

Histoire de l'informatique

Tome 3 : Le matériel et électronique qui a créé

l'ordinateur

Par Dimitri PIANETA

Edition 2020

Introduction

Ce tome 3 de l'histoire de l'informatique sur le thème « Le matériel et électronique qui a créé l'ordinateur », j'ai voulu faire un historique des différentes parties qui composent l'ordinateur qui me semblait importante.

Je me suis concentré à 80 pages historiques dans ce tome 3 pour que cela soit plus facile à lire et à mémoriser.

Je vous souhaite une lecture de ce nouveau tome.

Dimitri PIANETA

Table des matières

Introduction.....	2
Chapitre 1 : Introduction de l'ordinateur.....	5
1.1 Qu'est ce qu'un ordinateur ?	5
1.2 Ordinateur analogique	6
1.2 Ordinateur numérique	7
1.3 Les tubes à vide	7
1.3 Transistor.....	8
1.4 Circuit intégré	9
1.5 Microprocesseur.....	10
1.6 Architecture Von Neumann.....	11
Chapitre 2 : Historique	13
2.1 Généralité.....	13
2.2 Théorie de l'électronique	16
2.3 Matériel (composants)	18
2.4 Matériel (ordinateur)	20
2.5 Matériel (interface)	26
2.6 Les innovations.....	27
Chapitre 3 : Les composants basiques d'un ordinateur	29
3.1 Clavier.....	29
3.2 La souris.....	32
3.3 Cathode	37
3.4 Le scanner (computer scanner).....	44
3.5 Bande magnétique	49
3.6 Ecran.....	50
3.7 Mémoire.....	53
3.7.1 Chronologie	53
3.8 Processeur	60
3.8.1 Définition :.....	60
3.8.2 Chronologie :	61
3.9 USB	67
3.9.1 Historique	67

3.9.2 Chronologie	69
3.10 Imprimante	70
3.10.1 Définition	70
3.10.2 Chronologie	70
3.10.2 Différents types de technologies.....	71
3.11 Disque dur	82
3.12 Carte mère.....	84
Références.....	86
Biographie	87

Chapitre 1 : Introduction de l'ordinateur

1.1 Qu'est ce qu'un ordinateur ?

Les ordinateurs font partie intégrante de la société moderne et les nouvelles technologies ont transformé le monde moderne en un village planétaire. La communication aujourd'hui est menée en utilisant la messagerie texte, les téléphones mobiles, les appels vidéo sur Internet, le courrier électronique et les réseaux sociaux tel que Facebook. La nouvelle technologie permet aux gens de rester en contact avec les amis et la famille du monde entier, et le World Wide Web permet aux entreprises d'être concurrentiel sur un marché mondial.

Un ordinateur est un appareil électronique programmable qui peut traiter, stocker et récupérer des données. Il traite les données selon un ensemble d'instructions ou un programme. Tous les ordinateurs se composent de deux parties fondamentales, à savoir le matériel (hardware) et les logiciels (software). Le matériel est la partie physique de la machine et les composants d'un ordinateur numérique comprennent mémoire pour le stockage à court terme de données ou d'instructions, une unité arithmétique / logique pour effectuant des opérations arithmétiques et logiques, une unité de contrôle chargée de l'exécution des instructions informatiques en mémoire et des périphériques qui gèrent l'entrée et les opérations de sortie. Le logiciel est un ensemble d'instructions qui indique à l'ordinateur pour effectuer.

Les premiers ordinateurs numériques construits dans les années 1940 et 1950 étaient d'énormes machines composées de milliers de tubes à vides. Ils remplissaient généralement une grande pièce, mais leur puissance de calcul était inférieure à celle des ordinateurs actuels.

Il existe deux familles distinctes d'appareils informatiques, à savoir les ordinateurs numériques et l'ordinateur analogique. Les premiers ordinateurs étaient analogiques et non numériques, et ces deux types d'ordinateurs fonctionnent selon des principes très différents. Le calcul dans un ordinateur numérique est basé sur des chiffres binaires, c'est-à-dire «0» et «1». Les circuits électroniques sont utilisés pour représenter des nombres binaires, avec l'état d'un interrupteur (c'est-à-dire «on» ou «off») représentant un chiffre binaire en interne dans un ordinateur.

Un ordinateur numérique est un appareil séquentiel qui fonctionne généralement sur les données en une seule étape à la fois. Les données sont représentées au format binaire et un seul transistor est utilisé pour représenter un chiffre binaire dans un ordinateur numérique. Plusieurs transistors sont nécessaires pour stocker de plus grands nombres. Les premiers ordinateurs numériques ont été développés dans les années 1940.

Un ordinateur analogique fonctionne d'une manière complètement différente d'un ordinateur numérique.

La représentation des données dans un ordinateur analogique reflète les propriétés des données modélisées. Par exemple, les données et les nombres peuvent être représentés par des grandeurs physiques telles que la tension électrique dans un ordinateur analogique, alors qu'un flux de chiffres binaires les représente dans un ordinateur numérique.

1.2 Ordinateur analogique

James Thompson (qui était le frère du physicien Lord Kelvin) a réalisé ces travaux sur le calcul analogique au XIXe siècle. Il a inventé une roue et intégrateur de disques, utilisé dans les appareils analogiques mécaniques, et il a travaillé avec Kelvin pour construire un appareil pour réaliser l'intégration d'un produit de deux fonctions. Kelvin a décrit plus tard qu'une machine analogique à usage général (il n'a pas construit) pour intégrer des équations différentielles linéaires de n'importe quel ordre. Il a construit un prédicteur de marée qui était utilisé au port de Liverpool jusqu'au années 60.

Les opérations dans un ordinateur analogique sont effectuées en parallèle et sont utiles pour simuler des systèmes dynamiques. Ils ont été appliqués à la simulation de vol, centrales nucléaires et procédés chimiques industriels.

Vannevar Bush au Massachusetts Institute of Technology a développé le premier ordinateur analogique mécanique à grande échelle à usage général. Cette machine était celle de Bush analyseur différentiel (Figure 1), et c'était un ordinateur analogique mécanique conçu pour résoudre des équations différentielles d'ordre 6 par intégration, en utilisant des mécanismes de roues et de disques pour effectuer opération intégration (mathématique). Cette mécanisation a permis l'intégration et les problèmes d'équation différentielle à résoudre plus rapidement.

La machine prenait de la place sur une grande table dans une pièce et pesait 100 Tonne. Il contenait des roues, des disques, des arbres et des engrenages pour effectuer les calculs. Il fallait un temps de préparation considérable par les techniciens pour résoudre une équation particulière. Il contenait 150 moteurs et miles fils reliant les relais et les tubes à vide. La représentation des données dans un ordinateur analogique est compacte, mais elle peut être corrompue avec du bruit. Un seul condensateur peut représenter une variable continue dans un ordinateur analogique, alors que plusieurs transistors sont nécessaires dans un ordinateur numérique. Les ordinateurs analogique ont été remplacés par des ordinateurs numériques peu après la Seconde Guerre mondiale.



Figure 1: Vannevar Bush avec le differential analyser

1.2 Ordinateur numérique

Les premiers ordinateurs numériques utilisaient des tubes à vide pour stocker des informations binaires et des tubes à vide pouvaient représenter la valeur binaire «0» ou «1». Ces tubes étaient grands et encombrant et générant une quantité importante de chaleur. La climatisation était nécessaire pour refroidir la machine et il y a eu des problèmes de fiabilité des tubes.

Shockley et d'autres ont inventé le transistor à la fin des années 1940, et il a remplacé tubes à vide à la fin des années 1950. Les transistors sont petits et consomment très peu d'énergie, et les machines résultantes étaient plus petites, plus rapides et plus fiables. Les circuits intégrés ont été introduits au début des années 1960 et une quantité massive de la puissance de calcul pourrait maintenant être placée sur une toute petite puce (actuellement s'est le procéder). Les Circuits intégrés sont petits et consomment très peu d'énergie et peuvent être produits en série ce qui devenu la norme. Cependant, les circuits intégrés sont difficiles à modifier ou à réparer et doivent presque toujours être remplacés.

L'architecture fondamentale d'un ordinateur est restée fondamentalement la même puisque *Von Neumann* et d'autres l'ont proposé au milieu des années 40. Il comprend une centrale unité de traitement qui comprend l'unité de commande et l'unité arithmétique, une entrée et unité de sortie et mémoire.

1.3 Les tubes à vide

Un tube à vide est un appareil qui repose sur le flux d'un courant électrique à travers un vide. Les tubes à vide (vannes thermioniques) étaient largement utilisés dans les appareils électroniques comme les téléviseurs, les radios et les ordinateurs jusqu'à l'invention du transistor.

L'idée de base d'un tube à vide est qu'un courant passe à travers le filament, qui le chauffe alors pour qu'il dégage des électrons. Les électrons sont négativement chargés et sont attirés par la petite plaque positive (ou anode) à l'intérieur du tube. Un écoulement unidirectionnel s'établit ainsi entre le filament et la plaque. Thomas Edison avait observé cela en recherchant la raison de la rupture des filaments de la lampe. Il a noté un noircissement irrégulier (le plus sombre près d'une borne du filament) des ampoules dans ses lampes à incandescence et a noté que le courant circule de la lampe filament et une plaque dans le vide.

La première génération d'ordinateurs utilisait plusieurs milliers de tubes à vide donc cela était volumineux, avec plusieurs racks de tubes à vide occupant l'espace d'une grande pièce. Le tube à vide utilisé dans les premiers ordinateurs était un appareil à trois terminaux, et il se composait d'une cathode, une grille et une plaque. Le tube à vide a été utilisé pour représenter l'un des deux des états binaires: c'est-à-dire la valeur binaire «0» ou «1».

Le filament d'un tube à vide devient instable avec le temps. De plus, si l'air fuit dans le tube, l'oxygène réagira avec le filament chaud et l'endommagera. La taille et le manque de fiabilité des tubes à vide ont motivé la recherche en technologies fiables. Cela a conduit à l'invention du transistor à la fin des années 1940. La première génération d'ordinateurs numériques utilisait tous des tubes à vide: par ex. l'Ordinateur Atanasoff-Berry (ABC) développé à l'Université de l'Iowa en 1942; la Colossus s'est développé à Bletchley Park en 1944; ENIAC développé aux États-Unis

États au milieu des années 40; UNIVAC I développé en 1951; Whirlwind développé en 1951; et l'IBM 701 développé en 1953.

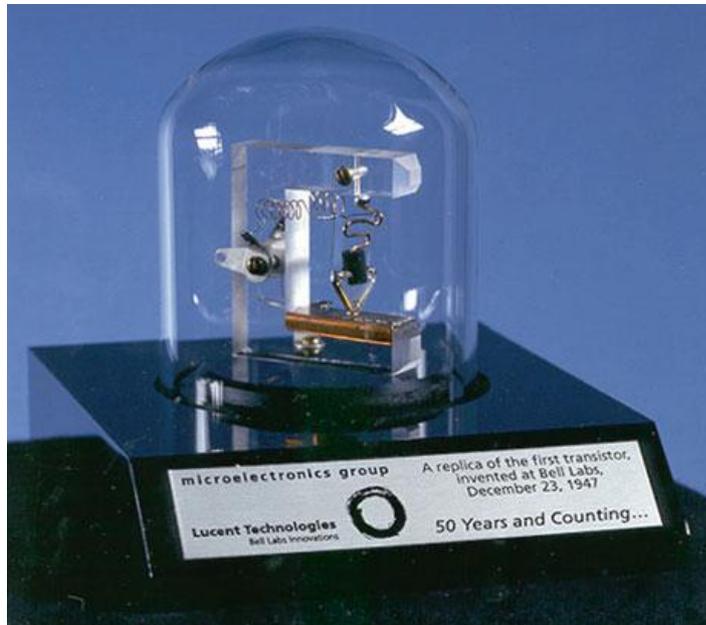


Figure 2: réplique de transistor (Courtesy of Lucent Bell Labs)

1.3 Transistor

Le transistor est un élément fondamental des systèmes électroniques modernes, et son invention a révolutionné le domaine de l'électronique. C'était plus petit, moins cher et plus fiable que les tubes à vide existants.

Le transistor est un appareil électronique semi-conducteur à trois bornes. Il peut contrôler le courant électrique ou tension entre ces deux bornes en appliquant un courant électrique ou tension à la troisième borne. Le transistor à trois bornes joue le rôle d'interrupteur. Combiné sur un circuit logique peuvent être constitués en cascade ces commutateurs (commutateurs qui contrôlent les commutateurs et ainsi de suite).

Ces circuits logiques peuvent être construits de manière très compacte sur une puce de silicium avec une densité d'un million de transistors par centimètre carré. Les interrupteurs peuvent être allumés et s'éteint très rapidement (par exemple toutes les 0,000000001 s). Ces puces électroniques sont au cœur des appareils électroniques modernes.

Le transistor (Figure 2) a été développé chez Bell Labs après la Seconde Guerre mondiale. L'objectif de la recherche était de trouver une alternative à l'état solide aux tubes à vide, la technologie était trop volumineuse et peu fiable. Trois inventeurs chez Bell Labs (Shockley, Bardeen et Brattain) ont reçu le prix Nobel de physique en 1956 en reconnaissance de leur invention du transistor.

William Shockley (Figure 3) a été impliqué dans la recherche sur les radars et recherche opérationnelle anti-sous-marin pendant la Seconde Guerre mondiale, et après la guerre. Il a mené

une recherche en commun comprenant Bardeen et Brattain pour trouver une alternative à l'état solide au verre des tubes à vide.

Bardeen et Brattain ont réussi à créer un transistor à point de contact en 1947 indépendamment de Shockley qui travaillait sur un transistor à jonction.

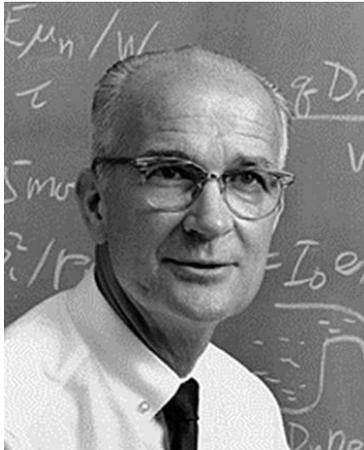


Figure 3: William Shockley

Shockley pensait que le transistor de contact ponctuel ne serait pas commercialement viable, et son transistor de point de jonction a été annoncé en 1951.

Shockley n'était pas une personne facile à travailler et les relations entre lui et les autres se sont détériorés. Il a fondé Shockley Semiconductor Inc. (qui fait partie de Beckman Instruments) en 1955.

1.4 Circuit intégré

Jack Kilby de Texas Instruments a inventé le circuit intégré en 1958. Son invention a utilisé une plaquette de germanium, et Robert Noyce de Fairchild Semiconductors mis ces circuits intégrés sur plaque à base de silicium. Le circuit intégré était une solution pour le problème de la construction d'un circuit avec un grand nombre de composants.

Le prix Nobel de la physique a été décerné à Kirby en 2000 pour sa contribution à son invention.

L'idée était qu'au lieu de faire des transistors un par un, plusieurs transistors pourrait être réalisé en même temps sur le même morceau de semi-conducteur. Cela a permis aux transistors et autres composants électroniques tels que des résistances, des condensateurs et des diodes à être réaliser par le même procédé avec les mêmes matériaux.

Un circuit intégré se compose d'un ensemble de circuits électroniques sur une petite puce de matériau semi-conducteur, et il est beaucoup plus petit qu'un circuit fait de composants. Les circuits intégrés d'aujourd'hui sont extrêmement compacts et peuvent contenir des milliards de transistors et d'autres composants électroniques dans une zone minuscule. La largeur de chaque ligne conductrice est devenue de plus en plus petite en raison des progrès technologiques d'années en années, maintenant mesure en dizaines de nanomètres.

Le nombre de transistors par unité de surface a doublé (à peu près) chaque 1 à 2 an au cours des 30 dernières années. Cet incroyable progrès dans la fabrication de circuits est connu sous le nom de loi

de Moore d'après Gordon Moore (l'un des fondateurs d'Intel) qui a formulé la loi au milieu des années 1960.

Kilby concevait des micromodules pour l'armée, ce qui impliquait de connecter plusieurs plaquettes de germanium 1 de composants discrets ensemble en empilant chaque plaquette les uns sur les autres. Les connexions ont été faites en passant des fils sur les côtés de chaque plaquette.

Kilby a vu ce processus comme inutilement compliqué et s'est rendu compte que si une pièce du germanium a été conçue correctement, il pouvait agir comme plusieurs composants simultanément.

C'est l'idée qui a conduit à la naissance du premier circuit intégré. Il a eu l'idée de miniaturiser les transistors et de les placer sur des puces de silicium appelé semi-conducteurs. L'utilisation de semi-conducteurs a conduit à des ordinateurs de troisième génération, avec une augmentation importante de la vitesse et de l'efficacité.

1.5 Microprocesseur

Le microprocesseur Intel 4004 (Figure 4) était le premier microprocesseur au monde, et il a été lancé en 1969. C'était le premier dispositif à semi-conducteur qui a fourni, en puce utilisé dans un ordinateur.

L'invention du microprocesseur s'est produite par accident plutôt que par conception. Busicom, une société japonaise, a demandé à Intel de concevoir un ensemble de circuits intégrés pour sa nouvelle famille de calculatrices programmables hautes performances. Ted Hoff, un Ingénieur Intel, a étudié le design de Busicom et l'a rejeté comme étant peu maniable. Il a proposé une solution plus élégante nécessitant seulement quatre circuits intégrés (Busicom requis 12 circuits intégrés), et sa conception comprenait une puce qui était une logique à usage général dispositif qui a dérivé ses instructions d'application de la mémoire à semi-conducteurs. C'est le processeur Intel 4004.

Il a fourni les éléments de base utilisés dans les micro-ordinateurs actuels, comprenant l'unité arithmétique et logique et l'unité de commande. L'Intel 4004 4 bits a fonctionné à une vitesse d'horloge de 108 kHz et contenait 2300 transistors. Il a traité des données en 4 bits, mais ses instructions avaient une longueur de 8 bits. Il pourrait adresser jusqu'à 1 Ko de programme mémoire et jusqu'à 4 Ko de mémoire de données.

Gary Kildall de Digital Research a été l'un des premiers à reconnaître le potentiel d'un microprocesseur en tant qu'ordinateur à part entière. Il a travaillé comme consultant avec Intel, et il a commencé à écrire des programmes expérimentaux pour Intel 4004 microprocesseur. Il a ensuite développé le système d'exploitation CP/M pour l'Intel 8080 puce, et il a mis en place Digital Research pour commercialiser et vendre le système d'exploitation.

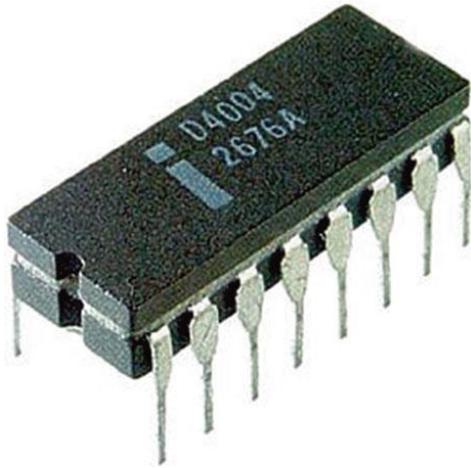


Figure 4: Intel 4004 microprocessor

1.6 Architecture Von Neumann

Les premiers ordinateurs étaient des machines à programme fixes conçues pour une tâche spécifique. Cela s'est avéré être une limitation majeure car cela signifiait qu'une manutention complexe de recablage était nécessaire pour permettre à la machine de résoudre un problème différent.

Les ordinateurs utilisés aujourd'hui sont des machines polyvalentes conçues pour permettre une variété de programmes à exécuter sur la machine. Von Neumann et autres décrit l'architecture fondamentale qui sous-tend les ordinateurs utilisés aujourd'hui dans la fin des années 40. Elle est connue sous le nom d'architecture von Neumann (Figure 5).

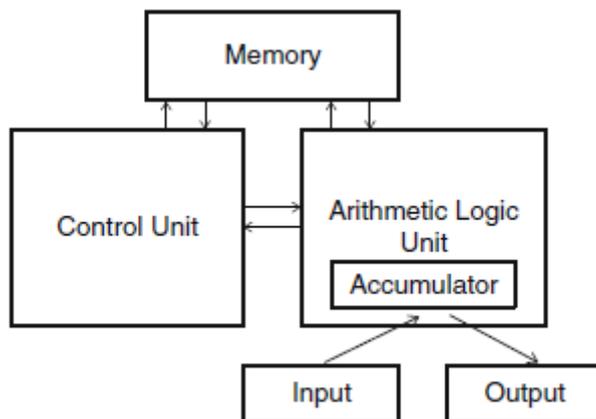


Figure 5: architecture Von Neumann

L'architecture de Von Neumann est née des travaux de von Neumann, Eckert, Mauchly et d'autres sur la conception de l'ordinateur EDVAC, qui a été le successeur à l'ordinateur ENIAC.

L'architecture de Von Neumann a conduit à la naissance des ordinateurs à programme stocké, où un magasin unique est utilisé pour les instructions et les données de la machine. Les éléments clés de l'architecture de von Neumann est décrite dans le tableau :

Composant	Description
Arithmetic Unit	L'unité arithmétique est capable d'effectuer des opérations arithmétiques de base.
Control Unit	Le compteur de programme contient l'adresse de la prochaine instruction à réaliser. Cette instruction est extraite de la mémoire et exécutée. C'est le cycle d'extraction et d'exécution de base.
	L'unité de commande contient un jeu d'instructions machine intégré.
Input-Output unit	L'unité d'entrée et de sortie permet à l'ordinateur d'interagir avec l'extérieur monde.
Memory	La mémoire unidimensionnelle stocke toutes les instructions et données du programme. Ceux-ci sont généralement conservés dans différents domaines de la mémoire.
	La mémoire peut être écrite ou lue : c'est-à-dire qu'il s'agit d'une Random access memory (RAM)
	Les instructions du programme sont des valeurs binaires et la centrale décode les valeurs binaires pour déterminer l'instruction particulière à exécuter.

L'architecture de Von Neumann est née des travaux de von Neumann, Eckert, Mauchly et d'autres sur la conception de l'ordinateur EDVAC, qui a été le successeur à l'ordinateur ENIAC.

Chapitre 2 : Historique

2.1 Généralité

1904 : Invention du premier tube à vide, la **diode** par **John Fleming**.

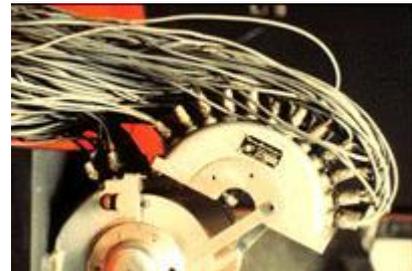
1907 : Invention de la **triode** par **Lee De Forest**.

1919 : Invention du basculeur d'**Eccles et Jordan** à partir de deux triodes. Plus connu maintenant sous le nom de flip-flop ou circuit bi-stable.

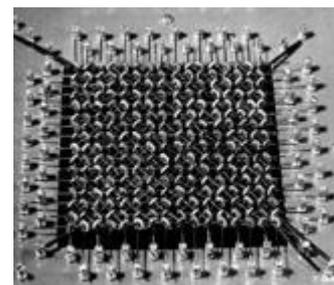
Décembre 1947 : Invention du **transistor** par **William Bradford Shockley**, **Walter H. Brattain** et **John Bardeen** dans les laboratoires de Bell Telephone.



1951 : Mise au point du **tambour de masse** magnétique **ERA 1101**. Il s'agit de la première mémoire de masse. Capacité : 1 Mbits.



1953 : Invention de la **mémoire à tores de ferrite** dans le **Whirlwind** qui remplacera avantageusement tous les systèmes peu fiables utilisés jusqu'à présent.

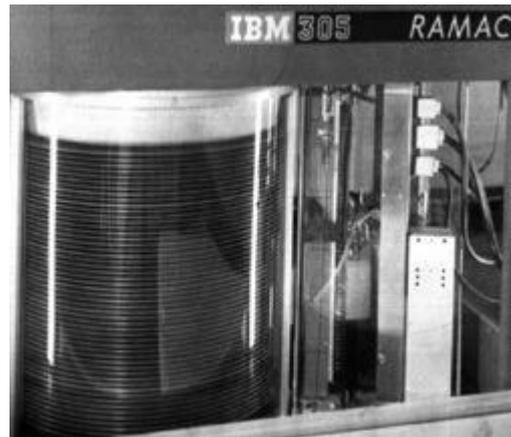


1956 : Création du premier **ordinateur à transistors** par la Bell : le **TRADIC** qui amorce la seconde génération d'ordinateurs.

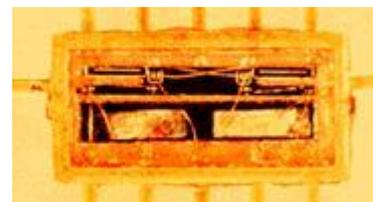
1956 : **IBM** commercialise le premier disque dur, le **RAMAC 305** (Random Access Method of Accounting and Control).

Il est constitué de 50 disques de 61 cm de diamètre et peut stocker 5 Mo.

Ce périphérique a été développé pour le projet **SABRE**, système de réservation temps réel pour la compagnie aérienne **American Airlines**.



1958 : Démonstration du premier **circuit intégré** créé par **Texas Instruments**.



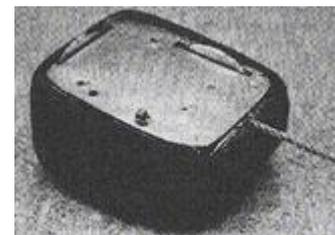
1961 : **Fairchild Semiconductors** commercialise la première série de **circuits intégrés**.

1963 : Aux Etats-Unis, Teletype développe le prototype de la première imprimante à jet d'encre : la **Teletype Inktronic**. La version commerciale de cette imprimante disposait de 40 buses fixes permettant d'imprimer des caractères ASCII sur 80 colonnes reçus par une liaison 1200 bauds.

1965 : **Gordon Moore** écrit que la complexité des circuits intégrés doublera tous les ans. Cette affirmation qui s'est par la suite révélée exacte est maintenant connue sous le nom "Loi de Moore".

1967 : **IBM** construit le premier **lecteur de disquettes**.

1968 : **Douglas C. Engelbart** de la **Stanford Research Institute** fait une démonstration d'un environnement graphique avec des **fenêtres** à manipuler avec une **souris**. Il démontre dans cet environnement l'utilisation d'un traitement de texte, d'un système hypertexte et d'un logiciel de travail collaboratif en groupe.



1968 : **Burrough** sort les premiers ordinateurs basés sur des **circuits intégrés**, les **B2500** et **B3500** qui marquent le début de la troisième génération d'ordinateurs.

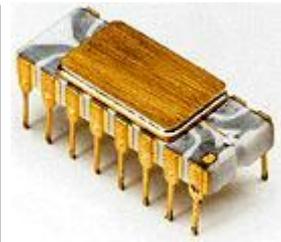
1969 : Création de la norme de connexion série **RS232**.

1970 : Première **puce mémoire** créée par **Intel** et contenant l'équivalent de 1024 tores de ferrite très encombrants sur un carré de 0.5 mm de côté (capacité : 1kBit soit 128 octets)

Novembre 1971 : Intel met en vente le premier **microprocesseur** conçu par **Marcian Hoff**.

Caractéristiques techniques du processeur **Intel 4004**

Processeur 4 bits tournant à 108 KHz
Permet d'adresser 640 octets de mémoire
60000 instructions par seconde
2300 transistors en technologie 10 microns
Prix : 200 US \$



Novembre 1971 : **Gary Starkweather** met au point la première **imprimante laser** au **Xerox PARC**.

Avril 1972 : Intel met en vente le premier microprocesseur 8 bits, le 8008.

Caractéristiques techniques du processeur **Intel 8008**

Processeur 8 bits tournant à 200 KHz
Permet d'adresser 16 Ko de mémoire
60000 instructions par seconde
3500 transistors en technologie 10 microns

1972 : Apparition du premier lecteur de disquettes **5" 1/4**.

1973 : **IBM** invente le disque dur de type **Winchester** (ou la tête plane au dessus de la surface du disque sans la toucher).

1974 : Le journaliste Français **Roland Moreno** invente la **Carte à puce**.

1974 : **Motorola** commercialise son premier processeur 8 bits, le **6800**

1974 : **RCA** commercialise le processeur **1802** tournant à 6.4 MHz. Ce processeur est considéré comme étant le premier à architecture **RISC** (Reduced Instruction Set Computer).

Juin 1975 : **MOS Technologies** met en vente le processeur **MC6501** pour 20 \$ et le **MC6502** pour 25 \$. Un Intel 8080 était vendu 150 \$ à cette époque.

Juin 1976 : **Texas Instruments** commercialise le premier microprocesseur 16 bits : le **TMS 9900**.

Juillet 1976 : **Zilog** commercialise le microprocesseur 8 bits **Z80** tournant à 2.5 MHz.

Mai 1978 : Intel lance la production de son processeur 16 bits **8086** tournant à 4.77 MHz. Il est composé de 29000 transistors en technologie 3 microns et peut accéder 1 Mo de Ram. Sa puissance est de 0.33 MIPS et il coûte 360 \$.

1979 : Motorola lance son nouveau microprocesseur 16/32 bits comportant 68000 transistors, d'où son nom : le **68000**

1979 : Shugart Associates définit et met dans le domaine public les spécifications d'un bus permettant de raccorder plusieurs disques dur : le bus **SASI**, ancêtre du bus **SCSI**.

Juin 1980 : Seagate Technologies annonce son premier disque dur **Winchester** au format 5"25.

Printemps 1981 : Larry Boucher, l'un des architectes du bus **SASI** quitte **Shugart Associates** pour fonder **Adaptec**, une compagnie qui se spécialisera dans les produits **SCSI**.

1981 : Shugart Associates et **NCR** s'associent pour travailler en commun sur un projet d'interface pour raccorder plusieurs périphériques (disques durs et autres), évolution du bus **SASI** et des solutions propriétaires de chez **NCR**. Ce projet donnera le jour au célèbre bus **SCSI**.

Février 1982 : Intel lance son nouveau processeur 16 bits tournant à 6 MHz : le **80286**. Il comporte 134000 transistors, développe une puissance de 0.9 MIPS, est capable d'adresser 16 Mo de mémoire et est vendu 360 \$.

Juin 1982 : Sony présente un prototype du premier **lecteur de disquettes 3"1/2**.

1982 : Sony et **Phillips** annoncent un nouveau support numérique à haute capacité permettant de stocker de la musique, le **CD Audio** ou des données informatiques : le **CD-ROM**.

1982 : Phillips et **Sony** signent un accord pour définir un standard de disque compact numérique à lecture par laser.

1983 : Les fabricants de synthétiseurs musicaux se mettent d'accord sur une norme de communication permettant de relier leurs instruments entre eux et avec des ordinateurs : la **norme MIDI**.

Juin 1984 : Motorola annonce son nouveau microprocesseur 32 bits **M68020**.

1984 : Hewlett Packard commercialise la première imprimante laser : la **HP Laserjet**. Elle a une résolution de 300dpi et coûte 3600 \$.

1984 : Phillips commercialise le premier lecteur de **CD ROM** pour ordinateur au prix de 1000 \$.

Octobre 1985 : Intel lance le processeur 32 bits **80386DX** tournant à 16 MHz. Il comporte 275000 transistors et peut adresser 4 Go de mémoire. Il est vendu 299 \$.

Juin 1986 : Commercialisation du premier microprocesseur **RISC**, le **MIPS R2000**, tournant à 8 MHz et développant une puissance de 5 MIPS.

2.2 Théorie de l'électronique

■ Principes de l'automatisme par TORRES QUEVEDO

Il décrit tout ce qui est nécessaire pour faire fonctionner un automate dans "Essai sur l'Automatisme" :

- des *sens* (thermomètres, boussoles, dynamomètres...)

- des *membres*
- une *énergie* (électricité, eau, air...)
- une *faculté de discernement*
- 1936 Définition de la notion d'Algorithme par Alan TURING

Pour cela, il a décrit une machine (virtuelle) capable de résoudre tout problème pouvant être mis sous forme d'algorithme.

■ 1940 Système de calcul en Virgule flottante (*floating-point*)

Mise au point séparément par George STIBITZ (aux USA) et Konrad ZUSE (en Allemagne), cette notion fait appel aux puissances de 10. Les grands nombres sont exprimés à l'aide d'une "mantisse" et d'un exposant. Exemple : $252\,000 = 2,52 \times 10^5$. On a donc un gain de place en mémoire et des multiplications plus faciles à effectuer. Le Z3 est le premier calculateur à utiliser ce système avec succès.

■ 1943 "Énoncé des ordinateurs" par Alan TURING

■ 1945 Hypertexte par Vannevar BUSH

Dans son système *memex*, il proposait des documents, des textes, des notes personnelles de façon à les retrouver facilement. Cette idée sera reprise par Douglas ENGELBART en 1963 puis par Ted NELSON (en 1975) qui lui donne le nom d'hypertexte.

■ 1948 "Théorie mathématique de l'information" par Claude SHANNON

Issu de ses travaux pour sa thèse, ce mémoire décrit l'application de la théorie de BOOLE. Dans cet ouvrage, SHANNON introduit un terme nouveau : " le bit " (contraction de *Binary digit*) qui fournit une mesure de la quantité d'information.

■ 1991 Unicode

Afin de résoudre une fois pour toute les problèmes de codage de caractères et de ses différents jeux (ex: ISO 8859-1/Latin 1 etc...) incompatibles, l'Unicode a été créé pour être un sur-ensemble de tous les autres. Il est capable, en théorie, de supporter tous les langages existants (et disparus) avec leurs particularités. Il existe plusieurs formats de représentation : UTF-8 est de plus en plus utilisé pour les transmissions de documents (par exemple cette page web) et sur les serveurs UNIX. Il a l'inconvénient d'avoir une longueur par caractère qui est variable (1 caractère = 1,2,3 ou 4 octets) mais il a l'avantage d'être très compact pour l'alphabet occidental non accentué et n'a pas le problème d'ordre des octets comme UTF-16 (utilisé par Windows). Si la première version de la norme a été publiée en 1991, sa complexité rend son adoption très lente.

■ 1998 Logiciel Libre

D'après les statuts de l'AFUL, sont considérés comme libres les logiciels disponibles sous forme de code source, librement redistribuables et modifiables, selon des termes proches des licences «GPL», «Berkeley» ou «artistique» et plus généralement des recommandations du groupe «Open Source». Les bases de ce mode de distribution ont été jetées par Richard Stallman, créateur de la FSF et du projet GNU. Depuis quelques temps, l'idée de logiciel libre se repente rapidement (un des plus connu étant Linux) comme alternative aux solutions propriétaires traditionnelles.

- AFUL
- Open-Source
- The Free Software Foundation (FSF)
- GNU
- **2000 Bug de l'an 2000 (!)**

Afin de gagner de la place à l'époque où 32Ko représentaient une quantité de mémoire extraordinaire, beaucoup de dates sont codées en n'utilisant que les 2 derniers chiffres de l'année. L'ordinateur risque donc de ne pas pouvoir distinguer l'année 2000 de l'année 1900 ! Cependant, malgré la mobilisation de certains (avec à la clé des fortunes dépensées) et l'immobilisme total d'autres, on a surtout vu fleurir des bugs d'affichage et quelques calculs fantaisistes.

2.3 Matériel (composants)

■ 1904 Diode par John FLEMING

Premier tube à vide.

■ 1907 Triode

Mise au point à partir de la diode de J. FLEMMING, sur laquelle il rajoute une feuille métallique, "l'audion" qui s'appellera ensuite "triode" est un amplificateur d'intensité électrique. La première "lampe" réellement utilisable a été mise au point en France par H. ABRAHAM et utilisée par l'ensemble des Alliés pendant la première guerre mondiale, d'où son nom : *Lampe TM* (pour Télégraphie Militaire).

■ 1919 Basculeur (*flip-flop*) de W. H. ECCLES et F. W. JORDAN

C'est un circuit électronique bistable, composé de deux triodes. Il faudra encore une quinzaine d'années avant que l'on s'aperçoive que ce circuit pouvait servir de base à l'utilisation électronique de l'algèbre de BOOLE.

■ 1937 Additionneur binaire à relais par George STIBITZ

■ 1940 Circuit Imprimé

Les composants devenant de plus en plus petits, on les fixe sur des petites plaquettes isolantes sur lesquelles ces composants sont reliés électriquement par des pistes métalliques très fines.

■ 1942 Diodes au germanium

Le germanium est un semi-conducteur, c'est à dire que "dopé" par des impuretés, il conduit dans un sens ou dans l'autre suivant la nature de cette impureté. Par l'association d'un morceau de germanium dopé positivement (P) et un morceau dopé négativement (N), on obtient une diode qui ne conduit le courant que dans un seul sens.

■ 1947 Le transistor bipolaire à jonction par John BARDEEN, Walter BRATTAIN et William SHOCKLEY

Il est constitué d'une très fine couche P entre deux couches N (ou bien l'inverse). Lorsque l'on fait circuler un faible courant entre une couche P et une couche N, un flux d'électrons entraîne une

conduction entre les deux couches de même nature: c'est l'effet transistor. Ce composant est à l'origine d'une révolution dans l'électronique, en effet la faible énergie nécessaire pour le faire fonctionner, ainsi que sa petite taille rendent très vite les tubes obsolètes.

■ 1954 Transistor au silicium

Beaucoup moins cher, plus facile à produire et à utiliser (mais hélas ayant une vitesse de conduction moins élevée) que le germanium, le silicium va devenir le symbole d'une nouvelle ère.

■ 1959 Transistor à effet de champ

Plus proche de la triode que ne l'est le transistor bipolaire, celui-ci est composé d'une électrode appelée *grille* qui module la conductance entre une zone dite *source* et une autre dite *drain*.

■ 1959 Circuit intégré par Jack KILBY

Le principe consiste à fabriquer dans un même bloc de semi-conducteur (une *puce*) plusieurs composants (résistances, condensateurs, transistors). Cette idée sera reprise quelques mois plus tard par Robert NOYCE qui intégrant la technologie *planar* mettra au point des procédés toujours utilisés aujourd'hui.

■ 1960 Transistors Planar par Jean HOERNI

C'est un transistor plat fabriqué à l'aide de gaz dopant positivement, négativement ou bien transformant le silicium en silice (oxyde de silicium) qui est un isolant.

■ 1960 Diodes Électroluminescentes

Fabriquées à l'aide de semi-conducteurs (sous forme d'alliage binaire de Phosphure de Gallium et d'Arséniure de Gallium), ces diodes ont la propriété d'émettre de la lumière dans le spectre infrarouge ou visible. Leurs principales qualités sont une très faible consommation, une grande rapidité et une durée de vie quasi-illimitée.

■ 1970 Technologie M.O.S

(*Metal Oxyde Semiconductor*)

Cette technologie permet de fabriquer des transistors plus petits et plus rapides. Une course à la densité, à la vitesse et à la consommation commence... On parle alors de SSI (*Small Scale Integration*) : 30 à 80 transistors, MSI (*Medium Scale Integration*) , LSI (*Large Scale Integration*) , VLSI (*Very Large Scale Integration*) ...

■ 1971 Le premier microprocesseur: le 4004 d'Intel

Il comporte 2300 transistors et exécute 60 000 opérations par seconde à une fréquence de 108 Khz. Sa puissance était égale à celle de l'ENIAC

- Intel Microprocessor Quick Reference Guide:
- <https://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm>
- Intel Microprocessor Quick Reference Guide (by family) :
- <https://www.intel.com/pressroom/kits/quickreffam.htm>

- **1974 Carte à puce par Roland MORENO**
- **1996 Digital Alpha AXP 21164**
- **2001 Itanium**

Certes ce n'est pas le premier processeur 64 bits à sortir mais c'était certainement un des plus en vue. Conçu par Intel et Hewlett-Packard, il est au croisé des architectures RISC (HP-PA) et CISC (utilisé par les processeurs Intel). Seulement il n'a jamais vraiment rencontré de succès.

- **2003 Opteron d'AMD**

Alors que l'Itanium ne peut exécuter les applications 32 bits que grâce à un complexe système d'émulation, l'Opteron est le premier microprocesseur capable de supporter des programmes 32 bits et 64 bits à pleine vitesse. L'Opteron a également un contrôleur de mémoire intégré alors que traditionnellement, celui-ci est séparé. Même si à l'époque Windows n'était pas disponible en version 64 bits, le succès de ce processeur est immédiat, en particulier pour des serveurs Linux.

- **2003 Microprocesseur multi-cœur**

Le terme multi-cœur désigne un processeur composé d'au moins deux unités de calcul (ou cœurs) gravés sur la même puce. Ces processeurs sont apparus parce qu'augmenter simplement la vitesse devenait peu rentable et rendait problématique les problèmes de dissipation de chaleur. L'idée est d'obtenir plus de puissance apparente grâce à la parallélisation des tâches mais cela n'est vrai que si les applications sont conçues pour tirer partie de ce genre de configuration.

2.4 Matériel (ordinateur)

- **1930 L'Enigma et les Bombes**

Composée d'un clavier, de 26 lampes pour représenter l'alphabet et généralement de 3 rotors, l'énigme était destinée à l'origine à crypter des documents d'affaires. Les services secrets allemands ont racheté (presque) tous les exemplaires et ont considérablement amélioré le modèle commercial pour leurs besoins. Les Polonais, tout d'abord, ont étudié le principe et commencer à développer des solutions capables de décoder les messages cryptés. Ces travaux seront récupérés par le "British Government Communication Headquarters" basé à Bletchley Park où Alan TURING créera une machine "la bombe" (on pense que ce nom vient du tic-tac produit durant les calculs) pour permettre de tester rapidement les combinaisons possibles.

- **1938 Z1, premier calculateur à relais par Konrad ZUSE**

D'abord nommé *Versuchmodell I*, il a été construit dans la salle à manger des parents ZUSE et utilisait des vieilles pellicules de cinéma 35mm en guise de bandes.

- **1939 ABC, par John ATANASOFF et Clifford BERRY**

Ce calculateur, a été le premier à utiliser le système binaire et était capable de résoudre des équations à 29 variables. Son vitesse d'horloge était de 60Hz; il faisait 1 multiplication à la seconde. Sa mémoire était de 60 mots de 50 bits.

■ **1941 Z3, par Konrad ZUSE**

Composé de 2600 relais, d'un lecteur de bandes et d'une console pour l'opérateur, sa mémoire pouvait contenir 64 nombres de 22 chiffres exprimés en virgule flottante. Il réalisait une multiplication en trois à cinq secondes.

■ **1943 ASCC ou Harvard MARK 1 par Howard AIKEN**

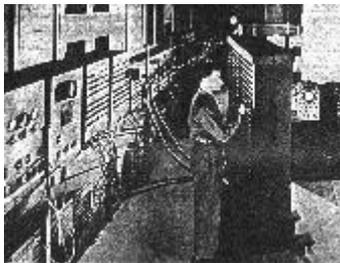
Cette machine, construite en collaboration avec IBM, utilise un principe inspiré par les travaux de Charles BABBAGE. Composée de 765 299 éléments, elle pesait 5 tonnes et avait besoin de plusieurs tonnes de glace par jour pour la refroidir. Ses performances et sa fiabilité étaient remarquables mais elle ne pouvait effectuer aucun saut conditionnel.

■ **1943 Colossus I**

Composé de 1 500 lampes et d'un lecteur de bandes capable de lire 5 000 caractères à la seconde, ce calculateur électronique anglais a été conçu pour décoder les messages chiffrés par la machine de Lorentz Allemande qui était un téléscripateur doté de rotors (utilisant un principe assez proche de l'énigme).

- Colossus Rebuild : <https://www.codesandciphers.org.uk/lorenz/rebuild.htm>

■ **1946 ENIAC, par John ECKERT et John MAUCHLY**



(Electronic Numerical Integrator and Computer)

Commandé par l'armée des États-Unis en 1943 pour effectuer les calculs de balistique, il remplaçait 200 personnes chargées auparavant de calculer les tables de tir. Il occupait 23 m³, pesait 30 tonnes, coûtait un demi-million de dollars et consommait presque 200 kilowatts. Il était aussi composé de 70 000 résistances, 10 000 condensateurs, 1 500 relais et 6 000 commutateurs manuels. Bien qu'avec 17 468 lampes, il y eut plus de 19 000 changements durant sa carrière de 9 ans, il faut souligner cette fiabilité exceptionnelle pour l'époque.

■ **1948 IBM SSEC, par Wallace Eckert**

(Selective Sequence Electronic Calculator)

Ce calculateur composé de 20 000 relais et de 12 500 tubes a servi pour le calcul de tables de positions de la lune mais a surtout été une vitrine technologique (il était d'ailleurs visible par le public) pour IBM.

■ **1947 EDVAC, premier ordinateur à programme enregistré de John Von NEUMANN**

(Electronic Discret VArIable Computer)

C'est le descendant direct d'ENIAC. Il est composé de 4000 tubes et sa capacité mémoire est de 1024 mots de 44 bits.

■ **1948 Manchester Mark 1 (ou Ferranti Mark I)**

Bâtie sur des plans de John Von NEUMANN par une équipe Anglaise, ce prototype est le premier à disposer d'une unité de commande interne et à suivre un programme enregistré. C'est sur cette machine de 1300 tubes qu'est utilisée pour la première fois la mémoire à tubes Williams.

■ **1949 EDSAC, par Maurice WILKES**

(Electronic Delay Storage Automatic Computer)

Cet ordinateur numérique et électronique est basé sur l'architecture de John Von NEUMANN. Composé de 3000 tubes et consommant 30KW, il utilise une mémoire de type "lignes de retard à mercure". Il s'agit d'une machine parfaitement opérationnelle qui a été construite dans un laboratoire de l'Université de Cambridge en Angleterre.

■ **1951 UNIVAC, par John ECKERT et John MAUCHLY**

(UNiversal Automatic Computer)

Il utilise des bandes magnétiques en remplacement des cartes perforées. Il est composé de 5000 tubes, sa mémoire est de 1000 mots de 12 bits, il peut réaliser 8333 additions ou 555 multiplications par seconde. Sa superficie au sol est de 25m². Sa construction aura duré 5 ans et coûté plus d'un million de dollars

■ **1951 Whirlwind**

1er ordinateur "temps réel"

■ **1955 Premier ordinateur transistorisé: TRADIC**

■ **1960 PDP-1**

(Programmed Data Processor)

C'est le précurseur des "minis". Vendu pour \$125 000 (une fraction du coût d'un ordinateur de l'époque) et livré sans logiciels, il était plutôt ciblé pour les scientifiques et ingénieurs.

■ 1959 IBM 1401

Utilisant des transistors et des mémoires à tores de ferrite, la version haut-de-gamme était fournie avec un générateur d'applications (RPG) destiné à en faciliter l'utilisation, cet ordinateur a marqué une étape dans l'ère de la comptabilité (la version de base se programmant en assembleur (SPSS)). L'imprimante (1403) associée était d'une rapidité exceptionnelle (600 lignes par minutes !). IBM avait tablé sur un millier de ventes... plus de 12 000 exemplaires seront vendus.

■ 1964 IBM System/360

Alors que tous ses ordinateurs utilisaient des architectures et logiciels incompatibles entre eux, IBM décida d'investir plusieurs millions de dollars et de développer une gamme entièrement nouvelle : 6 ordinateurs et 44 périphériques, ayant des capacités différentes mais tous compatibles entre eux. La technologie utilisée, loin d'être innovante, était transistors et mémoire à tores.

Les modèles 370, lancés 5 ans plus tard, seront compatibles mais intégreront un système d'exploitation gérant la mémoire virtuelle et le temps partagé. Ils seront construits avec des circuits intégrés et des mémoires à semi-conducteurs.

Les générations futures seront les /3x, /36, /38 et (en 1988) AS400.

■ 1965 Premier mini-ordinateur diffusé massivement: PDP-8 de DEC

Ce premier ordinateur ouvre l'ère des mini-ordinateurs, à "bas prix" (\$18 000) et simples d'usage. Plus de 50 000 exemplaires seront vendus, un record pour l'époque!

■ 1973 Micral-N de R2E

C'est le premier micro-ordinateur du monde, il a été inventé par François GERNELLE pour le compte d'André TRUONG, fondateur de R2E, une petite société Française.

■ 1973 l'Alto (renommé Xerox Star en 1981) de XEROX

Ce prototype, pensé pour devenir le bureau du futur, est un condensé des idées proposées par les chercheurs réunis par XEROX au Palo-Alto Research Center (PARC). Il est le premier à introduire l'idée de fenêtres et d'icônes que l'on peut gérer grâce à une souris. Principalement, en raison de son coût, cet ordinateur ne connaîtra qu'un succès d'estime.

■ 1975 Altair 8800 de ED. ROBERTS (MITS)

Il est considéré par les Américains comme le premier micro-ordinateur du monde, bien que ce soit le Micral-N. Cependant, c'est pour l'Altair que sera le premier BASIC Microsoft.

■ 1976 Cray I

Créé par Seymour CRAY, c'est le premier ordinateur à architecture vectorielle. Malgré son prix (entre 5 et 10 millions de dollars), il s'est plutôt bien vendu car il était l'ordinateur le plus rapide de l'époque.

■ 1976 Apple I par Steve WOZNIAK et Steve JOBS

Conçu par Steve WOZNIAK comme un kit à monter soi-même, cet ordinateur avait été rejeté par son employeur de l'époque (HP). Avec l'aide de Steve JOBS, il réussit à en vendre 50 exemplaires pré-montés à un magasin de Mountain View en Californie. Le prix de vente suggéré était de 666 dollars.

■ 1977 Apple II par Steve JOBS et Steve WOZNIAK

Premier ordinateur à recevoir un succès grand public, c'est une machine qui permet à ses utilisateurs de créer leurs propres logiciels d'application.

■ 1978 DEC VAX 11/780

(Virtual Address eXtension)

Premier modèle de "supermini", cet ordinateur 32 bits pouvait exécuter des programmes écrits pour le PDP-11. Il avait aussi suffisamment de ressources pour supporter des applications qui étaient jusqu'ici réservées aux gros mainframes. Il reste aussi célèbre pour son système d'exploitation VMS

■ 1981 Sinclair ZX81

Basé sur le microprocesseur Z80A, c'est le premier micro-ordinateur à moins de 1000F. Il utilise l'écran du poste de télévision.

■ 1981 IBM-PC

(Personal Computer)

Cet ordinateur, qui n'apporte aucune idée révolutionnaire est la réaction du n°1 mondial face à la micro-informatique : Il était fait d'une accumulation de composants standards et de logiciels sous-traités (principalement auprès de Microsoft) dans le but de minimiser le temps nécessaire pour sa mise au point. Pourtant, le PC et ses clones (produits de copiage asiatiques) vont rapidement devenir un standard avec un succès qui ne s'est jamais démenti durant ses 20 (premières !) années d'existence.

■ 1981 Osborne 1

Premier ordinateur portable avec un écran de 5 pouces... 12kg quand même ! Le prix était de 2000 dollars et cet ordinateur n'était pas compatible PC. 2 ans plus tard, Compaq sortira un modèle d'allure assez similaire mais compatible PC cette fois

■ 1982 Cray X-MP

Composé de deux Cray I mis en parallèle, il est 3 fois plus puissant que celui-ci.

■ 1983 Lisa d'APPLE

Steve JOBS, très intéressé par [l'Alto] reprendra la plupart des idées de celui-ci pour le compte d'APPLE, en particulier la notion d'interface graphique (GUI) et l'utilisation de la souris. Cependant, ce micro-ordinateur ne connaîtra non plus pas de succès commercial.

■ 1984 Amiga

Utilisant un microprocesseur Motorola 680x0, ce micro-ordinateur reste parmi les leaders pour ce qui est du graphisme et de la musique.

■ 1984 Macintosh d'APPLE

Basé sur le projet Lisa, c'est l'ordinateur convivial par excellence: Son utilisation est très simple grâce à la souris et à la qualité de ses graphismes. Il devient au fil des années et des versions, l'autre grand standard (avec le PC d'IBM) du monde de la micro-informatique.

■ 1985 Cray II

Miniaturisé, il est 10 fois plus puissant que son prédécesseur, le Cray I.

■ 1986 The Connection Machine

Premier ordinateur "massivement parallèle" composé de 16 000 processeurs.

■ 1994 Paragon d'Intel

Coûtant 20 Millions de dollars, occupant un volume de 48m³, il est composé de 2000 processeurs et de 64 Giga-octets de mémoire. Il peut effectuer 150 milliards d'opération en virgule flottante à par seconde.

■ 1994 PowerMac d'APPLE

Basé sur le microprocesseur *POWER-PC* réalisé par Motorola en collaboration avec IBM, il était présenté comme le successeur commun du PC et du MAC. Cependant, malgré de très bonnes performances, il tarde à s'imposer.

■ 1998 iMac d'APPLE

L'iMac était l'ordinateur d'Apple pour le nouveau millénaire. Il a également marqué le retour d'Apple (et de MacOS) au devant de la scène. C'est l'ordinateur le plus original depuis le premier Mac de 1984: Design très particulier, écran et unité centrale intégrés dans un seul boîtier, ports USB et pas de lecteur de disquette interne.

■ 2006 Mac a processeur Intel

Après plus de 20 ans de lutte fratricide, Apple choisit de délaisser les microprocesseurs PowerPC et d'utiliser le même processeur Intel que n'importe quel "PC". La transition, bien qu'une prouesse technologique, est quasiment invisible pour l'utilisateur final grâce à l'invention des "Universal binaries" qui sont des programmes compilés pour les 2 architectures et "collés" dans un même exécutable.

■ 2007 iPhone d'APPLE

Après le succès des lecteurs MP3 (iPod) et de ces Macs, Apple décide de s'attaquer au marché des téléphones mobiles avec un tout nouveau *smartphone*. Condensé de technologies, facile d'accès et

soutenu par un grand nombre d'aficionados, chaque itération du produit rencontre un très grand succès.

■ 2010 iPad d'APPLE

Utilisant un design similaire et surtout le même OS que l'iPhone, Apple fait réellement décoller le marché des tablettes. Une des raisons étant que les applications sont spécialement prévues pour être utilisées avec les doigts et qu'il ne s'agit pas, comme jusqu'alors, d'un simple ordinateur auquel on a supprimé le clavier.

■ 2012 Raspberry Pi

Afin de relancer l'intérêt des adolescents à la programmation, un groupe d'ingénieurs de Cambridge (GB) a créé un nano-ordinateur, à la puissance limitée mais au prix inouï pour l'époque de 35 dollars US. Ces ordinateurs sont également très utilisés par les bidouilleurs et dans le monde de la domotique. Plusieurs générations et modèles existent et le nombre d'unités vendues dépasse largement la dizaine de millions.

2.5 Matériel (interface)

■ 1951 Écran (oscilloscope)

L'oscilloscope, inventé un demi-siècle plus tôt sert d'abord à la vérification de l'état des bascules. Il deviendra par la suite une véritable interface, commandée par des circuits spécifiques, permettant l'affichage du texte et du graphisme.

■ 1955 Crayon optique

En mesurant le temps écoulé entre le début du balayage du faisceau d'électrons et le moment où celui-ci "rencontre" la cellule du crayon optique, il est facile d'obtenir l'emplacement où pointe le crayon. Ce système sera très largement utilisé avant d'être détrôné par la souris.

■ 1963 Souris par Douglas ENGELBART

Cette drôle de bestiole, composée le plus souvent d'une boule, de deux ou trois axes et d'un ou plusieurs boutons a tout d'abord été totalement rejetée avant de devenir un accessoire courant, au milieu des années 80. Le suivi des déplacements se fait à l'écran grâce à un curseur (en général une petite flèche).

■ 1971 Imprimante matricielle

Grâce à l'utilisation de fines aiguilles qui viennent taper sur ruban encreur, il est maintenant possible d'imprimer des graphiques ou des caractères quelconques. On dit aussi de ces imprimantes qu'elles sont à aiguilles, ou à impacts.

■ 1973 Icônes

Suivant la même philosophie que la souris, l'icône est un petit dessin sur lequel on peut *cliquer* en amenant le pointeur de la souris dessus et en appuyant sur un des boutons. Ce système a fait la gloire du Macintosh.

■ 1975 Imprimante laser

Reprenant le principe du photocopieur, à savoir un tambour électrostatique sur lequel se fixe du toner, ce type d'imprimante permet d'obtenir une excellente qualité avec un prix de revient faible.

2.6 Les innovations

Dates	Nom	Concepteur(s)	Description
1938	Z1	Konrad ZUSE	1 ^{er} calculateur à relais
1941	Z3	Konrad ZUSE	1 ^{er} calculateur à programme d'Europe 1 ^{er} calculateur à utiliser avec succès la virgule flottante
1943	Colossus I	Gouvernement Anglais	1 ^{er} calculateur électronique
1946	ENIAC	John ECKERT / John MAUCHLY	Marque le départ de l'histoire moderne des calculateurs
1948	Manchester Mark 1	Université de Manchester	1 ^{er} ordinateur électronique à programme interne
1949	EDSAC	Université de Cambridge	1 ^{er} ordinateur électronique basé sur l'architecture Von NEUMANN
1951	Whirlwind I	MIT	1 ^{er} ordinateur "temps réel"
1951	UNIVAC	John ECKERT / John MAUCHLY	1 ^{er} ordinateur commercialisé
1956	RAMAC 305	IBM	1 ^{er} Disque Dur
1960	PDP-1	DEC	1 ^{er} mini
1965	PDP-8	DEC	1 ^{er} mini diffusé massivement (>50 000 exemplaires)
1971	Intel 4004	Intel	1 ^{er} microprocesseur
1974	Cray I	Saymour CRAY	1 ^{er} super-ordinateur
1977	Apple II	Apple	1 ^{er} <i>micro</i> -ordinateur grand public

1978	VAX	DEC	1 ^{er} <i>super-mini</i> -ordinateur
1981	PC	IBM	1 ^{er} ordinateur personnel
1981	Osborne 1	Osborne Computer Corporation	1 ^{er} ordinateur portable
1984	Macintosh	Apple	1 ^{er} ordinateur grand publique à souris et écran graphique
2001	Clé USB		1 ^{er} support amovible qui détrônera la disquette

Chapitre 3 : Les composants basiques d'un ordinateur

3.1 Clavier

L'invention du clavier d'ordinateur moderne remonte à l'invention de la machine à écrire. Alors, qui a inventé la machine à écrire?

Comme pour de nombreuses autres machines modernes, comme l'avion, l'automobile, le téléphone, la télévision, etc., un certain nombre de personnes ont apporté des idées et des inventions qui ont finalement abouti à un produit à succès commercial, la même chose s'est produite avec l'invention de la machine à écrire (et du clavier de l'ordinateur).

Le premier fut Francesco Rampazzetto (1510-1576), prieur de la Guilde des libraires et imprimeurs de Venise (Venezia), qui inventa en 1575 le *scrittura tattile*, une machine pour imprimer les lettres sur papier (il semble que la machine était un dispositif auxiliaire pour les aveugles).

Puis nous rencontrons l'Anglais Henry Mill (1683-1771), ingénieur des aqueducs de la New River Company (qui gérait la New River - une voie navigable artificielle en Angleterre, ouverte en 1613 pour approvisionner Londres en eau potable).

Henry Mill était titulaire de deux brevets anglais - N°376 de 1706 et N°395 de 1714. Le premier était pour les ressorts pour entraîner les chars et autres véhicules (une sorte d'amortisseur). Le deuxième brevet (daté du 7 janvier 1714) concernait une machine à transcrire des lettres, qui semble avoir été assez similaire à une machine à écrire moderne.

Le premier modèle fonctionnel d'une machine à écrire a été fabriqué par l'Italien Giuseppe Pellegrino Turri, un mécanicien noble et habile, au début du XIXe siècle. Turri a également inventé le papier carbone pour fournir l'encre de sa machine. On ne sait presque rien de la machine, mais certaines des lettres écrites dessus ont survécu (16 lettres sont conservées dans un musée à Reggio Emilia).

Selon la légende, Pellegrino Turri était tombé amoureux de la belle comtesse Carolina Fantoni da Fivizzano (1781-1841), neveu du poète italien Labindo. Lentement, la vision de la jeune contessa s'estompe, se déforme et s'estompe. Ainsi, dans l'espoir d'améliorer son écriture illisible et de lui permettre de correspondre en privé avec ses amis (y compris lui), au début des années 1800, Turri a fabriqué une machine faite de clés et de bras métalliques surmontés de personnages en relief. Lorsque la comtesse appuya sur une clé, un bras heurta un morceau de papier carbone sur une feuille de papier.

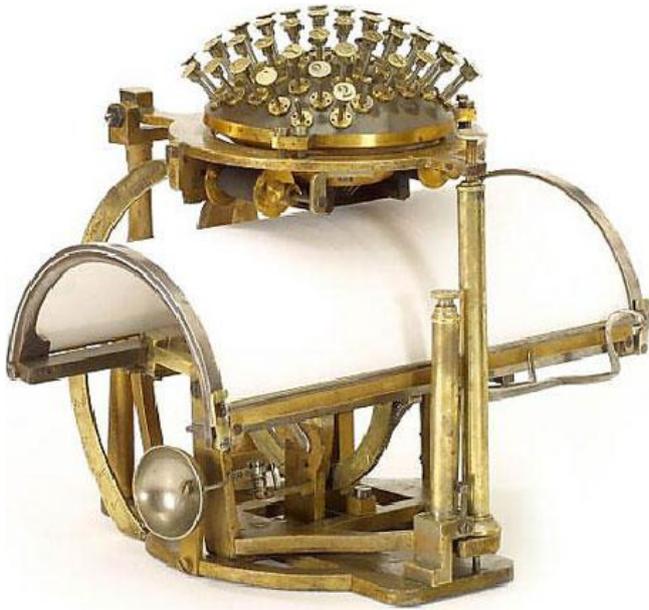


Figure 6: Le Writing Ball of Malling-Hansen

Selon une autre version, la machine a été inventée en 1802 par le frère de Carolina, Agostino Fantoni da Fivizzano (1777-1847), pour aider sa sœur aveugle, tandis que Turri n'a amélioré la machine d'Agostino et a inventé le papier carbone qu'en 1806.

La première machine à écrire commercialisée au monde (voir l'image du haut) a été développée en 1865 et d'abord brevetée et mise en production en 1870 par le pasteur danois Rasmus Malling-Hansen.

Herman Hollerith en 1880 Malling-Hansen a arrangé les lettres les plus fréquemment utilisées pour être pressées par les doigts d'écriture les plus rapides, avec des consonnes à droite et des voyelles à gauche. Cette disposition, ainsi que le placement des lettres sur des pistons radiaux courts, ont fait de la Writing Ball une machine à écrire à vitesse très rapide. Le type est imprimé sur une surface de papier au moyen de papier carbonisé ou d'un ruban. Sur le modèle original, le papier était attaché à un cylindre, qui se déplaçait à l'aide d'une batterie électromagnétique, faisant de la boule d'écriture en principe aussi la première machine à écrire électrique.

La première machine à écrire à succès commercial a été inventée en 1867 par Christopher Sholes, Carlos Glidden et Samuel Soule de Milwaukee, Wisconsin (brevet américain №79265). Plus tard, Sholes et Glidden, trop frustrés par la lenteur des ventes, ont vendu leur brevet à Densmore et Yost ((pour 12000 \$), qui ont conclu un accord avec E. Remington and Sons (un célèbre fabricant de machines à coudre), pour commercialiser la machine sous le nom de Sholes et Glidden Type-Writer.

En mars 1873, Remington a commencé la production de sa première machine à écrire. Il avait une disposition de clavier QWERTY, qui en raison du succès de la machine, a été lentement adoptée par d'autres fabricants de machines à écrire. Les premières machines à écrire Remington étaient même équipées d'une pédale (tout comme les machines à coudre) pour contrôler les retours chariot.

L'acceptation de la machine à écrire a été lente au départ, mais elle a été facilitée au cours des années suivantes par diverses améliorations telles que: la touche Maj, qui permettait de taper à la

fois des majuscules et des minuscules avec les mêmes touches (1878, dans le modèle Remington 2 machine à écrire); impression sur la face supérieure du rouleau (1880); la touche de tabulation, permettant le réglage des marges (1897), etc.

Thomas Edison a breveté une machine à écrire électrique en 1872, mais le premier modèle fonctionnel n'a été introduit que dans les années 1920.



Figure 7: Remington's typewriter of Sholes and Glidden from 1867

Alors, comment en sommes-nous arrivés là où nous en sommes maintenant, à l'ère de la haute technologie des ordinateurs et des plastiques?

Les premiers claviers d'ordinateur ont été adaptés de la carte perforée et de l'équipement de téléscripteur. Herman Hollerith a développé les premiers dispositifs de frappe, qui ont rapidement évolué pour inclure des touches pour la saisie de texte et de chiffres similaires aux machines à écrire normales dans les années 1930.

En 1948, l'ordinateur Binac (voir l'image du bas) avait une unité de clavier-machine à écrire. Le clavier avait huit touches, représentant les nombres octaux (de 0 à 7), et était utilisé pour introduire le programme ou les données dans l'ordinateur et la mémoire. La machine à écrire à commande électromécanique a été utilisée pour imprimer les données, entrées à partir du clavier et les données, contenues dans des parties désignées de la mémoire.

3.2 La souris

La première souris a été inventée dans les années 1960 par Douglas Engelbart qui était Directeur d'Augmentation Research Center (ARC) à Stanford Research Institute (SRI) à Menlo Park en Californie.

La souris n'était qu'un tout petit morceau d'un projet beaucoup plus vaste, lancé en 1962, visant à augmenter l'intellect humain [1]. Au moment de l'invention de la souris, Engelbart avait déjà exploré les moyens possibles pour les gens d'augmenter leur capacité à résoudre des problèmes complexes depuis près d'une douzaine d'années. Engelbart et William (Bill) English (un collègue d'Engelbart et le fabricant de la souris) ont envisagé des résolveurs de problèmes utilisant des postes de travail assistés par ordinateur pour augmenter leurs efforts. Ils avaient besoin de la capacité d'interagir avec les affichages d'informations en utilisant une sorte de dispositif pour déplacer un curseur sur l'écran. Plusieurs appareils étaient alors utilisés ou envisagés: le stylo lumineux, les joysticks, etc. Les auteurs recherchaient cependant l'appareil le meilleur et le plus efficace.

Ils ont contacté la NASA en 1966 et ont dit, testons-les et déterminons la réponse une fois pour toutes. Grâce au financement de la NASA, l'équipe a développé un ensemble de tâches simples et a chronométré un groupe de volontaires pour effectuer ces tâches avec les différents appareils. Par exemple, l'ordinateur générerait un objet dans une position aléatoire sur l'écran et un curseur ailleurs. Ils ont chronométré le temps qu'il fallait aux utilisateurs pour déplacer le curseur sur l'objet. Il est rapidement devenu clair que la souris surpassait toutes les autres. Des appareils comme le stylet lumineux prenaient tout simplement trop de temps, en obligeant à plusieurs reprises l'utilisateur à prendre le pointeur et à atteindre l'écran, ce qui était très ennuyeux.

En 1964, le premier prototype d'une souris d'ordinateur était fabriqué (figure 8) pour une fenêtre graphical user interface (GUI).

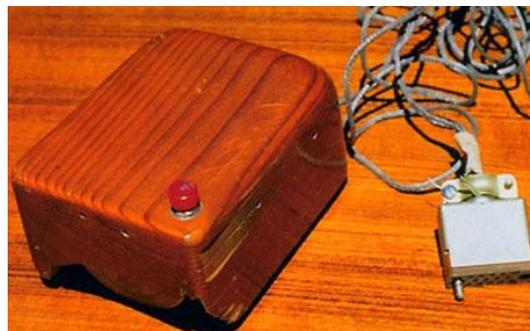


Figure 8: 1er souris

La souris originale avait le cordon à l'avant, mais ils l'ont rapidement déplacée vers l'arrière pour l'éloigner. C'était un appareil mécanique simple avec deux disques montés perpendiculairement sur

le fond. Vous pouvez incliner ou basculer la souris pour dessiner des lignes horizontales ou verticales parfaitement droites. Engelbart a déposé un brevet en 1967 et l'a reçu en tant que cédant du SRI pour la coque en bois à deux roues métalliques (voir le brevet américain 3541541 [2]) en 1970, le décrivant dans la demande de brevet comme un «indicateur de position X-Y pour un système d'affichage». "Elle a été surnommée la souris parce que la queue est sortie par la fin", a révélé Engelbart à propos de son invention. Sa version de Windows et de l'interface graphique n'était pas considérée comme brevetable (aucun brevet logiciel n'a été délivré à l'époque), mais Engelbart a plus de 45 autres brevets à son nom.

Au début de 1967, Engelbart et Bill English ont publié un article, discutant de ce test, faisant également référence à un dispositif de «contrôle du genou» qui semblait prometteur. Cet appareil était basé sur l'observation d'Engelbart selon laquelle le pied humain était un contrôleur assez sensible de la pédale d'accélérateur dans les voitures. Ils ont découvert que le genou offrait un contrôle encore meilleur lors de légers mouvements dans toutes les directions. Dans les tests, il a surpassé la souris par une petite marge. Un échantillon de dispositif a été préparé par le laboratoire d'Engelbart pour déplacer le curseur sur l'écran d'affichage.

Le premier poste de travail de production et la souris ont été fabriqués en 1967 (figure 9). La souris avait un boîtier en plastique sur une plaque de base en métal. Bien que le boîtier ait été conçu à l'origine pour que le cordon soit attaché au côté poignet de l'appareil, on le voit ici avec le cordon sortant de l'autre extrémité.



La souris, ainsi que d'autres technologies de pointe ont été démontrées par Douglas Engelbart lors de la célèbre démonstration de technologies informatiques expérimentales le 9 décembre 1968. Dans la soi-disant The Mother of All Demos, Engelbart a présenté l'introduction de la souris d'ordinateur, la vidéoconférence, la téléconférence, e-mail, hypertexte, traitement de texte, hypermédia, adressage d'objets et liaison dynamique de fichiers, bootstrap et éditeur collaboratif en temps réel.

Il est intéressant de noter que l'inventeur de l'un des dispositifs d'interface informatique les plus populaires au monde n'a reçu aucune redevance pour son invention de souris. Comme il a reçu le brevet en tant que cédant du SRI, SRI l'a concédé à Apple pour quelque chose comme 40000 \$, ce qui était ridicule. Engelbart n'a rien reçu!

La première souris sans fil a été expédiée en septembre 1984 avec l'ordinateur Metaphor (voir l'image à proximité) de David Liddle et Donald Massaro, anciens ingénieurs de Xerox PARC. L'ordinateur avait également un clavier sans fil et un clavier de fonction. La souris a été conçue pour Metaphor par Logitech et a utilisé des signaux infrarouges (IR) pour transmettre les données de la

souris à l'ordinateur. Le problème avec ces appareils qui utilisaient la technologie IR était que, pour fonctionner, ils avaient besoin d'une ligne de vue dégagée entre la souris et le récepteur de l'ordinateur, un problème potentiel sur un bureau encombré. Par conséquent, les souris sans fil n'ont pas obtenu de traction tant que ce problème n'a pas été résolu. Ceci a été accompli en remplaçant IR par des communications par radiofréquence (RF).

Les différents types de souris :

➤ **La souris à bille ou sphère**

La première souris à boule fut créée par Telefunken RollKugell en 1968. Pour annoncer sa sortie, ses créateurs ont publié des informations à propos du prototype dans un magazine allemand. On pouvait le brancher sur un micro-ordinateur et l'utilisateur pouvait alors réaliser des opérations graphiques simples à l'aide du curseur et du bouton central.

Le déplacement de cette souris reposait sur une boule qui avait alors la taille d'une balle de ping-pong. Fonctionnant sur le même principe que l'invention de Douglas Englebart, celle-ci était cependant beaucoup plus commode à utiliser.



➤ **La souris à 3 boutons**

L'Alto a été conçue par le laboratoire de Xerox qui a finalement abandonné cette activité pour se spécialiser dans l'impression. Les souris à un ou deux boutons qu'Apple et Windows ont mis en vente après se sont inspirées de ce modèle. L'Alto disposait de trois boutons ainsi que trois boules numériques qui contribuaient au déplacement de la souris.

Elle présentait un design carré comme la première souris inventée, mais sans pour autant s'éloigner de l'ensemble du matériel informatique de 1972. Son utilisation était beaucoup plus confortable par rapport aux souris qui l'avaient précédée. Sans pour autant avoir la performance d'une souris sans fil ou d'un modèle filaire d'aujourd'hui, l'Alto fut une référence dans l'histoire de la souris.



La C7, première souris commercialisée

La souris C7 fut le produit qui incita Daniel, l'ingénieur Suisse, à créer Logitech. Cette souris, qui fut l'une de leurs créations, a été conçue par Jean Daniel Nicoud. La société est d'ailleurs actuellement une référence dans les périphériques informatiques. Elle innova avec la C7 en 1985. Celle-ci sortit en vente seulement quelque temps après les 8010 Stars, qui sont considérées comme les premières souris mises en vente dans le monde. Toutefois, comme l'ordinateur n'avait pas encore été vulgarisé comme c'est le cas aujourd'hui, la C7 n'a été vendue qu'auprès des laboratoires ainsi que des universités. Son succès fut malgré tout un avant-gout de ce que Logitech a été capable de faire dans le monde informatique à cette époque.



➤ La souris optique

Une souris optique est un élément d'ordinateur qui est doté d'une source lumineuse LED et d'un détecteur de lumière afin de repérer les mouvements par rapport à une surface. Ce type de souris a été utilisé sur des surfaces de tapis pré imprimés. La souris optique peut être sans fil ou filaire.

Une souris sans fil est alimentée par une batterie et est reliée à votre ordinateur à l'aide d'un capteur. Alors qu'une souris filaire optique est directement branchée à votre PC. Dans la technologie sans-fil, la lumière s'allume seulement quand la souris perçoit un mouvement.

➤ **La souris laser**

C'est une version améliorée de la souris optique. Elles s'appuient sur les mêmes principes de technologie sur plusieurs aspects. La souris laser se différencie par l'utilisation du rayon rouge qui n'est à la base pas conçu pour éclairer une surface. Cette technologie exceptionnelle a rendu cet accessoire d'ordinateur parfait. La souris laser peut en effet être utilisée sur n'importe quelle surface. Elle est ainsi très fiable, car vous pouvez parfaitement la contrôler. De plus, elle consomme bien moins d'énergie que ces prédécesseurs. Au niveau de la prise en main également, le confort est indéniable, le mouvement du curseur sur l'écran correspondant parfaitement au mouvement réel de la souris.

En 1989, l'arrivée de la molette :

En 1989, afin de célébrer les ventes de la "Pilot Mouse", modèle à trois boutons le plus vendu au monde, Logitech décide de lancer une version plus évoluée, inspirée par des recherches scientifiques antérieures.

La molette prend alors sa place de troisième bouton et le public découvre alors les multiples utilisations qu'il est possible d'en faire.

Ce petit plus est désormais quasi-indissociable du monde de la souris et a trouvé une nouvelle jeunesse avec l'arrivée d'Internet.

On notera également la forme de la souris, légèrement "écrasée" afin d'éviter que l'utilisateur ne casse trop son poignet.



La souris pyramide

Depuis ces premiers modèles rudimentaires, le design des souris a considérablement évolué en allant vers plus de confort et plus d'ergonomie.

Certaines d'entre-elles bénéficient désormais d'un design singulier, très vertical. Ce design (voir modèle Urban Factory présenté ci-contre) permet d'adopter une position naturelle qui préserve des tensions musculaires et autres cassures du poignet.

De plus, étant sans-fil et fonctionnant avec la technologie laser, elle dispose d'une fluidité exemplaire par rapport aux modèles à boule.



La R.A.T :

Le succès de la souris a pris également racine dans le succès du jeu vidéo sur les ordinateurs.

Même si le marché du jeu vidéo s'appuie aujourd'hui beaucoup sur les consoles, l'ordinateur reste très apprécié pour sa puissance, mais surtout pour sa fluidité de mouvement permise grâce à la souris.

Afin de rivaliser avec l'ergonomie des manettes de jeu, Mad Catz, une société spécialisée dans les périphériques liés au jeu vidéo, a décidé de se lancer sur le marché de la souris d'ordinateur.

Avec son design "tranché au couteau" et son apparence très technologique due, en grande partie, à ses nombreux boutons, la R.A.T a connu un grand succès lors de sa sortie en 2010.

En 2013, elle reste une référence et la plupart des modèles de souris de joueurs de jeu vidéo s'inspirent encore de son ergonomie.

3.3 Cathode

L'histoire du tube à rayons cathodiques peut être remontée (au moins) en 1854, lorsque le professeur de mathématiques et de physique de l'Université de Bonn (Université de Bonn) a demandé au souffleur et mécanicien allemand Heinrich Geissler (Geissler) (1814-1879). Julius Plücker (1801-1868) pour concevoir un appareil d'évacuation d'un tube en verre.

Johann Heinrich Wilhelm Geissler, né à Igelshieb, Thuringen, descendant d'une longue lignée d'artisans dans le Thüringer Wald et à Böhmen. Il a travaillé pendant des années à travers l'Allemagne et les Pays-Bas en tant que fabricant d'instruments (avec ses frères, également des souffleurs de verre), où il s'est finalement installé en 1852 dans son propre atelier, en tant que fabricant d'instruments pour la production d'instruments physiques et chimiques. En 1855, Geissler a

été récompensé par la médaille d'or à l'Exposition Universelle de Paris en raison de son excellent travail sur le verre fin.

Julius Plücker était un mathématicien allemand célèbre, qui a apporté des contributions fondamentales à la géométrie analytique et projective, mais dans les années 1840, il s'est détourné des mathématiques et s'est concentré sur la physique. En 1847, il entreprit des recherches sur le comportement des cristaux dans un champ magnétique, établissant des résultats essentiels à une connaissance plus approfondie des phénomènes magnétiques. L'ordre de l'appareil pour évacuer un tube de verre vers Geissler a été fait en relation avec des recherches similaires - pour concentrer la lumière pour ses recherches spectrales.

Geissler s'est intéressé à ces tubes à partir des expériences de son frère Friedrich aux Pays-Bas. Friedrich Geissler avait fabriqué auparavant ces tubes massoniques (remplis de vapeur de mercure) à Amsterdam pour les chimistes néerlandais Volkert Simon Maarten van der Willigen. Ainsi, en 1855, Heinrich Geissler a développé une pompe à mercure à manivelle (avec cette pompe, il a pu atteindre des niveaux de pression très bas) et des tubes en verre pouvant contenir un vide supérieur (le tube Geissler), un tube à décharge de gaz basse pression en verre. Plücker devait son prochain succès dans les expériences de décharge électrique (Plücker inséra des plaques de métal dans le tube Geissler et remarqua une lumière vert pâle à l'extrémité positive du tube, et en 1858 montre que les rayons cathodiques se courbent sous l'influence d'un aimant suggérant qu'ils sont liés d'une manière ou d'une autre) dans une large mesure à Geissler.

La valeur future recherche de Plücker et Geissler, en dehors de l'éclairage au néon, ne serait pleinement réalisée que 50 ans plus tard, en 1897, lorsque Karl Ferdinand Braun a introduit un tube cathodique avec écran fluorescent, connu sous le nom d'oscilloscope à rayons cathodiques, et en 1905, lorsque Lee De Forest a inventé le tube à vide Audion, créant ainsi toute la base des communications radio et de l'électronique sans fil longue distance. Mais c'était un long chemin pour aller à Braun et De Forest.

Les tubes de Geissler arrivent dans d'autres pays comme la France et l'Angleterre, chez des chercheurs comme Faraday, Crookes et Hittorf auxquels il envoya 50 tubes à la recherche en 1858, les nombreuses expériences qui suivirent conduisirent à de nombreuses nouvelles découvertes.

En 1865, le chimiste allemand Hermann Sprengel améliore la pompe à vide Geissler. En 1869, le physicien allemand Johann Wilhelm Hittorf découvre qu'un corps solide placé devant la cathode coupe la lueur des parois du tube et établit que les rayons de la cathode se déplacent en lignes droites.

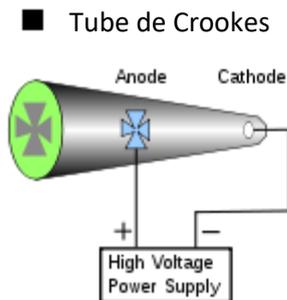
En 1871, l'ingénieur anglais Cromwell Fleetwood Varley a publié une suggestion selon laquelle les rayons cathodiques sont composés de particules. William Crookes propose que ces molécules attrapent une charge négative de la cathode et la repousse vers elle.

En 1876, le physicien allemand Eugen Goldstein montre que le rayonnement dans un tube à vide produit lorsqu'un courant électrique est forcé à travers le tube commence à la cathode et a introduit le terme rayon cathodique pour décrire la lumière émise. Plus tard en 1876, Goldstein observe qu'un tube cathodique produit, en plus du rayon cathodique, un rayonnement qui se déplace dans la direction opposée. Ces rayons sont appelés rayons canal en raison de trous (canaux) percés dans la

qui, soumises à une différence de potentiel³ (tension), créent un champ électrique accélérant les électrons. Ces derniers viennent frapper un des bords plats, l'écran, sur lequel on a déposé une couche fluorescente réagissant au choc des électrons en créant un point lumineux.

Ce composant était un système d'affichage utilisé dans la majorité des écrans d'ordinateurs, des téléviseurs et des oscilloscopes⁴. Il est devenu de moins en moins utilisé à partir de la fin du XX^e siècle et remplacé presque complètement par davantage les écrans LCD que les écrans plasmas au début du XXI^e siècle.

Historique :



Lorsque la cathode est chauffée, elle émet des rayons qui se propagent jusqu'à l'anode. Quand les parois intérieures du tube sont revêtues d'une matière phosphorescente, elles émettent de la lumière. Une croix métallique disposée entre la cathode et l'anode projette son ombre sur l'anode, ce qui suggère que des rayons sont la cause de la luminescence, que ces rayons se propagent en ligne droite et que de la lumière est émise quand ils frappent le revêtement phosphorescent.

Les techniques de vide étaient connues depuis le XVII^e siècle et, avec la maîtrise de l'électricité, des savants eurent l'idée de faire des expériences d'électricité dans des tubes contenant des gaz à plus ou moins basse pression⁵. Dès 1858, des Allemands observent des décharges électriques dans ces

³ Le **potentiel électrique** est l'une des grandeurs définissant l'état électrique d'un point de l'espace. Son unité est le volt. Le potentiel électrique est essentiellement utilisé pour calculer les variations d'énergie potentielle de particules en mouvement ; ou encore pour trouver plusieurs valeurs inconnues dans les circuits électriques.

⁴ Un **oscilloscope** est un instrument de mesure conçu pour visualiser un signal électrique le plus fréquemment variable au cours du temps. Il est utilisé par l'ensemble des scientifiques pour visualiser soit des tensions électriques, soit diverses autres grandeurs physiques préalablement transformées en tension au moyen d'un convertisseur adapté.

On peut distinguer le plus souvent les oscilloscopes **analogiques** qui utilisent directement un multiple de la tension d'entrée pour produire la déviation du spot et les oscilloscopes **numériques** qui transforment, préalablement à tout traitement, la tension d'entrée en nombre. L'affichage est reconstruit après coup. Il devient alors une fonction annexe de l'appareil qui peut même en être dépourvu, la visualisation du signal étant effectuée par un ordinateur extérieur relié à l'oscilloscope.

⁵ La **pression** est une notion physique principale. On peut la voir comme une force rapportée à la surface sur laquelle elle s'applique.

tubes de Geissler⁶. Les décharges électriques dans ce qu'on nomme désormais des plasmas produisent effectivement de la lumière. On observe que les champs magnétiques produisent une déflexion sur ces décharges. C'est lors de telles investigations sur la conduction de l'électricité dans des gaz à faible pression, que le physicien et chimiste britannique William Crookes découvrit que quand la pression était abaissée, la cathode émettait des rayons lumineux. Ils ont été nommés rayons cathodiques. C'est parce qu'il avait enduit les parois du tube d'une matière phosphorescente que Crookes a pu faire ses observations. Par la suite, on a nommé tube de Crookes les premiers tubes à rayons cathodique.

■ L'oscillographe

La première version du tube cathodique est par conséquent une diode à cathode froide⁷ avec une couche de phosphore sur la face. Après avoir été utilisé pour l'investigation de phénomènes physiques, le tube cathodique va devenir un instrument de mesures des signaux variant rapidement dans le temps. L'oscillographe se substituera au miroir tournant pour ce type de mesures. En 1897, Braun utilise pour la première fois un tube à rayon cathodique pour étudier des phénomènes dynamiques, l'enregistrement de phénomènes électriques rapides. Les premiers tubes de Braun sont remplis de gaz à basse pression, typiquement autour du centième de millimètre de mercure. Le canon à électrons est constitué d'une pastille circulaire qui joue le rôle de cathode et d'une électrode en anneau qui joue le rôle d'anode. La haute tension appliquée entre l'anode et la cathode est produite par une «machine à influence», c'est-à-dire une bobine d'induction. Dans le champ électrique produit entre la cathode et l'anode, quelques ions positifs déjà présents dans le gaz neutre sont accélérés vers la cathode, ce qui génère des électrons secondaires accélérés dans la direction opposée. Les électrons ionisent les molécules du gaz du vide résiduel et les ions positifs, parce qu'ils sont lourds, s'éloignent lentement du faisceau, et la charge d'espace positive ainsi produite tend à maintenir concentré le faisceau d'électrons tout au long de son parcours jusqu'à l'écran phosphorescent. Dans le tube de Braun, la déflexion des électrons, dans une direction pour le signal à mesurer et dans la direction perpendiculaire pour le signal de référence, est produite par des bobines magnétiques.

Un des inconvénients des premiers oscillographes est alors la tension d'accélération des électrons qui doit être maintenue à un très haut niveau pour que l'énergie du faisceau électronique au niveau de l'écran soit suffisante. Dans les premières années du XX^e siècle, Rankin a l'idée de disposer une petite bobine coaxiale entre la cathode et l'anode dans l'objectif de concentrer le faisceau. Cette

⁶ Le **tube de Geissler** est un tube de verre utilisé pour démontrer les principes de la décharge plasma. Il a été découvert par le physicien allemand Heinrich Geissler en 1857.

⁷ Le terme de **cathode froide** est utilisé pour les tubes électroniques quand la cathode n'est pas chauffée. Dans ce genre de tubes ce n'est pas l'effet thermoionique qui est utilisé pour permettre l'émission d'électrons. Ce type de cathode est courant pour les tubes à gaz et peut aussi être utilisée pour certains tubes à vide.

Techniques : Certaines cathodes froides utilisent une technique qui consiste à déposer une couche de terres rares sur la cathode pour obtenir l'émission d'électrons. Une autre technique utilisée dans les tubes à gaz est d'ajouter une source de radiation bêta pour débiter l'ionisation du gaz présent dans le tube. Pour les tubes à vides à émission par effet de champ, la technique utilise des nanotubes formant des bosses qui soumis à un champ magnétique ont la capacité d'émettre des électrons.

modification permet non seulement d'augmenter l'intensité du faisceau d'électrons, mais également de diminuer le grandissement de l'image de la source sur l'écran. Les deux phénomènes vont dans le sens d'un accroissement de la densité de courant du faisceau et la voie est par conséquent ouverte à une réduction de la tension d'accélération, et par conséquent des champs magnétiques de déflexion.

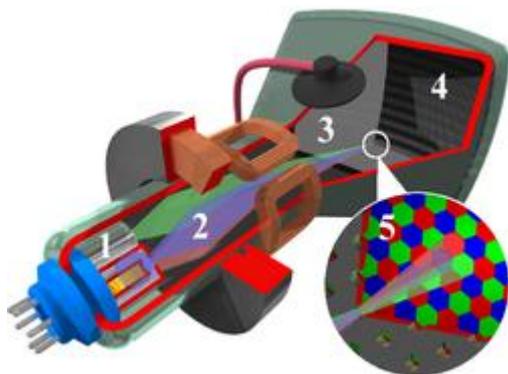
En 1914, A. Dufour a l'idée d'insérer une plaque photographique dans le tube à la place de l'écran fluorescent, ce qui perfectionne l'efficacité et donc la vitesse de la mesure. Ce type d'appareil est nommé un «oscillographe cathodique». Ce concept provoque le développement d'un certain nombre d'appareils fonctionnant entre 20 et 60 kilovolts et conçus pour l'enregistrement de phénomènes transitoires rapides non périodiques.

La première version utilisant une cathode chaude fut développée par J. B. Johnson et H. W. Weinhart de la société Western Electric. Ce produit fut commercialisé en 1922.

Fonctionnement :

Les rayons cathodiques sont des flux d'électrons à haute vitesse provenant de la cathode du tube, cette vitesse importante est due à la haute tension de l'anode. Dans un tube cathodique, les électrons sont focalisés, soit magnétiquement par une bobine ou bien électrostatiquement par une grille de façon à obtenir un mince rayon, la densité du rayon peut peut-être être contrôlée par une grille comme c'est le cas dans les tubes de téléviseurs, la totalité du système est nommé «canon à électrons». Le rayon qui sort du canon à électrons est ensuite dévié, soit magnétiquement par des bobines (comme dans un tube de téléviseur), soit électrostatiquement par des électrodes de déflexions (dans la majorité des oscilloscopes). Ce rayon arrive ensuite sur l'anode recouverte d'une matière phosphorescente, fréquemment à base de terres rares. Lorsque les électrons frappent cette surface, de la lumière est émise.

L'affichage à balayage



Tube à balayage couleur

1 : canons à électrons

2 : faisceaux d'électrons

3 : masque pour séparer les rayons rouge, bleu et vert de l'image affichée

4 : couche phosphorescente avec des zones réceptrices pour chaque couleur

5 : gros plan sur la face intérieure de l'écran recouverte de phosphore.

Dans le cas des téléviseurs et des moniteurs d'ordinateurs modernes, toute la face du tube est parcourue selon un trajet bien défini, et l'image est créée en faisant fluctuer l'intensité du flux d'électrons (le faisceau), et par conséquent l'intensité lumineuse du spot, au long de son parcours. Le flux dans l'ensemble des téléviseurs modernes est dévié par un champ magnétique appliqué sur le col du tube par un «joug magnétique» (*magnetic yoke* en anglais), qui se compose de bobines (fréquemment deux) enroulées sur du ferrite⁸ et contrôlées par un circuit électronique. C'est un balayage par déflexion magnétique.

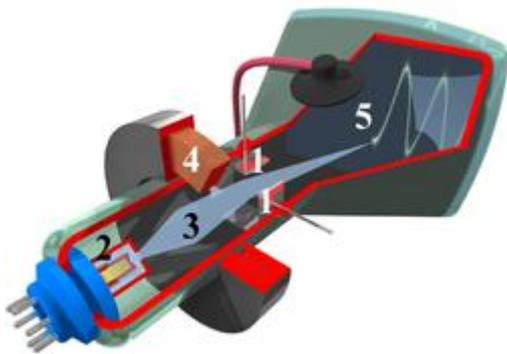
Au cours du balayage, le faisceau parcourt de gauche à droite des lignes qui se succèdent de haut en bas (comme les lignes d'un ouvrage), le retour à la ligne suivante et en début de page se fait à faisceau éteint.

L'entrelacement

La télévision est issue du cinéma et affiche 25 images par seconde en Europe (30 images par seconde pour l'Amérique et le Japon), ce qui est proche des 24 images pour les films projetés en salle. Mais contrairement au cinéma qui projette une image entière à chaque fois, le tube cathodique ne montre qu'un point lumineux à déplacement rapide, le faisceau, ce qui est trop peu pour l'œil. Pour éviter une vision de clignotement, les 625 lignes (en Europe) de l'image de télévision classique sont balayées en deux temps : en premier lieu les lignes impaires puis les lignes paires, de cette façon on obtient artificiellement 50 images (60 en Amérique et Japon) par seconde et l'œil ne perçoit plus de clignotement.

Dans le cas des moniteurs informatiques, dont l'affichage des images se fait à une fréquence plus élevée (de 60 à 120 par seconde), l'entrelacement n'est plus indispensable.

L'affichage vectoriel



Tube d'oscilloscope

- 1 : électrodes déviant le faisceau
- 2 : canon à électrons
- 3 : faisceaux d'électrons
- 4 : bobine pour faire converger le faisceau
- 5 : face intérieure de l'écran recouverte de phosphore

Dans le cas d'un oscilloscope, l'intensité du faisceau est maintenue constante, et l'image est dessinée par le chemin que parcourt le faisceau. Théoriquement, la déflexion horizontale est proportionnelle

⁸ Le **ferrite** est une sorte de céramique obtenue par moulage à forte pression et haute température (plus de 1 000°C) à partir d'oxyde de fer Fe_2O_3 , manganèse, zinc, ou autre

au temps et la déflexion verticale est proportionnelle au signal. Les tubes pour ce genre d'utilisation sont longs et étroits. Qui plus est, la déflexion est assurée par l'application d'un champ électrostatique dans le tube avec plaques (de déflexion) localisées au col du tube. Ce type de déflexion est plus rapide qu'une déflexion magnétique, car dans le cas d'une déflexion magnétique, l'inductance de la bobine empêche les variations rapides du champ magnétique (car elle empêche la variation rapide du courant qui crée le champ magnétique).

Affichage vectoriel des ordinateurs

Les premiers écrans graphiques pour ordinateurs utilisaient des tubes à commande vectorielle identiques à ceux des oscilloscopes. Ici le faisceau traçait des lignes entre des points arbitraires, en répétant cela le plus vite envisageable. Les moniteurs vectoriels furent utilisés pour la majorité dans les écrans d'ordinateur de la fin des années 1970. L'affichage vectoriel pour ordinateur ne souffre pas de crênelage et de pixelisation, mais est limité, car il peut uniquement afficher les contours des formes, et une faible quantité de texte, plutôt gros (car la vitesse d'affichage est inversement proportionnelle au nombre de vecteurs à dessiner, «remplir» une zone en utilisant plein de vecteurs est impossible tout comme l'écriture d'une grande quantité de texte). Certains écrans vectoriels sont capables d'afficher plusieurs couleurs, fréquemment en utilisant deux ou trois couches de phosphore. Dans ces écrans, en contrôlant la vitesse du faisceau d'électrons, la couche atteinte est contrôlée et par conséquent la couleur affichée qui le plus fréquemment était soit le vert, l'orange ou le rouge.

D'autres écrans graphiques utilisaient des tubes de stockage (*storage tube*). Ces tubes cathodiques stockaient les images et ne nécessitaient pas de rafraîchissement périodique.

3.4 Le scanner (computer scanner)

Dans le monde des ordinateurs, le scanner est un appareil qui scanne optiquement des images, du texte imprimé ou écrit, un objet tridimensionnel, etc. le représentant dans un format numérique.

Le dispositif désormais omniprésent peut être trouvé dans les bureaux en tant que scanner de bureau (ou à plat), où le document est placé sur une fenêtre en verre pour la numérisation; dans les laboratoires d'ingénierie et de création en tant que scanner 3D, utilisé pour la conception industrielle, l'ingénierie inverse, le test et la mesure, les jeux et d'autres applications; dans les imprimeries comme des scanners à tambour de très haute qualité, qui sont supérieurs en résolution, en dégradé de couleurs et en structure de valeur.

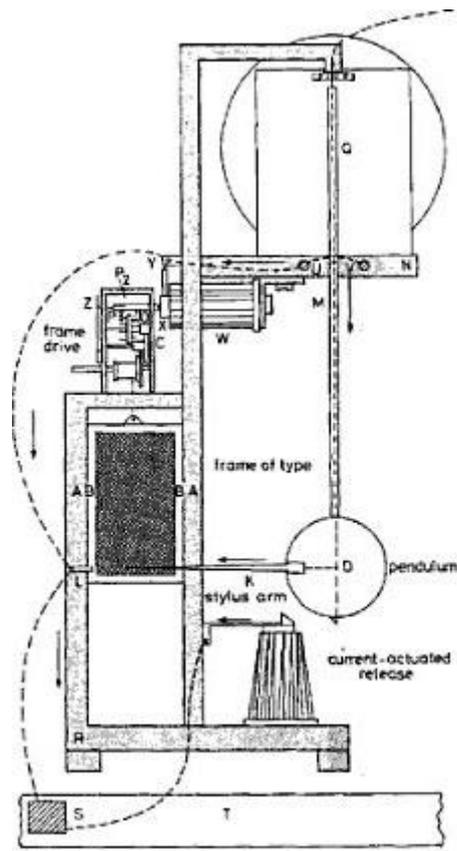
Le scanner moderne peut être considéré comme le successeur des premiers périphériques d'entrée de télécopie et de téléphotographie du XIXe siècle.

Le premier appareil «fax» a été développé au début des années 1840 par l'inventeur écossais Alexander Bain (1811–1877), qui est principalement connu comme l'inventeur de la première horloge électrique en 1841. Le 27 mai 1843, Bain a reçu un brevet britannique (N° 9745) pour des améliorations dans la production et la régulation des courants électriques et des améliorations dans les pièces d'horlogerie et dans l'impression électrique et les télégraphes à signaux, et a ensuite apporté quelques améliorations dans son prochain brevet (N°10838), délivré le 25 septembre 1845.

Alexander Bain est né le 12 octobre 1811 dans la petite ville de Thurso, à l'extrême nord de l'Écosse, dans la famille pauvre et bondée (il avait six sœurs et six frères) d'un crofter. Bain a eu une enfance difficile et n'a pas excellé à l'école, mais à l'âge de douze ans, il est allé entendre une conférence d'un

sou sur la science qui, selon son propre compte, l'a fait réfléchir et a influencé tout son avenir. Il a été apprenti chez un horloger à Wick. Apprenant l'art de l'horlogerie, Bain se rend à Édimbourg, puis en 1837 à Londres, où il obtient du travail à Clerkenwell, alors célèbre pour ses horloges et ses montres. À Londres, Bain a fréquenté les conférences à la Polytechnic Institution et à la Adelaide Gallery et a ensuite construit son propre atelier à Hanover Street.

Bain a commencé à inventer dans les années 1830, en développant des encriers, des porte-encre, un journal de bord et plus tard de nombreux appareils électriques, y compris divers types de télégraphe automatique, une horloge électrique, une batterie de terre, une isolation pour les câbles électriques et une alarme incendie électrique pour l'armée.



Dans son télécopieur expérimental de 1843 (voir le dessin ci-contre), utilisant son expérience d'horloger, Bain a utilisé une horloge pour synchroniser le mouvement de deux balanciers pour le balayage ligne par ligne d'un message. En tant qu'appareil de lecture / écriture, il a utilisé un stylet qui était un pendule oscillant électriquement conducteur. Lorsque le pendule se balançait d'avant en arrière sur une image en relief sur une plaque de cuivre, des impulsions électriques sont générées. En outre, chaque oscillation du pendule déplaçait la plaque de cuivre sur un petit pas de sorte que le pendule était capable de balayer toute la surface de la plaque.

Les impulsions électriques ont ensuite été envoyées à travers cinq fils à un appareil récepteur, qui comprenait également un pendule. Son pendule était synchronisé avec le pendule de l'appareil émetteur, ce qui permettait au côté récepteur de générer une réplique exacte de l'image d'origine, en utilisant du papier électrochimiquement sensible imprégné d'une solution chimique de nitrate d'ammonium et de ferrocyanure de potassium.

Dans sa description de brevet, Bain a affirmé qu'une copie de toute autre surface composée de matériaux conducteurs et non conducteurs peut être prise par ces moyens, mais en réalité, son mécanisme reproduisait des images de mauvaise qualité et n'était pas un appareil viable principalement parce que l'émetteur et le récepteur étaient jamais vraiment synchronisés.

Le concept du fax de Bain a été quelque peu amélioré en 1848 (brevet britannique 12352) par le physicien anglais Frederick Bakewell (1800–1869), mais l'appareil de Bakewell (voir le dessin du brevet inférieur) reproduisait également des images de mauvaise qualité.

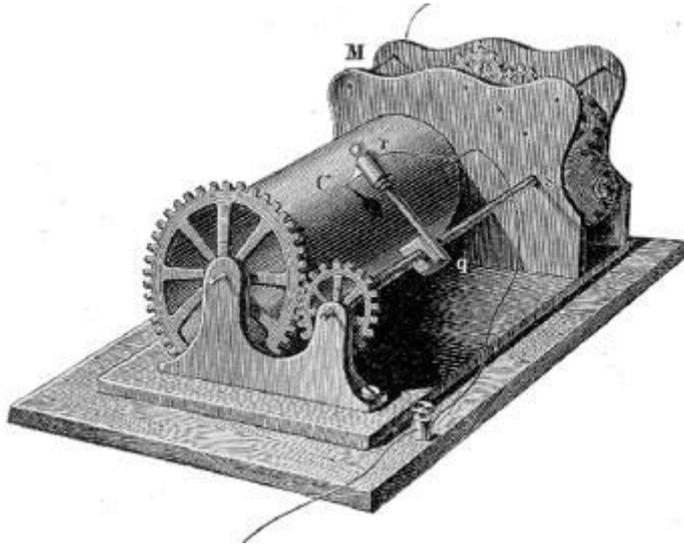


Figure 9 : Bakewell's Fax Apparatus from 1848

En 1846, Alexander Bain améliora considérablement la vitesse de transmission télégraphique en utilisant du ruban de papier perforé (surnommé un ruban à bille en raison du son de tic-tac du télégraphe) pour envoyer des messages. Cette procédure accélérera considérablement la transmission des informations.

Le ruban de papier perforé a été introduit par Bain le 12 décembre 1846, lorsqu'il a breveté ce qu'on appelle le télégraphe chimique. Il avait vu que le Morse et les autres télégraphes alors en usage étaient comparativement lents, en raison de l'inertie mécanique de leurs pièces mobiles, et s'était rendu compte que le courant de signal pouvait être utilisé pour faire une marque lisible sur une bande de papier en mouvement imbibée d'un mélange de le nitrate d'ammonium et le ferrocyanure de potassium, qui donnaient une marque bleue quand un courant le traversait.

Le télégraphe chimique de Bain a été essayé en France entre Paris et Lille, et a atteint une vitesse de 282 mots en 52 secondes, une grande avance sur le télégraphe de Morse qui ne pouvait donner qu'environ 40 mots par minute. Plus tard, il a été utilisé en Angleterre et aux États-Unis, mais n'est jamais vraiment entré dans l'usage général.

Le premier télécopieur électromécanique exploité commercialement, le Pantelegraph, a été inventé en 1861 par le physicien italien Giovanni Caselli (1815-1891).

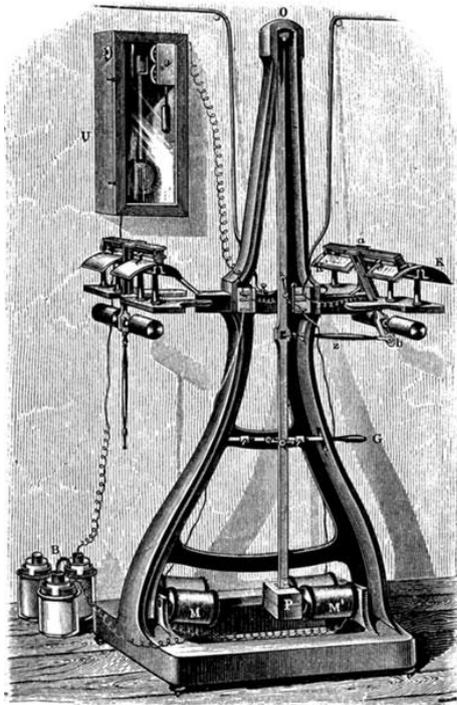


Figure 10: Pantelegraph de Giovanni Caselli de 1861

Fabriquée en fonte et d'une hauteur de plus de 2 mètres, cette machine primitive à notre avis, mais efficace, fonctionnait comme suit: L'expéditeur a écrit un message sur une feuille d'étain en utilisant une encre non conductrice. La feuille a ensuite été fixée sur une plaque métallique courbée. Le stylet de l'émetteur numérise un document original en se déplaçant sur ses lignes parallèles (trois lignes par millimètre). Les signaux ont été portés par télégraphe pour marquer le message à l'encre bleue de Prusse, la couleur produite par une réaction chimique, car le papier était imbibé de ferrocyanure de potassium. Pour s'assurer que les deux aiguilles sont scannées exactement au même rythme, deux horloges extrêmement précises ont été utilisées pour déclencher un pendule qui, à son tour, était lié à des engrenages et des poulies qui contrôlaient les aiguilles.

Le premier scanner développé pour être utilisé avec un ordinateur était un scanner à tambour. Il a été construit en 1957 au US National Bureau of Standards par une équipe dirigée par Russell A. Kirsch, travaillant sur le premier ordinateur (programme stocké) programmable en interne des États-Unis, le Standards Eastern Automatic Computer (SEAC), afin de permettre au groupe de Kirsch d'expérimenter des algorithmes qui ont lancé les domaines du traitement d'image et de la reconnaissance de formes d'image.

À la fin des années 50, les ordinateurs numériques étaient couramment utilisés dans de nombreux laboratoires et établissements commerciaux. À l'origine, ils étaient exclusivement consacrés au calcul numérique, algébrique et géométrique. Plus tard, la capacité de manipulation de symboles des ordinateurs a été reconnue, ce qui a conduit à un traitement de données d'entreprise dans lequel le traitement alphanumérique est devenu une routine. Les données alphanumériques présentaient un problème évident de saisie de la grande quantité de données nécessaires aux entreprises. Cela a créé une activité dans le développement de machines de reconnaissance de caractères.

Il est venu à l'esprit de Russel Kirsch qu'un ordinateur à usage général pourrait être utilisé pour simuler les nombreuses logiques de reconnaissance de caractères qui étaient proposées pour la

construction dans le matériel. Cela nécessiterait un périphérique d'entrée qui pourrait transformer une image en une forme adaptée au stockage dans la mémoire d'un ordinateur. Voilà, le scanner est né.

Première image numérisée Le scanner SEAC a utilisé un tambour rotatif et un photomultiplicateur pour détecter les réflexions d'une petite image montée sur le tambour. Un masque interposé entre l'image et le photomultiplicateur a découpé l'image en pixels discrets.

La première image jamais numérisée (figure 11) sur le scanner était une photographie de 5 x 5 cm du fils de Kirsch, alors âgé de trois mois, Walden. L'image en noir et blanc avait une résolution de 176 pixels sur un côté.

Un autre avantage important de la construction d'un tel dispositif était qu'il permettrait d'écrire des programmes pour simuler les différentes façons dont les humains voient le monde visible. Une tradition s'est construite dans laquelle des modèles simples de structure et de fonction humaines ont été étudiés, par exemple en neuroanatomie et en neurophysiologie. L'accent mis sur les représentations binaires des fonctions neuronales nous a conduits à penser que les représentations binaires d'images seraient adaptées à une entrée informatique. Cette grave erreur a été implémentée dans le premier scanner d'images construit.

Un convertisseur série-parallèle (statique) a été connecté à la mémoire SEAC, permettant d'afficher une image stockée sur un oscilloscope cathodique, permettant ainsi aux chercheurs de voir ce que l'ordinateur a vu. Et quand ils ont pu voir des images binaires, ils ont réalisé les limites de la représentation binaire. Ils ont donc expérimenté la superposition de plusieurs balayages à différents seuils de balayage et l'utilisation de seuils variant dans le temps pour la modulation de densité d'impulsions pour représenter plusieurs niveaux de gris dans une image.



Figure 11: Première image numérisée

3.5 Bande magnétique

La bande magnétique est un très vieux type de mémoire pour les ordinateurs. Une bande était utilisée pour la première fois pour un enregistrement en 1951 à Mauchly-Eckert pour l'ordinateur UNIVAC I.

Comme tout commencement dans l'histoire de la bande magnétique est née le 8 septembre 1888 quand un article « Some Possible Forms of Phonograph » du magazine Britannique le Electrical World, Oberlin Smith (1840-1926), fonde le Ferracute Machine Co. A Bridgeton, New Jersey, USA, publiait un nouveau appareil appelé enregistreur à Bande magnétique. Cette bande permettait aussi d'enregistrer des données et du son.

En 1878, Smith conçoit un Phonographe électrique ou Enregistreur Téléphonique et dessinait un « Caveat » (pour un brevet non déposer), pour le bureau de Brevet Américain.

Monsieur Smith a eu l'idée plus tard de développer un appareil d'enregistrement sur bande magnétique réalisé avec l'aide de son ingénieur danois Valdemar Poulsen (1869-1942). En 1894, Poulsen découvrait l'enregistreur magnétique par le principe d'enregistrement mécanique dans son entreprise le Copenhagen Telegraph Compangy. En 1898, son Télégraphe (figure 12), il branche pour la première fois un fils magnétique et c'est la première pratique de l'enregistrement sonore sur une bande magnétique et reproduit le son.

En 1898, Poulsen obtient le brevet [3] en Danemark pour son appareil et le vend dans de nombreux pays. En l'année 1900, il y a eu l'exposition universel de Paris, Poulsen avait enregistré la voix de l'empereur Frank Josef sur bande magnétique.

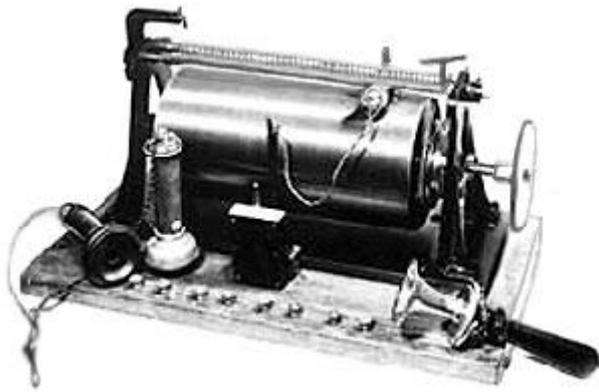


Figure 12: télégraphe en 1894

Lorsque le brevet de Poulsen a expiré en 1918, c'est les allemands qu'ils ont introduit les cassettes magnétiques. Dans les années 1920, un inventeur allemand et entrepreneur Dr. Curt Stille (1873-1957) de Berlin modifie le télégraphe de Poulsen et rajoute un amplificateur.

En 1930, l'entreprise AEG (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft) à Berlin, décidait de commencer à produire et développait le magnétophone basé sur le principe de Pflüger.

3.6 Ecran

Dès 1880, ce sont plusieurs chercheurs : Constantin Senlecq en France, Adriano de Paiva à Porto George R. Carey à Boston, qui, à peu près dans le même temps, découvrent que l'on pourrait diffuser une image en la projetant sur une surface photosensible composée de points de sélénium du fait des propriétés photoélectriques de ce matériau. Ce principe sera la base de tout système de transmission d'images animées.

En 1884, Paul Nipkow, ingénieur allemand, invente « le disque de Nipkow », dispositif à base de disque en mouvement, précurseur de la télévision mécanique. De son côté, Hertz découvre en 1886 la photoélectricité : une plaque de métal soumise à une lumière émet des électrons. L'ensemble de ces découvertes concourt à la naissance des écrans devant lesquels nous passons de plus en plus de temps chaque jour !

Le tube cathodique

Entre temps, en 1892, Karl Ferdinand Braun invente le tube cathodique, ou CRT pour *Cathode Ray Tube*. Le premier écran à tube cathodique fonctionnait à partir d'une diode à cathode froide. La cathode, qui donne son nom au tube cathodique, est la source de production des électrons, c'est-à-dire une électrode métallique chargée négativement, d'une ou plusieurs anodes. Le premier tube utilisant une cathode chaude revient à J. B. Johnson et H. W. Weinhart. Il sera commercialisé à partir de 1922 par la société Western Electric.

Le tube cathodique se compose d'un filament chauffé, de cathodes et d'anodes soumises à une différence de tension. C'est cette différence de tension qui crée un fort champ électrique capable d'arracher les électrons de la cathode et de les projeter à très grande vitesse (comme un canon !) vers l'écran, sous la forme d'un faisceau extrêmement fin. Un vide d'air occupe l'espace entre le « canon à électrons » et l'écran pour que rien ne freine leur trajectoire. C'est un champ magnétique qui est chargé de dévier les électrons de gauche à droite et de bas en haut vers l'écran. Autrement dit, deux déflecteurs, bobines X et Y mises sous tension, dévient le flux horizontalement et verticalement. C'est ce balayage qui se fait de gauche à droite puis vers le bas une fois arrivé en bout de ligne, qui fait croire à l'œil humain que seuls certains points éclairent l'écran pour afficher l'image.

A l'origine, les moniteurs d'ordinateurs sont des tubes cathodiques. Ils le sont restés pour la plupart des ordinateurs jusqu'aux années 2000. Pour autant, il faut se souvenir que même si les tubes cathodiques existaient déjà, les tout premiers ordinateurs n'étaient pas pourvus d'écrans ! Il faudra attendre 1976, à l'initiative de **Steve Jobs la sortie de « l'Apple I »**, qui fut le premier ordinateur que l'on pouvait équiper d'un clavier et d'un écran... « *ce qui le distinguait des machines de l'époque programmées pour fonctionner avec des interrupteurs et des lumières clignotantes pour l'affichage* ».

L'écran plasma

Bien que les écrans cathodiques aient survécu jusque vers les années 2000, la technologie de l'écran plasma est apparue dès 1964. Pour fonctionner, l'écran plasma a besoin d'un courant électrique qui illumine un mélange de gaz constitué à 90% d'argon et 10% de xénon. Ces gaz sont inoffensifs. Le courant électrique les transforme en plasma. La lumière ainsi produite est ultraviolette, invisible pour l'humain. Des luminophores rouges, verts et bleus répartis sur les cellules de l'écran, la convertissent en lumière colorée visible sous forme de **pixels**.

Le principe du plasma permet de réaliser des écrans de grande dimension, et surtout ayant besoin de très peu de profondeur, à peine quelques centimètres, contrairement aux tubes cathodiques. De plus, il offre de très bonnes valeurs de contrastes y compris sous un angle de 160 degrés et génèrent un large spectre de couleurs.

On doit cette technologie à deux professeurs de l'université de l'Illinois, Donald L. Bitzer et H. Gene Slottow qui souhaitaient développer une formule d'enseignement assistée par ordinateur. Leur écran plasma était monochrome. Si l'écran plasma n'était pas à l'époque en mesure de rivaliser avec les tubes cathodiques bien implantés sur le marché des écrans, sa grande taille lui permet par contre de trouver place dans les grands espaces : gares, salles de Bourse et certains milieux industriels.

En 1992, Fujitsu reprend les travaux de Donald L. Bitzer et présente le premier écran plasma couleur. Il sera mis sur le marché en 1997 sous la marque Pioneer. Un effort est fait sur la qualité de l'image pour supprimer les temps de latence dans l'affichage et optimiser l'intensité des contrastes. La technologie de l'écran plasma est particulièrement minutieuse, elle s'apparente à la microélectronique, ce qui explique son prix et une implantation quelque peu élitiste.

L'écran à cristaux liquides

C'est également en 1964 que George Harry Heilmeyer, ingénieur et homme d'affaires américain, en découvrant dans les cristaux liquides de nouvelles propriétés électro-optiques, invente l'affichage à cristaux liquides. Il faudra plusieurs années pour produire des écrans à cristaux liquides stables. L'écran à cristaux liquides utilise la polarisation de la lumière via des filtres polarisants et par la biréfringence de certains cristaux liquides. L'écran LCD en tant que tel n'émet pas de lumière, il doit la recevoir.

Ces premiers affichages, LCD en anglais, ont été présentés en 1971. En 1984, Thomson développe dans son laboratoire le premier écran à cristaux liquides en couleur. Il faudra attendre de nouveau quelques années pour que cette technologie s'implante. En effet, c'est dans les années 90 que l'on commencera à voir équiper des téléphones portables, des ordinateurs, des téléviseurs, mais aussi des ordinateurs de bord dans les avions... mais avec des écrans LCD noir et blanc. Les écrans couleurs arriveront sur ces marchés dans les années 2000.

Les écrans tactiles

Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer en utilisant aujourd'hui nos tablettes numériques, le premier écran tactile n'est pas le fruit d'une invention récente... il a 40 ans ! Il a été inventé en 1972, le CIGREF avait à peine deux ans...



Le premier écran tactile a été conçu à l'origine au sein de l'Université de l'Illinois comme système d'éducation assistée par ordinateur. IBM présente donc en 1972 le « PLATO IV », ordinateur équipé d'un dispositif optique de reconnaissance du toucher de l'écran. Des leds infrarouges réparties autour de l'écran permettent de détecter la présence du doigt. Les étudiants peuvent ainsi faire des exercices en touchant l'écran du doigt pour indiquer la bonne réponse.

Ce premier écran tactile est encore loin des écrans de smartphones et tablettes numériques actuels ! Il s'agit en effet d'un écran plasma orange mono point, c'est-à-dire sensible à une seule pression à la fois. Un système multipoints sera développé douze ans plus tard, en 1984 par les laboratoires Bell. Ce sera un écran CRT recouvert d'une surface tactile capacitive, capable de suivre plusieurs doigts.

Qu'est-ce qu'un écran tactile ?

Comme tout écran informatique, l'écran tactile est un périphérique. Il se distingue en cumulant les fonctions d'affichage d'un écran traditionnel et le pointage de la souris informatique. Pour répondre à cette double mission plusieurs technologies seront développées, notamment en fonction des usages : résistive, capacitive, infrarouge.

Dans **la technologie dite « résistive »**, la plus économique, l'écran est constitué de plusieurs couches : deux plaques, l'une en plastique, l'autre en verre, toutes deux conductrices, séparées par une couche d'isolant. Elles sont encadrées par des barres horizontales et verticales. L'ensemble est recouvert par un produit permettant d'augmenter la dureté et la résistance de la surface de l'écran. En touchant l'écran les deux films conducteurs se mettent en contact ce qui génère un champ électrique. Les barres horizontales et verticales mesurent cette tension pour distinguer le point de contact. L'information ainsi recueillie est interprétée par le logiciel afin d'exécuter la demande de l'utilisateur.

Aujourd'hui, cette technologie a tendance à céder la place à **la technologie « capacitive »**, plus résistante dans le temps et plus agréable pour l'utilisateur, notamment sur le plan de la luminosité de l'écran. La plaque de verre du moniteur est recouverte d'une substance qui accumule les charges. La pression du doigt absorbe le courant de fuite de la dalle de verre, ce qui crée un manque mesurable. Chaque angle de la plaque est muni d'un capteur qui situe précisément le point touché. Smartphones et tablettes tactiles utilisent cette technologie. Dans les lieux publics par exemple, les bornes tactiles utilisent la technologie capacitive dite « projetée », où il n'est plus nécessaire de toucher la plaque de verre pour créer le manque de charge. Celle-ci peut être recouverte d'un écran blindé lui assurant une forte résistance.

Une troisième **technologie**, celle des dalles tactiles à **infrarouge**, très résistante, n'est pas un véritable écran. C'est un cadre équipé d'émetteurs et de récepteurs infrarouges. La dalle de verre n'a pas de fonction tactile. Le point d'impact, lorsque l'on touche la dalle, interrompt les faisceaux lumineux générés par les émetteurs-récepteurs infrarouges du cadre. Ce point est ainsi localisé et transmis avant même que le doigt n'ait physiquement touché la dalle.

Unités de mesure des écrans

Le principe de mesure d'un écran se fait à partir de sa diagonale. L'unité de mesure internationale de cette diagonale est le « pouce » soit 2,54cm.

Quelques tailles standards d'écrans, sachant que dans le commerce, elles restent approximatives :

- 14 pouces : diagonale de 36 cm
- 15 pouces : diagonale de 38 cm
- 17 pouces : diagonale de 43 cm
- 19 pouces : diagonale de 48 cm
- 21 pouces : diagonale de 53 cm

La définition de l'écran est un autre paramètre à ne pas confondre avec la taille de l'écran. Deux écrans de même taille peuvent avoir une définition différente. En effet, la définition est une valeur qualitative. C'est le nombre de pixels que l'écran est capable d'afficher sur sa largeur et sa hauteur. Plus le nombre de pixels est élevé, meilleure est la qualité de l'image ! Les définitions généralement rencontrées : 800 x 600 ; 1024 x 768 ; 1280 x 1024 ; 1600 x 1200.

Le pas de masque (dot pitch)

Un autre critère entre dans la qualité de définition de l'image affichée sur un écran, c'est le « pas de masque », dot pitch en anglais. Il s'exprime en millimètres pour indiquer la distance entre deux **luminophores**. Plus le pas de masque est faible plus le nombre de pixels sera élevé, donc meilleure sera la qualité de l'image. Cette mesure se calcule généralement sur la diagonale de l'écran et peut varier de 0,28mm jusqu'à 0,22mm pour les écrans de meilleure qualité.

3.7 Mémoire

3.7.1 Chronologie

- **1928 Carte perforée à 80 colonnes d'IBM**

Ce système qui deviendra un standard est la généralisation de la [carte perforée] qui est à l'origine de la compagnie.

- Cardpunch: Card punch emulator : <http://www.kloth.net/services/cardpunch.php>
- Inside card sorters: Trieuses de cartes intérieures: traitement des données des années 1920 avec des cartes perforées et des relais

Herman Hollerith a inventé le traitement des données par carte perforée pour le recensement américain de 1890. Les entreprises ont rapidement profité des cartes perforées pour le traitement des données, en utilisant ce qu'on appelait l'équipement d'enregistrement unitaire. Chaque carte perforée contenait un enregistrement de données, composé de plusieurs champs de données. Un trieuse de cartes a trié les cartes dans l'ordre souhaité. Ensuite, une machine appelée tabulatrice a lu les cartes, additionné les champs souhaités et imprimé un rapport.

Par exemple, une entreprise peut avoir une carte pour chaque facture qu'elle doit payer, comme indiqué ci-dessous, avec des champs pour le numéro de fournisseur, la date, le montant à payer, etc. Le trieuse de cartes a commandé les cartes par numéro de fournisseur. Ensuite, la tabulatrice a généré un rapport en lisant chaque carte et en imprimant une ligne pour chaque carte. Les compteurs mécaniques de la tabulatrice additionnaient les montants, calculant le montant total à payer. De

nombreuses autres tâches commerciales telles que la paie, l'inventaire et la facturation utilisaient des cartes perforées de la même manière.

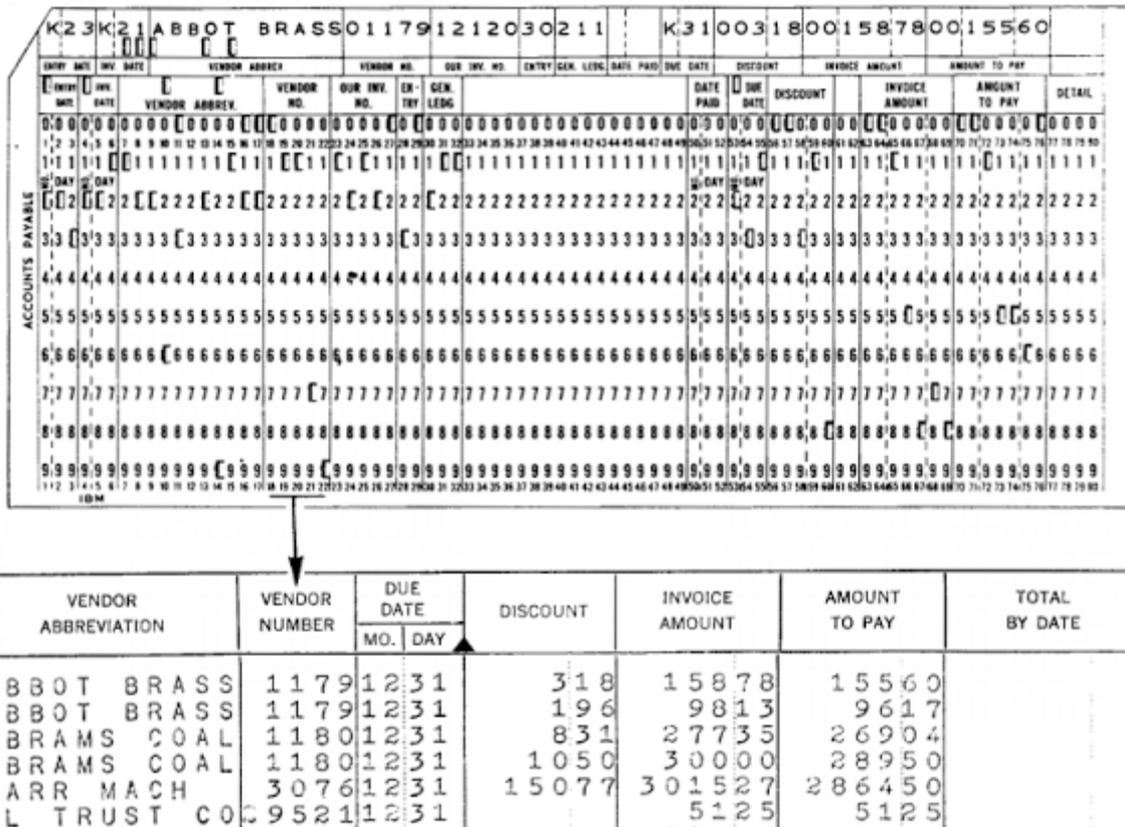


Figure 13 : Exemple de carte perforée contenant un «enregistrement unitaire» et un rapport généré à partir de ces cartes. À partir des principes de câblage fonctionnel.

La chose surprenante à propos de l'équipement d'enregistrement d'unité est qu'il était à l'origine entièrement électromécanique, n'utilisant même pas de tubes à vide. Cet équipement a été construit à partir de composants tels que des brosses métalliques pour lire les trous dans les cartes perforées, des relais électromécaniques pour contrôler les circuits et des roues mécaniques pour ajouter des valeurs. Même si ces systèmes étaient technologiquement primitifs, ils ont révolutionné le traitement des données d'entreprise et ouvert la voie aux ordinateurs de commerce électronique tels que l'IBM 1401.

Comment fonctionne un trieur ?

Un trieur de cartes prend les cartes perforées et les trie dans l'ordre en fonction d'un champ, par exemple le numéro d'employé, la date ou le service. Une application place les enregistrements dans l'ordre souhaité lors de l'impression d'un rapport. Une autre application consiste à regrouper les enregistrements par champ, par exemple pour générer un rapport des ventes par département: les fiches sont d'abord triées en fonction du champ département, puis une tabulatrice résume le champ ventes, imprimant le sous-total pour chaque département.

Pour trier les cartes perforées, elles sont chargées dans le bac à cartes et introduites dans la trieuse. Les cartes sont lues et dirigées dans l'une des 13 poches pour cartes: 0 à 9, deux poches «zone» et une poche de rejet. Ceci est très différent d'un algorithme de tri typique - les cartes ne sont pas comparées les unes aux autres - vous pouvez donc vous demander comment cette machine trie ses entrées.

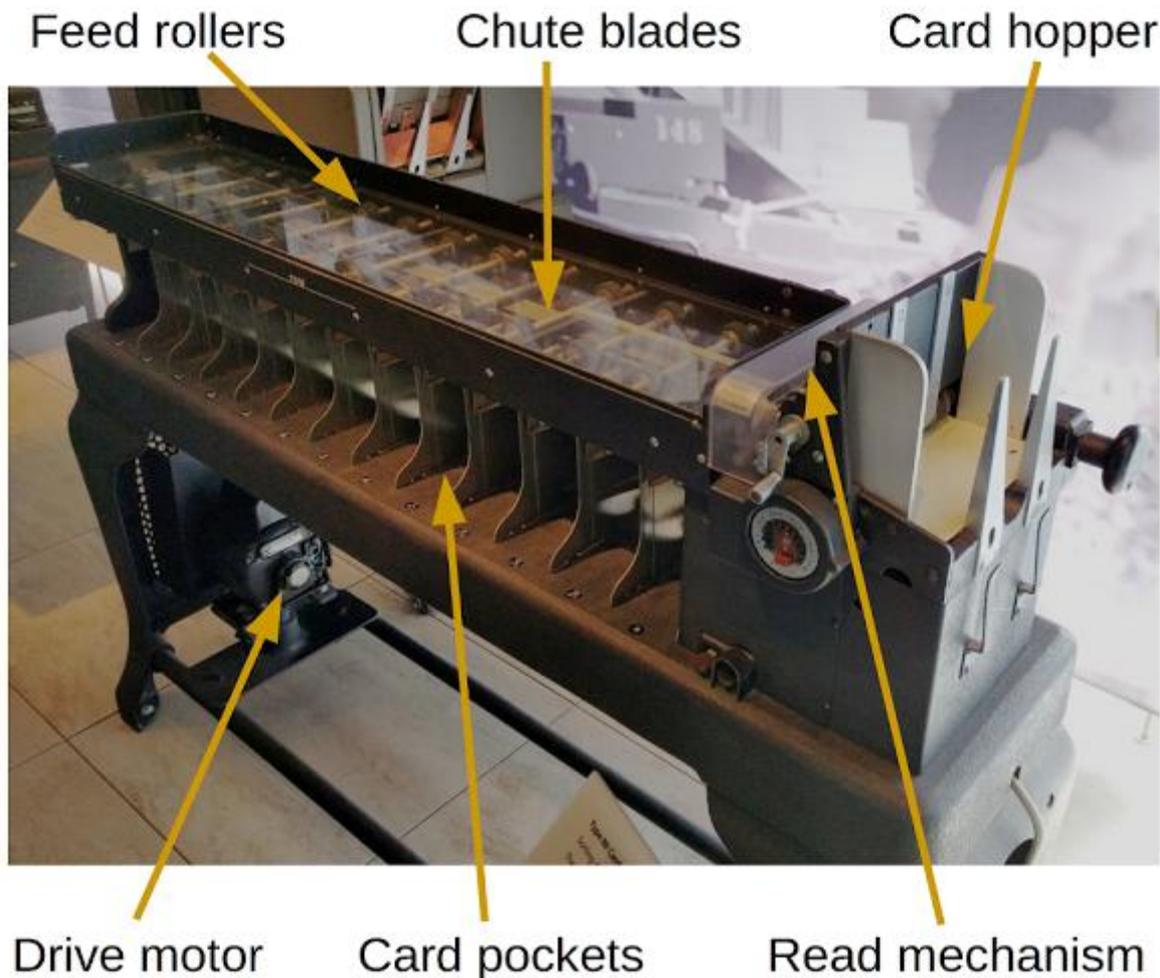


Figure 14: IBM Type 80 Card Sorter.

Le tri des cartes utilise une technique intelligente appelée tri radix. Le trieur fonctionne sur un chiffre du champ à la fois, donc pour trier sur un champ à 3 chiffres, les cartes sont passées trois fois dans le trieur. Tout d'abord, le trieur dépose les cartes dans dix bacs (0-9) en fonction du chiffre le plus bas du champ. L'opérateur rassemble les cartes des bacs dans l'ordre (0 bac en premier et 9 bac en dernier) et ils sont à nouveau triés sur le deuxième chiffre le plus bas, en étant à nouveau empilés dans les bacs 0-9. L'important est que les cartes dans chaque bac seront toujours commandées dès le premier passage: le bac 0 aura les cartes se terminant par 00 en premier et les cartes se terminant par 09 en dernier. L'opérateur rassemble à nouveau les cartes dans l'ordre, ce qui donne une pile qui est maintenant triée selon les deux derniers chiffres. Les cartes sont passées dans le trieur une troisième fois, cette fois en triant sur le troisième chiffre le plus bas. Après le dernier passage dans la trieuse, les cartes sont dans l'ordre, triées sur tout le champ.

Le processus de tri radix est rapide et simple. Vous connaissez peut-être les algorithmes de tri basés sur la comparaison, comme le tri rapide, qui comparent et mélangent les entrées, en prenant du temps $O(n \log n)$. Le tri Radix peut être mis en œuvre avec un mécanisme électrique simple (avec un opérateur qui déplace activement des piles de cartes), et prend un temps linéaire. Bien que la trémie de la trieuse puisse contenir 3600 cartes, elle peut trier autant de cartes que vous le souhaitez, à condition que l'opérateur continue de les charger et de les décharger.

Le mécanisme de tri

Vous pouvez vous attendre à ce qu'un trieur ait plusieurs capteurs pour lire les trous d'une carte et 10 palmes pour diriger la carte dans le bon bac. Mais la mise en œuvre réelle des premiers trieurs est étonnamment simple et intelligente, utilisant un seul capteur et un seul électroaimant.

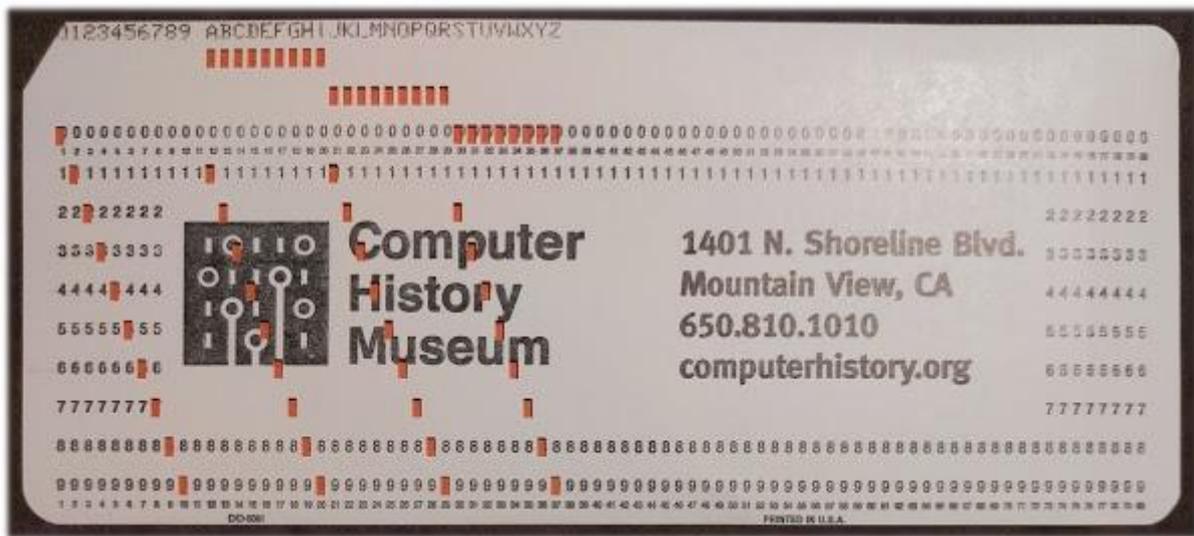


Figure 15: Une carte perforée IBM, montrant le codage des chiffres et des lettres.

La photo ci-dessus montre la disposition d'une carte perforée IBM standard, qui stocke 80 caractères dans 80 colonnes. Les caractères sont imprimés le long du haut de la carte et les trous correspondants sont perforés en dessous. Pour un chiffre, chaque colonne a un seul poinçon dans les lignes 0 à 9 pour indiquer le chiffre de cette colonne. (J'expliquerai les deux lignes "zone" supplémentaires pour les caractères alphabétiques plus tard.)

Le diagramme ci-dessous montre le fonctionnement du trieur de cartes. Les cartes sont introduites dans le trieur "sur le côté" en commençant par le bord inférieur (appelé "bord 9" car la ligne du bas est la ligne 9). Une petite brosse métallique (rouge) détecte la présence ou l'absence d'un trou; la brosse entrera en contact avec les rangées dans l'ordre de 9 à 0. Une carte intacte empêche la brosse métallique d'entrer en contact avec le rouleau métallique. Mais s'il y a un trou dans la carte, la brosse entre en contact avec le rouleau à travers le trou, complétant un circuit électrique.

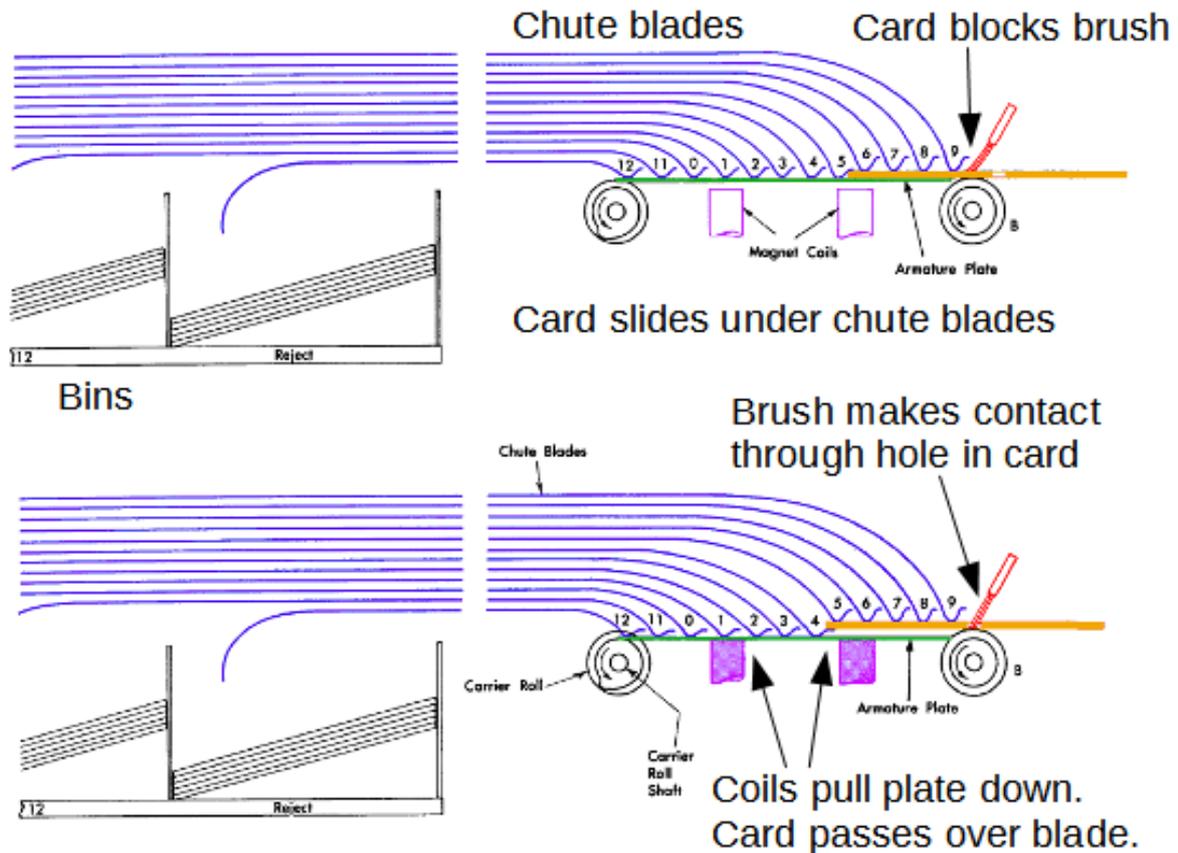


Figure 16: Mécanisme de tri des cartes dans le trieur de cartes IBM Type 80 et Type 82.

Une pile de guides métalliques (appelés lames de goulotte) est utilisée pour diriger la carte dans le bac approprié. Lorsqu'une carte passe à travers le mécanisme de tri, elle glisse sous les lames de la goulotte comme indiqué sur l'illustration du haut. Si la brosse (rouge) entre en contact à travers un trou, elle déclenche un électroaimant (violet) qui tire vers le bas une plaque d'armature métallique (verte), permettant aux extrémités des lames de la goulotte de tomber. Cela fait passer la carte au-dessus de la lame de la goulotte plutôt qu'en dessous. La clé est que les lames de la goulotte ont le même espacement que les rangées sur la carte de sorte que le trou est détecté juste avant que la carte n'atteigne la lame correspondante. (Si aucun trou n'est détecté, la carte passe sous toutes les lames de la goulotte et dans le bac de rejet.)

Par exemple, dans le schéma ci-dessus, la carte a glissé sous les lames de goulotte 9 à 5. La brosse entre en contact à travers le trou 4, alimentant l'électroaimant et faisant tomber les lames juste avant que la carte n'atteigne la lame 4. Ainsi, la carte est dirigée vers chute 4.

Les pales de la goulotte sont visibles sur la photo ci-dessous; ce sont les bandes métalliques qui descendent au centre de la trieuse entre les rouleaux d'alimentation. Chaque lame de la goulotte se termine dans la poche appropriée, ce qui fait tomber la carte au bon endroit.



Figure 17: Trieuse de cartes IBM Type 82. Les rouleaux d'alimentation sous le dessus en verre envoient les cartes à travers la trieuse. Les poches en bas rassemblent les cartes. Il s'agit d'un modèle allemand, d'où le label «Sortiermaschine».

Tri alphabétique

Les valeurs numériques ont un trou dans une colonne et sont faciles à trier, mais qu'en est-il des caractères alphabétiques? En plus des dix lignes numériques 0-9, les cartes perforées ont également deux lignes "zone" supplémentaires (11 et 12). Le diagramme ci-dessous montre l'encodage; une lettre combine un poinçon de chiffre (1-9) avec un poinçon de zone (un trou en 0, 11 ou 12). De manière confuse, la ligne 0 est utilisée à la fois comme zone et comme chiffre.

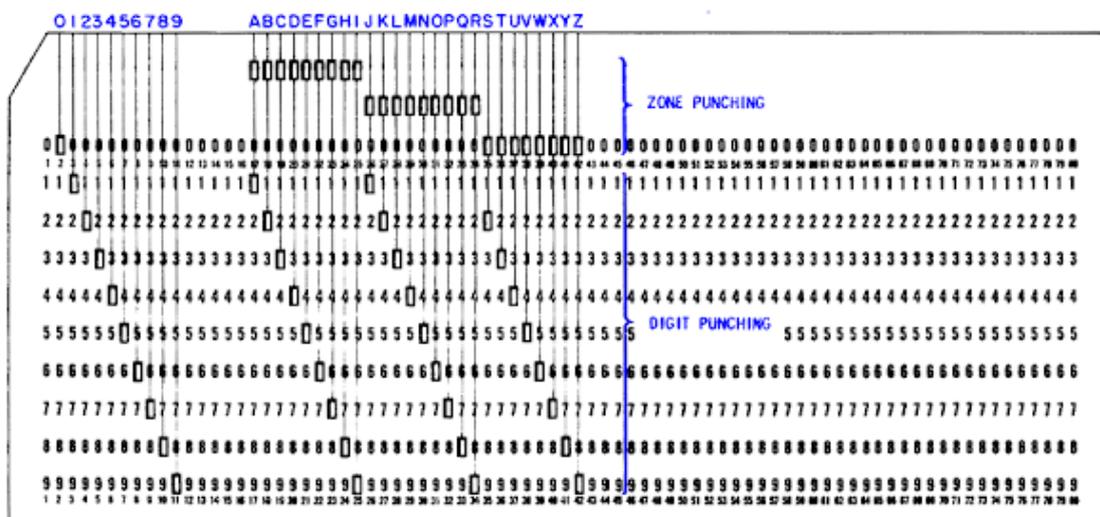


Figure 18:Tri alphabétique. Le code de la carte perforée IBM, issu du Manuel de référence des trieuses IBM 82, 83 et 84.

La voiture poinçonnée IBM Avec cet encodage, un trieur peut effectuer un tri alphabétique en deux passes. Le premier passage trie sur les lignes numériques, mettant les cartes dans les bacs 1 à 9. Ces bacs sont rassemblés dans l'ordre et les cartes sont triées une seconde fois. Pour le deuxième tri, les lignes de zone (0, 11 et 12) sont lues et les lignes de chiffres sont ignorées. Le résultat est A à I triés dans la case 12, J à R dans la case 11 et S à Z dans la case 0. Pour les champs à caractères multiples, le processus est répété pour chaque colonne.

Les commutateurs de commande de la trieuse sélectionnent un tri numérique ou par zone. Les photos ci-dessous montrent ces commandes sur les trieurs Type 80 (haut) et 83 (bas). Le trieur de type 80 a un commutateur rond avec des onglets qui sont déplacés vers l'intérieur ou l'extérieur pour sélectionner les lignes à utiliser; l'onglet rouge sélectionne un tri de zone. Le trieur de type 83 dispose de boutons poussoirs pour sélectionner les lignes, ainsi que d'un commutateur pour sélectionner différents types de tri (numérique, zone ou alpha).

Commandes de tri sur les trieuses Type 80 (haut) et Type 83 (bas). code d, extrait du manuel de référence des trieuses IBM 82, 83 et 84.

- **1948 Mémoires à tubes Williams**

Développée par F. C. Williams, ce type de mémoire utilise les charges résiduelles laissées sur l'écran d'un tube cathodique après qu'il ait été frappé par le faisceau d'électron.

- **1949 Bande magnétique**
- **1954 Mémoires vives à tores de ferrite**

Pendant une petite vingtaine d'année, ce principe de mémoire sera le plus utilisé avant d'être remplacé par la mémoire à semi-conducteurs.

- **1955 Tambour magnétique**
- **1956 Disque magnétique**

Aussi appelé *disque dur*, le premier système de ce type est le RAMAC 305 et a été créé par IBM. Il avait à l'époque une capacité de 5 Mo pour un diamètre de 24 pouces (60cm).

- **1968 Mémoires à semi-conducteurs**
- **1972 Disques souples**
- **1973 Réseau Alto Aloha Network (± Ethernet) (P.A.R.C. de Xerox)**

Ce protocole qui utilise une méthode d'accès de collision (CSMA/CD), a été mis au point pour permettre aux ordinateurs des îles Hawaï d'être reliés entre eux par radio. Cette technique sera intégrée dans le protocole Ethernet en 1980 pour une utilisation sur des réseaux locaux câblés. Son nom rappelle ses origines aériennes (Éther).

- **1977 Mémoire magnétique à bulles (Intel)**

Mise au point par *Intel Magnetics*, c'est une technologie qui offrait une très grande fiabilité même dans des conditions de fonctionnement extrêmes.

- **1982 Disque Opto-Numérique**

(aussi appelé *Compact Disc* ou *Disque Optique Compact*)

Disque de plastique de 12 cm de diamètre et 1,2 mm d'épaisseur lu par un faisceau laser où l'on peut stocker environ 75 minutes de musique. Son succès, outre son format, vient de l'exceptionnelle qualité de reproduction sonore, de sa faible fragilité ainsi que de son inusabilité (pas de contact).

■ 1984 CD-ROM (Sony et Philips)

(*Compact Disc - Read Only Memory*) - Cédérom en français

Version informatique du CD permettant de stocker à la fois du texte, des images, des sons... Sa capacité était exceptionnelle pour l'époque: 680 Mo.

■ 1987 R.N.I.S

(*Réseau Numérique à Intégration de Services*) - Baptisé Numéris par France Télécom

Réseau publique (comme le Réseau Téléphonique Commuté) où toutes les données (voix, images, données informatiques...) circulent en numérique.

■ 1995 DVD-ROM (Sony et Philips)

Successeur annoncé du CD-ROM dont il reprend exactement le format physique. Sa capacité est par contre multipliée par 12 et passe à environ 8,5 Go.

■ 2001 Clé USB

Il s'agit simplement d'une puce mémoire avec un connecteur USB. L'ensemble à la taille d'une clé (et peut d'ailleurs se mettre en porte-clé) ce qui a donné son nom. Les capacités actuelles dépassent celles d'un CD-ROM avec l'avantage d'être réinscriptible à volonté.

■ 2006 Stockage sur le Cloud

Solution de stockage en ligne faisant partie des concepts de Cloud. Les fichiers, données, vidéos, musique, etc... sont stockés ou répliqués sur des espaces distants. La notion d'emplacement géographique est gommée. Certains services viennent avec des prestations complémentaires (remplacement des fichiers de musique par de meilleures versions, gestion de l'historique/version des fichiers, ...)

3.8 Processeur

3.8.1 Définition :

Le processeur est le cerveau de l'ordinateur, c'est lui qui organise les échanges de données entre les différents composants (disque dur, mémoire RAM, carte graphique) et qui fait les calculs qui font que l'ordinateur interagit avec vous et affiche votre système à l'écran. Sa puissance est exprimée en Hz. Aujourd'hui, un processeur atteint les 3Ghz (Giga, milliards) et certains ordinateurs sont équipés de plusieurs processeurs.

3.8.2 Chronologie :

1823 Baron Jons Jacob Berzelius découvre le silicium (Si), qui est aujourd'hui le composant de base des processeurs.

1903 Nikola Tesla a breveté des circuits logiques électriques appelés «portes» ou «interrupteurs» en 1903.

1947 John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley inventent le premier transistor aux Bell Laboratories le 23 décembre 1947.

1948 John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley font breveter le premier transistor en 1948.

1956 John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley ont reçu le prix Nobel de physique pour leurs travaux sur le transistor.

1958 Le premier circuit intégré fonctionnel a été développé par Robert Noyce de Fairchild Semiconductor et Jack Kilby de Texas Instruments. Le premier circuit intégré a été présenté le 12 septembre 1958. (Geoffrey Dummer est crédité comme étant la première personne à conceptualiser et à construire un prototype du circuit intégré.)

1960 IBM a développé la première installation automatique de production de masse de transistors à New York en 1960.

1965 Le 19 avril 1965, Gordon Moore a fait une observation sur les circuits intégrés qui est devenue connue sous le nom de loi de Moore.

1968 Intel Corporation a été fondée par Robert Noyce et Gordon Moore en 1968.

1969 AMD (Advanced Micro Devices) a été fondée le 1er mai 1969.

1971 Intel avec l'aide de Ted Hoff a présenté le premier microprocesseur, l'Intel 4004 le 15 novembre 1971. Le 4004 avait 2300 transistors, a effectué 60 000 OPS (opérations par seconde), adressé 640 octets de mémoire et coûté 200,00 \$.

1972 Intel a présenté le processeur 8008 le 1er avril 1972.

1974 La puce microprocesseur amélioré d'Intel a été introduite le 1er avril 1974; le 8080 est devenu une norme dans l'industrie informatique.

1976 L'Intel a présenté le processeur 8085 en mars 1976.

1976 L'Intel 8086 a été introduit le 8 juin 1976.

1979 L'Intel 8088 est sorti le 1er juin 1979.

1979 Le Motorola 68000, un processeur 16/32 bits a été lancé et a ensuite été choisi comme processeur pour les ordinateurs Apple Macintosh et Amiga.

1982 L'Intel 80286 a été introduit le 1er février 1982.

- 1985** Intel a présenté le premier 80386 en octobre 1985.
- 1987** Le processeur SPARC a été introduit pour la première fois par Sun.
- 1988** Intel 80386SX a été introduit en 1988.
- 1989** Cyrix a sorti ses premiers coprocesseurs, les FasMath 83D87 et 83S87, en 1989. Ils étaient compatibles x87 et conçus pour 386 ordinateurs. Les coprocesseurs FasMath étaient jusqu'à 50% plus rapides que le processeur Intel 80387.
- 1991** AMD a présenté la famille de microprocesseurs AM386 en mars 1991.
- 1991** Intel a présenté la puce Intel 486SX en avril dans le but d'aider à commercialiser un processeur moins coûteux sur le marché des PC, vendu 258,00 \$.
- 1992** Intel a sorti la puce 486DX2 le 2 mars 1992, avec une capacité de doublement d'horloge qui génère des vitesses de fonctionnement plus élevées.
- 1993** Intel a sorti le processeur Pentium le 22 mars 1993. Le processeur était un processeur 60 MHz, incorpore 3,1 millions de transistors et se vend 878,00 \$.
- 1994** Intel a lancé la deuxième génération de processeurs Intel Pentium le 7 mars 1994.
- 1995** Cyrix a sorti le processeur Cx5x86 en 1995, dans une tentative de concurrencer les processeurs Intel Pentium.
- 1995** Intel a présenté Intel Pentium Pro en novembre 1995.
- 1996** Cyrix a sorti son processeur MediaGX en 1996. Il combinait un processeur avec un traitement audio et vidéo sur une seule puce.
- 1996** Intel a annoncé la disponibilité du Pentium 150 MHz avec bus 60 MHz et 166 MHz avec bus 66 MHz le 4 janvier 1996.
- 1996** AMD a introduit le processeur K5 le 27 mars 1996, avec des vitesses de 75 MHz à 133 MHz et des vitesses de bus de 50 MHz, 60 MHz ou 66 MHz. Le K5 a été le premier processeur entièrement développé en interne par AMD.
- 1997** AMD a sorti sa gamme de processeurs K6 en avril 1997, avec des vitesses de 166 MHz à 300 MHz et une vitesse de bus de 66 MHz.
- 1997** Intel Pentium II a été introduit le 7 mai 1997
- 1998** AMD a présenté sa nouvelle gamme de processeurs K6-2 le 28 mai 1998, avec des vitesses de 266 MHz à 550 MHz et des vitesses de bus de 66 MHz à 100 MHz. Le processeur K6-2 était une version améliorée du processeur K6 d'AMD.
- 1998** Intel a sorti le premier processeur Xeon, le Pentium II Xeon 400 (512 K ou 1 M de cache, 400 MHz, 100 MHz FSB) en juin 1998.
- 1999** Intel a lancé les processeurs Celeron 366 MHz et 400 MHz le 4 janvier 1999.

- 1999** AMD a sorti ses processeurs K6-III le 22 février 1999, avec des vitesses de 400 MHz ou 450 MHz et des vitesses de bus de 66 MHz à 100 MHz. Il comportait également un cache L2 sur di
- 1999** L'Intel Pentium III 500 MHz est sorti le 26 février 1999.
- 1999** L'Intel Pentium III 550 MHz est sorti le 17 mai 1999.
- 1999** AMD a présenté la série de processeurs Athlon le 23 juin 1999. L'Athlon serait produit pendant les six prochaines années à des vitesses allant de 500 MHz à 2,33 GHz.
- 1999** L'Intel Pentium III 600 MHz est sorti le 2 août 1999.
- 1999** L'Intel Pentium III 533B et 600B MHz est sorti le 27 septembre 1999.
- 1999** La série Intel Pentium III Coppermine a été introduite pour la première fois le 25 octobre 1999.
- 2000** Le 5 janvier 2000, AND a sorti le processeur Athlon 800 MHz.
- 2000** Intel a sorti le Celeron 533 MHz avec un processeur de bus 66 MHz le 4 janvier 2000.
- 2000** AMD a lancé le premier processeur Duron le 19 juin 2000, avec des vitesses de 600 MHz à 1,8 GHz et des vitesses de bus de 200 MHz à 266 MHz. Le Duron a été construit sur la même architecture K7 que le processeur Athlon.
- 2000** Intel annonce le 28 août qu'il rappellera ses processeurs Pentium III 1,3 GHz en raison d'un pépin. Les utilisateurs disposant de ces processeurs doivent contacter leurs fournisseurs pour obtenir des informations supplémentaires sur le rappel.
- 2001** Le 3 janvier 2001, Intel a sorti le processeur Celeron 800 MHz avec un bus 100 MHz.
- 2001** Le 3 janvier 2001, Intel a lancé le processeur Pentium 4 1,3 GHz.
- 2001** AMD a annoncé un nouveau schéma de marque le 9 octobre 2001. Au lieu d'identifier les processeurs par leur vitesse d'horloge, les processeurs AMD Athlon XP porteront des noms de 1500+, 1600+, 1700+, 1800+, 1900+, 2000+, etc. Chaque numéro de modèle supérieur représentera une vitesse d'horloge plus élevée.
- 2002** Intel a sorti le Celeron 1,3 GHz avec un bus de 100 MHz et 256 Ko de cache de niveau 2.
- 2003** Intel Pentium M a été introduit en mars 2003.
- 2003** AMD a publié les premiers processeurs Opteron monocœur, avec des vitesses de 1,4 GHz à 2,4 GHz et 1024 Ko de cache L2, le 22 avril 2003
- 2003** AMD a sorti le premier processeur Athlon 64, le modèle 3200+, et le premier processeur Athlon 64 FX, le modèle FX-51, le 23 septembre 2003.
- 2004** AMD a sorti le premier processeur Sempron le 28 juillet 2004, avec une vitesse d'horloge de 1,5 GHz à 2,0 GHz et une vitesse de bus de 166 MHz.

2005 AMD a sorti son premier processeur double cœur, l'Athlon 64 X2 3800+ (2,0 GHz, 512 Ko de cache L2 par cœur), le 21 avril 2005.

2006 AMD a sorti son nouveau processeur Athlon 64 FX-60, avec 2 x 1024 Ko de cache L2, le 9 janvier 2006.

2006 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E6320 (4 Mo de cache, 1,86 GHz, FSB 1066 MHz) le 22 avril 2006.

2006 Intel a présenté les processeurs Intel Core 2 Duo avec le processeur Core 2 Duo E6300 (2 Mo de cache, 1,86 GHz, FSB 1066 MHz) le 27 juillet 2006.

2006 Intel a présenté le processeur Intel Core 2 Duo pour l'ordinateur portable équipé du processeur Core 2 Duo T5500 et d'autres processeurs Core 2 Duo de la série T, en août 2006.

2007 Intel a sorti le processeur Core 2 Quad Q6600 (8 Mo de cache, 2,40 GHz, FSB 1066 MHz) en janvier 2007.

2007 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E4300 (2 Mo de cache, 1,80 GHz, bus frontal à 800 MHz) le 21 janvier 2007.

2007 Intel a sorti le processeur Core 2 Quad Q6700 (8 Mo de cache, 2,67 GHz, FSB 1066 MHz) en avril 2007.

2007 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E4400 (2 Mo de cache, 2,00 GHz, bus frontal à 800 MHz) le 22 avril 2007.

2007 AMD a renommé la gamme de processeurs Athlon 64 X2 en Athlon X2 et a publié le premier de cette ligne, la série Brisbane (1,9 à 2,6 GHz, 512 Ko de cache L2) le 1er juin 2007.

2007 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E4500 (2 Mo de cache, 2,20 GHz, bus frontal à 800 MHz) le 22 juillet 2007.

2007 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E4600 (2 Mo de cache, 2,40 GHz, bus frontal à 800 MHz) le 21 octobre 2007.

2007 AMD a sorti les premiers processeurs Phenom X4 (2 Mo de cache, 1,8 GHz à 2,6 GHz, FSB 1066 MHz) le 19 novembre 2007.

2008 Intel a sorti le processeur Core 2 Quad Q9300 et le processeur Core 2 Quad Q9450 en mars 2008.

2008 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E4700 (2 Mo de cache, 2,60 GHz, bus frontal à 800 MHz) le 2 mars 2008.

2008 AMD a sorti les premiers processeurs Phenom X3 (2 Mo de cache, 2,1 GHz à 2,5 GHz, FSB 1066 MHz) le 27 mars 2008.

2008 Intel a sorti le premier de la série de processeurs Intel Atom, la série Z5xx, en avril 2008. Ce sont des processeurs monocœur avec un GPU 200 MHz.

2008 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E7200 (3 Mo de cache, 2,53 GHz, bus frontal à 1066 MHz) le 20 avril 2008.

2008 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E7300 (3 Mo de cache, 2,66 GHz, FSB 1066 MHz) le 10 août 2008.

2008 Intel a sorti plusieurs processeurs Core 2 Quad en août 2008: le Q8200, le Q9400 et le Q9650.

2008 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E7400 (3 Mo de cache, 2,80 GHz, FSB 1066 MHz) le 19 octobre 2008.

2008 Intel a lancé les premiers processeurs de bureau Core i7 en novembre 2008: le i7-920, le i7-940 et le i7-965 Extreme Edition.

2009 AMD a sorti les premiers processeurs Phenom II X4 (quad-core) (6 Mo de cache, 2,5 à 3,7 GHz, 1066 MHz ou 1333 MHz FSB) le 8 janvier 2009.

2009 AMD a sorti le premier processeur Athlon Neo, le modèle MV-40 (1,6 GHz et 512 Ko de cache L2) le 8 janvier 2009.

2009 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E7500 (3 Mo de cache, 2,93 GHz, bus frontal à 1066 MHz) le 18 janvier 2009.

2009 AMD a sorti les premiers processeurs Phenom II X3 (triple cœur) (6 Mo de cache, 2,5 à 3,0 GHz, 1066 MHz ou 1333 MHz FSB) le 9 février 2009.

2009 Intel a lancé le processeur Core 2 Quad Q8400 (4 Mo de cache, 2,67 GHz, bus frontal à 1333 MHz) en avril 2009.

2009 Intel a sorti le processeur Core 2 Duo E7600 (3 Mo de cache, 3,06 GHz, FSB 1066 MHz) le 31 mai 2009.

2009 AMD a sorti les premiers processeurs Athlon II X2 (dual-core) (1024 Ko de cache L2, 1,6 à 3,5 GHz, 1066 MHz ou 1333 MHz FSB) en juin 2009.

2009 AMD a lancé les premiers processeurs Phenom II X2 (dual-core) (6 Mo de cache, 3,0 à 3,5 GHz, 1066 MHz ou 1333 MHz FSB) le 1er juin 2009.

2009 AMD a sorti les premiers processeurs Athlon II X4 (quad-core) (512 Ko de cache L2, 2,2 à 3,1 GHz, 1066 MHz ou 1333 MHz FSB) en septembre 2009.

2009 Intel a lancé le premier processeur mobile Core i7, le i7-720QM, en septembre 2009. Il utilise le type de socket Socket G1, fonctionne à 1,6 GHz et dispose de 6 Mo de cache L3.

2009 Intel a lancé le premier processeur de bureau Core i5 à quatre cœurs, le i5-750 (8 Mo de cache, 2,67 GHz, 1333 MHz FSB), le 8 septembre 2009.

2009 AMD a sorti les premiers processeurs Athlon II X3 (triple cœur) en octobre 2009.

2010 Intel a sorti le processeur Core 2 Quad Q9500 (6 Mo de cache, 2,83 GHz, bus frontal à 1333 MHz) en janvier 2010.

2010 Intel a lancé les premiers processeurs mobiles Core i5, le i5-430M et le i5-520E en janvier 2010.

2010 Intel a lancé le premier processeur de bureau Core i5 à plus de 3,0 GHz, le i5-650 en janvier 2010.

2010 Intel a lancé les premiers processeurs de bureau Core i3, les i3-530 et i3-540 le 7 janvier 2010.

2010 Intel a sorti les premiers processeurs mobiles Core i3, le i3-330M (3 Mo de cache, 2,13 GHz, FSB 1066 MHz) et le i3-350M, le 7 janvier 2010.

2010 AMD a sorti les premiers processeurs Phenom II X6 (hex / six core) le 27 avril 2010.

2010 Intel a sorti le premier processeur de bureau Core i7 à six cœurs, le i3-970, en juillet 2010. Il tourne à 3,2 GHz et dispose de 12 Mo de cache L3.

2011 Intel a sorti sept nouveaux processeurs Core i5 avec quatre cœurs, la série i5-2xxx en janvier 2011.

2011 AMD a sorti les premiers processeurs mobiles de sa gamme A4, l'A4-3300M et l'A4-3310MX le 14 juin 2011.

2011 AMD a sorti les premiers processeurs mobiles de sa gamme A6, l'A6-3400M et l'A6-3410MX le 14 juin 2011.

2011 AMD a sorti les premiers processeurs mobiles de sa gamme A8, l'A8-3500M, l'A8-3510MX et l'A8-3530MX le 14 juin 2011.

2011 AMD a sorti le premier processeur de bureau de sa gamme A6, le A6-3650 (cache 4 M L2, 2,6 GHz, bus frontal à 1866 MHz) le 30 juin 2011.

2011 AMD a sorti le premier processeur de bureau de sa gamme A8, le A8-3850 (cache 4 M L2, 2,9 GHz, bus frontal à 1866 MHz) le 30 juin 2011.

2011 AMD a lancé les premiers processeurs de bureau de sa gamme A4, l'A4-3300 et l'A4-3400 le 7 septembre 2011.

2012 AMD a lancé les premiers processeurs de bureau de sa gamme A10, l'A10-5700 et l'A10-5800K le 1er octobre 2012.

2013 AMD a sorti l'un de ses processeurs de bureau les plus rapides à ce jour, l'Athlon II X2 280, le 28 janvier 2013. Il a deux cœurs et fonctionne à 3,6 GHz.

2013 Intel a sorti son premier processeur utilisant le socket BGA-1364 et doté d'un GPU Iris Pro Graphics 5200. Sorti en juin 2013, il tourne à 3,2 GHz et dispose de 6 Mo de cache L3.

2014 AMD a introduit l'architecture socket AM1 et les processeurs compatibles, comme le Sempron 2650, en avril 2014.

2014 AMD a sorti ses premiers processeurs APU de la série Pro A, les A6 Pro-7050B, A8 Pro-7150B et A10 Pro-7350B, en juin 2014. Ils disposent d'un ou deux cœurs et fonctionnent entre 1,9 GHz et 2,2 GHz.

2017 AMD a sorti ses premiers processeurs Ryzen 7, les modèles 1700, 1700X et 1800X, le 2 mars 2017. Ils ont huit cœurs, fonctionnent entre 3,0 et 3,6 GHz et disposent de 16 Mo de cache L3

2017 AMD a sorti ses premiers processeurs Ryzen 5, les modèles 1400, 1500X, 1600 et 1600X, le 11 avril 2017. Ils ont quatre à six cœurs, fonctionnent à 3,2 à 3,6 GHz et disposent de 8 à 16 Mo de cache L3.

2017 Intel a lancé le premier processeur de bureau Core i9, le i9-7900X, en juin 2017. Il utilise le socket LGA 2066, fonctionne à 3,3 GHz, possède 10 cœurs et dispose de 13,75 Mo de cache L3.

2017 AMD a sorti ses premiers processeurs Ryzen 3, les modèles Pro 1200 et Pro 1300, le 29 juin 2017. Ils ont quatre cœurs, fonctionnent à 3,1 à 3,5 GHz et disposent de 8 Mo de cache L3.

2017 Intel a sorti le premier processeur de bureau avec 12 cœurs, le Core i9-7920X, en août 2017. Il tourne à 2,9 GHz et dispose de 16,50 Mo de cache L3.

2017 AMD a sorti son premier processeur à 16 cœurs, le Ryzen Threadripper 1950X, le 10 août 2017. Il fonctionne à 3,4 GHz et dispose de 32 Mo de cache L3.

2017 Intel a lancé le premier processeur de bureau avec 14 cœurs, le Core i9-7940X, en septembre 2017. Il tourne à 3,1 GHz et dispose de 19,25 Mo de cache L3.

2017 Intel a lancé le premier processeur de bureau avec 16 cœurs, le Core i9-7960X, en septembre 2017. Il tourne à 2,8 GHz et dispose de 22 Mo de cache L3.

2017 Intel a sorti le premier processeur de bureau avec 18 cœurs, le Core i9-7980X, en septembre 2017. Il tourne à 2,6 GHz et dispose de 24,75 Mo de cache L3.

2018 Intel a lancé le premier processeur mobile Core i9, le i9-8950HK, en avril 2018. Il utilise le socket BGA 1440, fonctionne à 2,9 GHz, dispose de six cœurs et dispose de 12 Mo de cache L3.

3.9 USB

3.9.1 Historique

USB - ou Universal Serial Bus - est un protocole de connexion de périphériques à un ordinateur. Il dispose d'un port standard conçu pour accueillir de nombreux types différents de périphériques matériels. La plupart des appareils modernes tels que les appareils photo numériques, les imprimantes, les scanners, les lecteurs flash, les téléphones portables, les iPod et autres lecteurs MP3 utilisent une variante du port USB dans leur conception. La première technologie USB a commencé son développement en 1994, co-inventée par Ajay Bhatt d'Intel et l'USB-IF (USB Implementers Forum, Inc). L'organisation est composée de leaders du secteur tels qu'Intel, Microsoft, Compaq, LSI, Apple et Hewlett-Packard. Il prend en charge et adopte des spécifications complètes pour tous les aspects de la technologie USB. Ports parallèles et série Avant l'apparition de l'USB, les ordinateurs utilisaient des ports série et parallèle pour brancher des périphériques sur des ordinateurs et transférer des données. Des ports individuels ont été utilisés pour des périphériques

tels que des claviers, des souris, des manettes de jeu et des imprimantes. Des cartes d'extension et des pilotes personnalisés étaient souvent nécessaires pour connecter les périphériques. Les ports parallèles transféraient des données à environ 100 kilo-octets par seconde, alors que les ports série allaient de 115 à plus de 450 kilobits par seconde. Certains ports ne pouvaient pas fonctionner simultanément.

Le volume élevé d'incompatibilités et la tentative d'utiliser plusieurs interfaces ont contribué à signaler la demande d'une technologie comme l'USB, qui pourrait prendre une demi-douzaine de types de ports et la rationaliser à un. L'interaction immédiate entre les périphériques et un ordinateur hôte sans qu'il soit nécessaire de déconnecter ou de redémarrer l'ordinateur permet également à la technologie USB de rendre le fonctionnement plus efficace. Par conséquent, un seul port USB peut gérer jusqu'à 127 appareils tout en offrant une compatibilité collective.

L'USB 1.0 a fait ses débuts à la fin de 1995 et a transféré des données à un taux de 12 mégabits par seconde. Une version révisée de cette norme, USB 1.1, a non seulement transféré les données à une vitesse maximale de 12 mégabits par seconde, mais pourrait également fonctionner à une vitesse inférieure de 1,5 mégabits par seconde pour les appareils à bande passante inférieure. En raison de son fonctionnement plus efficace, l'USB 1.1 a été davantage utilisé par les consommateurs que son prédécesseur.

En 1998, l'iMac G3 a été le premier ordinateur grand public à abandonner les ports hérités (série et parallèle) au profit de l'USB. Cette implémentation a contribué à ouvrir la voie à un marché de périphériques uniquement USB plutôt que de ceux utilisant d'autres ports pour les périphériques. La combinaison de la facilité d'utilisation, des capacités d'auto-alimentation et des spécifications techniques offertes par la technologie et les périphériques USB l'ont aidé à triompher des autres options de port.

Avec un taux de transfert quarante fois plus rapide à 480 mégabits par seconde, l'USB 2.0 a fait ses débuts en 2000 et est devenu une norme officielle l'année suivante. En plus de ce taux de transfert à haute vitesse, l'USB 2.0 était capable de fonctionner à deux vitesses plus lentes: 12 mégabits par seconde (USB 1.1 pleine vitesse) et 1,5 mégabits par seconde (faible vitesse pour les appareils comme les souris nécessitant moins de bande passante). Un port USB 2.0 fonctionnera avec les périphériques USB 1.1, bien qu'un port USB 1.1 puisse ne pas avoir les capacités de bande passante pour communiquer correctement avec un périphérique 2.0.

L'USB 2.0 offre des capacités plug and play pour divers périphériques multimédias et de stockage. Cette nouvelle version offrait des fonctionnalités utilisateur supplémentaires qui n'existaient pas dans sa version précédente. USB 2.0 a ajouté la prise en charge des sources d'alimentation avec connecteurs USB, un nouveau descripteur pour plusieurs interfaces, ainsi que la possibilité pour deux appareils d'interagir sans avoir besoin d'un hôte USB différent (également appelé USB On-The-Go).

L'année 2000 a également introduit le lecteur flash USB, un périphérique de stockage plug-and-play réinscriptible vendu pour la première fois par IBM et Trek Technology. Il pourrait initialement contenir jusqu'à 8 mégaoctets de données. Plus d'une décennie plus tard, les capacités de stockage ont dépassé 256 gigaoctets pour un seul disque.

Les clés USB ont été marquées avec des synonymes tels que clé USB, clé USB, clé USB et clé USB. Ils subiront près d'un million de réécritures de données. Les modèles plus anciens avaient une connectivité pleine vitesse à 12 mégabits par seconde. Alors que les versions actuelles utilisent l'USB 2.0, leur technologie flash NAND les fait fonctionner à une vitesse inférieure à la vitesse élevée de 480 mégabits par seconde, mais toujours 20 fois plus rapide que les anciens modèles à pleine vitesse.

La dernière version - USB 3.0 avec un taux de transfert de données «ultra rapide» approximatif jusqu'à 4,8 gigabits par seconde - offre une rétrocompatibilité avec les périphériques et les ports USB 2.0. Un câble ou un appareil USB 3.0 peut être branché sur un port USB 2.0, mais le taux de super vitesse ne fonctionnera qu'avec des câbles, des appareils et des ports USB 3.0. La technologie USB 3.0 pourra télécharger et télécharger simultanément à partir de voies de trafic séparées (deux fils pour transmettre, deux fils pour recevoir des données). Cela améliorera la vitesse de lecture et d'écriture des données. Les appareils se chargeront à un rythme plus rapide tout en utilisant l'énergie avec plus de ressources. L'USB 3.0 permettra aux appareils tels que les caméras haute résolution ou les disques audio et externes optimisés à des bandes passantes plus élevées de fonctionner plus efficacement.

Certains produits grand public USB 3.0 ont été mis à disposition en 2010, cependant, la mise en œuvre complète de la version ultra-rapide est toujours en cours. L'utilisation grand public peut ne pas avoir lieu avant 2011. Les cartes mères et les périphériques testent une compatibilité universelle supplémentaire. Le retard de l'USB 3.0 peut également être dû à la fabrication du CMOS d'Intel. Les pilotes USB 3.0 Windows sont également encore en développement. Par conséquent, une large adoption par les consommateurs peut ne pas se produire tant qu'elle n'est pas bien intégrée dans les principaux systèmes d'exploitation.

L'USB sans fil a évolué à partir du concept Universal Series Bus en 2007 et 2008. Il s'agit d'une technologie radio à large bande passante qui transmet des données à partir de périphériques tels que des imprimantes, des appareils photo, des lecteurs flash ainsi que des vidéos en streaming à une connexion rapide sans l'utilisation de câbles. L'USB sans fil fonctionne mieux dans une courte portée. Il peut transférer des données à environ 110 mégabits par seconde à 30 pieds et 480 mégabits par seconde à 10 pieds. L'USB sans fil permet d'étendre les options d'un utilisateur pour l'informatique mobile tout en maintenant la connectivité des 127 appareils standards.

3.9.2 Chronologie

1994 En décembre 1994, la toute première version de l'USB est sortie sous le nom d'USB 0.8. Considérée comme une version préliminaire, elle n'était pas disponible sur le marché commercial.

1995 L'USB 0.9 est sorti en avril 1995 et comme l'USB 0.8, il s'agissait d'une version préliminaire et non disponible dans le commerce.

1995 Une autre version préliminaire, USB 0.99, est sortie en août 1995. Elle n'était pas non plus disponible sur le marché commercial.

1996 L'USB 1.0, la première version commerciale de l'USB, est sortie en janvier 1996. Son taux de transfert de données était de 12 Mbps.

1998 En août 1998, l'USB 1.1 est sorti et a été bien mieux accueilli sur le marché. Beaucoup plus de périphériques USB ont été vendus avec la sortie de l'USB 1.1.

1998 L'Apple iMac G3, sorti en 1998, a été le premier ordinateur à disposer uniquement de ports USB, sans ports série ni ports parallèles pour la connectivité des périphériques externes.

2000 L'USB 2.0 est sorti en avril 2000 et aurait un taux de transfert de données allant jusqu'à 480 Mbps. Cependant, les limitations du bus ont entraîné des taux de transfert de données maximum jusqu'à 280 Mbps.

2000 Les premières clés USB ont été lancées et vendues sur le marché commercial à la fin de 2000 par IBM et Trek Technology.

2008 Le 12 novembre 2008, USB 3.0 est sorti, permettant des taux de transfert de données allant jusqu'à 5 Gbps.

2013 L'USB 3.1 est sorti en juillet 2013, offrant des taux de transfert de données allant jusqu'à 10 Gbps.

2017 L'USB 3.2 est sorti en septembre 2017. Il a introduit le connecteur USB-C, offrant des taux de transfert de données jusqu'à 20 Gbps.

3.10 Imprimante

3.10.1 Définition

Une **imprimante** est un engin permettant d'obtenir un document sur papier à partir d'un modèle informatique du document. Par exemple, un texte écrit via un logiciel de traitement de texte sur ordinateur pourra être imprimé pour en obtenir une version papier (c'est un changement du support d'information). Les imprimantes ont été conçues dès l'apparition des premiers ordinateurs, pour permettre la consultation et la conservation sur support papier des résultats produits par les programmes informatiques. En effet, à l'époque des premiers calculateurs, les écrans n'existaient pas encore et les méthodes de stockage de l'information étaient très rudimentaires et très coûteuses.

3.10.2 Chronologie

1837 Charles Babbage a conçu la première imprimante mécanique dans les années 1800, pour une utilisation avec le moteur de différence qu'il a également développé en 1822.

1868 La machine à écrire était considérée comme un précurseur des imprimantes et des claviers, a été inventée par Christopher Sholes en 1868.

1953 La première imprimante à grande vitesse a été développée par Remington-Rand en 1953. Elle a été conçue pour être utilisée avec l'ordinateur UNIVAC.

1957 IBM a développé et commercialisé la première imprimante matricielle en 1957.

1968 Shinshu Seiki Co., devenue plus tard Epson, a développé la première mini-imprimante électronique en 1968.

- 1970** La première imprimante à impact matricielle a été développée par Centronics en 1970.
- 1971** Gary Starkweather, alors qu'il travaillait chez Xerox, a développé la première imprimante laser en modifiant un copieur Xerox modèle 7000. Le développement de l'imprimante laser a été achevé en 1971.
- 1972** Les premières imprimantes thermiques sont devenues disponibles sur le marché vers 1972, conçues pour être utilisées avec des machines portables et dans les magasins de détail.
- 1976** La première imprimante à jet d'encre a été développée par Hewlett-Packard en 1976. Cependant, les imprimantes à jet d'encre ne gagnent en popularité qu'au milieu des années 1980.
- 1976** IBM a lancé le système d'impression IBM 3800, la première imprimante laser haute vitesse, en 1976.
- 1977** Siemens a développé la première imprimante à jet d'encre DOD (drop-on-demand) en 1977. L'imprimante DOD pulvérise l'encre là où elle est nécessaire sur le morceau de papier.
- 1979** Canon présente la LBP-10, la première imprimante à faisceau laser à semi-conducteurs et leur première imprimante.
- 1984** Hewlett-Packard a présenté sa première imprimante laser, la HP LaserJet, en 1984. La même année, Hewlett-Packard a présenté la première imprimante à jet d'encre thermique, la HP ThinkJet.
- 1988** L'imprimante à jet d'encre HP DeskJet a été introduite par Hewlett-Packard en 1988 et vendue 1000 \$. Elle est considérée comme la première imprimante à jet d'encre commercialisée en masse et est devenue une série d'imprimantes très populaire et largement utilisée.
- 1988** De nombreuses imprimantes 3D modernes utilisent une technologie appelée FDM (modélisation de dépôt par fusion), qui a été développée et brevetée par Scott Crump en 1988.
- 1992** Stratasys, Inc. a mis à disposition sa première imprimante 3D en 1992, basée sur la technologie FDM (modélisation de dépôt par fusion), développée et brevetée par le co-fondateur de la société S. Scott Crump.
- 2009** Le brevet de S. Scott Crump sur FDM (modélisation de dépôt fusionné) a expiré en 2009, ouvrant la porte à une communauté de développement open-source, appelée RepRap, pour utiliser la technologie FDM. RepRap, avec d'autres sociétés commerciales, utilise FDM pour développer de nouvelles imprimantes 3D.

3.10.2 Différents types de technologies

- **Les imprimantes à impact :** Les imprimantes à impact représentent les technologies d'impression les plus anciennes encore en production active de nos jours. Certains des plus grands vendeurs d'imprimantes continuent à fabriquer, commercialiser et fournir de l'assistance pour les imprimantes à impact, pièces détachées et fournitures. Ce type d'imprimante est le plus approprié dans des environnements spécialisés où l'impression à moindre coût est vitale. Les trois types d'imprimantes à impact les plus courants sont les imprimantes *matricielles à aiguilles*, *à marguerite* et *ligne*.

Je vais parler du principe des imprimantes de l'année 1981, cette description est issue du magazine Micro-systèmes sortie de mai 1981.

Les premières imprimantes :

- **Le marteau** (figure 19) : Les premières imprimantes utilisaient le principe des machines à écrire dans lequel l'ensemble des caractères (le jeu) était supporté par des marteaux, disposés en « demi-cirque », afin de frapper le papier au même endroit. Bien entendu, cette méthode d'impression était très lente (quelques caractères par seconde –CPS).

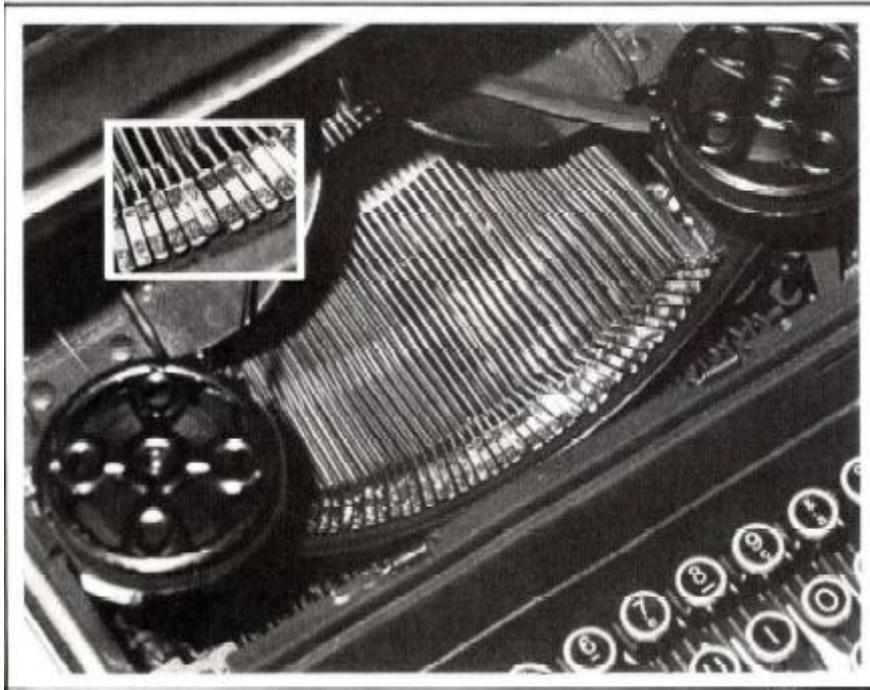


Figure 19: Le "demi-cirque" des marteaux supportant les caractères dans les premières machines à écrire

- **Le cylindre (figure 20)** : Mais, le début de l'ère informatique, lorsque l'on parle d'impression, commence avec les télétypes tel que le « télétype 33 » qui utilisait le principe de cylindre (20). Ici, le jeu de caractères est entièrement supporté par un cylindre, le positionnement de chaque caractère se faisant à partir d'une rotation autour de son axe vertical et d'une translation.

L'impact mécanique a lieu en projetant le cylindre sur le papier (à travers le ruban encreur) ou le rouleau porte-papier sur le cylindre. Placé plus près du papier que dans le cas précédent, le cylindre permet des vitesses d'impression plus grande : de 10 à 15 CPS⁹.

⁹ On exprime la vitesse d'impression en un nombre de caractères par secondes : CPS ceci pour les imprimantes caractère par caractère. Pour les imprimantes lignes, on parlera en nombre de Ligne Par Minute : LPM, les vitesses se calculent en imprimant des lignes complètes et doivent tenir compte du temps d'interligne.

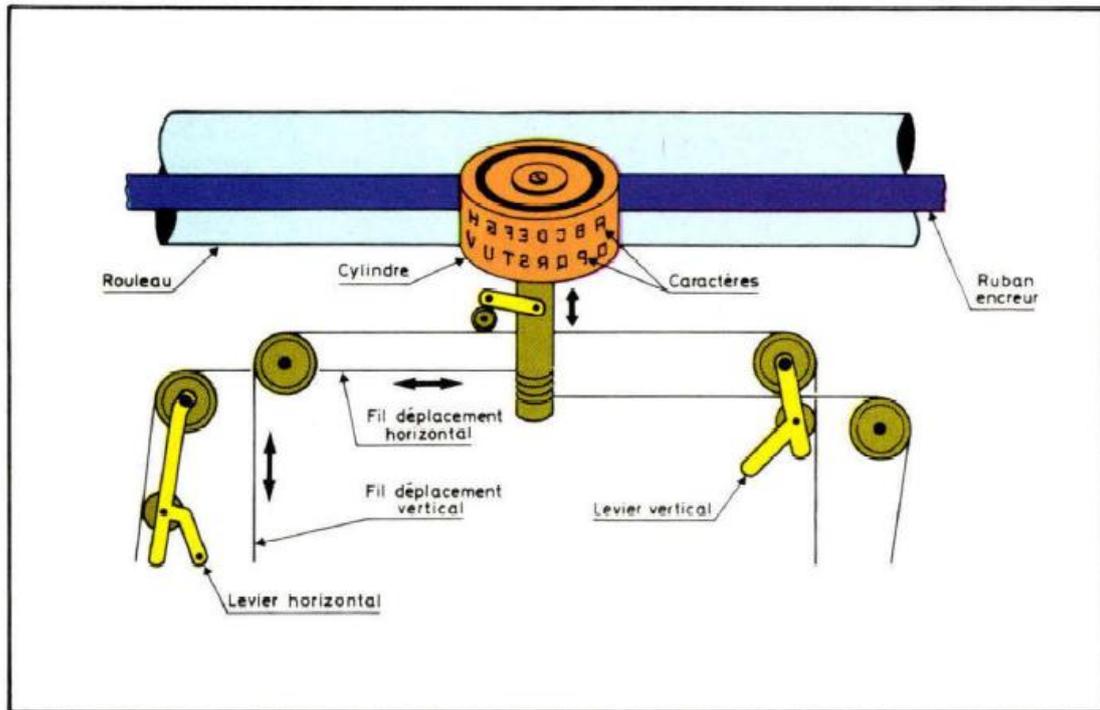


Figure 20: Le principe du cylindre - Le jeu de caractères est entièrement supporté par un cylindre proche du papier (1mm). Le positionnement des caractères s'effectue par rotation autour de l'axe vertical et translation. L'impression a lieu en projetant le cylindre (ou le rouleau) sur le papier à travers le ruban encreur.



Figure 21: Une sphère d'impression IBM

- **La boule** : Vers le milieu des années 60, IBM® présente un système d'impression à boule (sélectric) très proche du cylindre dans son principe mais permettant le changement du jeu de caractères avec souplesse.

Les caractères sont disposés sous forme d'anneaux sur la surface de la sphère. Une double rotation horizontale/verticale de celle-ci permet de sélectionner le caractère voulu (figure 22).

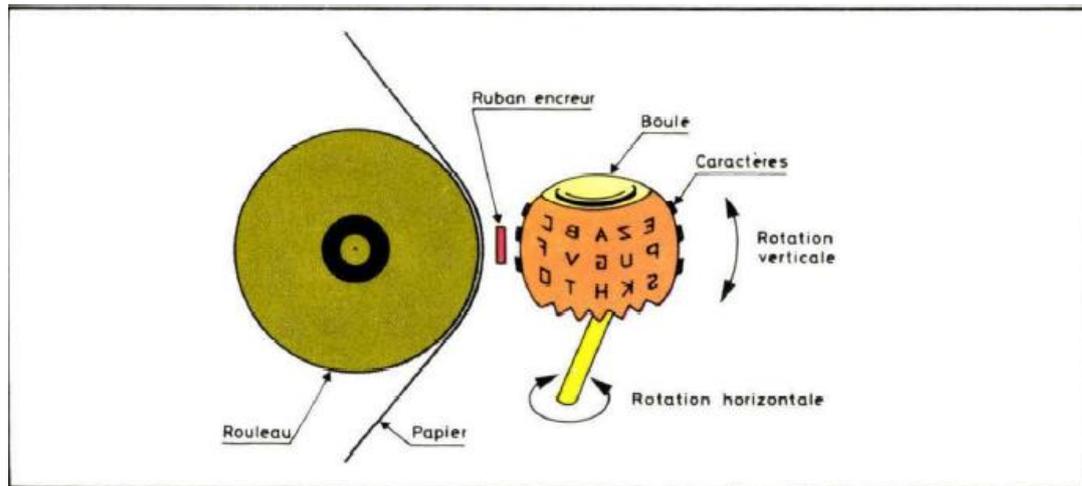


Figure 22: Le principe de la boule- Les caractères sont disposés sous forme d'anneaux sur la surface de la boule. Une double rotation horizontale/verticale de la boule permet de sélectionner le caractère voulu. L'impression est réalisée par projection de la sphère sur le papier.

L'impression est réalisée par projection de la tête sur le papier après son positionnement latéral le long du chariot porte-tête.

Les vitesses ne dépassent guère 15 à 20 caractères par seconde.

Les imprimantes à caractère plein, de type « marguerite » ou « tulipe », sont très utilisées dans les applications de traitement de textes.

■ **Les imprimantes sans impact** : Le procédé d'impression n'est plus, mécanique mais basé sur un phénomène physique : électrostatique, électrolytique thermique ou lumineux (xérogaphie). Dans cette famille, on y retrouve les imprimantes à jet d'encre, imprimantes électrostatiques, imprimantes électrolytiques et électrographiques, imprimantes thermiques et les imprimantes à laser, / xérogaphiques.

- **Imprimantes à jet d'encre** : Les imprimantes à jet d'encre utilisent une des technologies d'impression les plus populaires à l'heure actuelle. En raison de leur coût relativement faible et de leurs capacités d'impression tout usage, les imprimantes à jet d'encre constituent un choix idéal pour les petites entreprises et les bureaux à domicile.

Les imprimantes à jet d'encre utilisent des encres liquides à l'eau et des têtes d'impression avec une série des gicleurs qui vaporisent des gouttelettes d'encre sur la surface du papier. L'ensemble des têtes d'impression est actionné par un moteur à courroie qui les déplace à travers la feuille de papier.

Les imprimantes à jet d'encre étaient à l'origine fabriquées pour une impression en *monochrome* seulement (c'est-à-dire en noir et blanc). Toutefois, le développement de la tête d'impression et l'augmentation des gicleurs ont rendu possible l'utilisation de couleurs supplémentaires à savoir cyan, magenta, jaune et noir. Cette combinaison de couleurs (appelée CMJN ou CMYK de l'anglais Cyan, Magenta, Yellow and Black) permet d'imprimer des images avec une qualité très proche de celle obtenue dans un laboratoire de développement photographique (lors de l'utilisation de certains types de papier couché). Lorsque les imprimantes à jet d'encre sont utilisées avec une qualité

d'impression de texte nette et très lisible, elles constituent un choix tout-en-un parfaitement adapté à des besoins d'impression aussi bien monochromes que couleur.

- **L'impression électrostatique** : Ce procédé consiste en l'impression directe par charge électrique d'un papier spécial et révélateur.

■ **Les imprimantes matricielles à aiguilles** :

La technologie derrière l'impression matricielle est assez simple. Le papier est pressé contre un *tambour* (un cylindre recouvert de caoutchouc) et de manière intermittente est tiré vers l'avant au fur et à mesure que le processus d'impression progresse. La *tête d'impression* au fonctionnement électromagnétique se déplace sur la surface du papier et appuie sur le ruban de l'imprimante se trouvant entre le papier et l'aiguille de la tête d'impression. L'impact de la tête d'impression sur le ruban de l'imprimante laisse sur le papier des points d'encre qui ensemble, créent des caractères lisibles par tout un chacun.

Les imprimantes matricielles à aiguilles affichent des différences au niveau de la résolution de l'impression et de la qualité générale, selon qu'elles utilisent des têtes d'impression à 9 ou 24 aiguilles. Plus le nombre d'aiguilles par pouce est important, plus la résolution est élevée. La plupart des imprimantes matricielles ont une résolution maximale d'environ 240 *ppp* (points par pouce, aussi appelé dpi de l'anglais dots per inch). Bien que la résolution de ce type d'imprimante ne soit pas aussi élevée que celle pouvant être obtenue avec des imprimantes laser ou à jet d'encre, les imprimantes matricielles (ou tout autre imprimante dont l'impression se fait par impact) ont un avantage distinct. Étant donné que la tête d'impression doit appuyer sur la surface du papier avec suffisamment de force pour permettre le transfert de l'encre du ruban sur la page de papier, les imprimantes matricielles sont idéales dans des environnements où des *copies carbonées* doivent être créées en utilisant des documents spéciaux en plusieurs parties. Une couche de carbone (ou tout autre substance permettant la reproduction par impact) recouvre le revers de ces documents permettant ainsi, suite à la pression appliquée, de créer une empreinte sur la feuille de papier qui se trouve au-dessous. Les commerçants et les petites entreprises utilisent souvent des copies carbonées comme reçus ou factures d'achat.

- **Imprimantes à marguerite** : Si vous avez déjà utilisé une machine à écrire manuelle, vous comprendrez facilement le concept technologique derrière les imprimantes à marguerite. Ces dernières sont équipées de têtes d'impression composées de galettes métalliques ou plastiques découpées en *pétales*. Sur chacun d'eux figure la forme d'une lettre (minuscule ou majuscule), d'un nombre ou d'un signe de ponctuation. Le martellement du pétale sur le ruban de l'imprimante entraîne un transfert d'encre sur le papier où la forme précise du pétale est reproduite. Les imprimantes à marguerite sont lentes et bruyantes. Elles ne permettent ni l'impression de graphiques, ni le changement de police de caractères à moins que la galette d'impression ne soit physiquement remplacée. Depuis l'arrivée des imprimantes laser, les imprimantes à marguerite ne sont généralement plus utilisées dans les environnements informatiques modernes.

Au milieu des années 70, naît l'imprimante à caractère plein de type « marguerite » ou « tulipe ». Elles sont très utilisées dans des applications de traitement de textes, du fait de leur grande qualité d'impression. Ces imprimantes sont relativement lentes (15 à 55 caractères par seconde) et

onéreuses pour le marché micro-informatique. L'arrivée d'imprimantes japonaises utilisant cette technologie laisse cependant présager d'une baisse importante des prix.

Le principe d'impression de la « Marguerite » (Daisy wheel), développé initialement par Diablo, repose sur la rotation dans un plan vertical d'une roue dont les rayons sont des bras souples qui supportent chacun un caractère à leur extrémité extérieure.

Le chariot sur lequel est montée la roue se déplace horizontalement le long d'un axe et l'impression est effectuée par la frappe d'un marteau sur les caractères du disque (figure 23).

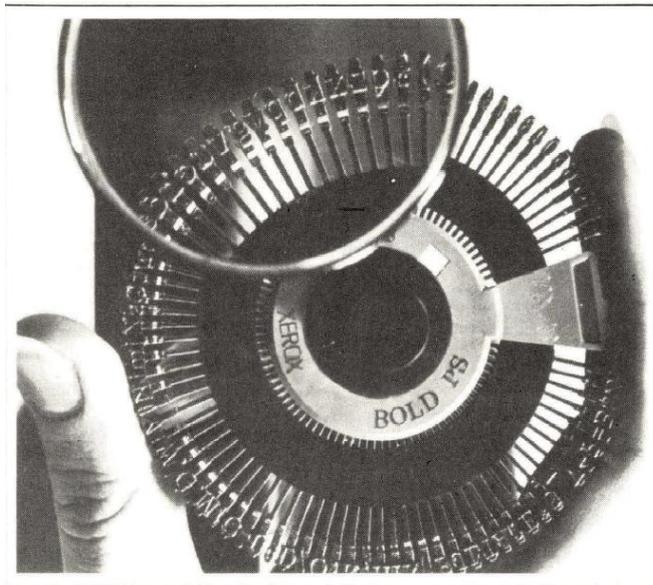


Figure 23: Une tête d'impression « marguerite » et ci-dessous, gros plan sur le marteau de frappe

L'interchangeabilité du disque (plastique ou fer) assure une grande souplesse au niveau des jeux de caractères.

Des efforts sont faits pour augmenter la vitesse d'impression, en utilisant deux têtes par exemple. Le principe de la « Tulipe » utilisée par NEC¹⁰ repose aussi sur la rotation d'un disque mais cette fois-ci dans le plan horizontal, les caractères étant supportés par deux bras verticaux, l'impression est provoquée par la frappe d'un marteau comme la marguerite.

¹⁰ Nec plus ultra



Figure 24: "tulipe" French Pica, 10



Figure 25: Une imprimante tulipe commercialisé par NFC le Spin Writer avec son dispositif d'alimentation des documents

- **Imprimantes ligne** : Dans la catégorie des imprimantes à impact et fonctionnant d'une manière semblable à l'imprimante à marguerite figure l'*imprimante ligne*. Au lieu d'utiliser un jeu d'impression, les imprimantes ligne sont équipées d'un mécanisme leur permettant d'imprimer simultanément de multiples caractères sur la même ligne. La base de ce mécanisme peut être un grand *tambour d'impression* tournant ou une *chaîne d'impression* bouclée. Lors de la rotation du tambour ou de la chaîne d'impression au-dessus de la surface

du papier, des marteaux électromagnétiques placés derrière le papier pressent ce dernier (et le ruban) sur la surface du tambour ou de la chaîne, imprimant par là même sur le papier, la forme du caractère du tambour ou de la chaîne.

En raison de la nature même du mécanisme d'impression, les imprimantes ligne sont beaucoup plus rapides que leurs homologues matriciels à aiguilles ou à marguerite. Toutefois, elles ont tendance à être bruyantes, ont des capacités multipolice limitées et leur qualité d'impression est souvent inférieure à celle des technologies d'impression plus récentes.

Étant donné que les imprimantes ligne sont utilisées pour leur vitesse, elles utilisent un papier spécial pré-perforé de chaque côté qui permet une *alimentation par tracteur*. Grâce à cette technologie, il est possible d'avoir un dispositif d'impression continu très rapide qui ne nécessite aucune supervision et qui s'arrête seulement lorsque l'imprimante est à cours de papier.

Je vais maintenant parler des différents types imprimantes lignes : *l'imprimante à barre oscillante* et les *imprimantes à tambour*, les *imprimantes « chaîne »*, les *imprimantes train chaîne-train*.

L'imprimante à barre oscillante :

L'imprimante à barre oscillante fut l'une des premières imprimantes lignes. Chaque caractère était monté sur un support solidaire d'une barre horizontale se déplaçant longitudinalement devant 132 marteaux. La barre faisait défiler devant chacun des marteaux tous les caractères du jeu. Il suffisait de commander électroniquement la frappe des marteaux au bon moment, lorsque le caractère sélectionné était présent au bon endroit. Une barre porteuse pouvait contenir 2 ou 3 jeux de caractères ce qui augmentait la vitesse d'impression.

A la ligne suivante, les caractères se déplaçaient en sens inverse et ainsi de suite pour les autres lignes.

L'inertie de la barre qu'il fallait déplacer dans un sens puis dans l'autre limitait la vitesse d'impression de ces imprimantes à 200 lignes par minutes (LPM).

Les imprimantes à tambour :

Un système annonçant le tambour vit ensuite le jour. Il consistait à utiliser des roues portant chacune un jeu de caractères complet et dont la rotation autour d'un axe associée à la frappe des marteaux permettait l'impression des caractères choisis immobilisés sur une même ligne.

Cependant, si la technologie des imprimantes à tambour n'est plus de pointe de nos jours, il est bon, tout de même, de s'y attarder car le parc de machines installées était important.

Un cylindre métallique sur lequel est gravé un jeu complet de caractères pour chaque colonne d'impression est en rotation continue à la vitesse constante.

Le papier et le ruban encreur se trouvent entre le tambour et le banc de marteaux. Chaque marteau, activé par un solénoïde, frappe à la volée (figure 26) papier, ruban et caractère adéquat. L'impression d'une ligne correspond à une rotation complète du tambour. Compte-tenu des vitesses atteintes (de 300 à 1 500 caractères par minutes) on peut imaginer combien l'électronique doit-être sophistiquée pour pouvoir synchroniser frappe des marteaux et passage des caractères sélectionnés.

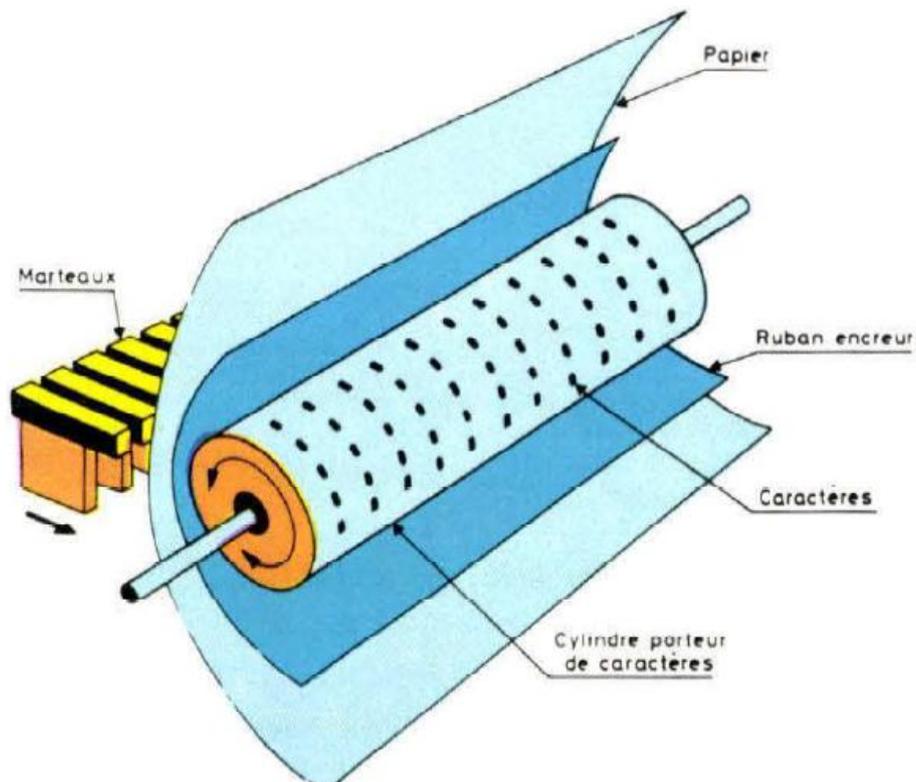


Figure 26: Le principe du tambour – Le tambour est un cylindre métallique sur lequel est gravé un jeu complet de caractères pour chaque colonne d'impression. A chaque tour du tambour, une ligne est imprimée complètement. Le papier et le ruban encreur sont placés entre le tambour et un banc de 132 marteaux pour l'impression simultanée des 132 caractères d'une ligne.

Les imprimantes à « chaîne » :

Vers la fin des années 50, IBM présenta son imprimante 1403 à chaîne (600 lignes par minutes) connectée au système 1401.

Le principe est simple, puisqu'il ressemble pour toute la partie ruban, marteaux et solénoïdes au précédent. Le tambour qui tournait autour d'un axe horizontal est remplacé par une chaîne de caractères tournant autour d'un axe vertical.

Les caractères constituent les maillons de la chaîne et le jeu de caractères est répété plusieurs fois. La sélection des caractères par l'électronique repose sur le même principe que pour le tambour. Là encore, le changement de jeu de caractères n'est pas aisé, mais le problème de l'ondulation verticale des caractères ne se pose plus, bien qu'il puisse parfois laisser place à un décalage horizontal des caractères par rapport aux marteaux.

Les imprimantes à peigne :

TALLY est à l'origine de ce type d'imprimante issu d'un heureux « mariage » entre l'impression « mariage » entre l'impression par barre horizontale et l'impression matricielle. En effet, chaque dent du peigne (qui sert en même temps de marteau) porte une bille au lieu de porter un caractère plein.

Les imprimantes à bandes :

Cette technologie est celle actuellement employée (en 1981) par plusieurs grands constructeurs (on retrouve cette technologie dans les machines écrire électronique).

Les imprimantes matricielles :

Elles sont appelées ainsi parce que le type d'impression utilise une matrice d'aiguilles.

Qu'est-ce qu'une matrice ?

C'est en quelque sorte un rectangle (ou un carré) dont L serait le nombre d'aiguilles et n le nombre de déplacements nécessaires à la tête pour « dessiner » un caractère. Cette définition s'exprime sous la forme d'un produit de deux chiffres ($n \times L$) dont le premier, n, est toujours le nombre de déplacements en « PAS » et le second, L, le nombre d'aiguilles de la tête d'impression.

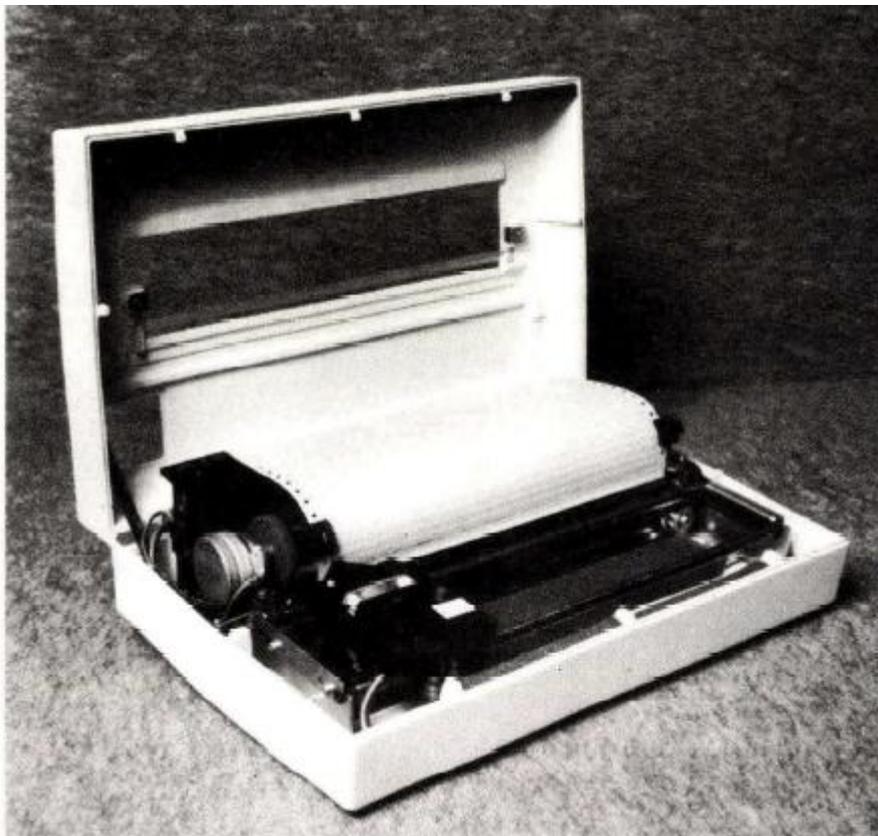


Figure 27: Une imprimante à aiguille

- **Imprimantes laser :** Les imprimantes laser, une technologie plus ancienne que les imprimantes à jet d'encre, constituent une autre alternative à l'impression par impact basée sur des produits propriétaires. Les imprimantes laser sont connues pour leur rendement élevé et leur faible coût unitaire. Elles sont souvent déployées dans les entreprises en tant que centre d'impression pour les groupes de travail ou services, des environnements où les exigences en matière de performance, durabilité et rendement sont des critères importants. Étant donné que les imprimantes laser répondent parfaitement à ces exigences (et ce, à un

coût modique par page), cette technologie est considérée par beaucoup comme étant le pilier de l'impression en entreprise.

Les imprimantes laser partagent plus ou moins les mêmes technologies que les photocopieuses. Des tambours tirent les feuilles de papier depuis un plateau d'alimentation et la passent à travers un *tambour ionisateur* qui donne au papier une charge électrostatique. En même temps, un tambour d'impression reçoit lui une charge opposée. La surface du tambour qui est alors balayée par un laser est déchargée à certains endroits afin que seuls ne soient chargés les points correspondant au texte ou à l'image devant être imprimée. Cette charge est alors utilisée pour forcer le toner à adhérer à la surface du tambour.

Le papier et le tambour entrent ensuite en contact ; en raison de leurs charges opposées, le toner adhère au papier. Finalement, le papier est acheminé entre des *tambours de fusion* qui chauffent le papier et font fondre le toner qui fusionne alors sur la surface du papier.

■ Imprimantes à cire thermique

Ce type d'imprimante est essentiellement utilisé pour les transparents de présentations commerciales et pour le *proofing* couleur (c'est-à-dire la création de documents et d'images test pour une inspection minutieuse de la qualité, avant que les originaux ne soient envoyés à l'impression sur des imprimantes industrielles offset quatre couleurs). Les imprimantes à cire thermique utilisent généralement des rubans CMJN de la taille d'une feuille qui sont entraînés par des courroies, ainsi que des transparents ou du papier enduit spécialement pour une telle utilisation. Les têtes d'impression contiennent des éléments chauffants qui font fondre chaque couleur de cire sur le papier lors de son passage dans l'imprimante.

■ Imprimantes à sublimation de teinture

Utilisées dans des entreprises telles que des services bureaux — dans lesquels la qualité professionnelle des documents, brochures et présentations est plus importante que les coûts des consommables — les imprimantes à sublimation de teinture (parfois appelées dye-sub) représentent les piliers de l'impression CMJN de qualité. Le concept derrière les imprimantes à sublimation de teinture est semblable à celui des imprimantes à cire thermique, sauf qu'elles utilisent un film de teinture plastique diffusif au lieu de cire de couleur. La tête d'impression chauffe la pellicule de couleur et vaporise l'image sur un papier traité spécialement à ces fins.

La sublimation de teinture est un procédé très courant dans le monde de l'édition et du design ainsi que dans les milieux de la recherche scientifique dans lesquels une extrême méticulosité et un haut niveau de détail sont nécessaires. Ceci étant, un tel niveau de détail et une telle qualité d'impression se payent et le coût se reflète dans les imprimantes à sublimation qui sont aussi connues pour leurs coûts d'impression par page très élevés.

■ Imprimantes à encre solide

Les imprimantes à encre solide, surtout utilisées dans les industries de conditionnement de produits et de design industriel, sont prisées pour leur capacité à imprimer sur une grande variété de types de papier. Comme le nom l'indique, les imprimantes à encre solide utilisent des bâtonnets d'encre durcie qui sont fondus et dont l'encre à base de cire est vaporisée sur les têtes d'impression à travers

de petits gicleurs. Le papier est ensuite enroulé autour d'un cylindre de transfert qui dépose l'encre sur le papier.

Les imprimantes à encre solide sont parfaites pour le prototypage et le proofing de nouveaux designs pour le conditionnement de produits ; ainsi, la plupart des entreprises dont l'activité tourne autour de l'offre de services n'auront pas vraiment besoin de ce type d'imprimante.

- **L'impression électrolytique** : Le papier est imbibé d'une solution électrolytique. Des électrodes font passer un courant électrique à travers le papier, et les ions en provenance des électrodes métalliques forment l'image des caractères.
- **L'impression thermique** : L'impression se fait sur un papier spécial sensible à la chaleur, par échauffement local par stylets ou éléments chauffants.
- **Phénomènes lumineux** : Ce sont les imprimantes dites « XEROGRAPHIQUES ». L'image est formée d'abord sur un support intermédiaire photorécepteur, préalablement chargé, ou par balayage d'un rayon laser sur un support photoconducteur. Le transfert de l'image se fait à l'aide d'un colorant qui se dépose aux endroits où le support est chargé, par contact avec du papier ordinaire puis fixation.

3.11 Disque dur

En 1953, les ingénieurs du laboratoire IBM basé en Californie ont inventé le tout premier disque dur. Depuis ce premier lecteur de disque, les progrès technologiques ont été réalisés à un rythme étonnant, la capacité de données augmentant et la taille et le prix diminuant de façon exponentielle, d'année en année. 60 ans plus tard, les disques durs d'aujourd'hui sont méconnaissables dès les premiers modèles, qui occupaient une pièce entière. Les disques durs d'aujourd'hui sont mesurés en termes de gigaoctets et de téraoctets, plutôt que de mégaoctets - une quantité de données qui aurait été presque inimaginable dans l'histoire des ordinateurs. Nous jetons ici un regard rétrospectif sur l'évolution du disque dur au fur et à mesure qu'il est passé de 5 Mo à 4 To.

1950 – 1970

En **1956**, le premier disque dur commercialisé a été inventé par IBM. Ce disque dur, livré avec le système RAMAC 305, avait la taille de deux réfrigérateurs et pesait environ une tonne. Il contenait 5 Mo de données, pour un coût de 10 000 dollars par mégaoctet.

En **1961**, l'unité de stockage sur disque IBM 1301 a été lancée, qui utilisait des têtes flottant sur une fine couche d'air. Cette avancée a permis de maintenir les têtes plus près des plateaux, augmentant ainsi la densité de stockage.

Le premier disque dur amovible a été créé en **1963**. L'IBM 1311 contenait 6 disques et pouvait contenir 2,6 Mo de données.

En **1964**, l'IBM 2311 était le premier lecteur de disque standardisé, qui pouvait être utilisé sur plusieurs versions de l'ordinateur System / 360.

Memorex a été la première société distincte d'IBM à produire un lecteur de disque compatible IBM en **1968**.

Western Digital (d'abord nommé General Digital Corporation) a été fondé en Californie en 1970. 1970 a également été la première année où la correction d'erreurs a été intégrée aux disques durs.

En **1973**, l'IBM Winchester Drive a été introduit avec trois modules de données amovibles et scellés.

La société Seagate a été fondée en 1979 et IBM a présenté son lecteur «Piccolo», stockant 64 Mo sur huit disques. Cette année également, IBM a sorti le modèle 3370, qui a été le premier à utiliser des têtes à couche mince.

1980 - L'ère de l'informatique à domicile

En **1980**, IBM a produit le premier lecteur de disque d'une capacité de gigaoctets, le 3380. Ce disque dur pesait plus de 500 livres et avait une capacité de 2,5 Go. Cela a coûté 40 000 \$. Seagate a également produit le premier disque dur de 5,25 pouces en 1980. Il avait une capacité de 5 Mo et coûtait 1 500 \$.

En **1983**, le premier disque dur de 3,5 pouces a été produit par la société écossaise Rodime. Le lecteur avait deux plateaux et pouvait stocker 10 Mo de données.

L'année **1986** a vu l'introduction de la norme d'interface SCSI, utilisée par l'ordinateur Mac Plus d'Apple.

PrairieTek a lancé le premier disque dur de 2,5 pouces en **1988**, conçu pour être utilisé dans les ordinateurs portables. Il avait une capacité de 20 Mo sur deux plateaux de disques.

1990 - les ordinateurs deviennent portables

En **1991**, IBM a sorti son disque 0663 Corsair, le premier disque dur à utiliser des têtes magnéto-résistives. Il a stocké 1 Go de données sur huit disques.

Les disques durs ont continué à devenir plus petits avec le lancement du disque Integra Peripherals 1,8 pouces en 1991 et du disque dur HP Kittyhawk 1,3 pouces en 1992.

En **1997**, IBM a présenté le premier disque dur à utiliser des têtes géantes magnéto-résistives (GMR), le «Titan». Le lecteur de disque de 3,5 pouces avait une capacité de 16,8 Go.

IBM a lancé Microdrive en 1998, qui stockait 340 Mo de données sur un plateau de disque de 1 pouce.

Au tournant du millénaire

En **2003**, le premier lecteur série ATA a été produit par Seagate. La même année, IBM vend sa division de stockage de données à Hitachi.

La capacité des disques durs a continué d'augmenter vers la fin de la décennie, les premiers disques durs de 3 To étant commercialisés par Seagate et Western Digital en 2010.

Disques durs d'aujourd'hui

En 2012, presque tous les disques durs du monde étaient produits par seulement trois fabricants - Seagate, Western Digital (qui a acquis Hitachi) et Toshiba, qui a acquis la division des disques durs de Fujitsu en 2009. Les trois sociétés ont expédié des disques de 4 To entre 2011 et 2012.

3.12 Carte mère

1981 La première carte mère, appelée à l'origine «planaire», a été utilisée dans l'ordinateur personnel IBM.

1984 Le facteur de forme de la carte mère AT, ou Full AT, a été introduit par IBM en août 1984.

1985 IBM a introduit le facteur de forme de la carte mère Baby AT en 1985.

1987 Le facteur de forme de la carte mère LPX a été développé par Western Digital en 1987.

1995 Intel a publié la première version de la spécification ATX pour les cartes mères en juillet 1995.

1997 Intel, dans un effort conjoint avec DEC et IBM, a développé le facteur de forme NLX en mars 1997.

1997 Les premières cartes mères supportant AGP sont commercialisées en août 1997 par Intel et en novembre 1997 par FIC.

1997 La carte mère et les spécifications microATX ont été introduites par Intel en décembre 1997.

1998 Intel a introduit le facteur de forme ¹¹de la carte mère WTX en septembre 1998.

1999 Intel a introduit le facteur de forme de la carte mère FlexATX en 1999.

2000 Kontron a introduit la spécification de la carte mère ETX au début de 2000.

2001 Le facteur de forme de la carte mère UTX a été introduit par TQ-Components en 2001.

2001 Le facteur de forme Mini-ITX a été développé et introduit sur le marché par VIA Technologies en novembre 2001.

2003 Le standard PCI Express est introduit en 2003 par le PCI-SIG. Les cartes mères avec un slot PCI Express ont été publiées plus tard la même année.

2003 Le facteur de forme Nano-ITX pour les cartes mères a été introduit en mars 2003.

2004 NVIDIA a introduit sa technologie SLI en 2004, permettant de relier deux cartes vidéo ensemble sur une carte mère.

2004 Intel a publié le facteur de forme et les spécifications BTX pour les cartes mères en février 2004. Les facteurs de forme microBTX et PicoBTX ont également été lancés la même année.

¹¹ En informatique, le **facteur d'encombrement** (on utilise parfois le terme anglais *form factor*) d'une carte mère spécifie ses dimensions. Le facteur d'encombrement le plus courant est l'ATX.

- 2004** Le facteur de forme Mobile-ITX pour les cartes mères a été introduit en mars 2004.
- 2005** Le PICMG, un groupe de plus de 150 entreprises, a introduit le facteur de forme COM Express en 2005.
- 2005** Le facteur de forme et les spécifications de la carte mère XTX ont été publiés en 2005.
- 2006** L'utilisation de deux cartes vidéo avec une carte mère microATX est devenue possible en 2006 pour les joueurs sur ordinateur.
- 2006** Supermicro a lancé le facteur de forme de la carte mère SWTX en 2006.
- 2007** Le facteur de forme Pico-ITX pour les cartes mères a été introduit en avril 2007.
- 2007** AMD a développé le facteur de forme DTX en janvier 2007. AMD a également développé et publié le facteur de forme Mini-DTX en 2007.
- 2010** EVGA a lancé le facteur de forme de la carte mère HPTX en 2010.

Références

- [1] <https://history-computer.com/Library/AHI.pdf>
- [2] https://history-computer.com/Library/mouse_patent.pdf
- [3] <https://history-computer.com/Library/US661619.pdf>

Biographie

1. Gerad O'Regan, « Introduction to the History of Computing », Springer, 2016
2. <https://history-computer.com/>
3. Paolo Zanella, Yves Ligier, « Emmanuel Lazard, Architecture et technologie des ordinateurs », 6^e édition, DUNOD, 2018
4. <https://www.doungengelbart.org/>
5. <https://www.journaldunet.com/solutions/dsi/1439758-l-evolution-de-la-souris-d-ordinateur/>
6. Philippe Bellaïche, « Les secrets de l'image vidéo », 11^e édition, EYROLLES 2020
7. <https://www.cigref.fr/archives/histoire-cigref/blog/histoire-des-premiers-ecrans-aux-ecrans-tactiles/>
8. <https://www.histoire-informatique.org>
9. <https://www.computerhope.com/history/index.htm>