Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

18 | 1997

**Instruments scientifiques anciens conservés par la
Bibliothèque de l'Ecole polytechnique**

L'arithmomètre de Thomas n° 1398

Jean Marguin

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/831>

DOI : 10.4000/sabix.831

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 1997

Pagination : 31-42

ISBN : ISSN 2114-2130

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Jean Marguin, « L'arithmomètre de Thomas n° 1398 », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 18 | 1997, mis en ligne le 04 avril 2012, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/831> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.831>

Ce document a été généré automatiquement le 8 septembre 2020.

© SABIX

L'arithmomètre de Thomas n° 1398

Jean Marguin

- 1 Dans une vitrine un peu sombre de la bibliothèque de l'Ecole, parmi d'autres objets scientifiques, se trouve une boîte en chêne, mystérieuse et discrète. Difficile de se douter, malgré l'inscription que porte son couvercle - Arithmomètre -, que l'on a sous les yeux un maillon essentiel de la grande épopée du calcul artificiel. Il s'agit en effet de la première machine arithmétique qui fût fabriquée à l'échelle industrielle. Son auteur, Thomas de Colmar, en prit le brevet en 1820. La machine de la collection date de la deuxième moitié du dix-neuvième siècle.
- 2 L'arithmomètre de Thomas hérite de siècles d'efforts obstinés pour délivrer les hommes de cette corvée fastidieuse qu'est le calcul numérique. C'est la somme de science et de technique contenue dans cet objet que je voudrais brièvement conter.

Il était une fois un berger sumérien ...

- 3 Les premiers procédés pour dénombrer des objets remontent probablement à la lointaine préhistoire. Il s'agissait de petits cailloux (*calculi* en latin) que l'on associait aux objets que l'on voulait compter ou de simples entailles pratiquées dans un rameau de coudrier ou un fémur de renne. Pour les dénombrements plus restreints, les doigts de la main suffisaient.
- 4 Ces « instruments » primitifs permettaient des opérations arithmétiques élémentaires comme l'addition et la soustraction. C'est ainsi qu'entre le Tigre et l'Euphrate, le berger sumérien comptabilisait son cheptel.
- 5 Au cours des millénaires ultérieurs les cailloux donnèrent lieu à la technique du calcul aux jetons. Probablement inventé par les Grecs, ce mode de calcul consiste à déplacer des jetons sur une grille appelée *abaque*, la valeur des jetons dépendant de leur place sur la grille. Perfectionné par l'apparition en Occident de la numération décimale, ce procédé fut universellement adopté par les comptables. Il ne fut définitivement abandonné qu'à la Révolution française.

- 6 Le premier véritable instrument de calcul, qui n'est pas encore une machine, est le *boulier*. En faisant coulisser les jetons dans des rainures, les Romains créèrent le premier instrument de ce type qui leur permit de surmonter l'incroyable complexité de leur numération. On sait le succès qu'eut le boulier au cours des siècles suivants puisqu'en Russie et en Extrême-Orient il est encore un concurrent sérieux de la calculatrice électronique.

Quand les philosophes se font horlogers ...

- 7 Aucun des instruments primitifs ne déboucha sur de véritables machines. Il faut attendre le dix-septième siècle pour voir naître les premières machines arithmétiques.
- 8 Depuis l'antiquité grecque, des mécanismes compliqués étaient connus et appliqués à la production d'énergie, au levage et à la guerre, dans des machines que l'on appelle *machines de force*. Le Moyen Age les appliqua à l'horlogerie qui, avec l'orgue d'église, est sans doute le premier exemple de *machine informationnelle*. Mais aucun de ces artisans avisés qui les inventèrent et les perfectionnèrent, n'eut l'idée de construire une machine à compter. Pas même le génial Léonard de Vinci qui pourtant personnifie à lui seul les arts et les techniques de la Renaissance. Aucun n'osa franchir le pas de la mécanisation du calcul qui est considéré comme du domaine de la pensée.
- 9 Trois grands scientifiques et philosophes, Schickard, Pascal et Leibniz, osèrent le faire mais sans connaissances particulières en mécanique, ce qui leur valut de sérieux déboires. Comme nous le relate son ami Kepler, l'astronome Wilhelm Schickard construisit en 1623 la première machine arithmétique de tous les temps mais cette machine disparut peu de temps après dans un incendie dont les circonstances restent mystérieuses. En 1642, Blaise Pascal automatisa l'addition dans une machine - la pascaline - dont il nous reste actuellement neuf exemplaires. Ne trouvant pas d'horloger pour la réaliser, il dut en tailler lui-même les engrenages pour
« animer le cuivre et donner de l'esprit à l'airain ».
- 10 Peu de temps après, en 1673, le philosophe et mathématicien Gottfried-Wilhelm Leibniz, dont on connaît les persévérantes recherches sur les mécanismes de la pensée, réussit, sans connaître les travaux de Pascal, à automatiser la multiplication grâce à des engrenages spéciaux dits *cylindres de Leibniz* et à l'invention du *chariot mobile*. Plus de deux siècles plus tard, ces deux pièces mécaniques restent les composants de base de la plupart des calculatrices. C'est le cas de notre arithmomètre de Thomas.

Un objet de curiosité, sans but utilitaire

- 11 Le calcul écrit donnait satisfaction aux savants et le calcul aux jetons, aux comptables. Nul n'avait vraiment besoin d'une machine arithmétique. Cette situation perdura jusqu'à l'aube de la révolution industrielle en France, au début du dix-neuvième siècle.
- 12 Le dix-huitième siècle, avec le marquis de Poleni, Braun, Leopold, lord Stanhope, Hahn et Müller, se contenta d'apporter quelques pièces uniques dignes des cabinets de curiosités scientifiques et des merveilleux automates androïdes qui le caractérisent si bien.

- 13 Les débuts de la révolution industrielle qui, en France, a débuté avec un décalage d'une cinquantaine d'années sur l'Angleterre, marquent un accroissement important du volume des calculs comptables. Par ailleurs la meilleure précision des moyens de la métrologie et des techniques de formage des métaux favorise la standardisation des pièces mécaniques. Ces deux raisons créent un terrain favorable à l'émergence d'une industrie des machines à calculer. Le pionnier mondial en est Thomas de Colmar, l'inventeur de notre arithmomètre N° 1398.

Un pionnier de la bureautique ...

- 14 Charles-Xavier Thomas, dit Thomas de Colmar, naît à Colmar le 7 mai 1785, d'une famille bourguignonne installée à Guebwiller depuis 1745. Son père, Joseph-Antoine Thomas, est médecin et conseiller municipal de Rouffach.
- 15 Thomas débute dans l'armée napoléonienne comme officier d'administration. A ce titre, il est chargé, pendant la campagne d'Espagne, d'assurer la subsistance du corps d'armée du maréchal Soult. Il y fait déjà la preuve de l'efficacité et de l'esprit d'initiative qui l'ont toujours distingué : au moment où les armées manquaient de tout, son corps d'armée était largement approvisionné ! C'est probablement à cette époque, que, surchargé de lourds calculs comptables, il conçoit l'idée de l'*Arithmomètre*. Il garde des liens étroits avec l'Espagne puisqu'il épouse, à Séville, la comtesse de Ampudia, née à Marbella, qui lui donnera une nombreuse famille.
- 16 Après la chute du Premier Empire, il réintègre la vie civile pour consacrer son activité à l'étude du fonctionnement des sociétés d'assurance, déjà prospères en Angleterre.
- 17 En 1819, à l'âge de trente-quatre ans, il fonde sa première compagnie d'assurance, la Compagnie du Phénix. Malgré ces occupations très absorbantes, il termine la mise au point de sa machine arithmétique en 1820. Cette première machine possède déjà l'élément essentiel des machines ultérieures : l'entraîneur à cylindres à dents de longueurs inégales (cylindres de Leibniz). Nul ne sait si Thomas eut connaissance de cette solution mécanique. La question n'a que peu d'importance. Maurice d'Ocagne (X 1880), professeur de géométrie à l'Ecole polytechnique de 1912 à 1936 et féru de calcul mécanique, constate
- « qu'en mettant en oeuvre, sous une forme nouvelle, certains organes antérieurement connus, combinés avec d'autres nouveaux, il est parvenu à établir une machine excellente au point de vue pratique, ce à quoi nul n'avait réussi avant lui, et cela n'est déjà pas un si mince mérite ».
- 18 Thomas prend un brevet le 18 novembre 1820,
- « pour une machine ou appareil appelé arithmomètre, propre à suppléer à la mémoire dans toutes les opérations d'arithmétique ».
- 19 Cette invention lui vaut rapidement des distinctions prestigieuses : chevalier de la Légion d'honneur en 1821, puis promu officier par décret impérial en 1857, il reçoit la médaille d'or de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale en 1851. A titre de récompense, de riches présents lui sont offerts par les plus hautes personnalités françaises et étrangères. En 1854, l'Académie des sciences donne son approbation à l'invention et l'astronome Le Verrier, directeur de l'Observatoire, adresse à Thomas une lettre de félicitations. On imagine difficilement aujourd'hui l'enthousiasme que souleva cette invention.

- 20 Parallèlement, Thomas poursuit son oeuvre de pionnier dans le domaine des assurances : en 1829, il crée une nouvelle société d'assurance, la Compagnie du Soleil, et en 1843, celle de l'Aigle. Devenu très fortuné, il acquiert successivement les châteaux de Maisons-Laffitte, ancien domaine seigneurial des barons de Longueil, le château de Champfleury, près de Poissy, et le château de Méré, ancien domaine de Poltrot, sire de Méré, près de Châtellerault.
- 21 Malgré son grand âge, sa robuste santé lui permet de continuer à diriger la Compagnie du Soleil. Il meurt à Paris, en 1870, à l'âge de quatre-vingt-cinq ans et est enterré au Père-Lachaise. C'est l'un de ses fils, Louis-Nicolas-André, duc de Bojano par son mariage, qui lui succède à la tête de la Compagnie du Soleil.

Description de l'objet

- 22 La machine est contenue dans une boîte allongée, généralement en chêne, parfois en bois précieux. Les dimensions varient suivant les modèles. Les plus grands (20 chiffres de capacité) mesurent environ 70 cm de longueur, 18 cm de largeur et 10 cm de hauteur. Celui de la collection de l'X a les dimensions suivantes : H = 10 cm ; P = 18 cm ; L = 60 cm
- 23 La machine proprement dite est en bronze et en acier. Sa face supérieure rassemble toutes les commandes et tous les afficheurs. Elle comporte une platine fixe et un chariot mobile.
- 24 La platine fixe porte des rainures graduées dans lesquelles coulisent des curseurs destinés à inscrire le nombre sur lequel on veut opérer. Sur la droite, une manivelle escamotable, à poignée d'ivoire, permet d'actionner l'entraîneur. Elle ne peut tourner que dans le sens des aiguilles d'une montre. Sur la gauche, se trouve un levier à deux positions pour l'addition (multiplication) et la soustraction (division). Une petite plaque en verre dépoli permet d'inscrire au crayon les résultats intermédiaires des calculs. Elle dissimule un petit casier de rangement où l'on trouve en particulier de petites chevilles d'ivoire, destinées à marquer les virgules et les ordres décimaux.

Arithmomètre de Thomas de Colmar N° 1398 (vers 1870)

© Ecole polytechnique/Inventaire général. M. Lebé.

- 25 La machine est contenue dans une boîte en chêne. La platine en bronze se compose d'une partie fixe et d'un chariot mobile. Sur la partie fixe, on distingue, de droite à gauche : la manivelle d'entraînement, repliable, les curseurs d'inscription, le levier addition/soustraction et la plaque en verre dépoli pour l'inscription des résultats intermédiaires. Sur le chariot, on distingue les lucarnes du totalisateur (16 chiffres) et du compteur (9 chiffres), ainsi que les boutons moletés des effaceurs, qui servent aussi à saisir le chariot pour le faire avancer.
- 26 Le chariot est mobile en translation. On le saisit par deux boutons moletés situés à chacune de ses extrémités et qui servent aussi à la remise à zéro du compteur et du totalisateur. Le chariot porte deux rangées de lucarnes. Celles du haut correspondent au totalisateur (affichage du résultat des additions), celles du bas, plus petites, au compteur (affichage du multiplicateur). A côté de chaque lucarne, un petit bouton moleté permet les corrections ou l'affichage direct d'un chiffre quelconque.

Mécanisme de l'Arithmomètre

© Jean Marguin.

- 27 Une fois extrait de sa boîte, le mécanisme de la machine apparaît : on remarque les cylindres cannelés de Leibniz, à dents de longueurs inégales, qui forment l'entraîneur. La qualité de finition et la robustesse des pièces, taillées dans l'acier et le bronze, sont remarquables.
- 28 En ôtant la platine fixe, on découvre le mécanisme. La manivelle actionne une série de cylindres cannelés dont les rainures sont de tailles croissantes. Ce dispositif qu'on appelle *entraîneur*, a été inventé - on s'en souvient - par Leibniz, cent cinquante ans plus tôt. Il permet de réaliser la multiplication en répétant des additions. Il suffit pour cela d'actionner la manivelle.
- 29 Le principe est le suivant : le curseur d'inscription entraîne une fourchette qui déplace un pignon parallèlement à la génératrice du cylindre entraîneur. Suivant la position du curseur, le pignon engrène sur un nombre variable de dents. Comme il coulisse sur un axe de section carrée, il entraîne le totalisateur, par l'intermédiaire de roues d'angle. A chaque rotation complète de la manivelle, le cylindre entraîneur accomplit une révolution et fait avancer le totalisateur d'une quantité égale au chiffre inscrit au curseur correspondant.
- 30 Le mécanisme de report de retenues est assez complexe, mais de fonctionnement très sûr. Plusieurs mécanismes de report furent expérimentés antérieurement et durent être abandonnés faute de fiabilité.
- 31 Afin que les reports ne s'effectuent pas simultanément, ce qui pourrait entraîner le blocage de la machine, le montage des cylindres cannelés est décalé, chacun étant en retard d'un vingtième de tour sur le précédent dans son mouvement de rotation. Grâce

à cette disposition, si tous les cadrans du totalisateur affichent le chiffre 9, l'addition d'une unité au nombre ainsi formé, provoque l'apparition successive de zéros dans les lucarnes, de la droite vers la gauche, sans que l'effort à fournir sur la manivelle soit à chaque instant supérieur à celui qu'il faut développer pour un report unique. On trouvait déjà un *report en cascade* de ce type sur la machine de Pascal.

- 32 Comme le fonctionnement de ce reporteur n'est pas réversible, une pignonnerie à doubles roues d'angle permet d'inverser le sens de rotation des disques totalisateurs pour la soustraction et la division.
- 33 Pour éviter les erreurs qui pourraient être provoquées par l'inertie des pièces en mouvement rapide, les axes des roues totalisatrices portent des cames en forme de croix de Malte qui ne les libèrent qu'au moment où ils doivent entrer en mouvement.
- 34 Le totalisateur et le compteur sont munis d'un dispositif ingénieux de remise à zéro que l'on appelle *effaceur*. Les deux boutons moletés situés aux extrémités du chariot actionnent une crémaillère, placée sous la platine. Cette crémaillère vient engrener avec des roues dentées montées sur les mêmes axes que les cadrans afficheurs. Chaque roue possède 10 dents mais celle qui correspond au 0 a été enlevée. La crémaillère est donc en prise sur la roue jusqu'à l'emplacement de la dent manquante ; la roue s'arrête alors sur le zéro.

Mécanisme de l'Arithmomètre

- 35 Sur cette superbe planche, on découvre de bas en haut : les cylindres cannelés de Leibniz avec leur arbre d'entraînement, mû par la manivelle, les leviers horizontaux du reporteur, les pignons coniques jumelés permettant l'inversion de marche et le chariot avec les pignons et les disques du totalisateur et du compteur. Sur la droite de la planche sont figurés deux disques chiffrés, du compteur et du totalisateur, un cylindre de Leibniz avec son ergot de report de retenue et les dispositifs d'entraînement des crémaillères d'effacement. (planche du Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, sept-oct. 1920, p. 712 et 713).

Principe de l'entraîneur de l'Arithmomètre de Thomas

- 36 L'entraîneur utilise le principe des cylindres cannelés de Leibniz. L'un de ces cylindres, entraîné par la manivelle, est représenté en A. Il porte une denture en forme de nervures de différentes longueurs (9 au total). Le curseur d'inscription C, visible en haut, permet, grâce à une fourchette, de déplacer un pignon couissant B sur un axe de section carrée qui actionne la roue du totalisateur. Le pignon engrène avec un nombre de dents égal au chiffre inscrit. A chaque tour de manivelle, ce chiffre est ajouté au contenu du totalisateur. On notera l'ergot de report fixé au cylindre et les pignons d'inversion de marche I. Dictionnaire Lami, p. 272, fig 139.

Coupe du mécanisme de l'Arithmomètre

- 37 Sur cette vue en coupe du mécanisme, le chariot est relevé. On distingue très clairement les cylindres de Leibniz avec leur mécanisme d'entraînement et la manivelle, un curseur d'inscription et son pignon, le mécanisme d'inversion à doubles pignons d'angle, et le reporteur. (Bulletin de la Société d'encouragement, sept. oct. 1920, p. 697 fig. 2)

Evolution de la machine

- 38 Le premier modèle de 1820 ne comporte que trois curseurs d'inscription. L'allure générale de la machine est déjà celle des modèles ultérieurs, mais le mécanisme, à part les cylindres de Leibniz, est nettement plus simple.

- 39 Un curseur supplémentaire, à gauche, affiche les chiffres du multiplicateur, au fur et à mesure du déroulement de l'opération.
- 40 Le mouvement de l'entraîneur est assuré, non par une manivelle, mais par un ruban qui s'enroule sur un barillet à ressort. Les opérations sont effectuées en tirant le ruban de la main gauche, sans se préoccuper du nombre de tours de l'entraîneur. Ensuite, le ruban revient automatiquement à sa place sous l'action du ressort. On se demande pourquoi une conception aussi simple et aussi ergonomique n'a pas été maintenue dans les modèles ultérieurs.
- 41 Pendant plus de soixante ans, de nombreux perfectionnements ont été apportés à la machine, souvent par des collaborateurs anonymes, quelquefois de simples ouvriers, que Thomas, bien qu'absorbé par ses autres occupations, trouvait toujours le temps d'encourager. Son fils, Thomas de Bojano, contribua activement, lui aussi, au perfectionnement de la machine, ainsi que MM. Darras et Payen qui eurent la charge de sa fabrication industrielle.
- 42 Les principales améliorations ont porté sur :
- le remplacement du ruban tracteur par une manivelle (est-ce vraiment un progrès ?),
 - un inverseur de marche, qui a permis de simplifier les procédures de la soustraction et de la division,
 - un nouveau mécanisme de retenue offrant une sécurité absolue,
 - l'adjonction des croix de Malte dont on a parlé, pour éviter les rebondissements intempestifs dus à l'inertie des pièces en mouvement,
 - l'adjonction, dès 1858, d'un compteur avec des lucarnes, affichant le nombre de tours effectués par la manivelle (multiplicateur ou quotient),
 - l'adoption, à la même époque, des dispositifs effaceurs décrits plus haut,
 - un dispositif « propulseur » dispensant l'opérateur de décaler le chariot à la main. Ce dispositif a doté les machines de 10 chiffres.
- 43 On peut dire que c'est l'*Arithmomètre* qui créa le marché de la machine à calculer de bureau.
- 44 Pendant un demi-siècle, la machine fut seule sur le marché. Pendant un autre demi-siècle, jusqu'aux années 1920, elle soutint la concurrence d'autres modèles, beaucoup plus récents, comme les machines de Odhner et le *Comptometer* de Felt.
- 45 Toutefois, par suite des imperfections des premiers modèles et de l'inexistence du marché, ses débuts furent lents. De 1821 à 1865, c'est à dire en plus de quarante ans, 500 machines seulement furent vendues. En revanche, de 1865 à 1878, la vente s'éleva à plus de 1000 machines, dont environ le tiers de machines de 6 chiffres, les deux tiers de machines de 8 chiffres et 10 % de machines de 10 chiffres. Une part importante de cette production (60 %) était destinée à l'étranger, où par ailleurs de nombreuses copies étaient fabriquées, notamment en Allemagne et en Angleterre.
- 46 Ce succès éclatant est dû, non seulement aux qualités intrinsèques de la machine, mais aussi à sa fiabilité exceptionnelle qui fait que l'on peut l'utiliser journalièrement pendant dix ans, sans qu'il soit besoin d'intervenir pour la réparer.

Un investissement relativement coûteux

- 47 La machine de 16 chiffres était vendue 500 francs en 1878, ce qui correspondrait à environ 80 000 de nos francs, si l'on se réfère à l'évolution des salaires horaires. Une

telle somme représentait un investissement non négligeable pour une entreprise, qui devait à tout prix le rentabiliser. De nos jours, c'est l'équivalent d'une solide configuration informatique à base de micro-ordinateur.

- 48 En France et à l'étranger, les principaux utilisateurs étaient les administrations, les grandes entreprises, les banques, les laboratoires, les compagnies d'assurance et les grands magasins : Caisse des dépôts et consignations, magasins du Louvre, Compagnie des petites voitures, direction de l'artillerie au Ministère de la Guerre, Ministère de la Marine, les observatoires de Paris et de Cambridge, l'établissement du Creusot, Ecole polytechnique, Ecole des ponts et chaussées, Ecoles polytechniques et des arts et métiers d'Allemagne, de Prusse, de Suisse et de Russie, Compagnies de chemins de fer, etc.
- 49 Les utilisateurs sont unanimes pour reconnaître les gains de productivité obtenus grâce à l'arithmomètre. L'administration du chemin de fer du Nord constate que
« deux employés, l'un manipulant, l'autre transcrivant les résultats, peuvent faire la besogne de six ».
- 50 Un opérateur entraîné exécute une multiplication de 8 chiffres par 8 chiffres en 18 secondes, une division de 16 chiffres par 8 chiffres en 24 secondes et l'extraction d'une racine carrée de 16 chiffres, avec la preuve, en 75 secondes... En revanche, l'addition et la soustraction sont relativement lentes, car elles nécessitent chaque fois l'inscription d'un nouveau nombre. Dans ces opérations, la machine n'est guère plus rapide qu'un calculateur entraîné. Il faudra attendre l'introduction du clavier à touches, sur des machines dérivées de l'*Arithmomètre*, pour enregistrer un progrès notable.

Un précurseur du Macintosh ?

- 51 L'arithmomètre de Thomas, l'exemplaire N° 1398 en témoigne, marque le début des applications pratiques du calcul mécanique. Il fit prendre conscience pour la première fois qu'un « cerveau d'acier » pouvait être plus rapide et plus fiable qu'un cerveau humain. Il eut d'innombrables descendants mécaniques mais son principe de fonctionnement basé sur les cylindres de Leibniz subsista jusque sur les calculatrices électriques les plus récentes fabriquées dans les années 70-80. C'est à cette époque très proche que l'on vit les techniques électroniques - tubes à vide, transistors puis circuits intégrés - faire irruption au bureau et dans le cartable de l'écolier. La calculatrice électronique, la calculette de poche et le micro-ordinateur n'ont mis que quelques années pour supplanter les machines mécaniques et électro-mécaniques.
- 52 Notre arithmomètre est-il pour autant l'ancêtre du micro-ordinateur ? Certainement pas. L'ordinateur est une machine de traitement de l'information pour laquelle les opérations arithmétiques ne sont que des tâches subalternes. La variété des tâches qu'il peut traiter est illimitée. Sa puissance provient de son universalité. Chaque nouveau logiciel en fait une machine nouvelle. Les principes fondateurs de l'ordinateur sont à rechercher dans les premières réalisations de machines logiques comme le Demonstrator de Lord Stanhope (1770) et surtout dans la machine analytique de Babbage (1834) qui, pour la première fois, mettait en application les concepts de programmation et de traitement conditionnel. Malheureusement, comme on sait, les limitations propres aux techniques mécaniques empêchèrent Babbage de mener à bien son projet.

- 53 Les machines arithmétiques, dont l'arithmomètre de Thomas, n'en restent pas moins les premiers exemples de la mécanisation de la pensée, qui a toujours fasciné et inquiété les hommes. Pascal en était déjà conscient quand il rassurait ses contemporains en affirmant que sa machine n'avait pas de « volonté comme les animaux ». Maintenant qu'une machine a battu le champion du monde des échecs, nous nous rassurons, à l'instar de Pascal, en invoquant la lourdeur et le manque d'« intelligence » des algorithmes mis en jeu, mais nous risquons d'être surpris par ce que nous réserve l'avenir.

Mode d'emploi de l'Arithmomètre de Thomas

- 54 Avant d'effectuer toute nouvelle opération, on prend soin de remettre à zéro le totalisateur et le compteur en manoeuvrant les effaceurs.
- 55 Pour effectuer une addition, on inscrit le premier terme sur les curseurs. Le chiffre des unités est inscrit sur le premier curseur à droite. Après avoir vérifié que la machine est bien en configuration *ADDITION*, un tour de manivelle suffit pour faire passer le nombre aux lucarnes du totalisateur.
- 56 Pour ajouter un deuxième terme, on l'inscrit sur les curseurs, à la place du premier, et on effectue un deuxième tour de manivelle. La somme apparaît au totalisateur, et ainsi de suite.
- 57 En soustraction, il faut d'abord porter le premier terme au totalisateur. On peut le faire de deux façons : ou bien on commence par l'inscrire sur les curseurs et on fait un tour de manivelle additif, ou bien on l'inscrit directement sur le totalisateur à l'aide des petits boutons moletés prévus à cet effet (dans ce cas, il faut légèrement soulever la platine mobile pour libérer les boutons). On pousse le levier d'inversion sur *SOUSTRACTION*, on inscrit le nombre à soustraire et on donne un tour de manivelle (toujours dans le même sens). Le résultat apparaît sur le totalisateur.
- 58 Pour effectuer une multiplication, on inscrit le multiplicande sur les curseurs, comme pour une addition. On veille à ce que le chariot soit dans sa position extrême, à gauche. On tourne la manivelle un nombre de fois égal au chiffre des unités du multiplicateur. A chaque tour de manivelle, le multiplicande est ajouté au contenu du totalisateur et le compteur est incrémenté d'une unité. A la fin de cette opération le produit partiel du multiplicande par le chiffre des unités du multiplicateur est affiché au totalisateur. On procède de la même façon pour le chiffre des dizaines du multiplicateur, après avoir décalé le chariot vers la gauche d'une position décimale. Quand tous les chiffres du multiplicateur ont été épuisés, on obtient le résultat de la multiplication au totalisateur.
- 59 La division s'effectue par soustractions successives. On inscrit donc le dividende au totalisateur, en commençant par la lucarne la plus à gauche, afin d'obtenir le plus grand nombre de décimales au quotient. On inscrit le diviseur sur les curseurs, en commençant par la droite. On décale le chariot vers la droite jusqu'à ce que dividende et diviseur se trouvent en regard, l'un au-dessus de l'autre. On place le levier d'inversion sur *DIVISION* et on tourne la manivelle jusqu'à ce que le nombre affiché au totalisateur soit inférieur au diviseur. A ce moment, le compteur indique le premier chiffre du quotient. Pour obtenir le deuxième chiffre, on procède de la même façon, après avoir décalé le chariot d'une position décimale vers la gauche. Et ainsi de suite,

jusqu'à épuisement des chiffres du dividende. Le quotient complet se lit alors sur le compteur et le reste, sur le totalisateur.

- 60 Il faut noter qu'aucune erreur n'est possible car si, lors d'une opération partielle, on effectue moins de soustractions que nécessaire, on devra, lors de l'opération suivante effectuer plus de neuf tours de manivelle. On s'en apercevra quand on verra décroître l'indication du compteur : ce dernier, ne comportant pas de reporteur, indique des chiffres décroissants quand il a dépassé 9. Inversement, si on effectue un tour de manivelle de trop, on est averti par un bruit spécial qui coïncide avec l'apparition d'une rangée de 9 au totalisateur. Il suffit alors de pousser le levier d'inversion sur *ADDITION* et d'effectuer un tour de manivelle pour corriger le dépassement. Certains opérateurs préfèrent procéder systématiquement ainsi, car cela leur évite de surveiller en permanence le totalisateur : c'est la procédure dite de *soustraction dépassée*.
- 61 Notons enfin que les positions décimales et les virgules peuvent être matérialisées par de petites chevilles en ivoire que l'on place dans des trous, près des lucarnes.
- 62 Avec l'*Arithmomètre*, on peut aussi extraire les racines carrées et cubiques, calculer les intérêts et escomptes, etc. Dans un mémoire consacré à cette machine en 1863, un opérateur averti a recensé toutes sortes d'emplois inhabituels et curieux de l'*Arithmomètre* : par une décomposition astucieuse des nombres, on peut effectuer des opérations qui dépassent la capacité normale de la machine. Il a montré, par exemple, comment effectuer une multiplication de deux facteurs dont le nombre de chiffres est le double du nombre de curseurs d'inscription, ou une division dont le nombre de chiffres du diviseur dépasse le nombre de curseurs. On peut aussi obtenir un carré d'un nombre avec un nombre de chiffres égal à celui du nombre lui-même, ou la somme algébrique d'une série de produits de deux nombres, positifs ou négatifs, ou même la racine carrée de cette somme, sans avoir à prendre de note. On peut enfin, en une seule opération, obtenir le produit de trois facteurs, et par suite, le produit d'un nombre par le carré d'un autre, pour calculer, par exemple, la surface d'un cercle de rayon donné. Sur les machines de grande capacité, on peut opérer sur plusieurs nombres simultanément, comme sur une machine à deux chariots.

Bibliographie sommaire

- Anderson (A.R.). *Pensée et machine*. Champ Vallon, 1983.
- Breton (P.). *Histoire de l'informatique*. Paris : Editions de la Découverte, 1987.
- Cohen (J.). *Les robots humains dans le mythe et dans la science*. Paris : Vrin, 1968.
- Couffignal (L.). *Les machines à penser*. Paris : Editions de Minuit, 1952.
- Daumas (M.). *Histoire générale des techniques*. Paris : PUF, (1962-1979).
- Ekeland (I.). *Le calcul, l'imprévu*. Paris : Le Seuil, 1984.
- Gille (B.). *Les mécaniciens grecs*. Paris : Le Seuil, 1980.
- Ifrah (G.). *Histoire universelle des chiffres*. Paris : Laffont, 1994.
- Jacob (L.). *Le calcul mécanique*. Paris : Doin, 1911.
- Kradolfer (P.). *Einige Rosinen aus der Entwicklung der Rechenmaschinen*. Suisse : Verlag Sauerländer AG, 1988.
- La Mettrie (réimpression). *L'homme-machine*. Paris : Denoël-Gontier, 1981.
- Levy (P.). *La machine univers*. Paris : Editions de la Découverte, 1987.
- Ligonnière (R.). *Préhistoire et histoire des ordinateurs*. Paris : Laffont, 1987.

- Marguin (J.). *Catalogue de l'exposition « De la machine à calculer de Pascal à l'ordinateur »*. Musée national des techniques. Paris : CNAM, 1990.
 - Marguin (J.). *Le reporteur et la naissance du calcul mécanique*. Paris : La Revue CNAM, 1993.
 - Marguin (J.). *Histoire des instruments et machines à calculer*. Hermann, Paris : 1994
 - Marguin (J.). *Une histoire du calcul artificiel et de ses concepts*. Paris : Sciences, AFAS, 1997.
 - Martin (E.). *Die Rechenmaschinen und ihre Entwicklungsgeschichte*. Hambourg : Hans Burghagen Verlag, 1925.
 - Molk (J.). *Encyclopédie des sciences mathématiques*. T.I, vol. 4. Paris : Gauthier-Villars, 1906. Réédition Paris : J. Gabay, 1993.
 - Moreau (R.). *Ainsi naquit l'informatique*. Paris : Bordas, 1984.
 - D'Ocagne (M.). *Le calcul simplifié*. Paris : Gauthier-Villars, 1905.
 - Russo (F.). *Introduction à l'histoire des techniques*. Paris : Albert Blanchard, 1986.
 - Taton (R.) et Flad (J.P.). *Le calcul mécanique*. Paris : PUF, 1963.
-

AUTEUR

JEAN MARGUIN

Directeur de la stratégie chez GIAT industries