longueur, et celle de Collardeau, de 25 centimètres. La règle de Collardeau est plus facile à transporter sur soi, et nettement moins chère. Étant plus courte, elle est aussi moins précise. Cependant c'est cette dimension qui s'imposera pour les règles ordinaires. Francœur poursuit :

> *M. Lenoir, demeurant rue Saint-Honoré, n° 340, peut, dès actuellement, livrer au public des règles à calculs, en buis, à des prix très modérés ; celles de M. Collardeau coûtent 5 fr. ; la quantité de travail de celles de M. Jomard les élèvent au prix de 10 fr. Elles serviront aux calculs des physiciens, des mécaniciens, des ingénieurs, et il serait à désirer que l'usage en fût répandu dans le commerce, les ateliers, les écoles et les travaux publics, ainsi que cela a lieu en Angleterre.*[1]

Le prix de la règle de Jomard est nettement plus élevé. Dans les années 1820, un ouvrier parisien gagne environ 1,50 à 2 francs par jour, et ce salaire permettait à peine de survivre. 10 francs représentent donc une somme assez considérable. C'est pourquoi Francœur considère que cette règle est destinée aux professionnels des calculs. La règle de Collardeau est nettement plus abordable. D'ailleurs Francœur et Collardeau estiment que la règle de Jomard est d'un usage trop difficile pour des personnes non averties :

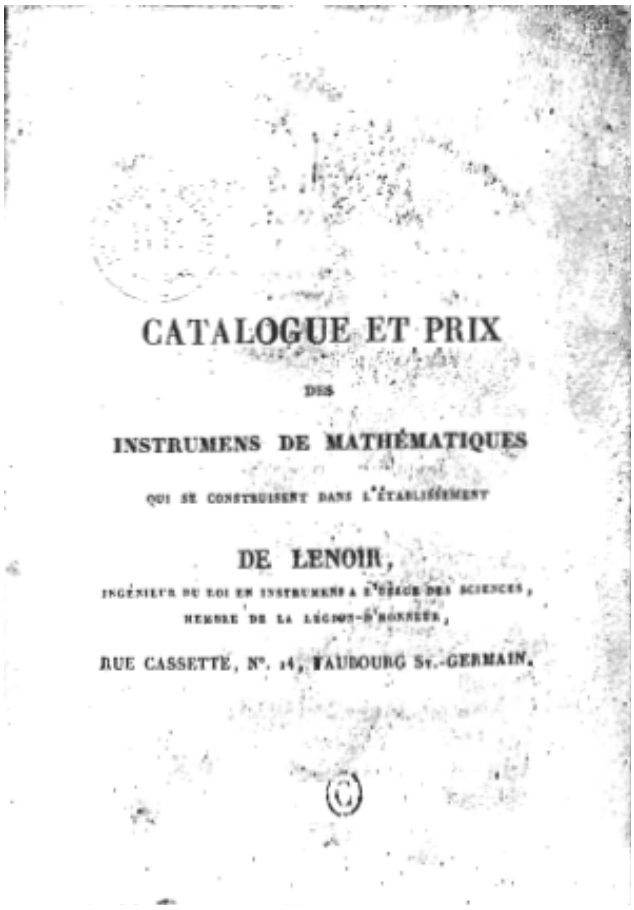
> *M. Collardeau, (...) considérant que les règles, sous la dimension que M. Jomard leur a donnée, étaient trop longues pour être commodément portatives, et avaient leurs divisions trop serrées pour pouvoir être manœuvrées par les hommes du peuple, en a fabriqué de la longueur de 26 centimètres. Leur exécution est supérieure à celles des meilleures règles anglaises, auxquelles on les a comparées avec soin.*[2]

Les deux modèles de règles ont donc reçu, début 1821, l'approbation du comité des arts mécaniques de la SEIN. La commercialisation peut donc commencer.

B) Les règles à calcul au catalogue (1830 env.)

---

1 FRANCŒUR, *loc. cit.,* p. 79.
2 *Ibid.*



CATALOGUE ET PRIX

DES

INSTRUMENS DE MATHÉMATIQUES

QUI SE CONSTRUISENT DANS L'ÉTABLISSEMENT

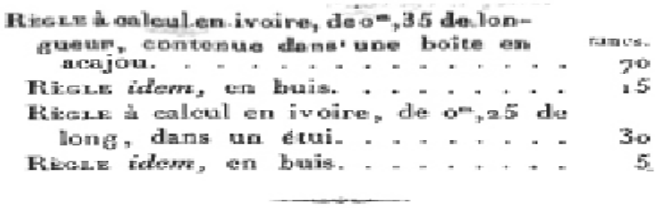
DE LENOIR,

INGÉNIEUR DU ROI EN INSTRUMENS A L'ÉCOLE DES SCIENCES,

MEMBRE DE LA LÉGION-D'HONNEUR,

RUE CASSETTE, N°. 14, FAUBOURG ST.-GERMAIN.

Fig. 29: Catalogue de Lenoir (BNF)



	francs.
Règle à calcul en ivoire, de 0m,35 de longueur, contenue dans une boîte en acajou.	70
Règle *idem*, en buis.	15
Règle à calcul en ivoire, de 0m,25 de long, dans un étui.	30
Règle *idem*, en buis.	5

Fig. 30: Extrait du catalogue de Lenoir, p. 20

Ce catalogue[1], 23 pages, des instruments de mathématiques qui se construisent dans l'établissement de Lenoir est le seul dont nous avons connaissance. Il n'y figure aucune date, cependant il doit dater des années 1827-1832. En effet, l'adresse est rue Cassette, N°14, il est donc postérieur au décès en 1827 de Paul-Étienne Lenoir, et antérieur à celui de son père, en 1832. On y trouve les références des règles vendues par Lenoir, pages 19 et 20.

[1] LENOIR, *Catalogue et prix des instruments de mathématiques,* Paris, sans date (1830 env.)

Les deux types de règles précédentes y figurent : la règle de Jomard, de 0,35m de longueur, et celle de Collardeau, de 0,25m, chacune fabriquée en deux versions : l'une en ivoire, l'autre en buis. Les prix des règles en ivoire en font des objets de luxe, surtout celle de 0,35m : 70 francs représente une somme considérable à l'époque. La seule règle d'un prix relativement accessible est la règle de 0,25m en buis. Il faut remarquer que la règle de Jomard devait se vendre à 10 francs, d'après la communication de Francœur, et qu'elle y est présentée à 15 francs. La description de la grande règle en ivoire contenue dans une boîte en acajou correspond exactement au modèle du musée du CNAM[1] à Paris.

Compte tenu des instruments qui apparaissent dans ce catalogue alphabétique, alidades, boussoles, baromètres, cercles répétiteurs astronomiques, compas, graphomètres, lunettes, mètres, niveaux-cercles, instruments topographiques divers etc., souvent de prix extrêmement élevé (jusqu'à 3000 francs pour un cercle répétiteur) et d'une grande complexité, la règle à calcul, instrument nouveau et peu connu, assez bon marché, ne devait pas être considérée comme une priorité pour Lenoir. N'est-ce pas là une des raisons de ces cinq ou six ans d'attente entre la communication de Jomard et la réalisation de son souhait ?

C) Deux exemples de règles fabriquées par Lenoir

Il existe encore un certain nombre de règles à calcul signées Lenoir, soit dans des collections privées, soit dans certains musées. Les règles ordinaires de cette époque étaient en bois. Il faut un bois assez clair, afin que les graduations soient suffisamment lisibles par contraste, et possédant de bonnes qualités de rigidité et de résistance à la dilatation. Lenoir dit que ses règles sont en buis. Concernant les règles de cette époque et d'autres un peu plus récentes, un ébéniste pense qu'il pourrait s'agir également de bois d'arbre fruitier, comme le citronnier, qui est d'un jaune clair, et n'exclut pas, au vu de plusieurs règles, que différents types de bois aient été utilisés pendant le XIX^{e} siècle. Avec les années, le bois s'est patiné et, dans certains cas, a pris une teinte plus sombre. Bien sûr les conditions de conservation des instruments (en dehors des musées) jouent un rôle important dans ce phénomène.

---

[1] Inventaire

Une règle « modèle Jomard » (1825 env.)

Cette règle à calcul[1] correspond au modèle décrit par Jomard. Elle est en bois, sans doute en buis, on peut la dater de 1825 environ. Il s'agit probablement d'une des premières règles à calcul fabriquées par Lenoir. Elle est identique, en tous points, en dehors du matériau, à celle que le musée du CNAM possède dans ses réserves.

Ses dimensions sont : longueur : 36 cm (il s'agit de la longueur de la règle elle-même, les échelles logarithmiques mesurent 35 cm) , largeur : 2,7 cm, épaisseur : 0,8 cm, poids : 60 g. Sa longueur montre qu'il s'agit bien du modèle préconisé par Jomard, et non de celui, plus économique, décrit par Collardeau.

La signature de Lenoir apparaît clairement, gravée au milieu de la règle, en haut. L'absence d'adresse est une des preuves que cette règle est très ancienne, car assez rapidement les constructeurs ont fait apparaître leur adresse à côté de leur nom.



Fig. 31: La signature de Lenoir

L'extrémité droite de la réglette est munie d'un bouton de laiton ou de cuivre facilitant les manipulations. Les échelles, longues de 35 centimètres, gravées sur la règle et la réglette sont les échelles normales du type Soho, c'est-à-dire, de haut en bas : trois échelles logarithmiques doubles identiques (graduées deux fois de 1 à 10), l'une en haut de la règle, deux autres sur la réglette, et une quatrième échelle, simple, graduée une seule fois de 1 à 10, pour les calculs portant sur les racines carrées. Au verso de la réglette, on trouve les échelles, également « standard » des sinus (de 0 à 90°), des tangentes (de 0 à 45°), et des logarithmes décimaux (de 0 à 1000).



Fig. 32: Règle Lenoir de Jomard : recto (collection de l'auteur)

Il n'est pas sûr que les graduations des échelles aient été tracées à la machine.

[1] Collection de l'auteur.

Elles sont bien régulières, mais peuvent aussi correspondre à un travail manuel particulièrement soigné. En revanche, les chiffres ont sûrement été estampés à la main : ils sont parfois décalés ou légèrement de travers.

Les bords verticaux de la règle portent, en haut, une graduation en centimètres et millimètres, de 0 à 36, et, en bas, une graduation en pouces (de Paris) et lignes[1], de 0 à 13 pouces 3 lignes. Ces graduations se poursuivent sous la réglette de 36 à 72 cm et jusqu'à 26 pouces 6 lignes, ce qui permet de mesurer des longueurs jusqu'à 72 cm. Ceci est un autre indice très intéressant sur l'ancienneté de cette règle, car le constructeur a estimé nécessaire de conserver les anciennes mesures de longueurs en même temps que les nouvelles. On ne retrouve plus ces graduations en pouces et lignes après 1850[2].

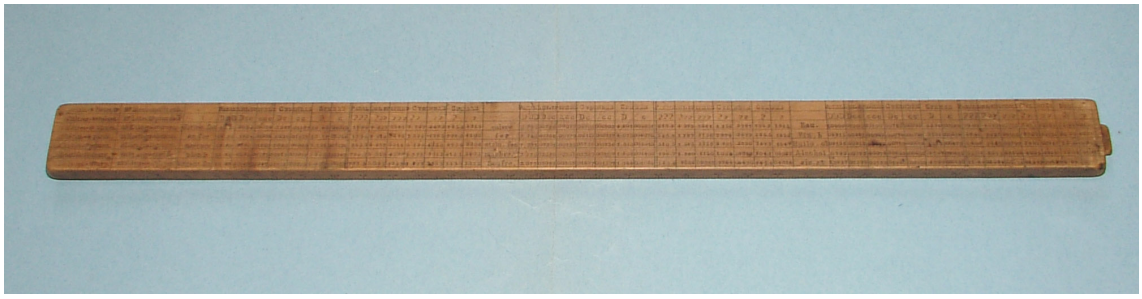


Fig. 33: La règle Lenoir de Jomard : verso

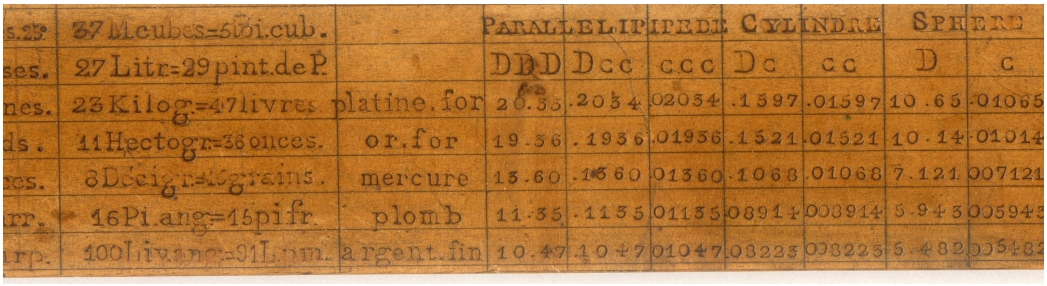


Fig. 34: La règle Lenoir de Jomard : détail du verso

Le verso des règles à calcul a fréquemment été utilisé pour y inscrire des constantes utiles à certains calculs. On y trouve, selon les modèles, et peut-être à la demande du client, des constantes mathématiques (π, e, ln10, etc.), des taux de change entre les diverses monnaies de l'époque, des constantes physiques (densités, poids spécifiques) etc. Et aussi parfois, sur les règles les plus anciennes, un rectangle permettant d'utiliser la méthode des diagonales. Ces données sont, soit gravées, soit collées sur des bandes de papier à l'arrière de la règle.

---

[1] Un pouce de Paris mesure 2,7 cm et est divisé en 12 lignes (ce sont ces « lignes » qu'on trouve dans l'expression « ne pas dévier d'une ligne »).

[2] La loi du 4 juillet 1837 officialise le système décimal et les nouvelles unités de mesure en France.

Le modèle décrit comporte un tableau de 7 lignes sur 47 colonnes (soit 329 cases !) gravé dans le bois. Ce tableau occupe complètement l'arrière de la règle. Les deux premières colonnes donnent des équivalences de mesure de longueurs, surfaces et poids. Par exemple : 10 mètres = 16 aunes ; 27 litres = 29 pintes de Paris ; 19 pieds anglais = 15 pieds français ; etc. Ces équivalences permettent de facilement transformer les unes en les autres, en utilisant des proportions, particulièrement simples à manipuler avec la règle à calcul. Le reste du tableau est rempli de nombres permettant des calculs de poids d'objets en fonction du matériau (cela va du platine au soufre, du vin à l'air atmosphérique : il y en a 15), de la forme du récipient (parallélipipède[1], cylindre, sphère) et des unités utilisées : mètre, pied ou pouce. Ce tableau extraordinaire a été gravé à la main ; il faut cependant préciser que le format des chiffres est très petit, que le point décimal est très souvent invisible ou confondu avec les lignes de séparation des cases, ce qui le rend très difficilement utilisable. Mouzin consacre d'ailleurs quelques paragraphes de son manuel, que nous étudierons plus loin, à ces « nombres indicateurs », et explique leur utilisation. Il faut noter que les exemples qu'il donne sont, pour certains, les mêmes que ceux que l'on retrouve sur cette règle.

> *Jusqu'à ce jour [1844] les règles à calcul construites en France présentent sur leur revers, à l'imitation des règles rapportées d'Angleterre, des nombres auxquels on a donné le nom d'indicateurs, et qui servent aussi à abréger les opérations relatives à l'évaluation des surfaces, des volumes et des pesanteurs[2]. (...) Il a paru, dans l'usage, que ces tables présentaient les inconvénients ci-après :*
>
> *1°) La plupart des nombres qui s'y trouvent sont composés de trop de chiffres pour être pris avec exactitude sur la règle.*
>
> *2°) Le rapport de ces nombres indicateurs avec le volume et le poids des corps, étant peu sensible, rend par-là même les erreurs difficiles à éviter, puisqu'on peut prendre un indicateur pour un autre. (...)*
>
> *5°) Enfin, les indicateurs gravés sur le revers des règles, devant le plus souvent, et sans que rien ne l'annonce, être pris pour la dixième ou même la centième partie de la valeur de leur chiffre, l'évaluation du résultat des*

---

1 *Sic*. À noter que le Robert donne : parallélépipède ou parallélipipède.

2 MOUZIN, *op. cit.*, p.81.

opérations en est d'autant plus incertaine. »[1]

Il considère donc que ce type de renseignements n'est à utiliser qu'avec d'infinies précautions, et préconise de se limiter à quelques proportions générales, par exemple que le volume d'un « corps rectangulaire » (parallélépipède à bases carrées) est à celui d'un cylindre de même hauteur comme 14 est à 11[2] (qu'il abrège ainsi, C.R. : CYL :: 14 : 11).

Tableau au verso de la règle Lenoir

Voici une description complète du tableau qui figure au dos de la règle de Lenoir. Pour la commodité, ce tableau a été fractionné en quatre parties, qui sont contiguës sur le verso de la règle. La première partie présente les correspondances entre différentes mesures : (les ? correspondent à des valeurs effacées par l'usure sur ce modèle).Cette partie n'appelle guère de commentaires, sinon qu'un myriamètre = 10 km. On trouvait encore cette unité au dos des cahiers d'écolier dans la décennie 1950-1960.Les trois autres parties sont construites de manière identique :

La lecture de ce tableau nécessite quelques explications :

Tous ces nombres sont des « diviseurs ». Ils permettent de calculer des poids en fonction du matériau et de la forme de l'objet concerné. À ces paramètres s'ajoutent encore les unités de mesure, D, c, P, p. Il faut lire : D pour décimètre, c pour centimètre, P pour pied, p pour pouce.

En ce qui concerne le parallélipipède, DDD signifie que les trois dimensions sont données en dm, Dcc, une dimension en dm, les deux autres en cm etc., de même pour PPP, Ppp etc. Pour le cylindre, Dc signifie que le diamètre est exprimé en dm, la hauteur en cm, etc. Pour la sphère, la valeur à prendre en compte est le diamètre. Par exemple, pour l'eau : Le volume d'un cube de 1 dm de côté est 1 dm^3. Pour une sphère de 1dm de diamètre, nous obtenons 1/0,5236 dm^3, soit environ 1,9098 dm^3. Le volume exact est $6/\pi$ qui est très voisin de 1/0,5236 puisque $6 \times 0{,}5236 = 3{,}1416$ (on trouve très fréquemment ce diviseur, marqué 1,91 dans les tables de constantes des règles à calcul).

---

1 *Ibid.*, p. 87-88.

2 Le rapport 14/11 correspond à une approximation de $4/\pi$, qui est la valeur exacte du rapport de ces deux volumes. (Il est sous-entendu que le diamètre du cylindre est égal au côté des faces carrées du « corps rectangulaire »).

? Myriam.=9 lieues.25	37 M. cubes=5 toi.cub.
76 Mètres.=39 toises.	27 Litr.=29 pint.de p.
19 Mètres.=16 aunes.	23 Kilog.=47 livres.
13 Décim.=4 pieds.	11Hectogr.=36 onces.
19 Centim.=7 pouces.	8 Decigr.= 16 grains.
? M.carrés.=5 toi.carr.	16 Pi. Ang.=15 pi.fr.
? Hectares.=117 arp.	100 Liv.ang.=91 L.pm.

	Parallelipipede			Cylindre		Sphere		Parallelipipede			Cylindre		Sphere	
	DDD	Dcc	ccc	Dc	cc	D	c	PPP	Ppp	ppp	Pp	pp	P	p
platine. for	20.35	.2034	.02034	.1597	.01597	10.65	.01065	1424	9.889	.8241	7.767	.6472	745.6	.4315
o r . f o r	19.36	.1936	.01936	.1521	.01521	10.14	.01014	1356	9.414	.7485	7.394	.6162	709;8	.4108
mercure	13.60	.1360	.01360	.1068	.01068	7.121	. 007121	952.3	6.613	.5511	5.194	.4328	493.6	.2886
p l o m b	11.35	.1135	.01135	.08914	.003914	5.943	. 005943	794.8	5.519	.4599	4.335	.3612	416.1	.2403
argent.fin	10.47	.1047	.01047	.08223	.008223	5.482	. 005482	733.2	5.091	.4243	3.999	.3332	383.9	.2222

	Parallelipipede			Cylindre	Sphere		Parallelipipede			Cylindre		Sphere	
	DDD	Dcc	ccc	Dc	D	c	PPP	Ppp	ppp	Pp	pp	P	p
cuivre	8.788	08788	.00879	.06903	4.601	004601	615.4	4.273	.3561	3.356	.2797	322.2	.1865
fer	7.788	07788	.00779	.06117	4.078	004078	545.3	3.787	.3156	2.974	.2479	285.5	.1652
etain. fon	7.291	.07291	.00729	.05726	3.818	003818	510.5	3.545	.2955	2.785	.2320	267.3	.1547
marbre.	2.838	02838	.00284	.02229	1.486	001486	198.7	1.380	.1150	1.084	.09032	104.1	06022
soufre.	2.033	02033	.00203	.01597	1.064	001064	142.4	.9886	.08238	.7764	06470	745.4	04314

	Parallelipipede			Cylindre		Sphere		Parallelipipede			Cylindre		Sphere	
	DDD	Dcc	ccc	Dc	cc	D	c	PPP	Ppp	ppp	Pp	pp	P	p
Eau	1.0000	01000	00100	.00785	000785	.5236	000524	70.02	.4863	.04052	.3819	.03185	36.66	illis.
Vin.b	0.9915	.00991	00099	.00779	000779	.5191	000519	69.43	.4321	.04018	.3787	.03156	36.35	illis.
huile.ol	0.9155	.00915	00092	.00719	000719	.4792	000479	64.09	.4451	.03709	.3496	.02913	33.56	illis.
Alcohol	0.792	.00792	00079	.00622	000622	.4147	000415	55.46	.3851	.03209	.3025	.02521	29.04	illis.
Air.at	12987	,01299	00130	.01020	001020	.6800	000680	11.54	08084	006736	06349	00529	6.095	illis.

Certains points décimaux ne figurent pas sur la règle, faute de place, d'autres sont très difficilement lisibles, car presque confondus avec les lignes de séparation du tableau. Les colonnes du système décimal se déduisent facilement les unes des autres, en divisant par 10, 100, etc. Un pied est égal à 12 pouces ; les correspondances entre les autres colonnes s'obtiennent donc par des divisions par 12, ou $12^2 = 144$, voire $12^3 = 1728$, pour les deux dernières colonnes de la sphère.

Pour les correspondances des lignes entre elles, en se reportant à la colonne DDD du parallélipipède, le coefficient de proportionnalité est la densité de chaque corps par rapport à l'eau. On peut ainsi calculer des masses. Il est évident qu'un tel tableau, beaucoup plus petit dans la réalité, est d'usage très peu commode (la règle mesure 36 cm de long sur 2,7 cm de large), d'où la remarque de Mouzin.

Une règle « modèle Collardeau » (1825 env.)

La signature de Lenoir apparaît cette fois nettement en haut et à gauche de cette règle[1], l'adresse n'y figure pas non plus. La description de la règle de Collardeau se retrouve dans les dimensions : elle mesure 26 centimètres de long (pour des échelles de 25 centimètres), 2,7 de large et 0,8 d'épaisseur, pour un poids d'environ 50 grammes. La disposition des échelles est la même que sur la précédente, correspondant également au système « Soho » venu d'Angleterre. À l'extrémité droite se trouve le petit bouton métallique permettant de faire coulisser la réglette. Une preuve indiscutable de l'ancienneté de cet instrument est la double graduation, comme sur la précédente, en centimètres et en pouces et lignes de Paris. On peut donc estimer que cette règle a été fabriquée, tout comme l'autre entre 1820 et 1830. Son bel état de conservation permet un examen commode.

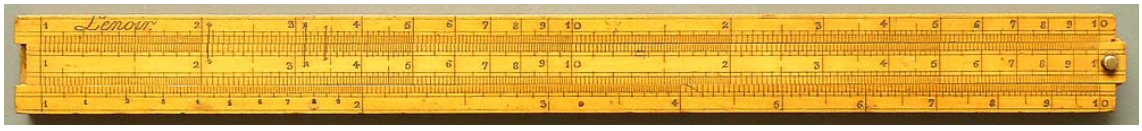


Fig. 35: La règle Lenoir de Collardeau : recto



Fig. 36: La règle Lenoir de Collardeau : verso

[1] Collection particulière.

La principale différence, en dehors de sa taille, provient du verso, où les indications sont gravées dans le bois. En effet, si la partie gauche est un tableau de diviseurs de même nature que sur la règle de Jomard, quoique beaucoup plus réduit, le rectangle de droite avec une échelle de longueurs, permet l'usage de la méthode des transversales, comme sur les règles de Gunter. Mais si, dans ce dernier cas, cette échelle était rendue nécessaire par l'utilisation des compas, ici elle apparaît plutôt comme une survivance. D'ailleurs ce genre d'échelle ne se rencontre plus quelques années plus tard. L'examen attentif des graduations des échelles logarithmiques fait penser à un travail manuel : certaines sont légèrement plus longues que d'autres.

Ces instruments constituent deux beaux exemples des règles à calcul fabriquées par Lenoir. Le fait qu'elles soient toujours utilisables près de deux siècles plus tard montre bien le soin dans le choix des matériaux et la qualité de fabrication dans l'atelier de Lenoir.

III) LES PREMIERS MANUELS D'INSTRUCTIONS

A) Apprendre à s'en servir

Le but de Jomard et de Lenoir est de populariser la règle à calcul, de la proposer à bas prix pour une utilisation courante. Il est donc évidemment nécessaire de fournir aux acheteurs le moyen de s'en servir, son mode d'emploi. Nous avons déjà constaté que, depuis longtemps en Angleterre, de nombreux manuels d'instruction avaient été publiés. Jomard lui-même termine sa communication de 1815 à la SEIN par une partie explicative sur le fonctionnement de la règle. Cependant, cet article a été publié dans le Bulletin de la Société, il n'a donc eu qu'une diffusion restreinte. Il s'est rapidement avéré nécessaire de publier de véritables livres, vendus en librairie ou chez le fabricant, pour expliquer le fonctionnement de la règle à calcul, et en montrer toutes les possibilités.

En 1824, le *Bulletin des sciences mathématiques*[1] fait le point sur les manuels d'instruction qui ont été publiés, et signale dans la même note que des cours gratuits sont dispensés dans les ateliers de Lenoir :

> *Nous avons parlé d'une instruction publiée à Dijon. Cet ouvrage vient de servir de base à un cours gratuit en 8 leçons, ouvert le 13 août chez M. Lenoir, (...) et fait par M. Artur, professeur de mathématiques. (...) Il existe sur ces règles trois instructions différentes ; une 1re, par M. Collardeau, [ancien] élève de l'école polytechnique, prix 2 f. une 2e, par M. Mouzin, 1re édition, prix 1f. 25c., Dijon ; une 3e , par le même, 2e édition : prix 2 f.*

Qui a pris l'initiative d'organiser ces cours gratuits ? S'agit-il de Lenoir lui-même, de Collardeau qui a déjà publié son manuel, de J. F. Artur, qui les assure et dont nous reparlerons, de Jomard, qui continuerait ainsi la promotion de l'instrument ? Cette initiative permet, à la fois, de faire de la publicité et de familiariser les futurs acquéreurs avec l'instrument. Quoi qu'il en soit, l'article donne un état des lieux de 1824 concernant les premiers manuels publiés en France. Le plus ancien (1820) est celui de Collardeau, puis viennent déjà deux éditions du manuel de Ph. Mouzin (1823 et 1824). J. F. Artur,

---

[1] COLLECTIF, *Bulletin des sciences mathématiques, astronomiques, physiques et chimiques,* tome deuxième, Bachelier, Paris, 1824.

qui donne les cours gratuits chez Lenoir, en publiera également un à partir de 1827. Ce sont les manuels de ces trois auteurs qui font l'objet de ce paragraphe. Ces livres, assez courts (celui de Collardeau contient 92 pages, celui de Mouzin 122 et celui d'Artur, un peu plus important, 155) sont conçus à peu près sur le même plan. Il s'agit dans tous les cas de présenter un objet assez nouveau, d'en décrire ou d'en vanter les possibilités, et enfin d'expliquer la manière de s'en servir, en partant des cas les plus simples jusqu'aux plus compliqués, accompagnés d'exemples et d'exercices, certains demandant une vraie virtuosité, avec des considérations théoriques plus ou moins importantes, surtout, bien sûr, concernant les logarithmes. Une étude plus détaillée est cependant nécessaire pour faire apparaître les évolutions au cours des diverses éditions de ces manuels.

B) Le manuel de Collardeau

La première édition (1820)

Ce petit livre[1] comprend 87 pages, plus trois pages hors texte à la fin où figurent des valeurs de constantes physiques (densités, diviseurs pour les calculs des volumes) et une gravure de la règle calculée par Collardeau. Cette instruction est dédiée « À Messieurs les membres de la Commission de l'Instruction Publique : Tout ce qui peut être d'une utilité générale rentre dans la domaine de l'Instruction Publique, c'est à ce titre que je réclame votre attention pour la REGLE À CALCULS[2] ; »

C'est Jomard lui-même qui nous présente ce manuel, dans le bulletin de la SEIN de Janvier 1821[3] :

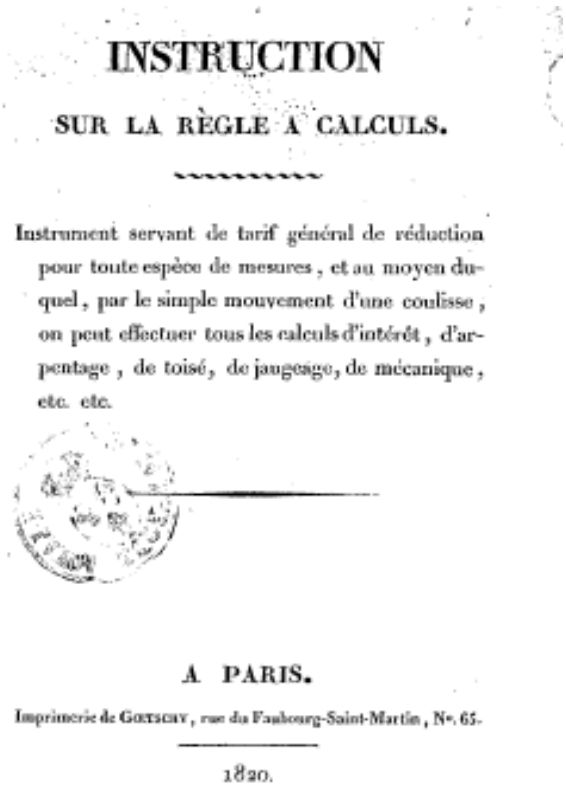
> *« M.Collardeau s'est aussi occupé de la règle à calculer, et il a publié une instruction dont j'ai été chargé de rendre compte. (...) Cet écrit se compose de deux parties. (...) J'ai remarqué une idée heureuse dans la description des usages de la règle, c'est que chaque exemple est posé sur le papier comme sur la règle : cette attention facilitera beaucoup l'usage de l'instrument à ceux qui n'en ont aucune connaissance. (...) Je n'ai rien trouvé à désirer, si ce n'est peut-être un peu plus d'ordre dans la disposition des parties. »*

---

1 COLLARDEAU, *Instruction sur la règle à calculs,* Gœtschy, Paris, 1820.

2 *Ibid*., page non paginée.

3 JOMARD, Edme-François, « Rapport fait par M. Jomard, sur l'instruction de M. Collardeau, pour l'usage de la règle à calculer » in *Bulletin de la SEIN, vingtième année, N°.CXCIX. Janvier 1821,* Madame Huzard, Paris, 1821.



INSTRUCTION

SUR LA RÈGLE A CALCULS.

Instrument servant de tarif général de réduction pour toute espèce de mesures, et au moyen duquel, par le simple mouvement d'une coulisse, on peut effectuer tous les calculs d'intérêt, d'arpentage, de toisé, de jaugeage, de mécanique, etc. etc.

A PARIS.

Imprimerie de GOETSCHY, rue du Faubourg-Saint-Martin, N°. 65.

1820.

Fig. 37: L'instruction de Collardeau de 1820

Nous pouvons d'abord remarquer que Collardeau intitule son instruction : « Instruction sur la règle à calculs », et que Jomard intitule son rapport «... pour l'usage de la règle à calculer », alors que lui-même, en 1815, parle de « règle à calculs ». Cette polysémie, (règle à calcul, à calculs, à calculer) qui semble ne se trouver qu'en français, perdurera pendant toute l'existence des règles à calcul.

Le rapport de Jomard, qui rappelle en outre le plan de l'ouvrage, est plutôt bienveillant. Il est vrai qu'il s'agit là de la première instruction publiée sur la règle à calcul. Car en effet, le manque d'expérience est assez criant dans cet ouvrage, plutôt touffu et souvent peu clair. Et quand Jomard parle « d'un peu plus d'ordre dans la disposition des parties », c'est le moins que l'on puisse dire. Ainsi par exemple, dès les premières phrases, Collardeau explique que « le premier avantage de cette règle est de pouvoir servir de pied ou de mesure métrique à volonté ; car les deux côtés sont marqués, l'un en pouces partagés en 10 et 12 parties, l'autre en centimètres et en

millimètres[1]. » Autrement dit, le premier avantage n'a rien à voir avec la fonction de la règle à calculs ! D'autre part, dans le plan de l'ouvrage, il y a une certaine confusion entre la description des opérations et, par exemple, les parties sur la règle de trois.

Voici le plan reconstitué de cette instruction, car il n'y a pas de table des matières.

Première partie	
Description et usages	p. 1
Multiplication	p. 3
Division	p. 5
Règle de trois directe	p 8
Règle de trois inverse	p. 10
Arpentage et toisé des surfaces	p. 11
Volumes et capacités	p. 17
Corps rectangulaires	p. 20
Cylindres et sphères	p. 20
Jaugeage des tonneaux	p. 23
Toisé des bois de charpente	p. 25
Seconde partie	
Multiplication de plusieurs fractions	p. 33
Méthode pour déterminer le nombre des chiffres entiers du résultat d'une opération	p. 34
Coulisse à rebours	p. 40
Ligne des carrés	p. 42
Carrés et racines carrées	p. 44
Surfaces de l'ellipse et du cercle	p. 46
Cylindre creux	p. 46
Cône, cône tronqué, sphère creuse	p. 48
Indicateurs servant à trouver la surface d'un polygone régulier et le volume d'un prisme	p. 51
Volume d'un prisme	p. 52
Anneaux et cylindres de révolution	p. 53
Roues dentées – construction	p. 57
Engrenages simples	p. 58
Engrenage composé	p. 60
Numéro du coton filé	p. 68
Pompes	p. 70
Machines à vapeur	p. 72
Chutes des corps graves	p. 73

[1] *Ibid*., p.1

Puissances	p. 75
Intérêts composés	p. 77
Annuités et rentes viagères	p. 78
Extraction de racines	p. 81
Revers de la coulisse (log, sin)	p. 84

Ce manuel est un ouvrage d'utilisation : il ne comporte aucune partie théorique, les notions de logarithmes étant traitées à la toute fin de l'ouvrage. Dans la deuxième partie, l'auteur présente un certain nombre d'applications industrielles : engrenages, conversion des données pour l'industrie textile, machines à vapeur, et également des calculs financiers.

Bien des paragraphes montrent que ce manuel est destiné à un public qui n'a guère de connaissances en arithmétique, et en particulier qui n'est pas familier du système décimal. Par exemple, concernant le produit de fractions, Collardeau nous propose, aux pages 39-40 :

« Soit encore la fraction $\frac{3,5}{2100}$ à multiplier par $\frac{0,0081}{7,2}$ et le produit à diviser par 3 ou ce qui revient au même à multiplier par $\frac{1}{3}$

L'opération faite sur la règle donne le résultat ...625... reculé d'une échelle.

Le nombre des chiffres entiers de ce résultat sera donc égal à ….. 1
Plus le nombre des chiffres entiers des numérateurs, …..... 2
Plus le nombre des zéros décimaux des dénominateurs..... 0
Moins le nombre des zéros décimaux des numérateurs..... 2
Moins le nombre des chiffres entiers des dénominateurs..... 6
Moins une échelle dont le résultat est reculé …..... 1
Total ….....3 moins 9

9 ne peut être retranché de 3, ainsi le résultat n'a pas de chiffres entiers. De plus si vous faites l'inverse, c'est-à-dire si vous retranchez 3 de 9, le reste 6 exprime le nombre de zéros décimaux du résultat ...625... qui est par conséquent 0.000000625.[1] »

Juste avant, Collardeau écrivait : « Cette méthode si longue en apparence, est très expéditive dans la pratique. » Force est de constater que, pour un utilisateur qui n'a que des notions très élémentaires en arithmétique, ce ne sera pas facile. D'ailleurs ces

[1] *Ibid*. pp. 39-40

difficultés liées à la nature de la règle à calcul concernant les ordres de grandeurs se retrouveront constamment . En effet, étant basé sur des échelles logarithmiques, cet instrument ne travaille que sur les mantisses des nombres. La détermination de la caractéristique du résultat, c'est-à-dire son ordre de grandeur, est un réel problème, auquel les constructeurs de règles et les rédacteurs d'instructions seront confrontés jusqu'à la fin, surtout lorsqu'ils s'adressent à des utilisateurs dont le niveau mathématique ne permet pas un calcul approché fait rapidement de tête. En revanche, concernant des ingénieurs ou des techniciens qui ont bien souvent une idée de l'ordre de grandeur du résultat, cela ne pose pas de problème. (Un technicien devant calculer, par exemple, un certain volume de béton pour une construction, sait d'avance s'il s'agit de dizaines, de centaines ou de milliers de mètres cubes...)

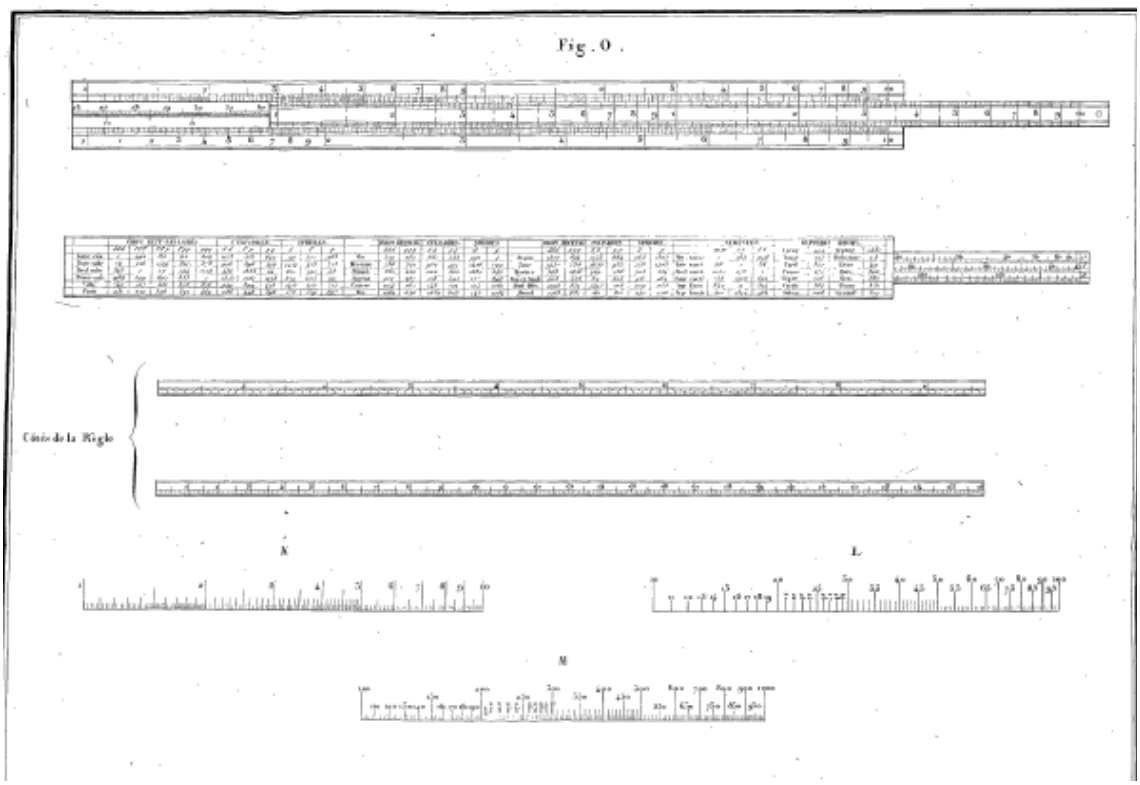


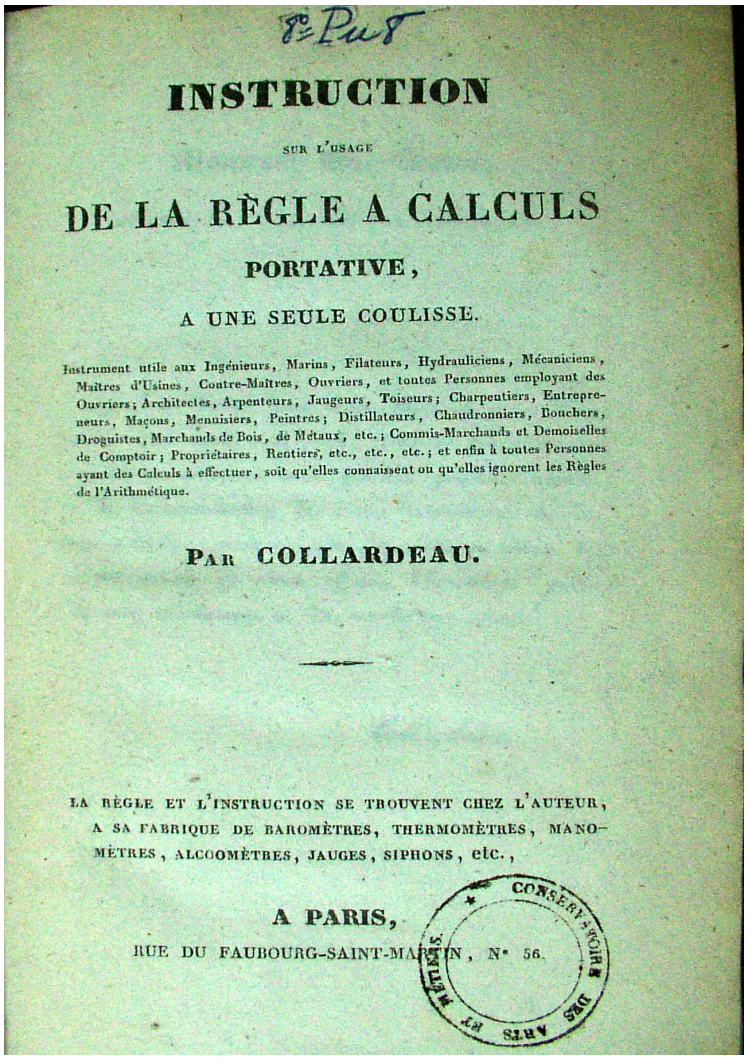
Fig. 38: La planche décrivant la règle dans le manuel de Collardeau

Comparativement à l'édition de 1833, étudiée ci-dessous, ce manuel semble une première tentative, presque une ébauche, réalisée par un tout jeune homme (il a alors 24 ans). Ce n'en est pas moins le premier manuel d'instructions publié en France.

La seconde édition (1833)

Le manuel de Collardeau n'a eu que deux éditions. Il s'agit plutôt de deux

manuels écrits par le même auteur, tellement les différences sont grandes. Il est à noter d'ailleurs que lui-même ne parle pas de « deuxième édition », ce qui laisse à penser qu'il considère qu'il s'agit bien d'un autre livre.



8° Pu 8

INSTRUCTION

SUR L'USAGE

DE LA RÈGLE A CALCULS

PORTATIVE,

A UNE SEULE COULISSE.

Instrument utile aux Ingénieurs, Marins, Filateurs, Hydrauliciens, Mécaniciens, Maîtres d'Usines, Contre-Maîtres, Ouvriers, et toutes Personnes employant des Ouvriers; Architectes, Arpenteurs, Jaugeurs, Toiseurs; Charpentiers, Entrepreneurs, Maçons, Menuisiers, Peintres; Distillateurs, Chaudronniers, Bouchers, Droguistes, Marchands de Bois, de Métaux, etc.; Commis-Marchands et Demoiselles de Comptoir; Propriétaires, Rentiers, etc., etc., etc.; et enfin à toutes Personnes ayant des Calculs à effectuer, soit qu'elles connaissent ou qu'elles ignorent les Règles de l'Arithmétique.

PAR COLLARDEAU.

LA RÈGLE ET L'INSTRUCTION SE TROUVENT CHEZ L'AUTEUR, A SA FABRIQUE DE BAROMÈTRES, THERMOMÈTRES, MANOMÈTRES, ALCOOMÈTRES, JAUGES, SIPHONS, etc.,

A PARIS,

RUE DU FAUBOURG-SAINT-MARTIN, N° 56.

CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS

Fig. 39: Le second manuel de Collardeau (1833)

Dès la page de titre, les différences apparaissent nettement. Collardeau est maintenant installé, au 56 rue du Faubourg-Saint-Martin, et reconnu comme fabricant d'instruments divers : « baromètres, thermomètres, manomètres, alcoomètres, jauges, siphons, etc. » Il n'indique pas qu'il fabrique des règles à calcul. De plus, son souci commercial est bien apparent dans la liste des utilisateurs potentiels :

Instrument utile aux Ingénieurs, Marins, Filateurs, Hydrauliciens, Mécaniciens, Maîtres d'usines, Contres-Maîtres, Ouvriers, et toutes personnes employant des ouvriers : Architectes, Arpenteurs, Jaugeurs, Toiseurs ;

Charpentiers, Entrepreneurs, Maçons, Menuisiers, Peintres, Distillateurs, Chaudronniers, Bouchers, Droguistes, Marchands de bois, de Métaux, etc. ; Commis-marchands et Demoiselles de Comptoir ; Propriétaires, Rentiers, etc., etc., etc. ; et enfin à toutes Personnes ayant des calculs à effectuer, soit qu'elles connaissent ou qu'elles ignorent les règles de l'Arithmétique.[1]

Voici donc un instrument d'usage quasi-universel, ne nécessitant aucune connaissance de l'arithmétique. Collardeau aime les énumérations, car à la page 4 de ce manuel, en note de bas de page, il écrit le texte suivant, concernant les calculs pour lesquels la règle lui semble adaptée :

Le jaugeage d'un tonneau, d'un bassin, d'une citerne, etc. ; le tonnage d'un navire ; les toises de bâtiments ; la force d'un cheval, d'une machine ; la résistance des bois, des métaux et des matériaux, etc. ; les dimensions d'une planche de cuivre, d'une chaudière, d'un tuyau, etc., dont on connaît le poids, et vice versa ; les fractions d'heure et de journée dans les paies d'ouvriers ; les fractions d'aune, de livre, etc., dans les commerces de détail ; le numérotage des fils de coton, de cuivre, de fer, etc. ; la longueur approximative d'un balancier de pendule ; la valeur du coupon des rentes négociables ; les rapports des équivalents chimiques ; la dilatation des corps par la chaleur ; la correction des instructions d'un baromètre, d'un thermomètre, d'un manomètre ; la correction du poids de l'air dans les pesées précises ; et en général toutes les corrections qui ne sont que des quantités très petites, souvent négligeables, la plupart du temps calculées par approximation, et sur lesquelles une différence de ½ pour cent est presque toujours insensible.[2]

Collardeau parle dans le titre d'une règle à calcul « portative ». Ce qualificatif concerne les dimensions de la règle qu'il a défini avec Lenoir dès les années 1820 : rappelons qu'il s'agit d'un instrument dont les échelles mesurent 25 cm, alors que sur la règle de Jomard elles mesurent 36 cm. Le modèle de Collardeau est donc plus facile à porter sur soi.

L'ouvrage est dédié « À Monsieur Gay-Lussac, Membre de l'Académie des

---

1 COLLARDEAU, Charles-Félix, *Instruction sur l'usage de la règle à calculs,* Thuau, Paris, 1833.

2 *Ibid.,* p.

Sciences, etc. » :

> *Lancé et dirigé par vous dans un genre d'industrie que vous avez créé ; heureux des relations sociales qui nous ont unis pendant plusieurs années, et de la continuation de votre bienveillance et de vos conseils, permettez que j'acquitte un tribut de reconnaissance en vous offrant l'hommage public de mon attachement et de ma haute estime.*[1] *Signé Collardeau.*

Il s'agit là de remercier un éminent chimiste avec qui il a collaboré, comme nous l'avons déjà signalé, dans la fabrication d'instruments de laboratoire, et qui a certainement grandement contribué à la notoriété de Collardeau comme fabricant.

À la page suivante se trouve une seconde dédicace, quelque peu sibylline, puisqu'elle est adressée à un personnage désirant conserver l'anonymat :

> *Guidé dans la rédaction de cette instruction par une personne dont les communications et les conseils m'ont été de la plus grande utilité ; mais obligé de me conformer à son désir en lui conservant l'anonyme, ce n'est pas moins un devoir, comme une satisfaction pour moi, de lui rendre la large part qu'elle a droit de réclamer dans cet opuscule en lui renouvelant l'assurance de ma sincère reconnaissance et de ma considération particulière.*[2]

Quel peut bien être ce personnage ? Il s'agit sans aucun doute d'une personne versée dans la conception ou l'utilisation de règles à calcul, et à qui Collardeau s'estime redevable pour une « large part ». Pourquoi désire-t-elle conserver « l'anonyme » ? Il pourrait s'agir de modestie, bien sûr, mais ne peut-on pas penser, en cette période, à quelqu'un ayant eu dans les années précédentes des difficultés d'ordre politique ? Ne pourrait-il s'agir de Hachette, qui a incité Collardeau à écrire son premier manuel, qui a été chassé de son poste à Polytechnique dès 1816, et n'est rentré en grâce qu'en 1831 ?

Voici la table des matières de ce manuel :

Indications générales	p. 3
Plan de l'instruction	p. 5
Choix d'une régle portative	p. 5
Gonflement du bois	p. 6

1 *Ibid.*
2 *Ibid.*

droite, à partir de celui des unités simples dont ils sont séparés par une virgule ou par un point auquel on conserve le nom de *virgule*, comme dans le tableau suivant :

NOMBRE ENTIER.							—	FRACTION DÉCIMALE.				
Millions.	Centaines de mille.	Dixaines de mille.	Mille.	Centaines.	Dixaines.	UNITÉS.		Dixièmes.	Centièmes.	Millièmes.	Dix millièmes.	Cent millièmes.	Millionnièmes.
7	6	5	4	3	2	1	.	2	3	4	5	6	7

Lecture des nombres décimaux. Un nombre décimal peut se lire comme un nombre entier en énonçant à la fin l'espèce des unités du dernier chiffre. Ainsi, les nombres 24.7 et 0.39 peuvent se lire comme 247 dixièmes et 39 centièmes.

Déplacement de la virgule. Pour multiplier ou diviser un nombre par 10, par 100, par 1000, etc., il suffit d'avancer ou de reculer la virgule de 1, de 2, de 3, etc., rangs, en ajoutant au besoin des zéros à droite et à gauche du nombre décimal, ce qui n'en change pas la valeur.

Exemples...	.421	25.3	4.07	0.836
Produits par 10...	4210.	253.	40.7	8.36
Produits par 100..	42100.	2530.	407	83.6
Quotiens par 10...	42.1	2.53	0.407	0.0836
Quotiens par 100..	4.21	0.253	0.0407	0.00836

Figure d'un nombre. On appelle ainsi la représentation de ce nombre, abstraction faite de la position de la virgule et des zéros placés à droite et à gauche en dehors des autres chiffres ; ainsi, les nombres de la première des colonnes ci-dessus ont tous 421 pour figure ; les nombres des autres colonnes ont de même 253, 407, 836 pour figures.

Dans l'usage de la Règle à calculs, on ne s'occupe ordinairement que de la figure des nombres.

Fig. 40: Collardeau : La numération décimale

Numération décimale p. 6

Première partie

Lecture des nombres p. 8
Considérations sur les quatre lignes À, B, C, D p. 8
Représentation des nombres sur l'échelle E p. 8
Principe général pour lire les nombres sur la règle p. 10
Exercices sur la lecture p. 11
Incertitude sur la position de la virgule p. 12
Multiplication p. 12
Explication des types qui représentent les opérations p. 13
Détermination du dernier chiffre du produit p. 13
Division p. 14
Règles de trois p. 14
Exemple de règles de trois directes p. 15
Exemple de règle de trois inverse p. 16

Seconde partie

Principes généraux p. 17
Propriété de la coulisse droite p. 17
Propriété de la coulisse renversée p. 18
Plusieurs types pour une même opération p. 19
Plusieurs opérations dans un même type p. 20
Traduction des opérations p. 20

Multiplication
Trois manières de l'effectuer p. 21
Choix à faire à cet égard p. 22
Exemples p. 22

Division
Trois manières de l'effectuer p. 22
Choix à faire à cet égard - Exemples p. 23
Abréviation de la division à la plume p. 24

Fractions
Réduction des fractions ordinaires en d'autres fractions ordinaires p. 25
Conversion des mesures complexes en mesures ordinaires, et vice versa p. 26
Addition des fractions p. 27
Multiplication d'un entier par une fraction p. 27
Décomposition des opérations pour obtenir plus d'exactitude dans les résultats p. 28
Multiplication de plusieurs fractions p. 29
Conseils utiles pour cette opération (en note)

Placement de la virgule

Placement de la virgule dans le produit de la multiplication de plusieurs fractions p. 30
Placement de la virgule dans le résultat d'une opération quelconque p. 33
Autres méthodes pour trouver le numéro final p. 33
Règle à calcul grossière pour cet usage (en note) p. 34

Carrés et racines carrées
Définition. Manière de trouver le carré d'un nombre p. 35
Manière de vérifier la ligne D (en note) p. 35
Usage de la ligne D p. 35
Deux racines carrées pour un même nombre p. 36
Ressemblance entre les opérations faites avec les nombres pris sur la ligne D, et celles faites avec les nombres pris sur les autres lignes. Exemples p. 36

Réductions
Définition des réducteurs p. 38
Table des réducteurs métriques p. 38
Leur usage pour réduire 1° des mesures quelconques en mesures métriques et vice-versa p. 39
2° des mesures quelconques en d'autres mesures quelconques p. 40
3° Le prix d'une mesure quelconque à celui de la mesure métrique, et vice-versa p. 41
4° Le prix d'une mesure quelconque à celui d'une autre mesure quelconque p. 41

Surfaces
Définition du rectangle. - Sa mesure p. 42
Réducteurs pour l'évaluation des surfaces p. 43
Surface d'un rectangle, d'un carré …. p. 44
Exemples de ces évaluations p. 45
Avantages des mesures métriques sur les anciennes p. 46
Surface d'un cercle, d'un cylindre, … p. 48
Surface d'un polygone régulier, d'un cercle p. 49
Équarrissage et équarrissement p. 51
Équarrissement du cercle. - Circonférence du cercle p. 53

Volumes et capacités
Mesure d'un prisme p. 53
Réducteurs pour les volumes et capacités p. 55
Leur usage pour évaluer un prisme, une pyramide … p. 56
Un cylindre, un cône, un cylindre aplati ... p. 60
Une sphère aplatie ou allongée p. 65
Figures tronquées p. 66

Poids

Définition de la densité et du volume spécifique p. 67
Leur utilité pour trouver le poids d'un corps p. 67
Table des réducteurs pour les poids p. 68
Usage de ces réducteurs, poids d'un morceau de charpente, d'une pyramide, d'une barre de fer, des boulets p. 71
Applications des 3e et 4e principes généraux p. 73
Toisé de plusieurs planches dont on a les dimensions p. 73
Dimensions d'un étang dont on a la surface p. 74
Dimensions de plusieurs planches de cuivre dont on connaît le poids p. 74
Dimensions d'un cylindre de 1 litre de capacité p.74
Diamètre d'un boulet dont on a le poids p. 75
Calculs des réducteurs p. 76

Troisième partie

Théorie des lignes des nombres p. 78
Équations des propriétés de ces lignes p. 78
Logarithmes p. 79
7 racines 7émes pour un même nombre p. 80
Méthodes abrégées pour les extractions de racines … p. 80
Trigonométrie p. 81
Explication des lignes s et t du dos de la coulisse p. 82
Calcul de plusieurs formules trigonométriques p. 82
Nivellement p. 86
Réducteurs pour les dilatations p. 87
Allongement d'une barre de fer p. 88
Corrections des indications d'un baromètre p. 88
Mesure des hauteurs par le baromètre p. 89

Il apparaît dans cette table un souci d'organisation beaucoup plus important que dans l'édition précédente. La partie préliminaire donne des conseils pour choisir une règle de bonne qualité : choisir une règle dont le bois est bien sec, vérifier la concordance des repères sur les différentes échelles, etc. Il reste cependant une remarque assez curieuse, où Collardeau indique, un peu comme dans l'ouvrage précédent, que l'on peut utiliser la règle pour faire autre chose que des calculs, y compris s'en servir comme coupe-papier pour couper les pages d'une publication : «... et même de couteau, pour séparer les feuillets d'une brochure, dont la coulisse à moitié tirée forme la lame, et la règle forme le manche.[1] » La partie « numération décimale » montre bien qu'il souhaite s'adresser à un public sans formation mathématique, même élémentaire, puisqu'il explique en page 7 la manière de lire les nombres décimaux et

[1] *Ibid*. p. 3, note 1.

comment se ramener aux entiers.

Les autres parties de l'ouvrage donnent d'abord les techniques de base, puis de nombreuses applications, moins industrielles que dans le manuel précédent, qui portent davantage sur des calculs de surfaces et de volumes, de poids etc. Le livre contient également plusieurs paragraphes consacrés aux « réducteurs ». Il s'agit de constantes utiles dans de nombreux calculs concernant les propriétés physiques de divers matériaux (masse volumique, densité, coefficients de dilatation, etc.) qui sont souvent appelées « diviseurs »,qui figurent au revers des règles étudiées précédemment. Ces constantes, présentées sous forme de tableaux, facilitent les calculs selon les besoins de l'utilisateur. En outre figurent des parties plus élaborées au niveau de la technique d'utilisation de l'instrument, en particulier concernant différentes manières d'effectuer des multiplications et divisions, qui permettent dans certains cas d'effectuer des calculs successifs avec plus de facilité, avec des méthodes utilisant par exemple la réglette (la « coulisse », comme dit Collardeau), renversée. Le détail de ces considérations est très technique et réservé à des utilisateurs avertis de ce type de règle à calcul. Dans la troisième partie, Collardeau présente rapidement la théorie de la règle à calcul, et détaille les calculs trigonométriques bien plus que dans son premier ouvrage.

Ce second manuel de Collardeau, publié presque quinze ans après le premier, se présente donc comme nettement mieux construit, plus complet et plus précis.

C) Le manuel de Ph. Mouzin

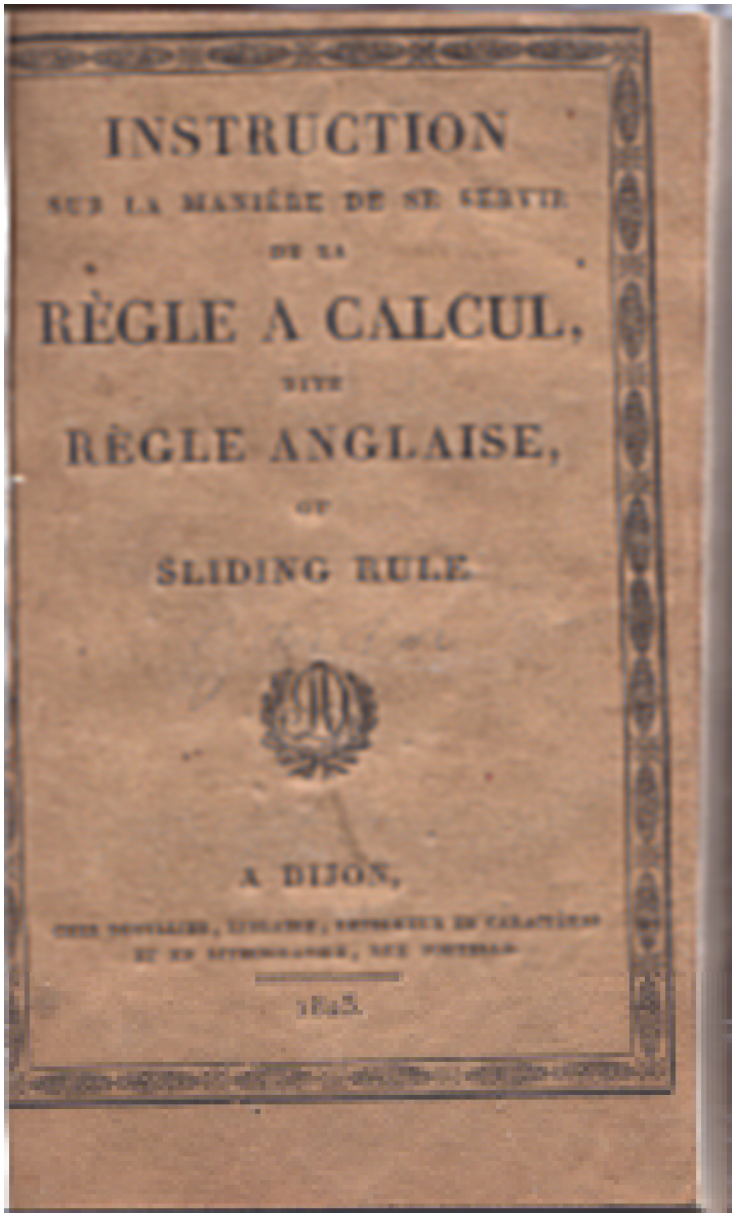
Les deuxième et troisième manuels d'instruction cités dans le *Bulletin des sciences mathématiques de 1824* sont de Philibert Mouzin avocat à Dijon, mort en 1844. La première édition[1] date de 1823, publiée à Dijon, chez Douillier, tout comme la deuxième, en 1824 (ou 1825 chez Douillier à Dijon et Bachelier à Paris). Il existe quatre éditions de ce manuel d'instructions, la troisième a été publiée à Paris, chez Bachelier, et à Dijon, chez Douillier en 1834, la quatrième[2] et dernière en 1844 à Paris, chez Mathias. Les deux dernières éditions sont rigoureusement identiques, la deuxième en est très proche, seule la première en diffère sensiblement. Ici aussi, comme chez Collardeau, la

---

1 MOUZIN, Ph., *Instruction sur la manière de se servir de la règle à calcul,* Bachelier, Paris, Douiller, Dijon, 1825 (2e éd.), 1837 (3e éd.).

2 MOUZIN, Ph., *Instruction sur la manière de se servir de la règle à calcul,* (4e édition), L. Mathias, Paris, 1844.

première édition montre quelques maladresses, la plupart corrigées dans les autres.


INSTRUCTION

SUR LA MANIÈRE DE SE SERVIR

DE LA

RÈGLE A CALCUL,

DITE

RÈGLE ANGLAISE,

OU

SLIDING RULE.

A DIJON,

1823.

Fig. 41: La manuel de Mouzin (première édition, 1823)

Il s'agit d'un petit livre d'une centaine de pages, illustré de gravures hors-texte soignées (20 figures dans la première édition, 21 dans la deuxième et 23 dans les deux dernières) représentant la position de la règle dans les exemples proposés. Il s'est donc vendu pendant plus de vingt ans, ce qui montre qu'il devait être assez apprécié, même si la concurrence n'était pas bien importante. N'est-ce pas dû à cette présentation soignée, les gravures étant bien plus précises et explicites que les quelques figures dans le texte que l'on trouve dans les autres instructions de l'époque ? Nous pouvons noter sur la couverture de cette première édition, ainsi que sur la page de titre, jusqu'à la troisième

(1837), la référence à l'origine anglaise de la règle à calcul. Cette référence disparaît sur la quatrième édition (1844). Jomard a présenté cet ouvrage à la Société d'encouragement en mai 1824. Il en fait un compte-rendu assez élogieux, indiquant les principales parties de ce manuel, et mettant l'accent sur les lithographies illustrant chaque manœuvre de l'instrument. Il y figure cependant une petite phrase qui ne manque pas de sel :

> *Il aurait pu indiquer les différentes espèces de règles droites ou circulaires construites en France, et ne pas limiter positivement à 3 décimètres la longueur des règles portatives*, *puisque les instrumens qui ont seulement 5 centimètres de plus (1 pouce 9 lignes) fournissent une très grande approximation sans cesser d'être commodes et portatifs*[1].

Jomard regrette donc que la règle qu'il a conçue, et qui mesure 35 cm, ne soit pas considérée comme pratique et portative dans ce manuel.

La première édition (1823)

L'exemplaire dont nous disposons (collection personnelle) ne porte pas de nom d'auteur, mais la mention « Propriété de l'éditeur », c'est à dire Douillier, libraire, imprimeur en caractères et en lithographie, rue Portelle, Dijon. Peut-être s'agit-il d'un exemplaire d'essai, avant la commercialisation. La comparaison avec les éditions suivantes, portant le nom de Ph. Mouzin, ne laisse cependant aucun doute : il s'agit bien d'un livre écrit par le même auteur ; la majeure partie du texte est identique, ainsi que les figures hors texte.

En page de titre, se trouve la phrase suivante :

> *Instrument à l'aide duquel on peut obtenir à vue, par simple mouvement d'une Coulisse, les résultat de tous les Calculs relatifs au commerce, aux arts, à l'arpentage, à la mesure des solides, à l'évaluation du volume des corps d'après leurs poids ou réciproquement, à l'extraction des racines de tous les degrés, à la résolution des triangles, etc., etc.*

L'introduction, qui restera pratiquement inchangée dans les éditions suivantes, est

---

[1] JOMARD, Edme-François, "Rapport sur une nouvelle instruction à l'usage de la règle à calculer, faite par Monsieur Mouzin", *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 23e année, 1824, pp. 129-132.

brève. Mouzin parle d'abord des difficultés des calculs numériques, fastidieux et sources d'erreurs :

> *L'ennui des calculs numériques, le peu d'aptitude de certaines personnes pour les mettre en pratique, l'inconvénient des erreurs inévitables lorsqu'on est obligé de calculer dans le tumulte ou la foule des affaires, ont conduit à chercher des moyens mécaniques propres à donner à vue le résultat de toutes les opérations.*[1]

Il considère que les machines mécaniques existantes sont trop compliquées : « la plupart d'entre elles, tout ingénieuses qu'elles sont, ne peuvent figurer, vu leur complication, que parmi les objets de curiosité consignés dans les collections académiques. »[2]

Puis il présente la « machine fort simple, nommée *sliding rule* », dont les anglais font grand usage, que Jomard a ramenée d'Angleterre, et que Lenoir a fabriquée. Nous pouvons noter que Mouzin utilise tantôt le mot « machine », tantôt le mot « instrument ».

> *Utile à l'homme instruit qu'elle dispense d'une foule d'opérations monotones (...), la Règle à Calcul n'offre pas moins d'avantages à celui qui (...) ne pourrait, sans son secours, arriver aux résultats qu 'elle fait obtenir. (...) On doit désirer surtout que son usage devienne commun dans les manufactures et dans les ateliers. (...) Son utilité est tellement reconnue en Angleterre que, dans les écoles, les enfants apprennent à s'en servir en même temps qu'ils apprennent à lire.*[3]

Cette dernière phrase, inspirée sans doute de la communication de Jomard, sera reprise dans nombre d'articles sur la règle à calcul au cours du XIX^e^ siècle en France. Il semble bien, cependant, qu'elle relève d'une considérable exagération, comme nous le montre Augustus de Morgan, dans l'article « Slide rule » de la *Penny cyclopedia*[4] :

---

1 MOUZIN, Ph,. *op. cit.* p. v.
2 *Ibid.*
3 *Ibid.*, p. vj.
4 « This instrument has been greatly undervalued in our country, in which it was invented, and is very little known on the Continent : for though a French work on the subject, published in 1825, which is followed by the writer of a very recent mathematical dictionnary in the same language, assures us that in England the slide rule is taught at school at the same time with the letters of the alphabet, we feel safer in saying that nine Englishmen out of ten would not know what the instrument was for if they saw it, and that of those who even know what isit for, not one in a hundred would be able to work with a simple question by means of it. For a few shillings most persons might put into their pockets some

Cet instrument a été grandement sous-évalué dans notre pays, où il fut inventé, et est très peu connu sur le continent. Car, bien qu'un travail français sur le sujet, publié en 1825, qui est suivi par l'auteur d'un très récent dictionnaire mathématique dans la même langue, assure qu'en Angleterre la règle à calcul est enseignée en même temps que les lettres de l'alphabet, nous sommes plus proches de la vérité en disant que neuf anglais sur dix ne sauraient pas à quoi sert cet instrument s'ils en voyaient un, et pour ceux qui même le sauraient, pas un sur cent ne serait capable de l'utiliser pour résoudre une question simple. Pour quelques shillings, les gens pourraient mettre dans leur poche cent fois plus de puissance de calcul qu'ils n'ont dans la tête : et l'instrument est utilisable sans aucune connaissance des propriétés des logarithmes, sur lesquelles il est basé.[1]

Cette remarque, assez désabusée et un peu amère, montre bien que la règle à calcul n'est pas un instrument « populaire », même en Angleterre, où elle est utilisée depuis plus d'un siècle. En effet, d'après l'auteur, moins d'un Anglais sur mille serait capable d'en faire quelque chose. L'utilisation par de Morgan de l'expression « puissance de calcul » est également très intéressante. Ainsi, il apparaît que, même en Angleterre, pendant la première moitié du XIX^{e} siècle, la règle à calcul n'est encore que relativement peu connue et utilisée.

Mouzin en est conscient, puisqu'il termine son introduction ainsi :

C'est dans le désir de contribuer à en faire adopter l'usage en France qu'on a rédigé cette instruction ; et l'on croira avoir atteint le but que l'on s'est proposé, si l'on est parvenu à y mettre assez de clarté pour être compris par les personnes même qui n'ont sur les calculs que les notions les plus élémentaires.[2]

Nous trouvons chez Mouzin les mêmes motivations que chez Jomard et Collardeau : faire connaître un nouvel instrument et le mettre à la portée du plus grand nombre.

Le manuel commence, bien sûr, par la description de l'instrument. Les termes employés par l'auteur ne correspondent pas à la dénomination moderne. Il appelle

---

hundred times as much power of calculation as they have in their heads : and the use of the instrument is attainable without any knowledge of the properties of logatihms, on which its principle depends. »

1 De MORGAN, Augustus, *The Penny cyclopaedia of the Society for the diffusion of useful knowledge,* article "slide rule", volume XXII, Ch. Knight, Londres, 1842, pp. 129-134.

2 MOUZIN, Ph., *op. cit.* p. vij.

« coulisse » ce que nous appelons réglette, et « curseur » le nombre 1 de cette coulisse : « On a donné le nom de curseur au nombre *un* pris sur la coulisse, parce qu'en effet, dans la plupart des Calculs, il court, c'est-à-dire qu'il est amené au-dessus ou au-dessous des nombres sur lesquels il opère.[1] »

Mouzin est bien conscient que la lecture des nombres sur une échelle logarithmique est une difficulté importante pour le débutant:

> *La première et presque la seule chose à apprendre pour pouvoir se servir de la Règle à Calcul, c'est la manière de lire les nombres sur les échelles de la Règle et de la Coulisse. Chaque échelle peut représenter tous les nombres : pour cela, il suffit de considérer les chiffres qui y sont marqués comme exprimant, suivant le besoin, des unités, des dizaines, des centaines, des mille, etc., etc.*[2]

En examinant l'ouvrage, apparaissent quelques maladresses de débutant, dont plusieurs seront supprimées dans les autres éditions. L'exemple suivant, concernant les proportions, au numéro 81, le montre bien :

> *Exemple 3 : Combien 100 pistoles d'Espagne valent-elles en francs, lorsqu'une pistole vaut 100 maravédis, 375 maravédis valent 1 ducat, 1 ducat vaut 95 deniers gros hollandais, 12 deniers gros 1 sou de gros, 34 sous de gros 1 liv. Sterling, 1 liv. Sterling 240 deniers sterling, 32 deniers sterling 3 francs.*

Les paragraphes concernant les logarithmes (n° 57 à 63) ont pour but de travailler sur les puissances, et non de présenter une quelconque théorie (il s'agit d'utiliser l'échelle des logarithmes, qui se trouve au revers de la coulisse) :

> *Le plan et les limites de cette instruction ne permettent ni d'expliquer ici ce qu'on entend par logarithme, ni de faire connaître les rapports qui existent entre ces nombres, et ceux auxquels ils appartiennent. Mais, sans ces connaissances, il est encore possible de se servir avec avantage des logarithmes dans le calcul.*[3]

Mais force est de reconnaître que les paragraphes qui suivent sont extrêmement confus, car le manque de ces connaissances oblige l'auteur à des explications très peu claires pour un utilisateur peu familier de ces notions :

---

1 *Ibid*., p. 5, note (1).
2 *Ibid*., p. 3.
3 *Ibid*., p. 23.

Si le nombre dont on veut avoir le logarithme, était composé de plusieurs chiffres, il faudrait ajouter à celui qu'on trouverait sur le revers de la Coulisse, autant de fois mille qu'il y aurait de chiffres, moins un, dans le nombre donné. Ainsi lorsqu'on cherchera, par exemple, le logarithme du nombre 143, qui est composé de 3 chiffres, et qu'on aura trouvé que l'extrémité de la règle marque sur le revers de la Coulisse le nombre 154, on ajoutera 2000 à ce logarithme, et l'on aura 2154.[1]

Voici la table des matières de cette première édition :

Introduction : pp. v à vij.
Première partie
- Description d'une RàC N° 1 à 5
- Manière de lire les nombres N° 6 à 13
- Propriétés et usages de la RàC N° 14 à 22
- De la multiplication N° 23 à 28
- De la division N° 29 à 32
- Appendice à la multiplication et à la division N° 33
- Des fractions N° 34 à 37
- De la multiplication des fractions N° 38 à 39
- De la division des fractions N° 40 à 42
- De la formation des nombres carrés, et de l'extraction de leurs racines N° 43 à 46
- De la formation des nombres cubes, et de l'extraction de leurs racines N° 47 à 49
- Des proportions géométriques N° 50 à 51
- De la règle de trois directe et simple N° 52
- De la règle de trois inverse et simple N° 53 à 54
- De la règle de trois composée N° 55
- De la règle de société N° 56
- Des logarithmes N° 57 à 63
- De la formation des puissances N° 64
- De l'extraction des racines des degrés supérieurs au troisième N° 65
- DE LA REGLE D'ALLIAGE
- §1 De la règle d'alliage directe N° 66 à 68
- §2 De la règle d'alliage indirecte N° 69 à 75
- De la règle conjointe N° 76 à 81
- De la règle d'intérêt N° 82 à 83
- Intérêts composés N° 84 à 92
- Des annuités N° 93 à 98
- De la règle de fausse position N° 99
- Des sinus et des tangentes N° 100 à 103

[1] *Ibid*., pp. 23-24. Il faut remarquer que, pour Mouzin, les logarithmes sont des nombres entiers. Nous dirions aujourd'hui que log(143) vaut 2,154.

Deuxième partie

Exposé de plusieurs méthodes abrégées … N° 104 à 110
De la mesure des surfaces du cercle et de l'ellipse N° 111 à 115
De la mesure des surfaces des polygones réguliers dont on connaît le contour N° 116 à 118
De la mesure des solides N° 119 à 121
Corps rectangulaires N° 122 à 123
Corps cylindriques et sphériques N° 124 à 128
Cylindre creux, sphère creuse N° 129 à 131
Cônes, cônes tronqués N° 132 à 133
Prisme ayant pour base un polygone régulier N° 134 à 138
Théorie de la règle à calcul N° 139

Tables dans le texte :

N° 17 Rapports divers (correspondances entre différentes mesures de longueur, surfaces, volumes)
N° 17 Poids spécifiques
N° 87 Tableau d'intérêts composés
N° 96 Tableau d'annuités
N° 120 Table d'indicateurs (volumes et poids)
N° 121 Table des nombres indicateurs

La quatrième édition (1844)

Datée de 1844, et publiée à Paris, chez L. Mathias, cette édition, « revue et corrigée », est la dernière que nous connaissons. Elle comporte 112 pages, y compris l'introduction. Sur la page de titre, il n'est plus fait référence à l'origine anglaise de la règle, qui est présentée ainsi : « Instrument à l'aide duquel on peut obtenir à vue, sans plume, crayon, papier, sans barrême (*sic*), sans compte de tête, et même sans savoir l'arithmétique, le résultat de toute espèce de calcul. »[1]

L'introduction n'a guère changé depuis la première édition. L'auteur y ajoute simplement un paragraphe dans lequel il indique aux débutants quels sont les parties essentielles de son ouvrage. Quant au contenu lui-même, il a un peu évolué : les changements par rapport à la première édition concernent davantage l'organisation de l'ouvrage que le texte lui-même. Certaines parties ont été déplacées, dont celle sur les logarithmes (dont le contenu est resté identique), et certains exemples modifiés (en particulier celui cité ci-dessus a disparu).

Il faut noter cependant un important ajout, concernant la résolution des triangles.

---

[1] MOUZIN, Ph., *Instruction sur la manière de se servir de la règle à calcul,* (4e édition), L. Mathias, Paris, 1844, page de titre.

Dans la première édition, Mouzin se contentait d'expliquer la lecture des échelles des sinus et des tangentes. Ici, il consacre en outre neuf pages (p. 100-108) aux différents cas de résolution de triangles, qu'ils soient rectangles ou « obliquangles ».

De plus, figurent quelques remarques concernant la fabrication de la règle à calcul. En effet, depuis la première édition, qui est sortie pratiquement en même temps que les tout premiers instruments, la règle à calcul a commencé à se répandre en France et les utilisateurs ont pu s'en faire une idée plus précise. L'auteur donne son point de vue, en particulier sur les tables de nombres dits « *indicateurs* » que l'on trouve au dos des règles à calcul de l'époque (c'est ce texte cité ci-dessus). Il considère, avec quelque raison que ces tables, gravées avec des chiffres trop petits et trop serrés, sont inutilisables, source d'erreurs et comportent des données superflues. Il propose donc sa solution :

> *Pour les fabricants de Règles à Calcul, qui ont l'habitude de graver ces chiffres sur le revers de ces instruments, on proposerait d'y mettre, comme plus généralement utiles, les rapports indiqués dans la figure 19, où on les a disposés comme il conviendrait de le faire sur la Règle afin de mieux utiliser l'espace.*

Il ne semble pas que ces recommandations aient été suivies d'effet, car nous n'avons vu aucune règle disposée de cette manière. En revanche, dans les règles postérieures, les indicateurs ne sont plus gravés, mais imprimés sur des bandes de papier verni collées sur l'envers de la règle, ce qui rend les nombres beaucoup plus faciles à lire. Cette technique permettait aussi de gagner du temps de fabrication, car il est devenu inutile de graver chaque revers de règle à la main.

Il faut noter aussi qu'au dernier paragraphe de son ouvrage, à partir de la deuxième édition (1826), Mouzin parle du curseur[1], au sens moderne du terme, (c'est-à-dire une petite pièce en métal ou en verre, puis en plastique évidemment, permettant de bien aligner et repérer des valeurs sur la règle), sans l'appeler ainsi :

> *On ajoute quelquefois à la règle à calcul une pièce en cuivre qui peut glisser le long de l'instrument. Elle donne le moyen d'établir plus exactement la coïncidence des traits de la ligne supérieure avec ceux des lignes des sinus et*

[1] Rappelons que dans son livre, le mot « curseur » désigne tout à fait autre chose : la graduation 1 de la réglette (p.16).

tangentes. On peut encore s'en servir pour marquer le point où l'on est arrivé par une première opération, lorsqu'on a besoin d'en faire une seconde pour parvenir au résultat. [1]

Ainsi le curseur, contrairement à ce qui est souvent écrit, était apparu avant la règle Mannheim de 1851. Cependant il ne semble pas que ce curseur ait été fréquemment utilisé avant cette date ; pour notre part, nous n'en avons jamais vu.

Le manuel de Mouzin semble donc avoir connu un certain succès, puisque les quatre éditions vont de 1823 à 1844, soit plus de vingt ans. Ce succès paraît mérité, car les explications que l'on y trouve sont, dans l'ensemble, clairement exposées et surtout les lithographies illustrant les positions de la règle dans les diverses opérations sont de bonne qualité et très utiles pour apprendre seul à se servir de l'instrument.

D) Le manuel de J.-F. Artur ((1827)

Jean-François Artur est un « professeur de mathématiques et de navigation, associé correspondant de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres de Caen», en 1824 (peut-être à la Ciotat cf almanach royal 1841) et «Agrégé suppléant à Paris, docteur ès sciences, des académies de Caen, de Dijon, vice-président du comité scientifique de la société française de statistique universelle, etc. » en 1845 . C'est lui qui a donné des cours gratuits chez Lenoir en 1821. Il avait déjà travaillé avec lui, ayant publié en 1824 un manuel d'instructions sur le cercle de Borda, fabriqué par Lenoir. Nous ne connaissons pas ses dates de naissance ni de décès.

La première édition du manuel d'Artur date de 1827[2], la seconde de 1845. Presque vingt ans entre les deux éditions, donc : la situation de la règle à calcul n'était pas du tout la même à ces deux dates. Nous n'avons pas connaissance d'autres éditions. Ce sont des in-8°. La première édition comporte 176 pages, dont ne vingtaine à la fin sont des tables numériques concernant les rapports entre différentes mesures, et surtout une très longue table de valeurs concernant les équivalents chimiques. La partie de l'ouvrage concernant la règle à calcul proprement dite représente 155 pages. Dès le titre, commun aux deux éditions, il apparaît une différence assez notable avec les manuels étudiés

---

1 MOUZIN, *op. cit.* p. 109.

2 ARTUR, J.-F., *Instruction théorique et applications de la règle logarithmique, ou à calculs*, 1e éd. Carilian-Goeury, Lenoir, l'Auteur, Paris, 1827 ; 2e éd ., Crarilian-Goeury, Gravet, l'Auteur, Paris 1845.

précédemment : *Instruction théorique et applications de la règle logarithmique ou à calculs.* Est-ce parce que l'auteur est professeur de mathématiques que la théorie précède les applications ? En fait, la partie théorique apparaît surtout en notes de bas de page, qui peuvent d'ailleurs être assez détaillées, dès le début de l'ouvrage, et Artur précise dans sa préface que :

> *La lecture des premiers paragraphes de l'ouvrage fera voir qu'en cherchant à rendre claire et intelligible la partie destinée aux personnes qui ne connaissent pas les mathématiques élémentaires, on n'a pas négligé la théorie nécessaire aux hommes instruits. La connaissance des premiers élémens de mathématiques est indispensable pour lire les renvois qui sont en bas des pages et les paragraphes en petits caractères.*

L'auteur a donc essayé de donner deux niveaux de lecture possibles dans son ouvrage, et cela dès le début, puisque dans son premier paragraphe intitulé « Description et vérification de la règle », les notes de bas de page où il présente le caractère logarithmique des échelles occupent plus de place que le texte lui-même.Ce parti pris montre que J.-F. Artur souhaite toucher un large public, avec des niveaux d'instruction divers.

La préface de la première édition commence par un bref historique de la règle à calcul, reprenant à peu de chose près la communication de Jomard à ce sujet, avec les mêmes erreurs chronologiques. Cet historique n'existe plus dans la seconde. Cette préface se poursuit dans les deux éditions par des considérations sur la précision des résultats obtenus :

> *Quant à leur exactitude, on obtient chaque résultat à 1/300 près avec la petite, et à 1/500 avec la grande ; or, ces approximations suffisent dans la plupart des besoins usuels. (...) En effet, si une pièce de vin contient 285 litres, par exemple, il importe peu que l'on en trouve un litre de plus ou de moins*[1].

Pour ce qui est du vocabulaire, Artur parle dans la description de la règle d'une « réglette ou coulisse[2] », mais utilise ensuite toujours le mot « coulisse ». De plus, il donne au mot « curseur » le même sens que Mouzin, c'est-à-dire le nombre 1 de la

---

1 *Ibid*., p. iij.
2 *Ibid*., p. 3

réglette. De même, il fait état, dès la première édition, de ce qui est appelé maintenant le curseur :

> *On ajoute quelquefois à la règle un anneau en cuivre (dont les bords sont perpendiculaires à sa longueur) qui peut la parcourir avec frottement. Il sert à établir la coïncidence des divisions de la règle et de la coulisse, et à marquer le point où l'on est parvenu au moyen d'une première opération, lorsqu'il faut en faire plusieurs pour parvenir au résultat.*[1]

Voici la table des articles de la première édition :

1. Description et vérification de la Règle
2. Trouver un nombre sur la Règle
3. Lire un résultat sur la Règle
4. De la multiplication et de ses applications
5. De la division
6. Suite de la division ; réduction des fractions à un dénominateur donné ; réduction des fractions et des nombres complexes en nombres décimaux, et applications de la division
7. Des proportions, ou multiplications et divisions simultanées
8. Formations des carrés et extractions de leurs racines
9. Trouver la moyenne proportionnelle par quotient entre deux nombres donnés, ou extraire la racine carrée du produit de ces mêmes nombres
10. Résolution des proportions qui contiennent un terme élevé au carré
11. Résolution des proportions qui contiennent deux termes élevés au carré, savoir : un moyen et un extrême
12. Formations des cubes et extractions de leurs racines
13. Trouver les logarithmes des nombres, et réciproquement
14. Formations des puissances et extractions de leurs racines
15. Règles de trois directes et simples
16. Règles de trois inverses et simples
17. Règles de trois composées
18. Règles de société simples et composées
19. Règles d'intérêts
20. Règles d'escompte
21. Explication et usage de la table des nombres proportionnels
    DES SURFACES
22. Aires des parallélogrammes, des triangles et des polygones
23. Aires des ellipses, des cercles, ds carrés inscrits et circonscrits à des cercles, des cylindres droits, des cylindres inscrits dans des parallélipipèdes rectangles ; des cônes droits, des troncs de cônes droits, et des sphères
    DES VOLUMES OU CAPACITES
24. Volumes ou capacités des parallélipipèdes
25. Volumes ou capacités des prismes et des pyramides à bases régulières ou non, des troncs de pyramides et des corps terminés par des faces planes

[1] *Ibid*.

26. Volumes ou capacités des cylindres, des cylindres équarris, des cylindres inscrits dans des parallélipipèdes rectangles, des cônes, des cônes équarris, des cylindres creux et des cônes creux, des cônes tronqués, ds cônes tronqués équarris et des cônes tronqués inscrits dans des troncs de pyramides dont les bases sont des rectangles
27. Volumes ou capacités des sphères et des sphères creuses
28. Volumes ou capacités des prismes et des cylindres pleins ou creux que l'on a pliés

DES POIDS

29. *Poids nouveaux* des corps en général, et particulièrement des parallélipipèdes, des prismes, ds pyramides, des troncs de pyramides, des cylindres, des cylindres équarris, des cylindres inscrits dans des parallélipipèdes rectangles, des cônes, des cônes équarris, des cylindres creux et des cônes creux, des cônes tronqués, des cônes tronqués équarris, des cônes tronqués inscrits dans des troncs de pyramides dont les bases sont des rectangles, des sphères, des sphères creuses, des prismes et des cylindres pleins ou creux que l'on a pliés.
30. *Poids anciens* des corps indiqués au n° 29
31. Problèmes relatifs à la chute des corps et à la vitesse de l'eau qui sort par un petit orifice
32. Problèmes relatifs au levier
33. Questions relatives à l'eau que fournit une pompe, et à la force nécessaire pour mouvoir le piston
34. Forces en chevaux des machines à vapeur à *double* et à *simple effet*, et forces comparatives des cylindres à vapeur de différents diamètres
35. Élévation de l'eau au moyen d'une machine à vapeur
36. Détermination de l'eau que fournit ne machine à vapeur
37. Construction des roues dentées
38. Engrenage et mouvement simultané de deux roues
39. Engrenage et mouvement simultané de plusieurs roues
40. Modifications que subit un engrenage ou mouvement simultané de plusieurs roues par le changement d'un axe et de ses roues
41. Définitions du numéro ancien du coton filé, ainsi que du numéro métrique de tous les fils, et valeurs relatives des numéros anciens et métriques du coton filé
42. Moyen de déterminer le numéro ancien d'un fil de coton, de laine cardée ou grasse, de laine peignée, etc.
43. Moyen de déterminer le numéro métrique d'un fil
44. Numéros des fils obtenus avec différentes roues de rechange et réciproquement
45. Valeurs relatives des numéros anciens et métriques de la laine cardée ou grasse
46. Valeurs relatives des numéros anciens et métriques de la laine peignée
47. Moyen de déterminer le poids du *quart* du fil de lin,et d'en conclure le numéro métrique du fil
48. Moyen de déterminer le *titre* de la soie, et d 'en conclure le numéro du fil
49. Moyen d'obtenir le rapport des grosseurs successives des fils dans une tréfilerie, ainsi que celui des grosseurs ou des longueurs, sous le même

poids, de deux fils quelconques, et enfin de déterminer pour un poids connu la longueur et le diamètre de chaque fil
TRIGONOMETRIE
50. Construction et vérification de la ligne supérieure du revers de la coulisse ; différentes manières d'obtenir le sinus d'un arc, et réciproquement
51. Construction et vérification de la ligne du milieu du revers de la coulisse ; différentes manières d'obtenir la tangente d'un arc, et réciproquement
52. Multiplier un nombre par le rapport d'un sinus au rayon, ou résoudre la proportion R : 74 :: sin. 30° : *x*
53. Diviser un nombre par le rapport d'un sinus au rayon, ou résoudre la proportion sin. 30° : 37 :: R : *x*
54. Déterminer un arc dont on connaît le rapport d'un sinus au rayon, ou résoudre la proportion 74 : R :: 37 : sin. *x*
55. Multiplier ou diviser un nombre par le rapport d'une tangente au rayon, et déterminer un angle dont on connaît le rapport de la tangente au rayon
56. Résoudre les proportions sin. 15° : 21::sin.9° : *x* et 21 : sin. 15° :: 12,69 : sin. *x* , ainsi que tang. 7° 30' : 21,17 :: tang. 5° : *x* et 21,17 : tang. 7°30' :: 14,07 : tang. *x*
57. Résolution des triangles rectangles
58. Résolution des triangles obliquangles
FIN DE LA TABLE

Dans cette « table des articles », le plan de l'ouvrage apparaît assez classique : description de la règle, lectures des nombres, mise en œuvre des opérations fondamentales, puis les méthodes liées à la proportionnalité. Ensuite les calculs géométriques de superficie et de volume. Puis viennent un certain nombre de problèmes pratiques liés à la fois à la mécanisation et aux changements d'unités : force d'une machine à vapeur, problèmes posés dans les filatures par le passage au système métrique. L'auteur a gardé pour la fin les notions plus théoriques de trigonométrie.

Le manuel d'Artur présente par rapport aux précédents une qualité supérieure de rédaction mathématique, par des formulations plus précises. On ne trouve aucune des approximations comme celles de Collardeau, et le vocabulaire est toujours conforme aux notions mathématiques, par exemple il parle d'ellipse. On ne trouve pas non plus d'exemples mal adaptés, comme dans la première édition de Mouzin. Peut-être cela provient-il de l'expérience acquise par Artur lors de ses cours donnés peu de temps avant la publication de la première édition chez Lenoir, qui ont dû lui permettre de trouver dès ce moment un vocabulaire et une pédagogie adaptés à son auditoire, en essayant de donner deux lectures possibles, pour des utilisateurs peu formés aux mathématiques d'une part, et pour les autres, qui trouvent dans les notes des

développements théoriques plus approfondis. De plus, Artur est un professeur, ce qui n'est le cas ni de Collardeau, ni de Mouzin. En revanche son ouvrage ne comporte qu'une seule gravure hors-texte, dépliante, présentant les deux types de règles fabriquées à l'époque, celle de 26 cm et celle de 35 cm, en vraie grandeur.

Ces trois ouvrages, avec leurs différentes éditions, permettent bien de retracer les difficultés et les progrès dans l'écriture et la présentation de manuels d'instructions pour un nouvel instrument. Nous constatons que les premières éditions de Collardeau et de Mouzin comportent des maladresses, tant dans le plan, souvent confus, que dans les formulations, parfois approximatives, des notions mathématiques. Le cas d'Artur est un peu à part, que ce soit par sa formation ou par le public qu'il cherche à toucher. Cependant, en particulier chez Mouzin, les éditions suivantes sont nettement plus abouties, mieux construites et plus précises. Dans le cas de cet auteur, l'utilisation de nombreuses lithographies fort bien faites rend la lecture et la compréhension de son manuel beaucoup plus efficaces et agréables. N'oublions pas que ses quatre éditions couvrent une période de plus de vingt ans, et témoignent donc d'un succès certain. Ces trois auteurs ont donc été les premiers à comprendre la nécessité de concevoir des manuels d'instructions afin de présenter la règle à calcul à un public le plus large possible. Comment leurs successeurs ont continué ce travail ?

E) D'AUTRES LIVRES

Les deux livres que nous étudions dans cette partie sont très différents l'un de l'autre. Le premier est un manuel court, facilement utilisable, a connu un grand nombre d'édition. Le second est un traité de référence, envisageant tous les cas possibles, et peu utilisable d'une manière courante.

Le manuel de F. Guy

François Guy, né en 1817 à Tulle, a fait l'essentiel de sa carrière professionnelle à l'École des Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne. En 1841, il est sous-chef de l'atelier d'ajustage, puis professeur de mathématiques, puis de mécanique à partir de 1849. Ingénieur, il en devient le Directeur jusqu'à sa retraite en 1880[1]. Cette carrière se

[1] Indications biographiques extraites de *Notice biographique du répertoire nominatif du personnel des Écoles d'Arts et Métiers* : F/12/5779 et F/12/7633/1. www.archivesnationales.culture.gouv.fr/chan/chan:fonds/edi/SM/F/F12personnel_commerce_industrie.pdf (consulté le 1er février 2014). ...

retrouve dans la page de titre des différentes éditions de son manuel : il est d'abord professeur, puis sous-directeur et enfin directeur de l'école. Il y en a eu au moins huit, la troisième datant de 1855 et la huitième de 1876 (nous n'avons pu consulter les autres). Compte tenu des indications biographiques ci-dessus, celle-ci est certainement l'une des dernières.

Le manuel[1] de Guy se présente sous la forme d'un petit livre broché d'une soixantaine de pages, vendu 0,75 franc. Quel est le public visé ? La réponse est donnée dans la « Préface des précédentes éditions » : « Je crois cette instruction à la portée des personnes les moins habituées aux développement théoriques, quoique familiarisées à la pratique des opérations usuelles. »[2]

Contrairement aux précédents, ce petit livre ne s'adresse plus à des personnes totalement ignorantes de l'arithmétique. Il faut déjà être « familiarisé » avec elle. Ce choix paraît beaucoup plus raisonnable : comme nous l'avons vu, le choix contraire oblige les auteurs à des considérations compliquées sur le système décimal, les nombres à virgule, etc. qui ne pouvaient manquer de décourager certaines bonnes volontés. Ici l'option choisie permet de limiter le problème de l'ordre de grandeur du résultat, qui se pose toujours, à des explications simples et assez claires. Comme presque toujours, la question de la lecture des nombres sur les échelles logarithmiques est traitée de manière détaillée en début d'ouvrage. Compte tenu de la profession de F. Guy, il apparaît clairement que cet ouvrage a été conçu pour être d'abord utilisé par les élèves ingénieurs de l'École des Arts et Métiers.

L'auteur indique également que la règle à calcul ne se répand que très lentement en France :

> *[La règle à calcul] permet de faire des calculs, même compliqués, avec une rapidité extrême et toute la précision désirable dans le plus grand nombre de cas ; aussi devrait-elle être entre les mains de quiconque a des chiffres à tracer. Pourquoi donc a-t-elle été, jusqu'à ces derniers temps, si peu employée en France ? Cela tient sans doute à un peu de routine et à la difficulté, plus apparente que réelle, d'apprécier la valeur décimale des résultats qu'elle indique*

---

1 GUY, François, *Instruction sur la règle à calcul,* troisième éd., Mantin, Châlons-sur-Marne, Gravet, Paris, 1855, huitième éd. Tavernier-Gravet, Paris, 1876.

2 *Ibid*., p. 6.

si facilement.[1]

Et, en note de bas de page de la huitième édition : « Nous avons eu l'occasion de constater que l'emploi de la règle se répand parmi les ouvriers français. Mais cet emploi est encore beaucoup trop restreint ».[2] Guy indique donc ici que la règle à calcul ne se diffuse que peu à peu dans les milieux techniques.

Voici la table des matières de la huitième édition.

1. Description de la règle
2. Division des échelles
3 à 5. Subdivisions des échelles
6 à 12. Indication des nombres sur la règle. Exemples
13. Emploi de la règle pour les calculs
14. Multiplication
15. Nombre des chiffres du résultat.
16. Cas des nombres décimaux
17. Multiplications successives
18. Remarque ; carrés et cubes
19. Division
20. Nombre des chiffres du quotient
21. Nombres décimaux
22, 23. Applications usuelles
24, 25. Calcul des proportions
26. Formation des carrés. Usage de l'échelle inférieure
27. Extraction de la racine carrée
28. Formation des cubes
29. Extraction de la racine cubique
30. Calculs divers. Produit d'un nombre par un carré
31. Division d'un carré par un nombre
32. Division d'un nombre par un carré
33. Proportions contenant un terme carré
34. Racine carrée du produit de deux nombres,moyenne géométrique
35. Racine carrée du quotient de deux nombres
36. Division d'un cube par un nombre
37. Calcul du poids des pièces
38. Echelles du revers de la coulisse Logarithmes, lignes trigonométriques
39. Trouver le logarithme d'un nombre, et *vice versa*
40. Applications
41. Echelles trigonométriques.- Echelles des sinus et des cosinus
42. Trouver le sinus d'un nombre, et vice versa, trouver le cosinus
43. Echelle des tangentes et des cotangentes
44. Cas des angles plus grands que 45°
45. Cotangentes
46. Angles obtus

[1] *Ibid*.
[2] *Ibid*.

47. Formules diverses, préparées pour l'usage de la règle
48. Calcul du poids des pièces ; tableau des formules à employer
49. Calcul du volume des bois en grumes
50. Indications inscrites au revers de la règle

Nous retrouvons dans cette table la progression habituelle : Description de la règle et de ses échelles, opérations élémentaires puis plus complexes, et enfin logarithmes et trigonométrie. Notons qu'il y a très peu de développements concernant des utilisations pratiques, sauf le n° 37 et le n° 49. Pour ce dernier, « calcul du poids des grumes », l'auteur précise dans sa préface à la huitième édition qu'il vient de la rajouter. Ceci rejoint l'idée que le public visé est davantage un public déjà formé aux mathématiques et qui n'a pas besoin de détails trop précis sur la manière de mener les calculs.

Ce manuel a été édité pendant environ vingt ans : cette durée nous indique qu'il a dû être apprécié des utilisateurs.

Le traité de Benoît (1853)

Philippe Martin Narcisse Benoît[1] (1791 – 1867), est un polytechnicien de la promotion de 1809. Il a été admis dans le service des ingénieurs géographes en septembre 1812. Il se présente comme « le cinquième fondateur de l'École Centrale de Paris ». Ceci pose un problème car l'histoire officielle de cette école ne présente que quatre fondateurs, dont les portraits ornent le hall d'entrée : Alphonse Lavallée (1797-1873), Jean-Baptiste Dumas (1800-1884), Théodore Olivier (1793-1853), Eugéne Péclet (1793-1857). À quel titre Benoît se joint-il à ces fondateurs ? Il semble bien qu'il ait quelque raison de le faire, et Maurice Donnay l'explique ainsi : « De même que les trois mousquetaires étaient quatre, les quatre fondateurs étaient cinq. » Et il cite alors Philippe Benoît, dont le nom figure dans le prospectus officiel[2] de 1829 : « Benoît, fondateur, ancien élève de l'école polytechnique, ex-professeur à l'école d'état-major, ingénieur civil », professeur de mécanique industrielle, mais qui devait se retirer du Conseil des fondateurs presque immédiatement après l'ouverture de l'École. Les motifs de ce retrait ne sont pas expliqués. Il s'est alors consacré à son travail d'ingénieur civil. Parmi ses publications, nous pouvons citer, en 1830, une traduction d'un *Guide du meunier et du constructeur de moulins,* d'un auteur américain, Evans. Il était membre de

[1] Nous précisons ses trois prénoms, car il signe tous ses ouvrages : P. M. N. Benoît.
[2] ANONYME, *Prospectus École centrale des arts et manufactures,* Paris, 1829.

la Société d'Encouragement, dans la commission des arts mécaniques.

L'ouvrage[1] que nous présentons ici est un gros petit livre (in 12 de 574 pages), vendu six francs, dont le titre complet est : *La règle à calcul expliquée, ou guide du calculateur à l'aide de la règle logarithmique à tiroir, dans lequel on indique les moyens de construire cet instrument, et l'on enseigne à y opérer toute sorte de calculs numériques*. Ce livre s'adresse donc aux calculateurs, donc plutôt à des scientifiques professionnels. Il ne s'agit pas là de se mettre à la portée de personnes ignorant les bases des mathématiques, mais de présenter les possibilités offertes par la règle à calcul à des utilisateurs déjà familiers du calcul numérique.

Il n'y a pas de préface, mais une *Introduction historique*[2] fort bien faite, très documentée et précise, ne reprenant pas les erreurs de Jomard et Collardeau. Benoît y présente l'invention de la règle à calcul, à partir de Neper, Briggs, Gunter, etc., donnant en note des références bibliographiques très précises, avec même les références des catalogues des bibliothèques où l'on peut trouver ces ouvrages. Par exemple, concernant l'ouvrage de Wingate dont nous avons parlé plus haut : « Cet ouvrage in-12, de 18 et 165 pages avec deux planches, se trouve à la bibliothèque impériale, sous la marque V 2199 À, et à la bibliothèque Mazarine, sous le n° 30046. Une des planches de cet exemplaire a été dérobée. »

Benoît continue son historique avec le même souci du détail jusqu'à l'époque où il écrit son livre. Cette introduction est un remarquable résumé du déroulement des faits. Il termine ainsi : « Je m'estimerai heureux si mon travail peut être utile à la génération sur laquelle repose l'avenir de notre belle France ; car c'est là, sans doute, tout ce qu'il m'est permis d'en espérer.[3] »

Le plan de l'ouvrage confirme qu'il ne s'agit pas d'un manuel, mais bien d'un traité complet. La première partie concerne la théorie de la règle à calcul, et la seconde partie son usage.Chaque partie est divisée en chapitres, les chapitres en articles, et les articles en paragraphes. À l'intérieur de chaque paragraphe, les divers exemples et propriétés sont numérotés continûment du début à la fin de l'ouvrage. Il y a 855 numéros ! Ce souci du détail poussé à l'extrême l'amène à produire un ouvrage exhaustif, envisageant toutes les possibilités. Les diverses opérations sont figurées par ce que Benoît appelle

---

1 BENOIT, P. M. N., *La règle à calcul expliquée*, Mallet-Bachelier, Paris, 1853.
2 *Ibid*., p. i-x.
3 *Ibid*., p. x.

des « diagrammes synoptiques », dans le texte, où sont représentés les positions relatives des échelles de la règle. On y trouve cependant quelques idées intéressantes, en particulier la possibilité de faire fabriquer ce qu'il appelle des « tiroirs de rechange », c'est-à-dire des réglettes munies d'échelles spécifiques à certains cas particuliers (calculs financiers par exemple).

Même pour les opérations les plus simples, comme la multiplication de deux nombres, il propose déjà quatre procédés distincts, suivant que l'on travaille avec la réglette (qu'il appelle « tiroir »), dans sa position normale ou placée à l'envers. Il en est de même pour la division. Il est alors évident que, lorsque les calculs deviennent plus complexes, enchaînant multiplications et divisions, le nombre de possibilités devient énorme. Force est de constater que cet excès de précision rend cet ouvrage très touffu et d'usage très difficile. D'ailleurs c'est bien l'opinion de certains de ses contemporains, comme Amédée Mannheim, dont nous reparlerons bientôt, qui l'exécute en quelques mots acerbes dès sa sortie : « M. P.-M.-N. Benoît, ingénieur civil, vient de publier sur la théorie et les usages de cette règle un volume in-12 de 574 pages. À ce compte, combien faudra-t-il de milliers de pages pour décrire la machine à calculer de M. Babbage ?[1] »

L'ouvrage de Benoît, dont nous ne connaissons qu'une seule édition, vaut donc surtout par son introduction historique, car l'auteur, recherchant manifestement une exhaustivité absolue, le rend pratiquement inutilisable.

F) Un début de diffusion

C'est dans le Bulletin de la SEIN que Jomard, puis Francœur, ont d'abord parlé de la règle à calcul, dont la commercialisation commence en 1821 en France. Dès 1820, dans son *Traité complet de mécanique appliquée aux arts*[2], J.-A. Borgnis présente la règle à calcul, reprenant essentiellement la communication de Jomard de 1815. Il présente d'ailleurs en même temps les instruments de Gattey et Hoyau.

À propos de ces derniers instruments, les *Archives des découvertes*[3] de 1817 en parlaient déjà, décrivant les cercles et boîtes à calculer de Hoyau et l'arithmographe de

---

1 MANNHEIM, Amédée, « Règle à calculs modifiée », *Nouvelles annales de mathématiques,* 1ere série, tome 12 (1853), p. 327-329, note p. 328.

2 BORGNIS, J.-À., *Traité complet de mécanique appliqué aux arts,* Bachelier, Paris, 1820, p. 216-224.

3 ANONYME, *Archives des découvertes et inventions nouvelles*, Treuttel et Würtz, Paris, 1817, p. 233-239.

Gattey. Juste avant dans cet ouvrage se trouve la présentation, inspirée de la communication à la *Royal Society*, de la règle à calcul à échelle log-log du Dr Roget. Dans l'édition de 1822 de ce même ouvrage[1], figure également un court article sur la « Règle à calculer, de M. Jomard » qui décrit brièvement l'instrument. Cet article fait explicitement référence au « Bulletin de la Société d'encouragement, de mars 1821 ».

D'autres ouvrages scientifiques de l'époque relatent également l'arrivée de la règle à calcul en France, comme par exemple le *Bulletin des sciences mathématiques, astronomiques, physiques et chimiques*[2] de 1824 ou le *Bulletin des sciences technologiques*[3] de 1827, ce dernier présentant le manuel de J.-F. Artur.

Précisons que la plupart de ces articles s'inspirent, souvent très directement et en y faisant référence, des diverses communications parues dans le Bulletin de la SEIN, ce qui montre à nouveau l'importance de cette institution dans la promotion et la diffusion de la règle à calcul en France dans la première moitié du XIXe siècle.

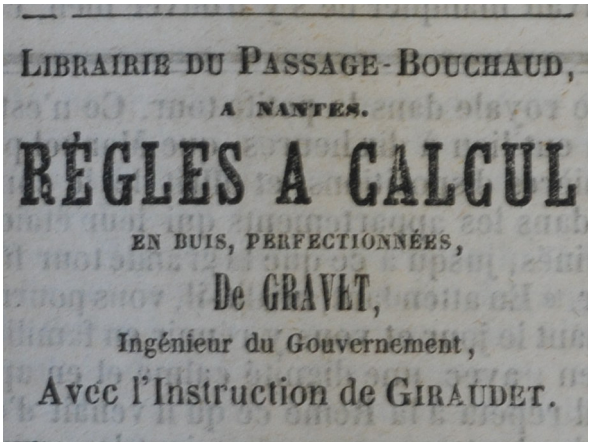

LIBRAIRIE DU PASSAGE-BOUCHAUD,
A NANTES.
RÈGLES A CALCUL
EN BUIS, PERFECTIONNÉES,
De GRAVET,
Ingénieur du Gouvernement,
Avec l'Instruction de GIRAUDET.

Fig. 42: Annonce du 2 décembre 1852

(photo O. Sauzereau.)

La notoriété de l'instrument n'est évidemment pas limitée à Paris. Les libraires se préoccupent d'en vendre, comme en témoigne cette publicité extraite de *L'alliance, journal des provinces de l'ouest,* daté du 2 décembre 1852, annonçant l'arrivée de règles à calcul de Gravet, ainsi que de l'instruction de Giraudet (c'est une coquille : il s'agit certainement de Guiraudet[4], qui publia cette même année un court manuel destiné aux

1 *Ibid*., p. 342-343.
2 COLLECTIF, *Bulletin des sciences mathématiques, astronomiques, physiques et chimiques, op. cit.*
3 *Bulletin des sciences technologiques* n° 187 tome VIII p. 159
4 GUIRAUDET, Paul, *Notice sur l'emploi de la règles à calcul, destinée aux candidats à l'Ecole*

élèves se présentant à Polytechnique ou Saint-Cyr), dans une librairie de Nantes :

Ce petit manuel, comme l'indique son titre, s'adresse manifestement à des lecteurs déjà familiers des mathématiques et s'apparente plutôt à un aide-mémoire. Sa date de publication, correspondant à la décision officielle d'introduire la règle à calcul dans les Grandes Écoles, n'indique-t-elle pas un souci de suivre l'actualité de sa diffusion ?

polytechnique et à l'Ecole militaire de Saint-Cyr, Mathias, Paris, 1852. C'est une petite brochure de 24 pages.

IV) LA SUCCESSION DES LENOIR

Étienne Lenoir est mort en 1832, à 88 ans ; son fils Paul-Étienne était décédé cinq ans auparavant : d'après Anthony Turner[1], Paul-Étienne avait déjà pris la succession de son père à la tête de l'atelier dans les années 1820. Cependant le nom prestigieux de Lenoir est resté associé à la fabrication d'instruments scientifiques bien après leur disparition. Comment cela s'est-il passé ?

Le Bottin du Commerce de Paris mentionne : « Lenoir Père (officier de la légion d'honneur), artiste au Bureau des longitudes, fabricant d'instruments pour les sciences, 14 rue Cassette, » de 1833 à 1836 ; puis de 1838 à 1840, il ne fait plus mention de la fabrication d'instruments. À partir de 1841, le nom de Lenoir ne figure plus. Néanmoins, pendant les huit ans qui ont suivi son décès, Lenoir était toujours répertorié dans le Bottin, à sa dernière adresse. Cela semble bien signifier que ses successeurs ont continué à se réclamer de ce nom si connu. Le Bottin mentionne de deux successeurs de Lenoir : d'abord Mabire, puis Gravet, qui revendiquent explicitement cette succession, non pas en même temps, mais l'un après l'autre. Qui sont-ils ? Qu'en est-il de leurs droits à cette succession ?

Voici un tableau récapitulatif des données extraites du Bottin du commerce de Paris entre 1833 et 1852 (sauf 1837) concernant cette succession :

Année	**Lenoir**	**Mabire**	**Gravet (lunetier)**	**Gravet (instruments math)**
1833	Lenoir 14 rue Cassette		Gravet lunetier 2&4 pl. Dauphine	
1834	Lenoir 14 rue Cassette		Gravet lunetier 2&4 pl. Dauphine	
1835	Lenoir 14 rue Cassette		Gravet lunetier 2&4 pl. Dauphine	
1836	Lenoir 14 rue Cassette	Mabire 14 rue Cassette	Gravet lunetier 2&4 pl. Dauphine	
1838	Lenoir 14 rue Cassette	Mabire 14 rue Cassette	Gravet lunetier *2&4 pl. Dauphine*	
1839	Lenoir 14 rue Cassette	Mabire 14 rue Cassette		Gravet Instr. de math. *2&4 pl. Dauphine*

[1] TURNER, Anthony, *op.cit.*

1840	Lenoir 14 rue Cassette	Mabire 14 rue Cassette		Gravet Instr. de math. *14 rue Cassette*
1841		Mabire 14 rue Cassette		Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1842				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1843				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1844				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1845				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1846				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1847				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1848				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1849				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1850				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1851				Gravet Instr. de math. 14 rue Cassette
1852				Gravet Instr. de math. **Succ. de Lenoir** 14 rue Cassette

Les noms qui apparaissent sont Mabire et Gravet. Ce dernier est d'abord répertorié comme lunetier (opticien) place Dauphine jusqu'en 1838, puis à la même adresse comme fabricant d'instrument de mathématiques, ce qui permet de penser qu'il s'agit bien de la même personne. Ce tableau va jusqu'en 1852 car c'est en cette année qu'apparaît explicitement la mention « successeur de Lenoir ».

A) MABIRE

Presque rien n'apparaît sur ce personnage. Les mentions rencontrées sont très rares. Sur une page de garde de la troisième édition du manuel de Mouzin de 1837, il est écrit : « La règle à calcul se fabrique et se vend à Paris, chez MABIRE, élève et

successeur de M. Lenoir, Ingénieur du Roi en instruments de Mathématiques, rue Cassette, N° 14. »[1]

Mabire a donc été formé par Lenoir, et il lui a succédé, au même emplacement. La fin de la citation est un peu ambiguë : la qualification d'ingénieur du Roi concerne-t-elle Lenoir (ce qui était le cas), ou Mabire lui-même ? La première hypothèse paraît la meilleure, sinon il est probable que Mabire l'aurait mise immédiatement à la suite de son nom ; il n'en est pas moins vrai que la tournure de la phrase laisse ouvertes les deux possibilités.

Une autre référence est donnée dans le Bulletin de la Société d'encouragement de 1839, à la séance du 3 juillet : « M. Mabire, fabricant d'instruments de précision, rue Cassette, n° 14, présente, avec une notice sur le niveau réflecteur de M. Burel, lieutenant-colonel du génie, un appareil de ce genre auquel M. Leblanc, capitaine du génie, a apporté des améliorations. »[2]

Il ne fait donc aucun doute que c'est Mabire qui a repris l'atelier de Lenoir après le décès de celui-ci, et qu'il en a continué l'activité. Cependant, il n'est resté que peu de temps car, d'après le tableau ci-dessus, c'est vers 1839-1840 que Gravet prend sa suite. Après 1840, le nom de Mabire ne figure plus dans le Bottin et nous n'avons plus trouvé mention de ce personnage.

B) François-Fuscien Gravet (1812-1895)

François-Fuscien Gravet est né à Metz en 1812. Nous ne savons rien sur sa jeunesse et sa formation. Quoi qu'il en soit, un artiste du nom de Gravet apparaît dans le Bottin dès 1833, comme lunetier, 2 et 4 Place Dauphine. Il change de spécialité en 1839, où il devient « fabricant d'instruments de mathématiques », toujours à la même adresse jusqu'à l'année suivante, où nous le retrouvons au 14, rue Cassette, ainsi que Mabire. Et en effet, c'est en 1839 que Mabire vend son fonds à Gravet, comme en témoigne un extrait d'un jugement du tribunal de commerce de Paris de 1852 :

> *Il résulte des débats que Gravet a acquis, en janvier 1839, de F. Mabire un établissement de fabrique d'instruments d'optique et de mathématiques que ce dernier exploitait à la connaissance de tous, sous son enseigne commerciale, sous*

[1] MOUZIN, Ph., *op. cit.*
[2] Bulletin de la SEIN

le nom de Lenoir, qui était le prédécesseur dudit Mabire.[1]

Ce jugement sera étudié en détail plus loin. Il semble bien que Gravet se soit fait connaître assez rapidement sur la place de Paris, car en 1844 il reçoit une médaille de bronze décernée par le Jury central de l'exposition des produits de l'industrie française, section « instruments de précision » pour un niveau à réflexion. Le commentaire du jury cite également une boussole, mais ajoute une dernière phrase qui porte un éclairage particulièrement intéressant sur notre sujet : « Ses règles à calculer sont tellement en faveur aujourd'hui, que nous croyons pouvoir nous dispenser d'en faire ici l'éloge. »[2] Donc, du moins en ce qui concerne la règle à calcul, c'est bien Gravet qui apparaît comme le successeur incontesté de Lenoir dès cette époque. Manifestement il est le fabricant le plus en vue de cet instrument. La concurrence ne doit pas être vive (il n'y a aucune autre référence de fabricant en France à ce moment), mais le ton du jury est élogieux et indique une fabrication soignée et appréciée.

C) L'utilisation du nom de Lenoir (1852)

À notre connaissance, il n'existe aucune règle à calcul portant le nom de Mabire, ni de Gravet seul. Ceci peut donner à penser que Mabire et Gravet ont continué à utiliser le nom prestigieux de Lenoir lorsqu'ils en ont pris successivement la succession. Et en effet, le jugement rendu par le tribunal de commerce de Paris du 25 mai 1852 concernant l'utilisation du nom de Lenoir dont nous avons parlé ci-dessus indique que ce nom était très convoité. Il nous paraît utile de le donner ici complètement :[3]

> *Attendu qu'il résulte des débats que Gravet a acquis, en janvier 1859, de F. Mabire un établissement de fabrique d'instruments d'optique et de mathématiques que ce dernier exploitait à la connaissance de tous, sous son enseigne commerciale, sous le nom de LENOIR, qui était le prédécesseur dudit Mabire ; Attendu que ce fait avait lieu alors que la défenderesse ne portait elle-même que le nom de Lenouard Delorme ; Attendu que, d'autre part, la défenderesse justifie qu'elle a obtenu, postérieurement à la date précitée, un jugement du tribunal civil*

---

1 ANONYME, *La Belgique judiciaire, Gazette des tribunaux belges et étrangers,* Tome XI, N° 20, jeudi 10 mars 1853, Bruxelles, 1853, p. 312.

2 COLLECTIF, *Rapport du jury central sur les produits de l'industrie française en 1844,* tome deuxième, section II, instruments de précision, Fain et Thunot, Paris, 1844.

3 *La Belgique judiciaire, Gazette des tribunaux belges et étrangers, op. cit.*, p. 312.

qui l'a autorisée à modifier son nom en celui de Lenoir ; qu'en cet état il est impossible d'attribuer exclusivement à l'une des deux parties le nom de Lenoir pour servir à son enseigne commerciale ; Attendu encore qu'il importe, pour éviter une confusion entre les produits similaires que fabriquent les parties et la concurrence déloyale qu'il pourrait en naître, d'ordonner qu'elles seraient tenues de se désigner réciproquement dans le public par une annonce et une disposition différentes de leurs noms ;

En ce qui touche les dommages-intérêts réciproquement demandés : Attendu qu'il résulte de ce qui précède qu'il n'y a lieu d'en accorder, et qu'il n'est justifié d'aucun préjudice ; Par ces motifs, le Tribunal dit qu'à l'avenir Gravet se servira dans ses enseignes, factures, marques, prospectus et adresses de la désignation des deux mots Gravet Lenoir *réunis, et la dame Lenoir de ceux de dame veuve* Lenoir-Delorme *également réunis, sans que ni l'une ni l'autre des parties ne puisse employer le nom de Lenoir seul.*

Ce jugement demande quelques explications : la « demanderesse », qui fabrique des instruments d'optique ou des lunettes portait le nom de Lenouard, qu'elle a fait transformer en Lenoir, et revendique l'utilisation de ce nom comme marque commerciale. Elle attaque donc Gravet qui, lui aussi, utilise le nom commercial de Lenoir, à la suite de Mabire. Les juges du tribunal de commerce rendent un avis renvoyant dos-à-dos les personnes concernées, en autorisant seulement le nom de Lenoir associé à leur nom propre : Gravet-Lenoir d'une part, et Lenoir-Delorme de l'autre. Il apparaît donc que, jusqu'en 1852, des règles à calcul portant la signature « Lenoir » ont pu être fabriquées par Mabire ou par Gravet, ce qui explique que l'on ne trouve aucune de ces deux signatures seules. En revanche, on trouve des règles à calcul signées « Gravet-Lenoir », dont certaines portent aussi la signature « Lenoir » : il s'agit donc dans ce cas, fort probablement, de règles fabriquées par Gravet peu de temps avant le jugement précédent, et pas encore vendues, qui portaient la signature « Lenoir » et sur lesquelles on a dû faire apparaître le nom « Gravet-Lenoir », conformément à cette décision de justice. La famille Gravet continuera à fabriquer des instruments scientifiques presque jusqu'à la fin du XIX^{e} siècle, puisque c'est le gendre de François Gravet qui lui succédera.

Un exemple de règle Gravet-Lenoir

La qualité des règles fabriquées par Gravet, et donc vendues sous le nom Gravet-Lenoir, avec l'adresse 14 rue Cassette, ne fait aucun doute, et les instruments qui ont été conservés en sont de bons témoins. En voici un exemple, tout à fait analogue à celles que proposait Lenoir dans son catalogue.

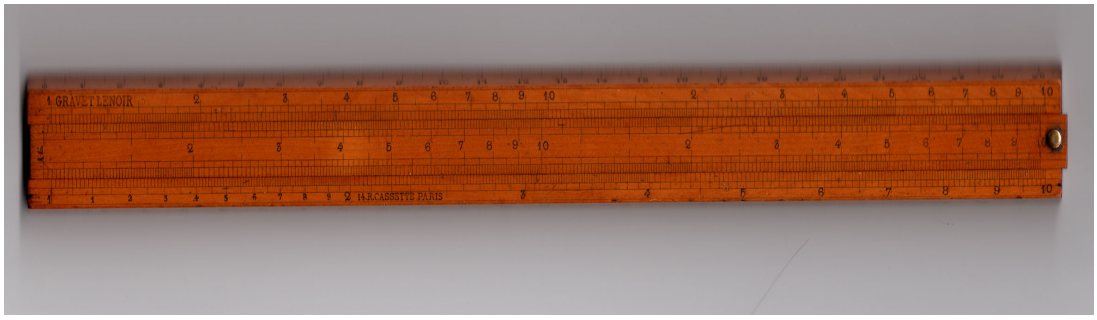


Fig. 43: Règle Gravet-Lenoir (vers 1850) (coll. de l'auteur)

Il s'agit d'une règle type Soho de 26 cm de long, c'est-à-dire le modèle ordinaire de l'époque. Il existe également des règles plus petites, de 20cm, et d'autres plus grandes, de 36 ou 50 cm, dont la qualité de fabrication et donc le prix faisaient des objets beaucoup moins abordables.

Un « concurrent » : Léon Lalanne

Léon Lalanne (1811 – 1892), polytechnicien de la promotion 1829, ingénieur des Ponts et Chaussées, s'est beaucoup intéressé aux questions de calcul. Il poursuit une brillante carrière d'ingénieur, devenant directeur de l'École des Ponts et Chaussées, et membre de l'Académie des Sciences. À sa retraite, il est élu sénateur.

Il s'est toujours préoccupé de rechercher des méthodes et des instruments permettant la simplification des calculs. Il a publié dès 1840 un ouvrage sur ce sujet : *Tables nouvelles pour abréger divers calculs relatifs aux projets de routes.* En 1843, dans le même ordre d'idées, il publie la *Description et usage de l'abaque ou compteur universel*[1], et continuera à s'intéresser à ce type de méthodes liées à la nomographie, sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Dans son avant-propos, il écrit :

> *Plusieurs savants français, frappés du parti vraiment remarquable que nos voisins [anglais] savent en tirer, ont cherché à en introduire l'usage en France. Quoique leurs efforts ne soient pas restés totalement infructueux, le but qu'ils se*

[1] LALANNE, Léon, *Description et usage de l'abaque ou compteur universel,* Dubochet, Paris, 1843.

proposaient n'a certainement pas été atteint, et la fabrication des règles logarithmiques se réduit, chez nous, à quelques centaines d'exemplaires par an. Un petit nombre d'ingénieurs, de chefs d'industrie, et de contre-maitres, commencent à peine à se servir de cet instrument, considéré, à tort, par beaucoup de personnes, comme plus curieux qu'utile. Cet état de choses paraît tenir d'abord à ce que l'usage de la règle à calcul n'est enseigné dans presque aucune école ; ensuite à l'élévation du prix (5 fr. au moins, pour un instrument un peu exact), qui empêchera toujours la Règle de devenir véritablement populaire en France.[1]

Ce texte nous renseigne assez précisément sur les difficultés de diffusion de la règle à calcul en France. Il nous indique également que le nombre de règles fabriquées en France reste très réduit dans ces années. Notons que l'auteur considère cet instrument comme très utile, et déplore son manque d'utilisation. Les causes qu'il met en avant paraissent raisonnables, en particulier la première : comment utiliserait-on un instrument dont on ne sait pas se servir ?

En 1851, il publie un manuel d'instructions sur la règle à calcul[2], dont l'introduction historique est très intéressante. En particulier il y rend un hommage appuyé au travail effectué par la SEIN pour la promotion de la règle à calcul. Il considère, dans les introduction de ces deux derniers ouvrages, que la règle à calcul telle qu'elle est fabriquée est trop chère, et met au point une règle à calcul « à enveloppe de verre ». Il s'agit d'une règle du même type que celle de Gravet, mais dans laquelle les échelles sont imprimées sur du papier collé sur une feuille de carton, le tout protégé par une mince plaque de verre. Ce procédé permet d'abaisser le coût de fabrication, puisqu'il n'est plus nécessaire de graver les échelles sur du bois. Cependant, la fragilité du papier, même protégé par la vitre, rend rapidement l'instrument inutilisable et il ne semble pas avoir connu un grand succès. Dans la préface de cette instruction, Lalanne est beaucoup plus optimiste sur le succès de la règle à calcul en France pour des raisons qu'il expose ainsi :

Mais enfin, les efforts des savants estimables qui, depuis près de quarante ans cherchent à en vulgariser l'usage, commencent à porter leurs fruits.

---

1 *Ibid.*, p.3.

2 LALANNE, Léon, *Instruction sur les règles à calcul et particulièrement sur la nouvelle règle à enveloppe de verre,* Hachette, Paris, 1851.

Aujourd'hui que sa théorie et ses propriétés figurent dans le programme des connaissances exigées pour l'admission à l'École Polytechnique et l'École militaire de Saint-Cyr ; que d'habiles professeurs lui ont consacré des leçons spéciales dans les cours, soit de Paris, soit des écoles d'Arts et métiers, on peut être certain qu'elle ne tardera pas à devenir chez nous, comme chez les Anglais, un instrument usuel, employé à chaque instant pour les calculs qui n'exigent pas trop de précision et que l'on désire effectuer promptement. La Règle à enveloppe de verre contribuera peut-être à hâter ce résultat par la modicité de son prix, qui n'est que le tiers du prix de la Règle de bois.[1]

En quelques années, Lalanne a donc changé d'avis sur le devenir de la règle à calcul. Le principal argument est l'introduction officielle de la connaissance de son maniement dans les programmes d'entrée aux « grandes écoles ». C'est aussi pourquoi lui-même propose un nouveau modèle de règle.

[1] *Ibid*, p. VIII

CONCLUSION

La règle à calcul a donc franchi la Manche : il est curieux de noter que, dans ce cas précis, le chemin de l'Angleterre à la France passe par l'Égypte, puisque Jomard avait été envoyé en Angleterre pour une mission concernant l'Expédition d'Égypte. Pendant ces années 1815-1850, les efforts d'un petit nombre de personnes en France ont commencé à porter leurs fruits. Les trois personnages principaux, Jomard, Collardeau et Paul-Etienne Lenoir ont joué chacun un rôle bien précis : Jomard a présenté avec une grande conviction le nouvel instrument, Collardeau a écrit le premier manuel d'instructions, et Lenoir en a fabriqué les premiers modèles. Tous les trois sont des polytechniciens, Jomard et Lenoir ont fait partie de l'Expédition d'Égypte : ils ont su convaincre et mobiliser leurs réseaux, en particulier le rôle de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale a été très important.

Les principaux acteurs sont donc en place : on trouve des manuels, la qualité des règles est bien établie, on en parle dans les milieux scientifiques et industriels, et, surtout, les initiateurs en France ont tout de suite considéré que ce nouvel instrument devait être mis à la disposition du plus grand nombre possible d'utilisateurs. Par opposition aux premières règles anglaises, très spécialisées, et même à la conception de Watt, pour qui la règle à calcul relevait plutôt du secret industriel, Jomard et Collardeau ont immédiatement cherché à présenter l'instrument comme un objet d'utilisation courante.

Cependant la diffusion est très restreinte : malgré la qualité des instruments fabriqués par Gravet, qui a pris la succession de Lenoir, il ne s'agit encore que de quelques centaines d'exemplaires par an, comme le dit Lalanne. Il est curieux de noter que dans les autres pays européens, la règle à calcul ne semble pas avoir progressé par rapport au siècle précédent. Au milieu du XIX^{e} siècle, les seuls pays où la règle à calcul a une existence relativement importante sont la Grande-Bretagne et la France. Il est important de signaler également que le seul type de règle anglaise qui a pénétré en France est la règle Soho, c'est-à-dire la règle la plus « moderne » de l'époque. Les règles spécialisées, comme celles concernant le calcul des taxes et le travail du bois, qui continuent à être très utilisées en Grande-Bretagne, n'ont pas attiré l'attention en France. Ce même type de phénomène concernant la diffusion de l'instrument se retrouvera à la

fin de la prochaine partie. Au moins dans le cas de la règle à calcul, les étapes intermédiaires dans la conception d'une amélioration technique ne se diffusent pas. Lorsqu'elle franchit une frontière, les nouveaux bénéficiaires partent toujours de la version la plus élaborée pour l'adapter à leurs besoins.

Les années 1850-1851 représentent un tournant décisif en France et que ce n'est qu'après cette étape que la règle à calcul prendra son véritable essor et se répandra dans tous les pays industrialisés. C'est l'objet de la troisième partie.

TROISIÈME PARTIE

LA DIFFUSION

(1851-1900)

INTRODUCTION

C'est dans la seconde moitié du XIX^e^ siècle que la règle à calcul va véritablement se diffuser dans les grands pays industrialisés. Cette période est une époque essentielle dans la diffusion de la règle à calcul. Entre 1850 et 1880, cela se passe essentiellement en France, puis très rapidement le phénomène s'étendra à l'étranger, en commençant par l'Allemagne, puis les États-Unis et le Japon, et, au tout début du XX^e^ siècle, la règle à calcul aura trouvé sa place dans tous les grands pays industrialisés.

Les questions qui se posent sont les suivantes : Quels sont les événements qui ont favorisé en France une diffusion plus large de la règle à calcul ? Comment s'est-elle répandue et a-t-elle été accueillie dans les milieux de l'enseignement ? Comment les fabricants ont-ils accompagné cette diffusion, en quoi l'ont-ils favorisée ? En quoi la règle à calcul a-t-elle participé aux avancées techniques de cette époque ? À-t-elle eu des concurrents en matière d'instruments ou de méthodes de calcul ? Comment la diffusion dans les pays étrangers a-t-elle débuté et quels changements cela a-t-il apportés ?

Pour répondre à ces questions, nous montrerons d'abord dans cette troisième partie comment, en France, deux événements très différents ont entraîné cette diffusion : une décision administrative et pédagogique concernant l'utilisation de la règle à calcul dans les « grandes écoles » de l'époque, Polytechnique et Saint-Cyr, et un perfectionnement technique dû à un jeune sous-lieutenant d'artillerie dont les conséquences se feront sentir peut-être plus lentement en France qu'à l'étranger, mais qui donnera naissance à la règle à calcul « moderne ».

Puis nous présenterons le travail remarquable des principaux fabricants français de l'époque, qui mettent au point des règles à calcul dont la qualité de fabrication restera longtemps inégalée. Nous examinerons aussi le rôle des abaques et de la nomographie en comparaison avec celui de la règle.

Enfin nous examinerons comment les autres pays, en premier lieu l'Allemagne, ont transformé les méthodes artisanales de France et de Grande-Bretagne pour parvenir très rapidement à prendre le dessus par une fabrication industrielle avec des moyens financiers importants leur permettant de mettre en œuvre des améliorations techniques qui leur donneront la prédominance à partir de la fin du XIX^e^ siècle.

I) MANNHEIM ET LA RÈGLE À CALCUL MODERNE

L'invention qui va marquer l'histoire de la règle à calcul est l'œuvre d'un jeune polytechnicien, Amédée Mannheim, qui, pendant son École d'application, aura l'idée de modifier la disposition des échelles sur la règle à calcul. Cette invention va rendre possible bien d'autres perfectionnements et peut être considérée comme le passage décisif vers la règle à calcul « moderne ».



Fig. 44: Amédée Mannheim

A) Amédée Mannheim

Amédée Mannheim (1831 – 1906) est né à Paris. Admis à l'École polytechnique en 1848, il est nommé à l'École d'application de l'artillerie et du génie de Metz en 1850. Cette École forme des officiers issus de Polytechnique. Jean Victor Poncelet y avait, en 1825, créé le cours de mécanique. Il se fait déjà remarquer dans les milieux mathématiques par un mémoire sur les transformations par polaires réciproques. Après quelques années de vie de garnison, il est affecté comme répétiteur, puis examinateur à l'École polytechnique, où il est nommé professeur de géométrie descriptive en 1864. Il restera dans cette fonction et terminera colonel. Ses travaux mathématiques portent surtout sur l'étude des courbes et la géométrie, dans la continuation de Chasles.

Son nom reste cependant attaché à l'histoire de la règle à calcul : le « modèle Mannheim » va révolutionner la perception de la règle à calcul, en facilitant l'usage et augmentant sa précision ; il sera un facteur déterminant dans sa diffusion. C'est

certainement l'un des noms les plus connus des utilisateurs de règles, figurant sur d'innombrables modèles de tous les pays au cours du XX^{e} siècle.

B) La règle à calcul de Mannheim (1851)

C'est donc à Metz, pendant son École d'application dans l'artillerie, que Mannheim, alors âgé de vingt ans à peine, apporte à la règle à calcul une amélioration décisive : la règle utilisée alors est du type « Soho », et comporte trois fois la même échelle : en haut de la règle, en haut et en bas de la réglette ; la quatrième échelle, en bas de la règle, est une échelle des carrés, permettant notamment d'obtenir les racines carrées. L'idée de Mannheim est de modifier cette disposition : il place deux échelles de nombres identiques dans le bas de l'instrument, l'une sur la règle et l'autre sur la réglette, et deux échelles de carrés dans le haut, de la même manière. Ainsi la règle à calcul se trouve, en quelque sorte, partagée en deux dans le sens de la hauteur ; ceci permet une meilleure utilisation de l'espace restreint de la règle, et donnera naissance à plusieurs types de règles, toutes dérivées de celle de Mannheim, augmentant considérablement les possibilités de l'instrument. Pour faciliter l'usage de sa « règle à calcul modifiée[1] », Mannheim généralise alors l'usage du curseur. Ainsi, contrairement à une idée communément admise, ce n'est pas Amédée Mannheim qui a inventé le curseur dont Mouzin et Artur font mention, mais la nouvelle disposition des échelles rend son usage pratiquement obligatoire. L'amélioration de Mannheim porte essentiellement sur l'arrangement des échelles, le curseur n'étant qu'une conséquence de cette nouvelle disposition qui permet d'améliorer grandement la précision des résultats et la facilité d'utilisation.

Mannheim présente sa règle modifiée dans un petit feuillet de quatre pages[2], dont le style, très sec, reflète tout à fait l'état d'esprit du jeune officier d'artillerie qu'il était à l'époque, et qui ne souhaite pas s'embarrasser d'explications qu'il juge superflues : « Le but de la règle à calculs est indiqué par son nom[3]. Elle se compose d'une règle dans la coulisse de laquelle glisse une réglette.(...) Les nombres de l'échelle supérieure de la règle sont les carrés des nombres de l'échelle inférieure.»

---

1 C'est le titre que lui-même a donné à sa brochure.

2 MANNHEIM, Amédée, *Instruction sur la règle à calcul modifiée*, sans nom d'éditeur, Metz, 1851.

3 Notons que cette phrase serait absolument intraduisible en anglais, puisque cela signifierait que la « slide rule » a pour but de glisser.

Cet extrait montre bien qu'il considère l'usage de la règle à calcul (il écrit «à calculs ») comme ne présentant aucune difficulté pratique. Il utilise les mots « réglette » et « coulisse », ce dernier pour la rainure où se déplace la réglette. Deux ans plus tard, il publie dans les *Nouvelles annales de mathématiques* un court article - à peine deux pages - pour présenter sa règle. C'est en note de cet article qu'il critique le livre de Benoît dont il a été question plus haut. Et en effet, puisque Mannheim considère qu'il suffit de quatre pages d'instructions pour apprendre à se servir de la règle, on comprend son effarement devant les 524 pages du traité de Benoît. Le début de cet article est assez parlant :

> *Insister sur l'utilité de cette règle serait chose inutile auprès des personnes qui ne s'en servent pas, et chose superflue pour celles qui en font un usage continuel et y acquièrent une habileté facilitant singulièrement les calculs dont on a besoin dans le monde industriel. Sous ce point de vue, l'instrument mérite de devenir de plus en plus populaire, et on ne saurait trop encourager ceux qui veulent bien mettre leur sagacité à le perfectionner ; nous croyons que les dernières modifications, ingénieuses, commodes, multiplient et facilitent les applications.*[1]

À la lecture de la première phrase, on retrouve à nouveau son style très dépouillé : il ne sert à rien de faire des discours. Mannheim considère cependant la règle à calcul comme un instrument très utile pour l'industrie qu'il faut continuer à améliorer. Il explique ensuite brièvement les modifications qu'il y a apporté :

> *L'échelle inférieure de la réglette, qui était dans les anciennes règles la même que les échelles supérieures, a été remplacée par une échelle identique à celle des racines carrées. (...) On obtient, par cette modification, une approximation double de ce que l'on obtenait avec l'ancienne règle. (...) Ces diverses modifications apportent encore d'autres avantages que l'usage fait connaître. Une instruction, que l'on distribue avec l'instrument, ne laisse rien à désirer sur son emploi. Cette instruction a été imprimée à Metz, décembre 1851.*[2]

Là non plus, Mannheim ne s'étend pas en considérations qui lui semblent inutiles.

---

1 MANNHEIM, Amédée, « Règle à calcul modifiée », *Nouvelles annales de mathématiques 1ère série,* tome 12 (1853), pp. 327-329

2 *Ibid*.

L'utilisateur verra bien par lui-même quels sont ses « autres avantages que l'usage fait connaître ». Ces améliorations techniques sont très simples à mettre en œuvre, et Gravet fabriquera immédiatement ces nouvelles règles, tout en continuant à produire les règles classiques. Mannheim verra d'ailleurs son amélioration reconnue par le jury de l'exposition universelle de 1855 : « M. MANNHEIM, à Paris, ancien élève de l'École polytechnique, a obtenu une mention honorable pour les règles logarithmiques à calculs, de son invention, qu'il avait exposées dans la vitrine de M. Gravet. »[1] Mannheim ne s'est jamais lancé dans la commercialisation de ses inventions, qu'il a confiée à Gravet, gracieusement semble-t-il.

> *Amédée Mannheim ne voulut bénéficier en aucune manière de son invention ; en son temps, la maladie du brevet ne sévissait pas encore... Geste qui peint à merveille son caractère de haut désintéressement scientifique, il donna sa règle, sans aucune contrepartie, à un constructeur parisien d'instruments de précision, Tavernier-Gravet.*[2]

Quoique la partie historique de l'ouvrage d'où est extraite cette citation soit très discutable, avec de nombreuses erreurs grossières, et que ce ne peut pas être à Tavernier-Gravet, qui n'existait pas à l'époque, mais à Gravet que Mannheim aurait confié son invention, cette attitude est en effet tout à fait plausible.

En France, où la règle « ordinaire » commence déjà à être bien implantée, les deux types cohabiteront pendant très longtemps, et l'on fabriquera encore des règles Soho au début du XX^{e} siècle. Alors que, comme nous le verrons ci-dessous, les fabricants allemands produiront dès le début les règles de type Mannheim, dont la supériorité leur a paru manifeste et qui s'imposeront définitivement.

---

1 *Exposition universelle de 1855, rapports du jury mixte international,* Imprimerie impériale, Paris, M DCCC LVI, p. 405.

2 BERCHÉ, Paul, JOUANNEAU, Edouard, *Apprenez à vous servir de la règle à calcul,* 8^{e} édition, Librairie de la radio, Paris, 1955, p.122.

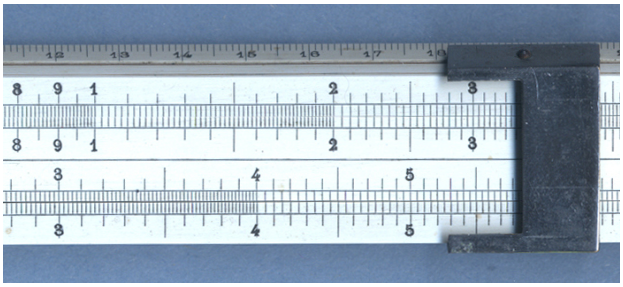


Fig. 45: Une règle Mannheim (coll. de l'auteur)

Cette disposition des échelles principales restera la base de toutes les règles à calcul. Le souhait de Mannheim concernant les perfectionnements que l'on pourrait encore apporter à sa règle a été totalement exaucé par les fabricants de règles à calcul tout au long de leur production. Néanmoins c'est vraiment l'invention de Mannheim qui a permis le passage à la règle à calcul moderne du XX^{e} siècle.

II) LA LA RÈGLE À CALCUL ET L'ENSEIGNEMENT

Comme l'a fait remarquer Lalanne dans l'avant-propos de son ouvrage de 1843 cité précédemment, le maniement et l'utilisation de la règle à calcul n'étaient que très peu enseignés. Il existait cependant une exception notable, l'École centrale. Mais, dès 1850, cet état de fait va changer considérablement.

A) Le cas de l'École Centrale

L'École centrale des arts et manufactures a été fondée en 1829 par quelques ingénieurs et industriels dont nous avons déjà parlé. Il est important d'évoquer dans quel esprit les fondateurs ont créé cette École. Ainsi qu'il est écrit dans le prospectus officiel de création de cet établissement, il s'agit de placer l'industrie française en état de soutenir la concurrence étrangère, et en particulier anglaise :

> *Tous les hommes qui pensent aux grands intérêts du pays ne peuvent envisager sans quelque crainte l'avenir de l'industrie française. (...) Les fondateurs de la nouvelle École ont voulu porter remède au mal, dans sa racine même. Une comparaison attentive leur a prouvé que la supériorité industrielle de l'Angleterre était due à la division du travail et à la perfection spéciale de chaque élément industriel de ce pays. Pour lutter avec lui, il faut donc avoir, comme lui, des ouvriers très exercés, (...) et des ingénieurs civils qui, se vouant à un genre spécial de construction industrielle, puissent approfondir toutes ses difficultés pratiques.*[1]

Mais il n'existe, en France, que très peu d'établissements correspondant à ces formations, et leur enseignement est souvent inadapté :

> *Les établissements d'enseignement industriel qui existent en France sont : le Conservatoire des arts et métiers, les écoles de Châlons et d'Angers, et les écoles d'ouvriers. (...) Il est donc permis d'avancer qu'il n'existe encore nulle part en France un enseignement complet des sciences industrielles. (..) L'École centrale des arts et manufactures est établie pour satisfaire à ce besoin.* [2]

---

1 *Prospectus École centrale des arts et manufactures op. cit.* p. 2
2 *ibid*. p. 6

Il s'agit donc de former des ingénieurs d'un haut niveau scientifique, mais dont les connaissances sont orientées vers les applications industrielles, la théorie passant au second plan :

> *Ainsi l'on a écarté de l'enseignement tout ce qui concerne les théories mathématiques trop élevées ; l'expérience ayant démontré que ces théories sont rarement utiles dans les applications, et que dans le cas contraire, le simple énoncé des résultats obtenus par une analyse transcendante peut suffire.*[1]

D'autre part les fondateurs, soucieux d'ouvrir cette École à toutes les classes de la société, prévoient aussi la création de 111 demi-bourses (soit 300 f., les frais de scolarité étant de 600 f.). L'École centrale est placée sous la surveillance d'un « conseil de perfectionnement » comprenant des représentants éminents du monde des sciences et de l'industrie, parmi lesquels nous trouvons Chaptal, Arago, Brongniart, mais aussi Jomard.

Dans le matériel nécessaire aux élèves, nous trouvons : « 1 règle à calculer (logarithmique) »[2]. Donc dès 1829, l'École centrale des arts et manufactures fait utiliser par ses élèves la règle à calcul. Ceci est-il dû à la présence de Jomard dans le conseil, ou est-ce la volonté des fondateurs, estimant que cet instrument est bien adapté à la formation qu'ils entendent donner aux futurs ingénieurs ? Quoi qu'il en soit, l'École centrale se trouve de ce point de vue en avance de plus de vingt ans par rapport aux autres établissements d'enseignement de niveau équivalent.

B) Dans les programmes des « grandes écoles » :

Lalanne et Benoît font tous deux référence, dans la préface de leurs livres d'instructions sur la règle à calcul, à la décision gouvernementale d'exiger la connaissance de la règle à calcul pour l'admission à l'École Polytechnique et à l'École militaire de Saint-Cyr. En effet, cette décision a été prise par la commission nommée en exécution de la loi du 5 juin 1850, et approuvée par le ministère de la guerre. Cette commission, dont le rapporteur est Le Verrier, est chargée d'examiner la situation des écoles militaires et de les réorganiser, tant du point de vue administratif que pédagogique. Voici un passage concernant les connaissances requises pour l'admission à l'école Polytechnique : « III : Algèbre (…) Des logarithmes et de leurs usages (…)

---

1 *Ibid.* p.9.
2 *Ibid*. p.30.

Emploi de la règle à calcul. » Avec, en note de bas de page : « Il ne suffirait pas de donner aux élèves la théorie de la règle à calcul. L'usage de ce petit instrument doit leur être familier, afin qu'ils puissent exécuter facilement, devant l'examinateur, quelques calculs avec le degré d'exactitude qu'on peut ainsi obtenir. »[1]

Pour les années suivantes, la note a disparu et on trouve simplement « Usage de la règle à calcul. » Cette note indique bien que les candidats doivent connaître l'utilisation de ce « petit instrument » au moment de l'admission. Cette dernière expression peut paraître un peu condescendante, à moins qu'elle ne fasse allusion qu'à ses dimensions, et dans ce cas elle serait presque élogieuse, opposant sa taille à ses possibilités. Il ne fait aucun doute cependant, compte tenu du prestige et de l'influence de l'École Polytechnique dans les milieux scientifiques de l'époque, que cette décision administrative a grandement favorisé la diffusion de la règle, qui se trouve ainsi officiellement reconnue comme instrument de calcul, y compris au niveau le plus élevé de la formation scientifique. Les candidats doivent en effet savoir s'en servir, et donc s'en être procuré une, ce qui ouvre évidemment des perspectives intéressantes pour les fabricants. Ceci rejoint la remarque de Lalanne sur le coût de la règle à calcul en bois, et sa tentative avec la règle à enveloppe de verre, bien meilleur marché.

C) La règle à calcul dans l'enseignement secondaire en France à la fin du XIXe siècle :

Dans les programmes

L'enseignement des sciences au lycée au XIXe siècle en France a été l'objet de fortes oppositions entre les tenants d'une culture classique basée essentiellement sur les « humanités » et ceux d'une conception plus « utilitaire » tenant compte des progrès techniques considérables de cette époque. Cette opposition s'est traduite par de nombreux changements de programmes et même d'organisation de l'enseignement. En particulier, la réforme de 1852 a établi deux filières, littéraire et scientifique, et instauré un baccalauréat ès sciences parallèlement au baccalauréat ès lettres. À peine dix ans plus tard, le ministère Duruy revient sur cette réforme et supprime la filière scientifique. L'enseignement classique est réorganisé et redevient la voie royale. Un enseignement

[1] ANONYME *Programmes pour l'admission et pour l'enseignement à l'école Polytechnique,* Imprimerie nationale, Paris, 1850, p. 21.

secondaire spécial est créé en 1865 ; il deviendra l'enseignement secondaire moderne en 1891. Il faudra la réforme de 1902 pour que les sections scientifiques soient vraiment considérées comme équivalentes à l'enseignement littéraire.

Chacune de ces réformes est, bien sûr, accompagnée d'un changement des programmes, en mathématiques comme dans les autres disciplines. L'étude de ces programmes[1] fait apparaître la première référence à la règle à calcul en 1852, dans les *Programmes de l'enseignement scientifique du 30 août 1852*, dans la section : « Enseignement particulier à la section des sciences, classe de troisième », où nous trouvons au numéro 36 : « Emploi de la règle à calcul, borné à la multiplication et à la division. »[2]

La connaissance de l'utilisation de la règle à calcul pour l'admission à Polytechnique date de 1851. Il est donc normal de la rencontrer dans les programmes de la classe de mathématiques spéciales. Elle apparaît en 1853 pour l'année scolaire 1854-1855, dans la rubrique : « Algèbre ; compléments », où nous lisons : « usage de la règle à calcul.»[3] Dans le précédent texte officiel concernant cette classe, daté de 1843, il était écrit : « usage de la table de logarithmes ».Le premier commentaire rencontré sur l'utilisation de la règle à calcul date du 15 novembre 1854. D'après Belhoste, il pourrait être de l'astronome Le Verrier, qui était membre de la commission. Il est extrait de l'*Instruction pour la mise à exécution du plan d'étude des lycées*[4] :

> *La règle à calcul donne un moyen rapide et portatif d'exécuter avec approximation une foule de calculs pour lesquels on n'a pas besoin d'une grande exactitude. On en doit rendre l'usage familier aux élèves en ce qui concerne la multiplication et la division, comme le prescrit le programme. On se contentera donc de mette entre les mains des élèves des règles d'un prix modéré, sur lesquelles soient tracées les seules divisions nécessaires pour l'objet qu'on se propose.*

Ce bref paragraphe précise bien l'esprit dans lequel la règle à calcul devrait être présentée aux élèves : un instrument commode et très utile, bon marché et simple.La

---

1 Toutes les références de ce paragraphe sont extraites de l'ouvrage de Bruno BELHOSTE, *Les sciences dans l'enseignement secondaire français, textes officiels, Tome 1, 1789-1914*, INRP, Economica, Paris, 1995.

2 *Ibid*., p. 283.

3 *Ibid*., p. 304.

4 *Ibid*., p. 333-334

référence suivante apparaît le 26 octobre 1866, dans le *plan d'études et programmes des sciences de l'enseignement spécial*, quatrième année d'enseignement, mathématiques : « fin de l'algèbre, formules usuelles de trigonométrie, usage des tables, règle à calculer, courbes usuelles, complément de la géométrie descriptive. »[1] En revanche, dans le programme de la classe de mathématiques élémentaires de 1865, il n'est fait référence qu'à la table de logarithmes, et pas à la règle à calcul.

Dans les manuels scolaires

La règle à calcul a donc fait une entrée discrète dans l'enseignement secondaire en France à cette période. Cela se retrouve dans les manuels de mathématiques, qui consacrent quelques pages, souvent dans le chapitre des logarithmes, ou en appendice à la fin de l'ouvrage, à l'utilisation de l'instrument. Nous avons pu consulter trois de ces manuels. Les ouvrages de mathématiques de l'époque destinés aux lycéens qui se dirigeaient vers des carrières scientifiques n'étaient pas divisés suivant les classes, comme maintenant, mais constituaient des traités, souvent en plusieurs tomes, que l'élève utilisait plusieurs années. Ainsi J. Adhémar, dans son *traité d'arithmétique et d'algèbre*[2], expose en cinq pages la multiplication, la division, les racines quarrée (*sic*) et cubique. Une planche représentant grandeur nature une règle système Soho est jointe à la fin du volume. D'après l'auteur, dans sa préface, le but de son ouvrage est « principalement de préparer à la profession d'ingénieur[3] ». C'est le même but que se propose Charles de Comberousse, dans son *Cours de mathématiques*[4]. L'auteur se présente comme ingénieur civil, examinateur d'admission à l'École centrale des arts et manufactures, répétiteur de mécanique appliquée à la même école, professeur de mathématiques et de mécanique au collège Chaptal. Il consacre en fin de volume une dizaine de pages à la théorie et l'usage de la règle à calcul, faisant référence à « soit la règle en bois construite par *M. Gravet-Lenoir*, soit la règle à enveloppe de verre de *M. Léon Lalanne*. »[5] Sa conclusion est intéressante, car il expose son opinion sur l'instrument :

---

1 *Ibid*, p. 437.
2 ADHEMAR, J., *Traités d'arithmétique et d'algèbre,* 3e édition, de Lacroix-Comon, Paris, 1857, p. 409-414
3 *Ibid*. p. v.
4 De COMBEROUSSE, Charles, *Cours de mathématiques à l'usage ds candidats à l'école centrale ds arts et manufactures, et de tous ls élèves qui se destinent aux écoles du gouvernement,* tome premier, arithmétique – algèbre élémentaire, Mallet-Bachelier, Paris, 1860, p. 454-463.
5 *Ibid*., p. 454.

En résumé, on voit que la règle [à calcul] est un instrument ingénieux avec lequel on peut effectuer rapidement les calculs qui n'exigent pas une très grande exactitude. L'approximation obtenue dépend de la grandeur de la règle qui, en permettant de multiplier les divisions, permet aussi de lire les nombres plus sûrement. Dans certains cas une règle de grandes dimensions, placée à demeure dans un bureau de calculateurs, serait appelée à rendre de très bons services. De plus, cet appareil peut facilement être modifié suivant les besoins, de manière à s'appliquer à des opérations spéciales. Sur ce sujet, nous renvoyons à l'excellente notice publiée par M. Léon Lalanne. Avec les petites règles ordinaires, on peut compter en général sur une approximation relative au moins égale à 1/300. Mais il faut beaucoup s'exercer, et il est nécessaire d'avoir l'habitude de sa règle, comme un musicien a l'habitude de son instrument. Dans tous les cas, ceux-là seuls qui sauraient calculer sans le secours de la règle, pourront s'en servir utilement.[1]

Cette dernière phrase montre que l'auteur est bien loin de la conception des premiers auteurs de manuels d'instructions, comme Collardeau et Mouzin, qui présentaient la règle à calcul comme un instrument destiné même à ceux qui ne connaissent pas l'arithmétique. Cette opinion, qui paraît plus réaliste, ne s'explique-t-elle pas par les trente ou quarante ans qui la séparent des précédentes, pendant lesquels les expériences d'utilisation ont pu s'accumuler ?

Un troisième exemple se trouve dans les *Leçons d'algèbre*[2], de Charles Briot, professeur de mathématiques spéciales au lycée Saint-Louis. L'auteur précise que ses leçons sont « conformes aux programmes officiels de l'enseignement des lycées ». On trouve, conformément au programme de mathématiques spéciales de 1853, un appendice[3] concernant l'usage de la règle à calcul, qui couvre les mêmes notions que les ouvrages cités précédemment.

---

1 *op. cit.* p.462-463.

2 BRIOT, Charles, *Leçons d'algèbre conformes aux programme officiels de l'enseignement des lycées, deuxième partie,* troisième édition, Dalmont et Dunod, Paris, 1859.

3 *Ibid*., p. 338-352.

III) LA FABRICATION

La fabrication des règles à calcul en France est très artisanale à cette époque. Parmi les quelques fabricants de la seconde moitié du XIX^{e} siècle, une entreprise domine très largement le marché. Il s'agit de Gravet-Lenoir, puis Tavernier-Gravet. Nous avons déjà rencontré Gravet, qui s'est affirmé dans les années précédentes comme le réel successeur de Lenoir, et nous avons vu que, déjà dans les années 1840, il est considéré comme un fabricant de règles à calcul et autres instruments de très grande qualité, sous la marque Gravet-Lenoir. En 1867, ce nom disparaît, remplacé par Tavernier-Gravet, fabricant d'instruments de mathématiques, à la même adresse, 14 rue Cassette. C'est ce dernier nom qui figure ensuite constamment dans le Bottin.

A) Qui est Tavernier ?

Les questions qui se trouvent posées sont alors : Qui est Tavernier ? Comment son nom se trouve-t-il associé à Gravet ?

Une des difficultés rencontrées dans cette recherche est que le patronyme Tavernier est extrêmement fréquent en France. D'autre part, les renseignements sur cette personne étaient très rares : pas de prénom, pas de date ni de lieu de naissance ni de décès, par exemple. Les recherches dans les archives d'état-civil étaient donc vouées à l'échec en l'absence d'informations supplémentaires. La première indication a été trouvée au cours de recherches sur les récompenses reçues par la maison Tavernier-Gravet à l'occasion de diverses expositions universelles. La bibliothèque de la SEIN conserve les rapports complets de ces expositions. Dans celui de 1878, figure la mention, dans la catégorie « Instruments scientifiques, médaille d'or » : « Tavernier-Gravet (C.-À.) »[1]. Cela laissait supposer que les lettres C.-À. étaient les initiales du prénom de Tavernier. Compte-tenu de l'époque, le « C » pouvait être Charles. Ensuite une recherche sur le site des Archives numérisées de la ville de Paris a été couronnée de succès par la découverte de l'acte de mariage[2] de Mademoiselle Tavernier Jeanne, fille de Charles-Alexandre Tavernier, fabricant d'instruments de mathématiques, 14 rue Cassette et de Léonide Augustine Gravet, le 5 février 1885. Un des témoins était

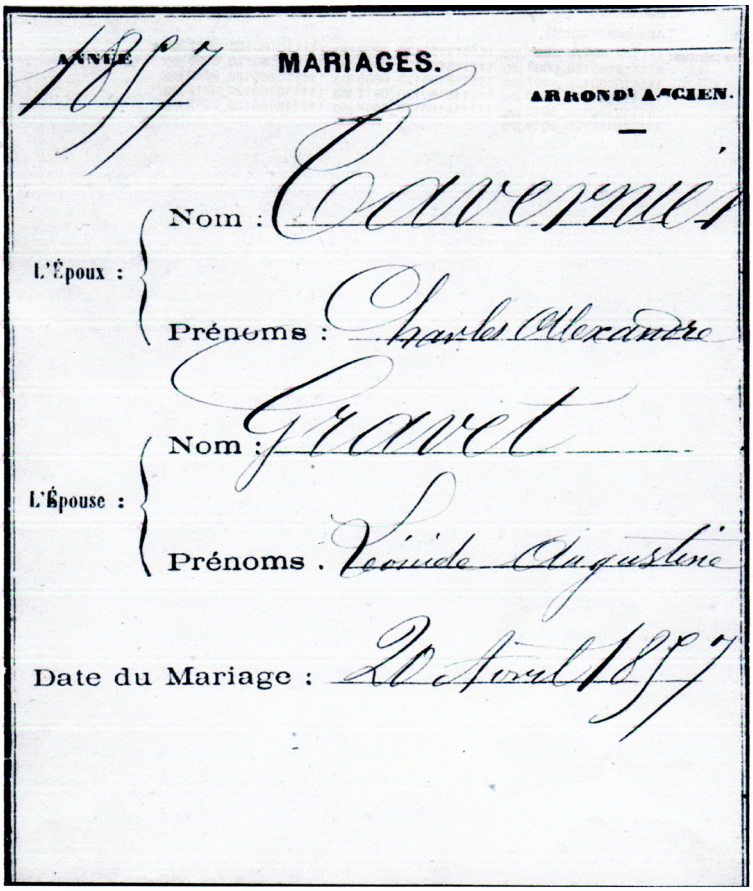
---

1 CORNU, *Rapport du jury international,* Imprimerie nationale, Paris, 1880, p. 24.

2 Acte de mariage n° 80 V4E 5809 aux archives de la ville de Paris.

François Gravet, rentier, 72 ans, aïeul de l'épouse.

Ces renseignements prouvent que Tavernier est le gendre de François Gravet. Le passage de Gravet-Lenoir à Tavernier-Gravet est donc une affaire de famille. Ensuite il fut plus facile de remonter à la source. Charles-Alexandre Tavernier est né en 1826 à Metz, mort le 27 juillet 1887 à Paris. Il devait probablement être employé chez Gravet, ou du moins il avait la formation nécessaire à la construction d'instruments, puisqu'il a succédé à son beau-père. Il a épousé Léonide Augustine Gravet le 20 avril 1857 ; ce mariage ayant eu lieu avant 1860, nous n'avons pu retrouver l'acte original, détruit dans les incendies lors de la Commune de Paris. Cependant voici l'acte des archives reconstituées[1] :


ANNÉE 1857 MARIAGES.

ARRONDt ANCIEN.

L'Époux : Nom : Tavernier

Prénoms : Charles Alexandre

L'Épouse : Nom : Gravet

Prénoms : Léonide Augustine

Date du Mariage : 20 Avril 1857

Fig. 46: Acte de mariage Tavernier-Gravet (1857)

Ils ont eu au moins deux filles : Claire, née le 18 mai 1861, 14 rue Cassette à Paris, et Jeanne, née le 1er juin 1869, 39 rue de Babylone à Paris 7e.

[1] http://canadp-archivesenligne.paris.fr, fichier V3E/M952 (consulté le 31/12/2013).

Le Bottin du commerce de Paris permet de retrouver l'évolution de la maison Gravet, puis Tavernier-Gravet de 1852 à la fin du XIX^{e} siècle :

Années	Nom	Adresse
1852 à 1866	Gravet	14 rue Cassette
1867	Tavernier-Gravet	14 rue Cassette
1868 à 1873	Tavernier-Gravet	39 rue de Babylone
1874	Tavernier et Vinay	39 rue de Babylone
1875	Tavernier, Gravet et Herbulot	39 rue de Babylone
1876 à 1881	Tavernier-Gravet	39 rue de Babylone
1882 à 1900	Tavernier-Gravet	19 rue Mayet

Ce tableau montre bien le changement de nom, et quelques tentatives d'association éphémères en 1874 et 1875.

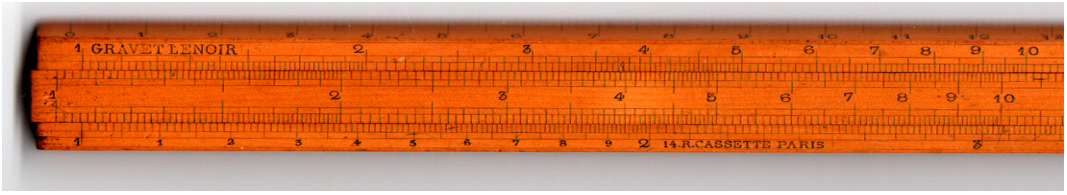


Fig. 47: Règle à calcul Gravet-Lenoir 14 rue Cassette

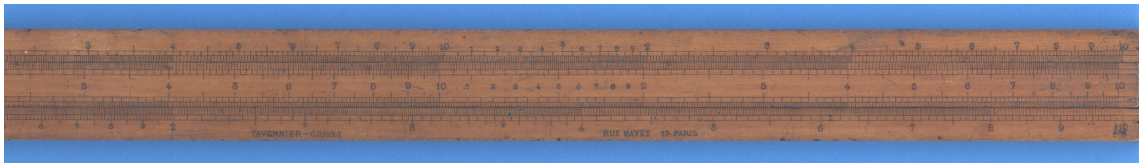


Fig. 48: Règle à calcul Tavernier-Gravet 19 rue Mayet

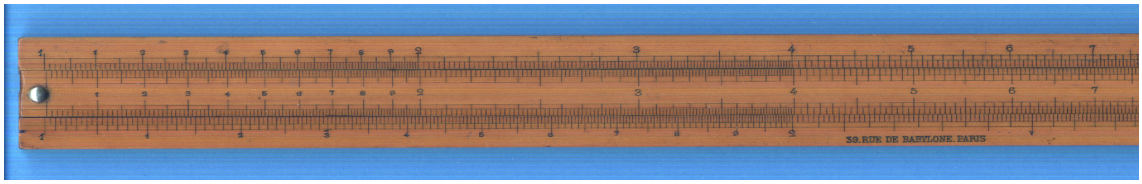


Fig. 49: Règle à calcul Tavernier-Gravet 39 rue de Babylone

Les adresses successives se retrouvent sur les règles à calcul et permettent donc bien souvent de les dater. Il est aussi assez frappant de constater que ces adresses retracent la vie familiale de Tavernier, puisque, ses filles sont nées, l'une rue Cassette, l'autre rue de Babylone. De plus, sur l'acte de décès de Charles-Alexandre Tavernier, figure l'adresse 19 rue Mayet. Ceci signifie donc que la famille et l'atelier ont été constamment à la même adresse. Tavernier est décédé en 1887. Cependant, l'excellente

qualité des règles Tavernier-Gravet s'est maintenue jusqu'au début du XX^{e} siècle

Les renseignements précis manquent sur la manière dont son atelier a été dirigé après le décès de Charles Tavernier.. Son épouse a-t-elle pris le relais ? Elle est la fille de Gravet, et a donc passé toute sa vie au contact des instruments scientifiques ! De plus François Gravet n'est décédé qu'en 1892. Ou bien l'atelier a-t-il été dirigé par un de ses employés ? Quoi qu'il en soit, parmi les règles à calcul appartenant au musée du CNAM, plusieurs proviennent d'un don de Madame Tavernier-Gravet en 1905.

Cette étude indique que pendant soixante ans, un des plus importants ateliers de fabrication d'instruments de mathématiques, et pas seulement de règles à calcul, a été propriété d'une même famille, ce qui peut expliquer l'homogénéité des fabrications, avec un souci constant de qualité qui l'a amené à produire des instruments, en particulier pour ce qui concerne les règles à calcul, unanimement considérés comme les meilleures à cette époque.

B) La production

Une production quasi-artisanale

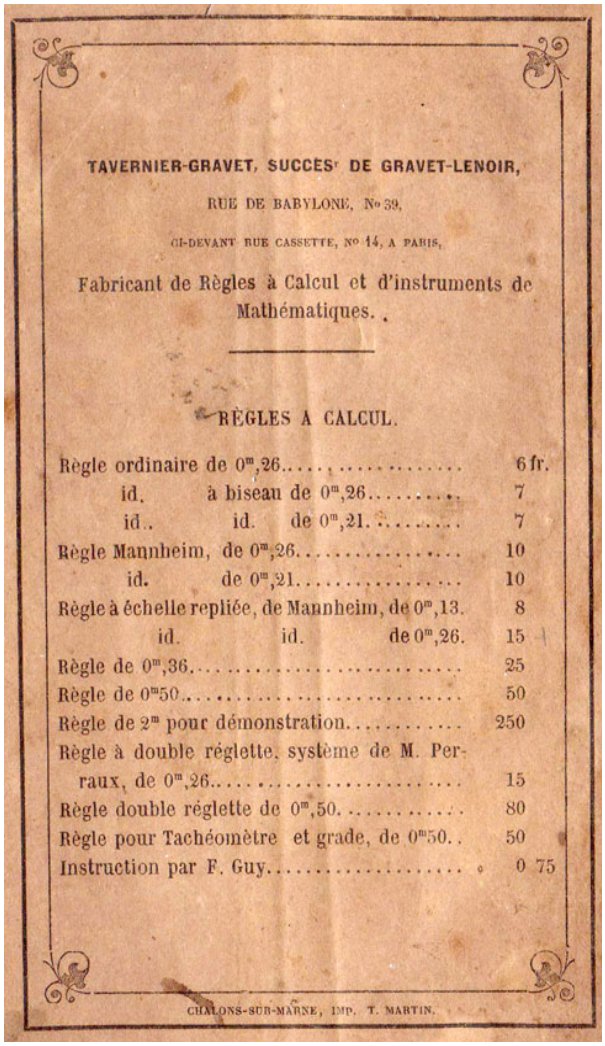
Comment se faire une idée du nombre de règles à calcul produites à cette période ? D'après Lalanne, la quantité de règles fabriquées dans les années 1840-50 est de l'ordre de quelques centaines par an. Même si les nouvelles dispositions concernant les écoles militaires ont certainement favorisé la diffusion de l'instrument, ce nombre continue à rester modeste. Et en effet, un élément de réponse figure dans une communication à la SEIN datée de 1884, publiée en 1893, du Colonel Goulier, officier du génie qui a beaucoup contribué à l'amélioration des instruments de topographie :

> *C'est M. Tavernier-Gravet qui, grâce à la préparation qu'il fait subir au bois et à la perfection de la machine dont il se sert pour tracer les règles, a presque le monopole de leur fabrication ; en 1863, il fabriquait annuellement 2000 règles de 0m,25, 50 de 0m,35 et 50 de 0m,50. En 1883 la production était doublée et parmi les règles de 0m,25 on lui demande plus de règles Mannheim que de règles ordinaires.* [1]

---

[1] GOULIER, Colonel, «Rapport fait par M. le colonel Goulier, au nom du comité des arts mécaniques, sur la règle à calcul à deux réglettes de M. Péraux, négociant à Nancy », *Bulletin de la SEIN,* février 1893.

Nous connaissons ainsi approximativement la production de règles à calcul en France pendant la deuxième moitié du XIX^e^ siècle, puisque Goulier indique que Tavernier-Gravet en possède quasiment le monopole en France : 2000 en 1863, environ 4000 en 1883. Ces quantités sont donc bien loin d'une production industrielle, qui d'ailleurs ne se fera pas en France avant le milieu du XX^e^ siècle. De plus ces indications montrent que, en 1883, la règle de Mannheim devient prépondérante sur la règle « ordinaire ». L'idée de Mannheim a donc fait son chemin à ce moment. À propos des différentes dimensions des règles fabriquées, les règles de 25 cm, correspondant au modèle de Collardeau, constituent la presque totalité de la production. La figure ci-dessous, en quatrième de couverture de la huitième édition du manuel de F. Guy, datée de 1876, donne une idée plus précise du catalogue de la maison Tavernier-Gravet à cette époque :



TAVERNIER-GRAVET, SUCCES^r^ DE GRAVET-LENOIR,

RUE DE BABYLONE, N° 39,

CI-DEVANT RUE CASSETTE, N° 14, A PARIS,

Fabricant de Règles à Calcul et d'instruments de Mathématiques.

RÈGLES A CALCUL.

Règle ordinaire de 0^m^,26	6 fr.
id. à biseau de 0^m^,26	7
id. id. de 0^m^,21	7
Règle Mannheim, de 0^m^,26	10
id. de 0^m^,21	10
Règle à échelle repliée, de Mannheim, de 0^m^,13	8
id. id. de 0^m^,26	15
Règle de 0^m^,36	25
Règle de 0^m^50	50
Règle de 2^m^ pour démonstration	250
Règle à double réglette, système de M. Perraux, de 0^m^,26	15
Règle double réglette de 0^m^,50	80
Règle pour Tachéomètre et grade, de 0^m^50	50
Instruction par F. Guy	0 75

CHALONS-SUR-MARNE, IMP. T. MARTIN.

Fig. 50: Tarif Tavernier-Gravet (1876)

En dehors des règles ordinaires de 21 ou 25 cm, les prix montent très vite. Même les règles Mannheim sont nettement plus chères, cette différence étant sans doute due à la présence du curseur qui inévitablement induit un surcoût. En particulier les règles de 36 et surtout de 50 cm sont quasiment des objets de luxe. La règle à double réglette de M. Péraux est une tentative de diminuer la taille de l'instrument tout en conservant sa précision : il s'agit d'une règle munie de deux réglettes, comme son nom l'indique, dont chacune porte une demi-échelle ; cette disposition permet d'obtenir une précision supérieure puisque les graduations sont réparties sur une longueur double.

L'utilisation pédagogique n'est pas oubliée, puisque la règle de démonstration de deux mètres de long ne peut être que destinée qu'à une classe ou une grande salle. Les règles d'usage particulier concernent la tachéométrie et sont graduées en grades, ce qui est logique. Il n'est pas possible de dire si cette page représente le catalogue complet de la maison Tavernier-Gravet. Cependant elle donne déjà certainement la liste des règles les plus courantes, et aussi leur prix de vente. Par ailleurs, Gravet et Tavernier-Gravet ont aussi publié des manuels d'instructions, qui apparaissent en fin de la liste.

Tavernier-Gravet continuera longtemps à fabriquer des règles à calcul ordinaires, c'est-à-dire de type Soho, en même temps que les règles Mannheim. De même les Anglais, à cette époque, fabriquaient toujours les règles à calcul spécialisées pour le bois ou les calculs de taxes, datant du XVIII^{e} siècle, avec quelques améliorations. En revanche, les fabricants allemands et américains commenceront par le modèle Mannheim, sans jamais fabriquer les règles antérieures, ce qui est probablement une des raisons de leur succès. L'Angleterre au XVIII^{e} et la France au XIX^{e} siècle avaient de l'avance sur les autres pays en ce qui concerne la règle à calcul, et se sont trouvées dépassées par des améliorations dont elles n'ont pas su profiter, peut-être davantage pour des raisons psychologiques (l'habitude, la routine) que techniques[1]. Et en effet, en France, des instructions sur la règle à calcul de type Soho ont été publiées jusqu'au début du XX^{e} siècle et même dans les années 1920, alors que ce système était considéré comme périmé depuis longtemps. Par exemple, en 1922, À. Vincent termine son *Instruction sur la règle à calcul ordinaire* par ces deux phrases dont le style fleuri est remarquable : « La Règle Mannheim est en quelque sorte une plante de serre, qui

[1] Ce phénomène fait penser, plus récemment, au Minitel, grâce auquel la France était en avance dans les années 1980, qui a occasionné dans la décennie suivante un certain retard à la diffusion d'internet.

demande à vivre dans un milieu approprié ; la Règle à Calcul ordinaire est une plante de grand air, s'acclimatant partout, et trouvant partout son emploi. »[1]

C) Les Expositions universelles

Toute cette période a été particulièrement féconde pour ce qui est de la diffusion des techniques. Les grandes Expositions universelles y ont beaucoup contribué. La première eut lieu à Londres en 1851 : la Grande-Bretagne est alors à l'apogée de sa puissance et son industrialisation est déjà ancienne ; elle fait donc figure de chef de file et entend le montrer. La deuxième a lieu à Paris en 1855 : le Second Empire de Napoléon III ne pouvait pas rester inactif face à l'Angleterre. Puis environ tous les cinq ou sept ans, ces grandes manifestations industrielles commerciales furent l'occasion pour beaucoup de pays d'acquérir un grand prestige sur la scène internationale. Elles attirent des millions de visiteurs et sont marquées par des réalisations techniques ou architecturales considérables. À la fin du siècle, les Expositions de Paris de 1889 (centenaire de la Révolution française) et de 1900 attirèrent respectivement 32 et 50 millions de visiteurs[2]

Nous avons déjà vu que Gravet avait obtenu une médaille de bronze en 1844[3], mais ce n'était pas pour une règle à calcul, même si la qualité de celles-ci était reconnue dans les commentaires du jury, et également que Mannheim avait été cité en 1855. De même, plus tardivement, les règles de Tavernier-Gravet furent primées à l'occasion des Expositions universelles de Paris en 1878, 1889 et 1900 : trois médailles d'or dont la mention figure d'ailleurs au recto des règles à calcul de la fin du XIX^{e} et du début du XX^{e} siècle.

La figure ci-dessous montre une règle faisant référence seulement aux deux premières ; ceci permet de dater assez précisément cet instrument, ici entre 1889 et 1900. Ces récompenses montrent bien que la qualité des instruments, et en particulier des règles à calcul, fabriqués par Tavernier-Gravet, est restée d'un excellent niveau pendant toute la fin du siècle.

---

1 VINCENT, A.,*Instruction sur la règle à calcul ordinaire,* Nathan, Paris, 1922, p. 80.

2 Voir http://www.cndp.fr/crdp-reims/ressources/dossiers/expo_univ/expo_univ.htm (consulté le 9 janvier 2014)

3 Il ne s'agit pas alors d'une Exposition universelle, bien sûr, mais de l'Exposition des produits de l'industrie française.



Fig. 51: Règle Tavernier-Gravet : « médailles d'or 1878 et 1889 »

À titre d'exemple, le rapport du jury de l'exposition internationale de Paris de 1867 est élogieux :

> *Parmi les constructeurs de ces sortes d'instruments, on doit distinguer particulièrement, en France, M. Tavernier-Gravet, qui soutient la réputation de sa maison pour la graduation des règles à calcul. Ses modèles nouveaux portent un curseur qui rend l'emploi de cet instrument plus rapide et plus sûr. Il expose aussi un grand modèle de règle propre à la démonstration devant un auditoire nombreux.*[1]

De même, celui de l'Exposition universelle de 1878 :

> *La maison Tavernier-Gravet, bien connue par la construction de divers instruments relatifs à la topographie, a pour ainsi dire le monopole de la construction des règles à calcul, qui rendent tant de services pour les calculs rapides et approximatifs. La finesse des tracés est remarquable, quoique exécutés sur bois vernis : aussi les ingénieurs et officiers ont-ils chargé M. Tavernier-Gravet de la construction de diverses règles, en particulier celle du topographe qui figurait dans l'exposition du Dépôt des fortifications.*[2]

Le jury met l'accent sur la qualité de fabrication. Le tracé sur bois est probablement comparé aux graduations des limbes des appareils optiques (tachéomètres, graphomètres) qui sont métalliques, souvent en argent, et permettent une gravure extrêmement fine et précise, bien plus qu'une graduation sur bois. Et enfin dans le rapport du jury de 1900 :

---

1 CHEVALIER, Michel (dir.), *Exposition universelle de 1867 à Paris, Rapports du jury international*, tome deuxième, Paul Dupont, Paris, 1868, p. 536.

2 CORNU, A. *Exposition universelle internationale de 1878 à Paris. Groupe - Classe 15. Rapport sur les instruments de précision,* Imprimerie nationale, Paris, 1880, p. 23.

La maison TAVERNIER-GRAVET expose de nombreux modèles de règles à calcul, en particulier, une règle à deux réglettes de M. E. Peraux, de Nancy, la règle Sanguet à échelle des sinus et tangentes, spéciale pour les opérations avec le tachéomètre Sanguet, et la règle Lallemand contenant des échelles des sinus et des tangentes, en usage dans le service du nivellement de la France.

Ces Expositions permettent donc aux fabricants de faire connaître leurs réalisations et aussi d'obtenir des commandes officielles, comme celle d'instruments pour la topographie en 1878, ou de la règle conçue par l'ingénieur Lallemand et utilisée pour les calculs du nivellement général de la France qu'il dirigeait à cette époque. De plus, il apparaît clairement que, à la fin du siècle, la règle à calcul fait partie du paysage technique. En 1900, les rédacteurs du Rapport ne s'étendent plus sur la manière de fabriquer les règles, mais insistent plutôt sur la diversité des modèles proposés.

D) LES RÉACTIONS

Dans les paragraphes précédents, nous avons eu déjà l'occasion de faire allusion à quelques réactions : pour Lalanne, elles sont trop chères ; pour Mannheim, c'est un instrument très utile qui demande à être perfectionné. D'une manière générale, surtout après l'introduction dans les programmes officiels, la règle à calcul semble avoir été assez bien considérée dans les milieux scientifiques et surtout techniques. Sa petite taille, sa rapidité d'utilisation, sa précision souvent qualifiée de suffisante dans la plupart des cas, son prix tout de même assez raisonnable lui ont permis de faire son chemin. Il n'en demeure pas moins qu'on lui trouve des adversaires déclarés. Par exemple, dans *Le technologiste*, en 1865, un M. Sonne, inspecteur des chemins de fer du Hanovre, présente un cercle à calcul et introduit ainsi son article :

La construction du cercle à calcul est basée sur le même principe que celle de la règle à calcul. Un long usage m'a démontré que la règle à calcul sous la forme connue qu'on lui donne aujourd'hui ne remplit qu'imparfaitement son but ; qu'elle est incommode dans son maniement et ne donne pas ce degré de précision indispensable dans la plupart des calculs industriels, qu'elle ne permet la solution que d'opérations se rapportant à des formes algébriques bornées et, ce qui est pis, surtout qu 'elle exige la connaissance d'une série assez compliquée de règles diverses. En outre, la règle à calcul ne fournit qu'un point de départ fort

équivoque quand il s'agit de déterminer l'ordre, le rang des chiffres obtenus dans le système décimal. L'expérience semble même avoir condamné la règle à calcul, qui non seulement n'est pas devenue d'un usage général en France et en Allemagne, mais qui, en Angleterre, où elle a pris naissance, semble être abandonnée de plus en plus.[1]

L'auteur présente ensuite son cercle à calcul, auquel Maurice d'Ocagne fait référence[2] dans son ouvrage sur le calcul mécanique. Il reproche donc à la règle son manque de précision et sa difficulté d'utilisation. Quant à sa remarque sur l'ordre de grandeur, c'est en effet une des difficultés de la règle qui découle de sa conception logarithmique. Le cercle à calcul qu'il propose est muni d'un système à cliquet permettant, d'après l'auteur, de calculer automatiquement le nombre de chiffres du résultat. En revanche, concernant la dernière phrase, l'avenir lui a donné complètement tort, surtout en tant qu'Allemand, car c'est en Allemagne que se développera d'abord la diffusion industrielle de la règle.

Une autre critique est d'une nature tout à fait différente, puisqu'elle concerne moins la règle à calcul elle-même que l'usage que l'on en fait dans l'enseignement. De plus la personnalité de l'auteur la rend très intéressante. Il s'agit de Jules Houël (1823-1886) : ancien élève de l'École normale supérieure, il devint professeur de mathématiques pures à la faculté des sciences de Bordeaux. Il s'est fait connaître et apprécier dans les milieux scientifiques par sa rigueur et sa puissance de travail. Il portait beaucoup d'intérêt aux problèmes posés par le calcul, et travailla à l'amélioration des tables de valeurs numériques. Il s'est aussi beaucoup consacré à des traductions d'ouvrages étrangers, car il était polyglotte. Sa correspondance avec de nombreux mathématiciens est considérable Son avis est donc celui d'un mathématicien reconnu et d'un enseignant. Dans un court article des *Nouvelles annales de mathématiques* en 1869, présentant un nouveau modèle de règle à calcul, il écrit, en introduction :

On ne peut se dissimuler que la règle à calcul, malgré les avantages évidents qu'elle offre à tous les calculateurs, n'a obtenu aucun succès dans les établissements d'enseignement. S'il nous fallait indiquer la cause de cette défaveur, nous serions peut-être conduit à la chercher en dehors des

---

1 SONNE, « Cercle à calcul », *Le technologiste,* tome XXVI, 26e année, Roret, Paris, 1865, p.641.
2 D'OCAGNE, Maurice, *op. cit.* p.121.

préoccupations scientifiques. Il nous suffirait de nous rappeler les étranges procédés au moyen desquels on chercha à acclimater dans les lycées cette innovation (datant de deux siècles et demi), et les sommes consacrées à l'achat des gigantesques modèles que les écoliers avaient baptisés du nom de poutre à calcul. [1]

Dans ce texte, Houël ne met pas en cause l'utilité de la règle à calcul, bien au contraire. Mais il critique la manière dont elle est enseignée dans les lycées. Notons l'ironie de l'innovation datant de deux siècles et demi. Que sont les gigantesques modèles achetés dans les lycées ? Que sont ces « poutres à calcul » ? Tavernier-Gravet construisait des règles à calcul pour démonstration de deux mètres de long, qui coûtaient 200 f., et même certains modèles à engrenage au prix de 250 f. Nous n'en avons pas retrouvé de cette marque. En revanche le Musée du CNAM possède une règle[2], construite par Clair, qui mérite ce nom de poutre. Est-ce le même type d'instrument ? C'est une règle à calcul dont les dimensions sont impressionnantes : 3,22 m de long, 30 cm de large et 13 cm d'épaisseur. Elle pèse environ 40 kg, et est munie d'une crémaillère à manivelle pour manœuvrer la réglette. Cet instrument faisait partie du cabinet du cours de mécanique du CNAM, il a donc probablement été utilisé pendant les cours. Il est entré au musée en 1871, et se trouve actuellement dans les réserves.



Fig. 52: Règle à calcul pour la démonstration

---

1 HOUËL, Jules, « Règle à calcul à double réglette », *Nouvelles annales de mathématiques 2e série,* tome 8 (1869), p.283-285.

2 *Grande règle à calcul pour la démonstration,* Musée du CNAM, Inv. 08287-0000-.

Houël poursuit :

> *Aujourd'hui, on a renoncé à l'abus du calcul numérique, et même à son usage, et l'on est presque revenu aux anciens errements du temps où les professeurs et élèves considéraient le calcul d'un triangle comme un tour de force. On est dès lors revenu à l'inévitable Callet ou à ses succédanés, et la règle à calcul, pour avoir voulu prendre des dimensions exagérées, s'est vue réduite à zéro.*[1]

L'article prend un ton nettement polémique et dénonce la disparition du calcul numérique dans l'enseignement. Jean-François Callet (1744 – 1798), professeur des ingénieurs géographes au dépôt de la guerre, est l'auteur d'une table de logarithmes qui a connu un grand succès au XIX^e^ siècle. Cette table a cependant fait l'objet de vives critiques :

> *Nous signalerons dans les tables de Callet l'absence inconcevable de toute table de matières, de toute pagination. (...) Pourquoi n'indique-t-on pas par un point placé sur le dernier chiffre à droite (...) si les nombres sont par excès ou par défaut, indication indispensable pour juger de l'exactitude des résultats ?*[2]

Il faut donc traduire « l'inévitable Callet et ses succédanés » par : « les tables de logarithmes ». Houël considère que c'est le mauvais enseignement de la règle à calcul qui lui a fait perdre sa place, « réduite à zéro » dans les programmes. Car il s'agit finalement, dans ce petit article, d'une attaque en règle contre les concepteurs des programmes d'enseignement bien plus que de la présentation d'une nouvelle règle à calcul, qui occupe à peine quelques lignes.

> *Ce n'est donc pas aux personnes assujetties aux tout-puissants programmes que nous nous adressons pour leur recommander l'ingénieux perfectionnement apporté à l'invention de Gunter par M. Péraux. C'est à tous ceux qui veulent appliquer le calcul numérique à d'autres usages qu'à la réception des programmes.*[3]

De plus, Houël estime que les complications apportées à la règle à calcul par

---

1 HOUEL, *op. cit.,* p. 283.
2 TERQUEM, Olry, « Note sur les tables de Callet », *Nouvelles annales de mathématiques 1^ère^ série,* tome 5 (1846), p. 508.
3 HOUËL, *loc. cit.*, p. 284.

l'adjonction d'échelles supplémentaires et d'autres indications lui ont également nui. Pour lui, il faut s'en tenir à « l'usage naturel de cet instrument, qui est d'effectuer les multiplications et les divisions. »

Nous avons déjà parlé de la règle Péraux ; l'article se termine par une conclusion assez acerbe : « Nous espérons que ces indications engageront les personnes qui tiennent à calculer promptement, à se procurer l'instrument perfectionné. Plus tard, peut-être, pourra-t-il être question de l'introduire dans l'Université. »[1]

Autrement dit : ce n'est pas dans les lycées, et avec les programmes actuels, que l'on pourra apprendre à calculer vite et bien.[2] Finalement, Houël est lui-même très favorable à l'utilisation de la règle à calcul, plutôt qu'aux tables de logarithmes, mais considère qu'un excès de complications lui a été défavorable ; il pense aussi que les concepteurs des programmes de mathématiques ne mettent pas assez l'accent sur le calcul numérique, et que cela joue en défaveur de la règle. Car en effet, un calcul à l'aide de tables de logarithmes est beaucoup moins rapide qu'à l'aide de la règle à calcul, même s'il peut donner plus de précision.

E) L'abaque et la règle à calcul : concurrence ou complémentarité ?

L'abaque de Lalanne

En 1845, Léon Lalanne publie la *Description et usage de l'abaque ou compteur universel qui donne à vue les résultats de tous les calculs d'arithmétique, de géométrie, de mécanique pratique, etc*. Il précise d'ailleurs que cet abaque a été approuvé par l'Académie des Sciences en 1843. Quel est son but ? Il l'indique dans sa préface, après avoir dénoncé ce qu'il considère alors comme le constat d'échec de l'utilisation en France de la règle logarithmique anglaise.

> *L'*Abaque *ou* Compteur universel *que nous publions aujourd'hui sert à tous les usages auxquels les Anglais emploient la règle de Gunter ; il donne une approximation au moins égale sous un volume beaucoup moindre, sous une forme plus portative ; il fournit, à vue, une foule de résultats pour lesquels celle-ci ne peut être commodément préparée. Enfin, les exemplaires les plus soignés de*

[1] *Ibid*., p. 285.
[2] La substance de cet article résonne d'une manière étrangement contemporaine.

*l'abaque ne coûtent que le quart du prix que coûte la règle la plus simple. On pourrait même, pour un prix qui n'excéderait pas la quinzième partie de celui de la règle, mettre entre les mains de chacun des enfants qui fréquentent les écoles élémentaires, un exemplaire de l'*Abaque *accompagné de l'instruction suivante.*[1]

Le souci de Lalanne de fournir des instruments de calcul bon marché se retrouve ici : il estime que la règle à calcul est beaucoup trop chère. Son abaque étant imprimé sur une feuille de papier, son coût est évidemment bien moindre, surtout s'il est tiré à de nombreux exemplaires. De plus, il le présente comme un instrument concurrent de la règle, et ne semble pas fâché de s'opposer à une invention anglaise. Qu'est-ce donc que cet Abaque ? Il s'agit d'un procédé graphique permettant d'obtenir le résultat d'une opération algébrique par le simple tracé de lignes droites sur un graphique préparé à l'avance pour cette opération.

Ce type de procédé avait déjà été utilisé auparavant, particulièrement par Louis-Ezéchiel Pouchet (1748 – 1809) qui, dans son ouvrage *Arithmétique linéaire*[2] avait mis au point un système graphique permettant de passer des anciennes unités de mesure aux nouvelles, sans effectuer de calculs. Toutefois il semble bien que ce soit Lalanne qui ait utilisé le premier le mot « abaque » dans ce sens. D'autre part, il avait mis au point une méthode mathématique, qu'il a appelée anamorphose, permettant de ramener la plupart des lignes nécessaires à des droites.

Pour Lalanne, il s'agit bien d'un instrument de calcul pratique. Son instruction décrit d'ailleurs la manière de s'en servir pour de nombreux calculs, comme l'indique sa table des matières : multiplication, division, carrés et racines carrées, cubes et racines cubiques, puissances et racines en général, proportions, calculs spéciaux d'arithmétique, calculs de géométrie et de mécanique pratiques, trigonométrie, échelle des logarithmes, échelle des cordes, équivalents chimiques, statistique, c'est-à-dire un plan tout à fait comparable aux manuels d'instructions sur la règle à calcul.

L'abaque lui-même est en hors texte à la fin du livre. Il est constitué de plusieurs familles de droites correspondant aux diverses opérations possibles. Cependant, quelques années plus tard, avec la décision ministérielle concernant l'utilisation des

---

1 LALANNE, Léon, *Description et usage de l'abaque ou compteur universel*, *op. cit.*, p.4.

2 POUCHET, Louis-Ezechiel, *Arithmétique linéaire. Nouvelle méthode abrégée de calculer, que l'on peut pratiquer sans savoir lire ni écrire*, Guédra, Rouen, 1795.

règles dans les écoles militaires, Lalanne changera d'avis sur les chances de succès de la règle à calcul en France, et il tentera de promouvoir son propre modèle meilleur marché dont nous avons parlé ci-dessus. Il semble alors qu'il considère que les deux méthodes peuvent cohabiter.

La nomographie

À la fin du siècle, c'est surtout Maurice d'Ocagne (1862-1938) qui fera connaître les fondements mathématiques de ce calcul graphique auquel il donnera le nom de *nomographie*. Maurice d'Ocagne est un polytechnicien (promotion 1880), ingénieur des Ponts et chaussées. Il a été professeur de mathématiques à l'École polytechnique, et membre de l'Académie des sciences depuis 1922. Dans son *Traité de nomographie*[1], en s'inspirant des travaux de Lallemand, il généralise la notion d'abaque et précise les conditions mathématiques d'application de ces graphiques. L'ingénieur Charles Lallemand, (1857 – 1938), polytechnicien de la promotion 1874, ingénieur des mines, en charge du nivellement général de la France, a conçu de nombreux abaques très élaborés à cet effet. Il diversifie les applications des abaques, ne se limitant plus à l'exécution de calculs algébriques, mais permettant la résolution approchée d'équations où l'inconnue est implicite, Dans son ouvrage *Le calcul simplifié par les moyens mécaniques et graphiques*[2], il donne un historique de cette nouvelle méthode mathématique et graphique, faisant référence, entre autres, à Pouchet, Lalanne et Lallemand. Dans ce même ouvrage, qui est une histoire et une classification des divers instruments de calcul, il consacre un chapitre aux instruments logarithmiques, et donc à la règle à calcul, dont il précise les origines et décrit les divers modèles de son époque. C'est le dernier ouvrage de référence rencontré contenant une partie spécifique sur l'histoire de la règle à calcul.

---

1 D'OCAGNE, Maurice , *Traité de nomographie,* Gauthier-Villars, Paris, 1899.

2 D'OCAGNE, Maurice , *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques,* Gauthier-Villars, Paris, 1905.

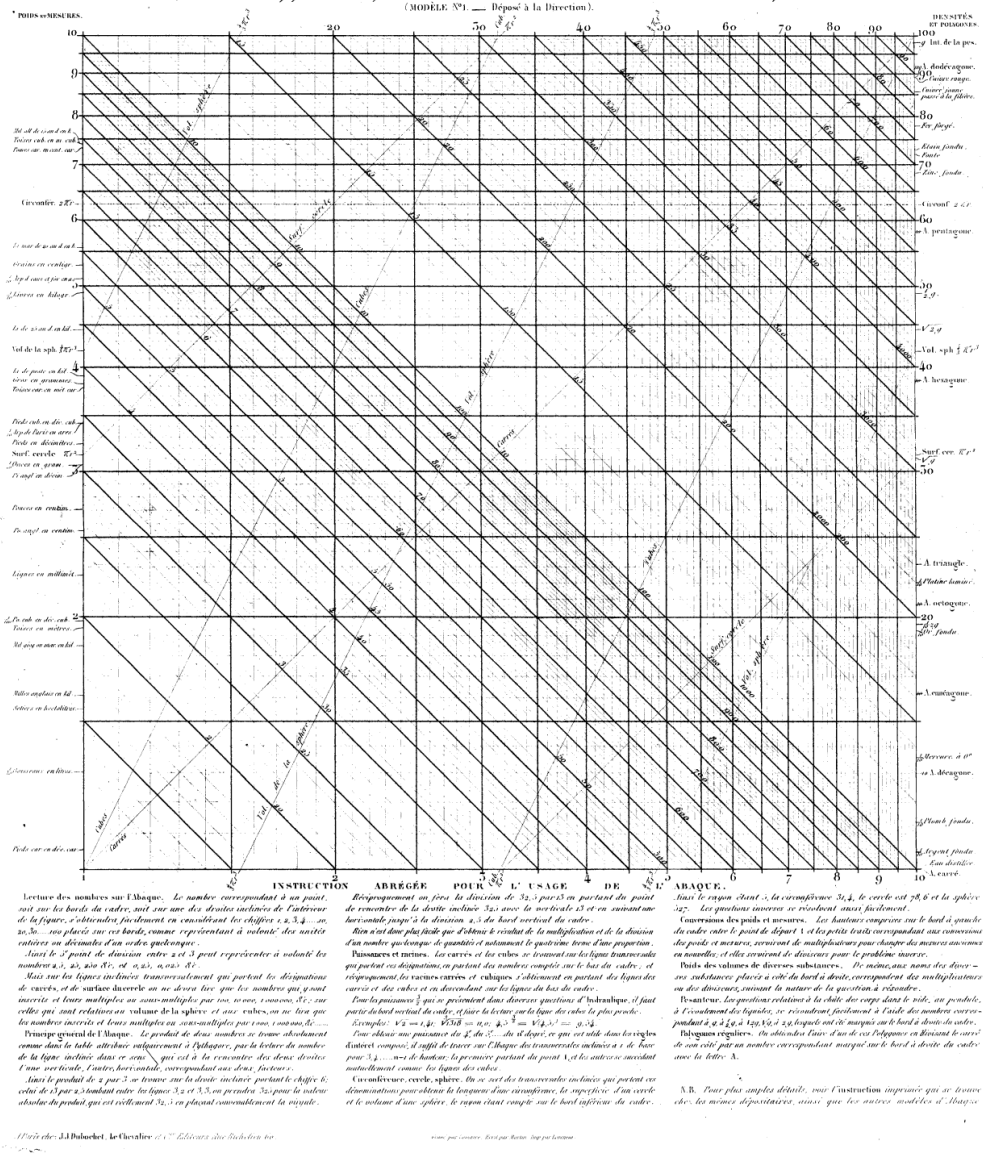


Fig. 53: Abaque de Lalanne

La nomographie et la règle à calcul ont donc le même but : permettre d'obtenir avec une approximation suffisante, et sans effectuer de calculs à la main, la valeur d'une certaine quantité. Bien sûr, ces deux instruments n'ont que peu en commun, même si, en dernière analyse, la règle à calcul peut être considérée comme un abaque à échelle mobile, où les échelles logarithmiques de la règle et de la réglette joueraient le rôle des axes, tandis que le trait du curseur représenterait la ligne tracée sur le graphique. D'ailleurs, on trouve sur certaines règles à calcul du XX^{e} siècle, des curseurs très élaborés qui font apparaître encore plus clairement cette parenté technique.

Néanmoins, leurs conditions d'utilisation sont tout à fait différentes. La règle à calcul est en général portative et facilement utilisable à l'extérieur, sur un chantier de construction par exemple, tandis qu'un abaque, tracé avec soin sur une grande feuille de papier, ne peut guère être utilisé que dans un bureau, à l'abri des intempéries. En outre, d'une part on peut éventuellement augmenter la précision des abaques bien au-delà de celle de la règle à calcul, mais cela nécessite une précision très grande du tracé ; d'autre part, un abaque aura généralement été conçu pour une utilisation particulière, et se révélera très efficace et commode pour ce problème spécifique, mais si trop de paramètres de ce problème changent, il sera nécessaire d'en élaborer un autre. À titre d'exemple, nous pouvons citer (à compléter ou faire disparaître)

Ces deux instruments sont finalement plus complémentaires que concurrents. La règle à calcul donnera rapidement, et éventuellement sur le terrain, une valeur approximative de la quantité cherchée, et si besoin est, le recours à l'abaque permettra, à l'intérieur du bureau d'étude et à partir de cette approximation, d'en améliorer la précision. Certaines notices d'utilisation de règles à calcul, font d'ailleurs apparaître explicitement cette complémentarité. Par exemple, sur le mode d'emploi d'une règle à calcul des années 1960, conçue pour des calculs de viscosité dans le cas des mélanges d'huile, nous lisons : « Remarque importante : La règle à calcul TEXACO est seulement destinée à des calculs rapides, avec une approximation suffisante. Pour des calculs précis, des travaux d'étude ou de laboratoire, il est, bien entendu, indispensable d'avoir recours à des abaques rigoureux. »[1]

Cette remarque, quoique bien postérieure à la période étudiée, nous semble

[1] ANONYME, *Règle à calcul Texaco*, sans lieu ni date (1955 env.). Feuillet inséré dans l'étui de la règle.

cependant résumer parfaitement la complémentarité de la règle et de l'abaque.

F) Les règles françaises de la fin du **XIX**[E] siècle

Une production qui se diversifie

Dans le catalogue de Lenoir des années 1830, il n'y avait pratiquement que deux types de règles, celle de Jomard et de Collardeau, qui différaient essentiellement par la dimension. Puis apparaît la règle de Mannheim dans les années 1850, et aussi quelques règles plus spécifiques, comme celles destinées à la topographie. En 1878, le ministère de la guerre a passé commande de règles à la société Tavernier-Gravet, pour la topographie en particulier. Ce type de règle à calcul est important à cette époque, où les états (France, mais aussi États-Unis) s'efforcent d'améliorer les représentations cartographiques, que ce soit pour des besoins militaires (carte d'état-major) ou civils (nivellement général de la France).

Plusieurs ingénieurs mettront au point ces règles à calcul : par exemple le Colonel Goulier, (1818 – 1891), polytechnicien de la promotion 1836, officier du génie, qui a beaucoup contribué à l'amélioration des instruments de topographie, et Moinot, qui fait fabriquer sa règle chez Guyard et Canari, successeurs de Richer.

Ces règles comportent souvent des échelles spécifiques pour faciliter et accélérer les calculs, par exemple une échelle des sin.cos et une échelle des cos², qui interviennent dans les formules, ainsi que des repères concernant le niveau apparent, pour tenir compte de la rotondité de la Terre. Ces instruments sont donc très élaborés, et leurs échelles spéciales permettent de faire les calculs sans avoir besoin de se reporter à des tables imprimées.

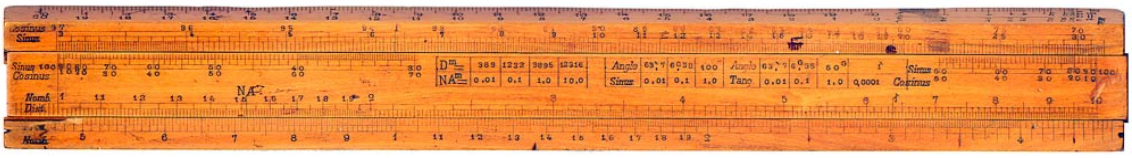


Fig. 54: Règle topographique modèle Goulier (1860 env.)

La règle à double réglette de Péraux, négociant à Nancy, dont parlait Hoüel, a été conçue en 1863, pour éviter un trop grand nombre de manipulations dans certains calculs ; cette disposition, en outre, augmente la précision de l'instrument. Gravet-Lenoir, puis Tavernier-Gravet en ont fabriqué de plusieurs dimensions, et publié un manuel d'instructions spécial. Elle est plus large que la règle ordinaire, plus chère aussi

bien sûr. Elle a dû cependant connaître un certain succès, puisqu'elle figure encore dans le catalogue de 1893.

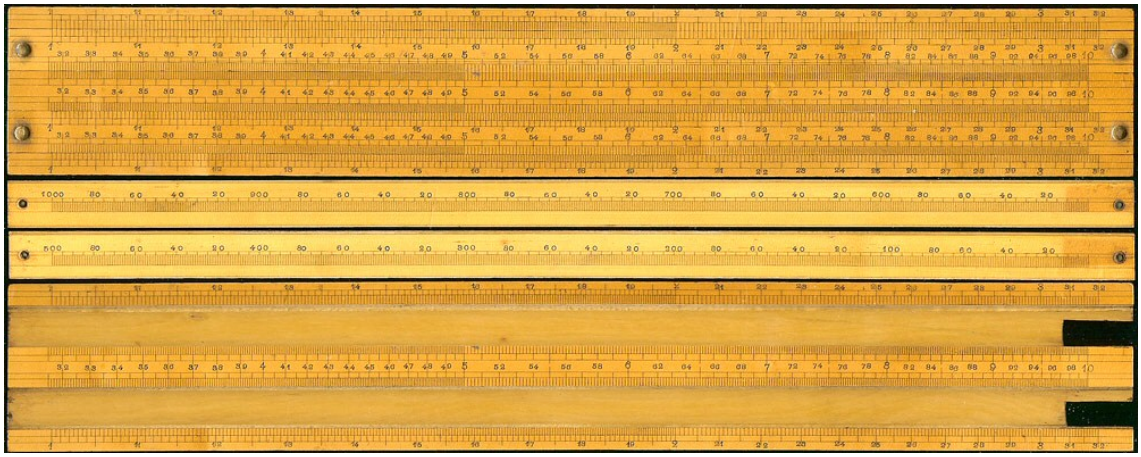


Fig. 55: Règle Péraux à double réglette

Un autre type de règle, datant de la toute fin du siècle (1899) est la règle Béghin. Dans ce type de règle, une des échelles de nombres est décalée, c'est à dire que le 1 est au milieu, et qu'elle est graduée de $\sqrt{10}$ à 1, puis de 1 à $\sqrt{10}$ ce qui permet dans certains cas de diminuer le nombre de manipulations de la réglette. D'après Maurice d'Ocagne, les productions spécifiques de Tavernier-Gravet à la fin de ce siècle sont :

> *Celles de Moinot (1868), Goulier (1873), Sanguet (1888), Bosramier (1892), pour les levers tachéométriques ; de Montrichard (1876) pour le cubage des bois ; Lebrun (1886), pour les calculs de terrassements, Gallice (1897), pour les calculs nautiques (...) ; Leven (1904) pour les reports de bourse ; Mougnié (1904) pour le calcul des conduites d'eau.* [1]

Tavernier-Gravet n'est pas le seul fabricant français de règles à cette époque. Cependant il est, de loin, le plus important, et le plus réputé. Il existe des instruments à diffusion plus confidentielle, qui ne sont pas dénués d'intérêt. Il vient d'être question de Guyard et Canari à propos des règles Moinot, spécialisées en topographie, qui ne semblent pas avoir produit de règles classiques. Il faut noter aussi le calculimètre de Charpentier (1889), qui est un petit cercle à calcul en métal, (dont certains modèles ont d'ailleurs été fabriqués chez Tavernier-Gravet), et plus anecdotique mais très réussie, la montre de Meyrat et Perdrizet (1899), qui fait aussi office de cercle à calcul.[2]

---

[1] D'OCAGNE, Maurice , *op. cit.* p. 118, note 4.

[2] Aujourd'hui, ces instruments sont très recherchés par les collectionneurs.



Fig. 56: Cercle à calcul Meyrat et Perdrizet (env. 1890)



Fig. 57: Calculimètre de Charpentier

Il faut citer aussi la société Barbotheu, créée en 1885 par Georges Barbotheu (1856-1925), ingénieur des Arts et Métiers, qui fabrique dans une usine de Vincennes des instruments de topographie, géodésie, dessin technique et aussi des règles à calcul. Ces dernières sont de type Mannheim, certaines entièrement en bois, d'autres recouvertes de celluloïd. Il n'a pas été possible de dater ces règles avec précision (entre

1885 et 1920, voire plus tard). Certains indices, comme les encoches à chaque bout, peuvent faire penser que ce sont des règles ébauchées par Tavernier-Gravet, et dont Barbotheu réalise la finition, ou qu'il utilise une machine à diviser de même type que Tavernier-Gravet.



Fig. 58: Règle Barbotheu

Il faut noter également le « calculigraphe » de Henri Chatelain, qui se présente sous la forme d'une montre de gousset, avec également une version de bureau, plus grande. Tout ce qui est connu actuellement sur Chatelain est qu'il serait originaire du Havre, comme en témoignent certains modèles les plus anciens.

Les techniques de fabrication

L'observation des règles Gravet-Lenoir et Tavernier-Gravet permet, sans entrer dans les détails techniques qui ne sont pas le sujet de cette recherche, d'avoir une idée assez précise des procédés de fabrication. Nous nous limiterons ici aux règles ordinaires, qui constituent l'essentiel de la production.

Ces règles sont entièrement en bois, à l'exception du curseur dans le cas des règles Mannheim, et parfois d'un ou deux petits ergots de laiton à l'extrémité pour la manipulation de la réglette. Le bois utilisé doit être assez clair, de manière à faciliter la lecture des graduations. Il s'agit en général de buis, mais il peut s'agir également de bois fruitier, comme du citronnier. Ce n'est que plus tard qu'apparaîtront, d'abord en Allemagne, les règles en bois recouvert de celluloïd. Une des caractéristiques des règles Gravet-Lenoir et Tavernier-Gravet est la présence d'une fine encoche verticale à chaque extrémité de la règle, qui servait très probablement à fixer la planchette de bois dans la machine à diviser au moment de la gravure des graduations, de manière à la maintenir très précisément.

En 1893, les dimensions proposées sont : 21 cm, 26 cm, 36 cm et 50 cm. Il est possible que des règles de taille différentes (40 cm par exemple) aient été fabriquées en petites quantités, peut-être à la demande de certains clients. La taille de la règle la plus courante est 26 cm, dont les échelles mesurent 25cm. Les règles peuvent être biseautées ou non, la découpe en biseau est alors graduée en cm.

Le tableau ci-dessous présente les prix des règles Tavernier-Gravet selon leur longueur.

Longueur(cm)	21	26	36	50
Prix (f.)	7 à 10	7 à 10	25 à 30	50 à 60

L'observation de ce tableau montre une très forte augmentation du prix pour les règles de 36 et 50 cm, ce qui ne peut être justifié uniquement par la quantité de matière première ; et en effet, leur construction est très différente. La longueur de ces instruments rend nécessaire une fabrication beaucoup plus élaborée, pour éviter les déformations du bois. Si les règles plus courtes sont découpées dans une seule planchette, les plus grandes nécessitent l'assemblage de plusieurs couches de deux essences différentes. Les couches apparentes sont en buis, et les couches intérieures probablement en poirier, bois plus dur mais plus sombre, souvent utilisé à cette époque pour des règles, équerres ou instruments de dessin non gradués. Ces couches de bois sont collées, et cet assemblage est d'une excellente qualité, car certaines de ces règles sont encore en parfait état de fonctionnement après un siècle et demi. De même la réglette des grandes règles est constituée de trois lamelles de bois. La figure ci-dessous montre la différence de fabrication.

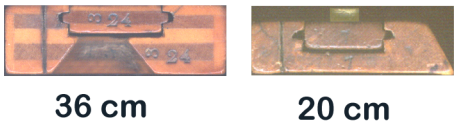


Fig. 59: Vues de face : les essences différentes apparaissent clairement sur la règle de gauche

Les curseurs se sont généralisés avec les règles Mannheim. Ceux de cette époque sont entièrement en métal (cuivre ou laiton) peint en noir pour accentuer le contraste par rapport à la couleur jaune de la règle. Les deux doigts du curseur permettent de mettre en correspondance les graduations de la partie supérieure et la partie inférieure de la règle. Certains curseurs sont symétriques, avec des doigts de chaque côté.

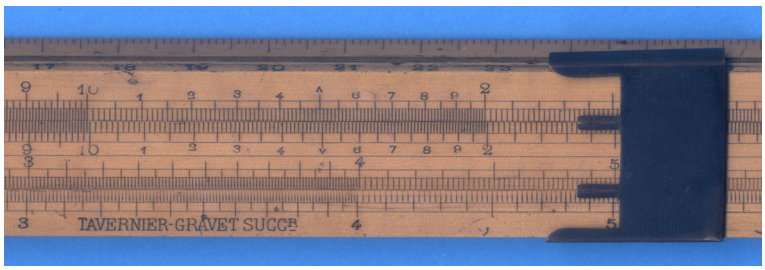


Fig. 60: Curseur d'une règle Tavernier-Gravet (1865 env.)

Les règles à calcul Gravet-Lenoir et Tavernier-Gravet forment un ensemble très homogène et tout à fait représentatif de la production française jusqu'à la fin du XIX^{e} siècle. Mais déjà, depuis 1880 environ, des industriels allemands se sont lancés dans la production et ils vont rapidement prendre le dessus.

Les manuels d'instructions

Il a déjà été fait mention du livre de Benoît et du manuel de Lalanne qui ont été publiés à la charnière des années 1850, ainsi que du petit ouvrage de Guy dont les nombreuses éditions courent jusqu'aux années 1880. La règle à calcul figurant dans les programmes des lycées,à partir de 1854, elle est devenue certainement plus familière aux personnes ayant une formation scientifique ou technique. Il faut noter tout de même que le nombre d'élèves fréquentant les lycées est de l'ordre de 100 000 à la fin de ce siècle[1], et que, d'après le colonel Goulier[2], la production annuelle de règles à calcul est d'environ 2000 en 1868. Ces nombres indiquent bien que la diffusion est encore assez restreinte, et par conséquent celle des manuels d'instructions ne peut être considérable. Nous pouvons citer trois ouvrages : en 1855, par un professeur de mathématiques[3] (36 pages), en 1872, par Labosne[4] (58 pages), et en 1885 par Gros de Perrodil[5] (30 pages). Il s'agit donc de petits livres se bornant à exposer les opérations essentielles réalisables avec la règle. Cependant qu'aucun de ces ouvrages ne parle de la règle de Mannheim. De plus, le fait de se limiter aux opérations essentielles correspond aux instructions des programmes de mathématiques des lycées.

---

1 D'après BELHOSTE, Bruno, *op. cit.*

2 GOULIER, Colonel, «Rapport fait par M. le colonel Goulier, au nom du comité des arts mécaniques, sur la règle à calcul à deux réglettes de M. Péraux, négociant à Nancy », *Bulletin de la SEIN,* février 1893

3 UN PROFESSEUR DE MATHEMATIQUES, *Instruction sur l'emploi de la règle de Gunter,* Gravet-Lenoir, Paris, 1865. Il s'agit du Frère René, d'après Maurice d'Ocagne.

4 LABOSNE, À., *Instruction sur la règle à calcul,* Gauthier-Villars, Paris, 1872.

5 GROS de PERRODIL, *Théorie de la règle logarithmique,* Gauthier-Villars, Paris, 1885.

IV) LA DIFFUSION VERS LES AUTRES PAYS

Au milieu du XIX^e^ siècle, la règle à calcul n'est donc fabriquée que dans deux pays : la Grande-Bretagne, depuis longtemps, et la France, depuis seulement une trentaine d'années. Nous étudierons, dans ce paragraphe, comment la règle à calcul s'est répandue dans les pays industrialisés dans la deuxième moitié du XIX^e^ siècle, d'abord par des articles ou des manuels d'instruction, puis par l'apparition, en particulier en Allemagne, d'une fabrication rapidement devenue industrielle qui entraînera un développement considérable.

A) Le cas de la Grande-Bretagne

En Grande-Bretagne, bien entendu, les fabricants continuent à produire des règles, mais essentiellement les mêmes qu'au siècle précédent, c'est-à-dire toujours beaucoup de règles spécialisées, pour la navigation, le commerce du bois ou les calculs de taxes[1]. Une invention importante due à un Anglais ne sera guère utilisée dans l'immédiat, mais environ un siècle plus tard. Il s'agit de l'échelle dite maintenant « log-log », basée non plus directement sur les logarithmes, mais sur les logarithmes de logarithmes. Cette échelle fut inventée par Peter Roget, un médecin, et présentée à la *Royal Society* en 1814[2]. Elle permet les calculs de puissances quelconques. Le mode de production reste toujours assez artisanal. Il existe cependant un ouvrage[3] de 1852 sur la règle à calcul à enveloppe de verre de Léon Lalanne, qui prouve que cette règle a attiré l'attention à l'étranger. Les Anglais ont réalisés cependant quelques instruments très intéressants, en particulier la règle à échelle hélicoïdale « the Fuller calculator », un modèle de bureau extrêmement coûteux mais d'une précision remarquable. En effet, le nombre de chiffres significatifs donnés par une règle à calcul est directement lié à la longueur des échelles. Sur une règle droite ou même circulaire, il n'est pas possible de l'agrandir démesurément. L'idée est donc apparue d'enrouler les échelles en hélice sur un cylindre,

---

1 Voir à ce sujet : HOPP, Peter, *op. cit.*, p. 67-80.

2 ROGET, Peter M., « Description of a new instrument for performing mechanically the involution and evolution of numbers », *Philosophical transactions of the Royal Society of London fro the year MDCCCXV,* Bulmer, Londres, 1815, p. 9 - 28.

3 ELLIOTT, W., *Description of the slide rule, with particular directions for the use of the glass slide rule invented by M. Léon Lalanne,* Elliott and sons, Londres, 1852. Voir aussi à ce sujet : SAUER, Robert J., « Lalanne's glass slide rule and an associated instruction book », *Journal of the Oughtrd society,* Vol 7, N) 2, Fall 1998, p. 25-30.

ce qui permet d'obtenir une longueur d'échelle considérable dans un espace relativement réduit. Le cylindre à calcul de Fuller a ainsi des échelles longues de 500 pouces, soit environ quinze mètres, ce qui permet d'obtenir des résultats avec quatre ou cinq, voire six, chiffres significatifs. Comme le montre la figure ci-dessous, l'un des cylindres coulisse à l'extérieur de l'autre, jouant ainsi le rôle de la réglette, et le curseur est remplacé par un stylet servant de repère.



Fig. 61: The Fuller calculator

Il s'agit d'un instrument fabriqué à partir des années 1878, très imposant (il mesure environ 50 cm de long et pèse plusieurs kilos), évidemment très coûteux (5 livres et demie à l'époque). Cependant il s'en est vendu un environ 6000[1] jusqu'aux

[1] D'après Dieter von JEZIERSKI, *op. cit.*, p. 42.

années 1950. Un tel instrument n'est évidemment pas significatif de la diffusion de la règle à calcul. Il montre cependant que des esprits curieux et ingénieux s'efforcent de produire des instruments plus précis, destinés moins à des usages personnels qu'à des bureaux d'études, des laboratoires ou des entreprises pouvant se permettre d'acquérir des objets coûteux s'ils leur rendent les services attendus. Le succès de l'hélice de Fuller, pendant quatre-vingts ans, qui a également été fabriquée aux États-Unis, montre qu'il existe une clientèle intéressée par ce type d'instruments. Dans la préface de son traité[1] de 1839, Thomas Kentish précise quelle est la situation en Angleterre concernant la règle à calcul :

> *Il est assez surprenant que, après une période de deux cents ans, un instrument aussi excellent que la règle à calcul soit si peu connue et appréciée par les étudiants en mathématiques en général. Il est parfaitement familier à l'ingénieur et au fonctionnaire des douanes, qui l'utilisent quotidiennement ; mais il est resté presque exclusivement utilisé par eux, et donc l'idée qui prévaut parmi ces messieurs les éducateurs est qu'il ne peut ni être compris par leurs élèves, ni leur être d'aucune utilité. On ne peut avoir une conception plus erronée, car la connaissance de l'instrument est acquise avec très peu d'efforts, et on peut soutenir qu'il est l'aide la plus utile que l'on puisse désirer pour l'étude des mathématiques.*[2]

Kentish montre donc que la diffusion dans les milieux académiques anglais est très difficile. Son livre est très connu dans les pays de langue anglaise, il aura de nombreuses rééditions, dont certaines aux États-Unis (en 1854 par exemple, probablement « pirate »), et il est toujours en vente. Le personnage de Thomas Kentish est assez mystérieux et les données biographiques font défaut[3]. Nous pouvons rapprocher ce texte de celui de de Morgan cité plus haut, où il expliquait que la règle à calcul était bien moins connue en Angleterre que les Français ne le pensaient.

B) Des publications à l'étranger

---

1 KENTISH, Thomas, *A treatise on a box of instruments and the slide rule,* Relfe and Fletcher, Londres 1839.

2 *Ibid*., p. 6.

3 Voir à ce sujet : VON JEZIERSKI, Dieter, et SHEPHERD, Roger, « Thomas Kentish – His times, his works, and the mysterious man himself », *Journal of the Oughtred Society Volume 20, number 2,* Fall 2011, p. 39-47.

Dans l'armée belge

Les militaires de tous les pays, en particulier les corps du génie et de l'artillerie, ont besoin d'instruments de calcul rapides et utilisables sur le terrain. L'armée française a passé des commandes à Tavernier-Gravet, et Mannheim était un officier d'artillerie au début de sa carrière. Depuis le XVI^{e} siècle, les traités de mathématiques comportent des parties sur la construction des fortifications et la trajectoire des projectiles, montrant souvent des officiers utilisant le compas de proportion. Il n'est donc pas étonnant de trouver, dès 1841, dans la *Revue militaire belge*, une instruction sur la règle à calcul et ses applications militaires[1]. Il s'agit d'un vrai manuel d'instruction, divisé en trois parties : la première donne les opérations de base, la deuxième concerne les calculs trigonométriques et géométriques, ceux-ci assez poussés puisque le dernier paragraphe concerne le théorème de Guldin sur le calcul du volume d'un solide de révolution. La troisième partie est annoncée comme exposant une série d'applications tirées de diverses branches de l'art militaire ; malheureusement, elle figure dans « un prochain numéro » de la revue, que nous n'avons pu étudier. L'auteur, E. Lagrange, est un capitaine du génie de l'armée belge, donc un officier ayant de bonnes compétences mathématiques, tout comme ceux de l'artillerie. Il présente la règle à calcul à ses camarades officiers, en prenant quelques précautions vis-à-vis de ceux de l'infanterie et de la cavalerie, dont les connaissances mathématiques ne sont pas du même niveau. Son enthousiasme apparaît dans son introduction, où l'on peut lire :

> *Nous ne sachons pas qu'on ait jamais fait bien ressortir l'utilité spéciale de la règle à calcul appliquée au service des différentes armes en campagne. […] On serait tenté de croire que la règle à calcul a été inventée pour les militaires, si l'on ne savait que réellement il n'en est pas ainsi.*[2]

Il précise également, dans un bref historique : « L'emploi de la règle à calcul ne prit d'abord [en France] que fort peu d'extension ; aujourd'hui elle commence à être mieux appréciée et à se répandre davantage chez nos voisins. En Belgique elle est à peine connue[3].» Il s'agit là d'un des tous premiers contributeurs belges à la diffusion de

---

1 LAGRANGE, capitaine E., « Instruction à l'usage des officiers et sous-officiers de toutes les armes sur la manière de se servir de la règle à calcul, avec des applications aux différentes branches de l'art militaire », *Revue militaire belge,* Félix Oudart, Liège, 1841, p. 337-358 et 457-479.

2 *Ibid*., p. 338

3 *Ibid*., p.

la règle à calcul.

En Italie, Quintino Sella et les premiers manuels

Quintino Sella (1827 – 1883), italien, vint finir ses études d'ingénieur à l'École des Mines de Paris (1847-1851), et se spécialisa en cristallographie. Il enseigna la géométrie appliquée à l'école d'ingénieurs de Turin, dont il démissionna en 1860 pour se lancer dans la politique ; il a été plusieurs fois ministre des finances du gouvernement italien dans les années 1860-70.

Son ouvrage, *Teoria e pratica del regolo calcolatore*[1], publié en 1859, contient cent trente pages écrites et de nombreuses pages de schémas, non numérotées, expliquant toutes les opérations. Dans l'introduction, après un rappel historique, il explique qu'il a déjà commencé à utiliser la règle à calcul avec ses étudiants à Turin, ce qui l'a amené à écrire ce manuel, qui est donc le premier en italien. L'auteur fait référence à Gravet-Lenoir pour la fabrication des règles, et à Benoît, Lalanne, et Guy pour les manuels d'instructions, c'est-à-dire aux ouvrages français de l'époque. Il fait aussi la promotion de la règle à calcul, par exemple :

> *Un de nos plus distingués fabricants, (...) ayant été amené pendant quelques années à faire usage de la règle, nous avoua plus d'une fois que la connaissance de cet instrument valait beaucoup plus qu'un capital de 10 000 lires, en raison des innombrables calculs de toute taille qu'il pouvait maintenant mener à terme très rapidement, alors qu'avant il n'aurait même pas osé les entreprendre faute de temps*.[2]

Sella décrit essentiellement la règle Soho, mais consacre aussi une partie de son livre aux règles plus récentes, comme celle de Lalanne, dont il regrette la fragilité. Il décrit aussi en quelques pages son abaque, avec des exemples. Il ne fait aucun doute que, pendant son séjour en France, Sella s'est intéressé en profondeur aux instruments de calcul et qu'il fait office de transmetteur de savoir à son retour en Italie. Le plan de son instruction est tout à fait classique. La partie théorique est brève, et en particulier il

---

1 SELLA, Quintino, *Teorica e pratica del regolo calcolatore*, Stamperia reale, Turin, 1859.

2 *Ibid*., p. 17. note « Uno dei nostri piu distinti fabbricanti (…) avendo qualche anno fa intrapeso a far uso del regolo, ebbe piu di una volta a confessarci, che la conoscenza di questo strumento gli valeva assai piu di un capitale di L. 10,000, o cagione di numerosissimi calculi di tutta importanza, che ora poteva condurre a termine in brevissima ora, mentre prima non aveva mai osato intraprenderli pel troppo tempo che richiedevano. »

n'y a pas d'étude générale des logarithmes, mais seulement un rappel des formules logarithmiques de base. Sella ajoute à la fin de son livre ce qu'il appelle « Quadro del regolo calcolatore » où chaque opération dont il a parlé dans le texte est décrite par un schéma de la position des échelles de la règle. Ce manuel a été traduit en français[1] en 1863 par G. Montefiore-Levi, ingénieur et industriel belge. C'est probablement le premier manuel étranger à avoir été traduit en français.

Certains en Italie n'apprécient pas cette manière de présenter la règle à calcul, en reprochant un manque de théorie, en particulier des logarithmes, comme par exemple Plebani, officier d'état-major de l'armée italienne, qui publie en 1868 un ouvrage[2] dont la préface, assez polémique, prend le contre-pied de la présentation, pour lui trop utilitaire, de Sella, mais aussi de Mouzin, Guy, Lalanne et Benoît :

> *Si je ne me trompe, tous ces hommes éminents considèrent uniquement la Règle comme un instrument d'usage.(...) Par contre j'ai la conviction que sans une claire connaissance du calcul logarithmique, la Règle est un instrument aveugle. (...) Celui qui ne connaît pas pas les logarithmes, ne connaîtra jamais la Règle[3] [à calcul]*.

Une grande partie de son ouvrage est donc consacrée à la théorie des logarithmes. Il nous indique également qu'une règle Tavernier-Gravet se vend en Italie entre 4,50 et 6,50 lires : les règles françaises y sont donc déjà exportées. À la toute fin du siècle paraissent des ouvrages consacrés à la règle Mannheim, en particulier celui de l'ingénieur Giovanni Pozzi, un livre[4] de 238 pages dans lequel la seconde partie (environ 80 pages) est consacrée aux applications de la règle aux opérations topographiques. L'auteur cite l'ouvrage de Sella, et donne les références d'un autre manuel[5] italien sur la règle Mannheim que nous n'avons pu consulter, publié en 1893.

En conclusion, à la fin du siècle, l'Italie ne fabrique pas encore de règles à calcul,

---

1 SELLA, Quintino, *Théorie et pratique de la règle à calcul*, Noblet & Baudry, Paris, Liège, 1859.

2 PLEBANI, Benedetto, *Il regolo calcolatorio e l'aritmetica logaritmica*, Stamperia dell' unione tipografico-editrice, Turin, 1868.

3 « Ma, si no erro, tutti cotesti uomini egregi considerarono puramente il regolo come uno *strumento d'uso. (...)* Per contro è mia convinzione, che senza una chiara noticia des calcolo logaritmico, il Regol sia uno strument cieco. (…) Chi logaritmi non sa, il Regol mai saprà. » *Ibid*., p. 4-5

4 POZZI, Giovanni, *Regolo calcolatore e sue applicazioni nelle operaziono topografiche,* Hoepli, Milan, 1895.

5 GALASSINI, Alfredo, *Manuale teorico-pratico per l'uso del regolo calcolatore Mannheim*, Camilla et Bertolero, Turin, 1893.

mais elle en importe, leur utilisation est enseignée et les manuels existent.

C) De l'artisanat à l'industrie

En Allemagne : progrès technique et industrialisation

Avant 1850, l'Allemagne n'existe pas en tant que nation, mais comme une mosaïque de petits états regroupés dans la Confédération germanique. C'est entre 1850 et 1870, sous l'impulsion de Bismarck, qu'émerge autour de la Prusse l'Empire allemand. Cependant, dès les années 1850, l'industrialisation commence, avec la construction du chemin de fer et la modernisation des industries textile et sidérurgique. En particulier l'industrie chimique prend une place prépondérante, et la puissance de l'industrie allemande devient considérable dans le dernier quart du siècle.

Cette évolution se retrouve, toutes proportions gardées, en ce qui concerne la règle à calcul. Au début du XIX^e^ siècle, elle n'est pratiquement pas utilisée, tout comme en France. Cependant il existe un manuel d'instruction de 1843, dont le titre indique clairement que la règle à calcul n'existe qu'en Angleterre et en France à ce moment : en effet, l'auteur, Schulz von Strassnicki, intitule son ouvrage[1] *Anweisung Zum Gebrauche Des Englischen Rechenschiebers, (sliding rule – règle à calculs)*, montrant que c'est en anglais ou en français que l'on peut trouver des références. Il cite d'ailleurs Lenoir dans son introduction. Ce n'est qu'après les années 1870 que les Allemands commencent à fabriquer des règles à calcul.



Fig. 62: Une des premières règles de Dennert & Pape (1880 env.)

La première entreprise à se lancer est la société Dennert & Pape. Cette entreprise, créée en 1862 à Hambourg, fabriquait des instruments de topographie (théodolites, niveaux etc.), et du matériel de bureau (règles, instruments de dessin) ; c'est à partir de 1872 qu'elle a aussi fabriqué des règles à calcul. D'après Dieter von Jezierski[2], beaucoup de règles à calcul furent d'abord importées de France, mais la guerre de 1870-71 mit fin à cette source d'approvisionnement. Dennert & Pape se lança donc dans la fabrication et

---

1 SCHULZ von STRASSNICKI, *Anweisung Zum Gebrauche Des Englischen Rechenschiebers, (sliding rule – règle à calculs)*, Peter Rohrmann, Vienne, 1843.

2 VON JEZIERSKI, Dieter, *op. cit.,* p. 48.

il faut remarquer que, dès le début, leurs règles étaient du type Mannheim. Ils ne semblent jamais avoir fabriqué de règles Soho, ce qui montre bien que, dès cette époque, ce dernier type de règle passait pour obsolète. C'est la société Dennert & Pape qui a, la première, utilisé le celluloïd pour y graver les échelles à partir de 1886. Le celluloïd, composé de nitrate de cellulose et de camphre, fut inventé en 1855 par l'anglais Parkes, puis perfectionné de manière à obtenir un produit pouvant être utilisé industriellement[1]. Pour la règle à calcul, il était employé en fines lamelles collées ou vissées sur le corps en bois de la règle. Sa couleur, blanc crème, augmente le contraste entre les échelles noires et le fond, et facilite donc la lecture des graduations. De plus, il est plus facile à travailler que le bois, qui n'avait alors plus besoin d'être clair. L'acajou a souvent été utilisé comme support à la place du buis. Autre innovation : c'est Dennert & Pape qui a fabriqué les premières règles à calcul double face, c'est-à-dire avec des échelles sur les deux côtés de la règle, qui est alors munie d'un curseur lui aussi à double face, permettant de reporter des valeurs entre le recto et le verso de la règle. La société Dennert & Pape a exporté très rapidement des règles à calcul vers les États-Unis, vendues par la société américaine Keuffel and Esser, dont il sera question plus loin. Dennert & Pape s'est donc montrée très innovante dès le début ; la société a changé de nom en 1935, pour devenir Aristo, et a fabriqué des règles à calcul jusqu'aux années 1970-80 ; elle continue toujours la construction de matériel de dessin et de bureau.

La deuxième entreprise allemande fabriquant des règles est la société Nestler, fondée en 1878 à Lahr in Baden par Albert Nestler (1851-1901) et Theophil Beck (1814-1903). Cette entreprise fabriquait aussi des instruments de dessin et du matériel de géodésie et topographie. En 1878, Beck met au point une machine à diviser pour les échelles logarithmiques qui peut concurrencer celle utilisée chez Tavernier-Gravet[2]. Nestler, tout comme Dennert & Pape, a tout de suite fabriqué des règles Mannheim, d'abord tout en bois, puis rapidement en bois recouvert de celluloïd. L'entreprise a fabriqué des règles à calcul jusqu'en 1970-80.

La troisième entreprise allemande ayant fabriqué des règles à calcul au XIX^{e} siècle est sans aucun doute la plus importante. La société À. W. Faber, plus tard Faber-Castell, fabriquait depuis 1761 des crayons à mine de graphite universellement réputés,

---

1 Notons qu'une des premières applications industrielles concernait le revêtement des boules de billards aux États-Unis !

2 Voir CRAENEN, Gus, *Rechenschieber im Wandel der Zeit,* édité par l'auteur, 2009, p. 57.

à Stein, près de Nuremberg. En 1861, une nouvelle usine est créée à Geroldsgrün pour fabriquer des instruments de dessin (règles graduées, équerres etc.) de grande précision. Il s'agit donc déjà d'une puissante entreprise industrielle lorsque, en 1892, la fabrication des règles à calcul commence. Là aussi, ce sont des règles modèle Mannheim. La société avait déjà des bureaux à Paris, Londres et aux U.S.A.. : les règles Faber sont donc rapidement exportées. D'ailleurs l'entreprise figure dans le rapport de l'Exposition universelle de 1900, à Paris : « M. À. W. Faber, de Stein près Nuremberg, expose des règles à calculs avec curseur en cristal qui permettent les opérations ordinaires des règles à calculs (multiplications, divisions, opérations trigonométriques et logarithmes). »[1]. Faber-Castell deviendra rapidement un des plus gros producteurs mondiaux de règles à calculs. La société Faber-Castell existe toujours[2].

L'histoire de ces trois entreprises allemandes fait apparaître nettement qu'elles ne sont pas du tout de la même dimension que Tavernier-Gravet. Celui-ci, spécialisé dans les instruments scientifiques de grande précision, construits souvent sur mesure ou en tous cas en très petites quantités, n'a certainement pas une envergure financière comparable à celles-là, surtout Faber-Castell qui est déjà presque une multinationale avec ses bureaux et filiales à l'étranger, et qui s'appuient sur des méthodes industrielles pour fabriquer le matériel de bureau et de dessin, objets plus simples et fournis en grande quantité. En revanche, il apparaît clairement que ce sont les types de règles françaises qui ont inspiré les fabricants allemands. Il n'est nulle part fait mention, sinon historique, des règles à calcul anglaises : l'étape française a donc été essentielle dans la diffusion de la règle à calcul vers l'Allemagne.

Aux États-Unis et au Japon : l'émergence de grands fabricants :

Des règles à calcul anglaises avaient pénétré aux États-Unis bien avant la période qui nous intéresse. Les règles utilisées au milieu du XIX^{e} siècle, en Grande-Bretagne comme aux U.S.A.., étaient essentiellement de trois types [3]: la règle de Coggeshall pour le bois, une règle d'ingénieurs et la règle de type Soho.

La société Keuffel and Esser a été fondée en 1867 par deux immigrants allemands qui lui ont donné son nom. À l'origine, ils fabriquaient des instruments de bureau et de

---

1 Rapport etc...

2 http://www.faber-castell.fr (consulté le 1/1/2014). La partie historique, quoique brève, est assez intéressante.

3 VON JEZIERSKI et SHEPERD, *op. cit.* p. 39

dessin. L'entreprise croît rapidement et, à partir de 1876, des instruments de topographie se sont ajoutés à leur production et bientôt des règles à calcul figurent à leur catalogue. Il s'agit au début de règles importées d'Europe, parmi lesquelles des règles Tavernier-Gravet et Dennert & Pape, soit de type Soho, soit de type Mannheim.

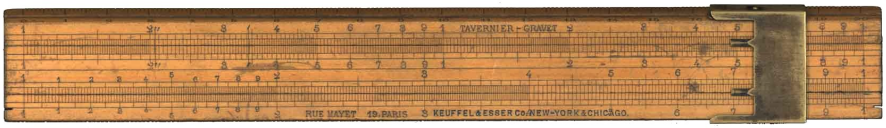
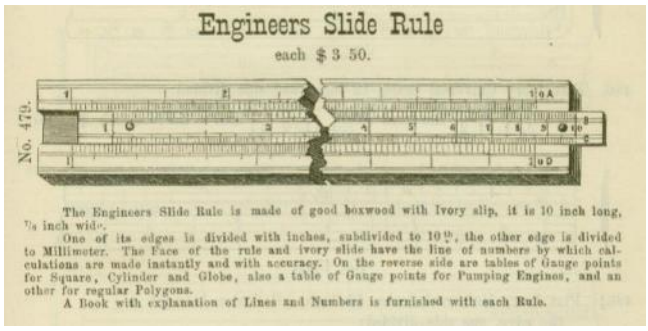


Fig. 63: Règle Tavernier-Gravet vendue par Keufel and Esser.
Les deux marques figurent sur la règle. (coll. part.)

Rapidement, Keuffel and Esser a commencé à fabriquer ses propres modèles, essentiellement de type Mannheim recouvertes de celluloïd, ainsi que des modèles à double-face tout nouveaux et des règles spéciales pour la topographie. Il s'agit, ici aussi d'une entreprise très importante, dont la puissance financière permet des adaptations rapides et des innovations fréquentes. Elle restera la plus importante productrice de règles à calcul aux États-Unis pendant le XX^{e} siècle,.


Engineers Slide Rule

each $ 3 50.

No. 479.

The Engineers Slide Rule is made of good boxwood with Ivory slip, it is 10 inch long, ⅞ inch wide.

One of its edges is divided with inches, subdivided to 10ths, the other edge is divided to Millimeter. The Face of the rule and ivory slide have the line of numbers by which calculations are made instantly and with accuracy. On the reverse side are tables of Gauge points for Square, Cylinder and Globe, also a table of Gauge points for Pumping Engines, and an other for regular Polygons.

A Book with explanation of Lines and Numbers is furnished with each Rule.

Fig. 64: Keuffel and Esser : la première règle au catalogue (1881)

Pour ce qui est du Japon, il est généralement admis que des règles à calcul de type Mannheim[1] furent rapportées au Japon vers 1895 par une mission officielle. Jiro Hemmi, alors le meilleur spécialiste japonais d'instruments scientifiques, commença à envisager la fabrication sur place : le climat du Japon, très chaud et humide l'été, très froid l'hiver, posait de graves problèmes. En effet, il fallait trouver un matériau supportant de grandes différences d'hygrométrie et de température avec le moins possible de déformations. C'est ainsi que quelques années plus tard, il choisit le bambou, particulièrement bien adapté à ces conditions, et créa la société Hemmi, qui

[1] HOPP (*op. cit.*) parle de règles américaines, d'autres (http://sliderulemuseum.com) de règles françaises. (consulté le 26 janvier 2014)

deviendra l'un des plus gros producteurs mondiaux de règles à calcul au XX^{e} siècle.

La période 1850 – 1900 correspond à une effervescence politique et industrielle dans de nombreux pays. En France, le Second Empire pousse à l'industrialisation ; en Allemagne, l'unité politique se fait peu à peu et la nation allemande éprouve elle aussi le besoin de devenir un pays moderne ; aux États-Unis, après la guerre de Sécession qui a ravagé le sud, naît une grande nation qui a des ambitions considérables ; à l'autre bout du monde, le Japon est entré dans l'ère Meiji et se lance également dans la modernisation. Tous ces événements font de cette période le moment de l'industrie triomphante, magnifiée par les nombreuses Expositions universelles.

C'est à ce moment que s'ouvre une nouvelle étape de l'itinéraire de la règle à calcul. Il est clair que la découverte de Mannheim en est un des principaux signes. Ce nouveau type de règle permet de nombreuses possibilités supplémentaires, et apporte davantage de précision à l'instrument : les conséquences s'en feront sentir en profondeur. En outre, Gravet, puis Tavernier-Gravet ont élevé la qualité des règles, devenues des instruments précis et fiables, qui serviront de modèles de référence pour bien des fabricants ; cependant, en France, elles restent construites suivant des méthodes artisanales. Au contraire, la Grande-Bretagne est restée assez nettement en arrière, en continuant à produire, également de manière artisanale, beaucoup de règles dont l'origine remonte au début du XVIII^{e} siècle, en même temps que des règles de type Soho. Ce sont les règles françaises qui vont essaimer, en Europe et au-delà.

C'est d'abord l'Allemagne qui prend le relais. Tout de suite, la dimension change : ce sont des industriels qui, dans ce pays, fabriquent les règles à calcul. Pour eux, elle intervient comme un complément à une production déjà importante dans des domaines voisins. Ils sont à même de réagir rapidement aux nouveautés, de financer des bureaux d'études pour la recherche de nouvelles techniques et de modes de fabrication innovants. La situation américaine est à peu près identique. Le Japon démarrera un peu plus tard, mais également avec des méthodes industrielles. Comme l'Angleterre un siècle avant, la France restera en arrière, aucune entreprise industrielle ne s'étant lancée dans la production qui elle-même mettra du temps à s'adapter et à se rendre compte que les règles Soho sont tout à fait périmées.

Tout est prêt pour la dernière étape : les règles à calcul vont devenir un instrument universel, utilisé dans le monde entier, produit par millions. Ce sera l'objet de notre

dernière partie.

CONCLUSION

La seconde moitié du XIX^e siècle marque un tournant général dans l'industrialisation : le développement de l'industrie lourde (charbon, métallurgie et plus tard chimie) va de pair avec une concentration des capitaux donnant naissance à des entreprises aux moyens énormes. Le chemin de fer, facilitant les transports des passagers comme des matériaux, est une des principales réalisations de cette période.

Les états accompagnent ou encouragent cette mutation profonde de la société. L'Angleterre, avant les autres, le Second Empire en France, l'Empire Allemand unissant sous la férule de la Prusse les multiples principautés éclatées de la Confédération germanique, les États-Unis se lançant à la mise en valeur de leur immense territoire, le Japon sortant de son splendide isolement effectuent cette « seconde révolution industrielle », comme le disent les anglo-saxons.

Ces bouleversements entraînent nécessairement des besoins d'organisation considérables : la gestion d'une grande entreprise, la construction d'une ligne de chemin de fer, le transport de grandes quantités de matériaux ou de voyageurs ne peuvent plus se satisfaire de méthodes artisanales ; il faut des bureaux d'études, des méthodes de travail nouvelles, des cartes précises : tout cela nécessite une grande quantité de calculs de plus en plus précis et complexes.

Les nombreuses tentatives effectuées à ce moment pour améliorer la vitesse et la fiabilité des calculs numériques vont dans le même sens. Pour ce qui est du calcul mécanique, l'arithmomètre (1820) de Thomas, machine à calculer réalisant les quatre opérations et ses dérivés ont connu un succès commercial important. La mécanographie fait ses premiers pas avec le système d'Hollerit aux U.S.A.., qui traite les données du recensement de 1890. Ces instruments sont destinés à un usage de bureau. De même, la nomographie et ses nombreuses applications ne sont pas utilisables à l'extérieur.

Si, dans la première moitié du siècle, l'entrée en France de la règle à calcul a été, comme nous l'avons vu, l'œuvre d'un petit nombre de personnes, il est vrai soutenues par la SEIN, il n'en est plus de même après. Déjà nous pouvons penser que l'action de l'École centrale, introduisant cet instrument dès son origine en 1829, n'a pas été sans conséquence. Mais la décision prise en 1850 concernant les Écoles militaires à son sujet fut, très certainement, essentielle. Cela ne peut que correspondre à un besoin ressenti au

niveau des instances ayant pouvoir de décision : ne pourrait-on pas dire alors que la règle à calcul est officiellement reconnue comme d'intérêt public ? Dans un pays centralisé comme la France, une telle reconnaissance est nécessairement lourde de conséquences.

En tout premier lieu, cela implique que le maniement de l'instrument soit enseigné dans les lycées, au moins dans les classes préparant aux Écoles d'ingénieur. Comme nous l'avons montré, cela s'est fait tant bien que mal. Le souhait de Jomard est en partie réalisé. De plus, Tavernier-Gravet a reçu des commandes de la part de l'armée, et sa production s'est diversifiée. L'entreprise a également exporté des règles en Angleterre, en Allemagne, en Italie, et jusqu'aux États-Unis. Néanmoins cela n'a pas suffi pour en faire une entreprise industrielle. Faut-il mettre ce fait en relation avec le décès de Tavernier en 1887, à 65 ans ? Ou plutôt à un manque de capacités financières ? N'oublions pas que Tavernier-Gravet prenait la suite de son beau-père, dont le métier était exclusivement la construction d'instruments scientifiques, c'est-à-dire des objets essentiellement artisanaux, avec une diffusion très réduite.

Au niveau technique, l'invention de Mannheim a véritablement révolutionné les possibilités de la règle à calcul, en augmentant sa précision, sa commodité et surtout en ouvrant la porte aux améliorations successives qui se produiront dès le début du XX^{e} siècle. Pour s'en convaincre, il suffit de constater que, dans les nouveaux pays fabriquant des règles à calcul, la règle Soho n'a jamais été construite ou très vite abandonnée. L'utilisation du celluloïd, rapidement adopté en Allemagne, s'est également vite généralisé, facilitant la lecture des échelles et se prêtant à une utilisation industrielle plus commode que le bois.

En ce qui concerne la fabrication, une des différences essentielles par rapport aux nouveaux fabricants étrangers est que ceux-ci pouvaient s'appuyer sur des capacités déjà existantes, parfois depuis longtemps. La production d'instruments de dessin et de bureau (règles, équerres, compas, crayons etc.), même de qualité, se prête bien plus à une fabrication en grande série que les instruments de précision. À titre d'exemple, l'entreprise Faber s'était assurée au XIX^{e} siècle la production de graphite depuis une mine de Sibérie, logeait ses employés, avait ses propres écoles, possédait des magasins dans plusieurs pays, pouvait donc être comparée aux grandes entreprises métallurgiques par exemple. De même, Keuffel & Esser aux U.S.A.. reposait elle aussi sur des bases

industrielles et financières déjà très solides. Il est dès lors évident que la production française ne pouvait pas lutter.

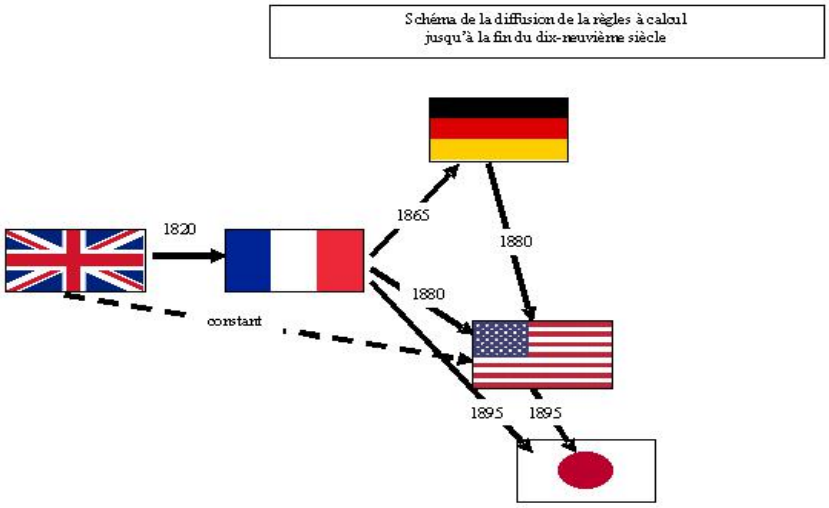


Fig. 65: Diffusion au dix-neuvième siècle

Le schéma ci-dessus résume la diffusion internationale de la règle à calcul. Il montre bien le rôle charnière qu'a joué la France au dix-neuvième siècle : le passage de l'Angleterre, lieu de naissance de l'instrument, au monde industrialisé de l'époque, s'est fait par l'intermédiaire de la France. D'autre part, les dates indiquent que la diffusion de la règle à calcul accompagne de façon frappante l'industrialisation à cette période. L'Angleterre vient en premier, puis la France au moment de la Monarchie de Juillet et du Second Empire, l'Allemagne peu de temps après, son unification ayant permis la montée en puissance de son industrie, les États-Unis se remettant de la guerre de Sécession, et enfin le Japon qui envoyait des missions officielles vers les pays industriels pour s'en inspirer au moment de sa modernisation.

QUATRIÈME PARTIE

UN INSTRUMENT UNIVERSELLEMENT UTILISÉ (XX^{e} SIÈCLE)

INTRODUCTION

Dans son ouvrage *Le calcul simplifié*[1], publié au tout début du XX^e siècle, Maurice d'Ocagne fait le point sur « l'histoire et la description sommaire des instruments et machines à calculer, tables, abaques et nomogrammes[2] ». Il range les instruments et machines de calcul numériques en six groupes : les instruments arithmétiques, les machines arithmétiques, les instruments et machines logarithmiques, les tables numériques, les tracés graphiques, les tables graphiques (nomogrammes ou abaques). Il précise d'ailleurs que cette classification n'est pas absolue : « les règles à calcul, réunies dans le troisième groupe, peuvent être classées logiquement (…) dans le sixième. »[3] Ce classement permet de présenter l'état des divers instruments et machines à calculer à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle.

Dans le premier groupe, il place les additionneurs, comme l'*arithmographe*[4] de Troncet (1891), qui permet les additions et soustractions, et les réglettes de Genaille et Lucas (188...) pour les multiplications par exemple.



Fig. 66: Arithmographe de Troncet (1891)

Le deuxième comprend des instruments complexes, comme les machines à calculer mécaniques, les caisses enregistreuses, l'*arithmomètre*[5] de Thomas, permettant

---

1 D'OCAGNE, Maurice, *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques*, *op. cit.*

2 *Ibid*., page de titre.

3 *Ibid*.

4 Les noms arithmographe et arithmomètre ont été attribués par plusieurs inventeurs à leurs instruments ou machines à cette époque ; dans le même genre de nomenclature, nous avons déjà rencontré le calculimètre de Charpentier.

5 À propos de l'arithmomètre, voir par exemple : MARGUIN, Jean, *Histoire des instruments et machines à calculer, trois siècles de mécanique pensante, 1642-1942,* Hermann, Paris, 1994, p. 106-115, ainsi que le remarquable site de Valéry Monnier, très exhaustif, www.arithmometre.org

de faire des multiplications et des divisions qui a connu un grand succès. Le troisième groupe comprend les règles, cercles, cylindres à calcul. Les trois autres groupes concernent les barèmes, et les procédés graphiques, abaques, nomogrammes que l'auteur lui-même avait beaucoup contribué à faire connaître.

D'Ocagne ne mentionne pas dans son ouvrage d'autres instruments, qui s'apparentent cependant à des instruments de calcul, comme les planimètres[1] (Amsler par exemple), en plein développement à ce moment, qui sont un cas particulier des intégrateurs mécaniques, qui eux aussi font l'objet de réalisations, par exemple l'analyseur harmonique de Lord Kelvin (1876). La mécanographie fait ses premiers pas également, surtout en 1890 à l'occasion du recensement des États-Unis, où Hermann Hollerit fournit à l'administration des machines électromécaniques qui permirent le traitement des données[2]. Il créa alors la société qui allait devenir IBM en 1924. Il est vrai qu'il s'agit dans ce dernier cas plutôt d'un problème de traitement des données que de calcul. Des essais ont également lieu en ce qui concerne les résolutions automatiques des équations, dans la lignée de la machine de Babbage, par exemple la machine de Torrès-Quevedo (1893), que d'Ocagne place dans les instruments logarithmiques, qui permet de résoudre des équations polynomiales.

Il ne s'agit pas ici de faire l'inventaire de ces inventions et perfectionnements qui accompagnent les progrès techniques de l'époque. Cependant il apparaît clairement une effervescence dans la recherche de la précision, de la rapidité des calculs (favorisée par la mise en œuvre de moteurs électriques qui se généraliseront, du moins dans les machines de bureau). Les besoins en calcul iront en s'accroissant parallèlement à l'augmentation de la complexité des techniques tout au long du XX^{e} siècle.

La plupart de ces machines sont lourdes, très complexes mécaniquement (elles sont essentiellement composées d'engrenages), souvent très chères. Si elles conviennent tout à fait aux banques, organismes financiers, services de gestion des grosses entreprises, elles ne sont pas adaptées à un travail sur le terrain, ni à une utilisation personnelle. N'est-ce pas une des raisons du succès considérable de la règle à calcul pendant les trois quarts du vingtième siècle ? Elle n'a, jusqu'à l'apparition des calculatrices électroniques de poche, aucun concurrent alliant la facilité d'utilisation en

(consulté le 4 janvier 2014)

1 MARGUIN, Jean, *op. cit.* p. 160-162.

2 MARGUIN, Jean, *op. cit.* p. 189.

toutes circonstances, la légèreté et la fiabilité, et des possibilités de calcul considérables, malgré sa précision limitée, qui n'a jamais vraiment été un obstacle à sa diffusion.

Peter Hopp[1] recense près de 500 fabricants de règles à calcul au vingtième siècle. Même si beaucoup d'entre eux n'ont fabriqué que peu de modèles, ou ont eu une existence éphémère, plusieurs dizaines ont produit une grande quantité de règles à calcul de tous types. Ce travail considérable et exhaustif montre bien l'étendue de la production, qui s'est élevée sans aucun doute à plusieurs dizaines de millions de règles.

La règle à calcul a-t-elle bénéficié des améliorations techniques du XX^{e} siècle ? Comment l'apprentissage de l'utilisation de l'instrument se faisait-il ? Comment était-elle perçue du public ? Depuis une quarantaine d'années, plus personne ne s'en sert et elle est presque totalement inconnue actuellement chez les moins de quarante ans : comment cette disparition s'est-elle produite ?

Pour tenter de répondre à ces questions, après avoir étudié les grandes lignes de l'évolution générale des règles à calcul au cours du XX^{e} siècle, du point de vue des méthodes de production, mais aussi en examinant les perfectionnements les plus importants qui n'ont cessé d'être apportés à cet instrument, nous présenterons le renouveau de la fabrication des règles en France après 1945 avec la société Graphoplex. Puis nous étudierons la place de l'instrument dans les programmes de l'enseignement, particulièrement en France, et les modèles spécialement conçus dans ce but. Nous présenterons également, à travers quelques exemples de publications non scientifiques, la manière dont la règle à calcul était appréhendée dans la société. Enfin nous terminerons par la disparition brutale de la règle à calcul, remplacée en moins de cinq ans par les calculatrices électroniques dès que celles-ci sont devenues assez bon marché et nous montrerons en quoi elle a été l'instrument d'une époque : l'ère industrielle. Le graphique ci-après synthétise le parcours de la règle à calcul : il y figure les principales ruptures, avec les directions de diffusion. Le rôle central de la France au XIX^{e} siècle y apparaît clairement, après la période anglaise, ainsi que la généralisation de l'utilisation de la règle à partir des années 1860-1870, au fur et à mesure de l'industrialisation des pays concernés..

[1] HOPP, Peter, *op. cit.*

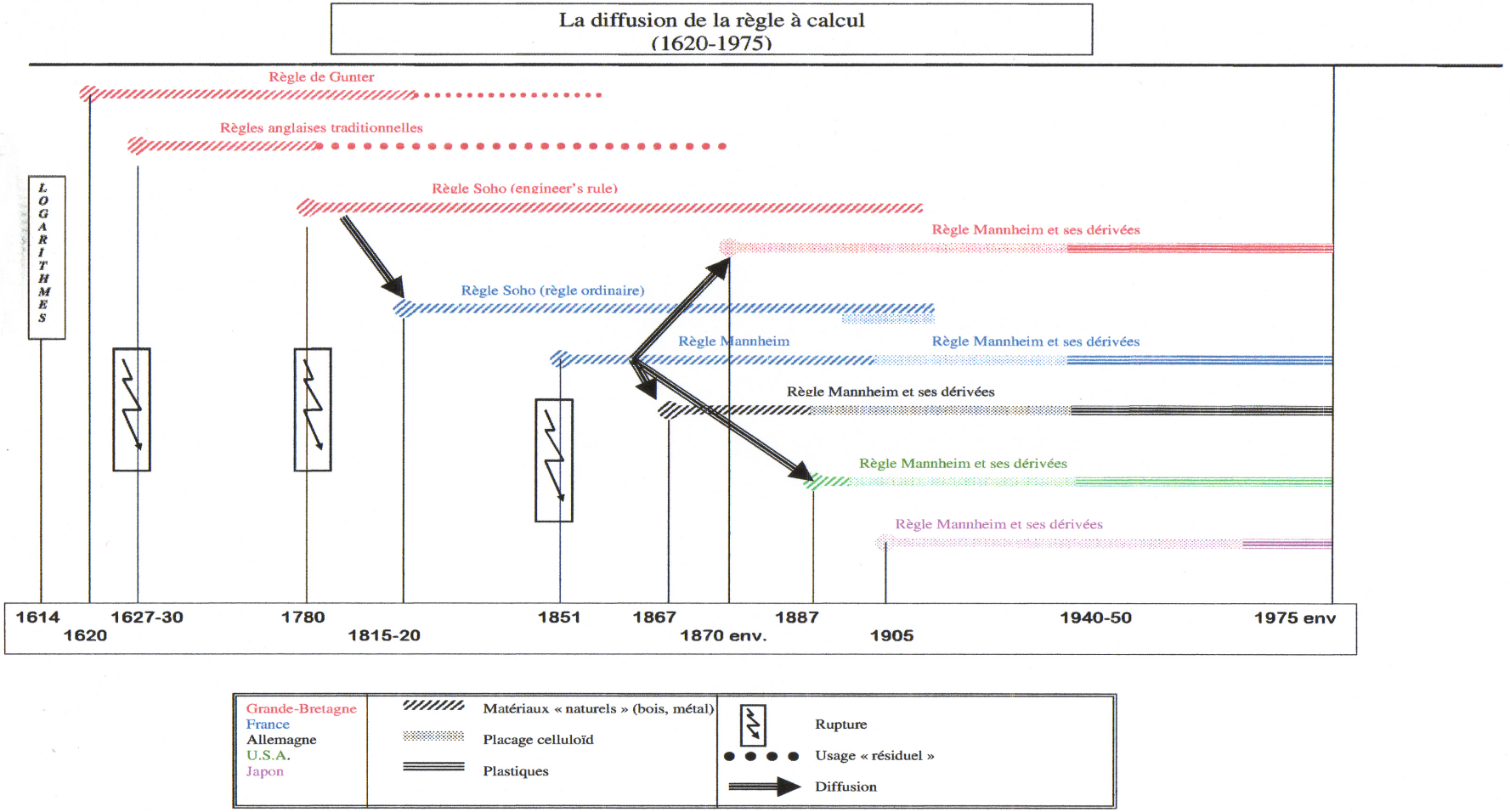


Fig. 67: Diffusion de la règle à calcul (synthèse)

I) UNE PRODUCTION INDUSTRIELLE

À la fin du XIX^e siècle, la diffusion de la règle à calcul, en Allemagne puis aux États-Unis et au Japon, s'est accompagnée d'un changement radical dans la production, par l'application de méthodes industrielles. Nous étudierons dans cette partie quels ont été les principaux fabricants de règles au vingtième siècle, quels changements ils ont apporté dans la fabrication et la conception de l'instrument et aussi comment la règle à calcul a été perçue par le grand public.

A) Les principaux fabricants

En Allemagne

Nous retrouvons ceux dont nous avons parlé dans la précédente partie, qui ont été les premiers à produire des règles en Allemagne : Dennert & Pape, Nestler et Faber-Castell.

Dennert & Pape, dont l'usine était à Altona, près de Hambourg, a très rapidement utilisé le celluloïd fixé sur bois (buis puis acajou) pour ses règles. À partir de 1936, la société changea de nom pour devenir Aristo, et fabriqua alors uniquement des règles en PVC qui connurent un grand succès. La production de règles à calcul Aristo est très vaste et couvre tous les domaines, depuis les instruments simples et bon marché pour les élèves jusqu'aux règles les plus sophistiquées, à double face avec de multiples échelles, ainsi que beaucoup de modèles spécialisés, par exemple pour l'aviation, le commerce, le béton armé. La société Aristo existe toujours[1], et fabrique actuellement du matériel de haute technologie, en particulier des imprimantes et des machines à découper. La production de cette société a été d'environ dix millions de règles à calcul, comme l'indique Hans Dennert, de la famille des fondateurs, dans une communication lors de la rencontre internationale des collectionneurs d'instruments scientifiques à Aachen en 2008, jointe en annexe.[2]

---

1 Voir le site : http://www.aristo.de (consuté le 2 janvier 2014.
2 Voir annexe ….

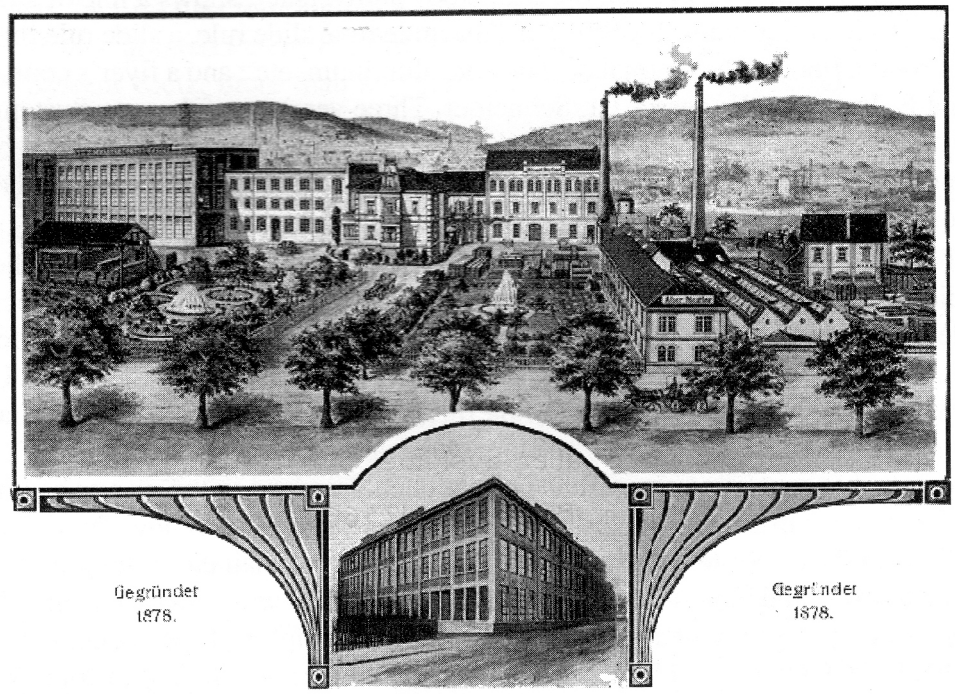


Fig. 68: L'usine Nestler à Lahr vers 1880.

Nestler était installé à Lahr, ville proche de la frontière française et de Strasbourg. L'entreprise a fabriqué essentiellement des règles à calcul « standard », et exportait dans les années 30 dans de très nombreux pays, dont la France. La firme Nestler n'existe plus depuis 1994.

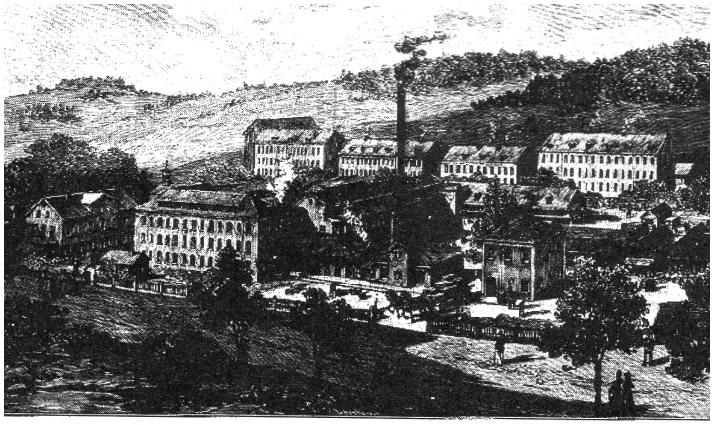


Fig. 69: L'usine Faber à Geroldsgrun

Faber, puis Faber-Castell, était déjà une puissante entreprise lorsqu'elle a commencé à produire des règles à calcul, qui ne représentaient qu'une branche de sa production de matériel de dessin et de bureau. Cette puissance lui a permis d'offrir une extraordinaire variété de règles à calcul tout au long de son existence, en utilisant les matériaux les plus modernes. D'après Dieter von Jezerski, ancien cadre commercial de l'entreprise, que nous avons rencontré[1], et qui a bien voulu répondre à nos questions, Faber-Castell a certainement produit plusieurs millions de règles à calcul, mais il n'existe pas de décompte précis. Il estime cette production à environ cinq millions. L'usine où ont été fabriquées les règles est à Geroldsgrun, en Bavière. Cette usine fonctionne toujours.

Ces trois entreprises allemandes ont été les plus importantes de toute la période de la règle à calcul. Il en existe bien d'autres, de moindre importance, par exemple la société Reiss, fondée en 1882, fabricant de matériel de bureau et de dessin, qui a commencé à fabriquer ses propres règles vers 1912[2]. Après la seconde guerre mondiale, Reiss se trouva en Allemagne de l'Est, et fut nationalisée. L'entreprise a fabriqué des règles à calcul jusqu'aux années 1970-80.

Aux États-Unis

La société Keuffel & Esser[3] était déjà solidement implantée à la fin du XIX^{e} siècle. Vers les années 1900, l'entreprise construit une nouvelle usine à Hoboken (New-Jersey),

---

1 À l'occasion d'une rencontre de collectionneurs de règles, en septembre 2011, à Leyden (Pays-bas). Dieter von Jezierski est décédé en juin 2013.

2 VON JEZIERSKI, *op. cit.* p.67.

3 VON JEZIERSKI, *op. cit.* p.71-75., pour tout ce paragraphe.

dont la dimension impressionne. Keuffel & Esser, après avoir importé des règles d'Europe, se lance rapidement dans sa propre fabrication, et prend immédiatement des brevets importants (en particulier celui de la règle double-face dite *duplex* dès 1891) qui lui assurent une avance confortable sur ses concurrents aux U.S.A.. La société s'est essentiellement concentrée sur le marché américain, déjà considérable, et a peu exporté. En effet, elle a développé des modèles de règles particuliers, différents de ceux des fabricants européens.

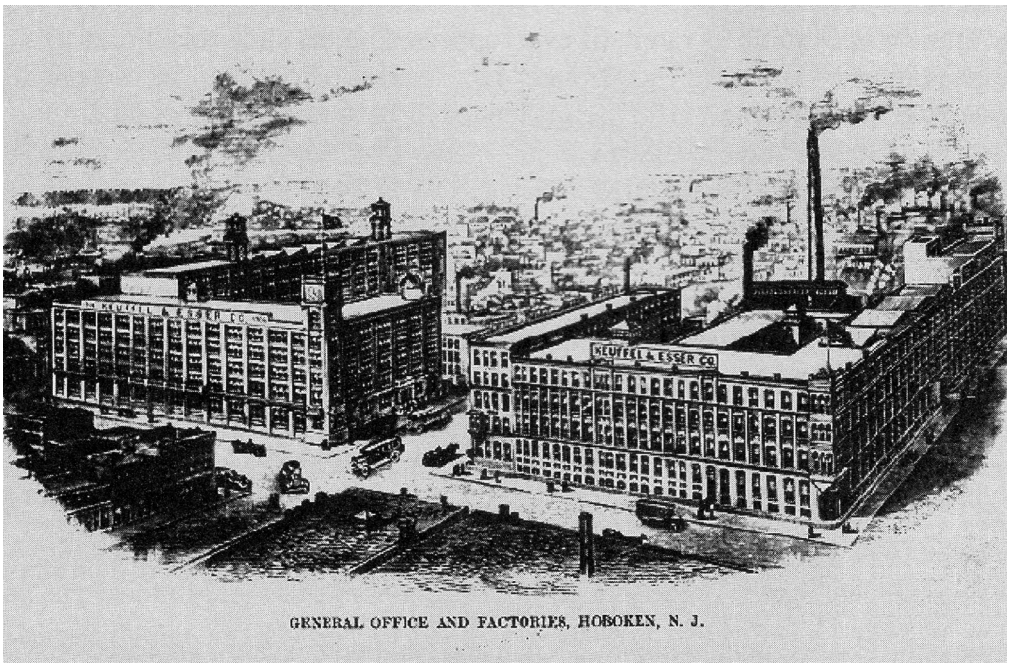


Fig. 70: L'usine Keuffel and Esser à Hoboken

Parmi les autres acteurs aux États-Unis, l'entreprise Dietzgen, originaire de Chicago, s'est implantée très tôt (fondée en 1885), mais d'abord, pour ce qui est des règles à calcul, comme importateur et revendeur. Plus tard, Dietzgen a fabriqué elle-même des règles, tout en continuant à en importer, essentiellement d'Allemagne.

Une autre entreprise, plus récente (1943), est la société Pickett & Eckel : elle essaya de produire des règles en magnésium, qui furent un échec, car le magnésium (métal plus léger que l'aluminium), ne résiste pas à la corrosion. Ensuite elle fabriqua avec succès beaucoup de règles de qualité en aluminium, dont certaines eurent un destin interplanétaire.

Au Japon

Jiro Hemmi (1878 – 1953), quelques années après que la règle à calcul avait été rapportée au Japon d'Europe ou des U.S.A.., créa une entreprise de fabrication de règles

à calcul. Le climat du Japon n'est pas compatible avec les essences de bois utilisées en Europe, et c'est une variété de bambou qui s'avéra le plus efficace. Le bambou présente en effet des caractéristiques très intéressantes, résistant bien aux conditions souvent extrêmes d'humidité et de température, facile à travailler, et produisant naturellement une sorte de lubrifiant rendant le coulissement très agréable. Les règles Hemmi sont donc produites depuis 1912[1] en bambou, recouvertes d'une lamelle de celluloïd, sur laquelle sont gravées les échelles. Ce type de construction à base de bambou continuera jusqu'à la fin de la production, en parallèle, à partir des années 1950-60, avec des instruments entièrement en matière plastique ou en résine. La qualité des règles japonaises était unanimement reconnue, y compris aux États-Unis, où elles furent constamment diffusées, souvent sous la marque « Post », bien plus que les règles européennes. La société Hemmi a été l'une des plus grandes productrices de règles dans le monde, essentiellement des règles « standard », exportant vers tous les pays.



Fig. 71: Règle à calcul en bambou



Fig. 72: Boîte d'une règle japonaise en bambou

En Grande-Bretagne

Les fabricants anglais étaient restés quelque peu en retard au cours du XIX[e] siècle.

[1] VON JEZIERSKI, *op. cit.* p.79-82.

Il s'agissait alors d'un grand nombre de fabricants presque artisanaux. Au cours du XX^{e} siècle, nous pouvons relever trois noms : Blundell, A.G. Thornton, et Unique. Les règles anglaises n'ont été que peu exportées, et sont peu connues à l'étranger. La qualité des règles produites par ces entreprises n'a pas atteint le niveau des précédentes.

En France

La maison Tavernier-Gravet, à l'origine de la modernisation de la règle à calcul, en était elle aussi restée à un mode artisanal de production. Reprise par Leroy au début du XX^{e} siècle, elle n'a pas suivi le mouvement général de modernisation de la fabrication. Même si on trouve encore, dans les années 1920, quelques modèles d'assez bonne qualité, celle-ci déclina rapidement. Il est symptomatique de trouver encore, dans ces années, des modèles entièrement en bois, alors que ceux recouverts de celluloïd avaient définitivement pris le dessus partout ailleurs. De même, la persistance des règles Soho se retrouve dans des manuels d'instruction de cette époque : cela traduit un retard d'une vingtaine d'années, tant chez le fabricant que chez certains utilisateurs. Quelques fabricants, comme Barbotheu, essayèrent de prendre le relais, mais sans grand succès. On trouve des règles Tavernier-Gravet jusque dans les années 1960, mais la qualité de fabrication n'est plus au niveau : il ne suffit pas d'un joli curseur pour faire une bonne règle. La précision et la finesse de la gravure sont des éléments prépondérants qui manquent à ces productions. Le renouveau se situe juste après la seconde guerre mondiale, avec la société Graphoplex qui sut mettre au point un ensemble de règles à calcul n'ayant rien à envier à ses grands concurrents.

Dans les autres pays

Il n'est pas possible d'énumérer tous les fabricants d'autres pays, dont la production, parfois d'une qualité équivalente aux meilleurs, n'a pas eu d'influence notable sur l'évolution générale de l'instrument. L'URSS et les « Pays de l'Est » pendant la période de la Guerre Froide ont, bien entendu, fabriqué des règles à calcul. Les relations internationales de l'époque ne permettaient guère une diffusion de ces productions en dehors du bloc soviétique. Il en est de même pour la Chine, plus tardivement. Il faut signaler le constructeur suisse Loga, qui a produit d'excellentes règles cylindriques, essentiellement destinées aux calculs commerciaux.

B) Les modifications au XX^{e} siècle

Les principaux changements de la règle à calcul au XX^{e} siècle seront envisagés sous deux angles : les matériaux, et donc les méthodes de fabrication, d'une part, et ceux liés aux améliorations des échelles existantes et à l'utilisation de nouvelles dispositions permettant une meilleure précision ou de plus importantes possibilités de calculs. Nous n'entrerons pas dans les raffinements de détails concernant ces variations, nous limitant aux plus notables d'entre elles.

Les règles à calcul américaines vont évoluer d'une manière assez différente des européennes et japonaises. Les Américains commenceront très rapidement, dès le début du siècle, à produire des règles double-face qu'ils nomment *duplex,* alors que cette technique, qui permet bien sûr d'augmenter le nombre d'échelles pour les règles les plus sophistiquées, n'apparaîtra en Europe qu'après la seconde Guerre mondiale.

Quelles sont les caractéristiques « ordinaires » d'une règle à calcul des années 1900 -1910 ? Le matériau principal en est le bois, de plus en plus souvent recouvert de celluloïd. La longueur habituelle des échelles est de 25 cm, ou de 10 pouces (*inches*) soit environ 27 cm chez les anglo-saxons. Il s'agit là de la longueur de base, il y a également des règles de 13, 20, 36 et 50 cm. Le curseur est devenu une mince plaque de verre encadrée d'une armature métallique, et muni d'une fine ligne gravée, perpendiculaire à la règle et servant à repérer une valeur précise ou assurer la coïncidence entre les diverses échelles. Le modèle Mannheim s'est généralisé. On trouve également quelques repères numériques indiqués sur les échelles : π, et des valeurs souvent notées c', c"[1], facilitant la conversion des angles en minutes et secondes. Sur beaucoup de règles les différentes échelles sont repérées par les lettres A, B, C, D. Cette notation deviendra quasiment universelle, à l'exception des règles françaises, qui ne commenceront à l'utiliser que chez Graphoplex, et seulement vers les années 1960. Le verso de la règle est souvent muni d'une feuille de papier collée donnant un certain nombre de constantes mathématiques, physiques, parfois financières (taux de change des monnaies), pouvant être utiles dans les calculs. Dès le début de leur production, les constructeurs allemands s'adaptent aux marchés étrangers en munissant leurs règles de données en diverses langues, et en publiant des manuels d'instructions adaptés à chaque pays, preuve de leur volonté d'exporter leurs instruments. Les constructeurs commencent également à perfectionner le corps de la règle, par l'insertion de ressorts ou

[1] Les notations varient suivant les marques.

de pièces métalliques permettant de régler le coulissement de la réglette. Il ne s'agit ici que des caractéristiques les plus notables, chaque fabricant ayant des spécificités particulières, ne serait-ce que dans la gravure des échelles (la forme du caractère π, par exemple), la forme des curseurs, la découpe du bois, qui permettent à un œil exercé de reconnaître leur provenance.

Les nouveaux matériaux

Nous avons déjà signalé l'introduction du celluloïd à la fin du XIX^{e} siècle. Ce type de matière plastique ne permettait alors que l'utilisation de lamelles fines, qui devaient être fixées (collées, ou vissées, ou les deux) sur un support de bois. Cette utilisation se répandit rapidement. En effet, outre sa meilleure lisibilité, (échelles noires sur le fond presque blanc du celluloïd), elle permettait d'utiliser du bois de n'importe quelle teinte, alors qu'auparavant un bois clair était indispensable. Les fabricants utilisèrent alors souvent l'acajou ou le poirier, dont les qualités mécaniques sont meilleures. De plus, la présence de la lame de celluloïd sur la surface permettait aussi d'améliorer la rigidité de l'ensemble. En outre, de nombreuses techniques furent utilisées pour améliorer la bonne tenue de la règle : présence de lames métalliques faisant ressort insérées dans le corps de la règle, utilisation de vis transversales pour régler la coulissement de la réglette etc. Ces améliorations ne figuraient pas dans tous les modèles, mais offraient une qualité et un confort d'utilisation bien améliorés.

La grande révolution fut la généralisation des matières plastiques : jusqu'aux années 1930, le celluloïd intervenait seulement en lamelles fixées sur une âme en bois, et les propriétés physiques et mécaniques des plastiques existants ne permettaient pas de fabriquer des règles entièrement dans ces matériaux. C'est en 1932 que fut inventé le plexiglas (polyméthacrylate de méthyle) qui va rapidement remplacer le verre pour les curseurs, puis pendant et après la seconde guerre mondiale le développement des matières plastiques de tous types donnera divers produits qui seront alors utilisés pour fabriquer les règles elles-mêmes. Les règles deviennent plus légères, plus résistantes aux chocs. Les qualités mécaniques de ces matériaux iront sans cesse en s'améliorant, permettant peu à peu de se passer des insertions métalliques pour régler le coulissement de la réglette. À la fin de la production, vers les années 60-70, certains fabricants, comme Dietzgen[1] aux U.S.A.. avec ses règles « microglide », utiliseront même le téflon

[1] Voir par exemple http://www.sphere.bc.ca/test/dietzgen.html (consulté le 3 janvier 2014).

pour améliorer le coulissement de la réglette. Parallèlement, les méthodes de gravure ou d'impression des échelles vont évoluer : utilisation de couleurs pour différencier les types d'échelles, échelles photogravées etc. Les graduations deviennent aussi de plus en plus fines, augmentant la précision des calculs. Par exemple, les règles Graphoplex du début de la production, dans les années 1950, étaient gravées entièrement en noir, puis le rouge a été utilisé pour certaines échelles, comme celle des inverses, et parfois jusqu'à quatre couleurs (noir, rouge, vert, bleu) pour certaines règles spécifiques, comme la règle EDF de baisse de tension dans les câbles électriques.

L'aluminium sera aussi employé avec succès par quelques fabricants, en particulier par Damien en France et Pickett aux U.S.A.. Notons que la société japonaise Hemmi continuera à utiliser le bambou parallèlement au plastique. L'utilisation des matières plastiques, beaucoup plus faciles à mettre en œuvre que le bois, permettra, à partir de la fin de la seconde Guerre mondiale, une fabrication en très grande quantité : les grandes entreprises, Faber-Castell, Hemmi, Keuffel and Esser, produiront alors des centaines de milliers de règles par an.

L'évolution des échelles

Dans ce paragraphe, il sera essentiellement question des principales améliorations concernant les règles à calcul d'usage général, sans rentrer dans le détail en ce qui concerne la multitude de règles d'usage spécifiques (électricité, électronique, bâtiment, usages militaires etc.) qui, elles aussi, ont été l'objet de perfectionnements souvent très intéressants, mais limités à leur domaine d'utilisation.

Une règle de type Mannheim porte deux groupes de deux échelles identiques : dans la partie basse de la règle et de la réglette, les échelles des nombres, et dans la partie haute, les échelles des carrés[1], un curseur permettant d'assurer la correspondance entre le haut et le bas de la règle. La règle que nous présentons ci-dessous est une règle simple destinée à l'initiation des élèves, certainement bon marché, car elle n'a que quatre échelles : en particulier il n'y a aucune échelle sous la réglette.

[1] Une échelle de carrés est constituée de deux échelles de nombres de longueur moitié mises bout à bout, une échelle des cubes de trois échelles du tiers de la longueur totale, et une échelle des inverses est une échelle de nombres graduée dans l'autre sens.

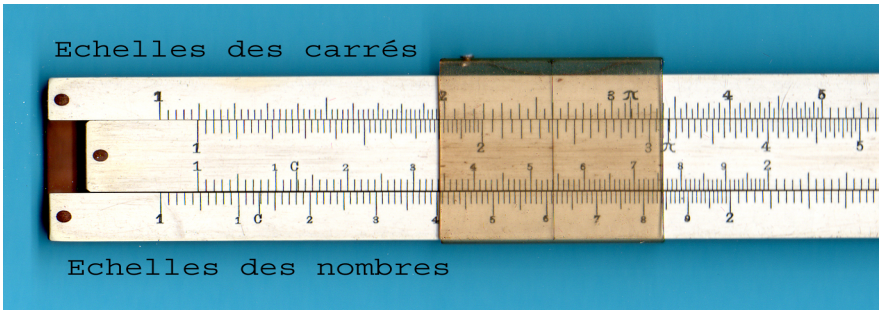


Fig. 73: Règle Mannheim Faber-Castell 339 (vers 1920)

Le système Rietz

Une première amélioration, datant du tout début du XX^e^ siècle, est due à l'ingénieur allemand Max Rietz (1872 – 1956), qui eut l'idée en 1902 d'ajouter à ce système de base une échelle des cubes, souvent placée tout en haut de la règle, et de placer l'échelle des logarithmes (souvent située à l'envers de la réglette), tout en bas. Puis vers les années 1925, ce système fut complété par une échelle des inverses située au milieu de la réglette[1]. Ce type de règle[2] est généralement appelé «système Rietz », et restera à peu de choses près le système de base employé jusqu'à la disparition des règles à calcul. La règle ci-dessous dispose du système complet, avec les échelles trigonométriques à l'envers de la réglette.

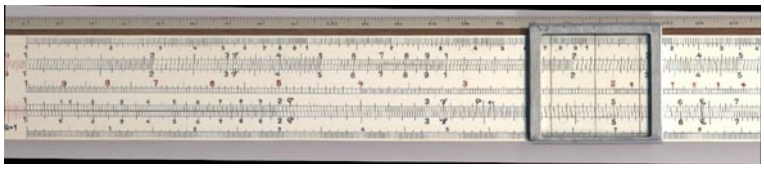


Fig. 74: Règle Rietz Nestler 23 (env. 1925)

Le système Darmstadt ou log-log

L'utilisation des échelles « log-log », c'est-à-dire tracées à partir des logarithmes de logarithmes, d'où leur nom, se répandra un peu plus tard, bien que ces échelles soient connues depuis longtemps. En effet, c'est le médecin anglais Peter Roget (1779 – 1869) qui en eut l'idée en 1814 : elles servent aux calculs liés aux exponentielles. Ce n'est que vers les années 1935 que ces échelles furent reprises en Europe, d'abord en Allemagne par Faber-Castell. En général, il faut, compte tenu de la longueur de la règle, trois ou

---

1 Voir VON JEZIERSKI, *op. cit.* p. 34.

2 On trouve également en général sur l'envers de la réglette de ces règles une échelle trigonométrique supplémentaire concernant les sinus et tangentes des très petits angles (inférieurs à 5°40'), qui peuvent être considérés comme égaux. Cette échelle complète les échelles trigonométriques classiques.

quatre de ces échelles pour couvrir l'étendue des possibilités, suivant les valeurs prises par la fonction exponentielle. (voir annexe) Ce type de règle est appelé « système Darmstadt », du nom de la ville allemande où enseignait Aldrin Walther (1898 – 1967), qui réintroduisit ces échelles. Il s'agit donc d'une règle plus technique et scientifique que le système Rietz. Les progrès technologiques (radio, électricité, électronique, etc.) dont les formules utilisent fréquemment les fonctions exponentielles ont nécessité l'introduction de ces diverses échelles. Ce type de règle, qui comprend aussi les échelles de base, est bien sûr plus cher que le modèle Rietz. C'est le type de règle fréquemment utilisé dans les écoles d'ingénieurs des années 1950-70.

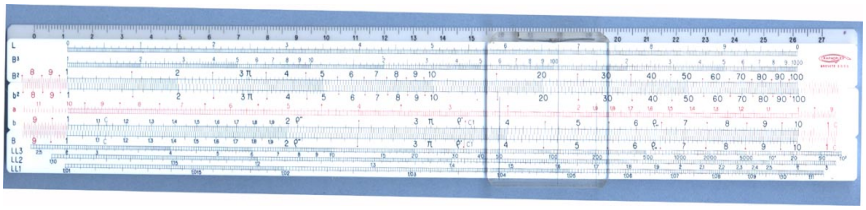


Fig. 75: Règle Graphoplex 640 Electric log-log (env. 1960)

Les règles double face ou duplex

Aux États-Unis, l'évolution a été sensiblement différente, car les règles à double face, souvent appelées « duplex » outre-Atlantique, ont été introduites beaucoup plus rapidement. Dès 1891, William Cox dépose un brevet[1] aux U.S.A.. pour ce type de règles, qui n'apparaîtront en Europe qu'après la seconde Guerre mondiale. Les grands fabricants américains les produiront, dès le début du XX^{e} siècle. Bien sûr ils y feront aussi figurer des échelles log-log pour leurs modèles les plus élaborés. Il y a eu relativement peu d'échanges entre l'Europe et les U.S.A..[2], chaque continent développant, à partir d'une même base (la règle de Mannheim), des instruments assez différents pour le même usage.

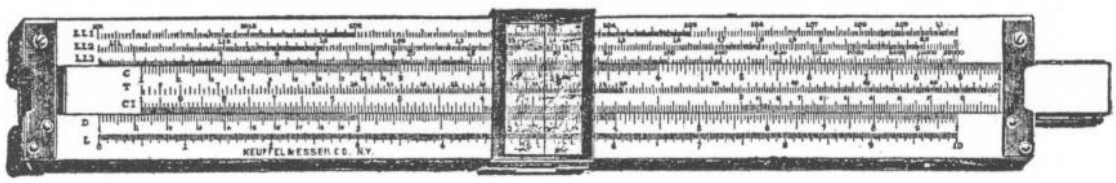


Fig. 76: Une des premières règles double face

---

1 Brevet n° 460930 du 6 octobre 1891. (voir annexe...)

2 Nous pouvons remarquer que ce phénomène est assez fréquent dans l'histoire des techniques : par exemple les voitures européennes et américaines se sont développées de manière assez différentes ; il suffit de penser aux « belles américaines » des années 60.

C'est vraiment après la seconde Guerre mondiale que, avec l'avènement de la société de consommation, l'explosion des techniques nouvelles, la règle à calcul, comme les autres produits de grande diffusion, a vu sa production atteindre des sommets. Par exemple, la société japonaise Hemmi s'enorgueillit d'avoir produit un million de règles à calcul en 1963[1]. Ce nombre considérable laisse à penser que la production annuelle des autres grands fabricants était de plusieurs centaines de milliers chacun[2]. On trouve alors, dans chaque catalogue, à peu près les mêmes séries de règles : des règles simples destinées à l'initiation et à l'apprentissage, des règles plus complexes, munies d'échelles log-log, mais d'usage général, pour les professionnels (techniciens, ingénieurs), et des règles spécialisées en direction de certains métiers, en particulier l'électronique, le bâtiment, le commerce etc. En dehors de ces règles à grande diffusion, il arrive fréquemment que de grandes entreprises passent commande de règles très particulières, avec des échelles très spécialisées : par exemple EDF et GDF ont fait fabriquer par la société Graphoplex des règles pour le calcul des pertes de charges dans les canalisations de gaz, ou de baisse de tension dans les câbles électriques. L'armée, elle aussi, utilise des instruments très spécifiques (qui parfois s'apparentent plus à des abaques qu'à de vraies règles à calcul), les compagnies aériennes également, que ce soit pour les calculs de route ou la répartition des charges à l'intérieur d'un avion de transport, les compagnies pétrolières pour des calculs liés à la viscosité et au pompage. Les exemples de ces règles spécifiques sont innombrables. Certains fabricants de montres placeront des cercles à calcul autour du cadran, en particulier Breitling avec ses chronographes destinés particulièrement aux pilotes d'avion.

Les plus élaborées d'un point de vue mathématique sont des modèles à double face comprenant jusqu'à trente échelles. L'utilisateur y trouve, en plus des échelles ordinaires, les logarithmes népériens, les fonctions hyperboliques, et des dispositions d'échelles décalées facilitant la manipulation. Chacun des fabricants les plus importants avait dans sa gamme une ou plusieurs règles de ce type. La règle ci-dessous, dont nous montrons les deux faces, contient 24 échelles dont les fonctions hyperboliques.

---

1 VON JEZIERSKI, *op. cit.*p. 82.

2 Nous n'avons pas de données plus précises. Von Jezierski affirme que Faber-Castell n'a jamais eu de données globales sur la production de ses règles à calcul.

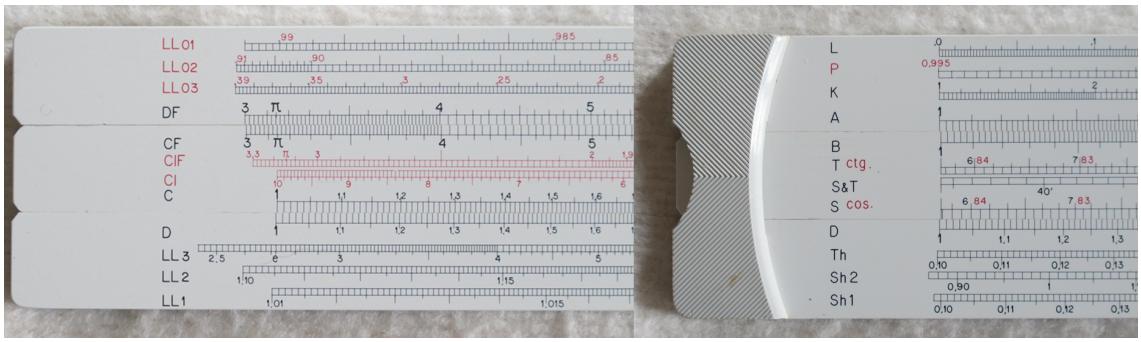


Fig. 77: Une règle à calcul perfectionnée (Graphoplex 691a). L'image montre les deux faces..

La plupart des règles fabriquées sont linéaires, cependant les règles circulaires ont toujours des adeptes et pratiquement tous les constructeurs importants continuent à en produire. On trouve également de très nombreuses tentatives, souvent restées confidentielles, d'améliorations de la précision. Nous pouvons citer, en France, les règles « Log z » d'Apoullot, avec de curieuses échelles en spirales, la règle circulaire « Supremathic » de Stephens, qui, grâce à un système de couplage des disques, permet de lire le résultat dans une fenêtre fixe, ce qui est un avantage indéniable.

La règle à calcul ne fait ni addition, ni soustraction. C'est pourquoi Faber-Castell a réalisé quelques modèles de règles avec, au verso, un additionneur. Ces petites machines purement mécaniques permettent de faire des additions et soustractions à l'aide d'un petit stylet, simplement en faisant coulisser les chiffres des nombres à additionner. La retenue est automatique. Dans les années 1970, au début de l'ère des calculatrices, cette même entreprise a remplacé cet additionneur par une calculatrice électronique à quatre opérations, mais cela n'a pas suffi à maintenir la règle à calcul en activité.

L'instrument de l'ingénieur

La règle à calcul est devenue à partir des années 1920, et encore beaucoup plus après la seconde Guerre mondiale, l'image de marque de l'ingénieur : des témoignages nous indiquent que beaucoup d 'entre eux portaient dans la poche de leur chemise ou de leur blouse une règle de poche comme signe de leur fonction. Cette habitude ne peut-elle pas se comparer au port apparent du stéthoscope par les médecins hospitaliers ? De même, particulièrement aux États-Unis, les étudiants en *engineering* arboraient ostensiblement leur règle à calcul, qui était souvent fournie avec un étui de cuir pouvant se suspendre à la ceinture.

Dans les grands pays industrialisés, les règles très sophistiquées produites par

tous les grands fabricants dans les années 1960 (par exemple la règle Faber-Casell n° 2/83 qui comporte trente échelles, considérée par beaucoup de collectionneurs comme « la Rolls des règles à calcul ») montrent que les besoins en instruments perfectionnés ne cessent de croître. C'est la période où l'électronique émerge et où le transistor commence à faire ses preuves.

En ce qui concerne les États-Unis, la publicité ci-dessous est particulièrement parlante : la société IBM présente un de ses ordinateurs (à la fin des années 1960, ou au tout début des années 1970, d'après l'allure de celui-ci) comme étant équivalent à 150 ingénieurs. Voici la traduction du début du texte de cette affiche :

> *Un calculateur électronique*[1] *IBM réalise des milliers de calculs si rapidement que, pour beaucoup de problèmes complexes, c'est comme si l'on avait 150 ingénieurs de plus. Il n'est plus nécessaire que des ingénieurs compétents ... qui font défaut maintenant d'une manière critique ... gaspillent leur temps précieux à des calculs répétitifs et routiniers.*

L'image montre bien une caractéristique de l'ingénieur de l'époque : c'est celui qui utilise une règle à calcul. Celle-ci est présentée comme l'unité de puissance de calcul, qui commence déjà à être rattrapée et dépassée par les énormes calculateurs électroniques que produit IBM à ce moment. L'analyse de cette publicité fait donc apparaître clairement la représentation de la règle à calcul comme instrument de l'ingénieur.[2] À la fin des années 1960, l'informatique commençait seulement à émerger, les ordinateurs étaient encore très encombrants, gourmands en énergie, assez peu fiables et leur mémoire était très limitée. Ils étaient donc exclusivement consacrés à un usage de bureau. Néanmoins pour le programme lunaire Apollo, la NASA avait développé une informatique embarquée à bord des capsules spatiales. La confiance en cet instrumentation était assez limitée, car le matériel des astronautes d'Apollo IX, qui ont été les premiers à débarquer sur la Lune en juillet 1969, comportait une règle à calcul, de marque Pickett[3], au cas où les ordinateurs subiraient des défaillances. Il ne semble

---

1 Le mot *computer* n'est pas encore utilisé. L'instrument représenté sur la publicité ressemble à un IBM des séries 600, datant des années 1955-1960.

2 Nous ne pouvons nous empêcher de remarquer a posteriori cette publicité comme une annonce prémonitoire de la disparition de la règle à calcul, environ dix ans plus tard, balayée par les progrès de l'électronique et de la miniaturisation.

3 Il s'agit d'une Pickett N600, en aluminium (la charge utile était très limitée, d'où le choix d'une règle en aluminium). Voir aussi : FROUARD, Hélène, « Une règle à calcul pour conquérir la lune », *Ciel et*

pas qu'elle ait été utilisée. Il apparaît donc clairement que, jusqu'au début des années 1970, la règle à calcul n'est pas un instrument périmé, mais au contraire tout à fait digne de confiance, et très commode car solide, léger et ne nécessitant aucune source d'énergie externe. De plus, cet exemple montre que son manque de précision n'est pas un obstacle à son utilisation, y compris en ce qui concerne les technologies les plus avancées de l'époque. Bien entendu, Pickett en tira profit pour sa publicité. Ce dernier exemple montre à quel point la règle à calcul a accompagné les avancées technologiques au XX^{e} siècle, jusque dans les explorations les plus extraordinaires.

Espace, Juin 2013, p. 56-59.



Fig. 78: Publicité IBM (années 1960)

Dans le grand public

La revue *La science et la vie* est une publication de vulgarisation scientifique fondée en 1913. Dans le numéro 34 de septembre 1917, figure un article[1] de Jacques Boyer, intitulé « Les machines à calculer et leur utilisation pratique ». L'auteur y fait le point sur les machines à calculer mécaniques existantes. Il termine son article par quelques considérations sur les règles à calcul, où il met en lumière une utilisation encore insuffisante à ses yeux de l'instrument, et montre que la diffusion en Allemagne et aux États-Unis a été importante dès cette période :

> *Cependant, indépendamment de ces machines fournissant des résultats exacts, il en existe d'autres, suffisantes pour bien des applications pratiques et qui donnent seulement des nombres approchés. Nous distinguerons parmi elles les règles à calcul, si répandues dans les usines américaines, anglaises, allemandes, et malheureusement trop peu connues des ingénieurs et contremaîtres de France.*

Dans la même revue, Jean Marchand, dans un article[2] de novembre 1925, fait le point sur la diffusion de la règle à calcul en France, et note quelques progrès :

> *Un grand nombre de personnes s'imaginaient, il y a peu de temps, et certaines s'imaginent encore, que, pour se servir de la règle à calculs, il faut être déjà un demi-savant. Voir sortir de la poche d'un ingénieur cet instrument si pratique équivalait, aux yeux de beaucoup de gens, à un brevet d'études supérieures combiné avec un certain pédantisme. D'autre part, ceux qui connaissaient la règle la regardaient avec un certain mépris, peut-être parce qu'ils cherchaient à lui faire rendre des résultats pour lesquels elle n'a pas été créée. On doit reconnaître que les choses ont changé. L'élévation des programmes, qui a rendu l'étude de la règle obligatoire pour un plus grand nombre d'étudiants ; l'audace de certains examinateurs qui ne craignent pas de « coller » les candidats insuffisamment familiers avec l'usage de cet appareil ; les progrès réalisés par les constructeurs (...) ont fait qu'aujourd'hui on ne conçoit plus le bureau d'un ingénieur, d'un électricien (...), d'un étudiant, sans la présence*

---

1 BOYER, Jacques, « Les machines à calculer et leur utilisation pratique », *La science et la vie*, n° 34, septembre 1917, p. 345-355.

2 MARCHAND, Jean, « La règle à calculs peut et doit être utilisée par tous », *La science et la vie*, n° 101, novembre 1925, p. 393-404.

de la règle à calculs.[1]

C'est l'introduction de l'article, et ce passage montre bien l'état d'esprit du grand public, ainsi que des utilisateurs de l'instrument à cette époque. De plus, l'auteur note une meilleure perception de la règle à calcul, qui pénètre dans les milieux académiques. Dans la suite, il expose rapidement le principe de la règle, sa fabrication, et en fait un bref historique. Puis il présente un certain nombre de modèles de règles, en donnant des exemples d'applications pour de nombreuses professions. En particulier, en ce qui concerne les ingénieurs : « Nous n'insisterons pas sur l'utilité de la règle à calculs pour les ingénieurs. Tous savent qu'elle est indispensable pour calculer les divers projets qu'ils ont à établir, et, d'ailleurs, tous l'utilisent. »[2]. La comparaison de ces deux articles montre que la règle à calcul est devenue d'une utilisation courante dans le milieu des ingénieurs en France après la première Guerre mondiale. Marchand, comme l'indique le titre de son article, souhaite que son usage se répande dans d'autres professions.

Des indices de la connaissance de la règle à calcul dans le grand public se trouvent également au cinéma. Dans le célèbre film de Stanley Kubrick « Docteur Folamour » (*Dr. Stranglove*) en 1964, une comédie grinçante sur la menace nucléaire, le Docteur Folamour utilise un cercle à calcul pour déterminer le nombre de victimes (ou de survivants?) après les attaques nucléaires[3]. Et encore tout récemment, le dernier film d'animation sorti en France début 2014, du Japonais Hayao Miyazaki, « Le vent se lève », dont le héros est un ingénieur aéronautique des années 1930, fait la part belle aux règles à calcul dans les bureaux d'études du constructeur.

Dans un autre type de diffusion vers le grand public, voici trois images de bandes dessinées des années 1960 montrant des utilisateurs de règles à calcul. La première présente l'image du savant fou et mégalomane, que l'on peut rapprocher du précédent, préparant un projet de domination mondiale. La deuxième montre un imprimeur ; on aperçoit sortant de sa poche une règle à calcul, et en effet de nombreux fabricants ont construit des règles à calcul destinés au typographes, permettant de calculer le nombre de caractères en fonction de la taille du papier et du corps. Dans la troisième, il s'agit d'un bricoleur passablement lunatique. Ces planches font apparaître la règle à calcul,

---

1 *op. cit.* p. 383.
2 *op. cit.* p. 403.
3 Ce type de règle, en général circulaire et souvent proche d'un abaque, a été fabriqué dans plusieurs pays.

plutôt comme un symbole de ces personnages. Les dessins des instruments sont stylisés, les auteurs ne recherchent pas une quelconque précision, mais montrent les éléments essentiels : la réglette et le curseur apparaissent clairement. Ces héros de bandes dessinées (Spirou[1], Achille Talon[2] et Gaston Lagaffe[3]) étaient très populaires à l'époque : la représentation d'une règle à calcul dans ce genre de littérature montre que l'instrument fait alors partie des archétypes de certains personnages, et l'instrument était identifiable facilement par la plupart des lecteurs.

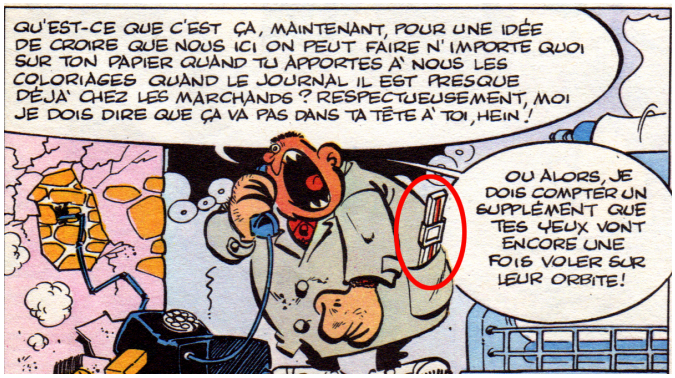


Fig. 80: Dans "Achille Talon"

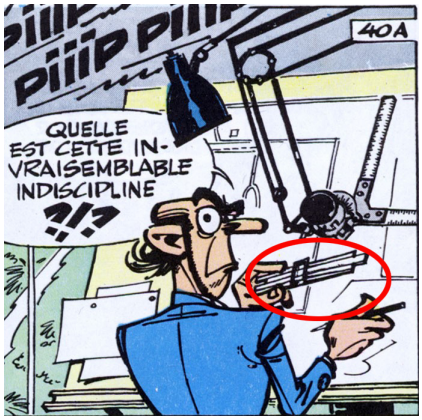


Fig. 79: Dans "Spirou"

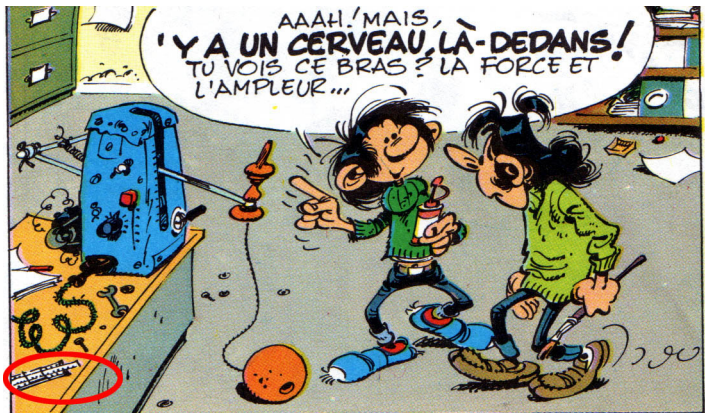


Fig. 81: Dans "Gaston Lagaffe"

1 FRANQUIN, André, *L'ombre du Z,* Dupuis, Marcinelle, 1962.
2 GREG, *Brave et honnête Achille Talon,* Dargaud, Paris, 1975.
3 FRANQUIN, André, *Le gang des gaffeurs,*Dupuis, Marcinelle, 1975.

Dans l'exemple suivant[1], assez inattendu, d'un tout autre genre de publication, la règle à calcul est clairement utilisée comme symbole du travail scientifique. Il s'agit, d'après la légende, de dresser « des plans pour un magnifique week-end ». Le compas, le crayon, la règle et le fond bleu du dessin illustrent le travail d'un bureau d'études ou d'un cabinet d'architecture.

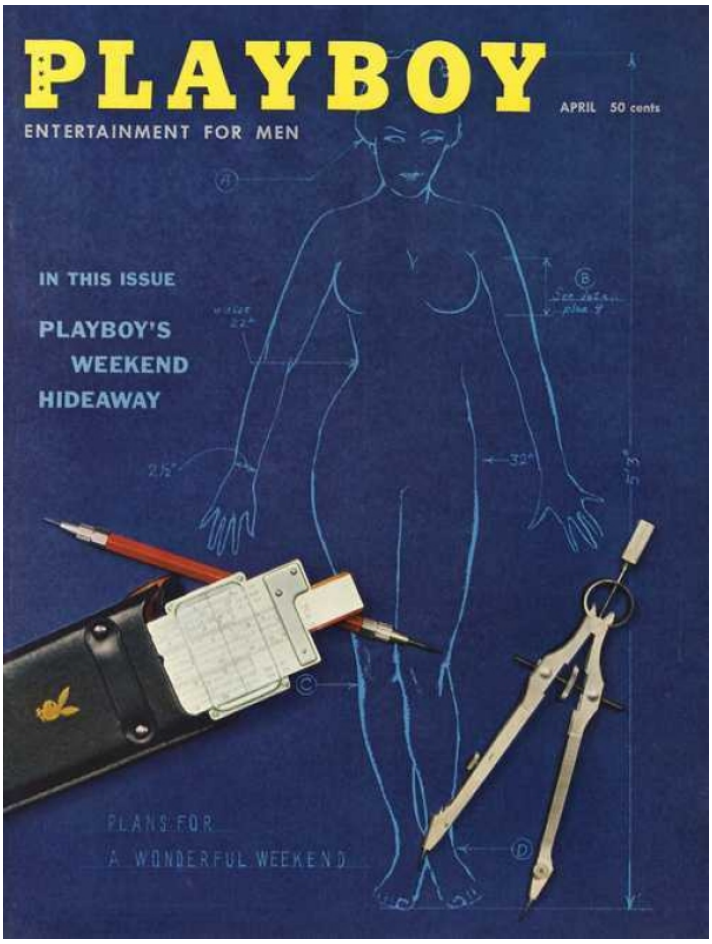


Fig. 82: Couverture de Playboy avril 1959

Signalons aussi, également aux États-Unis, la publication en 1965 d'un manuel d'instructions par Isaac Asimov, grand romancier très populaire alors, dont l'œuvre est considérable, souvent tournée vers la science-fiction. Ce manuel porte le titre *An easy introduction to the slide rule*[2]. Il s'agit d'un vrai manuel, très pédagogique (Asimov avait été professeur de biochimie), dont l'introduction du premier chapitre est très intéressante. En 1965, les calculatrices individuelles ne sont pas encore apparues, mais les ordinateurs existent déjà. Asimov présente ainsi le problème :

---

1 *Playboy*, avril 1959. Voir http://www.thepaperframer.com/Playboy59.php

2 ASIMOV, Isaac, *An easy introduction to the slide rule*, Houghton Mifflin, New York, 1965.

Nous avons tous entendu parler, ces temps-ci, des calculateurs électroniques. Ces merveilleux instruments (...) sont capables de réaliser en quelques secondes un travail qui aurait pris des années si nous n'avions que la plume et le papier. (...) Les calculateurs électroniques sont énormes, chers, compliqués et ne peuvent être manipulés que par des personnes spécialement formées. De plus, les calculateurs électroniques ne sont pas adaptés aux problèmes de tous les jours. Cela ressemblerait à essayer de tirer sur une mouche avec l'artillerie de marine. (...) Il existe un calculateur simple, tout à fait adapté aux calculs de tous les jours, qui a été inventé il y a environ 350 ans. Il n'est pas électronique ; il n'a pas besoin de courant électrique. En fait, ce n'est rien de plus qu'un morceau de bois avec quelques graduations dessus. Il ressemble à une règle sauf qu'il a une pièce au milieu qui peut glisser d'avant en arrière, c'est pourquoi on l'appelle slide rule.[1]

Ces quelques exemples indiquent bien que, dans ces années 1950-1970, la règle à calcul est considérée comme un des symboles de métiers comme celui de l'ingénieur, de l'architecte ou plus généralement du scientifique et que sa représentation ne demande pas d'explications supplémentaires pour être comprise du grand public. La couverture d'un des derniers catalogues (1975) de la société Graphoplex, sur laquelle le Concorde, modèle de la modernité et du progrès de cette époque, voisine avec la règle, montre qu'elle semble encore avoir de beaux jours devant elle.

[1] « We have all heard, these days, of electronic computers. These marvelous instruments, (…) are capable of performing in a few seconds work that might take years if all we could use were pen and paper. (..) Electronic computers are bulky, expensive, complicated, and can be handled only by people with special training. Besides, electronic computers aren't at their best when used foe everyday problems. That would be like trying to shoot a fly with naval artillery. There happens to be a simple computer, just suitable for everyday computations, that was invented about 350 years ago. It isn't electronic ; there are no electric currents involved. In fact, it is no more than a piece of wood with some marks on it. It looks like a ruler except that it has a middle piece that can slide back and forth, so that it is called a *slide rule*. » p.7.

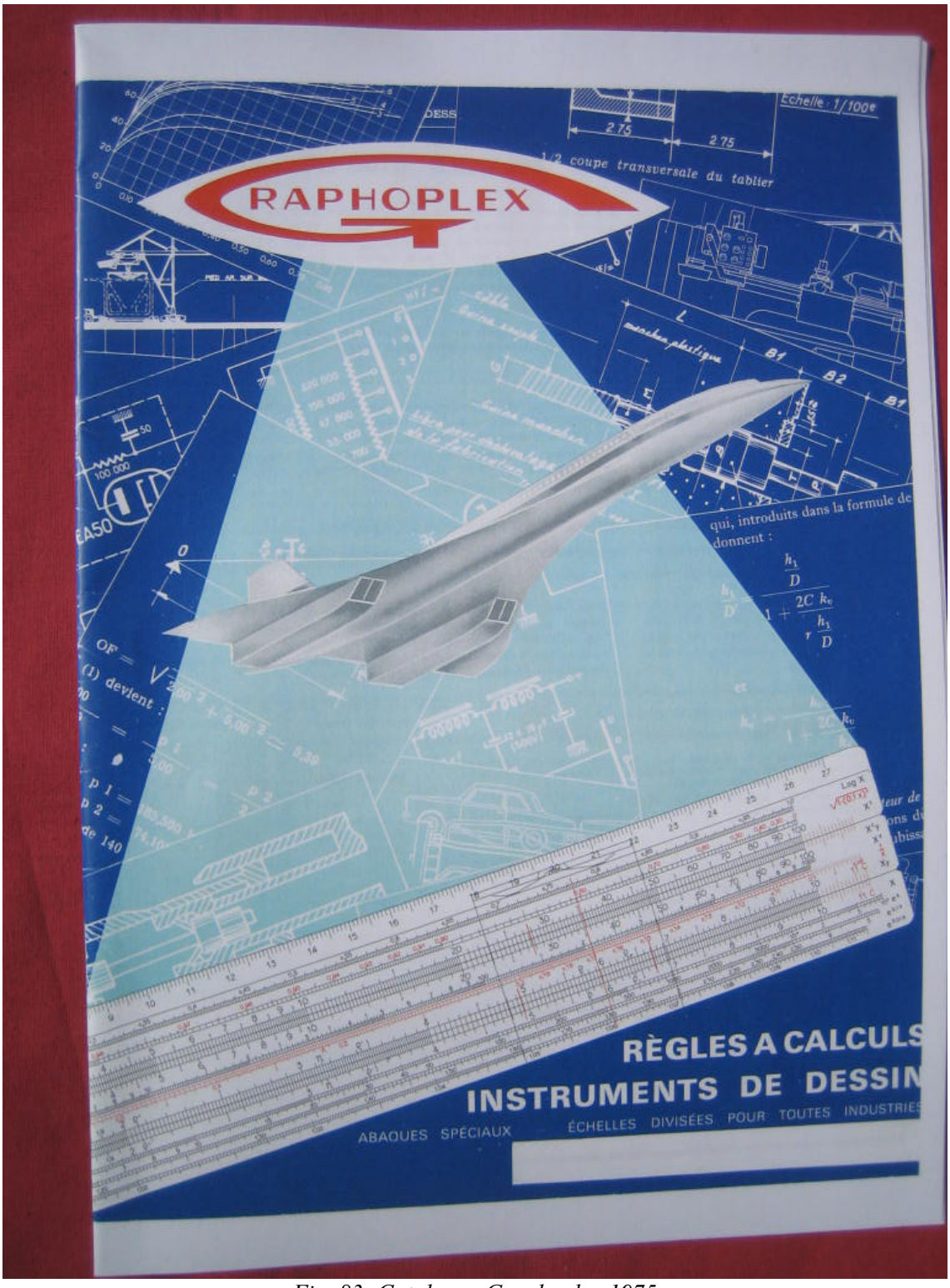


Fig. 83: Catalogue Graphoplex 1975

II) LA RÈGLE À CALCUL DANS L'ENSEIGNEMENT EN FRANCE (1950-1970)

A) Les instruments

La plupart les grands fabricants de règles à calcul ont construit des règles spécifiques pour les besoins de l'enseignement. Dès la fin du XIX^{e} siècle, les grandes règles destinées à être accrochées au mur de la classe existent déjà, permettant au professeur de présenter à l'ensemble des élèves telle ou telle manipulation. Ce type de règle a été fabriqué partout : elles mesurent en général entre 1,5 et 2m de longueur. Il en existe différents modèles, soit très simples (type Mannheim) ou plus complexes avec des échelles log-log. Ces règles pédagogiques sont très recherchées par les collectionneurs, car beaucoup ont disparu : trop encombrantes et inutilisées, elles ont souvent fini à la décharge[1]. Dans les années 1960-70, quand se généralisait l'usage des rétroprojecteurs, des règles à calcul transparentes ont été mises au point. Elles permettaient la projection sur écran des manipulations réalisées par le professeur.

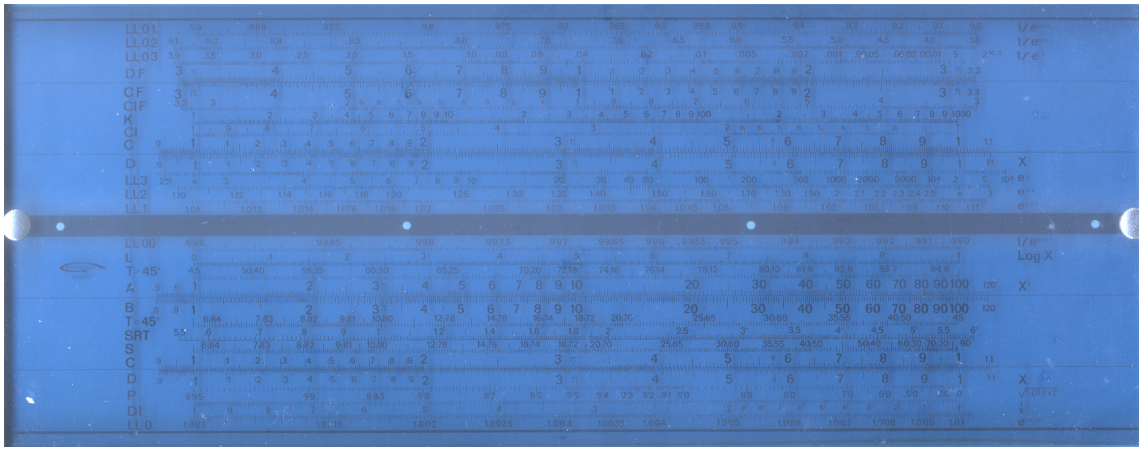


Fig. 84: Règle Graphoplex pour rétroprojecteur (1970 env.)

Bien sûr, outre ces instruments d'usage collectif, chaque fabricant a développé une gamme de règles à destination des élèves eux-mêmes. Nous pouvons citer la « règle des écoles » de Tavernier-Gravet, les règles « Scholar » chez Aristo, les règles « Schül » chez Faber-Castell. Destinées à l'initiation, elles comprenaient généralement un nombre

[1] J'en ai été témoin dans un lycée de Nantes, au moment où je commençais à m'y intéresser, dans les années 2000, j'ai appris que deux d'entre elles venaient d'être jetées ; il en restait une, incomplète, que j'ai pu sauver.

limité d'échelles, ce qui permettait également de réduire leur prix. Certains fabricants fournissaient des modes d'emploi détaillés et manifestement conçus pour l'apprentissage. La société Graphoplex, en France, a également produit ce genre d'instruments.

B) Dans les programmes et manuels français

L'utilisation de la règle à calcul est apparue dans les programmes de l'enseignement secondaire français à partir de 1856, et nous avons examiné leurs variations jusqu'à la fin du XIX[e] siècle. En France, les programmes de l'enseignement secondaire en sciences sont restés inchangés[1] de 1902 à 1950, sauf modifications de détail. Où en sommes-nous à ce sujet après la seconde guerre mondiale ?

Dans un manuel de 2e CT[2] de 1969, nous trouvons un chapitre entier, d'une douzaine de pages,consacré à la règle à calcul : description de l'instrument, lecture des échelles, opérations de base. De même, un manuel de 2[e] CDT[3] de 1973 indique que le programme contient, sous la rubrique « Échelles fonctionnelles » l'étude des « machines à calculer de bureau, règles à calcul, abaques », mais n'en parle pas dans le cours du texte. Le programme de mathématiques des classes de Terminales C et E[4] (B. O. du 24/6/1971 et du 19/7/1973) contient, au titre des exemples de fonctions d'une variable réelle, le paragraphe suivant : « Calcul numérique : usage de la règle à calcul ; usage de tables ; pratique de l'interpolation linéaire ; tables de logarithmes ; usage de machines à calculer de bureau. » Le manuel contient un paragraphe sur l'utilisation d'une règle à calcul et un autre sur l'utilisation de la table de logarithmes. Ces paragraphes[5] se trouvent, bien sûr, à la fin du chapitre sur les fonctions logarithmes et exponentielles, et les utilisent explicitement. Il n'est pas fait mention, en revanche, des machines à calculer de bureau. Le programme de Terminales C et E de 1983 ne fait plus mention de la règle à calcul, mais précise « on continuera à utiliser largement les calculatrices », preuve que la règle à calcul a disparu à cette époque.

---

1 BELHOSTE Bruno. « L'enseignement secondaire français et les sciences au début du XXe siècle. La réforme de 1902 des plans d'études et des programmes», *Revue d'histoire des science,*. 1990, Tome 43, n°4, p. 371-400.

2 QUEYZANNE et REVUZ, *Mathématiques 2[e] CT,* tome 2, Fernand Nathan, Paris, 1969, p. 94-101.

3 VISSIO, *Mathématiques 2[e] CDT*, Delagrave, Paris, 1973.

4 GOURION et NOVELLI, *Nombres, Analyse, Probabilités, Classes terminales C et E,* Fernand Nathan, Paris, 1979, p. 7.

5 *Ibid*., p. 364-378.



Fig. 85: Instructions Faber-Castell (1965 env.)

C) Dans les programmes et manuels français

L'utilisation de la règle à calcul est apparue dans les programmes de l'enseignement secondaire français à partir de 1856, et nous avons examiné leurs variations jusqu'à la fin du XIX^e^ siècle. En France, les programmes de l'enseignement secondaire en sciences sont restés inchangés[1] de 1902 à 1950, sauf modifications de détail. Où en sommes-nous à ce sujet après la seconde guerre mondiale ?

Dans un manuel de 2e CT[2] de 1969, nous trouvons un chapitre entier, d'une douzaine de pages,consacré à la règle à calcul : description de l'instrument, lecture des échelles, opérations de base. De même, un manuel de 2^e^ CDT[3] de 1973 indique que le programme contient, sous la rubrique « Échelles fonctionnelles » l'étude des « machines à calculer de bureau, règles à calcul, abaques », mais n'en parle pas dans le cours du texte. Le programme de mathématiques des classes de Terminales C et E[4] (B. O. du 24/6/1971 et du 19/7/1973) contient, au titre des exemples de fonctions d'une variable réelle, le paragraphe suivant : « Calcul numérique : usage de la règle à calcul ; usage de tables ; pratique de l'interpolation linéaire ; tables de logarithmes ; usage de machines à calculer de bureau. » Le manuel contient un paragraphe sur l'utilisation d'une règle à calcul et un autre sur l'utilisation de la table de logarithmes. Ces paragraphes[5] se trouvent, bien sûr, à la fin du chapitre sur les fonctions logarithmes et exponentielles, et les utilisent explicitement. Il n'est pas fait mention, en revanche, des machines à calculer de bureau. Le programme de Terminales C et E de 1983 ne fait plus mention de la règle à calcul, mais précise « on continuera à utiliser largement les calculatrices », preuve que la règle à calcul a disparu à cette époque.

D) Dans les classes

Il est bien connu qu'il ne suffit pas qu'une notion ou une méthode figure dans les programmes officiels pour qu'elle soit effectivement enseignée. Qu'en est-il alors de

---

1 BELHOSTE Bruno. « L'enseignement secondaire français et les sciences au début du XXe siècle. La réforme de 1902 des plans d'études et des programmes», *Revue d'histoire des science,*. 1990, Tome 43, n°4, p. 371-400.

2 QUEYZANNE et REVUZ, *Mathématiques 2^e^ CT,* tome 2, Fernand Nathan, Paris, 1969, p. 94-101.

3 VISSIO, *Mathématiques 2^e^ CDT*, Delagrave, Paris, 1973.

4 GOURION et NOVELLI, *Nombres, Analyse, Probabilités, Classes terminales C et E,* Fernand Nathan, Paris, 1979, p. 7.

5 *Ibid*., p. 364-378.

l'utilisation effective de la règle à calcul dans les classes ?

L'essentiel de ce paragraphe provient d'expériences et de témoignages d'amis ou de connaissances ayant vécu cette époque, comme élèves, comme enseignants ou les deux, ainsi que de notre expérience personnelle. D'une manière assez générale, dans l'enseignement « classique » (sections scientifiques), la règle à calcul était assez peu utilisée par les enseignants de mathématiques, et davantage en sciences physiques (pour les applications numériques et pendant les séances de Travaux Pratiques) . Certains même ne l'ont jamais utilisée. En revanche, son utilisation semble plus systématique dans l'enseignement technique. Un ami a fait état d'un « déblocage » complet en mathématiques à partir de la règle à calcul ! L'utilisation de la règle était donc largement dépendante des habitudes ou des goûts du professeur. En annexe …, quelques utilisateurs témoignent de l'usage qu'ils ont fait de la règle à calcul. En revanche, aux U.S.A., d'après d'autres témoignages directs, l'utilisation de la règle à calcul était systématique dans les classes scientifiques et faisait l'objet de contrôles et d'épreuves.

Pour ce qui est de l'utilisation dans les classes préparatoires, il en est de même. En particulier, pendant les séances de travaux dirigés de calcul numérique, l'utilisation des tables de logarithmes ou des tables de valeurs numériques des fonctions usuelles (exponentielles et fonctions hyperboliques) était indispensable, car elles permettent de calculer l'incertitude sur le résultat, ce qui n'est pas le cas de la règle, qui ne donne qu'une approximation rapide à titre de vérification, par exemple.

III) GRAPHOPLEX

A) Les règles françaises entre 1900 et 1950

Les règles Tavernier-Gravet était indiscutablement, à la fin du XIX^e^ siècle, les meilleures règles à calcul de l'époque. Cependant dès les années 1880, cette position était battue en brèche par les sociétés allemandes spécialisées dans le matériel de bureau qui n'ont pas tardé à prendre le dessus. Peut-être aussi le décès de Charles-Alexandre Tavernier, dès 1887, à seulement 61 ans, a-t-il accéléré ce recul. Si la société Tavernier-Gravet, reprise par Leroy, a continué à produire des règles, force est de constater que, dans la première moitié du XX^e^ siècle, celles-ci n'étaient plus au niveau de leurs concurrentes allemandes ou japonaises (les règles américaines n'ont pratiquement jamais été importées en France). Il a bien existé quelques autres fabricants, comme Barbotheu, pendant l'entre-deux guerres, dont les règles sont alors très semblables aux Tavernier-Gravet. De même quelques tentatives, comme celles de Léon-Paul Appoullot, dans les années 1920-1930, ont donné lieu à des réalisations originales. Néanmoins, les constructeurs français de règles à calcul n'ont pas su (ou pas pu) passer au stade réellement industriel dans la période de l'entre-deux guerres. Ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale qu'une société de taille relativement modeste a repris le flambeau et est parvenue à fabriquer et à présenter aux utilisateurs des règles à calcul d'une qualité tout à fait comparable aux instruments des grands producteurs allemands ou japonais.

B) La société Graphoplex



Fig. 86: Le logo de la société

L'histoire de la société

La société Graphoplex[1] a été enregistrée au registre du Commerce de Pais le 16

[1] Beaucoup des renseignements obtenus pour l'écriture de cette partie proviennent de Daniel Toussaint, grand connaisseur de Graphoplex. Voir TOUSSAINT, Daniel, « Contribution à la reconstitution de

janvier 1942, par Albert Lesage et Louis Pavot, sous le numéro 285 607 B. Son objet est : « Exploitation d'un fonds d'industrie de photogravures et de gravures sur plaques en matières plastiques et fabrication d'appareils comportant la gravure chimique de plaques en matières plastiques »[1], le capital initial est de 120.000 F. Il s'agit d'exploiter un brevet[2] d'Albert Arrasse, qui deviendra d'ailleurs gérant de la société un peu plus tard, concernant un procédé de gravure chimique sur des supports de plastique. Le procédé ne concerne spécifiquement aucun appareil particulier, et a été appliqué pour la fabrication d'instruments de dessin et aussi, bien sûr, pour les règles à calcul. Un de ses avantages était de pouvoir colorer la gravure « dans la masse », permettant ainsi une meilleure conservation des graduations. Le brevet précise d'ailleurs : « La présente invention concerne à titre de produit industriel nouveau une plaque de résine acrylique ou méthacrylique (…) présentant un coefficient très faible de dilatation et pouvant de ce fait servir à la fabrication d'instruments de précision, réglettes graduées, etc. »

Graphoplex a fabriqué, non seulement des règles à calcul, mais aussi beaucoup d'instruments de dessin professionnels (rapporteurs, règles graduées, etc.). Malheureusement, les archives de la société ont été détruites au moment de l'arrêt de la fabrication des règles[3], qui a entraîné la vente de la société. Une des rares sources dont nous disposons est une note transmise à un ami collectionneur par un des cadres de la société. Cette note indique que la nouvelle technique de gravure a été immédiatement adaptée à la fabrication de la règle à calcul, et précise que l'assise de la société reposait autant sur les instruments de dessin que sur la règle, et aussi que c'est dans les années 1973-75 qu'a débuté la chute inexorable de la règle à calcul. Il est donc difficile d'avoir des renseignements précis, autres que ceux qui nous sont fournis par les instruments eux-mêmes, les modes d'emploi qui étaient joints aux règles et les quelques rares catalogues que l'on peut encore retrouver. Les règles elles-mêmes ne sont jamais datées ; les seules dates que l'on puisse trouver figurent parfois sur les étuis des modèles les plus anciens : une étiquette de contrôle y était apposée, comprenant le numéro du contrôleur et la date de ce contrôle. Ces étuis en carton, en simili-cuir et plus tard en plastique, ont souvent disparu, ou bien l'étiquette de contrôle a été décollée, rendant une

---

l'histoire de Graphoplex », *Journal of the Oughtred Society,*

1 Registre du Commerce de la Paris. Archives de Paris, III.8.1d2u3. N° 1308, folio 89.

2 Brevet n° FR 863 122 du 23 décembre 1940.

3 Note transmise à un ami collectionneur par un des cadres de la société en 1979.

datation précise impossible. Les plus anciennes se réfèrent à l'année 1950. Il faut souvent se baser sur certaines caractéristiques des règles : le matériau dont est constitué la règle (les matières plastiques ayant énormément évolué pendant cette période, et le méthacrylate de méthyle utilisé au début a été remplacé plus tard par du PVC), le mode de réglage du coulissement du curseur, certains détails dans les couleurs du logo, la date d'impression du livret d'instruction fourni.

La production

Graphoplex, à ses débuts, la règle à calcul dans le mode d'emploi fourni avec chaque instrument (il s'agit d'une petite brochure de quatre pages d'un format voisin du A4) dont le titre est : *Instructions pour l'emploi de la règle à calculer* . La brochure étudiée n'est pas datée. Cependant elle comporte un cachet de revendeur nantais avec un numéro de téléphone à cinq chiffres, et la règle à calcul décrite n'a pas de numéro de référence, qui sont venus plus tard. Il s'agit donc d'une des premières séries de règles, datant de 1950 environ. Elle commence par une définition de la règle : « La règle à calcul[1] est un instrument qui permet de résoudre, avec une exactitude très suffisante, tous les problèmes comportant des multiplications, divisions, proportions, élévations aux puissances, extractions de racines, calculs trigonométriques, calculs algébriques, etc. ». Puis vient la description de l'instrument : « La règle GRAPHOPLEX est fabriquée avec une résine synthétique (méthacrylate de méthyle). Cette résine ne subit aucune déformation sous l'action de l'eau ; à plus forte raison, l'humidité atmosphérique ne l'altère ni dans sa composition chimique, ni dans ses formes. »

Le souci de modernité apparaît ici : l'époque correspond à la naissance et la diversification de nombreuses matières plastiques ; la France sort de la guerre et est encore à reconstruire. La remarque sur la déformation due à l'humidité concerne les règles en bois, même recouvertes de celluloïd. Le matériau utilisé élimine cet inconvénient.

> *Le procédé de gravure employé pour obtenir les traits des graduations logarithmiques qui constituent les différentes échelles de la règle, est un procédé breveté. Ces traits sont inaltérables sous l'action de la lumière. Ils ne peuvent s'atténuer ou disparaître que par une usure de la matière ; donc, un usage normal*

[1] Notons l'utilisation des deux expressions : « règle à calculer », dans le titre, et « règle à calcul » dans le texte.

ne peut ni les altérer ni les effacer. Des expériences poussées ont été faites pour déterminer l'usure des surfaces en contact avec la réglette mobile et les échelles fixes. Après 1.500.000 mouvements continus de la réglette, sans aucun lubrifiant, à raison de 37 mouvements à la minute, l'usure constatée pouvait être considérée comme nulle.[1]

Ici encore, les qualités des nouvelles techniques sont mises en avant. Et en effet cette méthode de gravure mélange les pigments noirs à la matière plastique : il ne s'agit pas d'une couche supplémentaire ; effectivement, les règles de cette époque ont conservé des graduations très nettes. La suite du document présente brièvement les manipulations ordinaires d'une règle à calcul.

Les premières règles ne portent pas de numéro de référence. Elles étaient de deux types : la plus simple du type Rietz, c'est-à-dire potant les échelles de Mannheim, avec une échelle des cubes, une échelle des logarithmes et une échelles des inverses, plus les échelles trigonométriques sur l'envers de la réglette ; ce modèle a porté, plus tard, le numéro 620, et c'est certainement le modèle le plus populaire de la gamme. L'autre, plus élaborée, porte le nom de « Electric log-log », et comporte en plus, comme son nom l'indique, des échelles log-log, ce qui en fait une règle du type Darmstadt. Quant à la qualification « electric », elle provient probablement, outre le fait que les échelles log-log permettent des calculs plus techniques, de l'envers de la règle qui portait, au début, les formules des circuits RLC en courant alternatif. Il est d'ailleurs à signaler que ces formules ont disparu sur les modèles moins anciens, certainement pour la raison qu'à l'époque, aucun aide-mémoire n'était autorisé aux examens. Un ami nous a confié que, pendant ses examens de BEI en électronique, il regardait avec envie certains des candidats qui disposaient de ces règles plus anciennes ! Cette règle, ensuite numérotée 640, a été très appréciée jusqu'à l'apparition des calculatrices, par de nombreux ingénieurs et techniciens, surtout en électronique, qui s'en souviennent encore comme d'un instrument vraiment indispensable dans leur profession.

---

[1] ANONYME, *Instructions générales pour l'emploi des règles à calculer,* Graphoplex, sans lieu ni date.

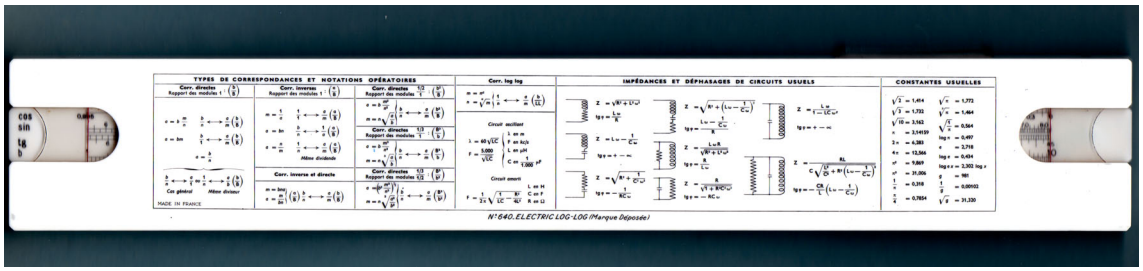


Fig. 87: Les formules au dos de la Graphoplex 640

Ces deux règles ont des échelles de 25 cm., et étaient vendues dans des étuis, d'abord en carton, puis en plastique. Certains modèles étaient fournis dans des étuis de vrai cuir. Graphoplex a aussi fabriqué très tôt des règles de poche, de dimension 12,5 ou 15 cm, que de nombreux utilisateurs portaient ostensiblement dans la poche de poitrine de leur blouse de travail, signe de leur qualification. Ces petits modèles étaient vendus dans des étuis de cuir d'abord, puis en imitation.

La gamme de règles s'est peu à peu étendue. Les procédés et matériaux ont évolué, les règles récentes sont plus légères et gravées en plusieurs couleurs (noir et rouge en général, certains modèles particuliers ont quatre couleurs). Il existe deux modèles de règles de bureau de 50 cm, correspondant aux précédentes. Et, à partir des années 1960, Graphoplex a commencé la fabrication d'une famille de règles scientifiques à double face, la série des 690, constituant le haut de la gamme et comportant jusqu'à 25 échelles, comme la 691 Neperlog hyperbolic. Ces règles étaient destinées aux étudiants en sciences ou aux élèves ingénieurs (par exemple la règle 698 « électronicien », avec des échelles très spécifiques en hertz, ohms, microfarads et décibels). La qualité de fabrication de ce type de règles était excellente mais leur prix était assez élevé. La règle 691, que nous avons utilisé en classe prépa, était vendue 72 F. en 1966 : ce prix est équivalent à celui d'une calculatrice très élaborée actuellement.

Notons que Graphoplex a aussi fabriqué quelques règles spécifiques pour l'enseignement secondaire, particulièrement l'enseignement technique ; ces règles, de construction simple, répertoriées « 1600 système Rietz C.À.P. et 1614 système log-log C.À.P.[1] » ont la particularité d'avoir toutes leurs échelles sur une seule face, ce qui facilite la lecture des résultats et abaisse leur coût. Toujours pour l'enseignement, comme beaucoup de ses concurrents, Graphoplex a produit des règles de très grande taille (environ 1,50 m de long et 0,30 ou 0,40 m de large suivant les modèles) pour être

[1] Rappelons que le C.A.P., certificat d'études professionnelles, était le diplôme d'enseignement technique court, s'adressant à des élèves de 14 à 16 ans.

suspendues au tableau et permettre au professeur de présenter à toute la classe les manipulations, ainsi qu'une règle transparente à utiliser avec un rétroprojecteur. Nous avons eu personnellement l'occasion de les utiliser récemment devant des élèves : ce sont des outils pédagogiques très intéressants, permettant une approche concrète de la propriété fondamentale des logarithmes.



Fig. 88: Le calculateur Roplex (années 60)

Plus anecdotique, mais néanmoins important, Graphoplex a produit une règle à calcul circulaire, enchâssée dans un carré d'aluminium, le calculateur Roplex[1] : cet instrument, ayant les possibilités d'une règle ordinaire, est d'une grande précision et très facile à manipuler grâce à des molettes crantées placées aux coins du support. Ses graduations sont très lisibles et d'une grande finesse.

[1] C'était l'instrument favori de mon professeur de physique en math-élem : il ne cessait de nous en vanter les mérites !

En outre, la société a fabriqué un grand nombre de modèles « sur mesure » à destinations d'entreprises industrielles, répondant à des besoins précis, comme par exemple une règle pour le calcul des pertes de charges sur les canalisations de gaz pour GDF, et une autre analogue pour les baisses de tensions sur les lignes électriques pour EDF.

Le tableau ci-dessous, extrait de la brochure d'instructions d'une règle, présente l'ensemble des modèles de la société dans les années 1970.

RÈGLES A CALCULS TOUS SYSTÈMES

UTILISATIONS GÉNÉRALES	Système conseillé	Longueurs en cm
Ingénieurs, Techniciens de la mécanique, de la construction métallique, Architectes, Imprimeurs, Étudiants dans les différentes disciplines de l'industrie et du commerce. Systèmes indiqués pour les calculs courants.	RIETZ	12,5 - 15 - 25 - 50
	ROLINÉA (Beghin) Double-face	25
	POLYRIETZ	25
Ingénieurs, de toutes disciplines, sciences naturelles, chimie, physique, etc... Étudiants des Écoles Techniques, Dessinateurs d'études, techniciens qualifiés, électrotechniciens, mathématiciens, etc...	ELECTRIC-LOG-LOG	12,5 - 25 - 50
	DARMSTADT Double-face	25
	NÉPERLOG	12,5 - 25
	RADIAN-LOG	25
	TRIGO-FIX	25
	TECNI-LOG	25
Mathématiciens, Ingénieurs électriciens et spécialistes des courants de faible intensité.	Double-face NÉPERLOG HYPERBOLIC ELECTRONICIEN	25
Géomètres et arpenteurs.	GÉOMÈTRE	25
Commerçants, Écoles de Commerce, Import-export, Assurances, Banques.	COMMERCIAL	12,5 - 25
Constructeurs et bureaux d'études du béton armé.	STATOS-BÉTON n = 10 ou n = 15	25
Monteurs et techniciens électriciens.	ÉLECTRO	12,5
Écoles techniques, Centres d'apprentissages, Règles à calculs scolaires.	C.A.P. - RIETZ	25
	C.A.P. - LOG-LOG Double-face	25
	TECNI-LOG	25

RAPHOPLEX

Fig. 89: La production de Graphoplex (1970 env.)

Les règles Graphoplex ont été exportées dans de nombreux pays étrangers, en Italie, en Espagne, en Grande-Bretagne et jusqu'aux États-Unis ; à l'étranger elles étaient souvent vendues sous la marque Koh-i-Noor. Comme pour tous les fabricants, la production des règles à calcul a cessé entre 1975 et 1980.

Les règles à calcul françaises ont donc retrouvé avec Graphoplex un constructeur qui a su pendant trente ans, proposer une gamme complète d'instruments de grande qualité répondant aux besoins croissants des « Trente glorieuses ».

IV) LA FIN DES RÈGLES À CALCUL

A) UNE RUPTURE BRUTALE

Dieter von Jezierski, cadre de la compagnie Faber-Castell dans les années 1970, écrit, au sujet de la fin de la production des règles à calcul dans l'entreprise où il était employé : « Il devint évident que la règle à calcul pourrait être remplacée par la calculatrice électronique de poche, mais le changement s'effectua si rapidement que même Faber-Castell fut pris par surprise. »[1] Or c'était un des plus importants fabricants de règles à calcul au monde, et la qualité des instruments produits était universellement reconnue.

Dans sa préface, il écrivait : « Ce livre contient peut-être des « trous » parce que la fin de l'ère de la règle à calcul fut si soudaine et si brutale que des collections complètes de modèles et de catalogues [de l'usine] ne furent pas préservées. »[2] Ce témoignage d'un des acteurs de ce changement est précieux, car il montre que même une puissante société a été frappée de plein fouet par la rapidité de ce phénomène. Pourtant Faber-Castell avait tenté d'anticiper cette évolution, qui s'avéra plutôt être une révolution, en produisant quelques calculatrices électroniques, et même des modèles hybrides, consistant en une règle à calcul sur le dos de laquelle était fixée une calculatrice électronique.[3] Peut-être s'agit-il d'ailleurs d'une calculatrice au dos de laquelle est fixée une règle à calcul ? Les calculatrices de poche de l'époque ne comportaient encore que les quatre opérations, bien sûr non programmables et sans mémoire permanente, et que les échelles de la règle à calcul sont essentiellement des échelles log-log destinées aux calculs des exponentielles. Ces instruments n'eurent qu'une durée de vie très brève, et font partie maintenant des pièces très recherchées par les collectionneurs.

---

1 VON JEZIERSKI, Dieter, *A journey through three centuries, op. cit.*, p. 60. « It eventually became obvious that the slide rule could be replaced by the electronic pocket calculator, but the actual change took place so rapidly that even Faber-Castell was taken by surprise. »

2 *op. cit.* p. i. « This book could not be free of « gaps » because the end of the slide rule era was so sudden and disruptive that complet collections of models and catalogs were not preserved. »

3 La boîte porte la mention : La première règle à calcul électronique de poche. « Der erste electronische Taschen-Rechenstab ».Voir http://sliderulemuseum.com/Calculators/Faber-Castell_TR1_1973_CalculatorWithSlideRuleOnBack.jpg (consulté le 12 janvier 2014)

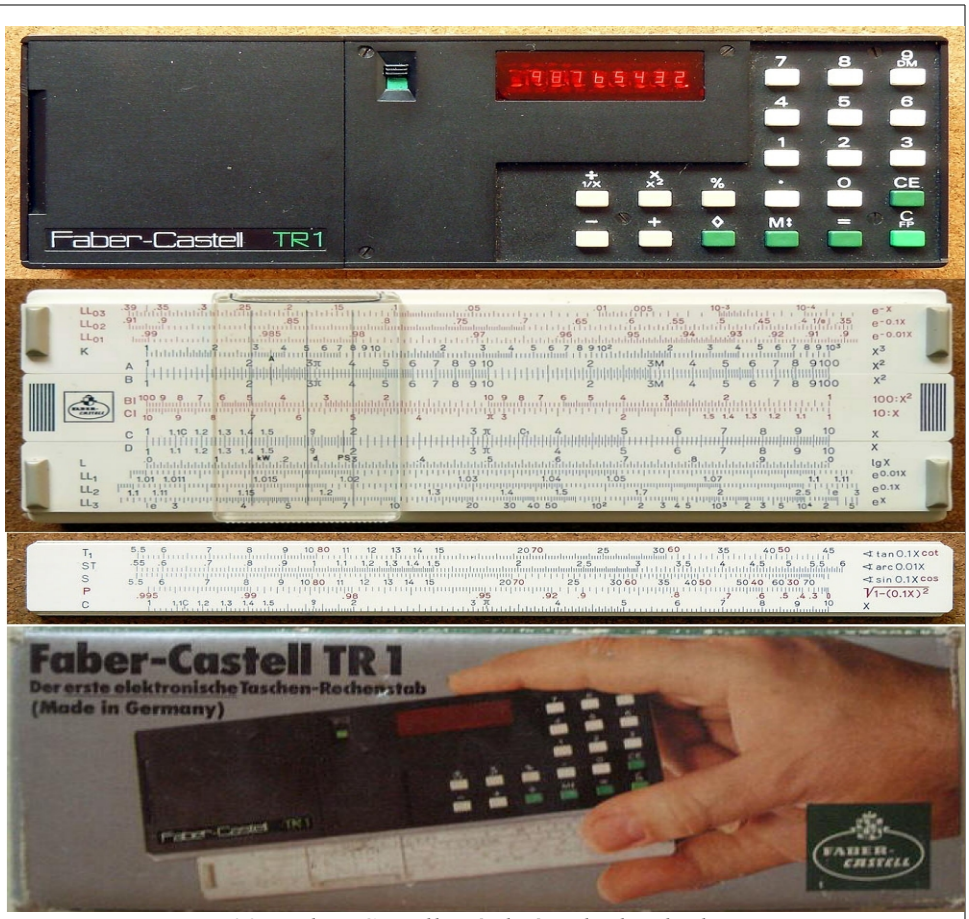


Fig. 90: Faber-Castell : règle à calcul-calculatrice

B) « THE ELECTRONIC SLIDE RULE »

Les premières calculatrices électroniques de poche sont apparues vers les années 1972. Les premiers constructeurs furent les japonais Casio, Sanyo, et les américains Texas Instruments, Sharp et Hewlett-Packard. À l'époque il s'agissait de machines encore très élémentaires, réalisant essentiellement les quatre opérations de l'arithmétique. Les mémoires permanentes de type cmos[1] n'existaient pas encore, l'affichage était constitué de diodes électroluminescentes gourmandes en énergie, et le prix était dissuasif pour beaucoup de particuliers (environ 150 $ au moins aux U.S.A.., bien plus en France,ce qui était assez considérable à l'époque[2]). Il faut noter que l'une des premières séries des calculatrices Texas Instruments s'appelle SR 10, et que SR signifie *slide rule* : ces instruments sont donc présentés comme des « règles à calcul

[1] Type de mémoire permanente permettant de garder les résultats après l'extinction de la machine, qui est apparue dans les calculatrices de poche dans les années 1975.

[2] Rappelons que le montant du SMIC mensuel en France en 1970 était d'environ 600 F, et en 1975, d'environ 1300F.

électroniques ». Hewlett-Packard utilise l'expression *electronic slide rule calculator* et vend son premier modèle de calculatrice scientifique (comprenant les fonctions trigonométriques, logarithmes et exponentielles, mais pas encore de mémoire continue, ni bien sûr de programmation), la HP 35, au prix énorme de 395 $ aux États-Unis et environ 3000 F. en France[1].



Fig. 91: « slide rule calculator »

Les constructeurs ont évidemment pour but de conquérir le marché considérable des instruments de calcul portatifs. Au tout début, la différence de prix est énorme. Néanmoins les dénominations que donnent les constructeurs à leurs nouveaux instruments ne laissent pas de doute : il s'agit de prendre la place de la règle. Ceci montre une fois de plus à quel point la règle à calcul était intégrée dans les processus techniques de l'époque.

C) L'arrêt de la production

Les progrès techniques font descendre très rapidement ces prix prohibitifs, et en peu d'années les prix des calculatrices deviennent compétitifs par rapport à la règle à calcul. Par exemple, en 1976, la calculatrice scientifique TI-30, disposant des fonctions

[1] C'est la première calculatrice scientifique que j'ai vue ; elle appartenait au laboratoire de physique de la Faculté des sciences de Brest. Son prix la réservait en effet à des entreprises ou des laboratoires. Je me souviens encore d'être resté ébahi devant les capacités de cette machine...

trigonométriques, logarithmes et exponentielles fut proposée par Texas Instruments à la vente aux États-Unis pour 25 $[1], c'est-à-dire le prix d'une règle à calcul de type log-log duplex. Dès lors le sort des règles à calcul est scellé et elles se retrouvent rangées au fond des tiroirs. La disparition, quasi complète, de millions d'instruments, aura donc pris à peine cinq ans. Pour ne parler que des plus importants fabricants, d'après von Jezierski, pour Faber-Castell, « la fabrication des règles à calcul et même des calculatrices de poche [que cette entreprise avait commencé à fabriquer] cessa graduellement après 1975[2] » ; pour Hemmi, « le milieu des années 1970 fut la fin d'une ère[3] » ; et « Keuffel & Esser cessa de fabriquer des règles tôt dans les années 1970[4] ». Nous venons de voir que Graphoplex a cessé sa production de règles dans les années 1975 environ.

Les prix des calculatrices en Europe ont évidemment suivi la même pente et ces instruments, encore souvent très simples, mais largement suffisants pour beaucoup, se sont généralisés, en particulier parmi les commerçants,qui disposaient alors d'un instrument tout à fait adapté à leurs besoins quotidiens, car les fabricants n'avaient pas oublié ce secteur. En France, dans les classes, à partir des années 1975, certains élèves en disposaient, même si elles n'étaient pas encore accessibles à tous ni autorisées aux examens mais ce n'était plus qu'une question de temps. Et en effet, l'utilisation des calculatrices fut autorisée au baccalauréat à partir de la session de1980.[5] Depuis, le perfectionnement des machines a nécessité la mise à jour de leurs conditions d'utilisation ; cependant les calculatrices sont autorisées, sauf interdiction explicite. Il est à noter que la règle à calcul n'a jamais été interdite, ni les tables de logarithmes. Ceci a, évidemment, entraîné une adaptation constante des sujets d'examens. Compte tenu de la valeur symbolique considérable du baccalauréat en France, cette date de 1980 peut y être considérée comme l'adoubement officiel d'un nouvel instrument de calcul dans l'enseignement, comme en témoignent d'ailleurs les programmes de mathématiques et leurs commentaires depuis cette époque, dans lesquels l'utilisation de la règle est remplacée par celle de la calculatrice.

---

1 Voir par exemple : http://www.datamath.org/Sci/MAJESTIC/TI-30.htm (consulté le 2 janvier 2014).
2 *op. cit.* p. 61.
3 *op. cit.* p. 82.
4 *op. cit.* p. 75.
5 La circulaire n° 79-514 du 2-10-1979 autorise la calculatrice électronique au baccalauréat à partir de la session de juin 1980.

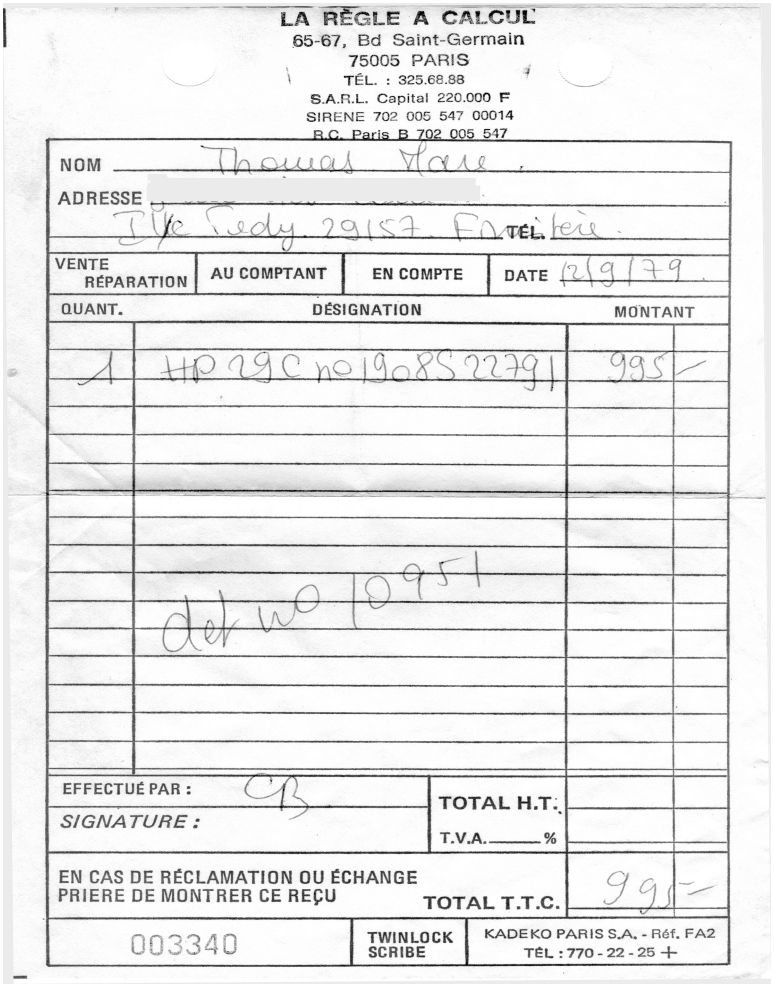
Cette disparition brutale ne peut s'expliquer uniquement par des raisons techniques. Pour qu'une nouvelle technologie s'impose aussi rapidement, il faut qu'elle corresponde à un besoin, non seulement technique, mais aussi plus général dans la société[1]. Car les calculatrices électroniques n'ont pas remplacé seulement les règles à calcul, mais aussi, et peut-être encore plus vite, les machines à calculer mécaniques ou électromécaniques, (par exemple les caisses enregistreuses des magasins, les machines dans les banques et institutions financières). Celles-ci étaient arrivées à un stade avancé de complexité. Mais leur fonctionnement basé sur des systèmes d'engrenages très complexes, les rendait lourdes, chères et encombrantes. De plus ces systèmes électro-mécaniques nécessitaient un entretien rigoureux. Pouvoir remplacer ces machines pesant plusieurs kilos par quelques dizaines de grammes de matière plastique est certainement apparu comme une merveille de la modernité, en adéquation avec ces années de forte croissance économique et de l'électronique triomphante. De même les professions de terrain, dans le bâtiment ou les travaux publics, dont les ingénieurs et techniciens étaient familiers de la règle à calcul, n'ont pas hésité. Les seules résistances se situaient au niveau pédagogique, où l'introduction de ces machines pouvant être utilisées dès le plus jeune âge a fait naître des craintes sans doute quelque peu justifiées concernant l'apprentissage du calcul mental et la familiarisation avec les nombres dans l'enseignement primaire. Il est clair que cette nouveauté nécessitait une adaptation des méthodes, et tout enseignant sait combien l'apparente facilité d'utilisation peut cacher des difficultés et nécessite une réflexion critique sur le résultat apparaissant à l'écran, même pour des calculs simples.[2]

---

1 JACOMY, Bruno, *op.cit.*

2 Nous pouvons faire le parallèle en ce qui concerne les calculatrices récentes permettant le travail sur des expressions littérales (factorisation, recherche de valeurs exactes de racines, etc.), ainsi que les logiciels de calcul formel.

CONCLUSION



LA RÈGLE A CALCUL
65-67, Bd Saint-Germain
75005 PARIS
TÉL. : 325.68.88
S.A.R.L. Capital 220.000 F
SIRENE 702 005 547 00014
R.C. Paris B 702 005 547

NOM Thomas Marc.
ADRESSE [redacted]
Ile Tudy. 29157. FA. TÉL. [illegible]

VENTE RÉPARATION	AU COMPTANT	EN COMPTE	DATE 12/9/79

QUANT.	DÉSIGNATION	MONTANT
1	HP 29C n°1908S 22791	995
	der wo 10951	

EFFECTUÉ PAR : CB
SIGNATURE :
TOTAL H.T.
T.V.A. ____ %
EN CAS DE RÉCLAMATION OU ÉCHANGE PRIERE DE MONTRER CE REÇU
TOTAL T.T.C. 995

003340 TWINLOCK SCRIBE KADEKO PARIS S.A. - Réf. FA2 TÉL : 770 - 22 - 25

Fig. 92: Facture de 1979

Le document ci-dessus illustre de façon saisissante et quelque peu ironique ce changement technologique majeur concernant les instruments de calcul portatifs : il s'agit de la facture d'achat de ma première calculatrice[1], en 1979, dans une papeterie parisienne dont l'enseigne était « La règle à calcul ». Son prix (presque 1000 F.) représentait alors une fraction importante du salaire mensuel d'un enseignant, mais il existait déjà beaucoup de modèles nettement plus abordables.

Le vingtième siècle a donc représenté pour la règle à calcul à la fois l'apogée et la chute. Les fabricants d'Allemagne, des États-Unis et du Japon, utilisant les méthodes industrielles alors en pleine expansion, produisent de très grandes quantités de règles

[1] Une HP 29C, programmable et à mémoire permanente, représentant à l'époque le nec plus ultra de ces nouveaux instruments.

pour tous usages, et sont capables de s'adapter rapidement à l'évolution des techniques, tant pour la fabrication en utilisant les matériaux nouveaux que l'industrie chimique découvrait, que pour la mise au point de règles plus performantes, répondant davantage aux besoins en calcul d'une industrie et de technologies de plus en plus élaborées, nécessitant des études poussées pour la conception et la réalisation des produits de grande consommation. La quantité de règles à calcul produites après la seconde guerre mondiale a été considérable et représente certainement plusieurs dizaines de millions : dans les années soixante, les grandes parques américaines, allemandes et japonaises en produisaient chacune plusieurs centaines de milliers par an. Cette production accompagnait l'énorme expansion économique des pays industrialisés.

Le phénomène brutal de l'arrêt de cette production n'en est que plus frappant. Il a suffi d'environ cinq ans pour que la règle à calcul passe du rang d'instrument indispensable et partout utilisé à celui d'objet dépassé et obsolète. Il semble bien qu'il n'y ait pas eu de période intermédiaire : dès qu'un utilisateur possédait une calculatrice, la règle était reléguée au fond d'un tiroir.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Au terme de cette étude, nous pouvons donner quelques éléments de réponses aux questions posées dans l'introduction. Tout d'abord, la périodisation que nous avons mise en évidence prend tout son sens. Elle est nette et éclaire l'histoire de la règle à calcul, faisant apparaître le rôle joué par la France dans les différentes époques, et montrant le lien entre la règle à calcul et l'industrialisation. L'histoire de l'instrument présente quatre périodes bien caractérisées : quoique très diverses par leur durée, elles représentent des phases bien spécifiques.

La première période, que nous pourrions qualifier d'« anglaise », depuis l'invention de l'instrument jusqu'à la fin du XVIII^{e} siècle, couvre donc un siècle et demi et est caractérisée par l'utilisation de règles spécialisées, chaque modèle étant destiné à quelques usages bien spécifiques. En France, les instruments logarithmiques sont connus, surtout grâce à Henrion, mais très peu utilisés. La rupture, comme nous l'avons montré, est due à James Watt et ses méthodes industrielles. La règle à calcul qu'il a conçue avec Southern et fait fabriquer alors correspond donc à un besoin lié à l'industrialisation dont il est un des grands acteurs. Ce sont des règles de ce type qui vont être introduites en France.

La deuxième période (1815 – 1852) détaille les circonstances de l'introduction de la règle à calcul en France. Nous avons mis en évidence que ce passage est dû à un nombre très restreint de personnes. Jomard surtout, Hachette qui encouragea Collardeau à concevoir une règle et à publier le premier manuel d'instructions. Le rôle de Jomard, homme de réseaux, est particulièrement essentiel : il a su convaincre à la fois la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale et le grand artiste Lenoir d'œuvrer à la promotion et la fabrication de l'instrument, et surtout, il est le premier à avoir présenté la règle à calcul comme un instrument utilisable par tous. C'est aussi dans une publication de Jomard que nous avons rencontré pour la première fois l'expression « règle à calculer ». Cette période montre aussi l'importance des réseaux, en particulier ceux de Polytechnique et des « Égyptiens ». C'est à cette époque que sont publiés les premiers manuels d'instructions français : ces ouvrages font apparaître les difficultés de présenter d'une manière abordable à un public varié ce nouvel instrument, et l'étude de leurs différentes éditions montre bien les progrès réalisés par les auteurs dans ce but. Notre étude montre bien les balbutiements des premières éditions, vite rectifiées dans les suivantes. C'est à la fin de cette période, en 1850-51, que se sont produites deux

ruptures essentielles pour l'histoire de l'instrument : d'une part, Mannheim, par sa nouvelle disposition des échelles, invente la règle à calcul moderne, et d'autre part la connaissance du maniement de la règle est demandée aux élèves candidats aux écoles du gouvernement.

Pendant la troisième période (1852 – 1900), le rôle joué par les fabricants français de l'époque pour l'amélioration de l'instrument est fondamental jusqu'aux années 1880. Nous avons montré comment Gravet et plus tard son gendre Tavernier avaient fait de la règle un instrument de grande précision et d'excellente qualité. C'est également à ce moment que la règle à calcul commence à se répandre parallèlement à l'industrialisation. Notre étude montre que cette diffusion dans les autres pays, d'abord l'Allemagne, puis les U.S.A. et le Japon s'est faite à partir de la France dans le dernier quart du XIX^{e} siècle, et comment sa généralisation a accompagné l'énorme développement industriel de cette époque. C'est aussi à la fin de cette période que la fabrication des règles passe du mode artisanal aux méthodes industrielles, lorsque de puissantes entreprises allemandes et américaines se lancent dans la production, prenant alors le pas sur les fabricants français.

Enfin, au XX^{e} siècle, la fabrication industrielle se développe considérablement, surtout aux U.S.A.., en Allemagne et au Japon. Nous avons montré que les règles américaines se sont développées dans une direction bien spécifique, et ont été peu exportées. L'utilisation de matériaux modernes se généralise avec différents types de matières plastiques et de résines. La période de l'après-guerre donne lieu a des productions considérables, les grands fabricants produisant chacun environ un million de règles par an. C'est aussi après-guerre que la France, avec la société Graphoplex, retrouve un niveau de fabrication comparable à ses concurrents. La règle à calcul représente alors pour le grand public l'instrument de l'ingénieur, et est systématiquement utilisée par un grand nombre de corps de métiers. Des règles sont mises au point pour suivre les progrès techniques, dans l'électronique par exemple. En France,son enseignement figure dans les programmes des séries scientifiques, mais il est moins systématique que dans d'autres pays.

Nous avons tenu à étudier précisément la disparition de la règle à calcul, qui a été un phénomène soudain, et même brutal. L'invention de la calculatrice électronique, nommée d'abord *electronic slide rule* (c'est-à-dire « règle à calcul électronique »),

montre tout à la fois l'importance de la règle à calcul à ce moment, et le changement fondamental apporté par la numérisation généralisée des méthodes de calcul. Il a suffi de quelques années pour que les instruments analogiques ou mécaniques de calcul cèdent complètement la place aux instruments basés sur l'informatique. Nous avons montré que même les fabricants les plus importants de règles ont été surpris par la rapidité ce changement.

Cet événement montre nettement que la règle à calcul s'est trouvé inadaptée face à l'émergence de l'ère post-industrielle[1] dont une des caractéristiques techniques est le développement de l'informatique et des ordinateurs, c'est-à-dire le passage d'un mode de calcul analogique ou mécanique à l'utilisation systématique de la numérisation en binaire. De plus, si nous examinons précisément la diffusion de la règle à calcul destinée aux ingénieurs et à l'industrie, c'est-à-dire la règle généraliste, nous ne pouvons qu'être frappé par une concordance des temps très précise. En effet, en considérant ce qu'il est convenu d'appeler la première révolution industrielle[2], celle-ci commence en Angleterre vers les années 1770, en France vers 1815, en Allemagne vers 1850, aux U.S.A. vers 1880, et au Japon au tournant du siècle. Or ces dates correspondent, à peu de chose près, au début de la diffusion de l'instrument dans chaque pays cité. Comme nous venons de rappeler que la règle à calcul a disparu au début de l'ère post-industrielle, nous sommes donc amené à caractériser cet instrument comme l'instrument de calcul de l'ère industrielle.

Nous avons élaborer une historique sur le long terme. Ainsi, l'histoire de la règle à calcul nous en apprend beaucoup sur les conditions historiques de la longévité des instruments. Paradoxalement cet instrument qui vécut si longtemps n'a pas eu d'historien récent ; nous avons voulu combler cette lacune. Peu nombreux sont les instruments qui ont eu une si longue histoire : nous pouvons penser au microscope ou à quelques autres instruments d'optique comme par exemple le télescope. Une histoire de ces instruments sur la longue durée[3] serait pleine d'enseignements. Il nous semble que

---

1 ROLO, Duarte, « D. Cohen. *Trois leçons sur la société post-industrielle* », *L'orientation scolaire et professionnelle;* [En ligne], 38/4 | 2009, mis en ligne le 08 décembre 2009, consulté le 13 août 2013. URL : http://osp.revues.org/2371

2 Voir par exemple TOURNES etc...

3 BRAUDEL Fernand. « Histoire et Sciences sociales : La longue durée. » dans *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 13e année, N. 4, 1958. p. 725-753
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ahess_0395-2649_1958_num_13_4_2781
Consulté le 13 août 2013

ce type de travail est de nature à intéresser des chercheurs et fournirait, nous n'en doutons pas, de belles avancées en histoire des sciences.

Un autre phénomène frappe également dans le parcours de la règle à calcul à travers les siècles : nous voulons parler du parallélisme très net entre ses usages et la société. Il apparaît clairement que la règle à calcul a été un instrument en adéquation avec son temps, y compris dans ses changements. Jusqu'à la fin du XVIII^{e} siècle, ce fut un instrument fabriqué artisanalement pour des professions bien spécifiques : les règles à calcul étaient alors, comme nous l'avons vu, des objets fabriqués presque à la demande pour des utilisations précises. Une règle conçue pour le cubage des tonneaux et le calcul des taxes n'était d'aucune utilité pour un charpentier ou un propriétaire de forêts qui voulait calculer le volume d'un tronc. Au contraire, la règle de l'ingénieur conçue par Watt et Southern était d'un usage beaucoup plus général. D'ailleurs, Watt l'avait bien compris, puisqu'il considérait cet instrument comme un secret industriel. C'est aussi ce qu'ont compris Jomard et Collardeau : ils ont tous deux considéré qu'il s'agissait là d'un instrument qui devait tendre à l'universalité. Il est vrai que la fabrication en est restée assez artisanale jusqu'à la fin du XIX^{e} siècle. Mais à ce moment sont intervenus des fabricants aux méthodes industrielles qui ont complètement transformé la diffusion de la règle, et l'ont rendue capable de suivre les changements techniques qui n'ont cessé de survenir au cours du XX^{e} siècle, produisant des règles adaptées à la radio, l'électronique, l'aviation etc.

Enfin, en ce qui concerne l'enseignement de la règle à calcul, nous avons montré que la décision de 1851 en France d'introduire la connaissance de l'instrument à l'entrée des grandes écoles a joué un rôle très important dans sa diffusion à cette époque. Ensuite, il faut reconnaître que dans l'enseignement français au XX^{e} siècle, la règle à calcul, dont l'utilisation figurait dans les programmes des sections scientifiques, a surtout été utilisée par les professeurs de physique et dans l'enseignement technique. Ce n'était pas le cas en Allemagne ou aux U.S.A.., où son apprentissage était plus systématique. Il est vrai que l'enseignement des mathématiques en France a toujours eu un caractère beaucoup plus théorique que dans ces pays. Les constructeurs ont tous fabriqués des règles à but pédagogique, que ce soit des règles simples pour l'apprentissage des élèves ou de grandes règles destinées à présenter les manipulations à la classe entière.

Au terme de ce travail, il nous apparaît que la recherche sur les instruments de mathématiques, ou plus généralement sur les instruments scientifiques, permet d'aborder l'histoire des sciences sous un angle extrêmement intéressant. Nous nous sommes passionné pour l'histoire d'un instrument particulier, et nous avons constaté que cet angle d'attaque offre une vision originale par bien des aspects. Les personnages rencontrés sont souvent peu connus au niveau de la science pure (nous avons peu rencontré dans nos recherches de grands mathématiciens ou physiciens), ils sont parfois même tout à fait en dehors de la recherche scientifique de l'époque, et cependant leur rôle est très important. Les exemples de Jomard comme découvreur, de Gravet comme constructeur, de Mannheim, alors très jeune, (qui, lui, est devenu mathématicien) comme concepteur, et de beaucoup d'autres que nous avons cités sont très parlants. En suivant les traces de la règle à calcul, nous avons parcouru, non seulement l'histoire d'un instrument, mais aussi les histoires de personnages, de techniques, du progrès scientifique. Nous voudrions rappeler les phrases de Jacques Payen en 1986, en introduction à sa publication sur les constructeurs d'instruments scientifiques au XIX^{e} siècle :

> *Aucune étude d'ensemble n'a encore été consacrée aux constructeurs français d'instruments scientifiques au XIX^{e} siècle. (...) En règle générale, les études de première main, les monographies, n'existent pas. (...) Il ne s'agit donc pas ici d'une mise au point, mais bien plutôt d'un appel à de nouveaux travaux. (...) Nous considérerons que nous avons atteint notre but, si nous pouvons provoquer de nouvelles recherches.*[1]

Nous espérons que cette thèse répond, en ce qui la concerne, au souci ainsi formulé et souhaitons que d'autres chercheurs continuent à creuser le sillon de l'histoire des instruments qui connaît depuis quelques années un essor grandissant.

---

[1] PAYEN, Jacques, « Les constructeurs d'instruments scientifiques en France au XIX^{e} siècle », *Archives internationales d'histoire des sciences,* Vol. 36/1986, p. 87.

ANNEXES

ANNEXE 1

Construction d'une échelle logarithmique :

Soit une demi-droite (D) d'origine A. Soit un point M de cette droite. On note x l'abscisse de M sur (D). On définit la fonction g par : $g(x) = 10^x = t$. La graduation inscrite sur (D) sera t. Il est important de voir ici que la graduation figurant sur la règle n'est pas l'abscisse x mais le nombre 10^x.

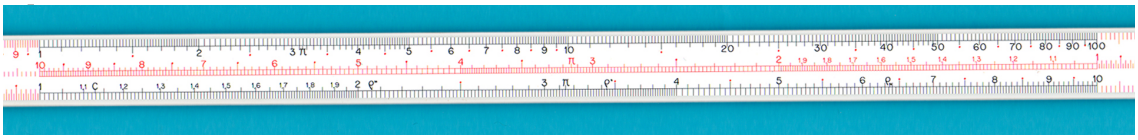
Alors, pour tout point M' d'abscisse x' , nous avons : $tt' = 10^x . 10^{x'} = 10^{x+x'}$. Donc la graduation inscrite sur (D) au point d'abscisse $x + x$' sera tt'.

Autrement dit, en graduant (D) par les valeurs $t = 10^x$, à la somme des abscisses de deux points, on fait correspondre le produit des deux nombres lus sur (D). C'est-à-dire qu'en mettant bout à bout deux longueurs, on lira sur les graduations de (D) le produit des graduations correspondant à ces deux longueurs.

Ainsi la graduation g réalise une multiplication par addition des longueurs, puisque le point d'abscisse $x+x$' sera gradué par le produit $t\,t$'.

De même, on peut ainsi construire des échelles de carrés, en prenant $h(x) = 10^{2x}$, des échelles de cubes etc. De plus, en posant $i(x) = 10^{1-x}$, on obtient une échelle des inverses (plus précisément, on obtient les valeurs $10/t$, mais comme les ordres de grandeurs ne figurent pas sur ces échelles, cela revient à construire une échelle des inverses ; c'est pourquoi dans les premières règles à calcul, on obtenait les inverses en inversant le sens de la réglette).

Dans la pratique, on prend un segment [AB] de longueur adaptée à celle de la règle : entre 10 cm pour les plus petites, règles de poche, et jusqu'à près de 2 m pour les plus grandes, règles de démonstration destinées à être accrochées au mur de la classe, la dimension la plus courante étant de 25 cm, 10 pouces chez les anglo-saxons. Ce segment représente l'unité de longueur. Ainsi l'abscisse de A sera 0, celle de B sera 1. La graduation de A sera donc 1 et celle de B sera 10. Pour l'échelle des carrés, la graduation correspondant à A sera toujours 1, mais celle de B sera 100 : une échelle des carrés est composée de la juxtaposition de deux échelles des nombres deux fois plus petites que celle de base.



De bas en haut : échelle des nombres, échelle des inverses, échelle des carrés.

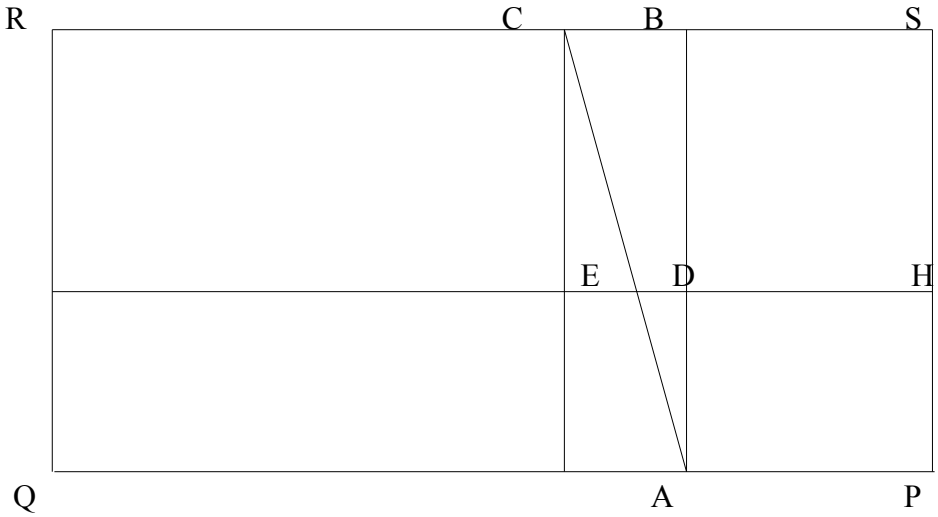
ANNEXE 2

Méthode des transversales

Pour simplifier la figure, seules les lignes nécessaires ont été représentées : deux verticales consécutives et une horizontale.

Considérons le rectangle PQRS, tel que PQ = 1, PS est arbitraire. Les points A, B, C, D, H sont tels que :

BC = $\frac{1}{10}$, (AB) est parallèle à (PS), (HD) est parallèle à (PQ).



Posons : PA = $\frac{n}{10}$, PH = PS × $\frac{m}{10}$,

où *m* et *n* sont deux entiers inférieurs ou égaux à 10.

Les triangles rectangles ABC et ADE sont semblables,

donc : $$\frac{DE}{CB}=\frac{AD}{AB}$$

soit $$DE = BC.\frac{AD}{AB}=\frac{m}{100}$$

Par conséquent, comme HD = PA, nous obtenons : HE = $\frac{n}{10}+\frac{m}{100}=\frac{10\,n+m}{100}$.

En prenant le quadrillage complet, *n* et *m* peuvent prendre toutes les valeurs entières de 0 à 10, et nous obtenons ainsi toutes les longueurs entre 1/100 et 99/100.

ANNEXE 3

Règles à calcul fabriquées par la société « DENNERT & PAPE » puis « ARISTO »

SLIDE RULES MANUFACTURED 1872-1978 BY DENNERT & PAPE AND ARISTO

Hans Dennert

A review on occasion of the 1st International meeting of Slide Rule Collectors on Nov. 10, 1995 at Utrecht, The Netherlands.

Dates of the company and their products

July 1, 1862 — Johann Christian Dennert (1829 - 1920) takes over a workshop for geodetic intruments from Carl Plath (1825 - 1910) who starts a new business for nautical instruments.

Oct. 1, 1863 — Martin Pape (1834 - 1884) becomes a partner. The company is called:
Dennert & Pape
Workshop for Mathematical Instruments

1869 — The firm moves to a newly built workshop in nearby Altona, being a Prussian city since 1866 and therefore promising better business for the future.

1872 — As suggested by A. Goering (1841 - 1906) the first slide rules of boxwood are produced. The first price list offers: Theodolites, Levels, Levelling Rods, Planimeters, Drawing Instruments and Scales with any graduation, made of ivory, brass, nickel silver or silver plated brass.
The company's name changes to:
Dennert & Pape
Mechanical-Mathematical Institute

1879 — Slide rules made of brass are offered additionally.

1882 — Introduction of a boxwood slide rule with 50 cm scale length and special models for surveying with graduations in 360° or 400°.

July 1, 1884 — After the death of Martin Pape J.C. Dennert becomes sole owner.

Feb. 16, 1886 — DRP 34583 is granted to Dennert & Pape for wooden scales with celluloid veneers.

1888 — Slide rules of mahogany with celluloid verneer replace those of boxwood.

1889 — Pantographs and hydrometric instruments become included in the production.

1890 — The cursor with metal framed glass replaces the all metal wing cursor.

Oct. 6, 1891 — With the US patent 460,940 William Cox reintroduces the double face slide rule which is produced by Dennert & Pape for Keuffel & Esser, New York, until their own production starts.

1892 — Cursor with $\pi/4$ index lines

1900 — To keep pace with the increasing demand a new building is errected neighboring the existing factory.

Sept. 28, 1901 — DRP 126 499 is granted to Dennert & Pape for improvements of the body of the slide rule (flat spring for self-adjustment of the slide moving).

Feb. 25, 1902 — US Patent 694 452 is granted to Dennert & Pape for a slide rule with a celluloid bottom plate working like a flat spring.

1902 — Max Rietz (1872 - 1956) proposes the scale arrangement which bears his name.

Page 5

Jan. 21, 1903	DRGM 192052 is granted to Dennert & Pape for adjustment screws to regulate the slide movement.
1905	The first illustrated catalogue shows slide rules according to the above three patents, also slide rules for special purposes other than surveying.
Dec. 12, 1907	Professor Yakota (German transcription: Jakota) receives the British Patent 18 218 for a slide rule with six log log scales (1.0115 to 10^6 and .9874 to 10^{-6}). Dennert & Pape produces this slide rule until 1938.
Until 1914	The slide rule is increasingly accepted for engineering and many special models for different purposes are manufactured.
1924	The trade mark DUPA is introduced for slide rules and scales.
1928	Dennert & Pape commence to manufacture co-ordinatographs (precision drafting machines for map making).
1934	Based on the "System Rietz" in the Institute for Applied Mathematics (Prof. Dr. Walther), Technical University Darmstadt, a new scale arrangement including log log scales is developed. This slide rule called "System Darmstadt" becomes another basic model like "System Rietz".
1936	Dennert & Pape cease production of wooden slide rules and scales with celluloid veneers. From now on all slide rules and drafting equipment is manufactured from dimensionally stable Plastic materials (Trade marks Astralon and Plexiglas).
1936	The trade mark ARISTO is introduced for all products of Dennert & Pape made from the new plastics.
1937	The Greater Hamburg Statute: Altona becomes a district of Hamburg. The company's address changes from Dennert & Pape, Altona/Elbe to Dennert & Pape, Hamburg-Altona.
1937	C. Plath's Air Navigation Computer "Dreieckrechner, System Knemeyer" is produced by Dennert & Pape using the new plastic materials.
1943	As a result of the war, a part of the production moves to Bludenz/Vorarlberg in Austria.
1945 - 1948	During the war the production of slide rules had almost to be discontinued. In the first years after the war raw materials were not available in the required qualities and quantities.
1949	Double face slide rules are introduced: ARISTO-Scholar for schools and ARISTO-Studio for engineering
July 1, 1951	The new factory at Geretsried begins production of ARISTO slide rules for schools.
1954	The air navigation computer DR 3 "System Knemeyer" has been improved to ARISTO-Aviat.
1954	Industrial demand of precision drawings requires to adapt the co-ordinatagraphs, e.g. for integrated circuits.
1956	ARISTO is used as trade mark for all products of Dennert & Pape. Terefore the trade mark becomes part of the company's name: Dennert & Pape ARISTO-Werke.
1959	The first punched tape controlled ARISTO-Co-ordinatograph.
April 1, 1960	The new works at Hamburg-Stellingen commence production.
July 1, 1962	100 years Dennert & Pape.
1962	The new slide rule for elementary schools: ARISTO-Junior.
1966	The trade mark moves to the first place in the company's name: ARISTO-Werke Dennert & Pape.
1967	ARISTO-StudioLog, the improved ARISTO-Studio with 8 log log scales.
1970	The ARISTO-Co-ordinatograph with computer control leads to CAD.
1972	100 years slide rules production.
Dec. 31, 1978	Liquidation of the company and end of the slide rule production.
Jan. 1, 1979	ARISTO Craphic Systeme continues the CAD business.
July 1, 1987	125th anniversary.

ANNEX I

Important ARISTO Slide Rules Production years and quantities

Cat. No.	Years of production	Total Production in 1000 pieces
903 / 0903	1951 - 1975	1700
903 LL / 0903 LL	1954 - 1975	1300
0903 VS	1960 - 1972	540
0903 VS-2	1960 - 1975	
0908	1960 - 1975	430
0901	1962 - 1975	920
0906	1967 - 1975	360
0906 LL	1972 - 1975	
School slide rules	1951 - 1975	5250
99	1948 - 1975	240
967	1948 - 1975	235
968 / 0968	1949 - 1975	1300
25 cm slide rules	1948 - 1975	1775
89	1948 - 1975	2300
867	1950 - 1975	400
868	1954 - 1975	650
12.5 cm slide rules	1948 - 1975	3350

The production of ARISTO school slide rules reached at the turn 1950's/1960's an average of 100 000 rules p.a. and increased to more than 400 000 rules p.a. around 1970 to 1972.

25 cm ARISTO slide rules were sold between 1960 and 1975 at an average of more then 100 000 pieces p.a. The overwhelming position of the ARISTO-Studio in this group of slide rules lead to sales of more then 75 000 pieces p.a. at the end of the 1960's and beginning 1970's.

Between 1960 and 1975 more then 150 000 ARISTO pocket slide rules have been sold annually, more than 50 % of the ARISTO-Rietz 89 as advertising gifts.

ANNEXE 4

Extrait du catalogue « Graphoplex » de 1975

REGLES A CALCUL

REGLES A CALCULS DE POCHE

Longueur de l'échelle de base : 12,5 cm - Longueur totale : 15 cm

En étui cuir synthétique avec notice. Avec curseur normal ou curseur à loupe 1/2 cylindrique.

Système	Curseur normal		Curseur à loupe	
	N° de référence	F	N° de référence	F
Rietz	612	15,70	612 L	18,50
Electro	650	24,00	650 L	26,50
Electric Log-log	643	24,00	643 L	26,50
Neperlog (double face)	692	31,00		
Rietz	1621	15,00		

Longueur de l'échelle de base : 15 cm - Longueur totale : 18 cm

Rietz	615	21,50	615 L	24,00

REGLES A CALCULS DE BUREAU DE 25 cm

Longueur de l'échelle de base : 25 cm - Longueur totale : 29 cm

En étui synthétique et curseur normal ou avec curseur loupe

ou en étui cuir avec curseur normal et notice d'emploi

Système	Etui plastique Curseur normal		Etui cuir synthétique		Etui cuir synthétique Curseur loupe	
	N° de référence	F	N° de référence	F	N° de référence	F
Rietz S			621	32,00		
Rietz	620	32,00	620 P	35,80	620 L	39,50
Electric Log-log	640	36,50	640 P	40,00	640 L	44,00
Electric Log-log S			641	36,50		
Darmstadt	647	37,50	647 P	41,00	647 L	45,00
Géomètre	630	38,00	630 P	41,50	630 L	45,50
Rolinéa (Béghin)	660	33,00	660 P	36,50	660 L	40,50
Statos-Béton	680	44,00	680 P	47,50	680 L	51,50
Commercial	645	38,00	645 P	41,50	645 L	45,50
Techni Math	1694	30,00				
DOUBLE FACE						
Néperlog			690	50,00		
Néperlog Hyperbolic			691	52,00		
Radian-Log			695	54,00		
Electronicien			698	54,00		
Decilog			699	38,00		

REGLES A CALCULS SCOLAIRES

Longueur de l'échelle de base : 25 cm - Longueur totale : 30 cm

En étui plastique - Curseur normal

Système	N° de référence	F
Pedago-Math	610	19,00
Rietz C.A.P.	1600	21,50
Log-log C.A.P.	1614	25,00
Technilog (double face)	694	32,00

4

ANNEXE 5

Mode d'emploi de la règle Graphoplex « Neperlog » (exraits)

RAPHOPLEX

PARIS FRANCE

BREVETÉ S. G. D. G.

NOTICE ABRÉGÉE POUR L'EMPLOI DE LA RÈGLE A CALCULS

N° 690 - "NEPERLOG" *(Longueur 25 cm)*

N° 692 - "NEPERLOG-POCHE" *(Longueur 12,5 cm)*

CARACTÉRISTIQUES

Cette règle a été étudiée en vue d'atteindre un double but :

1° Permettre la résolution rapide de calculs couramment effectués sur les règles habituelles, et, par un choix judicieux d'échelles complémentaires, permettre de plus la résolution rapide et facile de calculs plus complexes que l'on rencontre de plus en plus fréquemment dans les problèmes de la technique moderne.

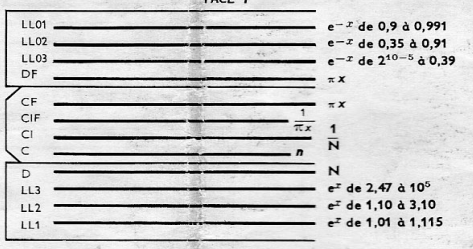
2° Obtenir ce résultat en conservant l'aspect habituel des échelles classiques, permettant ainsi une rapide adaptation par suite des habitudes prises précédemment.

DESCRIPTION

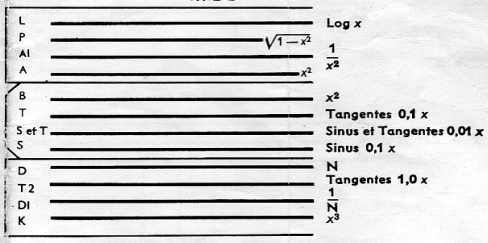
ÉCHELLES

La règle a deux faces dont les échelles sont en concordance. — Les correspondances entre échelles d'une face par rapport à l'autre face se font par l'intermédiaire du curseur.

FACE 1



FACE 2



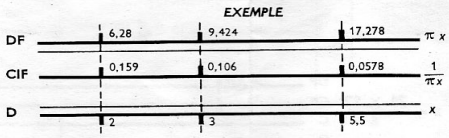
EMPLOI DES ÉCHELLES DF - CF - CIF - CI - C - D - AI - A - B - DI - K

Particularités de l'échelle DF

1° Cette échelle permet d'éviter les cas hors règle. Elle accroît la précision des calculs en évitant les reports et les translations de la réglette. Elle assure dans la majorité des cas une véritable fonction circulaire.

2° Cette échelle coupée à π et décalée est alignée $\frac{1}{\pi}$ par rapport à l'échelle des nombres D. Elle permet d'obtenir les valeurs πx par simple déplacement du curseur.

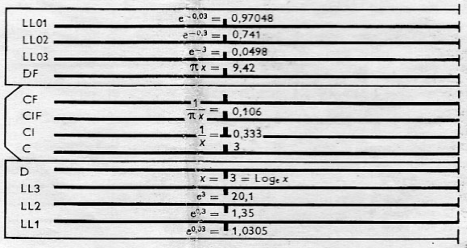
EXEMPLE



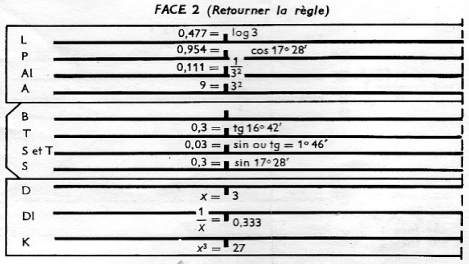
En plaçant le trait central du curseur sur un nombre x du sur l'échelle D de la face 1, on obtient les relations suivantes :

Exemple : $x = 3$ sur D.

FACE 1



FACE 2 (Retourner la règle)



On distingue en haut le prix (72,00 F) et la disposition des échelles « log-log »

ANNEXE 6

Questionnaire sur l'utilisation de la règle à calcul.

Cette annexe est constituée de quatre réponses à un questionnaire envoyé à quatre amis utilisateurs, à divers titres, de la règle à calcul.

Les questions étaient les suivantes :

1) Dans quel secteur d'activité avez-vous utilisé une règle à calcul ?

2) Utilisiez-vous cet instrument :

- très fréquemment
- assez fréquemment
- rarement

3) Utilisiez-vous cet instrument :

- dans un bureau
- à l'extérieur
- les deux

4) Quels types de calcul étiez-vous amené à effectuer avec la règle ?

5) Utilisiez-vous d'autres instruments ou méthodes de calcul (abaques, machines à calculer électromécaniques etc.) à la même époque que la règle à calcul ?

6) La règle à calcul vous apparaissait-elle comme pratique et commode ?

7) Au moment de l'apparition des calculatrices électroniques, avez-vous continué à utiliser la règle ?

Commentaires particuliers :

Les réponses qui suivent sont plus ou moins détaillées, et montrent des modes d'utilisation variés, tant du point de vue professionnel que pour un usage privé. Elles donnent une idée, certes incomplète mais néanmoins intéressante, des divers usages de la règle.

Réponses de M. Yves J. ayant travaillé dans l'électronique et l'électricité :

1) Dans quel secteur d'activité avez-vous utilisé une règle à calcul ?

2) Utilisiez-vous cet instrument :
- très fréquemment *oui*
- assez fréquemment
- rarement

3) Utilisiez-vous cet instrument :
- dans un bureau *oui* *(école)*
- à l'extérieur
- les deux

4) Quels types de calcul étiez-vous amené à effectuer avec la règle ? *électricité industrielle et électronique (logarithmes)*

5) Utilisiez-vous d'autres instruments ou méthodes de calcul (abaques, machines à calculer électromécaniques etc.) à la même époque que la règle à calcul ? *non*

6) La règle à calcul vous apparaissait-elle comme pratique et commode ? *oui*

7) Au moment de l'apparition des calculatrices électroniques, avez-vous continué à utiliser la règle ? *non*

Commentaires particuliers :

Réponses de M. Jean-Paul M. (utilisation privée):

1) Dans quel secteur d'activité avez-vous utilisé une règle à calcul ?
À l'école pendant mes études et à domicile. Je ne l'ai jamais utilisée dans mes activités professionnelles.
2) Utilisiez-vous cet instrument :
- très fréquemment
- assez fréquemment
- rarement
Pendant mes études je ne l'ai utilisée…que pour apprendre à l'utiliser, donc rarement. En math et physique les calculs se faisaient principalement à la main.
J'aime faire du maquettisme et une des tâches importantes consiste à recueillir des informations sur toutes sortes de plans et de photos qui ne sont jamais à l'échelle choisie pour la maquette. Je lis directement sur la règle les dimensions du détail qui m'intéresse.
3) Utilisiez-vous cet instrument :
- dans un bureau : *À domicile compte tenu de l'usage particulier ci-dessus.*
- à l'extérieur
- les deux

4) Quels types de calcul étiez-vous amené à effecteur avec la règle ?
Le calcul ci-dessus revient à multiplier des valeurs par un coefficient constant.

5) Utilisiez-vous d'autres instruments ou méthodes de calcul (abaques, machines à calculer électromécaniques etc.) à la même époque que la règle à calcul ?
Par habitude j'ai conservé le réflexe de la règle pour les changements d'échelle, la règle me permet aussi de mesurer une longueur sur le document.
J'ai fait de l'aviation privée et utilisé un « estimo compas » qui permet de faire en vol des calculs de dérive, de temps... Son principe est celui de la règle à calcul mais les graduations donnent directement les paramètres du vol en temps, en degrés, en distance.

6) La règle à calcul vous apparaissait-elle comme pratique et commode ?
Pour les changements d'échelle, oui. En ce qui concerne l'estimo compas il remplace le calcul mental pour faire des calculs très peu nombreux et pour lesquels il existe des formules approchées simples.

7) Au moment de l'apparition des calculatrices électroniques, avez-vous continué à utiliser la règle ?
Oui comme indiqué ci-dessus puisque je n'ai pas cherché à changer de méthode.

Commentaires particuliers :
Professionnellement je n'ai jamais eu de calculs techniques à faire.
Si je me base sur le seul usage qui a été le mien, les changements d'échelle, je crois que la règle et des règles spécialisées style « estimo compas » peuvent être pratiques pour un calcul qui doit être fait fréquemment, dont l'algorithme est parfaitement connu, pas trop compliqué, et qui est adapté à ce que sait faire la règle.

Réponses de Mme. Catherine B. biologiste.

1) Dans quel secteur d'activité avez-vous utilisé une règle à calcul ? *Laboratoire d'analyses médicales.*

2) Utilisiez-vous cet instrument :
- très fréquemment : *tous les jours.*
- assez fréquemment
- rarement

3) Utilisiez-vous cet instrument :
- dans un bureau : *surtout*
- à l'extérieur : *rarement*
- les deux

4) Quels types de calcul étiez-vous amené à effecteur avec la règle ?
Divisions et multiplications

5) Utilisiez-vous d'autres instruments ou méthodes de calcul (abaques, machines à calcul électromécaniques etc.) à la même époque que la règle à calcul ?
Le calcul mental ...

6) La règle à calcul vous apparaissait-elle comme pratique et commode ?
Et comment !...Très pratique.

7) Au moment de l'apparition des calculatrices électroniques, avez-vous continué à utiliser la règle ?
Oui.

Commentaires particuliers :
La règle à calcul m'est apparue d'un emploi plus commode que la table de logarithmes, et moins encombrante.
Son principal avantage à mes yeux est qu'elle oblige l'utilisateur à faire preuve de bon sens, puisqu'elle n'indique pas la place de la virgule.

Réponses de M. Didier E. ingénieur :

1) Dans quel secteur d'activité avez-vous utilisé une règle à calcul ?
Bureau d'études, bâtiment TP, topographie.

2) Utilisiez-vous cet instrument :
- très fréquemment : *oui*
- assez fréquemment
- rarement

3) Utilisiez-vous cet instrument :
- dans un bureau
- à l'extérieur
- les deux : *oui*

4) Quels types de calcul étiez-vous amené à effecteur avec la règle ?
Opérations de base et calcul trigonométrique sur le terrain, implantation de courbes et autres opérations relevant de la topographie.

5) Utilisiez-vous d'autres instruments ou méthodes de calcul (abaques, machines à calcul électromécaniques etc.) à la même époque que la règle à calcul ?
Oui : machine à calculer électromécaniques Facit et/ou Olivetti puis les premières programmables HP.

6) La règle à calcul vous apparaissait-elle comme pratique et commode ?
Certainement à l'époque bien que d'un emploi difficile, avant l'apparition des machines à piles permettant de les utiliser sur les chantiers.

7) Au moment de l'apparition des calculatrices électroniques, avez-vous continué à utiliser la règle ?
De moins en moins.

Commentaires particuliers :

BIBLIOGRAPHIE

SOURCES PRIMAIRES

Manuels ou traités sur la règle à calcul et son histoire

ANONYME, *Abrégé du pilotage,* Desaint, Paris, 1766.

ANONYME, *Archives des découvertes et inventions nouvelles*, Treuttel et Würtz, Paris, 1817.

ANONYME, *Prospectus de l'École centrale des arts et manufactures*, Paris, 1829.

ANONYME, *Annuaire de l'École royale polytechnique pour 1837*, Bachelier, Paris, 1836.

ANONYME, *Programmes pour l'admission et pour l'enseignement à l'École Polytechnique*, Imprimerie nationale, Paris, 1850.

ANONYME, *Instructions for the engineer's and mechanics' improved slide rule*, Abel Heywood, Manchester, 1845.

ARTUR, J. F., *Instruction théorique et applications de la règle logarithmique, ou à calculs,* Casilian-Goeury, Lenoir, Paris, 1827.

ARTUR, J. F., *Instruction théorique et applications de la règle logarithmique, ou à calculs,* 4e éd ., Casilian-Goeury, Gravet, Paris, 1845.

ARTUR, J. F., *Instruction sur le cercle répétiteur de Borda,* Casilian-Goeury, Paris, 1824.

BATEMAN, Joseph, *The excise officer's manual being a practical introduction to the business of charging and collecting the duties under the management of her majesty's commissioners of inland revenue, second edition with new arrangement and considerable additions and improvements,* William Maxwell, Londres, 1852.

BAYLEY, W. H., *Hand-book of the « double » slide rule, shewing its applicability to navigation, including some remarks on great circle sailing, and variation of the compass, with useful astronomical memoranda,* Bell & Daldy, Londres, 1864.

BEGHIN, Auguste, *Traité théorique et pratique des règles à calculs Beghin, Règle de l'ingénieur et règle de l'officier de marine, modes opératoires, problèmes industriels, tables & formules,* neuvième édition, Béranger, Paris et Liège, Tavernier-Gravet, André Leroy successeur, Paris, 1931.

BENOIT, P. M. N., *La règle à calcul expliquée, ou guide du calculateur, à l'aide de la règle logarithmique à tiroir, dans lequel on indique les moyens de construire cet instrument, et l'on enseigne à y opérer toute sorte de calculs numériques,* Mallet-Bachelier, Paris, 1853.

BERNOULLI, Jean, Article « Logarithmiques », dans *Encyclopédie méthodique, Mathématiques,* Tome second, Panckoucke, Paris, Plomteux, Liège, 1785.

BEVAN, B., *A practical treatise on the sliding rule : in two parts. Part the first being an introduction to the use of the rule generally as adapted for calculations that usually occur to persons in trade. Part the second containing formulae for the use of the surveyors, architects, civil engineers, and scinetific gentlemen.* l'auteur, Londres, 1822.

BION, Nicolas, *Construction et usage des instruments mathématiques*, La veuve de Jean Boudot, Jacques Collombat, Jean Boudot fils, Paris, 1709.

BORGNIS, J.-A., *Traité complet de mécanique appliqué aux arts, contenant l'exposition méthodique des théories et des expériences les plus utiles pour diriger le choix, l'invention, la construction et l'emploi de toutes les espèces de machines. Des machines imitatives et des machines théâtrales.* Bachelier, Paris, 1820.

BOUGUER, Pierre, *Nouveau traité de navigation,contenant la théorie et la pratique du pilotage,* Guérin & Latour, Paris, 1753.

BOUR, E., « Résolution des équations numériques du troisième degré, au moyen de la règle à calcul », *CRAS*, 1857, p. 22-25.

BOWDITCH, Nathaniel, *The new american practical navigator, being an epitome of navigation ; containing all the tables necessary to be used with the nautical almana in determinig the latitude and the longitude by lunar observations, and keeping a complete reckoning at sea ; illustrated by proper rules and examples,* Blunt, New York, 1844.

BRETON, P., *Traité du nivellement, comportant la théorie et la pratique du nivellement ordinaire et des nivellements expéditifs dits préparatoires ou de reconnaissance,* Librairie scientifique et industrielle, Paris, 1848.

CAMUS, Charles, « Sur un instrument propre à jauger les tonneaux, et les autres vaisseaux qui servent à contenir des liqueurs », *Mémoires de Mathématiques et de Physique tirés des registres de l'Académie Royale des sciences, de l'année M.DCCXLI*, Imprimerie royale, Paris, 1754, pp. 385-402.

CASSINI, J.-D., *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'observatoire royal de Paris, suivis de la vie de J.-D. Cassini, écrite par lui-même, et des éloges de plusieurs académiciens morts pendant la révolution,* Bleuet, Paris, 1810.

COLLARDEAU, Charles-Félix, *Instruction sur l'usage de la règle à calculs, Instrument servant de tarif général de réduction pour toute espèce de mesures, et au moyen duquel, par le simple mouvement d'une coulisse, on peut effectuer tous les calculs d'intérêt, d'arpentage, de toisé, de jaugeage, de mécanique, etc. etc.,* Goetschy, Paris, 1820.

COLLARDEAU, Charles-Félix, *Instruction sur l'usage de la règle à calculs,* Thuau, Paris, 1833.

COLLECTIF, *Bulletin des sciences mathématiques, astronomiques, physiques et chimiques,* tome deuxième, Bachelier, Paris, 1824.

CULMANN, K., *Die Graphische Statik,* Meyer & Zeller, Zurich, 1866.

CURTIS, John, *A treatise on Gunter's scale, and the slide rule, together with a description and use of the sector, protractor, plain scale, and line of chords ; or an easy method of finding the area of superfices ; and of measuring boards ; and of finding the*

solid ocntents of bodies, especially that of timber, by the sliding rule ; and also of guaging casks, and roud timber, E. Adams, Whitehall, N. Y., 1824.

D'OCAGNE, Maurice , *Traité de nomographie Théorie des abaques. Applications pratiques.* Gauthier-Villars, Paris, 1899.

DE LA ROQUETTE, "Notice sur la vie et les travaux de Monsieur Jomard"*, Bulletin de la Société de Géographie*, cinquième série, tome cinquième, Arthus-Bertrand, Paris, 1863, p. 81-101.

DE MORGAN, Augustus, *Arithmetical books from the invention of printing to the present time being brief notices of a marge number of works drawn up for actual inspection,* Taylor and Walton, Londres, 1847.

DE MORGAN, Augustus, article "slide rule", *The Penny cyclopaedia of the Society for the diffusion of useful knowledge,* volume XXII, Ch. Knight, Londres, 1842, p.129-134.

D'OCAGNE, Maurice, *Leçons sur la topométrie et la cubature des terrasses,* Gauthier-Villars, Paris, 1910.

D'OCAGNE, Maurice, *Instruction sur l'usage de la règle à calcul,* Gauthier-Villars, Paris, 1921.

DREYSSÉ, A., *Instruction détaillée sur la règle à calcul Mannheim et méthode pratique (applicable à toutes les règles à calcul), à l'usage de MM. les ingénieurs, architectes, conducteurs de travaux, élèves des écoles du gouvernement, des classes de mathématiques spéciales et de mathématiques élémentaires, etc.,* Librairie Vuibert, Paris, 1925.

DULAGUE, Vincent, *Principes de navigation, ou abrégé de la théorie et de la pratique du pilotage, rédigés par ordre du roi, pour les écoles d'hydrographie, sous le ministère de M. le Maréchal de Castries,* J. Racine, Rouen, 1787.

ELLIOTT, W., *Description of the slide rule, with particular directions for the use of the glass slide rule invented by M. Léon Lalanne,* Elliott and sons, Londres, 1852

EVERARD, Thomas, *Stereometry, or the art of gauging made easy, by the help of a sliding-rule,* eleventh edition, Walthoe, Londres , 1750.

EWART, John, *Instructions for the use of the slide-rule, applied to computations relating to practical husbandry, and of the cattle gauge, for ascertaining the carcase weight of oxen,*, J. Hewitson, Newcastle on Tyne, Horne, Thornetwaithe & Wood, Londres, Peter Frith and Co, Sheffield, 1847.

FAREY, John, *A treatise on the steam engine, historical, practical and descriptive,* Longmann, Rees, etc, London, 1827.

FLOWER, W., *A key to the modern sliding-rule. Containing the description of the various purposes*, *of that valuable instrument, as now used by his Majesty's officers of customs, excise, &c and also of two improved sliding-rules, for speedily and accurately gauging and measuring solids ans superfices at one operation, not to be performed by any other instrument yet constructed. Together with the advantages of a new instrument of sliding slides ans tangents in plane and spherical trigonometry,* chez l'auteur, Londres, 1768.

GALASSINI, Alfredo, *Manuale teorico-pratico per l'uso del regolo calcolatore Mannheim*, Camilla et Bertolero, Turin, 1893.

GREGORY, John, *Course of civil engineering, comprising plane trigonometry, surveying, and levelling,* Samuel J. Machen, Dublin, 1842.

GROS de PERRODIL, *Théorie de la règle logarithmique,* Gauthier-Villars, Paris, 1885.

GUIRAUDET, Paul, *Notice sur l'emploi de la règles à calcul, destinée aux candidats à l'Ecole polytechnique et à l'Ecole militaire de Saint-Cyr,* Mathias, Paris, 1852.

GUNTER, Edmund, *The description and use of the sector, the cross-staff and other instruments*, Jones, Londres, 1624.

GUY, François, *Instruction sur la règle à calcul,* troisième édittion, Mantin, Châlons-sur-Marne, Gravet, Paris, 1855

GUY, François, *Instruction sur la règle à calcul,* huitième édition, Tavernier-Gravet, Paris, 1876.

HAILSTONE, Thomas, *The inverted slide rule and its uses, with a description of the vatious lines thereon, shewing how to measure unequal sided Timber, stone, or earth ; also round timber from 1 inch girt to 100 inches, and any lenght,* Allen and Sage, sans lieu ni date (env. 1850?).

HARANG, F., *Éléments de trigonométrie suivis d'une instruction sur la règle à calcul à l'usage des écoles pratiques d'industrie, écoles et cours d'enseignement professionnel et des apprentis tourneurs, ajusteurs mécaniciens et électriciens,* Dunod, Paris, 1933.

HEATHER, J. F., *A treatise on mathematical instruments, including most of the instruments empoyed in drawing, for assisting the vision, in surveying and levelling, in practical astronomy, and for measuring the angles of crystals ; in which their construction, and the methods of testing, adjusting , and using them, are concisely explained ,* John Weale, London, 1849.

HENRION, Denis, *L' usage du mécomètre, qui est un instrument géométrique, avec lequel on peut très-facilement mesurer toutes sortes de longueurs & distances visibles ; prendre et rapporter au petit pied le plan des villes, chasteaux & autres places, trasser tant sue le papier, que sur la terre telles figures & fortifications qu'on voudra, faire faire toutes sortes de cartes tant géographiques que chorographiques ; & pratiquer toutes les autres opérations d'Arithmétique & de Géométrie, qui se prtiquent avec le compas de proportion, la règle proportionnelle, le graphomètre et la boussole,* Isaac Dedin, Paris, 1630.

HENRION, Denis, *Logocanon ou règle proportionnelle sur laquelle sont appliquées plusieurs lignes& figures, divisées selon diverses proportions & mesures, en faveur de ceux qui se délectent en la practiques des divines mathématiques.* I. Bourriquant, Paris, 1626.

HENRION, Denis, *Mémoires mathématiques recueillis et dressés en faveur de la noblesse française,* (2 vol.) chez l'auteur, Samuel Thiboust, Paris, 1627.

HENRION, Denis, *Traité des logarithmes,* chez l'auteur, Paris, 1626.

HENRION, Denis, *L'usage du compas de proportion, nouvellement revû, corrigé, & augmenté d'une seconde partie, enrichie de plusieurs figures que nous avons fait graver,* David Berthelin, Rouen, 1680.

HOARE, Charles, *The slide-rule and how to use it : containing full, easy, and simple instructions to perform all business calculations with unexampled rapidity and accuracy*, Virtue & Co, Londres, 1868.

HODSON , Thomas, *The accomplished tutor, or complete system of liberal education,* Symonds, Londres 1802.

HORSBURGH, E. M. (dir.), *Modern instruments and methods of calculation, a handbook of the Napier tercentenary exhibition,* G. Bell and sons, Londres, The royal society of Edimburgh, s. d. (1914?).

HOUËL, Jules, « Règle à calcul à double réglette », *Nouvelles annales de mathématiques 2e série,* tome 8 (1869), p.283-285.

JOMARD, Edme-François, *Souvenirs sur Gaspard Monge et ses rapports avec Napoléon*, Thunot, Paris, 1853.

JOUANNEAU, Édouard, *Pratique de la règle à calcul,* Librairie parisienne de la radio, Paris, 1971.

JULLY, A., *La règle à calculs, notions théoriques , emploi et applications pratiques à l'usage des élèves des écoles et des cours professionnels,* Albin Michel, Paris, sans date (env. 1920).

KENTISH, Thomas, *A treatise on a box of instruments and the slide rule, for the use of gaugers, engineers, seamen, and students,* Henry Carey Baird, Philadelphie, 1854.

LABOSNE, A., *Instruction sur la règle à calcul,* Gauthier-Villars, Paris, 1872.

LAGRANGE, capitaine E., « Instruction à l'usage des officiers et sous-officiers de

toutes les armes sur la manière de se servir de la règle à calcul, avec des applications aux différentes branches de l'art militaire », *Revue militaire belge,* Félix Oudart, Liège, 1841, p. 337-358 et 457-479.

LALANDE, Jérôme, *Abrégé de navigation, historique, théorique et pratique*, Dézauche, Paris, 1793.

LALANDE, Jérôme, « Notice sur les ouvrages des citoyens Lenoir, Caroché et Fortin », *Le magasin encyclopédique,* Fuchs, Paris, An VI, 1797, p. 147-148.

LALANNE, Léon, *Description et usage de l'abaque ou compteur universel,* Dubochet, Paris, 1843.

LALANNE, Léon, « Abaque des équivalents chimiques », *Un million de faits,* Dubochet, Le Chavalier et Cie, Paris, 1846, p. 1-15 (supplément).

LALANNE, Léon, *Instruction sur les règles à calcul, et particulièrement sur la nouvelle règle à enveloppe de verre,* Hachette, Paris, 1851.

LAMBERT, J. H., *La perspective affranchie de l'embaras* (sic) *du plan géométral,* Heidegger, Zurich, 1759.

LARCHER, P.-A., Rapport sur les cadrans logarithmiques du citoyen Leblond, *Mémoires des sociétés savantes et littéraires de la république française, tome premier*, Fuchs, Paris, an IX (1801), pp. 111-116.

LAVOISIER, *Œuvres,* tome VI, Imprimerie nationale, Paris, 1893.

LAWRENCE, Edward, *The young surveyor's guide, or a new introduction to the whole art of surveying land, both by the chain and all instruments now in use,* James Knapton, Londres, 1716.

LEADBETTER, Charles, *The royal gauger ; or gauging made perfectly easy, as it is actually practised by the officers of his majesty's revenue of excise ; in two parts,* E. Wicksteed, Londres, 1750.

LECLAIR, Maurice, *Méthode simplifiée et applications pratiques de la Règle à Calcul,* Tavernier-Gravt, Paris, Mme Vve Leclair, Auxerre, 1910.

LEMOINE, Capitaine Jean, *Instruction pratique sur la règle à calculs universelle Barbotheu « J.-D. »,* Barbotheu, Paris, 1925.

LENOIR, Paul-Étienne, *Mémoires sur les niveaux-cercles,* sans nom d'éditeur, 1825.

MACKAY, Andrew, *The description and use of the sliding gunter in navigation*, The author, Aberdeen, 1802.

MANNHEIM, Amédée, *Instruction sur la règle à calcul modifiée*, sans nom d'éditeur, Metz, 1851

MACKAY, Andrew, *The description and use of the sliding rule in arithmetic, and the mensuration of surfaces and solids. Also, the descritption of the ship carpenter's sliding rule, and its use applied to the construction pf masts, yards, etc. together with the description and use of the gauging rule, gauging rods, & ullage rule,* Oliphant, Waugh and Innes, Edimbourg, 1811.

MARTIN, Thomas, *Practical mensuration by the pen and slide rule, wherin the lines on the rule are explained, so as to be perfectly known and applied to the measuring of superficies and solid, including board and timber,* The author, Londres, 1831.

McLEOD, T. H., *Instrumental calculation or a treatise on the slide rule, comprising every thing necessary for a full understanding of the nature and the use of that instrument, and adapted to the ready comprehension of the mechanic, merchant, and farmer, for whom it is designed,* George Smith, Middlebury, 1846.

MILLOT, Stanislas, *Guide de poche pour l'emploi de la règle à calcul fournissant instantanément 328 procédés pour résoudre 172 formules,* Gauthier-Villars, Paris, 1910.

MONTUCLA, J.-F., *Histoire des mathématiques, tome second,* Agasse, Paris, An VII.

MOUZIN, Ph., *Instruction sur la manière de se servir de la règle à calcul,* (4e édition),

L. Mathias, Paris, 1844.

MOUZIN, Ph., *Instruction sur la manière de se servir de la règle à calcul,* Bachelier, Paris, Douiller, Dijon, 1825 (2e éd.), 1837 (3e éd.).

NEPER, John, *Mirifici logarithmorum canonis constructio et eorum ad naturales ipsorum numeros habitudines ; una cum appendice, de alia eaque praestantiore logarithmorum specie condenda, quibus accessere propositiones ad triangula sphaerica faciliore calculo resoluenda ; una cul annotationibus aliquot doctissimi D. Henrici Brigguu in eas, et memoratam appendicem*, Bartholomée Vincent, Lyon, 1620.

OUGHTRED, William, *Opuscula mathematica hactenus inedita,* Theatro Sheldoniano, Oxford, 1677.

OZANAM, Jacques, *Usage du compas de proportion et de l'instrument universel,* Jombert, Paris, 1768.

PARTRIDGE, Seth, *The description and use of an instrument, called the double scale of proportion,* William Wright, Londres, 1661.

PASCAL, Blaise, « Avis nécessaire à ceux qui auront curiosité de voir la machine arithmétique, et de s'en servir », dans *Œuvres complètes*, Bibliothèque de la Pléiade, NRF, Paris,1964.

PATTEN, William, *The complete slide rule instructor, containing upwards of three hundred questions for thr improved slide rule, adapted for thr use of engineers, millwrights, cotton spinners, mehanics, blacksmiths, moulders and artisans in general,* Kent, Londres, Heywood, Manchester, 1858.

PEPYS, Samuel, *The diary of Samuel Pepys,* Croscup, New York, 1893.

PERAUX, E., *Instruction sur la règle à calcul à deux réglettes,* Tavernier-Gravet, Paris, 1893.

PEZENAS, Esprit, *Pratique du pilotage ou suite des élémens du pilotage,* Girard,

Avignon, 1733.

PICKWORTH, Charles, *The slide rule : a practical manual,* Whittaker, Londres, Van Nostrand, New-York, 1894 (11e édition 1908).

PLEBANI, Benedetto, *Il regolo calcolatorio e l'aritmetica logaritmica,* Stamperia dell'unione tipografico editrice, Torino, 1868.

POUCHET, Louis-Ezechiel, *Arithmétique linéaire. Nouvelle méthode abrégée de calculer, que l'on peut pratiquer sans savoir lire ni écrire*, Guédra, Rouen, 1795.

POUCHET, Louis-Ezechiel, *Tableau des nouveaux poids, mesures et monnaies de la République Française,* chez l'auteur, Rouen, an III.

POZZI, Giovanni, *Regolo calcolatore e sue applicazioni nelle operazioni topografiche,* Hoepli, Milan, 1895.

ROGET, Peter M., « Description of a new instrument for performing mechanically the involution and evolution of numbers », *Philosophical transactions of the Royal Society of London fro the year MDCCCXV,* Bulmer, Londres, 1815,

ROWLAND, James L., *Calculating companion for the slide rule, containing instructions for its application to calculation of leverage, mensuration of superficies, solids, &c, cask and malt gauging, steam engines, metal weighing, &c.* Walton and Maberly, Londres, 1855.

SAUVEUR, Joseph, *Géométrie élémentaire et pratique,* sans nom d'éditeur, Paris, 1753.

SCHULZ von STRASSNICKI, Leopold, *Anweisung Zum Gebrauche Des Englischen Rechenschiebers (sliding rule, règle à calcul)*, Rohrmann, Vienne, 1844.

SELLA, Quintino, *Teorica e practica del regolo calcolatore,* Stamperia reale, Turin, 1859.

SERRET, J.-A., *Eléments d'arithmétique,* Mallet-Bachelier, Paris, 1861.

SIMMS, Fredeick W., A treatise on the principal mathematical instruments employed in surveying, Troughton and Simms, London, 1834

SONNE, M., « Cercle à calcul », *Le Technologiste, tome 26,* Roret, Paris, 1865, pp. 640-660.

TEMPLETON, W., *The operative mechanics workshop companion,* John Weale, Londres 1853.

UN PROFESSEUR DE MATHEMATIQUES, *Instruction sur l'emploi de la règle de Gunter,* Gravet-Lenoir, Paris, 1865.

VINCENT, A.,*Instruction sur la règle à calcul ordinaire,* Nathan, Paris, 1922.

WARD, John, *The lives of the professors of Gresham College,* John Moore, Londres, 1740.

WINGATE, Edmond, *L'usage de la règle de proportion en l'arithmétique et la géométrie,* Melchior Mondiere, Paris, 1624.

WINGATE, Edmond, *Arithmétique logarithmétique, ou la construction et usage des tables logarithmétiques,* Pierre Rammasein, Goude, 1628.

WINGATE, Edmund, *The use of the rule of proportion in arithmetics and geometry, first published at Paris in the French tongue and dedicated to Monsieur, the then King's only brother named Duke of Orleans*, Londres, 1645.

WINGATE, Edmund, *Mr. Wingate's arithmetick, containing a plain and familiar method for attaining the knowledge and practice of common arithmetick*, thirteenth edition, Philips, Taylor, Londres, 1713.

WINGATE, Edmund, *Of natural and artificial arithmetic, or arithmetic made easy,* Dodson, Londres, 1620.

Articles de revues

AMPERE, « Rapport fait par M. Ampère, au nom du Comité des arts mécaniques, sur

un instrument à calculer, inventé par M. Gattey, et auquel il donne le nom d'arithmographe », *Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale*, n°CXLI, Mars 1816, p. 49-50.

ANONYME, « Description de l'arithmographe, et explication sommaire de ses principaux usages », *Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale*, n°CXLI, Mars 1816, p.50-54.

ANONYME, *La Belgique judiciaire, Gazette des tribunaux belges et étrangers,* Tome XI, N° 20, jeudi 10 mars 1853, Bruxelles, 1853.

De La ROQUETTE, « Notice sur la vie et les travaux de Monsieur Jomard », dans *Bulletin de la Société de géographie,* cinquième série, tome cinquième, Arthus-Bertrand, Paris, 1863, pp. 81-101.

FOURÉ, "Communication", *Le Lycée armoricain,* 7e année, 13e volume, Mellinet-Malassis, Nantes, 1829*,* pp. 450-459.

FRANCŒUR, "Rapport fait par M. Francœur, au nom du comité des arts mécaniques, sur les règles à calculer de M. Jomard"*, Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale,* 20e année, Huzard, Paris, 1821, pp. 77-79.

GATTEY, François, *Table des rapports des anciennes mesures agraires avec les nouvelles, précédées des éléments du nouveau système métrique, troisième édition,,* Paris, Michaud, chez l'auteur, 1812

GOULIER, Colonel, «Rapport fait par M. le colonel Goulier, au nom du comité des arts mécaniques, sur la règle à calcul à deux réglettes de M. Péraux, négociant à Nancy », *Bulletin de la SEIN,* février 1893.

HACHETTE, « Note sur l'alcoomètre centésimal de M. Gay-Lussac », *Bulletin de la SEIN, 24e année, N° CCXLVII, janvier 1825,* Madame Huzard, Paris, 1825, pp. 10-11.

HOUËL, Jules, « Règle à calcul à double réglette », *Nouvelles annales de mathématiques 2e série,* tome 8 (1869), p.283-285.

JOMARD, Edme François, "Description d'une règle à calculer,employée en Angleterre et appelée *sliding rule* ; précédée de quelques réflexions sur l'état de l'industrie anglaise, en avril 1815", *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale,* 14e année, Huzard, Paris, 1815, pp.179-190.

JOMARD, Edme François, « Observations de M. Jomard, sur les règles à calculer, et sur l'arithmographe », *Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale*, n°CXLI, Mars 1816, p. 54-56.

JOMARD, Edme François, "Rapport sur l'instruction de M. Collardeau pour l'usage de la règle à calculer", *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 20e année, n° CXCIX, Huzard, Paris, 1821, p. 4.

JOMARD, Edme François, "Rapport sur une nouvelle instruction à l'usage de la règle à calculer, faite par Monsieur Mouzin", *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 23e année, Huzard, Paris, 1824, p. 129-132.

LAGRANGE, capitaine E., « Instruction à l'usage des officiers et sous-officiers de toutes les armes sur la manière de se servir de la règle à calcul, avec des applications aux différentes branches de l'art militaire », *Revue militaire belge,* Félix Oudart, Liège, 1841, p. 337-358 et 457-479.

LAUSSEDAT, Colonel A., « Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographique », *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, 2e série, Tome IX,* Gauthier-Villars, Paris, 1897.

MANNHEIM, Amédée, « Règle à calculs modifiée », *Nouvelles annales de mathématiques,* 1ere série, tome 12 (1853), p. 327-329.

SONNE, « Cercle à calcul », *Le technologiste,* tome XXVI, 26e année, Roret, Paris, 1865.

TERQUEM, Olry, « Note sur les tables de Callet », *Nouvelles annales de mathématiques , 1ère série,* tome 5 (1846).

Dictionnaires, encyclopédies

ARMONVILLE, *La clef de l'industrie et des sciences qui se rattachent aux arts industriels,* sans nom d'éditeur, 1825.

COLLECTIF, *Encyclopædia Britannica,* articles Napier, Navigation, Londres, 1842.

COLLECTIF, *Bulletin des sciences mathématiques, astronomiques, physiques et chimiques*, tome deuxième, Bachelier, Paris,1824.

HUTTON, Charles, *A mathematical and philosophical dictionnary,* Johnson, Robinson, Londres, 1795.

LALANDE, Jérôme, « Notice sur les ouvrages des citoyens LENOIR, CAROCHÉ et FORTIN » dans *Magasin encyclopédique, ou journal des sciences, des lettres et des arts,* troisième année, tome quatrième, Fuchs, Paris, 1797, p. 147-153.

MICHAUD, *Biographie universelle ancienne et moderne,* volume 19, Desplaces, Paris, 1851.

SAVERIEN, *Dictionnaire universel des mathématiques et de la physique,* Rollin, Jombert, Paris, 1753.

Rapports de jurys d'expositions

ANONYME, *Instructions for the engineer's and mechanics' improved slide rule*, Abel Heywood, Manchester, 1845.

ANONYME, *Instructions for the engineers' & mechanics' improved slide rule,* Manchester, 1845. *Exposition des produits de l'industrie française en 1839, Rapport du jury central,* Tome second, Bouchard-Huzard, Paris, 1839.

CHEVALIER, Michel, (dir.) *Exposition universelle de 1867 à Paris, Papports du jury international,* tome deuxième, groupe II – classes 6 à 13, Paul Dupont, Paris, 1868.

COLLECTIF, *Rapport du jury central sur les produits de l'industrie française en 1844*, tome deuxième, section II, instruments de précision, Paris, Fain et Thunot, 1844.

CORNU, A. *Exposition universelle internationale de 1878 à Paris. Groupe - Classe 15, Rapport sur les instruments de précision,* Imprimerie nationale, Paris, 1880

COSTAZ, L., *Rapport du jury central sur les produits de l'industrie française,* Imprimerie royale, Paris, 1819.

DUPIN, Baron Charles, *Rapport du jury central sur les produits de l'industrie française exposés en 1834*, tome troisième, deuxième partie du rapport, Imprimerie royale, Paris 1836.

Manuels scolaires

ADHEMAR, J., *Traités d'arithmétique et d'algèbre,* 3e édition, de Lacroix-Comon, Paris, 1857

BRIOT, Charles, *Leçons d'algèbre conformes aux programmes officiels de l'enseignement des lycées, première partis, à l'usage des élèves de la classe de seconde et des candidats au baccalauréat ès-sciences, à l'Ecole de Marine, et à l'école militaire de Saint-cyr ; précédée d'une introduction à l'usage des élèves de la classe de troisième.* Quatrième édition, Dalmont, Paris, 1858.

De COMBEROUSSE, Charles, *Cours de mathématiques à l'usage des candidats à l'École centrale des arts et manufactures, et de tous les élèves qui se destinent aux écoles du gouvernement,* Mallet-Bachelier, Paris, 1860.

Catalogues de constructeurs

ANONYME, *L'industrie française des instruments de précision,* Syndicat des constructeurs en instruments d'optique et de précision,1902, réimpression 1980.

ANONYME, *Priced and illustrated catalogue and descriptive manual of mathematical instruments,* Queen, James W. & Co Philadelphie, 1848.

BARABAN, *Catalogue et prix des instruments de précision, de mathématiques, de géodésie et de marine et de tous les objets nécessaires pour le dessin linéaire,*

architecture, levé de plans, lavis, Maison Baraban, L. Thomas, successeur, Paris, 1901.

DEUTSCHE GESSELLSCHAFT FUR MECHANIK UND OPTIC , *Special catalogue of the collective exhibition of scientific instruments and appliances,* Bahlke, Berlin, 1893.

LENOIR, *Catalogue et prix des instruments de mathématiques qui se construisent dans l'établissement de Lenoi, ingénieur du roi en instruments à l'usage des sciences, membre de la Légion d'honneur, rue Cassette, n° 14, Faubourg St-Germain,* sans lieu ni date (vers 1825).

McALLISTER & Brothers, *Illustrated Catalogue,* McALLISTER, Philadelphia, 1855.

MORIN, H., *Catalogue général, janvier 1895, Instruments de précision,* H. Morin Paris, 1895.

MORIN, H, *Petit catalogue général, édition 1923, instruments de précision, compas, fournitures de dessin,* H. Morin, Paris, 1923.

SOURCES SECONDAIRES

ANONYME, *Instructions générales pour l'emploi des règles à calculer,* Graphoplex, sans lieu ni date (vers 1960).

ANONYME, *De la machine à calculer de Pascal à l'ordinateur, 350 ans d'informatique,* Catalogue d'exposition, Musée national des techniques, CNAM, Paris, 1990.

ASIMOV, Isaac, *An easy introduction to the slide rule*, Houghton Mifflin, New York, 1965.

BARBIN, Evelyne (dir.), *Histoire de logarithmes,* Ellipses, Paris, 2006.

BARBIN, Évelyne, « L'invention des théorèmes et des instruments » dans HEBERT, Elisabeth, *Instruments scientifiques à travers l'histoire*, Ellipses, Paris, 2004, p. 7-12.

BARBIN, Evelyne, *La révolution mathématique du XVIIe siècle,* Elipses, Paris, 2006..

BELHOSTE Bruno, *«* L'enseignement secondaire français et les sciences au début du XXe siècle. La réforme de 1902 des plans d'études et des programmes»*, Revue d'histoire des sciences,.* 1990, Tome 43, n°4, p. 371-400.

BELHOSTE, Bruno, *Les sciences dans l'enseignement secondaire français, textes officiels, Tome 1, 1789-1914*, INRP, Economica, Paris, 1995.

BERCHÉ, Paul, JOUANNEAU, Edouard, *Apprenez à vous servir de la règle à calcul,* 8e édition*,* Librairie de la radio, Paris, 1955.

BOISTEL, Guy, « Pierre Bouguer, commissaire pour la marine et expert pour les longitudes : un opposant au développement de l'horlogerie de marine au XVIIIe siècle ? », dans *Revue internationale d'histoire des sciences,* Tome 63-1, janvier juin 2010.

BOURBAKI, Nicolas, *Éléments d'histoire des mathématiques,* Hermann, Paris, 1974.

BOYER, Jacques, « Les machines à calculer et leur utilisation pratique », *La science et la vie*, n° 34, septembre 1917, p. 345-355.

BRAUDEL Fernand. « Histoire et Sciences sociales : La longue durée » *In: Annales. Économies, Sociétés, Civilisations. 13e année,* N. 4, 1958. pp. 725-753.

CAJORI, Florian, *A History of the logarithmic slide rule and allied instruments,* JF. Tapley Co, New York, 1909.

CHATZIS, (Konstantinos), "Theory and practice in the education of French engineers from the middle of the 18th century to the present", *Archives internationales d'histoire des sciences*, 60 (2010), n° 164, p. 43–78.

CHATZIS, (Konstantinos), « Les ingénieurs français au XIXe siècle (1789–1914): émergence et construction d'une spécificité nationale », dans *Gabriel Lamé, les pérégrinations d'un ingénieur au XIXe siècle*, numéro spécial de la revue *SABIX*, 44 (2009), p. 53–63.

COLLECTIF, *Petit Larousse illustré 1983*, Larousse , Paris, 1980.

COLLECTIF, *Dictionary of national biography,* 1885-1900, vol. 62, Lee, Oxford, 1900.

CRAENEN, Guus, *Rechenschieber im Wandel der Zeit 1787-1905*, édité par l'auteur, Soest, 2009.

D'OCAGNE, Maurice, *Histoire abrégée des sciences mathématiques,* Vuibert, Paris, 1955.

D'OCAGNE, Maurice, *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques, histoire et description sommaire des instruments et machines à calculer, tables, abaques et nomogrammes,* Seconde édition, Gauthiers-Villars, Paris, 1905.

DAUMAS, Maurice, *Histoire générale des techniques,* (5 vol.), Presses Universitaires de France, Paris, 1962 à 1979.

DAUMAS, Maurice, *Instruments scientifiques du 17e et 18e siècles,* Presses Universitaires de France, Paris, 1953.

DIEUDONNÉ, Jean, *Abrégé d'histoire des mathématiques (1700-1900),* Hermann, Paris, 1986.

FAUQUE, Danielle, « Pierre Bouguer (1698-1758) un savant et la marine dans la première moitié du XVIIIe siècle », dans *Revue internationale d'histoire des sciences,* Tome 63-1, janvier-juin 2010.

FISCHER, Joachim, « Napier and the computation of Logarithms », *Journal of the Ougtred Society,* Vol 7, N° 1, Spring, 1998, p.11-16.

FROUARD, Hélène, "Une règle à calcul pour conquérir la Lune", *Ciel et espace,* n° 517, Juin 2013, p. 56-59.

GILLE, Bertrand, *Histoire des techniques,* Encyclopédie de la Pléiade, NRF, Paris, 1978.

GOURION et NOVELLI, Nombres, Analyse, Probabilités, Classes terminales C et E, Fernand Nathan, Paris, 1979.

HAHN, Roger, *L'anatomie d'une institution scientifique, l'Académie des sciences de Paris, 1666-1803,* Édition des archives contemporaines, Bruxelles, 1993.

HÉBERT, Elisabeth (dir.), *Instruments scientifiques à travers l'histoire,* Ellipses, Paris, 2004.

HOPP, Peter M., *Slide rules : Their history, models, and makers*, Astragal press, Mendham, N.J., 1998.

IFRAH, Jean, *Histoire universelle des chiffres, l'intelligence des hommes racontée par les nombres et le calcul,* (2 vol.), Collection Bouquins, Robert Laffont, Paris, 1994.

JACOMY, Bruno, *Une histoire des techniques,* Seuil, Paris, 1990.

KUHN, Thomas, *La structure des révolutions scientifiques,* Flammarion, Paris, 1970.

LAISSUS, Yves, *Jomard, le dernier Egyptien,* Fayard, Paris, 2004.

LITTRÉ, *Dictionnaire de la langue française*, article règle, tome 4, Hachette, Paris, 1874.

MARCHAND, Jean, « La règle à calculs peut et doit être utilisée par tous », *La science et la vie*, n° 101, novembre 1925, p. 393-404.

MARGUIN, Jean, *Histoire des instruments et machines à calculer, trois siècles de mécanique pensante, 1642-1942,* Hermann, Paris, 1994.

MONTUCLA, J. E., *Histoire des mathématiques,* Agasse, Paris, An VII.

OTNES, Bob et SCHURE, Conrad, "Early french slide rules in various collections", *Journal of the Oughtred Society*, Vol. 11, N°1, 2002, pp. 28-31.

PASCAL, Blaise, *Œuvres complètes*, *Bibliothèque de la Pléiade,* NRF, Paris,1964.

PAYEN, Jacques, « Les constructeurs d'instruments scientifiques en France au XIX^{e} siècle », *Archives internationales d'histoire des sciences,* Vol. 36/1986, p. 87.

QXUEYZANNE et REVUZ, *Mathématiques 2^{e} CT,* tome 2, Fernand Nathan, Paris, 1969

RABARDEL, Pierre, « Qu'est-ce qu'un instrument ? Appropriation, conceptualisation, mises en situation » dans *Outils pour le traçage des courbes,* CNDP, DIE, Mars 1995.

ROBERT, Paul, *Le ROBERT quotidien*, dictionnaires LE ROBERT, Paris, 1996.

RUDOWSKI, Werner, "How well known were slide rules in Germany, Austria and Switzerland before the second half of the 19th century", *Journal of the Oughtred Society*, vol.15 n°2, 2006, pp. 1-10.

SAUER, Robert J., « Lalanne's glass slide rule and an associated instruction book », *Journal of the Oughtred society,* Vol 7, N) 2, Fall 1998, p. 25-30.

SIMONDON, Gilbert, *Du mode d'existence des objets techniques,* Aubier, Paris, 1958.

SIMONDON, Gilbert, *L'invention dans les techniques, cours et conférences,* Seuil, Paris, 2005

SOLE, Robert, *Les savants de Bonaparte*, Seuil, Paris, 1998.

TATON, René, *Le calcul mécanique,* P.U.F. Paris, 1949

THOMAS, Marc, *L'introduction des règles à calcul en France (1614-1852),* Mémoire de Master 2 de recherche, Centre François Viète, Université de Nantes, 2009.

THOMAS, Marc, "A very early Lenoir slide rule", *Journal of the Oughtred Society* Vol. 19, N°1, Spring, 2010, p. 60-64.

THOMAS, Marc, "Introduction of slide rules in France", *Journal of the Oughtred Society* Vol. 20, N°2, 2011, p.1-7.

THOMAS, Marc, "French slide rules makers in the 19th century, from Gravet-Lenoir to Tavernier-Gravet : A family story", *Journal of the Oughtred Society* Vol. 22, N°1, Spring, 2013, p. 27-29.

TOURNÈS, Dominique, "Une discipline à la croisée de savoirs et d'intérêts multiples: la nomographie", dans *Circulation Transmission Héritage, Actes du XVIIIe colloque inter-IREM Histoire et épistémologie des mathématiques (Université de Caen Basse Normandie, 28–29 mai 2010)*, Pierre Ageron & Évelyne Barbin (éds), Caen: Université de Caen Basse-Normandie, 2011, p. 415–448.

TOURNÈS, Dominique, « Mathematics of the 19th century engineers : methods and instruments », *Proceedings of the HPM meeting*, 2012, Daejeon, Corée www.hpm2012.org/Proceeding/Plenary/PL4.pdf (consulté le 13 janvier 2014).

TURNER, Anthony, « "Utile pour les calculs" : The logarithmic scale rule in France and England during the seventeenth century », dans *Archives internationales d'histoire des sciences,N°121,* vol. 38/1988, p. 252-270.

TURNER, Anthony, *From pleasure and profit to science and security, Étienne Lenoir and the transformation of precision instrument-making in France 1760-1830*, The Whipple museum of the history of science, Cambridge, 1989.

VAN POELJE, Otto, MORIZET, Michel, « Two “cadrans logarithmiques” by Le Blond and Gattey, for Old-to-Metric unit conversions in France (1799) », *Journal of the Oughtred Society,* Volume 22, Number 2, Fall 2013.

VISSIO, *Mathématiques 2e CDT*, Delagrave, Paris, 1973.

VON JEZIERSKY, Dieter, S*lide rules, a journey through three centuries,* Astragal Press, Mendham, N. J., 2000.

VON JEZIERSKY, Dieter, “Two Tavernier-Gravet slide rule systems”, *Journal of the Oughtred Society* Vol. 11, N°1, 2002.

VON JEZIERSKY, Dieter, “Two Tavernier-Gravet slide rule systems”, *Journal of the Oughtred Society* Vol. 11, N°1, 2002.

VON JEZIERSKY, Dieter, “Sonne's circular slide rule”, *Journal of the Oughtred Society* Vol. 17, N°2, 2008.

VON JEZIERSKI, Dieter, et SHEPHERD, Roger, « Thomas Kentish – His times, his works, and the mysterious man himself », *Journal of the Oughtred Society Volume 20, number 2,* Fall 2011, p. 39-47.

WELLS, Francis et WYMAN, Tom, "La règle à calcul : Lenoir, Gravet-Lenoir and Tavernier-Gravet slide rules", *Journal of the Oughtred Society,* Vol. 11, N°1, 2002, p. 23-27.

WESS, Jane, « The Soho Rule », *Journal of the Oughtred Society,* Vol. 6, No 2, Fall 1997, p. 23-26.

WYMAN, Tom, « Description and use of the sliding Gunter in navigation », *Journal of the Oughtred Society,* Vol. 20, N°2, Fall, 2011, p. 33-39.

SITES INTERNET

Tous ces sites ont été consultés le 4 février 2014.

http://cnum.cnam.fr/fSER/BSPI.html

http://histoiresein.hypotheses.org/

http://machineacalculer.free.fr/index.htm

http://numix.polytechniciens.com/

http://photocalcul.com/Calcul/calcul.html

http://sliderules.lovett.com/

http://szamologep.blogspot.fr/2009_12_01_archive.html

http://www.geo-anse.com/geo/geoa0003.htm

http://www.giovannipastore.it/tabella.htm

http://www.linealis.org/

http://www.mainieri.eu/

http://www.oughtred.org/

http://www.rechenschieber.org/

http://www.sliderule.it/

http://www.sliderulemuseum.com/

http://www.sliderules.info/index.htm

http://www.sphere.bc.ca/test/sruniverse.html

http://www.vintagecalculators.com/

http://www.xnumber.com/xnumber/collectors_mech.htm

TABLE DES MATIERES

Table des matières

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....4
PREMIÈRE PARTIE

LES DÉBUTS
DE LA RÈGLE À CALCUL
(1614-1815).....19
INTRODUCTION.....20
INTRODUCTION.....20
I) DES TABLES DE LOGARITHMES AUX INSTRUMENTS.....22
A)Les premiers instruments logarithmiques (1620).....22
Neper, Briggs, calcul des logarithmes.....22
La ligne des logarithmes : Gunter.....23
La règle de Gunter et la navigation.....25
Le compas de proportion 25
B)Les livres de Wingate (1624).....27
Edmund Wingate.....27
L'usage de la reigle de proportion (1624).....28
C)Les premières règles à calcul (sliding rules 1627).....31
Qui est l'inventeur ?.....31
II)EN ANGLETERRE : DES RÈGLES À CALCUL SPÉCIALISÉES.....34
A)Les règles de métiers.....34
L'utilisation au XVIIIe siècle en Angleterre.....35
B)Un témoin : Samuel Pepys (1663).....36
C)Les règles de Coggeshall (1691)et Everard (1683).....39
D)The Royal Gauger de Charles Leadbetter (1730).....39
III)HENRION : UN TRANSMETTEUR DE SAVOIR.....44
A)Denis Henrion.....44
B)Le Logocanon (1626).....45
Le livre.....46
La méthode des transversales.....50
Tracé d'une échelle logarithmique 50
IV)LES INSTRUMENTS EN FRANCE.....53
A)La règle de Sauveur (1700 env.).....53
La règle de Sauveur.....53
La jauge de Sauveur.....54
Camus et les questions de jauge.....56
B)Les instruments logarithmiques dans les traités de navigation.....57
Le traité de Pierre Bouguer (1753).....58

Dulague et autres traités....61
C)D'autres instruments logarithmiques 63
Les cadrans logarithmiques de Leblond (1801)....63
Les tabatières de Hoyau et Gattey....65
V)LA SITUATION À LA FIN DU XVIIIe SIÈCLE....68
A)Les traités anglais du XVIIIe siècle....68
B)Watt et la règle de l'ingénieur (engineer's rule)....69
Un besoin technique....70
La règle « Soho » (1780 env.)....70
C)L'état des lieux à la fin du XVIIIe siècle....73
En Grande-Bretagne....73
Dans les autres pays....73
CONCLUSION....75

DEUXIÈME PARTIE

LE PASSAGE EN FRANCE
(1815-1851)....77
INTRODUCTION....78
INTRODUCTION....78
I)L'ARRIVÉE EN FRANCE....80
A)Les fabricants d'instruments scientifiques en France au tournant du XVIIIe siècle....80
B)Les principaux initiateurs....81
Edme-François Jomard (1777 – 1862)....81
Charles Félix Collardeau (1796 – 1869)....83
Étienne Lenoir (1744 – 1832) 86
Paul-Étienne Lenoir (1776-1827)....88
C)La communication de Jomard à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale en 1815....89
La Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale....90
La mécanisation en Angleterre....91
Présentation de la règle à calcul 93
Réactions à cette communication 96
II)LES PREMIÈRES RÈGLES FRANÇAISES....100
A)La fabrication dans l'atelier de Lenoir....100
Une mise au point difficile (1815-1820)....100
B)Les règles à calcul au catalogue (1830 env.)....102
C)Deux exemples de règles fabriquées par Lenoir....104
Une règle « modèle Jomard » (1825 env.)....105
Tableau au verso de la règle Lenoir....108
Une règle « modèle Collardeau » (1825 env.)....110
III)LES PREMIERS MANUELS D'INSTRUCTIONS....112
A)Apprendre à s'en servir....112
B)Le manuel de Collardeau....113
La première édition (1820)....113
La seconde édition (1833)....117
C)Le manuel de Ph. Mouzin....125

La première édition (1823).....127
La quatrième édition (1844) 132
D)Le manuel de J.-F. Artur ((1827).....134
E)D'autres livres.....139
Le manuel de F. Guy.....139
Le traité de Benoît (1853).....142
F)Un début de diffusion.....144
IV)LA SUCCESSION DES LENOIR.....147
A)Mabire 148
B)François-Fuscien Gravet (1812-1895).....149
C)L'utilisation du nom de Lenoir (1852).....150
Un exemple de règle Gravet-Lenoir.....152
Un « concurrent » : Léon Lalanne.....152
CONCLUSION.....155

TROISIÈME PARTIE

LA DIFFUSION
(1851-1900).....157
INTRODUCTION.....158
INTRODUCTION.....158
I)MANNHEIM ET LA RÈGLE À CALCUL MODERNE.....159
A)Amédée Mannheim.....159
B)La règle à calcul de Mannheim (1851).....160
II)LA LA RÈGLE À CALCUL ET L'ENSEIGNEMENT.....164
A)Le cas de l'École Centrale 164
B)Dans les programmes des « grandes écoles » :.....165
C)La règle à calcul dans l'enseignement secondaire en France à la fin du XIXe siècle :.....166
Dans les programmes.....166
Dans les manuels scolaires.....168
III)LA FABRICATION.....170
A)Qui est Tavernier ?.....170
B)La production 173
Une production quasi-artisanale.....173
C)Les Expositions universelles.....176
D)Les réactions.....178
E)L'abaque et la règle à calcul : concurrence ou complémentarité ?.....182
L'abaque de Lalanne.....182
La nomographie.....184
F) Les règles françaises de la fin du XIXe siècle.....187
Une production qui se diversifie.....187
Les techniques de fabrication 190
Les manuels d'instructions.....192
IV)LA DIFFUSION VERS LES AUTRES PAYS.....193
A)Le cas de la Grande-Bretagne.....193
B)Des publications à l'étranger.....195
Dans l'armée belge.....196

En Italie, Quintino Sella et les premiers manuels.....197
C)De l'artisanat à l'industrie.....199
En Allemagne : progrès technique et industrialisation.....199
Aux États-Unis et au Japon : l'émergence de grands fabricants : 201
CONCLUSION.....205

QUATRIÈME PARTIE

UN INSTRUMENT UNIVERSELLEMENT UTILISÉ (XXe SIÈCLE).....208
INTRODUCTION.....209
INTRODUCTION.....209
I)UNE PRODUCTION INDUSTRIELLE 213
A)Les principaux fabricants.....213
En Allemagne 213
Aux États-Unis.....215
Au Japon.....216
En Grande-Bretagne.....217
En France.....218
Dans les autres pays.....218
B)Les modifications au XXe siècle.....218
Les nouveaux matériaux.....220
L'évolution des échelles.....221
Le système Rietz.....222
Le système Darmstadt ou log-log.....222
Les règles double face ou duplex.....223
L'instrument de l'ingénieur.....225
Dans le grand public 229
II)LA RÈGLE À CALCUL DANS L'ENSEIGNEMENT EN FRANCE (1950-1970).....235
A)Les instruments.....235
B)Dans les programmes et manuels français 236
C)Dans les programmes et manuels français 238
D)Dans les classes.....238
III)GRAPHOPLEX.....240
A)Les règles françaises entre 1900 et 1950.....240
B)La société Graphoplex.....240
L'histoire de la société.....240
La production 242
IV)LA FIN DES RÈGLES À CALCUL.....248
A)Une rupture brutale.....248
B)« The electronic slide rule ».....249
C)L'arrêt de la production.....250
CONCLUSION.....253

CONCLUSION GÉNÉRALE.....255
ANNEXES.....261

ANNEXE 1 262
ANNEXE 1 262
Construction d'une échelle logarithmique :....262
ANNEXE 2....264
ANNEXE 2....264
Méthode des transversales....264
ANNEXE 3....265
ANNEXE 3....265
Règles à calcul fabriquées par la société « DENNERT & PAPE » puis « ARISTO »....265
ANNEXE 4 268
ANNEXE 4 268
Extrait du catalogue « Graphoplex » de 1975....268
ANNEXE 5 269
ANNEXE 5 269
Mode d'emploi de la règle Graphoplex « Neperlog » (exraits)....269
ANNEXE 6 270
ANNEXE 6 270
Questionnaire sur l'utilisation de la règle à calcul....270
BIBLIOGRAPHIE....275
SOURCES PRIMAIRES....276
SOURCES PRIMAIRES....276
Manuels ou traités sur la règle à calcul et son histoire....276
Articles de revues 287
Dictionnaires, encyclopédies....290
Rapports de jurys d'expositions....290
Manuels scolaires....291
Catalogues de constructeurs....291
SOURCES SECONDAIRES....293
SITES INTERNET 299
TABLE DES MATIERES....300
Index des noms cités....305
Index des illustrations....308

Index des noms cités

Albert Nestler....198
Apoullot....223
Aristo....198, 211, 233
Artur....98, 109, 110, 131, 132, 133, 135, 136, 142
Asimov....229
Barbotheu....187, 188, 216
Benoît....139, 140, 141, 158, 162, 190, 195, 196
Bernoulli....70, 71
Biler....70
Bion....52, 59
Borgnis....62
Bouguer....55, 56, 58, 61, 62
Boulton....67, 68, 69
Brander....70
Breman....39
Briggs....20, 21, 25, 27, 41, 42, 140
Cajori....30
Camus....53, 54
Chaptal....87
Coggeshall....36
Collardeau. .80, 81, 82, 83, 84, 97, 98, 99, 101, 102, 107, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 126, 135, 136, 140, 152, 166, 171, 184, 255, 258, 306
Copernic....18
Corabœuf....79, 93, 98
Cox....221
d'Ocagne....10, 176, 183, 186, 207, 208
Darmstadt....220, 240
De Morgan....63
Dennert & Pape....197, 198, 200, 211
Dulague....58, 59
Dulague 58
Edme-François Jomard....79
Everard....36, 39, 65, 66
Faber-Castell....198, 199, 211, 212, 213, 219, 220, 223, 233, 246, 249, 307
Farey....67, 69
Flower....66
Forster....30
Francœur....90, 92, 97, 98, 99, 101, 141
Galilée....18, 23
Gattey....62, 93, 94, 96, 141, 142
Gay-Lussac....81, 82, 88, 116
Giudubaldo del Monte....23
Graphoplex....7, 10, 15, 209, 216, 217, 218, 222, 233, 237, 238, 239, 241, 244, 245, 249, 256, 307
Gravet..3, 7, 10, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 159, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 184, 185, 186, 188, 189, 190, 194, 195, 196, 198, 199, 200, 201, 204, 215, 216, 233, 237, 256, 259, 307
Gravet-Lenoir....148, 149, 165, 167, 168, 185, 188, 190, 195, 307
Gunter....21, 22, 23, 25, 27, 29, 30, 33, 42, 43, 50, 56, 58, 59, 70, 72, 73, 90, 96, 108
Guy....136, 137, 171, 190, 195, 196
Hachette....79, 81, 83, 117, 255

Hemmi....200, 214, 215, 219, 221
Henrion....8, 23, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 56, 255, 281, 306
Hopp3....32
Houël....177, 178, 179
Hoyau....62, 63, 141, 142
IBM....208, 223, 224, 307
Jomard…75, 79, 80, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 108, 109, 110, 111, 116, 124, 125, 126, 132, 140, 141, 142, 152, 162, 184, 204, 255, 258, 259, 306
Jones....90, 91
Kepler....18, 42
Keuffel & Esser....204, 213, 249
Lalande....59, 61, 62
Lalanne....149, 150, 151, 161, 162, 163, 165, 170, 176, 180, 181, 190, 191, 195, 196
Lalanne et Lallemand....183
Lalanne....152
Lallemand....175, 183
Lambert....70, 90
Larcher....60, 61, 62
Le Bas....51
Leadbetter....36, 37, 39, 52, 54, 66
Leadbetter 37
Leblond....50, 60, 61, 73, 90, 93, 96
Lenoir..3, 6, 7, 10, 13, 75, 77, 78, 79, 83, 84, 85, 86, 92, 93, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 107, 108, 109, 110, 116, 125, 131, 136, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 165, 167, 168, 184, 185, 188, 190, 195, 197, 255, 306, 307
Mabire....144, 145, 146, 147, 148
Mannheim…75, 131, 141, 156, 157, 158, 159, 160, 170, 171, 172, 173, 174, 176, 184, 187, 188, 189, 190, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 204, 217, 219, 221, 232, 240, 256, 259, 306, 307
Montefiore-Levi....196
Mountaine....69
Mouzin....104, 107, 109, 110, 121, 124, 125, 126, 127, 130, 131, 133, 135, 136, 145, 196
Nairne....69
Neper....20, 21, 27, 42
Neper 42
Oughtred....30
Ozanam....23
Partridge....32
Pascal....18, 19
Payen....259
Pepys....34, 36
Pézenas....59
Pickett....214, 219, 224
Poncelet....156
Pouchet....61, 181
Pouchet,....183
Pozzi....196
règles....196
Rietz....220, 240, 241, 307
Rudowski....71
Sauveur....50, 51, 52, 70
Saverien....59
Scheffelt....70
Sella....195, 196
Sevin....51
Soho....67, 68, 69, 102, 107, 149, 152, 157, 159, 165, 173, 195, 198, 199, 200, 201, 204, 216
Southern....67, 68, 255, 258
Stephens....223
Strassnicki....197

Tavernier.....3, 7, 26, 159, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 184, 185, 186, 188, 189, 190, 194, 196, 198, 199, 200, 201, 204, 215, 216, 233, 237, 256, 307
Tavernier-Gravet.....159, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 184, 185, 186, 188, 189, 190, 194, 196, 198, 199, 200, 201, 204, 215, 216, 233, 237, 307
Thalès.....47
Tycho Brahé.....18
Vauban.....50
Vlacq.....20, 41
Walther.....220
Watt.....19, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 90, 91, 152, 255, 258, 306
Wess.....69
Wingate.....25, 29, 30

Index des illustrations

Fig.1: Utilisation des compas sur une échelle logarithmique.....22
Fig. 2: La règle de Gunter. ….....22
Fig. 3: Compas de proportion 24
Fig. 4: Le livre de Wingate.....28
Fig. 5: Circles of proportion.....31
Fig. 6: William Oughtred.....31
Fig. 7: La règle à calcul de Wingate (1630).....31
Fig.8: Règle de Seth Partridge 32
Fig. 9: Le journal de Samuel Pepys.....35
Fig. 10: Les règles d'Everard et de Coggeshall 36
Fig. 11: The Royal Gauger: page de titre.....38
Fig. 12: Logocanon et Mémoires mathématiques D. Henrion.....42
Fig. 13: Le Logocanon : adresse au lecteur.....44
Fig. 14: Logocanon : construction des lignes.....45
Fig. 15: Graduation logarithmique sur une règle moderne (1960).....46
Fig. 16: Construction de la ligne des logarithmes.....48
Fig. 17: La règle proportionnelle de D. Henrion.....49
Fig. 18: La règle de Sauveur telle qu'elle figure dans son ouvrage.....51
Fig. 19: La jauge de M. Sauveur dans l'ouvrage de Bion.....53
Fig. 20: Le traité de navigation de Pierre Bouguer.....57
Fig. 21: Cadran logarithmique de Le Blond 64
Fig. 22: Règle à calcul de l'usine de Watt 69
Fig. 23: Jomard.....79
Fig. 24: La fiche de Collardeau (École Polytechnique).....81
Fig. 25: Médaille d'argent de Collardeau (1834) 82
Fig. 26: Buste d'Étienne Lenoir.....84
Fig. 27: La règle à calcul anglaise présentée par Jomard.....91
Fig. 28: L'arithmographe de Gattey dans le bulletin de la SEIN.....95
Fig. 29: Catalogue de Lenoir (BNF).....100
Fig. 30: Extrait du catalogue de Lenoir, p. 20.....100
Fig. 31: La signature de Lenoir.....102
Fig. 32: Règle Lenoir de Jomard : recto 102
Fig. 33: La règle Lenoir de Jomard : verso.....103
Fig. 34: La règle Lenoir de Jomard : détail du verso.....103
Fig. 35: La règle Lenoir de Collardeau : recto 107
Fig. 36: La règle Lenoir de Collardeau : verso.....107
Fig. 37: L'instruction de Collardeau de 1820.....111
Fig. 38: La planche décrivant la règle dans le manuel de Collardeau.....114
Fig. 39: Le second manuel de Collardeau (1833).....115
Fig. 40: La manuel de Mouzin (première édition, 1823).....122
Fig. 41: Collardeau : La numération décimale.....123
Fig. 42: Annonce du 2 décembre 1852.....143
Fig. 43: Règle Gravet-Lenoir (vers 1850) 149
Fig. 44: Amédée Mannheim.....156
Fig. 45: Une règle Mannheim 160

Fig. 46: Acte de mariage Tavernier-Gravet (1857).....168
Fig. 47: Règle à calcul Gravet-Lenoir 14 rue Cassette.....169
Fig. 48: Règle à calcul Tavernier-Gravet 19 rue Mayet.....169
Fig. 49: Règle à calcul Tavernier-Gravet 39 rue de Babylone.....169
Fig. 50: Tarif Tavernier-Gravet (1876).....172
Fig. 51: Règle Tavernier-Gravet : « médailles d'or 1878 et 1889 ».....174
Fig. 52: Règle à calcul pour la démonstration.....178
Fig. 53: Abaque de Lalanne.....182
Fig. 54: Règle topographique modèle Goulier 185
Fig. 55: Règle Péraux à double réglette.....186
Fig. 56: Cercle à calcul Meyrat et Perdrizet 187
Fig. 57: Calculimètre de Charpentier.....187
Fig. 58: Règle Barbotheu.....188
Fig. 59: Vues de face : 189
Fig. 60: Curseur d'une règle Tavernier-Gravet 189
Fig. 61: The Fuller calculator.....192
Fig. 62: Une des premières règles de Dennert & Pape 197
Fig. 63: Règle Tavernier-Gravet vendue par Keufel and Esser. 200
Fig. 64: Keuffel and Esser : la première règle au catalogue (1881).....200
Fig. 65: Diffusion au dix-neuvième siècle.....205
Fig. 66: Arithmographe de Troncet (1891).....207
Fig. 67: Diffusion de la règle à calcul (synthèse).....210
Fig. 68: L'usine Nestler à Lahr vers 1880.....212
Fig. 69: L'usine Faber à Geroldsgrun.....213
Fig. 70: L'usine Keuffel and Esser à Hoboken.....214
Fig. 71: Règle à calcul en bambou.....215
Fig. 72: Boîte d'une règle japonaise en bambou.....215
Fig. 73: Règle Mannheim Faber-Castell 339.....220
Fig. 74: Règle Rietz Nestler 23 (env. 1925).....220
Fig. 75: Règle Graphoplex 640 Electric log-log 221
Fig. 76: Une des premières règles double face.....222
Fig. 77: Une règle à calcul perfectionnée (Graphoplex 691a).....223
Fig. 78: Publicité IBM (années 1960).....226
Fig. 79: Dans "Spirou".....229
Fig. 80: Dans "Achille Talon".....229
Fig. 81: Dans "Gaston Lagaffe".....229
Fig. 82: Couverture de Playboy avril 1959.....230
Fig. 83: Catalogue Graphoplex 1975.....232
Fig. 84: Règle Graphoplex pour rétroprojecteur (1970 env.).....233
Fig. 85: Instructions Faber-Castell (1965 env.).....235
Fig. 86: Le logo de la société.....238
Fig. 87: Les formules au dos de la Graphoplex 640.....242
Fig. 88: La production de Graphoplex (1970 env.).....244
Fig. 89: Le calculateur Roplex (années 60).....245
Fig. 90: Faber-Castell : règle à calcul-calculatrice.....248
Fig. 91: « slide rule calculator ».....249
Fig. 92: Facture de 1979.....254

Résumé de la thèse :

La règle à calcul est un instrument basé sur la propriété fondamentale des logarithmes. Son histoire est peu connue. Elle a été inventée par Oughtred en 1624. D'abord utilisée presque uniquement en Angleterre sous des formes spécifiques à chacun de ses usages, puis transformée sous l'impulsion de James Watt pour les besoins de ses usines vers 1780, elle a vraiment pénétré en France en 1815. Jomard et Collardeau en ont alors confié la fabrication à Lenoir. En 1851, Mannheim a créé la règle à calcul moderne. Gravet et Tavernier ont alors fabriqué en France des instruments de très grande qualité qui se sont diffusés en Allemagne, puis aux U.S.A. et au Japon, où les règles à calcul ont accompagné l'industrialisation. Au XXe siècle, l'instrument a été produit en très grandes quantités. Nous avons insisté sur les acteurs de cette diffusion plus que sur les questions techniques liées à la règle à calcul.

Nous avons mis en évidence, à travers cette périodisation, le rôle charnière de la France au XIXe siècle dans la diffusion de la règle, et comment cette diffusion a correspondu aux besoins de la période industrielle, jusqu'à l'apparition des calculatrices électroniques dans les années 1970-1980. L'étude de la disparition très brutale de la règle à calcul est riche d'enseignements sur l'évolution des instruments de calcul. La révolution amenée par les méthodes et machines numériques par rapport aux instruments mécaniques et analogiques est une des caractéristiques de la fin de l'ère industrielle. Cette recherche, qui porte sur une très longue période, a permis de dégager des grandes tendances dans l'évolution d'un instrument de calcul emblématique de l'ère industrielle.