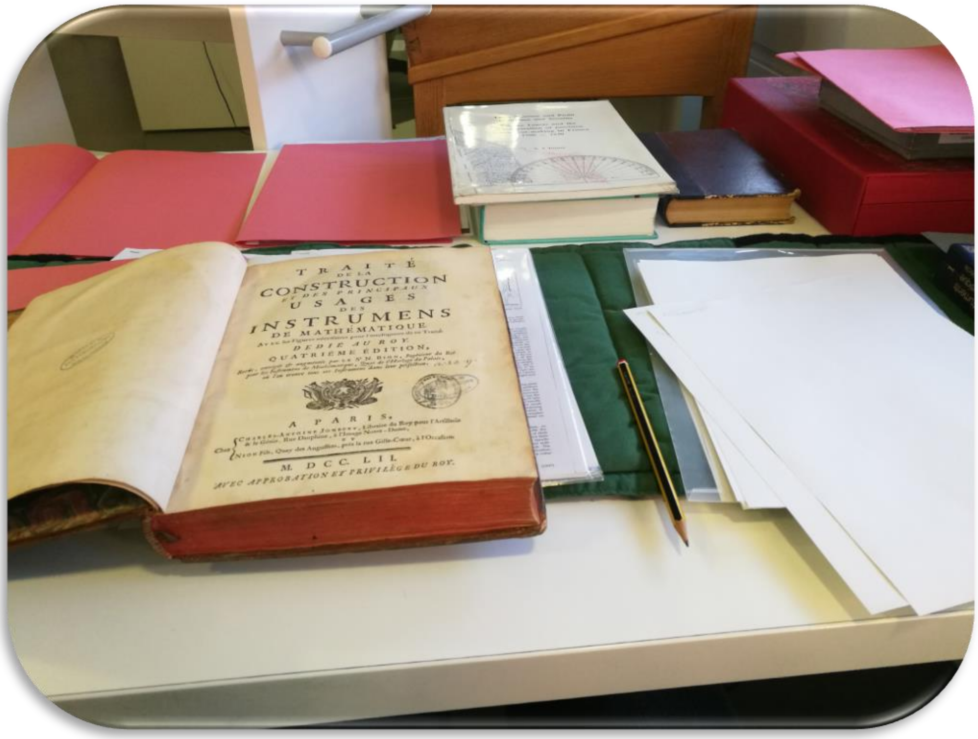


Algorithmes et instruments de calcul

Giuseppe Giorgio Colabufo | X 2016
HSS512B - Histoire des sciences contemporaires | 2018

Introduction

Ce rapport est un complément culturel qui privilège la place des algorithmes dans l'histoire des mathématiques.

Le mot ***algorithme*** vient du nom de l'auteur d'un traité d'algèbre du IX^{e} siècle : *al-Khwarizmi*. Le concept d'algorithme, c'est en effet un concept qui est bien antérieur à l'apparition des ordinateurs et des machines à calculer.

Selon le dictionnaire, un algorithme est toute suite de règles formelles, un ensemble de règles opératoires propres à un calcul. Aujourd'hui le terme reste très attaché au domaine de l'ordinateur, puisque la science des algorithmes, *l'algorithmique*, s'est beaucoup développée dans la deuxième moitié du XX^{e} siècle justement grâce à l'informatique.

Cependant, la façon de compter avec des cailloux peut déjà être considérée un algorithme, un des premiers développés dans l'Antiquité. Tous les ans, les élèves apprennent des algorithmes à l'école : apprendre à sommer, soustraire, multiplier, diviser … ce n'est qu'apprendre des algorithmes qui servent à obtenir le résultat de l'une de ces opérations mathématiques. La façon qu'on nous apprend à l'école, est sans doute une des plus puissantes et complètes qui ont été développées. Mais aussi l'une des stratégies les plus complexes et difficiles à apprendre. Ce qui est intéressant, déjà pour l'une de ces opérations très simples, que l'on apprend dès tous petits, c'est qu'il n'existe pas une manière unique de parvenir au bon résultat. Il existe plusieurs alternatives parfois plus simples à retenir. Dans la première section de ce document, on prendra comme exemple le cas de la multiplication[1].

POURQUOI CE SUJET

Je trouve que l'histoire des algorithmes et des instruments de calculs est intéressante pour au moins deux raisons :

1. Le chemin pour obtenir un résultat est souvent plus important que le résultat lui-même ;
2. L'évolution des algorithmes et des différents outils scientifiques montre notre évolution dans la manière de penser et nous rapporter aux problèmes (principalement mais non exclusivement mathématiques).

Je donne ici une brève justification de mes affirmations.

En effet, l'intérêt d'un procédé de calcul est bien plus important qu'un résultat particulier obtenu. L'algorithme qui nous permet de trouver la solution pour un problème spécifique est le même pour une entière classe de problèmes et le plus il est simple à utiliser, le plus efficacement on résoudra les problèmes de cette classe. En outre, l'étude des étapes d'un

[1] Voir la section **Plusieurs techniques de multiplication**.

procédé peut nous suggérer une interprétation et une plus fine compréhension de la nature du problème considéré.

Au cours des siècles plusieurs scientifiques et ingénieurs ont été poussés à trouver des moyens simples ou complexes pour simplifier le travail *bête et calculatoire.* Cela a amené à la création de machines de plus en plus perfectionnées, d'abord mécaniques, puis électroniques, jusqu'à la conception des logiciels actuels pour résoudre les enjeux industriels et les défis toujours nouveaux en science.

LE CONTENU

La première partie de cette recherche, montre comment l'on peut avoir plusieurs algorithmes, plusieurs méthodes, pour effectuer le même calcul. Il n'existe pas une méthode meilleure qu'une autre, tout dépend des critères de complexité et de celui qui doit effectuer le calcul : un ordinateur n'utilise pas le même procédé qu'un humain !

En particulier, on proposera deux différentes variantes de l'algorithme de multiplication « classique » que tout le monde connaît et quelques techniques pour le calcul du nombre π.

Dans la deuxième partie, on présentera rapidement une histoire des machines à calculer, à partir des premiers instruments utilisés déjà dans l'Antiquité, jusqu'aux modernes ordinateurs, en passant par les *Pascalines* et les *bâtons de Neper*.

Finalement, on va comparer les différentes problématiques et les différents avantages obtenus dans cette évolution des machines et des instruments avec le conséquent changement des algorithmes conçus pour leur utilisation.

MOTIVATION

Au cours de ma scolarité, j'ai pu apprécier les différentes manières d'apprendre et enseigner les mathématiques. J'ai compris que plusieurs chemins vers une solution sont possibles et que le choix dépend des ressources à disposition et de nos objectifs.

Au collège, après un tournoi scolaire de mathématiques, j'ai remporté le premier prix : une calculette assez puissante, avec la possibilité d'utiliser des formules programmées, une mémoire qui permettait la gestion de dizaines de chiffres et d'autres caractéristiques assez intéressantes. J'ai continué à l'utiliser pendant mes années au lycée et même à l'université parfois. Mais en avançant dans mes études, je me suis aperçu que cette calculette que je trouvais géniale, était « inutile », ou plutôt, pas suffisamment utile dans les applications concrètes des mathématiques plus avancées.

J'ai compris qu'on utilise de plus en plus des logiciels spécialisés pour résoudre les problèmes du monde réel, et que les langages de programmation sont assez variés et souvent leurs applications sont très pointues et spécifiques. Ce n'est pas vrai qu'il suffit d'insérer les données en entrée du problème et appuyer sur un bouton. Aujourd'hui, dans l'ère des ordinateurs, on pourrait penser que n'importe qui peut résoudre des équations compliquées à l'aide d'une machine. En vérité, il faut une préparation à l'usage de la machine, une connaissance du problème, du modèle utilisé et du langage pour communiquer avec les logiciels, de plus en plus puissants, de plus en plus complexes.

Même si j'avais déjà un ordinateur pour mes études en mathématiques, j'ai dû quand même utiliser des tables de quantiles pour les cours de statistiques. Je croyais que plus personne n'utilisait des tables depuis le début du XXe siècle et que les calculettes et les calculateurs les avaient remplacés définitivement. Cela m'a fait comprendre l'utilité et l'intérêt de connaître les outils du passé, puisque faire les choses *à la main,* pas de manière automatique, aide à saisir le raisonnement et les étapes de la résolution du problème.

Connaître l'histoire des instruments et des algorithmes sur lesquels ils sont basés permet par ailleurs d'apprécier le développement et les progrès faits au cours des siècles, le génie humain et la beauté des mathématiques.

Tous les chemins mènent à Rome

Plusieurs techniques de multiplication

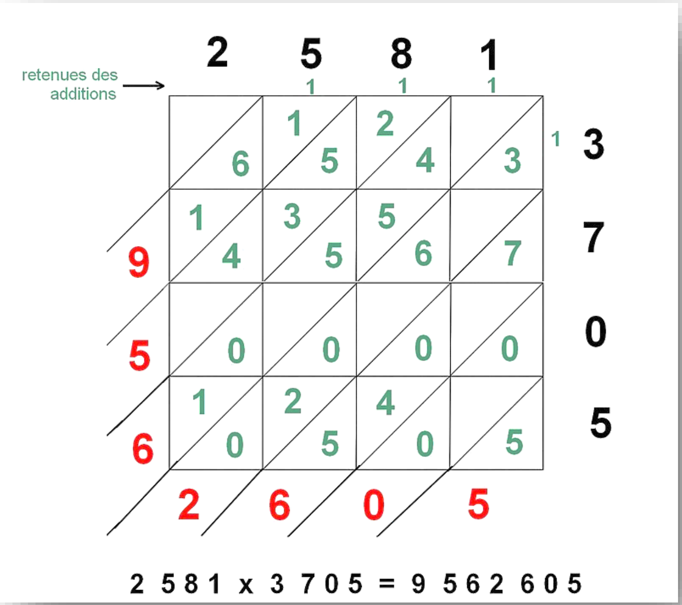
Comme mentionné en introduction, les algorithmes pour les opérations qu'on nous enseigne à l'école ne sont pas les seuls possibles : plusieurs ont été élaborés et utilisés au cours des siècles. La multiplication offre un très grand nombre de procédés alternatifs.

Quand j'étais petit, pour jouer, mon père m'a appris la multiplication à l'aide des traits. A l'école primaire, la méthode par jalousie nous a été présentée comme une manière alternative de faire les calculs : plus colorée et ludique.

Ici on va présenter ces deux méthodes, très similaires l'un de l'autre, basées sur la propriété distributive du produit sur la somme.

MULTIPLICATION PAR JALOUSIES

La multiplication par jalousies est une technique de multiplication basée sur la notation décimale. Elle est aussi appelée multiplication *per gelosia*, *par filet* ou *par grillage*. Son nom est tiré des « jalousies », sorte de volets équipant certaines fenêtres orientales, qui permettent de voir sans être vu et à travers lesquels la lumière passe en diagonale. La multiplication par jalousies se pratiquait au Moyen Âge en Chine, en Inde, chez les Arabes aussi bien qu'en Occident.



L'algorithme est assez simple, on écrit les nombres à multiplier sur les deux côtés de la grille et on écrit le résultat des multiplications simples entre chaque chiffre dans les carrés correspondants. Enfin, on somme en diagonale et en prenant garde de sommer aussi les éventuelles retenues des additions. On lit le résultat en bas de gauche à droite.

Figure 1 - Un exemple de multiplication par jalousies : 2 581 × 3 705 = 9 562 2605.

LA METHODE DES TRAITS

Cette méthode est assez similaire à la précédente. On trace horizontalement et verticalement le nombre de lignes ou de colonnes correspondant aux chiffres à multiplier (indiquées en haut ou à droite). Ensuite, il suffit de compter les points en diagonale en tenant compte des revenues des additions et lire le résultat.

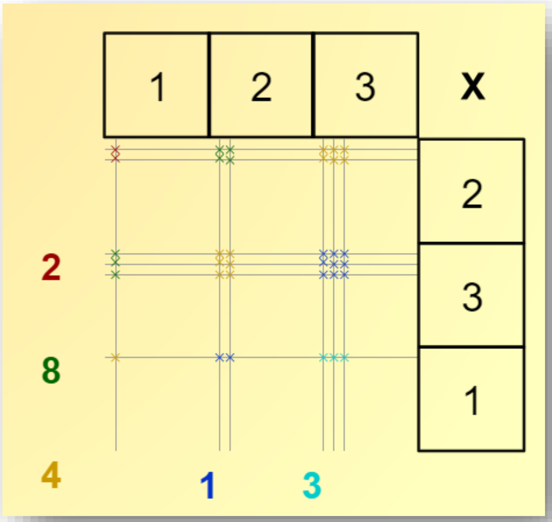


Figure 2 - Un exemple de multiplication par la méthode des traits : 123 × 231 = 28 413.

π : un nombre spécial

Le nombre représenté par la lettre grecque minuscule π (pi), c'est le rapport constant de la circonférence d'un cercle à son diamètre dans un plan euclidien. On peut sûrement affirmer qu'il s'agit d'une des constantes les plus importantes des mathématiques, puisque π est présent dans de nombreuses formules aussi bien en mathématiques qu'en physique et sciences de l'ingénieur.

On peut également définir π comme le rapport de l'aire d'un disque au carré de son rayon, en utilisant l'analyse réelle ou à l'aide des fonctions trigonométriques…

Cette variété de définitions donne autant de méthode pour le calculer (de façon approximée, car π est irrationnel et même transcendant).

LA METHODE D'ARCHIMEDE

Pour le calcul de π, Archimède établit un encadrement du périmètre du cercle à l'aide des périmètres des polygones réguliers inscrit et circonscrit au cercle et possédant 96 côtés[2]. Son calcul donne $3 + 10/71 < \pi < 3 + 1/738$, c'est-à-dire (en prenant la moyenne de ces deux valeurs) que la valeur de π est d'environ 3,14185.

LES SERIES

Il existe plusieurs séries convergentes qui donnent une valeur multiple de π. L'idée est que les séries permettent d'approcher π avec d'autant plus de précision qu'on utilise de termes de la série pour le calcul. Le calcul des chiffres décimales de π est donc autant plus précis que l'on dispose aujourd'hui de la puissance de calcul des ordinateurs qui nous permettent d'effectuer les opérations répétées de somme et produit sans effort de notre part, et nous permettant de fixer l'erreur a priori pour choisir le nombre de termes à calculer.

Les séries les plus célèbres sont :

- La série de Leibniz :

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \cdots = \frac{\pi}{4}$$

- Le produit de Wallis :

$$\frac{\pi}{2} = \prod_{k=1}^{\infty} \frac{(2k)^2}{(2k)^2 - 1} = \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{6}{7} \cdots = \frac{4}{3} \cdot \frac{16}{15} \cdot \frac{36}{35} \cdots$$

LES INTEGRALES

Une autre possibilité, est de calculer π à l'aide d'une intégrale. La formule la plus simple est peut-être $\frac{\pi}{4} = \int_0^1 \sqrt{1 - x^2}\, dx$, mais il en existe d'autres, très célèbres :

- Intégrale de Gauss

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2}\, dx = \sqrt{\pi}\,.$$

- Intégrale d'Euler

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{\frac{-u^2}{2}}\, du = \sqrt{2\pi}\,.$$

Le calcul par intégral permet d'utiliser les formules d'approximation selon – par exemple - les méthodes de quadrature, des rectangles ou des trapèzes. N'est-il pas extraordinaire de pouvoir obtenir le même nombre avec un tas de moyens différents ?

---

[2] Le géomètre grec s'arrête à 96 côtés car les calculs qu'il est amené à effectuer sont déjà longs pour l'époque.

UN PEU D'ALEA

L'aiguille de Buffon est une expérience de probabilité proposée par Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon et consistant à calculer la probabilité qu'une aiguille de longueur a, lancée sur un parquet fait de lattes de largeur $L \geq a$, soit à cheval sur deux lattes. Cette probabilité p est : $p = \frac{2a}{\pi L}$ et cette formule peut être utilisée pour déterminer une valeur approchée de $\pi \approx \frac{2a}{pL}$.

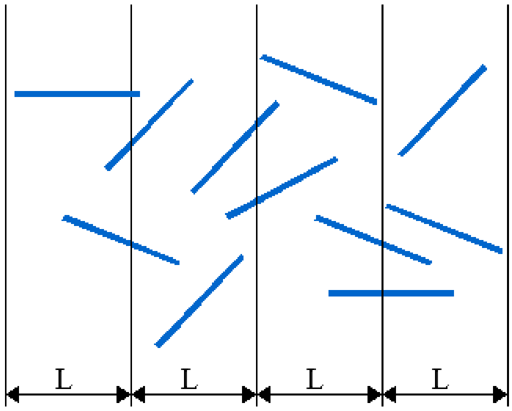


Figure 3 - Expérience de l'aiguille de Buffon pour l'évaluation de π.

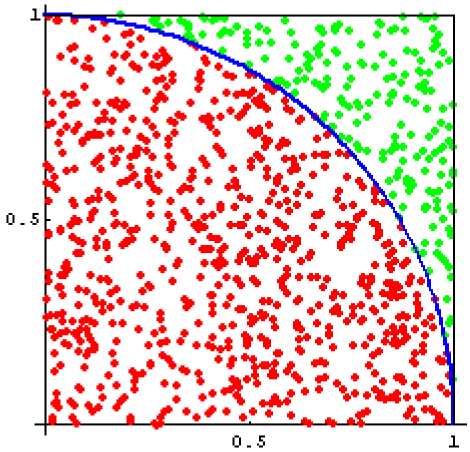


Figure 4 - Évaluation de π par la méthode de Monte Carlo.

Une autre expérience probabiliste pour déterminer la valeur de π est la méthode de Monte-Carlo. Cela consiste à prendre au hasard un point dans un carré de côté 1. Puisque la probabilité que ce point soit dans le quart de disque de rayon 1 est $\pi/4$ on peut calculer la valeur de π en prenant le rapport des points dans le disque sur le nombre total de points. Cela revient à calculer l'intégrale cité dans la section précédente.

Un parcours historique

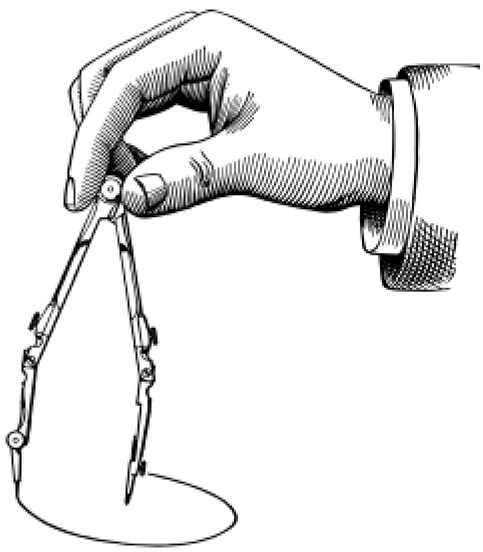
Les algorithmes dans l'Antiquité

Les premières traces d'algorithmes se trouvent en Orient, chez les **Babyloniens**. Dans les tablettes retrouvées il n'y a pas de formules algébriques, mais la description étape par étape d'un processus de calcul. L'auteur décrit donc un véritable algorithme à partir d'un exemple concret. Les algorithmes présentés en forme abstraite, sans nombres, sont rares.

Les anciens **Égyptiens** avaient un système additif basé sur le décimal. En particulier, ils avaient un hiéroglyphe pour chaque puissance de 10 jusqu'à 10^6. Pour l'addition, ils utilisaient la méthode triviale : on regroupe les mêmes symboles, et chaque fois qu'on en a 10, on les remplace par un symbole de la puissance de 10 supérieure. On observe que cet algorithme marche dans n'importe quelle base B.

Quant aux autres opérations, ils ne savaient que doubler ou diviser par 2. Cependant, pour multiplier deux nombres, ils utilisaient implicitement la décomposition d'un nombre en binaire : ils trouvaient d'abord la plus grande puissance de 2 inférieure ou égale au nombre en question, la soustrayaient et recommençaient l'opération jusqu'à ce qu'il ne reste plus rien ; enfin ils sommaient les puissances de 2 correspondantes pour obtenir le résultat.

Une histoire des outils de calcul



La calculette de notre téléphone portable est capable d'exécuter en un instant bien plus que les quatre opérations. Mais l'histoire des instruments de calcul a évolué très lentement avant de l'introduction de l'électronique. Jusqu'au 1600 le seul outil mécanique disponible étaient les différentes typologies d'abaque.

L'histoire du calcul artificiel peut être divisée en trois grandes étapes : la première, qui va de la préhistoire jusqu'aux années 1930 ; la deuxième est la période des grands calculateurs des années 1940 ; la troisième est l'ère des ordinateurs actuels.

Depuis l'Antiquité l'homme a conçu et construit des centaines de machines simples et complexes pour s'aider dans la résolution des problèmes auxquels il était confronté.

La première fois que l'homme a compté quelques choses, il a comparé deux quantités. C'est exactement ce que font les enfants : ils utilisent leurs doigts pour compter les objets sur une table ou donner leur âge.

Les premiers procédés pour dénombrer des objets remontent probablement à la lointaine préhistoire. Il s'agissait de petits **cailloux** disposés sur le sol que l'on associait aux objets que l'on voulait compter. Caillou est dit *calculus* en latin. Ce terme est d'ailleurs à l'origine du mot *calcul* qu'on utilise aujourd'hui.

L'outil le plus simple pour effectuer des opérations mathématiques est sans doute le **compas**. Grâce au compas on a conçu la manière de tracer sur du papier toutes sortes de figures tant régulières qu'irrégulières. Le *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématiques* (1752) propose une classification des instruments « les plus considérables » en « *Etui de Mathématique* » et le compas est le premier outil à y être mentionné.

Le terme vient du bas latin et signifie « mesurer avec le pas ». À l'aide du compas on peut résoudre les problèmes les plus élémentaires de géométrie (point moyen d'un segment, droite perpendiculaire ou parallèle à une droite donnée…) mais aussi de l'arithmétique (somme et différence de nombres, produit et rapport de nombres, construction de la racine carrée…).

Figure 5 - Un abaque romain.

Le premier véritable instrument de calcul, qui n'est pas encore une machine, est le **boulier**. Le boulier permet de faire rapidement des additions mais aussi des divisions, des multiplications et des extractions de racines. Mais le boulier fait partie d'une classe plus générale d'instruments : les **abaques,** dont le boulier est l'élément le plus simple. Un abaque est, plus en général tout instrument mécanique plan facilitant le calcul. Les abaques existaient déjà chez les Grecs, les Romains mais aussi chez les civilisations asiatiques. On remarquera que les abaques et la technique du calcul aux jetons sont un héritage des cailloux utilisés auparavant.

Figure 6 - Les bâtons de Napier.

Plus tard, en 1617, Neper fabriqua des réglettes facilitant la multiplication, connues sous le nom de **Bâtons de Napier**. Le système imaginé par Neper est d'une simplicité d'emploi géniale : facile à fabriquer et peu coûteux. Il s'agit d'un outil pour réduire la multiplication à une série d'additions et la mettre ainsi à la portée de centaines de milliers d'utilisateurs non formés aux mathématiques. L'avantage énorme de l'invention de Neper, c'est qu'elle rendait inutile la connaissance de la table de multiplication.

LES MACHINES A CALCULER

À partir du XVIe siècle on a plusieurs témoignages et exemplaires de machines à calculer mécaniques, mais ce n'est qu'au XIXe siècle que l'usage des machines s'impose partout. L'évolution des systèmes mécaniques a poursuivi jusqu'à la moitié du XXe siècle. En 1970, l'arrivée sur le marché des calculatrices électroniques a mis fin à 100 ans de règne du calcul mécanique et mis la machine à calculer au rang de produit de grande consommation.

LA PASCALINE ET SES DESCENDANTS

En 1640, Blaise Pascal conçoit ce que l'on considère comme la première machine arithmétique de l'histoire : la **Pascaline**. La machine de Pascal est basée sur la distribution de l'effort mécanique sur des engrenages en rotation et sur l'usage d'accumulateur à plusieurs chiffres.

Figure 7 - Une Pascaline au CNAM de Paris.

Les *Pascalines* étaient bien adaptées pour les additions, en revanche, les multiplications et les divisions par additions ou soustractions successives étaient pratiquement inabordables.

Trente ans après Pascal, Leibniz met au point une calculatrice permettant de mécaniser de manière pratique la multiplication et la division. En 1671, Leibniz écrit : « *Il est indigne d'hommes remarquables de perdre des heures à un travail d'esclave, le calcul, qui pourrait fort bien être confié à n'importe qui, avec l'aide des machines.* »

Cette observation conduira à la conception d'instruments de plus en plus sophistiqués.

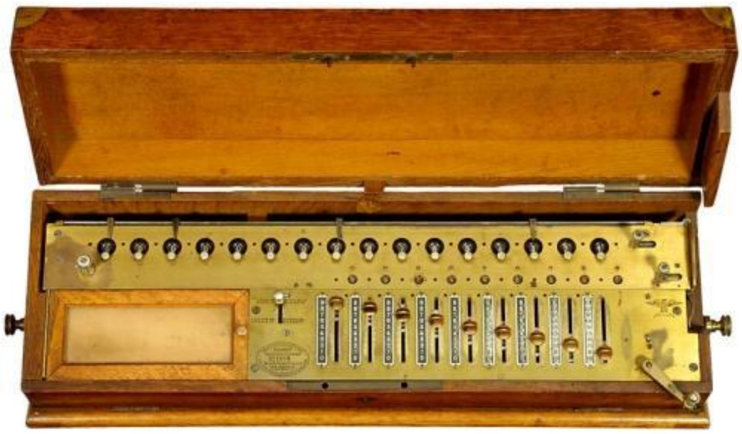


Figure 8 - L'arithmomètre : Charles-Xavier Thomas de Colmar.

Le mérite d'avoir conçu la première machine industrielle de l'histoire du calcul mécanique, **l'Arithmomètre,** revient à Charles-Xavier Thomas de Colmar. Celui-ci 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 ».

L'arithmomètre de Thomas (1820) hérite de siècles d'efforts obstinés pour délivrer les hommes de cette corvée fastidieuse qu'est le calcul numérique. La machine a connu un succès commercial considérable et a été imitée dans le monde entier. Les plus grands modèles ont jusqu'à vingt chiffres de capacité et mesurent environ 70 cm de longueur, 18 cm de largeur et 10 cm de hauteur. Le mécanisme est en bronze et en acier.

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.

> « C'est à Thomas de Colmar que revient sans conteste le très grand mérite d'avoir en 1820 créé le premier type à la fois pratique et robuste de machines à multiplier fonctionnant en toute sûreté. On est en droit de dire que de sa belle invention date le véritable essor pris par les machines à calculer, qui n'avaient été jusque-là que de simples objets de curiosité. »
>
> - Maurice d'Ocagne, Interview de M. Alph. Darras, Constructeurs français de l'Arithmomètre, 1821.

LE CAS BABBAGE

En 1822 Charles Babbage a l'intuition pour une machine très puissante : la **Machine Différentielle** (*Difference Engine*), un énorme calculateur mécanique qui permet d'effectuer les calculs à travers de la méthode des différences, ce qui demande seulement de plusieurs sommes successives. Mais déjà en 1837 Babbage passe à un projet encore plus ambitieux : la **Machine Analytique** (*Analytical Engine*), le premier prototype de calculateur programmable de l'histoire. Un mathématicien aurait pu l'utiliser pour se soulager du déroulement de n'importe quelle séquence de calculs, bien que longue et complexe. Le programme à exécuter par la machine auraient été codé à l'aide de carton perforés, comme ceux déjà utilisés par les métiers. Malheureusement, Babbage n'a jamais pu achever la construction de ses machines en raison de conflits avec son ingénieur en chef et d'un financement insuffisant. Le Musée des Sciences de Londres a construit un exemplaire de Machine Analytique en 1991, à l'occasion du deux-centième anniversaire de la naissance de Babbage.

> « La *Machine Analytique* de Babbage tisse des modèles algébriques de la même façon que le métier de Jacquard tissait des fleurs et des feuilles. »
>
> - Ada Lovelace

DE LA MECANIQUE A L'ELECTRONIQUE

Au début de la première guerre mondiale, la plupart des calculs se faisaient encore de façon artisanale : une centaine de "calculateurs humains", principalement des femmes diplômées de collège qui avaient une aptitude pour les mathématiques, se répartissaient les travaux de calculs.

Avec la rapidité croissante des calculatrices, la mécanique touche à ses limites et l'électronique prend gain de cause.

Cependant, ce n'est qu'à la fin de la deuxième guerre mondiale que les premiers calculateurs électroniques voient le jour. On cite les plus importantes : l'ENIAC[3], la série des machines

[3] **E**lectronic **N**umerical **I**ntegrator **A**nd **C**omputer (1945) est le premier ordinateur entièrement électronique construit pour être Turing-complet.

Zuse[4], le Harvard Mark I[5] , la machine IAS[6]. Ces machines ont été véritablement les premiers ordinateurs.

La machine IAS[6] a été inaugurée le 10 juin 1952. Le mathématicien Emil Artin lui fournit son premier problème : une conjecture arithmétique résistant depuis un siècle, qui se révèle fausse après deux millions de multiplications en six heures.

Dans les milieux militaires et scientifiques, on commence à comprendre que l'ordinateur est plus qu'un calculateur ultra-rapide et qu'il permet de traiter l'information efficacement à tous les niveaux.

LES ORDINATEURS AUJOURD'HUI

Les ordinateurs font désormais partie de notre vie quotidienne, mais je me limite ici à analyser leur usage à but scientifique. **L'algorithmique**, c'est-à-dire l'étude et la production de règles et techniques qui sont impliquées dans la définition et la conception d'algorithmes, a eu un élan significatif dans la deuxième moitié du XXe siècle. La raison de ce développement rapide est sans doute la naissance de l'informatique et des formalismes (notamment ce des *Machines de Turing*) qui donnent un cadre scientifique pour étudier les propriétés des algorithmes. Suivant le formalisme choisi on obtient des approches algorithmiques différentes pour résoudre un même problème (on peut penser à l'approche itérative par contraste à l'approche récursive ou encore aux algorithmes parallèles contre les algorithmes séquentiels).

Dans le milieu scientifique, plusieurs logiciels ont été créés au cours des années pour aider les mathématiciens appliqués à résoudre les équations les plus complexes ou visualiser leurs modèles et leurs solutions. On peut citer des nombreux exemples *Open source* (les langages Python ou Octave) ainsi que d'autres solutions *propriétaires* (MATLAB ou Maple).

Les problèmes traités sont souvent si particuliers qu'on ne peut pas penser de les résoudre à l'aide d'une méthode très générale et confier le logiciel à n'importe qui. Le mathématicien-programmeur reprend donc progressivement la place de l'informaticien-gestionnaire. En effet, depuis le milieu des années soixante-dix, souvent, ce sont les professionnels d'un domaine qui se forment eux-mêmes à l'informatique. L'homme a du coup interposé, entre le décideur et le monde réel, un appareillage formel complet qui constitue un intermédiaire obligé. Les systèmes actuels comportent l'entrée de l'homme dans les mondes artificiels qu'il a placés entre lui et la nature.

UN INSTRUMENT PERSONNEL ET COLLECTIF

L'idée de l'instrument de calcul personnel, camarade fidèle de travail, ayant sa place sur notre bureau ou portable pour nous suivre en tous nos déplacements, est antérieure à la miniaturisation de l'électronique. Les instruments de calcul digital naissent personnels à la moitié de 1800 - étant donné le commencement de la disponibilité de produits de série. Au commencement les fonctionnalités sont limitées à l'arithmétique, puis, avec l'avènement du

---

[4] Calculateurs fabriqués par Konrad Zuse dans les années 1930-1940.
[5] L'IBM ASCC, une machine électromécanique considérée comme étant l'un des premiers calculateurs universels.
[6] Construit par l'Institute for Advanced Study (IAS) de Princeton aux États-Unis.

moderne calculateur on peut faire beaucoup plus de choses, mais le changement radical coïncide avec une augmentation de dimensions et coûts, si bien que, pendant quelque temps, on est contraint à laisser de côté la perspective personnelle.

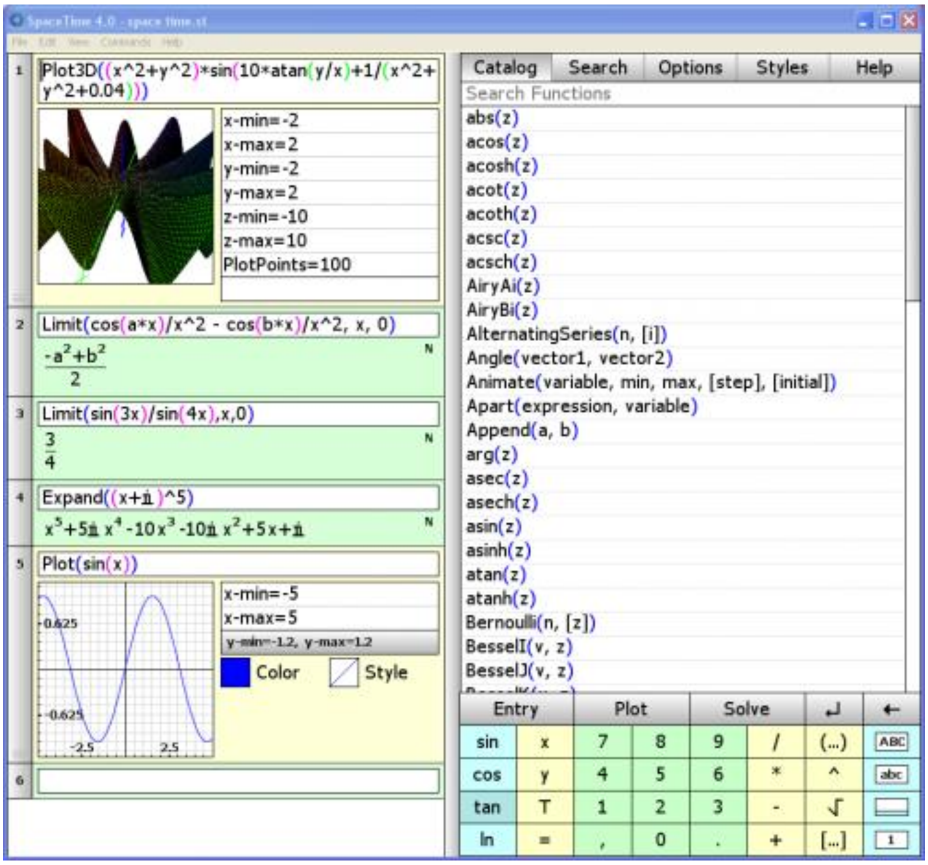


Figure 9 - Un exemple de logiciel à usage scientifique.

Actuellement, chacun possède sa propre copie d'un logiciel, et avec le principe de reproductibilité d'une expérience scientifique, chacun peut relancer les calculs sur sa propre machine, si nécessaire, et vérifier les résultats. Néanmoins, pour les calculs les plus importants, la puissance de calcul nécessaire est telle qu'il devient coûteux de relancer un même programme plusieurs fois et la précision requise fait si que le code est élaboré en équipe et partagé entre les membres au sein du projet.

Conclusion

Les instruments de calcul ont beaucoup évolué et avec eux la manière de concevoir les algorithmes. Dans le passé, les instruments mécaniques nécessitaient de dextérité, mais il fallait aussi bien savoir gérer le procédé de calcul. Les calculatrices exécutaient les quatre opérations de l'arithmétique mais les résultats à obtenir ils demandaient formules plus complexes : le calculateur - humain - il devait connaître le procédé correct et en dérouler les pas sans se tromper.

Les logiciels actuels ont la capacité de gérer des opérations beaucoup plus complexes, parfois infaisables par un humain (en raison de temps ou complexité trop élevés). Néanmoins, la gestion du procédé de calcul reste fondamentale pour utiliser correctement les outils.

DE LA SPECIFICITE A L'UNIVERSALITE ET RETOUR

A partir du 1600 on a une diversification des instruments selon l'usage auquel ils étaient destinés. Au milieu du 1900, l'avent des grands calculateurs et des ordinateurs a fait penser à une possible création d'un seul super-outil capable de tout faire. Toutefois, on constate à présent une ultérieure spécialisation des machines et plus souvent des logiciels et des programmes implémentés.

Il y a 200 ans, l'objectif fondamentale était d'automatiser les divisions et les multiplications, c'est-à-dire les opérations qui nécessitaient de plus de temps, si effectuées à la main. Désormais, on essaie de laisser aux machines le plus possible de place pour éviter tout sorte d'erreur humain et pour permettre de se focaliser sur les modèles théoriques et de se concentrer sur l'étude et l'interprétation des résultats obtenus.

D'une façon générale, un programme sert à transformer un problème vivant et concret en une suite de procédures logiques et abstraites formulées de telle sorte qu'une machine effectuant uniquement un petit nombre d'opérations logique puisse le traiter sans erreur et sans incertitude.

Avec les premiers calculateurs électroniques, on avait l'impression que rien n'était plus « complexe » en soi, mais tout, en revanche, était plus dense, plus abondant et surtout plus rapide. Je crois que l'élaboration et l'implémentation de solutions pour les problématiques actuelles demande en réalité un effort considérable. C'est pourquoi l'importance de savoir travailler en équipe pour élaborer l'algorithme le plus adapté à trouver une solution efficace.

Bibliographie

- BION, Nicolas, et al. Traite de la construction et des principaux usages des instrumens de mathematique. Avec les figures necessaires pour l'intelligence de ce traite.. chez Charles-Antoine Jombert, libraire du roy pour l'artillerie & le genie, rue Dauphine, a l'image Notre-Dame, 1752.
- CHABERT, Jean-Luc, et al. Histoire d'algorithmes. Belin, Paris, 1994.
- CIGNONI, Giovanni A. Dall'aritmometro al PC. In: Dall'aritmometro al PC. Pisa University Press, 2014. p. 5-29.
- LIGONNIÈRE, Robert. Préhistoire et histoire des ordinateurs : des origines du calcul aux premiers calculateurs électroniques. R. Laffont, 1987.
- MARGUIN, Jean. Histoire des instruments et machines à calculer : trois siècles de mécanique pensante, 1642-1942. Hermann, 1994.
- MARGUIN, Jean. L'arithmomètre de Thomas n° 1398. Bulletin de la Sabix. Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de l'École polytechnique, 1997, 18: 31-42.
- PHILIPPE, BRETON. Une histoire de l'informatique. La Découverte, 1990, 199.0.

Ressources en ligne

- http://therese.eveilleau.pagesperso-orange.fr/pages/truc_mat/textes/mult_grecque.html

Sommaire

Liste des Figures