

L'histoire de la machine à calculer est complexe. D'abord, parce que plusieurs de ces étapes sont constituées d'emprunts mutuels, un inventeur prenant à un autre un élément ou un principe qu'il modifie. Ensuite, parce que plusieurs de ces machines visent à des buts différents et réalisent des opérations différentes.

Le premier procédé opératoire connu est le calcul sur les dix doigts de la main, probablement à l'origine de l'utilisation du système décimal. Seulement, ce système ne permet pas de manipuler de grands nombres. L'homme a donc développé parallèlement :

- un système de comptabilité par manipulation d'objets (cailloux, du latin *calculus, calculi*, jetons, etc.) qui a abouti aux abaques, tables de calcul, puis aux bouliers.
- le calcul écrit, résultat de l'invention des chiffres, du système de numération de position et de la pratique de l'écriture.

Ces deux pratiques ont longtemps coexisté et ce n'est qu'à la fin du XVIII^e siècle que le calcul écrit s'est imposé.

I- AVANT LA CALCULATRICE...

1. Les tables de calcul

Développées en Mésopotamie, les tables de calcul – ou « abaques » - sont à l'origine des lignes tracées dans le sable. On utilisait les colonnes ainsi formées pour donner différentes valeurs aux cailloux selon leur position. Les supports de ces tables étaient divers : pierre, terre cuite, bois, marbre, etc. La plus ancienne table à calculer date du VI^e siècle avant J.-C. Elle était en marbre et a été découverte dans l'île grecque de Salamine.

Plus tard, les tables de calcul donnèrent naissance au calcul avec jetons, utilisé couramment en Europe occidentale au Moyen Âge. Sur la table de calcul (cf. dessin à droite), on posait un certain nombre de jetons sur des lignes qui correspondaient à un ordre de grandeur (deniers, sols, livres, etc.). Les utilisateurs

entraînés pouvaient réaliser de façon très rapide les opérations nécessaires pour la gestion et le commerce. L'enseignement de son utilisation était assez répandu, y compris dans tous les bons traités d'arithmétique¹ de l'époque.

Pourtant, bien que fort utile pour les calculs commerciaux, le calcul avec jetons fut, pour les mathématiciens et astronomes, remplacé par l'utilisation du calcul écrit et des règles d'arithmétique, notamment grâce à l'introduction du système de numération, dit arabe, par Gerbert d'Aurillac et Fibonacci.

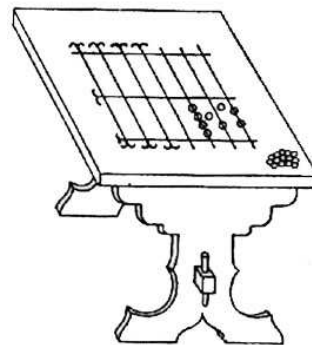


Table de calcul : les traits représentent de droite à gauche les deniers, les sols, les livres, les dizaines de livres, etc.

2. Les bouliers

Inventé en Chine vers le XII^e siècle, le boulier est, parmi les dispositifs de calcul employés par les peuples au cours des âges, le seul à offrir l'avantage d'une pratique relativement simple et rapide (cf. l'activité boulier).

Les bouliers sont constitués d'une série de broches sur lesquelles sont enfilées des boules. Dans les modèles chinois et japonais, toutes ces broches sont traversées par une même barre qui sépare les boules

¹ Partie de la mathématique qui étudie les propriétés et les relations élémentaires sur les ensembles des entiers (naturels et relatifs) et des nombres rationnels

en deux catégories. On fait correspondre à chaque broche une unité de rang différent, par exemple un million, cent mille, dix mille, mille, cent... Le rapprochement d'une boule vers la barre transversale correspond à l'addition d'une unité. L'éloignement de la boule par rapport à la barre transversale correspond à la soustraction d'une unité. Avec un bon entraînement, on peut effectuer des multiplications par additions successives et des divisions par soustractions successives. Les occidentaux sont généralement stupéfaits de constater à quel point la dextérité de ceux qui ont appris à s'en servir leur permet d'effectuer, en un temps record, des calculs parfois très complexes.

2.1. Le boulier chinois


En Chine, le boulier se présente généralement sous la forme d'un cadre rectangulaire de bois dur. Il est composé d'un certain nombre de broches sur lesquelles sont enfilées sept boules mobiles de bois ou de verre, quelquefois légèrement aplaties. Celles-ci peuvent indifféremment se rapprocher d'une baguette transversale divisant le cadre en deux parties, de telle manière que deux de ces boules demeurent toujours au-dessus et que les cinq autres soient au-dessous. Le résultat des opérations est lu en comptant les boules accolées à la barre centrale : les billes situées sous la barre valent une unité de l'ordre correspondant à la broche (dizaine, centaine, etc.), les billes situées au-dessus de la barre valent 5 unités de l'ordre correspondant à la broche. (cf. fiche « Le boulier chinois »)

Le nombre des tiges, qui varie entre 8 et 12 sur les bouliers courants, peut être porté à 15, 20, 30 ou même davantage, selon les besoins du calculateur. Plus il y a de broches, plus les nombres à traiter sur l'instrument peuvent être importants.

En général, les utilisateurs du boulier chinois ne commencent pas par les deux premières broches de droite. Ils préfèrent les réserver pour les dixièmes et les centièmes d'unité. Dans ce cas, la 3^e tige

est affectée aux unités simples, la 4^e aux dizaines, la 5^e aux centaines, etc.

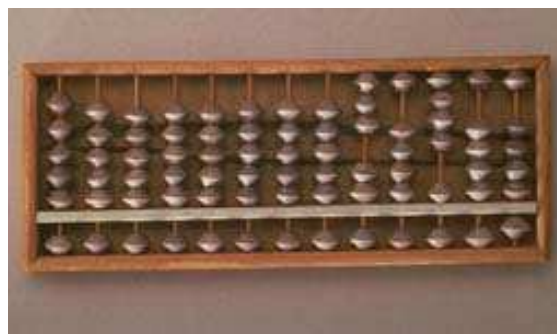


 **1** Boulier chinois à 17 broches.
Inv. 00807-0001-

Aujourd'hui, le *Suan Pan* - nom chinois du boulier - est toujours utilisé en Chine. On le trouve aussi bien dans les mains d'un marchand ambulant qui ne sait ni lire ni écrire que dans celles du commerçant, du comptable, du banquier, de l'hôtelier, du mathématicien ou de l'astronome.

2.2. Le boulier japonais

Le boulier est arrivé au Japon au XVI^e siècle sous une forme proche du *Suan Pan* chinois. Au XIX^e siècle, il prit sa forme caractéristique avec son aspect très allongé, et fut épuré jusqu'à ne plus contenir que 5 billes par broches.



Boulier japonais. Inv. 16551-0000-
(Réserves de Saint-Denis)


En novembre 1945, au Japon, il y eut un match opposant le Japonais Kiyoshi Matsuzaki, champion de *soroban* (nom japonais du boulier) à l'Américain Thomas Nathan Woods, désigné à l'époque comme l'opérateur de calculatrice électrique le plus expert de l'armée du Japon. Les hommes du général MacArthur

s'efforçaient alors de démontrer aux Japonais vaincus la supériorité des méthodes modernes d'origine occidentale. Le match se déroula en 5 rounds comportant des opérations de plus en plus compliquées. Et c'est le Japonais qui l'emporta avec un score de 4 à 1.

2.3. Le boulier russe

La conception du boulier russe est légèrement différente de celle du boulier chinois. Il comporte 10 boules sur chaque tige, dont deux (la 5^e et la 6^e) sont de couleurs différentes, permettant ainsi à l'œil du manipulateur de discerner facilement les nombres de 1 à 10. Pour représenter un nombre donné, il suffit de faire glisser, autant de boules qu'il faut.

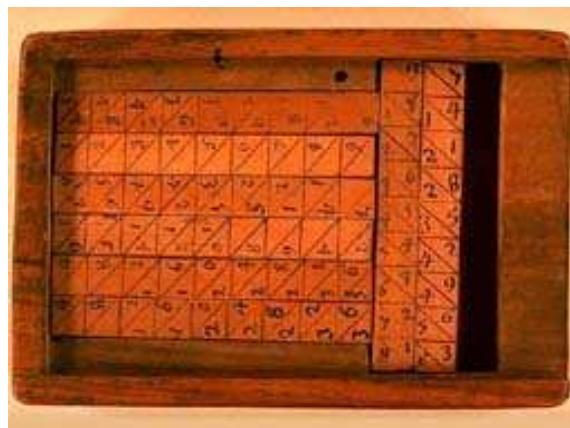



 **1** Boulier Stchoty, grand modèle à 10 broches dont chacune porte 10 boules. Inv. 17052-0000-

3. Les bâtons de Neper

En 1617, l'Anglais John Napier (1550-1617), également connu sous le nom de Neper, met au point des bâtons mobiles qui permettent de réaliser rapidement des multiplications grâce à un codage astucieux des tables de Pythagore. Cf. fiche « bâtons de Neper ». Neper invente également les logarithmes² communs avec son compatriote Henri Biggs.

Faciles à fabriquer et peu coûteux, les bâtons de Neper furent populaires dans toute l'Europe pendant plus de 200 ans !



 **1** Coffret de 17 bâtons de Neper à 4 faces. Inv. 00799-0000- ; Coffret de rouleaux népériens avec table d'addition, calendriers, marées et calculs d'intérêt, 1720. Inv. 17042-0000-

4. La règle à calculer

En 1620, l'astronome et mathématicien anglais Edmund Gunter perfectionne l'invention de Neper, bloquant les bâtons de ce dernier sur une surface et réalisant de la sorte la première règle à calculer. Elle sera affinée par son compatriote Henry Leadbetter.

La règle utilise la propriété des logarithmes, à savoir que le logarithme d'un produit est égal à la somme des logarithmes de chaque facteur du produit³. Une règle, graduée en échelle logarithmique, permet donc de transformer des multiplications en additions et des divisions en soustractions. Elle fut utilisée principalement par les marins, mais était difficile d'emploi. Il fallait utiliser un compas pour trouver les logarithmes des facteurs et accumuler ces logarithmes.


C'est ainsi que William Oughtred eut, peu de temps après, l'idée de juxtaposer deux règles de Gunter se manœuvrant à l'aide d'un piquoir.

² Logarithme népérien d'un nombre a, noté Log a ou ln a

³ $\text{Log } xy = \log x + \log y$

En 1671, Seth Partridge imagine la règle à coulisse dont le principe a été maintenu dans les instruments de calcul les plus récents. Dès la fin du XVIII^e siècle, l'usage de la règle à calculer se popularise rapidement en Angleterre. Elle sera utilisée jusqu'à l'arrivée des premières calculatrices électroniques du commerce dans les années 1970.



 **1** Règle anglaise de type ancien en bois et laiton, 1671. Inv. 05559-0000-; Régllette à additionner graduée en sols et en deniers pouvant calculer jusqu'au milliard, 1720. Caze. Inv. 00801-0001-

II- LES PREMIÈRES MACHINES MÉCANIQUES

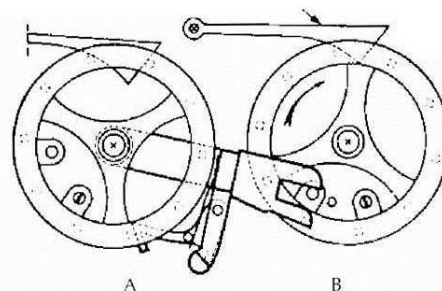
Si l'on fait abstraction du prototype de Léonard de Vinci très controversé, c'est au XVII^e siècle que la mécanisation du calcul numérique débute. Les calculs devenaient de plus en plus nombreux et importants, particulièrement dans le domaine de l'administration. C'est donc au cours de ce siècle que furent développées les trois premières véritables machines mécaniques automatisées de calcul numérique : celles de Wilhelm Schickard, de Blaise Pascal et de Gottfried Wilhelm Leibniz.

1. La machine arithmétique de Pascal

Blaise Pascal (1623-1662) a commencé ses recherches sur la machine arithmétique en 1642 à Rouen, pour aider son père, Etienne Pascal, alors chargé de remettre en ordre les recettes fiscales de Normandie. À l'âge de 19 ans, il invente une machine comportant un astucieux système d'engrenages. Celle-ci permet de réaliser des additions et des soustractions, par simple manipulation de six roues sur le couvercle d'une boîte oblongue de petite dimension. Les sommes et les différences

apparaissent dans des fentes placées au-dessus des roues.

Dans le contexte technique de l'époque, la « Pascaline » fait plutôt pâle figure. L'idée de Pascal était très difficile à réaliser. L'état de la technique et celui de la main-d'œuvre ne permettaient pas la confection de pièces avec la précision nécessaire. Mais la simulation mécanique d'un processus était né ! La programmation n'est pas nouvelle puisqu'elle apparaît avec les rouages des horloges. Cependant, la machine arithmétique de Pascal se distingue de ce mécanisme par la programmation de règles opératoires. On considère sa machine comme étant le premier processeur d'information⁴.




Le reporteur de Pascal

La principale caractéristique de cette machine réside dans son report automatique des retenues, dont le principe est fondé sur un dispositif mécanique composé d'une série de roues dentées numérotées de 0 à 9, et reliées de telle manière que la rotation complète de l'une d'elles fait avancer la suivante d'un cran à l'aide d'un sautoir.

⁴ Unité centrale d'un ordinateur capable d'exécuter la séquence d'instructions du programme contenu dans la mémoire




 **1** Machine arithmétique de Pascal à 6 chiffres, 1642. Inv. 00823-0001-

2. La machine arithmétique à cylindres népériens de Grillet

La partie inférieure de cette machine comporte 7 rouleaux népériens. Dans le couvercle, 24 cadrans disposés en 3 rangées permettent les additions sans dispositif de report des retenues. Grillet réussit une véritable miniaturisation de sa machine. « *La machine que j'ai inventé n'a ni tambours, ni poids, ni cette grande quantité de roues qu'on voit dans celle de M. Pascal. On y fait l'addition en tournant les roues dans un sens et la soustraction en les tournant dans l'autre. Mais je ne me suis pas contenté de faire faire à la mienne ce que faisait celle de M. Pascal, j'ai trouvé le moyen d'y appliquer les lames de la table pythagorique pour servir à la manipulation et à la division.* »

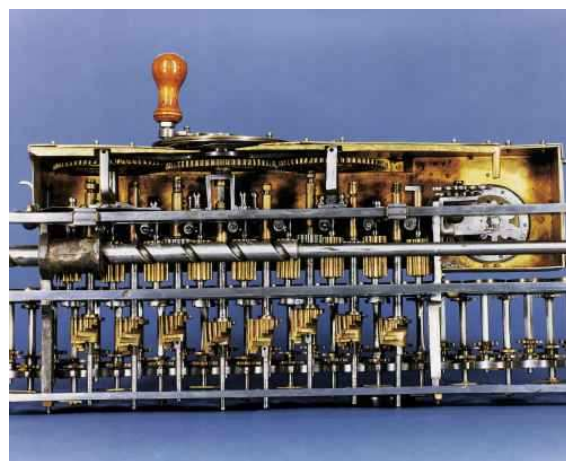


 **1** Machine arithmétique à cylindres népériens de Grillet, horloger du roi Louis XIV, 1678. Inv. 00798-0001-

3. La calculatrice à étages de Leibniz

L'Allemand Gottfried Wilhelm Leibniz, qui admirait Pascal, reprit son invention. En 1671, il commence à la perfectionner afin de la rendre capable d'effectuer aussi deux autres opérations arithmétiques de base, les multiplications, par additions successives, et les divisions par soustractions successives. Sa machine est exposée en 1694 à la Royal Society de Londres. Sa machine, appelée « calculatrice à étages », pouvait également extraire les racines carrées. C'est donc la première calculatrice capable d'effectuer toutes les opérations arithmétiques élémentaires par des moyens purement mécaniques !

Mais, contrairement à la machine de Pascal, sa calculatrice ne fut jamais commercialisée, même si un 2^e exemplaire fut produit en 1704. En fait, la machine de Leibniz n'a jamais fonctionné convenablement : ses mécanismes, beaucoup plus complexes que ceux de la Pascaline, se heurtaient à de grandes difficultés de fabrication, la mécanique horlogère n'ayant pas encore atteint à l'époque le haut degré de précision nécessaire au montage d'une calculatrice fiable et robuste.




La calculatrice à étages de Leibniz

Sur le plan technique, Leibniz a apporté un nombre important de concepts nouveaux : un inscripteur permettant de poser un nombre avant de l'additionner, un viseur de pose, un entraîneur, un chariot permettant l'addition et la soustraction en position

fixe, la multiplication mobile orientée vers la gauche, la division en position mobile orientée vers la droite, un système de tambours à dents de longueurs croissantes coulissant chacun sur son axe et remplaçant dix rouages indépendants, etc. La contribution de Leibniz est considérable, puisqu'elle est à l'origine de toute une lignée d'inventions qui se sont prolongées jusqu'au début du XX^e siècle.

4. La machine arithmétique de Lépine

Cette machine à additions et soustractions est semblable dans son principe à celle de Pascal. Mécaniquement, Lépine substitue dans son additionneur des roues dentées aux engrenages à lanterne utilisés par Pascal. Les sautoirs assurant le report des dizaines sont remplacés par un train d'engrenages comprenant une roue à une seule dent chargée de transmettre les retenues.

 **1** *Machine arithmétique de Lépine, 1725.*
Inv. 00801-

III- ÉVOLUTION DES MACHINES MÉCANIQUES

Pendant plus d'un siècle, on s'efforça, sans grand succès, de réaliser des machines commerciales sur la base des inventions de Pascal et Leibniz. Et, malgré de nombreuses tentatives, les machines à calculer ne s'imposèrent pas avant le XIX^e siècle comme produit commercialisable. Ne répondant pas à un besoin réel, elles sont restées confinées dans les mains de mathématiciens et d'inventeurs, et n'ont jamais constitué que de simples objets de curiosité.

Mais le XIX^e siècle est le témoin d'un grand bouleversement, la révolution industrielle avec l'essor du commerce et le développement du mouvement bancaire international faisant prendre désormais aux événements une tout autre tournure.

Avec le besoin sans cesse grandissant d'un développement du calcul mécanique, la nature des utilisateurs de machines à

calculer change en effet de manière radicale, passant dès lors d'une élite scientifique à un groupe social de plus en plus vaste et hétérogène.


On souhaita donc à l'époque qu'une solution mécanique fût trouvée d'urgence pour que les calculs se fissent le plus rapidement et le plus efficacement possible, avec un maximum de fiabilité et selon un coût minimal.

Dans cette course, la recherche s'orienta alors dans deux directions : l'une visant à perfectionner les mécanismes ainsi qu'à sécuriser le déroulement des opérations ; et l'autre cherchant à automatiser au maximum les réflexes de l'opérateur humain, d'abord dans le but de réduire le temps de traitement des opérations, et ensuite pour mettre l'emploi des machines à calculer à la portée de tous. Ce n'est qu'en 1820 que les premiers résultats de ces recherches apparurent.

1. La machine circulaire de D. Roth

Son fonctionnement repose sur des roues dentées à nombre variable de dents. En inscrivant chaque chiffre du nombre à multiplier sur un des disques disposés vers le bord extérieur du boîtier circulaire, on fait saillir un nombre égal de dents sur la roue correspondante. La multiplication se fait au moyen de la manivelle et le produit apparaît dans les lucarnes de la partie centrale.

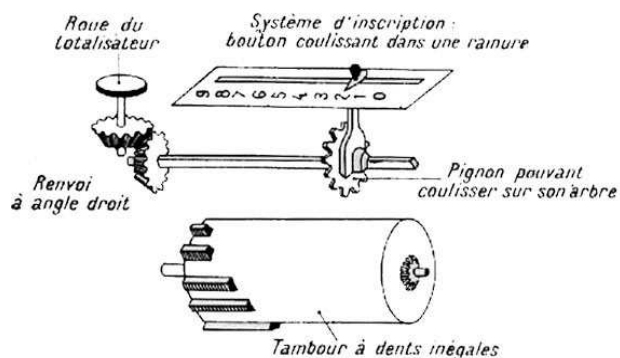


 **2** *Machine circulaire de Didier Roth, 1841.*
Inv. 11315-0010-

2. L'arithmomètre de Thomas de Colmar


Si la machine de Pascal est essentiellement une additionneuse, la machine de Thomas opère les multiplications par additions successives : on « pose » un nombre, puis on le multiplie ou on le divise par des rotations successives de la manivelle. Le premier modèle d'arithmomètre est achevé en 1822. C'est la première calculatrice fabriquée en série pour les industriels et les financiers de l'époque.

L'arithmomètre utilise l'organe mécanique de la machine de Leibniz, le tambour à 9 dents de longueurs inégales associé à un chariot permettant de déplacer en bloc le multiplicande⁵.



Ceci permet de multiplier d'abord le nombre donné par le chiffre des unités, puis par celui des dizaines, des centaines, etc. en déplaçant l'ensemble des disques d'un rang, de deux rangs, etc.



 **3** Arithmomètre de Thomas de Colmar, 1890. Inv. 20306 ; Arithmomètre de T. de Colmar. Inv. 9175

Ainsi, pour multiplier un nombre par 532, au lieu d'effectuer 532 tours de manivelle, on n'en effectue que $2 + 3 + 5 = 10$.

Pendant plus de 20 ans, Thomas perfectionne sa machine, autant pour en faciliter la commercialisation que pour les nécessités de sa propre compagnie.

Cette machine sera la seule à être construite industriellement, jusqu'à la fin du XIX^e siècle : près de 2000 exemplaires avec de nombreux perfectionnements en font la première machine d'usage réellement pratique dans des domaines d'applications divers : assurances, armée, cadastre, statistiques. Devenu chevalier, l'inventeur se fera appeler Thomas de Colmar.

3. L'Arithmaurel

Inventé pour le calcul mécanique par T. Maurel et perfectionné par Jayet, l'Arithmaurel reprend le principe de l'arithmomètre de Thomas de Colmar. Cette machine effectue les multiplications par additions successives. L'arithmaurel ne possède toutefois qu'un seul tambour à dents inégales qui agit sur des disques gradués pour l'inscription du résultat. Originale et très rapide, cette machine fut toutefois handicapée par sa fragilité.



 **2** Arithmaurel de Maurel et Jayet, 1854. Inv. 6709

⁵ Le facteur qui est énoncé le premier dans une multiplication.

4. Le Comptometer

Le principe des machines à calculer à touches est dû à l'Américain E. Dorr Felt de Chicago (U.S.A). En 1887, il prend un brevet pour un « Comptometer », première machine à calculer, construite en série, avec un clavier complet. Pour inscrire un chiffre, plus besoin d'effectuer des tours de roues comme dans les machines de type Pascal, il suffit de presser la touche correspondante !

Le Comptometer effectue les quatre opérations de base par répétition de l'addition. En 1888, E. D. Felt ajoute une fonctionnalité à sa machine qui imprime les nombres au fur et à mesure des inscriptions ainsi que le total du calcul au bas de la colonne.



Comptomètre de Felt et Tarrant, 1884. Inv. 14249-0001- (Réserves de Saint-Denis)

La machine à calculer de Felt et Tarrant comporte un clavier se composant de colonnes de 9 touches de chiffres. « *La machine fonctionne comme un piano, dont les gammes seraient disposées en colonnes au lieu d'être placées les unes à la suite des autres* ». La pression sur une touche fait entrer immédiatement sa valeur dans un totalisateur. Le report des dizaines dans la colonne voisine de gauche se fait par un ressort accumulateur d'énergie qui, ayant accumulé les unités, déclenche le report.

Sans cesse perfectionnées, les machines à touches ont ensuite été dotées d'un dispositif d'impression sur papier, puis électrifiées. Elles survécurent jusqu'à l'arrivée des calculettes électroniques.

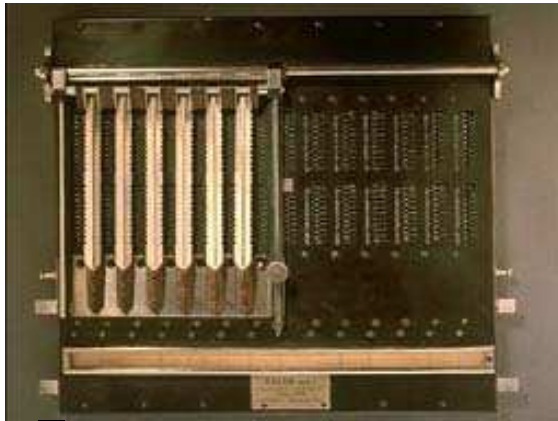
5. Les machines à calculer de Léon Bollée

C'est à 19 ans que Léon Bollée (1870-1913), fils d'Amédée Bollée, le constructeur de l'omnibus à vapeur « l'Obéissante », invente et construit une première machine arithmétique à multiplier directement. Sa machine utilise une matérialisation de la table de Pythagore sous la forme de chevilles implantées sur des plaques métalliques. Ces chevilles agissent sur des crémaillères qui constituent l'organe multiplicateur. Un tour de manivelle suffit pour réaliser une opération contrairement aux machines procédant par additions répétées.



Machine à calculer de Léon Bollée, modèle de 1889 modifié en 1892. Inv. 11650-0001-

La même année, Léon Bollée invente une autre machine à calculer : l'arithmographe. Celui-ci comprend un additionneur à crosses et une série de réglottes, disposées en feuillets superposés, qui permet d'exécuter les multiplications et les divisions. On peut ainsi effectuer toutes les opérations fondamentales de l'arithmétique, y compris l'extraction des racines carrées. Cet appareil ne comporte pas de dispositif mécanique, mais assemble des instruments d'aide au calcul.



2 Arithmographe de Léon Bollée, 1889.
Inv. 12582-

6. La machine différentielle de Babbage

Le mathématicien anglais Charles Babbage s'est attaqué au problème de la rapidité avec, comme objectif, de fabriquer une machine de calcul qui combine les fonctions arithmétiques, comme celles de Pascal et de Leibniz, et les fonctions logiques. Sa machine devait donc prendre des décisions en fonction des résultats. Projet formidable pour l'époque, puisqu'il impliquait la combinaison de deux types de machines, la numérique et l'analytique⁶, en même temps que l'association de deux types de fonctions. Pour cela, Babbage utilisa la technique des cartes perforées, largement utilisée dans les métiers à tisser, pour l'introduction des données. Les autres opérations étaient réalisées par l'entremise d'engrenages et de leviers.

Babbage rendait hommage au génie de Vaucanson, promoteur de la programmation par cartes perforées et se situait donc au carrefour de l'automatisation⁷, qui devait plus tard devenir l'automation⁸, et du calcul mécanique. Babbage exposa un prototype de sa première machine en 1822, celle qu'il appela la « machine différentielle ».

Authentique génie, il n'arriva cependant pas au terme de ces recherches, faute d'un capital financier et technique suffisant. Sa

machine ne fut construite que dans les années 1970.

Au milieu du XIX^e siècle, les idées maîtresses de la machine à calculer, qu'on allait bien plus tard appeler « ordinateur », étaient tracées par Pascal, concepteur de l'infrastructure mécanique, Leibniz, qui a porté les capacités de la machine de Pascal, limités au comptage, au niveau des opérations arithmétiques de multiplications, divisions et extractions des racines carrées, Vaucanson, inventeur des programmes sur cartes perforées, Babbage, inventeur de la machine analytique et par l'Anglais George Boole qui a créé l'algèbre et inventé le langage binaire.

IV- LES MACHINES ÉLECTROMÉCANIQUES

Une des étapes importantes dans l'évolution des machines de calcul est le passage des machines purement mécaniques aux machines qui intègrent des *circuits électriques* pour la réalisation de leurs opérations. Cette intégration a été progressive, les premières machines combinant électricité et mouvements mécaniques.

En 1880, grâce à l'Américain Hermann Hollerith, la machine à calculer numérique fait son entrée officielle dans les administrations. Spécialiste des études statistiques, Hollerith perfectionne le principe des cartes perforées et réalise une machine qui permet d'établir des recensements de population trois fois plus vite qu'auparavant. Chaque carte pouvait en effet porter seize nombres à cinq chiffres ou huit nombres à dix chiffres.

Grâce à cette machine, l'administration américaine pu révéler, six semaines seulement après le recensement de 1890, le nombre d'habitants des Etats-Unis. La mécanographie était née et elle allait s'étendre rapidement aux firmes commerciales et industrielles et aux administrations. Cette machine servit notamment de point de départ à la future compagnie.

⁶ Qui appartient à l'analyse.

⁷ Emploi de machines, d'automatismes pour la réalisation d'un processus.

⁸ Fonctionnement automatique d'un ensemble productif, sous le contrôle d'un programme unique.

V- LES MACHINES ÉLECTRONIQUES

La première tentative de construction d'un calculateur au fonctionnement électronique est due à un professeur de physique et de mathématiques de l'Iowa State College, John Vincent Atanasoff, et à un de ses étudiants, Clifford Berry. Le projet a été conçu par Atanasoff entre 1937 et 1939. Le calculateur travaillait en binaire⁹, système simple et fiable, et disposait d'une mémoire à condensateurs. Hélas, le manque d'intérêt et de financement de la part de l'université a forcé les deux hommes à construire une machine limitée en puissance. Le projet prit fin au printemps de l'année 1942.

1. L'Electronic Numerator, Integrator, Analyser and Computer (ENIAC)

En 1935, l'armée américaine crée son laboratoire de recherche balistique. Le lieutenant Hermann Heine Goldstine est chargé de trouver des moyens d'accélérer le calcul des tables de tir, pour lesquelles il était nécessaire de calculer 2000 à 4000 trajectoires. Chacune de ces trajectoires nécessitait près de 700 multiplications. En 1943, il rencontre John Mauchly, professeur de physique au Ursinus College, qui a rédigé un mémoire sur un calculateur électronique promettant des performances remarquables. La construction d'une machine à calculer électronique s'amorçait : le projet secret de l'ENIAC (Electronic Numerator, Integrator, Analyser and Computer). Mauchly fut nommé conseiller principal du projet et Presper Eckert, un étudiant de la Moore School en fut l'ingénieur en chef. La machine fut terminée vers la fin de 1945, après la guerre, et elle fut utilisée jusqu'en octobre 1955. Le terme d'« ordinateur » ne peut véritablement s'appliquer à l'ENIAC, car il n'était qu'une réalisation électronique d'une machine à calculer mécanique. L'ENIAC travaillait même en

base 10 plutôt qu'en binaire, grâce à des assemblages électroniques appelés décades ! Cependant, la plus grande faiblesse de l'ENIAC était le fait qu'il n'utilisait pas d'enregistrement interne des programmes. Par conséquent, la ré-exécution d'un programme ou d'une de ses parties nécessitait la réintroduction manuelle des cartes correspondantes.

2. Manchester Mark 1

Le premier ordinateur à avoir fonctionné est le Manchester Mark 1. Le projet démarre en 1946 sous la direction de Max Newmann, professeur de mathématiques à l'université de Manchester. Cette machine porte le nom d'ordinateur en raison de sa *mémoire interne*, conçue par F.C. Williams, composée de tubes cathodiques, déjà utilisés à l'époque pour la génération des images télévisées. Dans cette mémoire, les bits¹⁰ sont mémorisés simplement par des points lumineux apparaissant sur un écran.

3. Calculatrice électronique de poche

La première calculatrice électronique de poche fut mise au point par les Américains J.S. Kilby, J.D. Merryman et J.H. Van Tassel, de Texas Instruments en 1972, le brevet fut accordé en 1978. Hewlett-Packard commercialisa les premières calculatrices programmables en 1976.

VI- LES SUPERORDINATEURS

À la fin des années 50, quatre superordinateurs sont construits dans le monde : le Ferranti Atlas, le Gamma 60 de Bull, l'Univac LARC et l'IBM 7030 « Stretch ». Le nom même de cette dernière machine symbolise une course à la puissance, puisqu'il s'agit d'étendre (*to stretch* en anglais), de repousser les limites des performances des machines.

⁹ Système binaire : code binaire d'une machine n'utilisant que deux symboles (1 et 0) correspondant à deux états d'une cellule électrique.

¹⁰ Unité élémentaire d'information pouvant prendre deux valeurs distinctes, notées 0 et 1.


Les quatre projets constituent à la fois des échecs commerciaux et des expériences riches d'enseignements. IBM en tire les principes qui feront le succès de sa série 360.

En 1957, l'ingénieur américain Seymour Cray (1925-1996) met au point le premier ordinateur fonctionnant à base de transistors. Il fonde Cray Research Inc. en 1972 pour développer la nouvelle conception de supercalculateurs. Le Cray-1 est commercialisé en 1976.

Second d'une lignée mémorable de superordinateurs, le Cray-2 a été mis au point pour traiter d'énormes quantités de données, réclamant donc une puissance de calcul considérable. Sur la série de trente Cray-2 livrés dans le monde à partir de 1985, quatorze machines étaient encore en service dix ans plus tard.

Si le Cray-2 mérite le titre de calculateur le plus puissant du monde, c'est qu'il utilise le calcul vectoriel¹¹. Dans ce type de machine, une seule instruction provoque une cascade de calculs, effectués simultanément par plusieurs processeurs travaillant à très grande vitesse pour l'époque (243 MHz). Pour dissiper la chaleur produite, les vingt-quatre modules électroniques de l'unité de calcul baignent dans un liquide hautement isolant, du fluorocarbure, constamment refroidi.



 4 *Supercalculateur Cray-2, 1985.*
Inv. 43964-0000-

Les Cray ont permis de faire progresser la recherche en dynamique des fluides, en océanographie ou en modélisations

¹¹ Étude des opérations que l'on peut effectuer sur les vecteurs.

mathématiques. Les Cray-2, puis les Cray X-MP, se sont notamment illustrés avec succès dans la prévision météorologique.

CONCLUSION

Aujourd'hui, différents instruments permettent de faire des calculs simples, qu'il s'agisse de leur utilisation première (calculatrice de poche) ou d'une fonction « gadget » ajoutée à leur fonction première (montre calculatrice, téléphone portable). D'autres machines, scolaires (calculatrice programmable) ou professionnelles (ordinateur) visent au contraire à faire des calculs compliqués.

Le concept essentiel dans l'invention de l'ordinateur n'est pas l'adoption du langage binaire mais bien le programme enregistré. En un demi-siècle, l'informatique a connu un intense perfectionnement technique, affectant principalement les composants électroniques. Mais, dans leurs principes, les outils informatiques actuels restent très proches du premier ordinateur mis au point en 1945 : des unités d'entrée et de sortie, une unité centrale de calcul, une mémoire et un programme qui marque la rupture avec les calculatrices mécaniques ou électriques.

Rédaction : V. Perez

Photos : © Musée des arts et métiers/Cnam, S. Pelly.

Illustrations : Serge Picard

Sources :

L'album du Musée des arts et métiers,
cédérom, CNAM, 1994

Jean Rosmorduc, Chronologie des sciences
et des techniques, Paris, CDRP, 1997,
46 p.

Richard Platt, Inventions : une chronologie
visuelle. De la pierre taillée aux satellites
et aux ordinateurs, Seuil, 1995, 64 p.

Flash Museum et cartels du Musée des arts
et métiers

Encyclopaedia Universalis en ligne

<http://www.universalis-edu.com/>