

# Comment tout a commencé



Majel Barrett-Roddenberry (*"The First Lady of Star Trek."* - Majel Lee-Hudec-M. Leigh Hudec) était une actrice américaine qui a interprété de nombreux rôles récurrents dans Star Trek : Numéro Un (*TOS: "The Cage"*), Christine Chapel (*TOS, TAS, "Star Trek: The Motion Picture"* & *"Star Trek IV: The Voyage Home"*), Lwaxana Troi (*TNG & DS9*), ainsi que de multiples voix dans toutes les séries. Elle fut aussi la femme de Gene Roddenberry de 1969 jusqu'à la mort de celui-ci en 1991. Cette union avec Roddenberry et son rôle d'actrice lui valut le titre de *Première Dame de Star Trek* ("The First Lady of Star Trek." en anglais). Barrett est la seule artiste qui eut un rôle dans toute la série *Star Trek* – non seulement en tant que personnage mais surtout en tant que voix de l'ordinateur de l'*USS Enterprise*. Elle incarna aussi les voix de l'ordinateur de l'*Enterprise* dans cinq des films *Star Trek*.

Son portrait le plus fréquent dans *Star Trek*, sans lien avec l'ordinateur de bord, est celui d'une infirmière (plus tard, du Docteur) Christine Chapel dans *Star Trek: The Original Series, Star Trek: The Animated Series*, et dans deux des films. Elle prêta aussi sa voix à M'Ress et à plusieurs autres personnages de *The Animated Series*. Elle joua plus tard une Betazed Ambassadeur, Lwaxana Troi dans *Star Trek: The Next Generation* et dans *Star Trek: Deep Space Nine*.

# ÉCRITURE CUNEIFORME

## 32eme siecle avant JC

	1	10	60	600	3 600	36 000
A	◆	●	◆◆	◆◆◆	●●●	●●●●●●●●
B	↖	↖↖	↖↖↖	↖↖↖↖	↖↖↖↖↖	↖↖↖↖↖↖

exemples

— -38 ↖↖↖ ↖↖↖↖ (trois 10 + huit 1 )

— -117 ↖ ↖↖ ↖↖↖↖ (60 + cinq 10 + sept 1)

— -221 ↖↖↖ ↖↖↖ ↖ (trois 60 + quatre 10 + 1), etc.

L'**écriture cunéiforme** est un système d'écriture mis au point en Basse Mésopotamie entre 3400 et 3200 av. J.-C., qui s'est par la suite répandu dans tout le Proche-Orient ancien, avant de disparaître dans les premiers siècles de l'ère chrétienne. Au départ pictographique et linéaire, la graphie de cette écriture a progressivement évolué vers des signes constitués de traits terminés en forme de « coins » ou « clous » (latin *cuneus*), auxquels elle doit son nom, « cunéiforme », qui lui a été donné aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles. Cette écriture se pratique par incision à l'aide d'un calame sur des tablettes d'argile, ou sur une grande variété d'autres supports.

Les conditions d'élaboration de cette forme d'écriture, qui est la plus vieille connue avec les hiéroglyphes égyptiens, sont encore obscures. Quoi qu'il en soit, elle dispose vite de traits caractéristiques qu'elle ne perd jamais au cours de son histoire. Le système cunéiforme est constitué de plusieurs centaines de signes pouvant avoir plusieurs valeurs. Ils sont en général des signes phonétiques (phonogrammes), transcrivant uniquement un son, plus précisément une syllabe. Mais une autre catégorie importante de signes sont les logogrammes (souvent désignés comme des idéogrammes), qui représentent avant tout une chose et ne renvoient que secondairement à un son. D'autres types de signes complémentaires existent (signes numériques, compléments phonétiques et déterminatifs).

À partir de son foyer sud-mésopotamien où vivait le peuple qui en est probablement le créateur, les Sumériens, le système d'écriture cunéiforme est adapté dans d'autres langues, à commencer par l'akkadien

parlé en Mésopotamie, puis des langues d'autres peuples du Proche-Orient ancien (élamite, hittite, hourrite entre autres), et il est le système dominant dans ces régions pendant tout le II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. La graphie cunéiforme est parfois adaptée à des systèmes d'écriture obéissant à des principes différents de l'original : l'alphabet dans le Levant de la seconde moitié du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., et un syllabaire dans la Perse de la seconde moitié du I<sup>er</sup> millénaire av. J.-C. L'écriture cunéiforme décline lentement par la suite, avant de se replier sur son foyer de Mésopotamie méridionale où elle disparaît aux débuts de l'ère chrétienne.

Le cunéiforme a été un élément marquant des cultures du Proche-Orient ancien qui ont développé un rapport à l'écrit et des littératures à partir de ce système. Sa redécouverte à l'époque moderne, son déchiffrement au XIX<sup>e</sup> siècle et la traduction des textes qu'il notait ont donné naissance aux disciplines spécialisées dans l'étude des civilisations du Proche-Orient ancien, à commencer par l'assyriologie, et ainsi permis de mettre en lumière les accomplissements de ces civilisations jusqu'alors oubliées. L'étude des types de textes et des pratiques d'écriture a également mis en évidence l'existence d'une « culture cunéiforme » commune aux peuples ayant utilisé cette écriture, fortement marquée par l'empreinte mésopotamienne.

# La machine d'Anticythère

## 1<sup>er</sup> siècle avant JC



La **machine d'Anticythère**, appelée également **mécanisme d'Anticythère**, est considérée comme le premier calculateur analogique antique permettant de calculer des positions astronomiques. C'est un mécanisme de bronze comprenant des dizaines de roues dentées, solidaires et disposées sur plusieurs plans.

Il est garni de nombreuses inscriptions grecques.

On ne connaît de la machine d'Anticythère qu'un unique exemplaire, dont les fragments ont été trouvés en 1901 dans une épave, près de l'île grecque d'Anticythère<sup>2</sup>, entre Cythère et la Crète. L'épave était celle d'une galère romaine, longue d'une trentaine de mètres, qui a été datée d'avant 87 av. J.-C.

La machine d'Anticythère est le plus vieux mécanisme à engrenages connu. Ses fragments sont conservés au musée national archéologique d'Athènes.

## Histoire

## Débats sur l'origine et la datation de la machine d'Anticythère

Faute d'indices plus complets, les premières études avaient assimilé l'âge du mécanisme à la date du naufrage du navire, soit entre 87 et 60 av. J.-C. Cette date de -87 correspond historiquement à l'époque hellénistique, avec la présence de la dynastie des Lagides en Égypte antique, qui aurait repris le savoir des anciens Égyptiens et ce, notamment, grâce au zodiaque de Denderah. À cette époque existaient de nombreux échanges entre la Grèce et l'Égypte antique. Il est donc possible, selon l'astro-physicien et astronome Denis Savoie, que la machine d'Anticythère se soit retrouvée dans les fonds marins des côtes grecques à la suite du naufrage d'un navire provenant d'Alexandrie, en Égypte. En effet, toujours selon Denis Savoie, aucun des grands astronomes antiques grecs ne nous a laissé le moindre écrit direct tendant à prouver qu'il existait réellement un savoir astronomique grec assez avancé pour construire la machine d'Anticythère.

Cependant, par la suite, une estimation du mécanisme a été proposée entre la fin du III<sup>e</sup> et la moitié du II<sup>e</sup> siècle av. J.-C. Les études les plus récentes ont été menées en 2014 par deux chercheurs, l'un argentin, Christian Carman, historien des sciences à l'Université de Quilmès, et l'autre américain, le docteur James Evans, professeur à l'Université de Puget Sound de l'état de Washington ; ces études proposent, elles aussi, une datation assez ancienne, fondée sur la forme des lettres grecques de l'inscription figurant au dos de la machine, et situent la date de fabrication du mécanisme entre 100 et 150 av. J.-C. Mais le fait nouveau, selon l'estimation de ces chercheurs, est que le calendrier du mécanisme d'Anticythère aurait été connu dès 205 av. J.-C., c'est-à-dire sept ans seulement après la mort d'Archimète.

L'identité du concepteur est débattue. Il pourrait s'agir de l'une des personnes suivantes :

- Archimète de Syracuse (-287 à -212), père de la mécanique statique.
- un disciple d'Archimète, évoqué par Cicéron;
- Hipparque de Nicée (-190 à -120), fondateur de la trigonométrie ;
- Posidonios de Rhodes (-135 à -51), selon les indications de son ami Cicéron.

Le lieu de conception pourrait avoir été soit Rhodes, car l'astronome Hipparque et le savant Posidonios y vivaient, et cette île était un centre intellectuel très important à l'époque, notamment dans le domaine astronomique ; soit Syracuse, car c'est à Syracuse que vivait Archimète dont des témoignages laissent penser qu'il avait réalisé (ou fait réaliser) au moins deux autres mécanismes de bronze ayant des fonctions comparables.

## Découverte

Article détaillé : Épave d'Anticythère.

Peu avant Pâques 1900, deux caïques de pêcheurs d'éponge grecs (au scaphandre) de Symi, l'*Euterpe* et la *Calliope*, en route vers l'Afrique du Nord, font escale sur la côte nord-est d'Anticythère, devant s'y abriter à cause d'une tempête au large. Le 4 avril 1900, profitant d'une accalmie, l'un des plongeurs, Elias Lykopantis (ou Stadiatis), remonte et raconte qu'il a vu des hommes nus et des chevaux : il vient de découvrir par hasard l'épave antique gisant par 62 mètres de fond environ. Il en remonte un objet de la cargaison, la main d'une statue en bronze — elle appartient à la statue dite du Philosophe. Les pêcheurs ne modifient pas leurs plans pour autant, et ce n'est qu'au retour, à l'automne, qu'ils avertissent les autorités grecques — plutôt que le gouvernement ottoman dont Symi dépend à l'époque — par patriotisme hellénique. Le gouvernement grec dépêche aussitôt sur place des navires de sa marine de guerre, le 24 novembre 1900. Les opérations de renflouement de l'épave durent jusqu'en septembre 1901, et se soldent par la mort accidentelle d'un pêcheur et la paralysie de deux autres, frappés par le mal des profondeurs. De nombreuses statues et statuettes en

bronze et en marbre en sont retirées, dont la plus célèbre est un éphèbe, dit éphèbe d'Anticythère, souvent attribué à Euphranor ou à Lysippe (ces découvertes remplissent actuellement trois salles du Musée national archéologique d'Athènes), ainsi que des objets divers (instruments chirurgicaux, lyre en bronze, etc.).

On considère que la découverte de la machine à proprement parler date du 17 mai 1902 quand l'archéologue Valerios Stais s'aperçoit qu'un agglomérat rapporté du site recèle des inscriptions et des engrenages incrustés. Un examen révèle qu'il s'agit d'un mécanisme oxydé, dont il reste trois morceaux importants et 82 fragments plus petits.

En 1976, la Calypso est sur place et l'équipe du commandant Cousteau explore l'épave. Elle y découvre 36 pièces d'argent et quelques pièces de bronze frappées à Éphèse et Pergame, qui ont permis de préciser la date du naufrage et la provenance probable du navire : en -86, l'armée romaine reconquiert la Grèce et met la ville de Pergame à sac. Le navire, à destination de Rome, aurait sombré lors d'une tempête. On retrouve également dans l'épave des amphores provenant de Rhodes et de l'île de Kos, qui ont pu être datées de la même époque que celle des pièces, ainsi que des verreries et de nombreuses sculptures de bronze et pierre, évoquant un butin.

## Premières études et premières hypothèses

Le soin et l'adresse avec lesquels cette machine fut réalisée, ainsi que les capacités nécessaires en mécanique et en astronomie remettent en question les connaissances historiques sur les sciences grecques. En effet, aucun objet de même âge et de même complexité n'était connu dans le monde et il faut attendre près d'un millénaire pour voir apparaître des mécanismes comparables. Dès 1905, le philologue allemand Albert Rehm (de) est le premier à comprendre qu'il s'agit d'un calculateur astronomique.

## Seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle

Derek J. de Solla Price, physicien et historien des sciences à l'université Yale, confirma l'hypothèse de Rehm. En utilisant le procédé de désoxydation électrolytique<sup>2</sup> et des radiographies aux rayons X, il étudia le disque et fit apparaître un dispositif extrêmement complexe, comprenant, outre la vingtaine de roues dentées déjà répertoriées, des axes, des tambours, des aiguilles mobiles et trois cadrans gravés d'inscriptions et de signes astronomiques. En 1959, il publia un article préliminaire dans *Scientific American*, puis consigna les résultats de ses recherches dans *Gears From The Greeks: The Antikythera Mechanism, A Calendar Computer from circa 80 BC*, en 1973. Selon Price, la machine fonctionnait à l'aide d'une manivelle et permettait de répondre à des questions d'ordre astronomique. Price découvrit en particulier que l'un des mécanismes correspondait à un cycle lunaire ancien utilisé à Babylone.

Par la suite, Allan Bromley (en) et Michael Wright (en) firent des études plus approfondies et corrigèrent certaines erreurs de la reconstruction de Price.

## Études au XXI<sup>e</sup> siècle

Comme il est impossible de démonter le mécanisme fortement corrodé sans l'endommager gravement et que les moyens d'étude classiques, tel que la radiographie, s'avéraient inadaptés, toute nouvelle étude du disque fut bloquée ; en 2000, l'astronome Mike Edmunds (en) de l'université de Cardiff et le mathématicien Tony Freeth eurent l'idée d'utiliser un scanner à rayons X.

Pour étudier un si petit objet (de quelques centaines de grammes), il faut construire un scanner à rayons X (en fait, un tomographe à la fois de très haute résolution et de 450 kilovolts pour que le faisceau puisse traverser l'objet dans le sens de la longueur), pesant, avec sa console, plus de huit tonnes. L'appareil, construit par X-Tek Systems, s'avère capable de reconstituer et produire des images tridimensionnelles avec une précision de 50 microns.

Pour parachever cette nouvelle expertise scientifique, Edmunds rassembla, à l'automne 2005, une équipe pluri-disciplinaire associant des astronomes, des physiciens, des mathématiciens et des paléographes des trois universités les plus concernées, en impliquant les départements suivants :

- Université de Cardiff, école de physique et d'astronomie (82 personnes) ;

- Université d'Athènes : section d'astronomie, astrophysique et mécanique, dirigée par le professeur Triberis Georges (responsable : Pr Xénophon Moussas) (71 personnes);
- Université Aristote de Thessalonique : section d'astrophysique, astronomie et mécanique du département de physique (72 personnes). (responsable : Pr John Seiradakis).

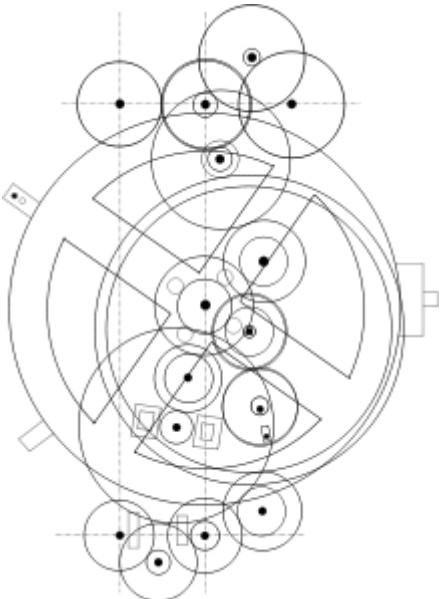


Schéma du mécanisme.

Pour Xénophon Moussas, directeur du laboratoire d'astrophysique de l'université d'Athènes, qui participe aux investigations en cours sur le disque, la machine est plus complexe que les astrolabes connus jusqu'alors qui ne comportent que quelques engrenages et roues à dents. Avec son équipe, Xénophon Moussas a réussi à déchiffrer 2 000 nouveaux caractères — Price n'en avait déchiffré « que » 900 —, y compris sur les disques à l'intérieur de la machine. Ces textes sont à la fois un mode d'emploi de l'appareil et un traité d'astronomie. Quatre cadrans « au moins » — et non pas trois — indiquent les positions du Soleil et de la Lune, et un plus petit cadran décrit les phases de la Lune.

Il est désormais certain qu'il s'agissait d'un calculateur analogique qui décrivait les mouvements solaire et lunaire, sans que l'on puisse à proprement parler d'horloge astronomique car le mécanisme était actionné par une manivelle. Elle servait également à prévoir les éclipses et aurait pu aussi servir à prédire les mouvements de certaines planètes.

D'autre part, la forme des caractères, comparée à celles d'autres inscriptions de la même époque, conduit les experts à dater la pièce de la fin du II<sup>e</sup> siècle avant notre ère.

L'équipe du projet de recherche a communiqué les résultats des analyses en cours lors d'une conférence internationale à Athènes, le 30 novembre et le 1<sup>er</sup> décembre 2006. La première publication a été faite dans la revue scientifique *Nature*.

En 2011, l'entreprise Hublot reproduit la machine d'Anticythère en la miniaturisant à l'échelle d'une montre bracelet.

## Description

La machine d'Anticythère comprenait :

- un châssis en bois : ses dimensions étaient proches de 340 x 180 x 90 mm ; il comportait deux portes, une à l'avant, et une à l'arrière portant des inscriptions se référant à son fonctionnement et aux cycles présentés.

- un mécanisme à engrenages : 82 fragments ont été retrouvés lors de différentes campagnes de recherche, dont 4 comprennent une ou plusieurs roues dentées, et 16 autres des inscriptions ou détails significatifs.

## Le mécanisme



Modèle reconstruit de la machine par Mogi Vicentini.

## Volume

Le mécanisme occupe le volume d'un boîtier haut de 210 mm, large de 160 mm et épais de 50 mm (dimensions d'un livre de taille moyenne).

## Engrenages

Fabriqué en bronze, le mécanisme est constitué d'une trentaine de roues dentées qui ont été identifiées (il a pu en comprendre d'autres), probablement actionnées par une manivelle. Son fonctionnement, basé sur une modélisation mathématique de la course des astres, repose sur la rotation d'engrenages de tailles différentes entraînant des aiguilles indiquant la position des astres à un moment donné. Selon Freeth, une clé ou une manivelle (manquante) sert à actionner la roue principale qui entraîne l'ensemble des engrenages et les aiguilles nécessaires à la lecture des indications. La face avant possède un cadran circulaire à 365 positions (représentant les 365 jours du calendrier égyptien) et deux cadrants (indiquant les positions de la Lune et du Soleil par rapport au Zodiaque). La face arrière comporte deux cadrants en spirale représentant deux calendriers astronomiques utilisés pour prédire des éclipses de la Lune et du Soleil : un cadran à 235 positions (correspondant au cycle de Méton de 19 ans, soit 235 lunaisons), et un cadran à 223 positions (correspondant au saros, cycle d'un peu plus de 18 ans, exactement 223 lunaisons ou 6585 jours 1/3).

Les nombres qui interviennent dans les engrenages sont principalement

365 : nombre de jours du calendrier égyptien

19 : nombre d'années du cycle de Méton

235 : nombre de lunaisons du cycle de Méton

239 : nombre de mois anomalistiques dans un saros

223 : nombre de lunaisons dans un saros

127 :  $(235 + 19)/2$

53 :  $(2*127*223 - 235*239)/9$ . Ce nombre intervient dans le taux annuel de rotation de l'orbite elliptique de la Lune

## Utilisation

On tourne la clé ou la manivelle pour régler le mois et l'année sur le cycle métonique, le calendrier égyptien placé sur l'autre face permettant de régler le jour.

Pour prédire une éclipse, on fait tourner la manivelle jusqu'à ce que l'aiguille du cadran du Saros tombe sur une inscription correspondant à une éclipse. Le cadran métonique indique alors le mois et l'année de cette éclipse. Pour calculer le jour précis de l'éclipse, on se reporte sur la face avant et on tourne la manivelle pour mettre les aiguilles indiquant les positions de la Lune et du Soleil en phase (position de la nouvelle lune pour une éclipse solaire) ou en opposition de phase (position de la pleine lune pour une éclipse lunaire), l'aiguille du calendrier égyptien indiquant le jour précis de l'éclipse. Cette méthode est relativement fiable pour les éclipses lunaires, visibles de toute la Terre, mais seulement probable pour les éclipses solaires, celles-ci n'étant visibles que sur une étroite bande de la Terre. D'autres cadrants donnent des informations complémentaires, telles que la date des divers jeux antiques. La machine peut aussi donner l'heure de l'éclipse et prédire sa couleur (la Lune prend une couleur rouge lors de certaines éclipses). Elle est considérée comme le plus bel exemple mécanique des mathématiques de la Grèce antique.

## Les inscriptions

Elles sont composées de plus de 2 200 lettres grecques. Ces lettres gravées sur le bronze sont petites (1,5 à 2,5 mm de hauteur) et plus ou moins érodées. Leur graphisme indique leur datation aux alentours de 100 av. J.-C.

Les inscriptions, déchiffrées à 95 %, se divisent en deux types :

- un texte astronomique « étrange » à l'avant du mécanisme (les mots Vénus, Hermès/Mercure, le zodiaque y apparaissent).
- un « mode d'emploi » à l'arrière, combinant des indications sur les roues dentées, les périodes de ces roues et les phénomènes astronomiques.

La nature des inscriptions suggère une origine sicilienne (Syracuse), où vivaient les héritiers d'Archimède. Il apparaît sur le cadran supérieur les noms de six villes accueillant des jeux panhelléniques, dont cinq noms ont pu être déchiffrés, dont celui d'Olympie. Ce cercle divisé en quatre secteurs tournait d'un quart de tour pour une année, décrivant ainsi le cycle d'une olympiade<sup>24</sup>.

# L'horloge astronomique de Prague 1410



**L'horloge astronomique de Prague** (en tchèque *Pražský orloj*) est une horloge astronomique médiévale qui se trouve à Prague, capitale de la République tchèque, sur la place de la Vieille-Ville. L'horloge est située sur le mur Sud de l'hôtel de ville. Le monument a un fort attrait touristique : dès que sonnent les heures, des centaines de personnes se pressent à ses pieds pour l'observer s'animer et la photographier.

## Histoire



L'horloge astronomique de Prague.

L'horloge aurait été construite par Nicolas de Kadau<sup>1</sup> en 1410, et remaniée par le maître Hanus de la Rose (Jan Ruze) vers 1490. La légende veut que l'on ait crevé les yeux à l'horloger Hanus, pour l'empêcher de reproduire son chef-d'œuvre ailleurs.

L'horloge s'anime toutes les heures jusqu'à 21 heures : les Douze Apôtres défilent au-dessus du cadran du haut, servant à lire l'heure (c'est un cadran 24 heures) et la position de la Lune et du Soleil tandis que le cadran du bas affiche le Saint du jour ainsi que les signes astrologiques. Prague dépendait alors de l'université de Louvain et de ce fait une autre horloge lui ressemble beaucoup, mais sans les automates en la cathédrale de Saint-Omer.

Cette horloge a été réparée plusieurs fois depuis sa création au XIV<sup>e</sup> siècle, notamment en 1948 après avoir été brûlée par les Allemands dans leur fuite, en 1945. Elle a été de nouveau réparée en 1994 et en 2006.

Elle est décorée dans sa partie haute par quatre allégories représentant de gauche à droite :

- la vanité, avec son miroir ;
- l'avarice, un commerçant juif (le nez est volontairement *crochu*) avec sa bourse ;
- la mort, un squelette qui appelle avec une clochette ;
- la convoitise (ou envie) un prince turc, avec sa mandoline.

## Cadran astronomique

Le cadran astronomique a la forme d'un astrolabe planisphérique. Son fond, fixe, représente la Terre et le ciel. Sur ce fond se déplacent quatre mobiles principaux : le cercle zodiacal, un cercle oscillant externe, un modèle réduit de Soleil (aligné avec une main dorée) et un modèle réduit de Lune.

Les fonctions principales de ce mécanisme qui place la Terre au centre de l'Univers sont d'indiquer différents types d'heures et de visualiser les positions du Soleil et de la Lune dans le ciel, autour de notre

planète. Ainsi l'aiguille portant un soleil indique en fait trois temps différents. Le cercle extérieur, divisé par des chiffres arabes gothiques médiévaux, donne le temps en heures italiennes, selon le mode de l'ancienne Bohême. Le cadran aux chiffres romains permet de lire l'heure locale. Sur ce cadran central, des arcs gradués en chiffres arabes classiques permettent de lire les heures inégales ou temporaires<sup>2</sup>.

## Fond fixe



Détail du fond fixe dont la partie bleue représente les heures diurnes. À droite statue symbolisant la *Mort*, à gauche l'*Avarice* dont la représentation s'inspire du stéréotype médiéval de l'usurier juif.

Le fond représente la Terre et l'éclairement du Soleil : la Terre correspond au rond bleu central, alors que la partie haute en bleu indique la portion du ciel visible au-dessus de l'horizon. La partie basse en noir est la portion du ciel non visible (sous l'horizon) alors que les parties orange à gauche et à droite sont les parties intermédiaires. Ainsi pendant la journée, le Soleil se situe dans la partie bleue, pendant la nuit dans la partie noire. À l'aube on le retrouve dans la partie orange de gauche, au crépuscule dans la partie orange de droite. Les inscriptions latines sur le fond précisent ces instants : à gauche sont écrits les mots *aurora* et *ortus* (aurore et lever), à droite *occasus* et *crepusulum* (coucher et crépuscule).

Entre les deux parties orange, la partie supérieure du fond (le jour) est divisée par treize lignes joignant le cercle intérieur au cercle extérieur, formant ainsi douze parties correspondant aux heures temporelles, équivalant chacune à 1/12 de la durée du jour (numérotées en chiffres arabes noirs). Le Soleil parcourt plus vite ces heures en hiver qu'en été, les jours y étant plus courts. Des chiffres romains parcourent la circonférence du fond fixe pour mesurer l'heure locale de Prague, ou Heure normale d'Europe centrale. Le XII du haut correspond à midi, le XII du bas à minuit.

Enfin, trois cercles dorés concentriques représentent les tropiques et l'équateur : le cercle interne, délimitant la Terre, est le tropique du Capricorne, le cercle médian est l'équateur et le cercle externe le tropique du Cancer. Au solstice d'hiver, le Soleil au plus haut est sur le tropique du Capricorne, aux équinoxes il est sur l'équateur et au solstice d'été il est sur le tropique du Cancer. On retrouve ainsi la définition des tropiques.

## Cercle zodiacal



Représentation du fonctionnement de l'horloge astronomique.

Au milieu de l'horloge tourne un cercle où sont dessinés les signes du zodiaque qui indiquent la position du Soleil sur l'écliptique. Notons qu'à cause de la précession des équinoxes, les signes indiquent désormais seulement dans quel signe astrologique du zodiaque nous nous trouvons. Le déplacement du cercle zodiacal

réulte de la projection stéréographique du plan de l'écliptique à partir du pôle Nord. Cette projection est commune aux horloges astronomiques de la période. Le cercle zodiacal est divisé sur sa partie externe en 72 parties, correspondant chacune à environ 5 jours. On retrouve les trois décans par signe ( $6 \times 5$  jours). À ce cercle est reliée de manière fixe une petite étoile dorée (dans le prolongement de la séparation entre les signes du Bélier et du Taureau, et correspondant au 21 mars) : elle représente la position du point vernal par rapport au Soleil à la date considérée. Le temps sidéral peut être lu sur l'échelle de temps avec des chiffres romains dorés. Ce temps sidéral dérive de quatre minutes par jour par rapport au temps local.

## Cercle extérieur



Détail du cercle extérieur portant des chiffres arabes médiévaux et des chiffres romains. Sur le cercle excentré sont indiqués les signes du zodiaque.

Le cercle extérieur présente des nombres gothiques dorés sur un fond noir. Ces nombres indiquent l'heure selon l'ancien temps tchèque (ou heures italiennes) : c'est le nombre d'heures écoulées depuis le coucher du soleil. Le cercle est mobile pour prendre en compte l'évolution de l'heure de coucher du Soleil dans l'année.

## Le Soleil

Le Soleil doré suit le cercle zodiacal, illustrant ainsi le signe (astrologique) du zodiaque dans lequel nous sommes. Le Soleil reste aligné avec une main dorée qui permet de lire les heures du cadran extérieur.

## La Lune



Indication lunaire.

Le mouvement de la Lune est semblable à celui du Soleil, bien qu'il soit plus rapide. La sphère est argentée sur sa moitié seulement, en tournant elle indique la phase lunaire.

## Que peut-on alors lire sur l'horloge ?

En résumé, sur l'horloge, on peut lire :

1. L'heure locale, désignée par la main dorée sur les chiffres romains ;
2. L'heure en douzièmes de jour, désignée par la position du Soleil sur les courbes dorées ;
3. L'heure en anciennes heures tchèques, désignée par la main dorée sur les chiffres gothiques ;

4. La position du Soleil dans le ciel ;
5. La position de la Lune dans le ciel ;
6. La phase lunaire ;
7. Le signe astrologique zodiacal dans lequel on est (ainsi que le décan) ;
8. Le temps sidéral, indiqué par la petite étoile dorée.

## Animation



Les Apôtres ont été sculptés par Vojtěch Sucharda après que les précédents eurent brûlé en 1945.

À chaque heure jusqu'à 21 h 00, le squelette brandit un sablier et tire sur une corde. Puis deux fenêtres s'ouvrent et, les douze apôtres défilent lentement, précédés de Saint Pierre d'une fenêtre à l'autre. Pendant ce temps les quatre automates placés à côté du cadran astrolabique s'animent : la Mort, un Turc, la Vanité, l'Avarice tandis que la clochette du Campanile se met à sonner.

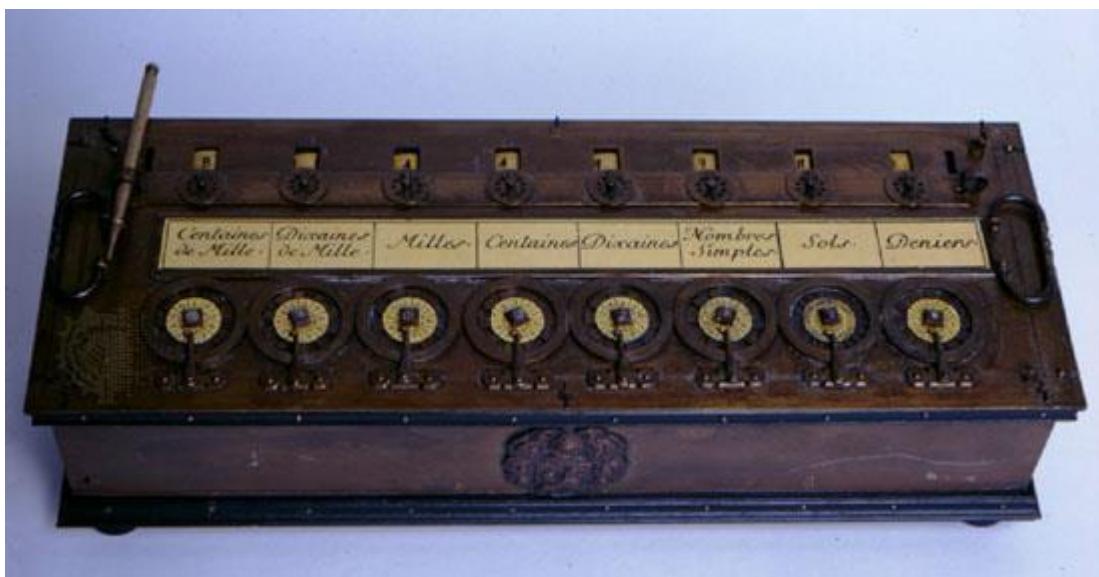
- La Mort tire sur la corde qu'il serre dans sa main droite pour sonner le glas et brandit puis inverse le sablier qu'il tient dans la main gauche
- le Turc secoue la tête pour montrer qu'il guette toujours,
- l'homme vaniteux se contemple dans un miroir,
- l'avare montre sa bourse.

Lorsque les fenêtres se referment, un coq ajouté en 1882, tout en haut, sort de sa fenêtre et annonce la mort prochaine.

Dans la partie basse, on trouve quatre autres personnages, dont un ange avec une épée.

# machine d'arithmétique

## 1645



Blaise Pascal est l'inventeur de la machine à calculer<sup>1,2</sup>. Initialement dénommée **machine d'arithmétique**, elle devint **roue pascaline** puis enfin **pascaline**<sup>3</sup>. C'est en 1642, à l'âge de dix-neuf ans, qu'il en conçut l'idée<sup>4</sup>, voulant soulager la tâche de son père qui venait d'être nommé surintendant de la Haute-Normandie par le cardinal de Richelieu et qui devait remettre en ordre les recettes fiscales de cette province<sup>5</sup>; elle permettait d'additionner et de soustraire deux nombres d'une façon directe et de faire des multiplications et des divisions par répétitions.

C'est en 1645, après trois ans de recherche et cinquante prototypes, que Pascal présenta sa première machine en la dédiant au chancelier de France, Pierre Séguier<sup>6</sup>. Il construisit une vingtaine de pascalines dans la décennie suivante souvent en les perfectionnant ; huit de ces machines ont survécu jusqu'à nos jours, une neuvième fut assemblée au XVIII<sup>e</sup> siècle avec des pièces restantes<sup>7</sup>. Un *privilège royal*, promulgué par Louis XIV<sup>8</sup>, lui donna l'exclusivité de la production de machines à calculer en France<sup>9,10</sup>.

La pascaline fut la seule machine à calculer opérationnelle au XVII<sup>e</sup> siècle<sup>11</sup> car elle utilisait des pignons lanternes, empruntés aux machines de force (moulins à eau, horloges de clocher) que Pascal avait adaptés et miniaturisés pour sa machine. Ces pignons lanternes permettaient de résister aux mouvements brusques et irréguliers de la main de l'opérateur<sup>12</sup> tout en ajoutant très peu de friction à l'ensemble du mécanisme<sup>13</sup>. De plus, Pascal inventa un reporteur : le sautoir, qui isolait chaque chiffre car il n'était lancé d'un chiffre à l'autre que pour ajouter une unité de retenue à la roue suivante, créant ainsi une progression des retenues en cascade<sup>14</sup>. Grace au sautoir la pascaline n'était pas limitée en capacité : « pour la facilité de ce ... mouvement .... il est aussi facile de faire mouvoir mille et dix mille roues tout à la fois, si elles y étaient... que d'en faire

mouvoir une seule »<sup>15</sup>.

À partir de 1649, Pascal cherche à réduire le coût de fabrication de sa machine, sachant que sa cherté la rend inaccessible au grand public. En 1654, toutefois, il abandonne le projet à la suite d'un traumatisme crânien

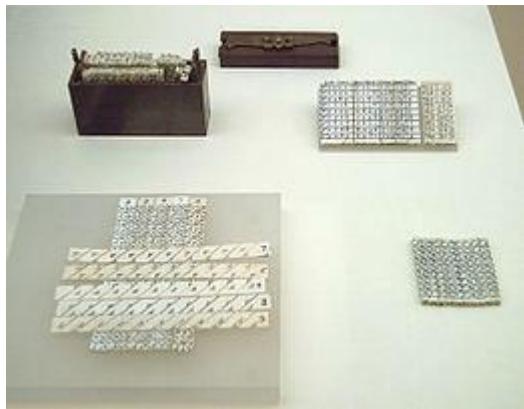
sévère reçu au cours d'un accident de carrosse<sup>16</sup>, et se retire définitivement du monde de la science pour se consacrer à l'étude de la philosophie et à la religion. Il a trente et un ans.

L'introduction de la pascaline marque le commencement du développement du calcul mécanique en Europe, puis, à partir du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, dans le monde entier. Ce développement, qui passera des machines à calculer aux calculatrices électriques et électroniques des siècles suivants, culminera avec l'invention du microprocesseur par Intel en 1971<sup>17,18</sup>. Mais c'est aussi Charles Babbage qui concevra sa machine analytique de 1834 à 1837, une machine à calculer programmable qui est l'ancêtre des ordinateurs des années 1940<sup>19</sup>, ceci en associant les inventions de Blaise Pascal et de Jacquard, commandant, avec des instructions écrites sur des cartes perforées, un des descendants de la pascaline, la première machine qui suppléa l'intelligence de l'homme<sup>20</sup>.

La Pascaline fut à l'origine de beaucoup de machines et d'inventions clés de cette industrie. En effet, c'est en cherchant à y ajouter une interface de multiplication automatique que Leibniz inventa son fameux cylindre cannelé (1671)<sup>21</sup>; Thomas de Colmar s'inspira des travaux de Pascal et de Leibniz quand il conçut son arithmomètre, qui, après trente ans de développement, deviendra, en 1851, la première machine à calculer commercialisée au monde; Dorr E. Felt substitua les roues d'entrée de la pascaline par un clavier à touches pour son comptomètre, qui sera la première machine à calculer utilisant un clavier et, soixante-dix ans plus tard, la première machine à calculer à devenir électronique. La pascaline fut aussi souvent améliorée avec les machines de Boistissandeau en 1730, mais surtout avec les machines de Didier Roth<sup>22</sup> vers 1840, et enfin avec des machines portables jusqu'à l'avènement des premières calculatrices électroniques<sup>23</sup>

## Précurseurs de la machine à calculer

### Abaques



bâtons de Napier

« Le mot *calcul*, symbole même de notre ère scientifique et technique, dérive du mot latin *calculus* qui signifie *petit caillou* »<sup>24</sup>

« Le désir d'accélérer le calcul mental et d'en réduire l'effort intellectuel, ainsi que celui d'éliminer les erreurs dues à la faillibilité de l'esprit humain, est probablement aussi vieux que l'histoire des mathématiques. Ce désir engendra la création et la construction d'abaques de toutes sortes, commençant avec le groupement de petits objets, comme des cailloux, utilisés initialement en petits tas, puis utilisés comme compteurs sur des planches compartimentées et enfin coulissant sur des fils montés dans un cadre comme dans le boulier. Cet instrument fut vraisemblablement inventé par les Sémites, puis adopté en Inde,

d'où il se propagea à l'Ouest vers l'Europe et à l'Est vers la Chine et le Japon.

Après le développement du boulier, il n'y eut aucune amélioration des abaques jusqu'à l'invention par John Napier de ses bâtons, ou *réglettes de Neper*, en 1617. Ces réglettes furent incorporées dans des instruments de formes diverses, parfois approchant le début de la mécanisation du calcul, mais c'est Blaise Pascal qui nous donnera la première machine à calculer au sens du terme que nous utilisons aujourd'hui. »

— Howard Aiken, *Introduction de Proposed automatic calculating machine, présenté à IBM en 1937, pour la construction de l'ASCC<sup>25</sup>*

Dans les mains d'un professionnel bien entraîné le boulier était un instrument extrêmement rapide et très fiable, si bien qu'au Japon, en 1946, une compétition de vitesse entre un opérateur japonais avec son soroban, la version japonaise du boulier, et un opérateur américain avec un calculateur de bureau dernier cri (machine à calculer électrique) fut gagnée par Kiyoshi Mastuzaki, un employé du service de communication japonais, avec son soroban<sup>26</sup>.

« Une civilisation, au seuil de l'ère atomique, a chancelé lundi après-midi quand l'abaque, vieux de 2 000 ans, battit la machine à calculer électrique dans des épreuves d'addition, de soustraction, de division et dans un problème qui avait toutes ces opérations et même une multiplication ajoutée ... La machine à calculer ne gagna que dans l'épreuve de multiplication ... »

— *Nippon Times*, 1946<sup>27</sup>

### Calculateurs analogiques, automates, podomètres



La machine d'Anticythère. Premier calculateur analogique destiné aux calculs astronomiques, activé par une manivelle.

Toutes les machines à engrenage antérieures à la pascaline sont des précurseurs de la machine à calculer. Elles font partie d'une catégorie de calculateurs analogiques mécaniques qui répondent à l'action répétitive et continue d'un stimulateur comme la rotation d'une manivelle ou la descente d'un poids. Une fois que les données initiales sont entrées dans ces machines elles ne sont plus modifiées que par l'action continue de leurs stimulateurs. Ce genre de machine produit toujours un résultat identique pour des conditions de départ identiques. Certains automates furent aussi des précurseurs de la machine à calculer.



Un carrosse de la dynastie Han avec deux figurines sonnant les distances.

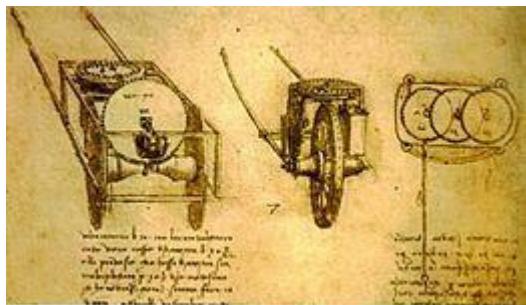
Une liste sommaire se doit d'inclure la machine d'Anticythère, un astrolabe d'avant 87 av. J.-C. unique et sans lendemain puis les astrolabes et les horloges mécaniques à partir du XII<sup>e</sup> siècle. Ces machines permirent aux sociétés qui les produisaient de se familiariser avec la notion de mouvements à engrenage, avec le travail minutieux des métaux qui les composaient et avec leur assemblage<sup>28,29</sup>.

Un odomètre, instrument qui mesure la distance parcourue par un véhicule, fut décrit pour la première fois par le Romain Vitruve vers 25 av. J.-C. ; dans le dixième volume de son De architectura il présente un odomètre, installé dans un chariot, qui consistait en une série de roues dentées liées par une progression de retenue. La première roue était entraînée par une des roues du chariot et la dernière faisait tomber une petite boule dans un sac à chaque mille romain parcouru<sup>30</sup>.

Un texte chinois du III<sup>e</sup> siècle décrit un chariot monté de deux figurines en bois et d'un mécanisme qui faisait donner un coup de tambour à une des figurines tous les lis et qui faisait sonner une cloche à l'autre tous les dix lis<sup>31</sup>.

Vers la fin du X<sup>e</sup> siècle, le moine français Gerbert d'Aurillac<sup>32</sup>, dont l'abaque enseigna les chiffres arabes aux Européens<sup>33</sup>, rapporta d'Espagne les plans d'une machine à calculer (automate) inventée par les Maures dont l'organe de sortie avait la forme d'une tête parlante et qui répondait par oui ou par non aux questions qu'on lui posait (arithmétique binaire)<sup>34</sup>.

De nouveau, au XIII<sup>e</sup> siècle, les moines Albert le Grand et Roger Bacon construisirent des têtes parlantes (oui et non) en argile, mais ces instruments n'eurent pas de lendemain (Albert le Grand se plaignit d'avoir gâché 40 ans de travail quand Thomas d'Aquin, terrifié par sa machine, la détruisit)<sup>35</sup>.



Odomètre de Léonard de Vinci (avant 1519)

Léonard de Vinci dessina un odomètre avant 1519.

En 1525, l'artisan français Jean Fernel créa le premier podomètre, une machine qui compte le nombre de pas d'un homme ou d'un cheval ; il avait la forme d'une montre et avait quatre cadran d'affichage (unités, dizaines, centaines, milliers) liés par un système de progression de retenue<sup>36</sup>.

En 1623 et 1624, Wilhelm Schickard, un pasteur et universitaire souabe dessina une horloge à calculer sur deux lettres adressées à Johannes Kepler. La première machine qui devait être construite par un professionnel fut détruite, à moitié finie, dans un incendie en 1624 et Schickard abandonna son projet. Des copies furent construites dans les années 1960, mais il fallut finir la machine avec des rouages et des ressorts supplémentaires, de plus le système de retenue à une dent n'était pas adéquat pour ce type de machine. Ce fut le premier des cinq essais infructueux de construire une machine à calculer en utilisant les rouages et le principe d'une horloge à calculer au XVII<sup>e</sup> siècle (Schickard, un horloger de Rouen vers 1643, Burattini, Morland, Grillet)<sup>37</sup>. La première horloge à calculer proprement dite fut construite par l'italien Giovanni Poleni au siècle suivant (1709) et ce n'était pas une machine à mode d'inscription direct (les chiffres étaient

inscrits d'abord puis la machine était mise en marche). En 1730, l'Académie des sciences certifia trois machines inventées par Hillerin de Boistissandeau qui avaient un mécanisme d'horloge à calculer. La première machine utilisait un système de retenue à une dent (comme l'horloge de Schickard) et d'après Boistissandeau lui-même la machine ne fonctionnait pas correctement après deux reports consécutifs. Les

deux autres machines utilisaient des ressorts pour armer les retenues ce qui est une solution adéquat pour le système de report de retenue d'une horloge à calculer<sup>38</sup>(voir Pascal versus Schickard).

## Historique

### Développement

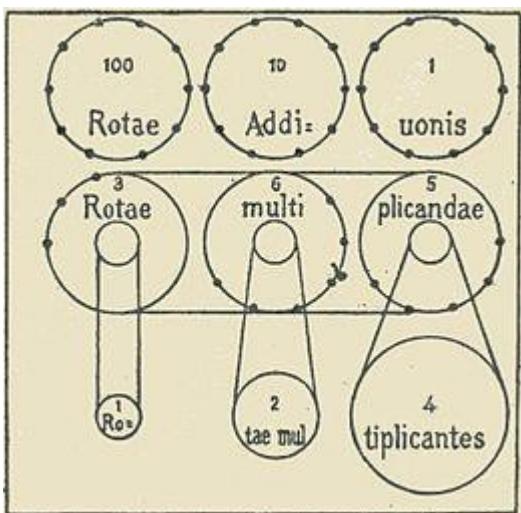
Pascal décida de construire une machine à calculer pour aider son père dont l'occupation demandait beaucoup de calculs, mais qui à l'époque étaient effectués par des calculateurs (humains) avec des jetons ou à la plume. Les calculs comptables de cette époque étaient compliqués du fait que le système monétaire n'était pas décimal avec 20 sols dans une livre et 12 deniers dans un sol. Il en était de même pour le calcul de longueurs et de poids.

Il commença son développement en 1642 et expérimenta avec une cinquantaine de prototypes avant de s'arrêter sur la conception de la première machine qu'il présentera en 1645 ; voici comment il décrivit son effort:

« Au reste, si quelquefois tu as exercé ton esprit à l'invention des machines, je n'aurai pas grand-peine à te persuader que la forme de l'instrument, en l'état où il est à présent, n'est pas le premier effet de l'imagination que j'ai eue sur ce sujet : j'avais commencé l'exécution de mon projet par une machine très différente de celle-ci et en sa matière et en sa forme, laquelle (bien qu'en état de satisfaire à plusieurs) ne me donna pas pourtant la satisfaction entière ; ce qui fit qu'en la corrigean peu à peu j'en fis insensiblement une seconde, en laquelle rencontrant encore des inconvénients que je ne pus souffrir, pour y apporter le remède, j'en composai une troisième qui va par ressorts et qui est très simple en sa construction. C'est celle de laquelle, comme j'ai déjà dit, je me suis servi plusieurs fois, au vu et su d'une infinité de personnes, et qui est encore en état de servir autant que jamais. Toutefois, en la perfectionnant toujours, je trouvai des raisons de la changer, et enfin reconnaissant dans toutes, ou de la difficulté d'agir, ou de la rudesse aux mouvements, ou de la disposition à se corrompre trop facilement par le temps ou par le transport, **j'ai pris la patience de faire jusqu'à plus de cinquante modèles**, tous différents, les uns de bois, les autres d'ivoire et d'ébène, et les autres de cuivre, avant que d'être venu à l'accomplissement de la machine que maintenant je fais paraître ; laquelle, bien que composée de tant de petites pièces différentes, comme tu pourras voir, est toutefois tellement solide, qu'après l'expérience dont j'ai parlé ci-devant, j'ose te donner assurance que tous les efforts qu'elle pourrait recevoir en la transportant si loin que tu voudras, ne sauraient la corrompre ni lui faire souffrir la moindre altération<sup>15</sup>. »

Cette invention le rendit immédiatement célèbre.

### Seule machine à calculer opérationnelle au XVII<sup>e</sup> siècle



Un dessin de Leibniz qui montre  $124 * 365$  exécuté sur la pascaline.

Leibniz commença à développer des machines à calculer après la mort de Pascal. Il voulait d'abord construire une machine qui pourrait faire des multiplications automatiquement et qu'il voulait installer directement sur la pascaline pensant, à tort, que les roues de la pascaline pouvaient être actionnées simultanément. Il abandonna ce projet, mais, ce faisant, il fut le premier à décrire un système mécanique de calcul qui se basait sur des roues à nombre variable de dents.

Il décida ensuite de construire une machine tout à fait nouvelle, utilisant pour la première fois dans une machine à calculer, des curseurs, une manivelle, un chariot mobile pour les résultats et son cylindre de Leibniz. Toutes ces inventions seront utilisées dans l'arithmomètre, la première machine commercialisée. Il construisit deux machines, une en 1694 et une en 1706. Seule la machine de 1694 nous est parvenue. Elle fut retrouvée après 250 ans d'abandon dans les greniers de l'université de Göttingen. Burkhardt, le premier producteur de clones d'arithmomètres l'examina à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et trouva un problème avec le report de retenue<sup>39</sup>.

Il faut aussi noter qu'aucun des essais de produire une machine à calculer à partir d'une base d'horloge au XVII<sup>e</sup> siècle ne furent fructueux :

- l'horloge de Schickard était incomplète et avait un mauvais système de retenue à une dent ;
- celle d'un horloger de Rouen vers 1643 a été décrite comme avorton incomplet par Pascal ;
- les machines de Burattini, Morland, Grillet, qui furent les seules machines à nous être parvenues, n'étaient pas des machines à calculer car elles n'avaient pas de système de report de retenue entre les chiffres de l'accumulateur.

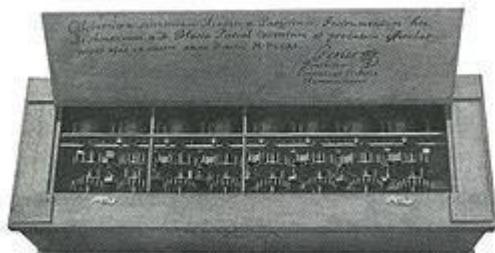
Claude Perrault inventa un « Abaque Rhabdologique » vers 1660 qui est souvent confondu pour une machine à calculer car il a un report de retenue automatique, mais c'est un abaque car l'opérateur doit manipuler la machine différemment après une retenue<sup>40</sup>.

Pascal fut donc le premier et le seul à avoir une machine à calculer opérationnelle au XVII<sup>e</sup> siècle. La seconde machine opérationnelle fut l'horloge à calculer de l'italien Giovanni Poleni construite au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, en 1709.

## Échec commercial



Machine comptable de Louis Périer : les deux roues de droite sont pour les livres et les deniers



Machine comptable de Louis Périer : le mécanisme complet est exposé par l'ouverture de la trappe d'accès

La commercialisation de la pascaline fut un échec principalement à cause de son prix élevé qui était de 100 à 400 livres mais le texte du *privilège royal* de 1649 montre que Pascal était en train de développer une machine à calculer plus simple :

« Et parce que ledit instrument est maintenant à un prix excessif qui le rend, par sa cherté, comme inutile au public, et qu'il espère le réduire à moindre prix et tel qu'il puisse avoir cours, ce qu'il prétend faire par l'invention d'un mouvement plus simple et qui opère néanmoins le même effet, à la recherche duquel il travaille continuellement, et en y stylant peu à peu les ouvriers encore peu habitués<sup>10</sup>... »

Pascal voulait donc simplifier sa machine et la rendre plus accessible au grand public mais un accident de carrosse malencontreux, en octobre 1654, le fit se retirer du monde scientifique et se consacrer uniquement à la poursuite de la philosophie et de la religion. L'accident arriva quand deux des quatre chevaux de son carrosse tombèrent dans la Seine sur le pont de Neuilly ; alors,

« ...il eut beaucoup de peine à revenir d'un long évanouissement ; son cerveau fut tellement ébranlé, que dans la suite, au milieu de ses insomnies et de ses exténuations, il croyait voir de temps en temps, à côté de son lit, un précipice prêt à l'engloutir<sup>41</sup>. »

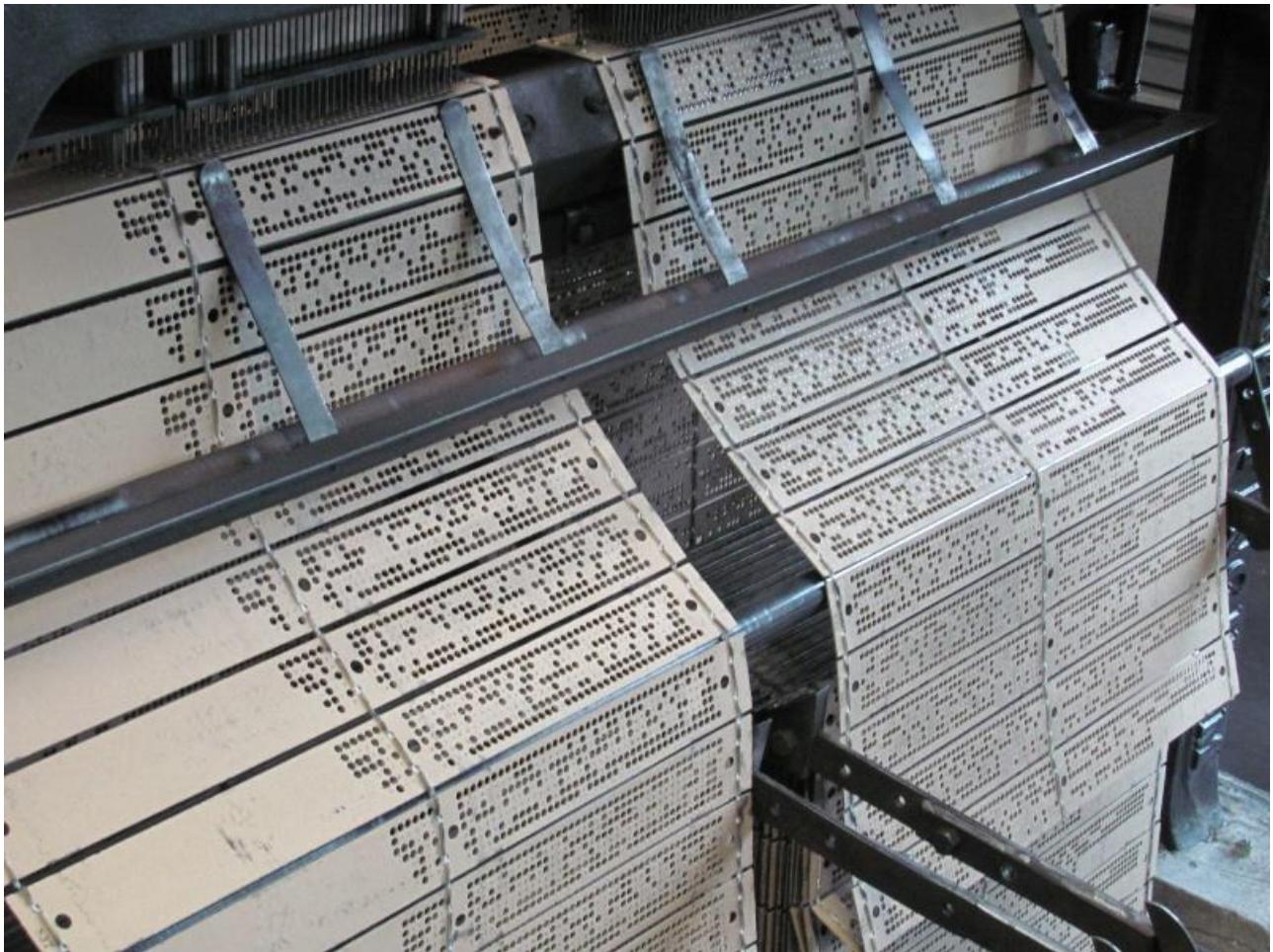
Cet échec commercial vient aussi du fait que (en parlant des machines de Pascal et de ses successeurs en 1779) :

« ...ces machines sont coûteuses, un peu embarrassantes par le volume, et sujettes à se déranger. Ces inconvénients font plus que compenser leurs avantages. Aussi les Mathématiciens préfèrent-ils généralement les tables des logarithmes, qui changent les opérations les plus compliquées de l'arithmétique en de simples additions ou soustractions, auxquelles il suffit d'apporter une légère attention, pour éviter les erreurs de calcul<sup>42</sup>. »

Il semble aussi qu'au siècle de Pascal les gens n'avaient pas l'habitude d'utiliser des machines, comme cette mise en garde le montre :

« Il est bon d'avertir que lorsqu'on remarque ainsi qu'en opérant sur une roue, les autres roues changent de chiffre, il ne faut pas s'imaginer qu'il y ait du désordre dans la machine car au contraire

# Le métier Jacquard 1801



Le **métier Jacquard** est un métier à tisser mis au point par le Lyonnais Joseph Marie Jacquard en 1801

## Caractéristiques

La machine Jacquard combine les techniques des aiguilles de Basile Bouchon, les cartes perforées de Falcon et du cylindre de Vaucanson. La possibilité de la programmer, par utilisation de cartes perforées, fait qu'il est parfois considéré comme l'ancêtre de l'ordinateur ou du robot.

Les cartes perforées guident les crochets qui soulèvent les fils de chaînes. Elles permettent de tisser des motifs complexes.

Grâce à lui, il est possible pour un seul ouvrier de manipuler le métier à tisser, au lieu de plusieurs auparavant. À Lyon, le métier Jacquard fut mal reçu par les ouvriers de la soie (les Canuts) qui voyaient en lui une cause possible de chômage. Ce fut la cause de la Révolution des Canuts, où les ouvriers cassèrent les machines. À l'origine, Jacquard travailla sur ce projet afin de limiter le travail des enfants, qui étaient souvent employés comme aides par leurs parents tisseurs. Mais il regretta toute sa vie les conséquences sociales de cette innovation. En effet, les enfants durent trouver du travail ailleurs dans des usines où les

conditions étaient plus difficiles.

En parler lyonnais, ce métier est parfois appelé *bistanclaque*.

Les métiers Jacquard traditionnels sont encore utilisés pour des motifs complexes comme le brocart ou le damas

# Des premiers ordinateurs aux machines d'aujourd'hui

29 septembre 2022



La Grande Histoire de l'Informatique

De nos jours, on l'utilise tous les jours, **il fait partie de nos vies quotidiennes**, mais pourtant, les contours de ce concept sont parfois bien trop flous. Et oui, c'est bien l'informatique, entre processeur, systèmes d'information et développeur.

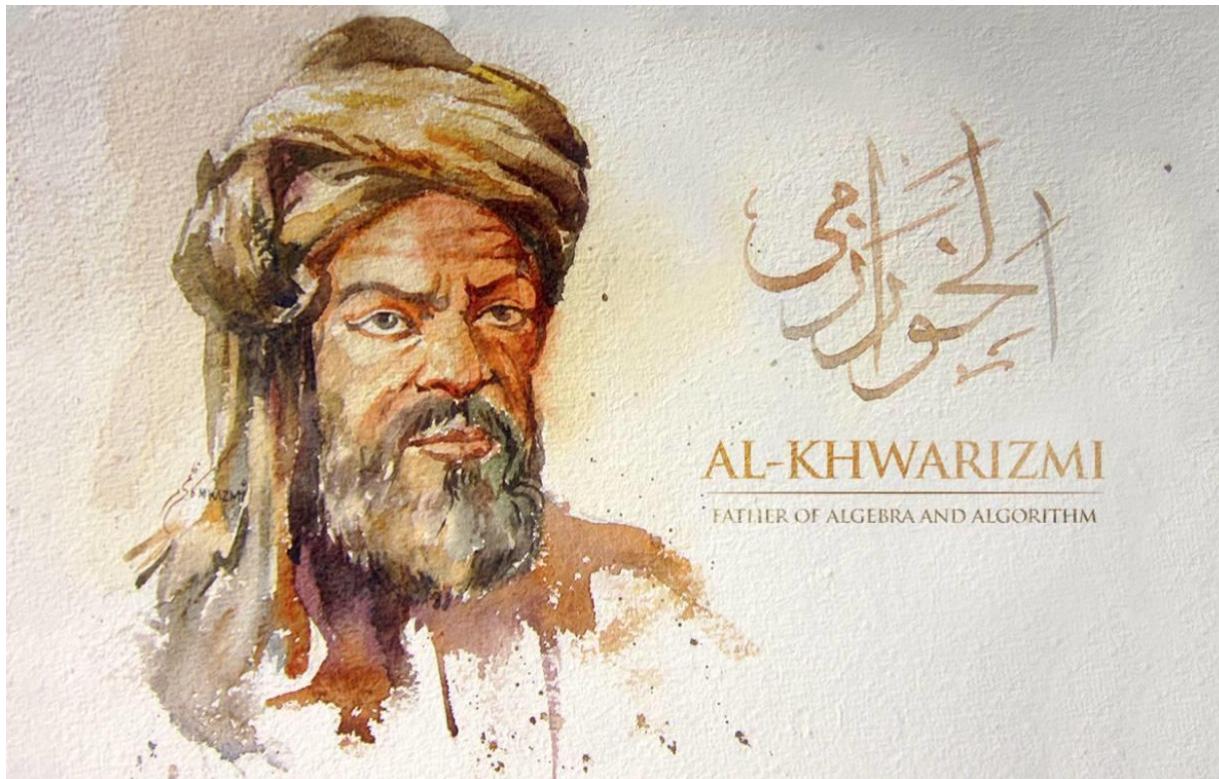
Le mot **informatique** a été créé en 1962 par Philippe Dreyfus. C'est un néologisme de la langue française créé à partir des mots "*information*" et "*automatique*". Un terme pas si ancien, pour un mot désormais **si largement partagé** !

Des calculs de l'antiquité à la commercialisation du premier ordinateur en 1951, l'UNIAC, en passant par la sortie du PC d'IBM en 1981 jusqu'au lancement de Windows 95, la vraie question est : comment en est-on arrivé là ?

Jérôme Chailloux disait : "*Le web est l'invention la plus utile à l'humanité depuis sa pire invention : la bombe atomique.*"

Le monde a basculé d'une ère industrielle à un âge numérique. Mais Rome ne s'est pas construite en un jour, bien évidemment : l'informatique tel qu'on le connaît aujourd'hui s'est construit sur de nombreuses années et grâce à de nombreux mathématiciens, physiciens et théoriciens.

## Histoire de l'informatique : De l'algorithme à la notion de programme



Al Khwarizmi est le père de l'algèbre et des algorithmes.

Parlons dans un premier temps d'**Abu Jaffar Al Khwarizmi**, dit **Monsieur Algorithme**. En effet, algorithme est une simple déformation latine de son nom, rien que ça !

Le **développement de l'informatique** est en réalité fortement lié à la recherche fondamentale en mathématiques et plus particulièrement à la logique et aux algorithmes apparus au 9ème siècle grâce à Al Khwarizmi. C'est aussi à lui que l'on doit les chiffres arabes.

Abu Jaffar Al Khwarizmi était le premier mathématicien persans, à l'époque de la dynastie abbasside. Pionnier de l'algèbre, il fut un formidable passeur de connaissances indiennes, et a permis bien des révolutions dans nos vies quotidiennes, à grande échelle. C'est notamment grâce au système décimal de numération que l'algorithme a pu naître.

Calculer, c'est avant tout résoudre un problème précis en suivant un mode d'emploi précis.

L'algorithmique est la science de l'organisation des opérations à effectuer. C'est la réalisation d'un opération abstraite comme par exemple l'addition de deux nombres. Pour passer à une opération concrète, il faut écrire tout cela de façon bien plus précise sous la forme d'un programme, écrit dans un langage de programmation.

**Le but final de l'informatique est d'évacuer la pensée du calcul afin de le rendre exécutable par une machine qui est fabuleusement rapide et exact mais totalement dénuée de pensée.**

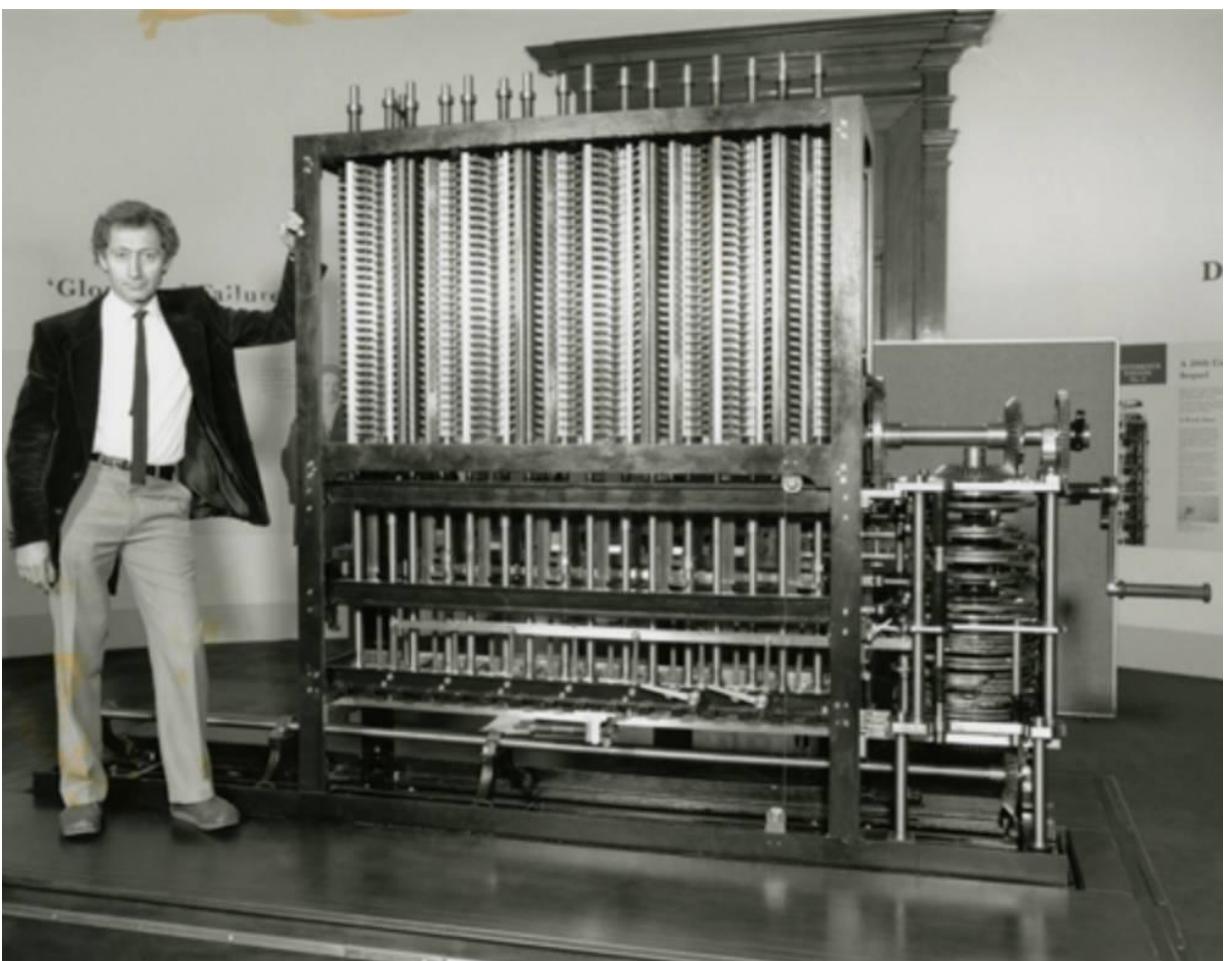
Le calcul binaire est apparu en Europe vers 1697, grâce aux travaux de **Leibniz**. L'idée est de savoir **comment passer d'un nombre binaire au suivant**, en éclairant le calcul avec les puissances successives. C'est à partir de ce calcul binaire que seront également développés les premiers ordinateurs, et donnera le champ à d'autres penseurs.

Par exemple, **Ada Lovelace**, mathématicienne du 19ème siècle, a publié ses recherches en 1840, sous un nom masculin. Elle a fortement contribué à la création du premier ordinateur appelé **la machine analytique** par Charles Babbage.

La machine analytique avait pour but d'exécuter tout ce que les hommes lui demanderaient d'effectuer : opérations numériques et symboliques. Un vrai précepte d'ordinateur, balbutiant mais bien présent !

Ada Lovelace a notamment traduit les enregistrements du mathématicien Luigi Menabrea sur le moteur analytique de Babbage. La scientifique a alors réalisé **plusieurs notes de traduction** et parmi toutes ses notes se trouvaient **des notes sur l'algorithme** permettant de calculer les nombres de Bernoulli via le moteur analytique. Cet algorithme est alors considéré comme **le premier langage de programmation au monde**.

Ada Lovelace est aujourd'hui une grande figure du féminisme à l'international bien que son travail n'ait pas été reconnu de son vivant.



La machine analytique qui a pu être créée grâce à Charles Babbage.

**Charles Babbage est considéré comme le grand-père des ordinateurs.** Il n'a jamais terminé la machine analytique, car la Couronne britannique lui a retiré son soutien financier à cause de la longueur des recherches. S'ils avaient su, ils ne l'auraient probablement pas empêché !

Mais grâce à ses plans, son fils a été capable de la finir. Elle est aujourd'hui au Musée de la Science de Londres et elle fonctionne toujours ! Un véritable vestige de l'Histoire à ciel ouvert.

## L'informatique au fil des ans : De la mécanisation des calculs au logiciel

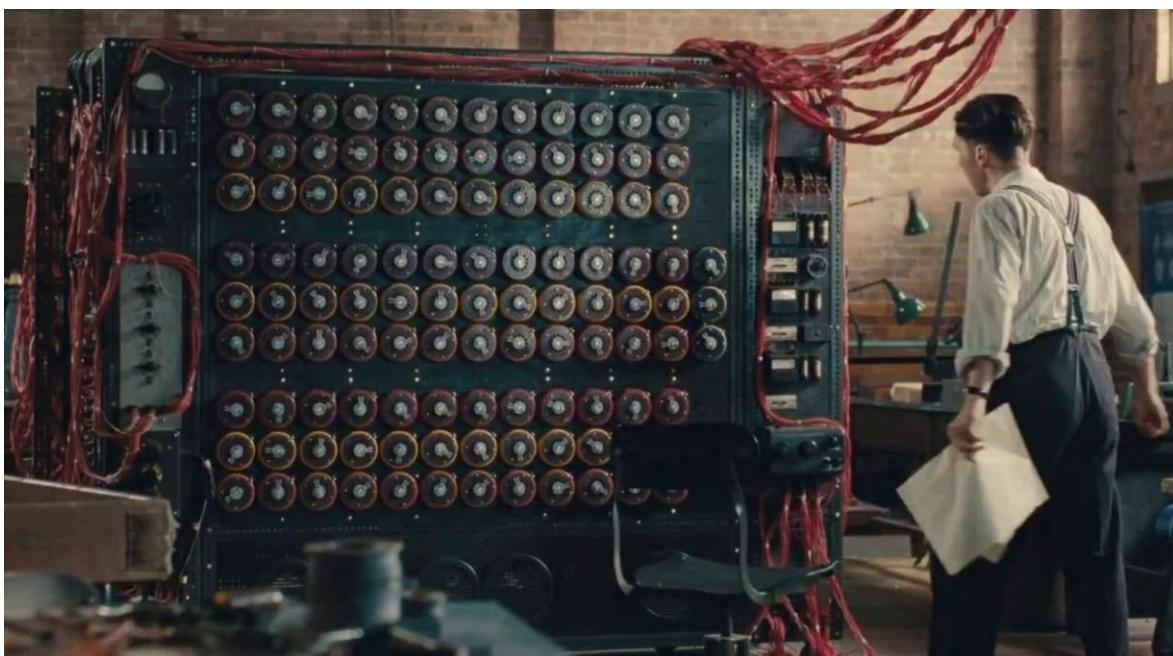
L'homme a d'abord su fabriquer des outils puis des machines, c'est-à-dire des objets qui utilisent une force autre que la sienne et qui peuvent exécuter de manière autonome certaines opérations, même complexes et programmées comme le **métier à tisser de Jacquard** en 1801. C'est la première programmation binaire.

Mais la machine mécanique ne sait pas se modifier elle-même, il faut l'aider un petit peu !

Au contraire, l'ordinateur, machine à informations, sait **modifier son propre programme** et devient une machine universelle. Elle permet de maîtriser l'intelligence mécanique, ce qui changera beaucoup de choses, jusqu'à nos comportements aujourd'hui au quotidien !

**Alan Turing** a créé en 1936 l'article fondateur de la science informatique. Il a compris comment quelques opérations élémentaires de calcul étaient universelles. Elles pouvaient être combinées pour exécuter tous les algorithmes du monde, donnant le coup d'envoi à la création des **calculateurs universels programmables**. C'est eux que l'on appellera plus tard très sobrement : **des ordinateurs** !

C'est lui qui a fait basculer le monde de l'ère industrielle à l'âge du numérique, puisqu'il s'agissait de calculer de façon programmée **au moyen d'un tableau de connexion**. Un concept qui ne nous est pas étranger aujourd'hui encore !



Une représentation de la machine à cryptage dans le film *Imitation Game*.

En 1943, pendant la seconde guerre mondiale, les nazis communiquaient entre eux grâce à la **machine de cryptage Enigma**. Elle ressemblait à une simple machine à écrire dotée d'un mécanisme de roues codeuses permettant de mélanger les lettres à la sortie tout en transmettant un message sans que personne ne puisse le décoder.

A la réception du message, une machine identique ingurgitait le texte, les roues codeuses tournaient à l'envers et comme dans un miroir, le message ressortait en clair. Un système ingénieux, qui nous rapprochait peu à peu de l'informatique telle qu'on la connaît aujourd'hui !

Pour la petite histoire, les britanniques avaient mis la main sur une de ces machines mais impossible de savoir comment elle fonctionnait. Le code a été cassé dès 1933 par des mathématiciens polonais mais le calcul durait trop longtemps, il fallait plusieurs jours pour pouvoir déchiffrer le message alors que les nazis changeaient le code quotidiennement.

Je vous conseille d'ailleurs le film *Imitation Game* qui retrace l'histoire d'Alan Turing et de la machine Enigma. Même si le film est bien sûr romancé, il reste très intéressant pour

comprendre les enjeux de l'époque et certaines questions qui demeurent sans réponse.  
Aujourd'hui, les choses se sont bien éclairées, mais aussi et surtout : étouffées.

Une autre femme d'exception a contribué à l'essor de l'information. En effet, **Grace Hopper** a travaillé sur le premier ordinateur numérique entièrement automatique d'**IBM** : le Harvard Mark I.

*Petite anecdote sur le Mark I en 1947 : un jour le calculateur tomba en panne. On y trouva un papillon de nuit coincé dans le circuit relais. L'insecte fut ôté avec soin et placé dans le journal de bord avec la mention : "First actual case of bug being found". C'est de là que vient l'expression bug informatique. A cette époque, il s'agissait réellement d'insectes !*

Ces premiers ordinateurs n'étaient pas utilisables à grande échelle mais seulement réservés à un usage très professionnel. C'est **Grace Hopper** qui a défendu l'idée qu'un langage informatique devait pouvoir être écrit dans un langage proche de l'anglais. Elle conçoit alors un **compilateur**, un logiciel qui permet de traduire en langage machine les éléments de l'algorithme et donc compréhensible par tous les ingénieurs.



Les femmes ont bien contribué à l'essor de l'informatique, et Grace Hopper en est l'un des exemples les plus flagrants aujourd'hui !

Les premiers ordinateurs naîtront vers 1940.

Konrad Zuse est l'inventeur du premier ordinateur fonctionnel : **le Z3**.

Ce dernier a bien sûr suivi les deux premières versions. Le Z1 était un ordinateur mécanique qui fonctionnait que quelques minutes seulement. Le Z2 a ensuite été mis au point par l'informaticien avant qu'il invente le Z3 en 1941, un ordinateur électromagnétique qui reprenait la technologie des bandes perforées afin de stocker les bases de données.

Cet ordinateur a été développé avec l'aide du gouvernement allemand mais fut **détruit dans les bombardements de la Seconde Guerre mondiale à Berlin en 1943**.

En 1944, le physicien théoricien **John von Neumann** décrit la première architecture dite de "von Neumann" qui a triomphé et reste celle de l'immense majorité des ordinateurs aujourd'hui. Entre 1945 et 1951, la **machine de von Neumann** ou IAS a été construite par des ingénieurs qui travaillaient au fer à souder et ce sont des femmes qui assuraient la programmation de l'ordinateur à usage balistique.

Quand Grace Hopper s'est éteinte en 1992, les ordinateurs entraient dans les foyers, ils ne coûtaient plus le prix d'une maison ou d'une voiture mais celui d'une télévision. Ils ont fait exploser les communications au niveau mondial avec internet en particulier

**Le web est devenu ainsi le quotidien de milliards d'être humains.** Imaginez-vous aujourd'hui vivre sans informatique ? Premièrement, vous ne pourriez pas lire cette grande histoire de l'informatique, mais aussi, vos vies quotidiennes seraient bien changées, peut-être à commencer par votre travail !

On comprend également que l'informatique est **toujours sujette à évoluer, à commencer par aujourd'hui**. De ce fait, on réalise qu'elle est **le fruit de bon nombre de personnes**, et que la créer toute seule n'aurait été qu'une idée, mais surtout : qu'une chimère !

Bien que **John Vincent Atanasoff et Clifford Berry** aient inventé le premier ordinateur électronique en 1942, ce dernier n'était pas programmable. L'ordinateur ABC a notamment été utilisé pour trouver la solution des équations linéaires simultanées.

En 1943, apparaît alors **le premier ordinateur électronique programmable** grâce à **Tommy Flowers**. Nommé **Colossus**, cet ordinateur était programmé pour aider les Britanniques lors de la Seconde Guerre mondiale. La machine devait alors déchiffrer les messages allemands chiffrés par le chiffrement de Lorenz. L'ordinateur fut une réussite puisqu'il pouvait déchiffrer les messages en quelques heures, contre quelques semaines auparavant.

## L'évolution informatique : du codage de l'information à l'objet numérique



Entre le codage et l'ordinateur tel qu'on le connaît aujourd'hui, il n'y a plus qu'un pas. Car l'informatique a connu une grande histoire pleine de richesses et de rebondissements. Une grande histoire que l'on peut découvrir aujourd'hui, à la lumière de ce que l'on connaît déjà.

Le premier langage de programmation de haut niveau est **le langage FORTRAN créé en 1957 par John W. Backus**. Ce langage est utilisé pour réaliser des calculs scientifiques complexes et est **encore utilisé de nos jours**.

John Backus a réussi à largement simplifier un langage de programmation, ce qui l'a rendu très pratique et abordable. Beaucoup d'informaticiens se sont alors basés sur ce langage de programmation par la suite faisant de lui l'une des plus grandes inventions de la programmation informatique.

L'information est une matière abstraite qui se mesure pourtant bel et bien. Un message quelque soit sa valeur réelle ou supposée, peu importe son sens exact ou erroné, contient une **quantité précise d'informations**. L'atome d'une information est l'élément binaire, le *bit* comme "oui/non", "0/1" ou "vrai/faux".

Cela permet ainsi de savoir de quelqu'un si c'est un homme ou une femme, s'il est jeune ou vieux, s'il est petit ou grand, et bon nombre d'autres critères encore. Tout cela est évidemment très schématique mais cela nous donne déjà en parallèle **trois atomes d'information** sur lui donc **trois bits**.

Shannon a défini la quantité d'informations de manière mathématique avec la théorie des probabilités qu'a mis en équation Kolmogorov. Cette théorie se base sur l'hypothèse que l'on peut quantifier du contenu informatif groupés (plusieurs messages donc), que le codage en informatique permettrait de distribuer de manière claire et stable.

Avec ceci, ils ont tout simplement permis de changer la vision du monde dans les échanges numériques. Petit à petit, l'oiseau a fait son nid, et a permis de **modifier** radicalement nos comportements aujourd'hui.

Tous les objets (images, sons, textes, données) ont alors **un reflet numérique** qui permet de mémoriser l'information, de la transmettre, de la reproduire à l'infini et de la manipuler de manière spécifique grâce à toutes sortes d'algorithmes. Ces algorithmes sont alors la base de l'informatique telle que l'on va la connaître.

**Rose Dieng-Kuntz** a quant à elle aidé à construite le **web sémantique** qui désigne un ensemble de technologies visant à rendre l'information du web accessible et utilisable par tous les programmes logiciels et par l'homme grâce à un **système de métadonnées**. Elle a aussi beaucoup travaillé sur **la gestion des connaissances**.

Première femme africaine à être admise à Polytechnique en 1976, elle s'est **spécialisée en intelligence artificielle**, et aujourd'hui, on peut tous s'accorder à lui dire un grand merci. Une visionnaire, doublée d'un esprit brillant !

Par exemple, si l'on tape "accident de véhicule" dans un moteur de recherche, il va en fait rechercher tous les documents dans lesquels "accident" et "véhicule" apparaissent. Mais si le document mentionne "collision entre un camion et un vélo" sans mentionner "accident de véhicule" précisément, il ne ressortira pas. L'idée du web sémantique est justement **que ce document ressorte également. Brillant**, on vous dit !



Le web sémantique est un vaste programme, toujours en cours de réalisation.

## Notre monde numérique aujourd'hui : l'évolution de l'interface homme-machine

Le Programma 101, aussi appelé **Perottina**, créé en 1965 est le premier ordinateur commercialisé dans l'histoire. Cet ordinateur révolutionnaire a été créé par **Pier Giorgio Perotto** et produit par le fabricant italien Olivetti. Exit les quatre opérations uniques des anciens ordinateurs. Le premier ordinateur commercial pour réaliser des additions, des soustractions, des multiplications, des divisions, des racines carrées, des valeurs absolues ou même des fractions ! Ces fonctionnalités ont été largement appréciés des premiers utilisateurs.

Au total, pas moins de **44 000 ordinateurs ont été vendus** au prix de 3200\$.

Au début du 21ème siècle, les interfaces entre les ordinateurs et les cerveaux n'en étaient qu'à leurs balbutiements. Mais tout cela va bien sûr évoluer **jusqu'au meilleur**. Nous devons l'interface utilisateur à **Xerox** au Palo Alto Research Center à une époque où les PC n'existaient pas encore.

**En 1968**, profitant du développement de la télévision couleur, Douglas Engelbart présente un environnement graphique avec des fenêtres que l'on peut ouvrir et fermer à l'aide d'un pointeur relié à l'ordinateur : la souris. Véritable visionnaire, il met en place ce qui lui vaudra notamment en 2000 la médaille nationale de la technologie.

Avec son groupe, avec qui il avait d'ailleurs fondé **Arpanet, l'ancêtre d'internet**, il créa donc une boîte faite de bois, et accompagnée de deux roues en métal. On est bien loin des souris à

lecture optique contemporaine. Mais comme il faut passer par des débuts, le premier modèle était officialisé en 1970, **la souris d'ordinateur était née !**

**Entre 1969 et 1983**, l'interface homme-machine est minimale : le clavier sert à envoyer de l'information retranscrite par l'écran. Les ordinateurs sont à l'époque réservés à des élites et uniquement présents dans le milieu professionnel. L'information et les données que l'on traitait étaient majoritairement faites de texte, ce qui a longuement défini l'agencement du clavier selon les pays.

**Entre 1984 et aujourd'hui**, après les avancées techniques, le confort de l'utilisateur entre en jeu. Le contenu à l'écran est présenté sous la forme "*What You See Is What You Get*" (WYSIWYG). Cette expression est popularisée par Apple et son fameux Macintosh, sur lequel on reviendra. L'interaction devient symbolique avec les fenêtres, les icônes, les menus et les dispositifs de pointage et l'apprentissage est facilité pour le grand public. C'est la naissance de l'informatique grand public. Mais justement, comment ce dernier s'est-il formé exactement ces dernières années ?

## L'informatique dans les années 1990



Dans

les années 1990, bon nombre d'évolutions ont eu lieu, en lien avec l'histoire de l'informatique. Des évolutions marquantes, qui donneront à nos comportements actuels une vraie richesse, et un vrai supplément d'âme !

**Les années 1990 marquent un tournant** bien plus contemporain dans ce que l'informatique implique dans nos vies. En effet, le concept de "poste de travail" devient plus concret, et **s'installe dans les différents milieux sociaux**. Tout un chacun va alors avoir accès aux joies, mais aussi aux méandres de l'informatique.

De cette manière, le stockage ou les partages de données deviennent plus importants, et **se lient intimement à la vie privée**.

**Nos comportements se sont progressivement adaptés** aux innovations informatiques des années 1990. Le petit supplément d'âme ? **L'avènement d'internet**, qui devient accessible au plus grand public.

Au programme : courrier électronique (mail), transfert de fichiers, etc. C'est de cette manière que l'adresse IP (Internet Protocol) devient importante.

De façon logique, si on part du principe qu'**une société s'imprègne des créations nouvelles**, certaines professions vont se créer, ou encore se renouveler. Parmi **ces professions** qui se retrouvent impactées, on retrouve :

- Les ressources humaines,
- Le commerce,
- La communication,
- La documentation,

- La banque (grâce à la carte à puce),
- La billetterie,
- Et bien d'autres encore !

Symboliquement, en 1998, Apple commercialise l'iMac G3, qui révolutionnera, contrairement aux apparences, leur univers informatique.

On l'aura compris, des réseaux informatiques au microprocesseur, en passant par les télécommunications, l'informatique des années 1990 est **un vrai tournant** !

## L'informatique dans les années 2000



Les années 2000 nous semblent si près, et pourtant, dans la grande histoire de l'informatique, elles sont déjà bien loin, et ont connus bon nombre d'évolutions essentielles pour les ordinateurs et les appareils tels que nous les connaissons aujourd'hui.

*La révolution informatique fait gagner un temps fou aux hommes, mais ils le passent avec leur ordinateur !* - Khalil Assala De Khalil Assala

Le virage des années 2000 marque **un changement radical** dans la consommation de l'informatique, puisque ce dernier s'installe dans le quotidien véritable de tout un chacun, et ce, de plus en plus. La domestication des ordinateurs se mène grâce au développement d'internet.

**Il s'installe dans les tâches quotidiennes**, notamment lorsqu'il s'agit de gérer les comptes ou la facturation des biens domestiques. Le symbole principal ? Le développement de l'ordinateur portable, qui se généralise en tant que poste informatique principal. Idem pour la vie professionnelle, **qui est transformée**, et le sera à tout jamais !

Bien évidemment, nous n'en sommes à ce stade qu'aux **prémisses de l'ordinateur portable** tel que nous le connaissons aujourd'hui, mais **le développement est en marche**, pour le meilleur ! Il en va de même pour les tablettes et les smartphones, qui symbolisent l'informatique portable.

Enfin, le virage des années 2000 marque **l'évolution de la vente en ligne, et le web sert à bon nombre de professions**, pour transférer des données importantes !

C'est à ce moment que le **protocole sécurisé HTTPS** est mis en place. mais si, vous savez, ces petits symboles qui, dans la barre de recherche, nous garantissent une sécurité optimale de la navigation ! Enfin, en 2005, l'écran plat fait son apparition, et donne à l'ordinateur des airs familiers !

En bref, en informatique, on peut le dire : merci l'an 2000 !

## L'informatiques dans les années 2010



Dans les années 2010, l'informatique a connu des modifications tranchantes, qui ont donné lieu à plus de pratique, de commodité quotidienne, mais aussi d'évolutions poussées. Tout ceci pour nous simplifier la vie, et rendre les appareils plus puissants !

Les années 2010 ne sont pas si loin, et pourtant, **bon nombre de choses se sont passées**, au même titre que des créations ! On abandonne le format DVD, Light Peak fait son apparition, et Apple devient un acteur prégnant du milieu de l'informatique.

On notera une révolution majeure, qui n'est autre que l'arrivée et le développement rapide de l'USB (*Bus Serie Universel*), qui permet un **transfert de données** simplifié, contrairement à l'ancienne disquette. Certes, cela implique aux ménages de s'équiper différemment, mais c'est pour le mieux !

Car n'oublions pas que **l'informatique est aussi là pour nous simplifier la vie**.

Toutefois, il faut bien s'accorder à dire que les équipements informatiques sont bien trop lourds... encore ! C'est de cette manière que certaines composantes ont été supprimées, le disque dur remplacé par un disque SSD, plus léger et rapide, combo gagnant !

En 2010, l'Ipad fait la révolution dans le monde des tablettes, alors qu'en 2011, c'est le Chromebook qui connaîtra un gain d'intérêt particulier. Ce qui s'avère un beau de l'informatique tel qu'on le connaît aujourd'hui : évolutif, et parfois révolutionnaire !

Futur programmeur, informaticien, ingénieur, passionné d'histoire des ordinateurs ou tout simplement curieux, nous espérons que cet article aura répondu à quelques questions concernant l'invention de l'ordinateur, la machine de Turing ou encore la naissance d'un programme informatique.