

Le calcul par les machines

Stéphane Fischer



musée d'histoire
des **sciences**

Ce carnet est publié en lien avec l'exposition
« Les jeux sont faits ! hasard et probabilités » qui se tient
au Musée d'histoire des sciences du 1^{er} février 2012 au 7 janvier 2013.

Musée d'histoire des sciences de Genève

Villa Bartholoni, Parc de la Perle du lac
128 Rue de Lausanne - 1202 Genève
Tél. +41 22 418 50 60 | Fax +41 22 418 50 61
mhs @ ville-ge.ch | www.ville-ge.ch/mhs/

Ouvert tous les jours
sauf le mardi
de 10 h. à 17 h.
Boutique-bibliothèque

Bus: 1, arrêt Sécheron
Bus: 11 - 28, arrêt Jardin botanique
Tram: 15, arrêt Butini
Bateau: Mouettes M4, arrêt Châteaubriand
Gare CFF de Genève Cornavin à 15 min. à pied

Le calcul par les machines

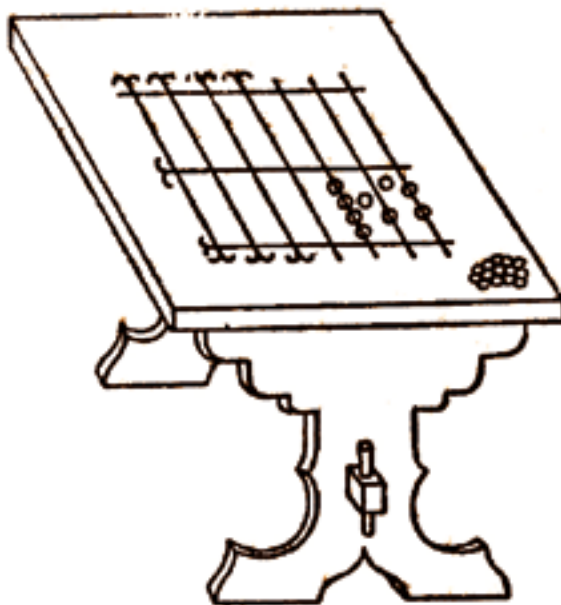
Quelques épisodes de l'histoire du calcul mécanique racontés à travers les machines présentées au Musée d'histoire des sciences dans le cadre de l'exposition «Les jeux sont faits ! hasard et probabilités».

Introduction

A l'occasion de l'exposition «*Les Jeux sont faits ! hasard et probabilités*», le Musée d'histoire des sciences présente une sélection de machines à calculer mécaniques et autres aides au calcul issues en grande partie de ses collections.

Jusqu'au 17^e siècle, le calcul est plus une affaire de commerçants, marchands et autres banquiers que de savants. Les abaques, les jetons et les bouliers sont des accessoires courants dans les foires et les commerces pour changer des monnaies, calculer ou soustraire la somme de deux montants d'argent. Le calcul écrit (celui qui se pratique encore aujourd'hui), fondé sur la numération greco-indienne, reste l'apanage d'une poignée de savants et d'esprits éclairés. Les quatre opérations de base – addition, soustraction, multiplication, division – sont encore considérées comme des performances intellectuelles malgré l'apparition des réglettes d'addition ou de multiplication destinées à faciliter les calculs.

C'est justement pour soulager son père dans l'exécution de ses calculs d'addition et de soustraction que Blaise Pascal (1623-1662) met au point en 1645 la première machine à calcul mécanique. Philosophe, mathématicien de génie, Pascal est aussi un des pères fondateurs du calcul des probabilités (même s'il n'a pas conçu cette machine à ces fins).



*Table à compter.
Taton, calcul mécanique,
Paris, 1941
Bibliothèque MHS.*

Au cours du 19^e siècle, le développement des machines à calcul est étroitement lié à celui des probabilités et des statistiques, les deux branches mathématiques des sciences de l'aléatoire. Les calculatrices permettent aux assureurs de dresser des premières tables de mortalité pour établir des couvertures d'assurances-vie. Elles facilitent le dépouillement national des grands recensements de population.

Les machines à calcul font surtout le bonheur de nombreuses administrations, banques ou autres cabinets comptables en permettant des gains de temps prodigieux sur des calculs fastidieux et répétitifs qui nécessitaient jusqu'alors la mobilisation de plusieurs personnes. Les entreprises sont désormais capables de travailler plus vite avec moins d'employés. Production et rationalité sont les maîtres mots des sociétés de l'époque plongées en pleine révolution industrielle. Un constructeur allemand surnomme même un de ses modèles de machine à calcul *TIM*, acronyme pour Time Is Money....

Dès le début du 20^e siècle, les machines à calculer deviennent toujours plus répandues dans les milieux économiques et même parmi le grand public. Elles sont désormais produites en série à des milliers d'exemplaires dans de grandes usines où les ouvriers travaillent à la chaîne. Pour être toujours plus rapides, certaines calculatrices se dotent de moteurs électriques pour remplacer les tours de manivelle à la main. La machine à calculer mécanique survit sous des apparences les plus diverses jusque dans les années 1970, époque où apparaissent les premières calculatrices électroniques bien plus silencieuses et surtout plus rapides.



Logo de la machine
à calculer TIM
MHS inv. 1640

Ce petit carnet présente une série d'instruments et de machines, visibles au Musée durant cette exposition, qui ont marqué, à leur façon, l'histoire du calcul mécanique.

Les principaux organes d'une machine à calculer

De la première Pascaline aux dernières calculatrices fabriquées au 20^e siècle, les machines à calcul sont toutes pourvues de certains organes dont l'apparence a varié au cours des siècles mais dont les fonctions sont demeurées identiques.

L'inscripteur sert à introduire les nombres à traiter. Il peut être constitué de roues, de curseurs, de leviers ou de touches.

L'organe de calcul est composé d'un **totalisateur** qui effectue les additions et les soustractions et d'un **chiffreur** qui transmet les données de l'inscripteur au totalisateur. Ce totalisateur est doté d'un système plus ou moins complexe de **report de retenues**.

Dans les machines à multiplier, on y trouve en plus un **entraîneur** actionné par une manivelle (ou un moteur électrique), destiné à répéter rapidement l'addition et la soustraction. L'entraîneur fait avancer les roues du totalisateur d'un nombre de dents égal au chiffre figurant dans l'inscripteur. La présence de l'entraîneur est aussi liée à celle d'un **chariot mobile** pour effectuer les décalages lors des divisions et multiplications. Un **compteur** enregistre le nombre de tours de manivelle (nombre de cycles) effectués.

Enfin les machines à calcul sont aussi équipées de différentes **commandes secondaires** de remise à zéro, de leviers pour passer de l'addition à la soustraction ou de la multiplication à la division.



*Touches d'inscription
du Comptometer
MHS inv. 2444
Philippe Wagneur / MHN*

Pascaline



Laiton, ébène, carton, Blaise Pascal, France, 17^e siècle

Capacité: 8 (inscription) x 8 (affichage)

Ville de Clermont-Ferrand, collections du Muséum Henri-Lecoq

Lorsqu'il fabrique sa machine arithmétique en 1645 pour aider son père – alors receveur des impôts en Normandie pour le cardinal Mazarin (Premier Ministre du roi Louis XIV) – dans ses travaux de comptabilité, le jeune Blaise Pascal réalise une authentique percée dans l'histoire des techniques. Il crée la première machine capable d'effectuer une opération jusque là réservée à l'esprit. Une prouesse technique presque effrayante aux yeux de certains. Comme un moulin évite à l'homme certaines tâches physiques fastidieuses, La Pascaline et ses engrenages de roues à chevilles dispensent ses utilisateurs de se prendre la tête lors des additions et des soustractions. Grâce à un astucieux système de sautoir (voir plus bas), les reports de retenue s'effectuent automatiquement d'une colonne à l'autre.

A ce jour, seuls neuf exemplaires de la Pascaline ont été conservés sur les vingt que Pascal aurait fabriqués. Six machines sont à usage comptable. Deux sont arithmétiques et une sert à mesurer des distances. La machine exposée, dite de Marguerite Périer, du nom de la nièce de Blaise Pascal, est une machine arithmétique décimale à huit roues d'inscription. Elle est conservée au Muséum Henri Lecoq de Clermont-Ferrand.

Une mécanique délicate

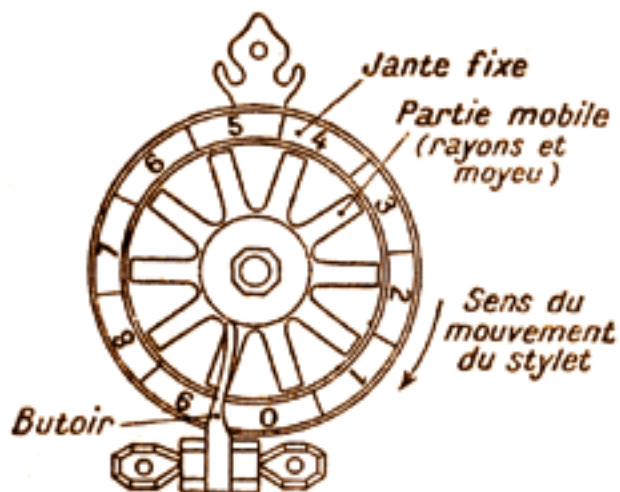
La Pascaline se présente sous la forme d'un coffret en laiton renfermant un système complexe d'engrenages de roues à chevilles. Sur la platine (la face supérieure) se trouve une rangée de cinq à huit roues (l'inscripteur) placées chacune sous une lucarne d'affichage. Les roues se tournent à l'aide d'un stylet. Les chiffres s'inscrivent dans les lucarnes correspondantes.

Les roues d'inscription et les lucarnes d'affichage de la Pascaline.

*Photographie :
Philippe de Paredes.
Ville de Clermont-Ferrand.*



Une roue correspond au chiffre du nombre que l'on veut écrire: unité, dizaine, centaine, millier, etc dans les machines décimales et unités monétaires (deniers, sol, livres) dans les machines comptables ou unités de longueur (lignes, pouces, pieds, toises) dans la Pascaline d'architecte.

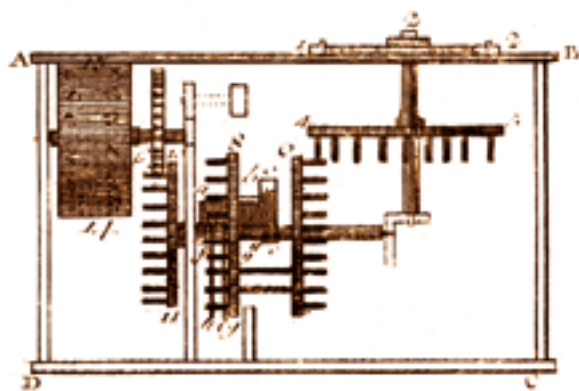


*Roue de l'inscripteur.
Taton, calcul mécanique,
Paris, 1941
Bibliothèque MHS.*

Pascaline

Un système complexe d'engrenages

Chaque roue de l'inscripteur est solidaire d'une roue à dix chevilles horizontale située sous la platine qui engrène une autre roue à chevilles verticale. Cette seconde roue entraîne par le biais d'un autre système d'engrenage celle du tambour à chiffres qui s'inscrit dans la lucarne d'affichage. Chaque système d'engrenage inscripteur-tambour d'affichage est relié à son voisin par le fameux sautoir, le mécanisme automatique de report.



*Coupe verticale
de la machine
arithmétique de Pascal.
Dictionnaire raisonné
des sciences,
des arts et des métiers,
Lausanne, Berne, 1780.
Bibliothèque MHS.*

Le sautoir ou le report automatique de la retenue

Cette illustration représente le sautoir entre deux roues, les unités à droite, les dizaines à gauche. Deux goupilles R solidaires de la roue de droite soulèvent progressivement la fourche 4 du sautoir pendant la rotation de la roue. Lorsque la roue des unités passe du 9 au 0, la fourche n'est plus retenue par les goupilles et tombe. Elle entraîne un cliquet qui fait tourner la roue de gauche d'un dixième de tour. Un cliquet C empêche la roue de gauche de revenir en arrière lorsque la fourche se soulève. Quand il y a plusieurs retenues à effectuer, les sautoirs s'activent les uns après les autres de droite à gauche.



*Deux systèmes
d'engrenages
inscripteur-tambour
reliés par le sautoir.
Dictionnaire raisonné
des sciences, des arts
et des métiers,
Lausanne, Berne, 1780.
Bibliothèque MHS.*

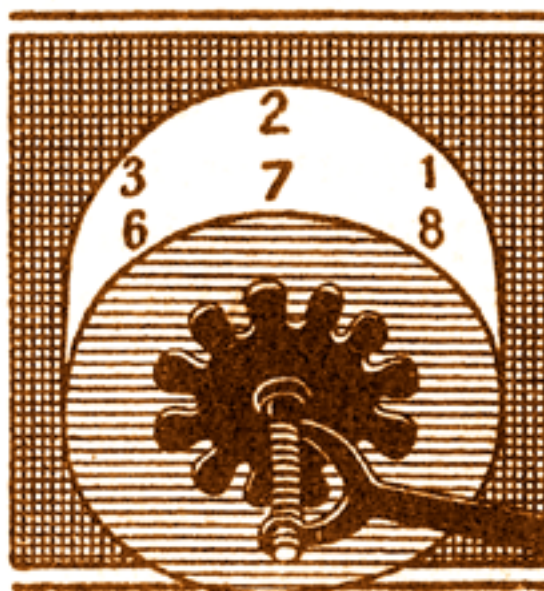
Pascaline

Un exemple d'addition

Pour additionner deux nombres, on commence par introduire les chiffres du premier nombre dans les lucarnes de l'inscripteur.

Exemple: $345 + 276$. On entre le 5 dans la roue des unités, le 4 dans celle des dizaines et le 3 dans les centaines. Le chiffre 345 s'affiche dans les lucarnes de l'afficheur. On entre ensuite le second nombre 276. Le nombre 621 s'inscrit sur l'afficheur.

Grâce à la méthode dite des compléments, la machine de Pascal effectue aussi des soustractions. Le tambour d'affichage comprend en effet une double rangée de chiffres (0 à 9 pour les additions et 9 à 0 pour les soustractions). Enfin, elle est aussi capable de réaliser des multiplications (additions successives) ou des divisions (soustractions successives).



Comment remplacer une soustraction par une addition

Dans certaines machines à calcul dont les dispositifs additionneurs ne sont pas réversibles (*Pascaline*, *Comptometer*), la soustraction s'effectue par une addition selon la méthode dite des compléments. Dans la *Pascaline*, le tambour d'inscription porte une double série de chiffres. La rangée du bas sert aux additions, celle du haut aux soustractions. La somme de deux chiffres superposés vaut toujours 9.

La machine procède de la manière suivante:

1. elle remplace l'entier soustrait par son complément
2. elle lui ajoute le chiffre à soustraire
3. elle prend le complément du résultat de cette somme pour trouver celui de la soustraction.

Exemple: $6543 - 768$

1. Complément de 6543: 3456
2. $3456 + 768 = 4224$
3. Complément et résultat: 5775

Exemple: $2643 - 345$

1. Complément de 2643: 7356
2. $7356 + 345 = 7701$
3. Complément et résultat: 2298

Un tambour
d'inscription et
sa double rangée
de chiffres.

Taton, *le calcul
mécanique*, Paris, 1941
Bibliothèque MHS.

Arithmomètre



Laiton, acier, bronze, bois,
Thomas, Paris, vers 1875
Capacité: 6 (inscripteur) x
7 (compteur) x 12 (totalisateur)
Collection Musée d'histoire des sciences /
MHS inv. 1972

En 1820, Charles Xavier Thomas, un financier et homme d'affaires français, dépose un brevet pour son *Arithmomètre* qui devient quelques années plus tard un véritable succès commercial. Plus de 1500 exemplaires sont vendus entre 1821 et 1878. Fiable et rapide, l'*Arithmomètre* équipe de nombreuses administrations, banques et autres compagnies d'assurance. Apparue au début de la révolution industrielle, cette machine permet un gain de temps (et donc d'argent) remarquable sur les calculs. « Nous ne pouvons donner une idée de l'utilité, de la promptitude et de l'exactitude de l'arithmomètre, en disant qu'une multiplication de 8 chiffres par 8 chiffres s'exécute en 18 secondes ; qu'une division de 16 chiffres par 8 chiffres demande 24 secondes ; qu'en 1 minute et 15 secondes on fait, avec la preuve, l'extraction d'une racine carrée d'un nombre de 16 chiffres, etc, etc. », peut-on lire dans les *Instructions pour se servir de l'Arithmomètre* où il est encore écrit que « quiconque s'est servi de la machine la considère comme indispensable ».

Deux innovations techniques majeures

L'*Arithmomètre* est doté de deux innovations techniques majeures – l'entraînement par cylindre cannelé (tambour à dents de longueur inégale) et le chariot d'affichage mobile pour faciliter l'exécution de la multiplication et la division – mises au point deux siècles plutôt par un autre savant d'exception, contemporain de Pascal, Gottfried-Willhelm Leibniz (1646-1716).



Les cylindres cannelés du système d'entraînement.
MHS inv. 1972

Le mathématicien allemand a fait construire à Paris en 1694 et 1706 deux multiplicatrices mécaniques utilisant des cylindres cannelés et un chariot mobile. Seul, le modèle de 1694 existe encore. Il est conservé aujourd'hui à Hanovre en Allemagne.

Le multiplicande (le nombre à multiplier) est entré dans la machine. On procède à la multiplication en tournant une manivelle et en déplaçant le chariot mobile autant de fois que le nombre multiplicateur possède de chiffres.

L'opération n'est pas instantanée et nécessite toujours plusieurs manœuvres, mais moins toutefois que s'il fallait procéder à une multiplication par additions successives avec la Pascaline.

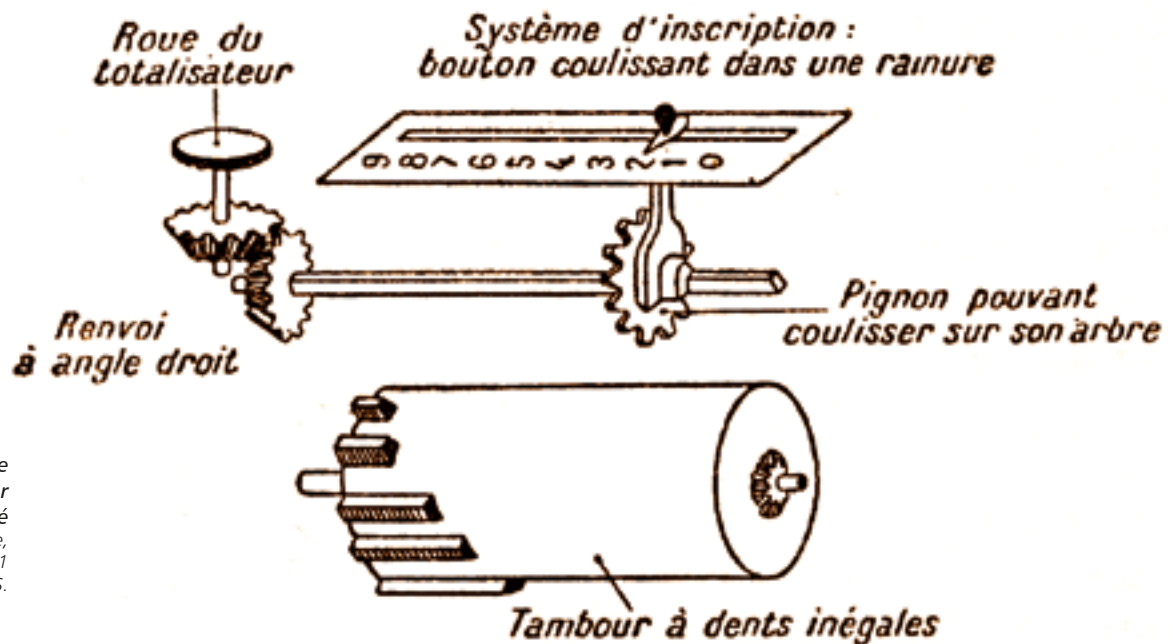
Le système d'entraînement de Leibniz et le reporteur automatique de retenue de Pascal vont demeurer les dispositifs mécaniques fondamentaux de toute machine à calculer mécanique pendant près de deux siècles. Au fil des ans, ils sont améliorés, perfectionnés ou simplifiés mais ils ne seront jamais remplacés par un autre système plus performant.

Arithmomètre

L'entraînement par cylindre cannelé

La partie supérieure de la machine comporte une série de rainures graduées de 0 à 9 dans lesquelles glissent des boutons pour inscrire les chiffres à traiter. Sous la platine, le bouton est solidaire d'un pignon mobile coulissant le long de son axe. Les dents du pignon s'engrènent alors avec le cylindre cannelé, plus précisément avec la partie de ce cylindre qui comprend un nombre de dents identiques au chiffre inscrit dans la rainure de la platine.

Le mouvement de rotation du pignon est alors transmis à la roue du totalisateur par le biais d'un renvoi d'angle. Pour inscrire au totalisateur les chiffres figurant dans les rainures d'inscription de la platine, on fait tourner la manivelle d'un tour. A chaque tour supplémentaire, on rajoute au totalisateur la valeur des chiffres inscrits.



le système
d'entraînement par
cylindre cannelé
Taton, calcul mécanique,
Paris, 1941
Bibliothèque MHS.

Arithmomètre

Un exemple de calcul 523×24

1. On pousse le bouton des opérations sur «addition / multiplication». On entre 523 avec les curseurs d'inscription.
2. On donne 4 (chiffre des unités du multiplicateur) tours de manivelle.



3. Le résultat intermédiaire 2092 s'affiche au totalisateur.
4. On décale le chariot d'un cran vers la droite.



5. On donne 2 (chiffre des dizaines du multiplicateur) tours de manivelle. Le résultat final 12552 s'affiche au totalisateur.



Madas



Laiton, acier, Egli, Zurich, vers 1920

Capacité: 9 (inscripteur) x 7 (compteur) x 12 (totalisateur)

Collection Musée d'histoire des sciences / MHS inv. 2373

La MADAS (acronyme pour Multiplie, Additionne, Divise Automatiquement, Soustrait) est fabriquée dès 1913 à Zurich par l'ingénieur suisse Hans Egli. Cette machine suisse ressemble fortement à l'*Arithmomètre* en version un peu plus moderne et robuste.

La division automatique

Elle diffère cependant de son ancêtre par une caractéristique fondamentale: elle est la première machine du genre à effectuer les divisions automatiquement sans autre manipulation de l'opérateur que celle d'inscrire les nombres à diviser et de tourner la manivelle.

Après avoir placé le levier en position de division automatique, on entre le nombre à diviser dans le totalisateur et celui du diviseur dans les rainures de l'inscripteur. Il suffit alors de tourner la manivelle sans arrêt jusqu'au coup de cloche. Le résultat (quotient) se lit au compteur et le reste au totalisateur. Pendant l'opération, le chariot se déplace automatiquement sans intervention de l'opérateur. La machine continue à diviser tant que le reste est positif.

Dès 1923, les machines MADAS sont progressivement dotées de claviers et de moteurs électriques pour remplacer les tours de manivelle.

Avant de fabriquer la MADAS, la firme Egli s'était déjà distinguée dans le domaine des calculatrices en produisant la *Millionnaire*, une machine à multiplier très rapide et robuste mise sur le marché en 1893 et vendue à plus de 4000 exemplaires.



La commande de la division automatique.
MHS inv. 2273

Un exemple de calcul $828 \div 23$

1. On pousse la petite manette sous la cloche sur la position «division automatique».
2. On pousse le chariot mobile tout à droite.



3. On entre 828 dans les lucarnes du totalisateur depuis la gauche.
4. On entre 23 avec les curseurs d'inscription en veillant à placer le 23 sous le 82.



5. On tourne la manivelle jusqu'au coup de sonnette. Le résultat 36 s'inscrit au compteur.



Comptometer



Cuivre, acier, Felt & Tarrant, Chicago, début 20^e siècle

Capacité: 10 (inscripteur) x 11 (totalisateur)

Collection Musée d'histoire des sciences / MHS inv. 2444

Brevetée en 1887 aux Etats-Unis, le *Comptometer* est la première machine à calculer à touches produite industriellement. Surnommée la mitrailleuse de bureau, elle connaît un très grand succès commercial en raison de sa rapidité, sa fiabilité et sa facilité d'utilisation.

A la manière de la Pascaline, le *Comptometer* effectue les soustractions par la méthode des compléments, ce qui explique que les touches comportent deux chiffres d'affichage.

La machine exposée est dotée d'une touche de correction (en rouge en haut à droite du clavier) qui bloque le clavier lorsqu'une touche est mal ou partiellement enfoncée.



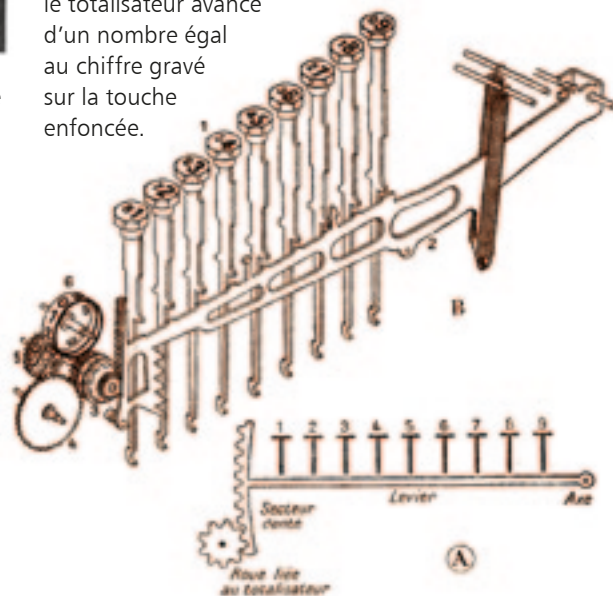
Une secrétaire et son Comptometer.

Gebrauchsanleitung für die Bedienung der Comptometer.
Collection MHS.

L'inscription par touches

Chaque colonne de touches est solidaire du même mécanisme. L'enfoncement d'une touche met en rotation un levier (2) muni d'un secteur denté à son extrémité. Le déplacement de ce secteur denté dépend de la position de la touche par rapport à l'axe de rotation du levier. En se déplaçant, il s'engrène avec différentes roues qui transmettent finalement le mouvement à la roue du totalisateur. Le mécanisme est ainsi conçu pour que le totalisateur avance

d'un nombre égal au chiffre gravé sur la touche enfoncée.



La machine se présente comme une caisse en cuivre ornée de motifs sur les côtés. La partie supérieure est occupée par le clavier composé de 8 à 20 colonnes de 9 touches numérotées.

Celles-ci portent une double numérotation (le chiffre et son complément). Les lucarnes du totalisateur se trouvent devant le clavier.

Le levier situé à droite ne sert qu'à la remise à zéro. Les chiffres du nombre à traiter s'inscrivent en enfonçant simultanément plusieurs touches à la manière d'un accord de piano. Il n'est plus nécessaire de tourner une manivelle pour entrer le chiffre, d'où un gain de temps très appréciable.

L'inscription par touches.

Taton, calcul mécanique, Paris, 1941
Bibliothèque MHS.

Comptometer

Un exemple de calcul 523×24

1. On entre 523 en enfonçant simultanément (depuis la droite) les touches 5, 2 et 3. On presse 4 fois les touches (4 : chiffre des unités du multiplicateur).
3. On décale d'un rang vers la gauche. On presse simultanément les trois touches 5, 2 et 3 deux fois de suite (2 : chiffre des dizaines du multiplicateur).



2. Le résultat intermédiaire 2092 s'inscrit au totalisateur.
4. Le résultat final s'affiche dans les lucarnes du totalisateur: 12552



Triumphator



**Fonte, acier, bronze,
bois, Triumphatorwerke, Leipzig, vers 1920**
Capacité: 9 (inscripteur) x 8 (compteur) x 13 (totalisateur)
Collection Musée d'histoire des sciences / MHS inv. 996

Cette machine de facture allemande est équipée d'un autre type d'entraînement dit de Odhner du nom de son inventeur, l'ingénieur suédois Willgodt Theophil Odhner (1845-1905), qui a commencé à concurrencer l'entraînement par cylindre de Leibniz dès la fin du 19^e siècle.

Moins encombrant que les cylindres cannelés de Leibniz, l'entraîneur de type Odhner contribue à l'apparition de nouvelles machines beaucoup plus petites et plus compactes. Plusieurs milliers de ces machines sont fabriquées jusqu'à la seconde Guerre mondiale par divers constructeurs: *Brunsviga, Dactyle, Facit, Rapide, Vaucanson* etc.

Sur le capot arrondi de la machine se trouvent 9 leviers coulissant dans des rainures graduées. Ils sont destinés à inscrire les nombres à ajouter ou à soustraire, les multiplicandes ou les diviseurs. Le chariot mobile, qui porte les lucarnes du totalisateur et du compteur, se trouve dans la partie inférieure de la machine. Deux leviers permettent l'avancement manuel du chariot. Les écrous situés sur les côtés servent à la remise à zéro du compteur et du totalisateur. La manivelle qui met en mouvement le système d'entraînement (caché sous le capot) est réversible. Dans un sens, elle effectue les additions et les multiplications ; dans l'autre, les soustractions et les divisions.

L'entraîneur de Odhner

Il est constitué d'un alignement de roues avec un nombre de dents variable disposées verticalement sous le capot. Chaque roue est mise en mouvement par le levier d'inscription.

En tournant, la roue provoque la saillie du nombre de dents correspondant au chiffre inscrit.

La rotation de la roue au moyen de la manivelle permet l'inscription du nombre au totalisateur.

Les deux dents situées sur la droite servent au report dans l'addition et dans la soustraction.



La roue à nombre de dents variable.

*Taton, calcul mécanique,
Paris, 1941.
Bibliothèque MHS.*

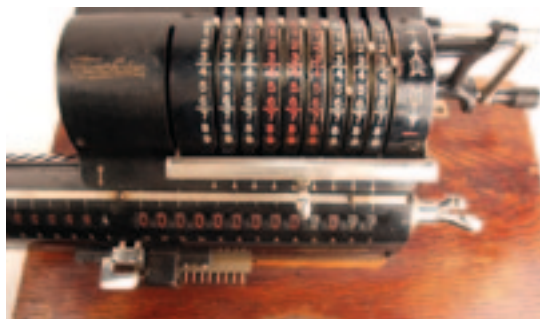
Triumphator

Un exemple de calcul 523×24

1. On entre 523 avec les curseurs d'inscription.



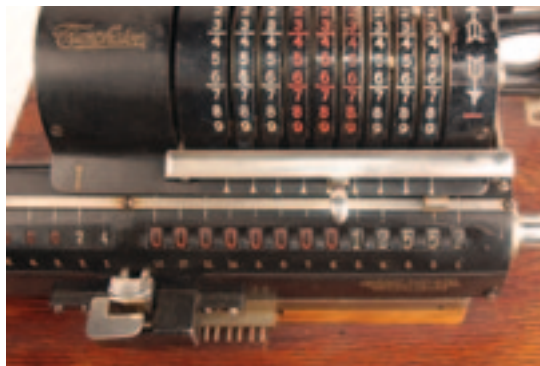
2. On donne 4 tours de manivelle. Le résultat 2092 s'affiche au totalisateur et le chiffre 4 (multiplicateur) apparaît au compteur.



3. On décale le chariot d'un cran vers la droite.



4. On donne deux tours de manivelle. Résultat final au totalisateur: 12552 et 24 au compteur.



Curta

**Plastique, aluminium, acier,
Herzstarck, Contina, Liechtenstein,
1948-1972**

**Capacité: 11 (inscripteur) x
8 (compteur) x 15 (totalisateur)**

Collection Musée d'histoire des
sciences / MHS inv. 2443



Ce curieux objet, sorte d'hybride entre un objectif photographique et un moulin à poivre, est non seulement la dernière machine à calculer mécanique à avoir été fabriquée mais aussi la plus compacte. Sa production cesse en 1972 avec l'avènement des premières calculatrices électroniques. Elle est vendue à plus de 140'000 exemplaires. Son inventeur, l'Autrichien Curt Herzstarck (1902 - 1988) aurait développé le concept de sa calculatrice durant son emprisonnement dans un camp de concentration allemand au cours de la seconde Guerre mondiale. Merveille technologique, elle contient plus de 687 pièces et ne pèse que 230 grammes.

Un cylindre cannelé central

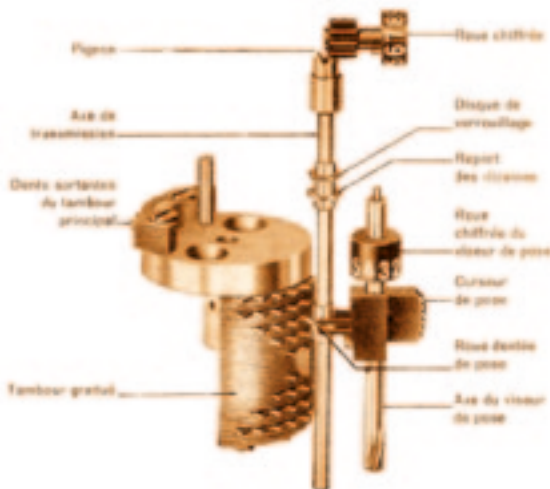
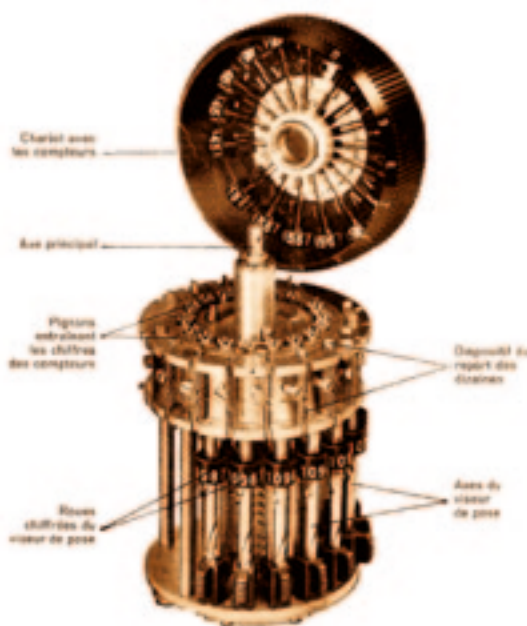
Cette machine est entraînée par un seul cylindre de Leibniz central actionné par la manivelle.

Le cylindre central est entouré de 11 axes verticaux périphériques (les axes de viseur de pose) sur lesquels coulisent les curseurs d'inscription.

Chaque curseur entraîne une roue dentée qui vient se placer devant le segment du cylindre central portant un nombre de dents correspondant au chiffre inscrit. En tournant la manivelle, le cylindre central fait tourner successivement toutes les roues de pose des différents curseurs.

Leur rotation se transmet directement par le biais de pignons aux roues chiffrées du totalisateur situé sur la face supérieure de la machine.

*Aperçu du mécanisme
de précision
de la Curta.
Curta, la machine à
calcul de haute précision,
Contina, vers 1960.
Collection MHS.*



Un exemple de calcul 523×24

1. On entre 523 avec les curseurs d'inscription.
3. On décale d'un rang le chariot vers la droite.



2. On donne 4 tours de manivelle (chiffre des unités du multiplicateur). Le résultat intermédiaire 2092 s'affiche au totalisateur. Le compteur indique 4 (multiplicateur).
4. On donne deux (chiffre des dizaines du multiplicateur) tours de manivelle. Le totalisateur affiche 12552, résultat final et le compteur 24 (chiffre du multiplicateur).



Calculatrice à crosse

**Laiton, métal, Addiator,
Allemagne, 20^e siècle**

Collection Musée d'histoire des
sciences / MHS inv. 1049

Lointaine descendante du boulier,
la calculatrice à crosses est inventée en 1847.
Par la suite, elle inspire de nombreux autres
modèles dont la fameuse *Addiator*, conçue à
partir des années 1920 par la firme allemande
éponyme, et qui finit par donner son nom à ce
type d'instruments. Les calculatrices à crosses
sont fabriquées jusque dans les années 1960.

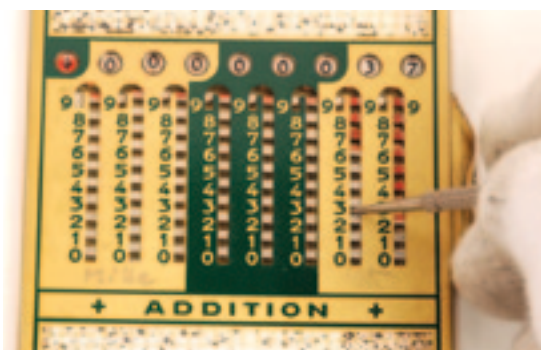
Ces machines sont composées de différentes
réglettes plates métalliques coulissantes que l'on
manipule avec un stylet. La partie opérationnelle de
l'instrument comprend des rainures où apparaissent
les réglettes coulissantes portant les chiffres de 9
à 0 du haut vers le bas. Les rainures sont en forme
de crosses pour faciliter l'exécution des retenues.



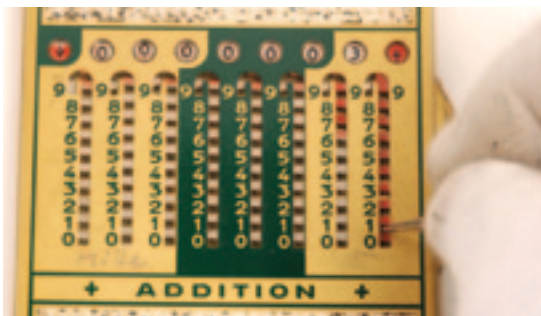
Calculatrice à crosse

Un exemple de calcul $37 + 24$

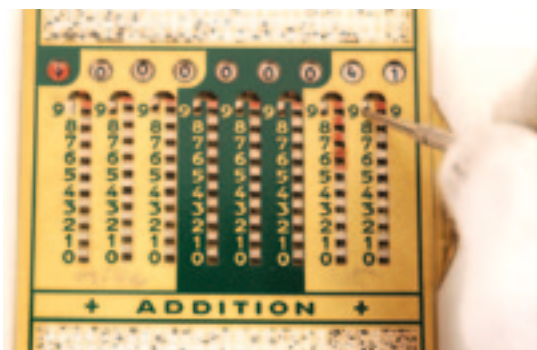
1. A l'aide du stylet on glisse le chiffre 7 dans la rainure des unités et le 3 dans celui des dizaines.



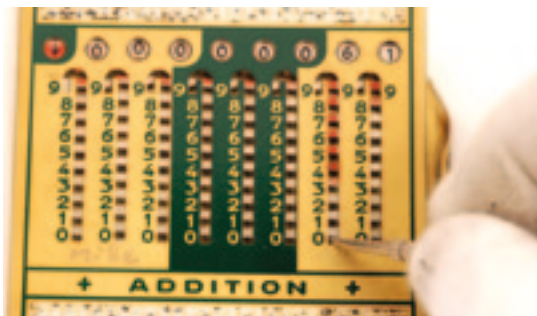
2. On procède alors à l'addition. Dans la rainure des unités, le résultat $7 + 4$ dépasse 9, une flèche (t) apparaît dans la lucarne indiquant qu'il faut procéder à une opération de retenue.



3. On glisse alors le chiffre 4 vers le haut en tournant autour de la crosse, ce qui rajoute une unité au chiffre placé à gauche. Le 1 s'inscrit dans la lucarne des unités.



4. On additionne ensuite les dizaines : $4 + 2$. Le chiffre étant inférieur à 9, il suffit de tirer le chiffre 2 vers le bas pour voir apparaître le 6. Résultat final : 61.



Compteur de points



Bois, ivoire, France, 19^e siècle

Collection Musée d'histoire des sciences / MHS inv. 1385

Ce petit dispositif en bois présente peu de ressemblance avec les calculatrices mécaniques présentées dans l'exposition. Il permet d'additionner (et de soustraire) non pas des sommes d'argent mais des points dans certains jeux de cartes.

Apparus au 19^e siècle, ces marqueurs, ou compteurs, servent à totaliser les points dans le jeu du bésigue, un jeu de cartes originaire du sud-ouest de la France qui se pratique encore aujourd'hui en Haïti. Il se joue avec un, deux voir quatre jeux de 32 cartes. Le but est de marquer des points en étalant sur la table différentes combinaisons comprenant des 10 et des as. La partie se termine lorsqu'un joueur arrive à marquer un certain nombre de points en général : 1000, 2000 ou même 4000.

Le marqueur est constitué d'une petite plaquette en bois munie de différentes touches en bois clair ou en ivoire. Ces touches qui sont munies d'une charnière à ressort à leur base, peuvent être dressées à la verticale par le bout du doigt. Les touches du haut valent chacune 10 points ; celle qui est biseautée est égale à 50 ; les quatre du bas 100, enfin les deux touches restantes valent respectivement 1000 et 500.

Avec toutes ses touches dressées, ce marqueur permet de totaliser 1990 points. Il est donc conçu pour un jeu de bésigue à 2000 points. La manière de fonctionner du marqueur rappelle celle du *soroban*, le boulier japonais.

Compteur de points

Un exemple de calcul $30 + 80$

1. écrivons 30 : on dresse les 3 touches 10.



2. Pour ajouter 80 : on dresse la touche 10 restante et une touche 50 : c'est-à-dire 60. Il manque encore 20 que l'on obtient en dressant une touche 100 et en couchant 80 (la touche 50 et 3 touches 10). Il reste une touche 10 et une touche 100 dressées : le résultat final est donc de 110.





Règle à calcul

Plastique, Aristo, Allemagne, 20^e siècle

Collection Musée d'histoire des sciences / MHS inv. 1922

Par leur capacité à opérer les quatre opérations de base sur des nombres entiers, les calculatrices mécaniques sont des auxiliaires très précieux pour les travaux comptables et statistiques. Avant l'ordinateur et avant les premières calculatrices électroniques, les scientifiques disposent d'une autre aide tout aussi importante que les calculatrices mécaniques : la règle à calcul. Inventée à la fin du 17^e siècle, elle permet pendant près de trois siècles aux scientifiques d'effectuer des opérations complexes sur des grandeurs continues et non plus sur des nombres finis : calculs de logarithme, fonctions trigonométriques, puissances, racines, rapports, résolution d'équations, etc...

Une invention anglaise

La règle à calcul graduée en échelle logarithmique est conçue en 1620 par l'Anglais Edmund Günter six ans après qu'un autre de ses compatriotes, le mathématicien John Neper, ait inventé le logarithme et constaté que la représentation d'un nombre par une puissance de 10 facilite l'usage de certains calculs. La multiplication peut ainsi être remplacée par une simple addition et la division par une soustraction. C'est encore un autre Anglais Seth Patridge qui, en 1657, donne à cet instrument sa forme définitive en lui ajoutant une règle coulissante.

Parmi les autres instruments de calcul analogiques (en opposition aux machines à calcul travaillant sur des nombres entiers dites numériques) figurent aussi les planimètres, destinés à mesurer des aires de surfaces dessinées sur des plans ou des cartes. Accessoires indispensables des bureaux d'ingénieurs entre 1850 et 1950, les planimètres ont trouvé de nombreuses applications dans des domaines très variés : géodésie, cadastre, construction navale, tracés routiers, etc.



Planimètre

Laiton, fer Coradi,
Suisse, fin 19^e siècle
Collection Musée
d'histoire des sciences
/ MHS inv. 2018

Inventé en 1854, le planimètre polaire du Suisse Jakob Amsler (1823-1912) est vendu à plusieurs dizaines de milliers d'exemplaires. L'instrument est formé de deux bras articulés : un bras polaire qui tourne autour d'un point fixe et un bras traceur qui suit le tracé de la courbe à mesurer. L'aire mesurée est calculée par une roulette intégrante fixée sur le bras traceur.

La machine à calcul, ancêtre de l'ordinateur?

L'ordinateur descend-il de la calculatrice mécanique. L'affirmation est tentante mais erronée. D'un point de vue mécanique, un ordinateur moderne ne contient plus la moindre pièce mécanique. L'électronique a totalement remplacé les rouages dentés et les engrenages bien trop lents et fragiles. Sur le plan conceptuel, l'ordinateur est plus une machine à traiter l'information qu'une machine à calculer. Les quatre opérations arithmétiques de base ne représentent qu'une portion infime des tâches fournies par un ordinateur.

Il est vrai cependant, que le fonctionnement des ordinateurs actuels repose encore sur trois principes découverts au cours du développement des machines à calculer mécanique: la programmation, le branchement conditionnel et le calcul binaire.

Quant au branchement conditionnel, un terme savant pour décrire le fait qu'une machine est capable d'exécuter ou pas certaines opérations en fonction du résultat intermédiaire obtenu, il s'observe pour la première fois sur la *MADAS* en 1908 par son automatisation de la division. La machine arrête d'elle-même le déroulement de l'opération de la division après avoir effectué un test sur le signe du reste.

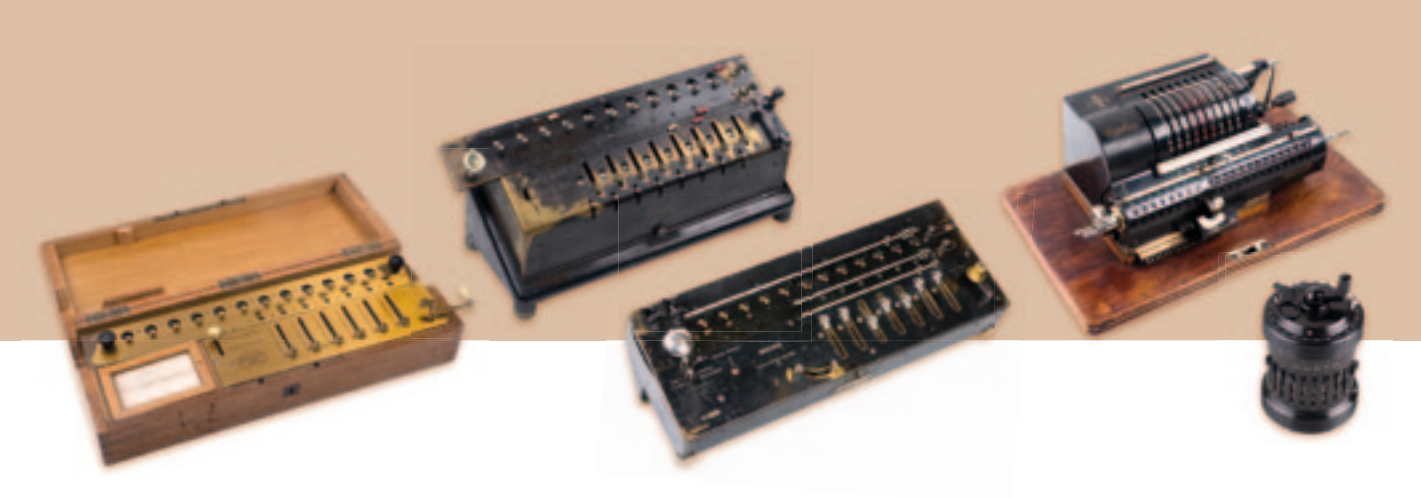
Enfin, le calcul binaire formalisé entre autre par Leibniz, l'inventeur de la première machine à multiplier au 17^e siècle, est la base de fonctionnement des ordinateurs actuels. Le 0 et le 1 ne servent pas seulement de base de calcul mais indiquent aussi «non» ou «oui», «faux» ou «vrai», donnant du coup à nos machines modernes la possibilité d'effectuer toutes sortes de tâches logiques dont leurs ancêtres les calculatrices mécaniques étaient bien incapables.

Cartes perforées

Inspirées des métiers à tisser, les premières machines à calcul programmées par des cartes perforées sont apparues dès 1840, comme par exemple la machine analytique de Charles Babbage ou encore la machine mécanographique de l'américain Hollerith, première machine à avoir exécuté de manière automatique le dépouillement du recensement américain en 1890.



*La machine
mécanographique
de Hollerith.*
<http://www.vintage.com>



Une brève chronologie de la machine à calcul

1657 : invention de la règle à calcul par l'Anglais Seth Patridge.

1645 : Blaise Pascal fabrique une machine à additionner dotée d'un système de report, la Pascaline.

1675 : Gottfried-Willhelm Leibniz conçoit une machine à multiplier munie d'un système d'entraînement à cylindres cannelés et d'un chariot mobile.

1820 : Thomas de Colmar dépose le brevet de son *Arithmomètre*, la première machine à calculer qui sera produite de manière industrielle.

1908 : la firme suisse Egli produit la *MADAS*, une machine capable d'automatiser la division.

1878 : le Suédois Willgodt-Theophil Odhner dépose un brevet pour une roue à entraînement à nombre variable de dents.

1887 : l'Américain Eugène Felt prend un brevet pour son *Comptometer*, une additionneuse qui sera produite en grande série.

1833 : l'Anglais Charles Babbage conçoit un projet de *machine à calculer universelle* fonctionnant par carte perforée qui ne sera jamais fabriquée.

1890 : l'Américain Hermann Hollerith développe une machine statistique programmée par carte perforée qui réalise automatiquement le dépouillement du recensement américain.

1970 : Apparition des calculettes électroniques

1972 : abandon de la production de la *Curta*, la dernière machine mécanique à avoir été fabriquée en série.

Bibliographie

Jean Marguin, *Histoire des instruments et machines à calculer*, Hermann, Paris, 1994

René Taton, *Le calcul mécanique*, PUF, Paris, 1949

Thomas A. Russo, *Antique Office Machine*, Schiffer, USA, 2001

Muséum d'histoire naturelle Henri-Lecoq, Cécile Crepel, *Si Blaise Pascal m'était compté*, Clermont-Ferrand

Ellenberger, Collin, *La machine à calculer de Blaise Pascal*, Nathan, Paris 1993

Alain Schaerlig, *Compter du bout des doigts*, PPUR, Lausanne, 2006

Ernst Martin, *Die Rechenmaschinen und ihre Entwicklungsgeschichte*, Hambourg réédition, 1925

Luc de Brabanderie, *Calculus*, Mardaga, Liège, 1994

Alain Taurisson, *Du boulier à l'informatique*, Presse Pocket, Cité des sciences et de l'industrie, Paris, 1991

Conception et rédaction :

Stéphane Fischer, Musée d'histoire des sciences

Mise en page :

Blaise-Alain Cart, BAC-ART Création

Photo de couverture :

curseur(s) d'inscription de l'*Arithmomètre*
(MHS inv. 1972)

Philippe Wagneur, MHN

Impression :

CMAI, Ville de Genève

© MHS février 2012

