

Histoire de l'informatique

Tome 1 : Les histoires

Par Dimitri PIANETA

Introduction

Ce tome 1 sur l'histoire de l'informatique – L'histoire- est un regroupement de documents écrits et livres sur le sujet dans un seul tome.

Je me suis basé sur la littérature française, américaine et anglaise sur le sujet et aussi différents sites internet qui traitent le sujet.

Je me suis aussi basé sur différents musées du numérique en France et en Amérique pour en ce tome 1.

Je n'ai pas voulu traiter tout les ordinateurs car certains magazines le fait mieux que moi dans les années passée.

Je vous souhaite une bonne lecture.

Dimitri PIANETA

Introduction.....	2
Chapitre 1 : Historique	5
1.1 La « Préhistoire » -3000 -1945	5
Multiplication de nombres à plusieurs chiffres.....	11
1.2 Les prémisses des ordinateurs (1937-1946).....	24
1.3 Les premiers ordinateurs 1946-1955	28
1.4 La mini informatique 1956-1970	32
1.4.1 L'ordinateur devient interactif	32
1.5 L'ordinateur devient accessible aux particuliers 1971-1976.....	42
1.6 L'ordinateur devient "micro" 1977-1980	50
1.7 La micro devient familiale	57
Chapitre 2 : Evolution de la machine à calcul.....	72
2.1 : Aides au calcul non mécanisées	72
2.1.1 Tables à calcul et bouliers	72
2.1.2 Bâtonnets de Neper et réglettes multiplicatrices	73
2.2 : Premières machines mécaniques.....	75
2.2.1 Prototype de Da Vinci.....	75
2.2.2 Machine de Schickard.....	76
2.3 Machine de Pascal.....	78
2.6.1 Arithmomètre de Thomas	82
2.6.2 Le clavier	83
2.6.4 La multiplication directe.....	87
2.7 : Les machines électromécaniques.....	93
2.7.1 La mécanographie	94
2.7.2 Leonardo Torrès y Quevedo	96
2.7.3 Bell Labs Relays Computer	96
2.7.4 Machines de Zuse	98
2.7.5 Machine Harvard-IBM (Harvard Mark 1).....	100
2.8 : Les machines électriques.....	100
2.8.1 L'ABC (Atanasoff Berry Computer)	101
2.8.2 L'ENIAC	102
2.8.3 Manchester Mark 1	104
2.9 : Les générations d'ordinateurs.....	104
2.9.1 Première génération (1948-1956).....	105

2.9.3Troisième génération (1964-1971).....	106
Chapitre 3 : Evolution de l'ordinateur (1940 à 1960).....	108
Z4	108
Colossus.....	108
ENIAC.....	110
Whirlwind : 1951	110
UNIVAC I	111
WITCH.....	112
BESK : 1953.....	112
IBM 702 : 1955	113
IBM NORC : 1954	114
IBM 305 RAMAC : 1956	115
Bendix G-15 : 1956	115
Pegasus : 1956.....	116
AN/FSQ-7 : 1958.....	116
IBM 7090 : 1959	118
AKAT-1 : 1959	118
BRLESC I : 1962	120
Honeywell 200 : 1963.....	121
UNIVAC 1108 : 1964	121
Bibliographie.....	122

Chapitre 1 : Historique

1.1 La « Préhistoire » -3000 -1945

-10 000 : Les Sumériens ont été les premiers à utiliser un système permettant de traiter l'information (transactions, mémorisation, contrôle...)

Les Sumériens ont inventé le premier instrument physique pour calculer l'abaque (abacus). Qui permettait d'effectuer des additions, soustractions, des multiplications et divisions.

Cette machine a été considérée comme la première machine de calcul. Les Sumériens ont effectué le système de calcul sur 60. Ce système est appelé le système sexagésimal. Actuellement, nous utilisons ce système pour calculer les heures en 60 secondes, 60 minutes.

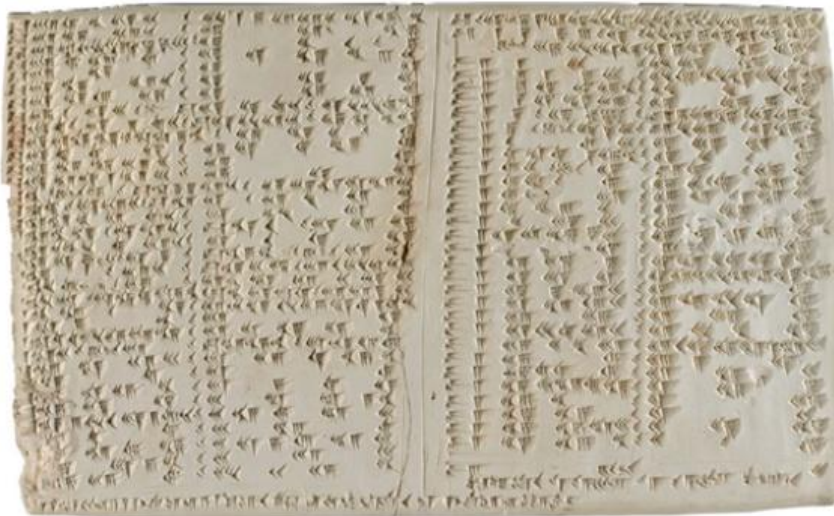


Figure 1: Table mathématique de la division et conversions de la fraction des Uruk Mésopotamie

-3 000 : Période de l'empereur Chinois Fou-Hi dont le symbole magique, l'octogone à trigamme contient les 8 premiers nombres représentés sous forme de binaire par des traits interrompus ou non : 000 001 010 011 etc...



-700 : Le Scytale. Chez les Spartiates, la **scytale**, également connue sous le nom de **bâton de Plutarque**, était un bâton de bois utilisé pour lire ou écrire une dépêche chiffrée. Considérée comme le plus ancien dispositif de cryptographie militaire connue, elle permettait l'inscription d'un message chiffré sur une fine lanière de cuir ou de parchemin que le messager pouvait porter à sa ceinture.

Après avoir enroulé la ceinture sur la scytale, le message était écrit en plaçant une lettre sur chaque circonvolution. Pour le déchiffrer, le destinataire devait posséder un bâton d'un diamètre identique à celui utilisé pour l'encodage. Il lui suffisait alors d'enrouler la scytale autour de ce bâton pour obtenir le message en clair.

Il s'agit de l'un des plus anciens chiffrements de transposition ayant été utilisé. Plutarque raconte son utilisation par Lysandre de Sparte en 404 av. J.-C.



-500 : Apparition au Moyen Orient du premier « outil » de calcul : l'abaque et le boulier. L'abaque est la version « Occidentale » du boulier. Son fonctionnement est sensiblement le même.

-300 : Le philosophe Grec Aristote définit dans son œuvre ce qu'est la logique. Apparition du premier algorithme dont la description nous soit parvenue des Babyloniens.

-150 : Machine d'Anticythère. La **machine d'Anticythère**, appelée également **mécanisme d'Anticythère**, est considérée comme le premier calculateur analogique antique permettant de calculer des positions astronomiques. C'est un mécanisme de bronze comprenant des dizaines de roues dentées, solidaires et disposées sur plusieurs plans. Il est garni de nombreuses inscriptions grecques.

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



60 : Programmation de Robot

Heron de Alexandrie (10 – 85) qui est un ingénieur Alexandrie qui était bien connu pour le design et construit le premier automate.

623 : Le philosophe **Francis Bacon** invente le **Code Bilitère** à deux lettres qui permet en utilisant 5 caractères de coder les lettres de l'Alphabet.

850 : On Deciphering Cryptographic Messages de Abu Yusuf Ya'qub ibn Ishaq al-Sabbah Al-Kindi (801-873). Al KWarizmul introduit la notion algorithmme.



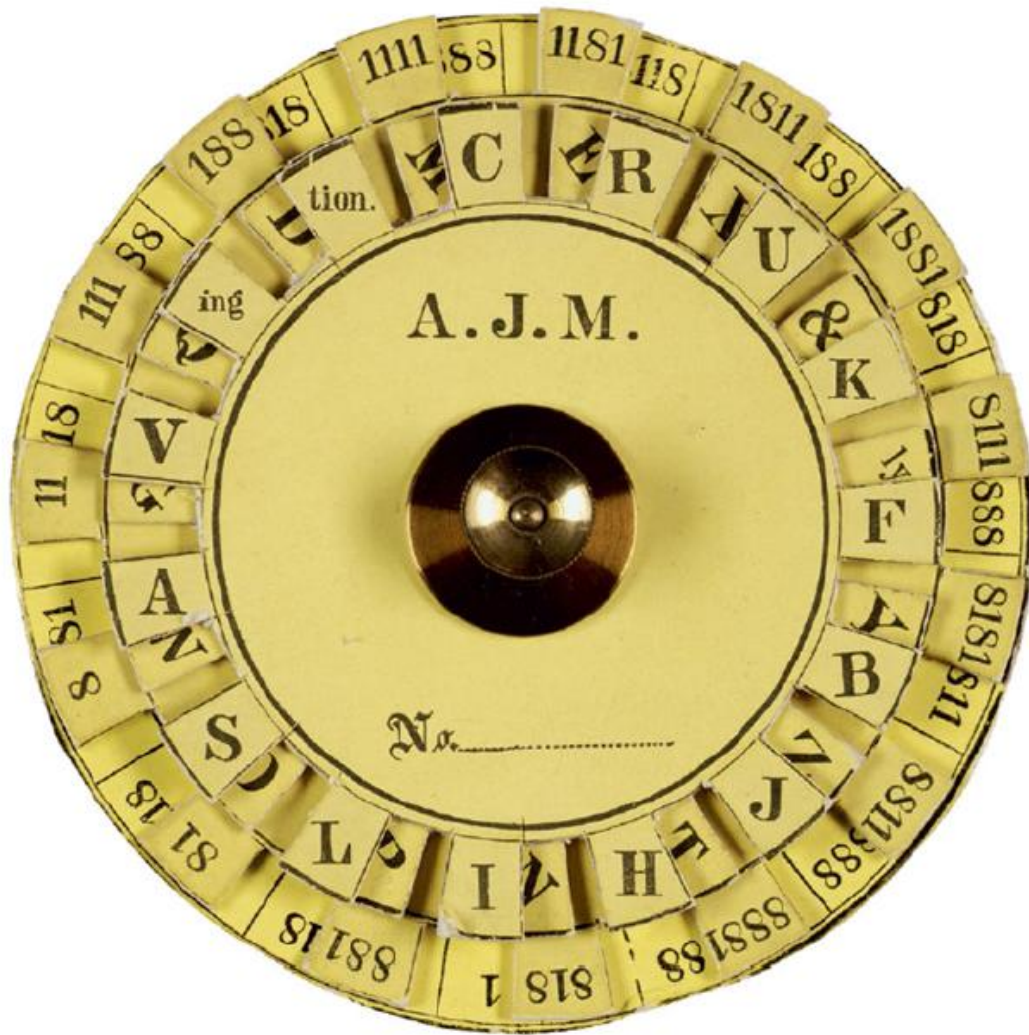
1470 : Disque de chiffrement (en anglais Cipher Disk) : Le disque de chiffrement est un outil de chiffrement et de déchiffrement développé en 1470 par l'architecte et auteur italien Leon Battista Alberti. Il a construit un appareil, (appelé éponyme disque de chiffrement Alberti) composé de deux plaques circulaires concentriques montées l'une sur l'autre. La plus grande plaque est appelée la

"stationnaire" et la plus petite la "mobile" puisque la plus petite pourrait se déplacer au-dessus de la "stationnaire". La première incarnation du disque avait des plaques en cuivre et comportait l'alphabet, dans l'ordre, inscrit sur le bord extérieur de chaque disque dans des cellules réparties uniformément le long de la circonférence du cercle. Cela a permis aux deux alphabets de se déplacer l'un par rapport à l'autre, créant une clé facile à utiliser. Plutôt que d'utiliser un tableau peu pratique et compliqué indiquant la méthode de chiffrement, on pourrait utiliser le disque de chiffrement beaucoup plus simple. Cela a rendu le cryptage et le décryptage plus rapides, plus simples et moins sujets aux erreurs.

C'est aussi appelé le disque de Leon pour Léon Battista Alberti (1404-1472). Aussi connu sous le nom de «formule», le disque de Leon Battista Alberti en est un des premiers exemples de dispositif mécanique destiné à crypter l'anglais. Il comprend deux cercles de cuivre concentriques, avec l'alphabet inscrit chacun dans le bon ordre. Chaque lettre est espacée uniformément du suivant sur son propre cercle, tout en étant aligné avec la lettre dans le autre cercle au-dessous ou au-dessus. La bague extérieure est fixe; la bague intérieure tourne, alignant différentes lettres avec le fixe (et correctement ordonné) l'alphabet au-dessus.

Pour encoder un message, on aligne une lettre du cercle intérieur avec une lettre spécifique sur le cercle extérieur. C'est ce qu'on appelle l'index. Le reste de l'alphabet dans le cercle intérieur est maintenant aligné avec les nouvelles lettres dans l'alphabet. On encode ensuite le contenu écrit selon le nouveau substitut. Ce type de cryptage est appelé polyalphabétique chiffre de substitution.

De petites modifications peuvent rendre le message beaucoup plus difficile à déchiffrer. Pour exemple, Alberti aurait pu utiliser un L comme index pour la première partie de son message puis alerté le déchiffreur avec un signal secret qu'il commuté l'index à, disons, P à un moment ultérieur du message. Sans pour autant connaissance de ces règles, il était extrêmement difficile (à l'époque) de craquer le chiffrement, car l'approche consistant à utiliser la distribution de fréquence lettre dessiner une correspondance entre les lettres en texte brut les plus courantes et les lettres de texte chiffré les plus courantes pour déchiffrer le chiffrement de substitution - n'était pas largement connue. Il a décrit son invention de chiffrement dans ses 1467 traités, De Cifris.



XIIIe siècle : L'horlogerie est née.

1580 : John NAPIER invente les logarithmes. Bâtons de Neper (Napier). En Bois, en os ou en ivoire, ils se composent de 10 cases divisés par une diagonale ; dans le triangle inférieur droit figure le chiffre des unités du produit et dans le supérieur gauche, le chiffre des dizaines. Ils seront utilisés pendant plus de 200 ans.

1613 : premier enregistreur du monde de l'ordinateur. Inventé par Richard Brathwaite (1588-1673).



1614 : Logarithmes et bâtonnets. Après avoir inventé les logarithmes, l'Écossais John Neper (1550-1617) invente une aide de calcul sous forme de bâtonnets qui permettent de réduire une multiplication à une suite d'additions. Ces bâtonnets matérialisent des tables de multiplication portative dont l'écriture facilite le calcul des retenues entre les colonnes successives. Le mathématicien anglais Henry Briggs (1556-1630) entreprend de produire des tables ; son *Arithmetica Logarithmica* (1624) indique les logarithmes de 30 000 nombres avec quatorze décimales, suivi en 1633 d'une *Trigonometria Britannica*. Les tables logarithmiques, puis trigonométries, révolutionneront la pratique du calcul en facilitant de nombreuses opérations dans les sciences et les techniques.



Principe :

Multiplication par un nombre inférieur à 10

À titre d'exemple, on effectue le produit de **46 785 399** par **7**. Pour cela, on forme le nombre 46 785 399 sur la partie supérieure du tableau. On lit ensuite sur la septième ligne le résultat de la multiplication de chaque chiffre par 7. La disposition obtenue est telle que le résultat se lit directement en additionnant les chiffres qui apparaissent dans les bandes diagonales, de droite à gauche et avec retenues si nécessaire.

1	4	6	7	8	5	3	9	9								
2	0	8	1	4	1	6	1	0	6	1	8	1	8			
3	1	2	1	8	2	1	2	4	1	5	0	9	2	7	2	7
4	1	6	2	4	2	8	3	2	2	0	1	2	3	6	3	6
5	2	0	3	0	3	5	4	0	2	5	1	5	4	5	4	5
6	2	4	3	6	4	2	4	8	3	0	1	8	5	4	5	4
7	2	8	4	2	4	9	5	6	3	5	2	1	6	3	6	3
8	3	2	4	8	5	6	4	4	0	2	4	7	2	7	2	2
9	3	6	5	4	6	3	7	2	4	5	2	7	8	1	8	1

2	8	4	2	4	9	5	6	3	5	2	1	6	3	6	3
3	2	7	4	9	7	7	9	3							

$7 \times 1 =$	7
$7 \times 2 =$	1 / 4
$7 \times 3 =$	2 / 1
$7 \times 4 =$	2 / 8
$7 \times 5 =$	3 / 5
$7 \times 6 =$	4 / 2
$7 \times 7 =$	4 / 9
$7 \times 8 =$	5 / 6
$7 \times 9 =$	6 / 3

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

PLATEAU

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	1	1	2	2	2	0
0	0	1	1	2	2	3	3	3	0
0	1	1	2	3	3	4	4	4	0
0	1	2	2	3	4	5	5	5	0
0	2	2	3	4	5	6	6	6	0
0	2	3	4	5	6	7	7	7	0
0	3	3	4	5	6	7	8	8	0
0	3	4	5	6	7	8	9	9	0

Bâtons de Napier

Sur l'exemple on obtient successivement les unités (3), dizaines (6+3=9), centaines (6+1=7), etc.

Multiplication de nombres à plusieurs chiffres

On multiplie cette fois **46 785 399** par **96 431**. On trouve facilement par le procédé précédent les produits partiels par 9, 6, 4, 3 et 1. Il reste simplement à les placer de façon adéquate et à les sommer.

1	4	6	7	8	5	3	9	9
2	0/8	1/2	1/4	1/6	1/0	0/6	1/8	1/8
3	1/2	1/8	2/1	2/4	1/5	0/9	2/7	2/7
4	1/6	2/4	2/8	3/2	2/0	1/2	3/6	3/6
5	2/0	3/0	3/5	4/0	2/5	1/5	4/5	4/5
6	2/4	3/6	4/2	4/8	3/0	1/8	5/4	5/4
7	2/8	4/2	4/9	5/6	3/5	2/1	6/3	6/3
8	3/2	4/8	5/6	6/4	4/0	2/4	7/2	7/2
9	3/6	5/4	6/3	7/2	4/5	2/7	8/1	8/1

$$\begin{array}{r}
 46785399 \\
 \times 96431 \\
 \hline
 46785399 \\
 140356197 \\
 187141596 \\
 280712394 \\
 + 421068591 \\
 \hline
 4511562810969
 \end{array}$$

Application à la division

Le fait de disposer d'un algorithme de calcul des produits facilite également la division. On suit la disposition de l'algorithme traditionnel de calcul de la division. Parallèlement, on forme sur la première ligne du plateau la suite des chiffres du diviseur, ce qui permet de lire très rapidement le produit du diviseur par les chiffres de 1 à 9. Il suffit de choisir parmi eux celui qui est immédiatement inférieur au dividende. On calcule alors le reste par soustraction, et on poursuit l'algorithme.

1	9	6	4	3	1
2	1/8	1/2	0/8	0/6	0/2
3	2/7	1/8	1/2	0/9	0/3
4	3/6	2/4	1/6	1/2	0/4
5	4/5	3/0	2/0	1/5	0/5
6	5/4	3/6	2/4	1/8	0/6
7	6/3	4/2	2/8	2/1	0/7
8	7/2	4/8	3/2	2/4	0/8
9	8/1	5/4	3/6	2/7	0/9

96431		
192862	46785399	96431
289293	385724	485
385724	8212999	
482155	771448	
578586	498519	
675017	482155	
771448	16364	
867879		

Bien entendu, cette technique s'applique aussi bien pour déterminer le résultat d'une division entière avec reste, que d'une division à virgule.

1621 : La règle logarithmique.

Si vous placez deux règles ordinaires côte à côte, avec le début d'une règle située au 5 de l'autre, lors les deux échelles peuvent être utilisées pour calculer rapidement le résultat de l'ajout du nombre 5 à n'importe quel nombre.

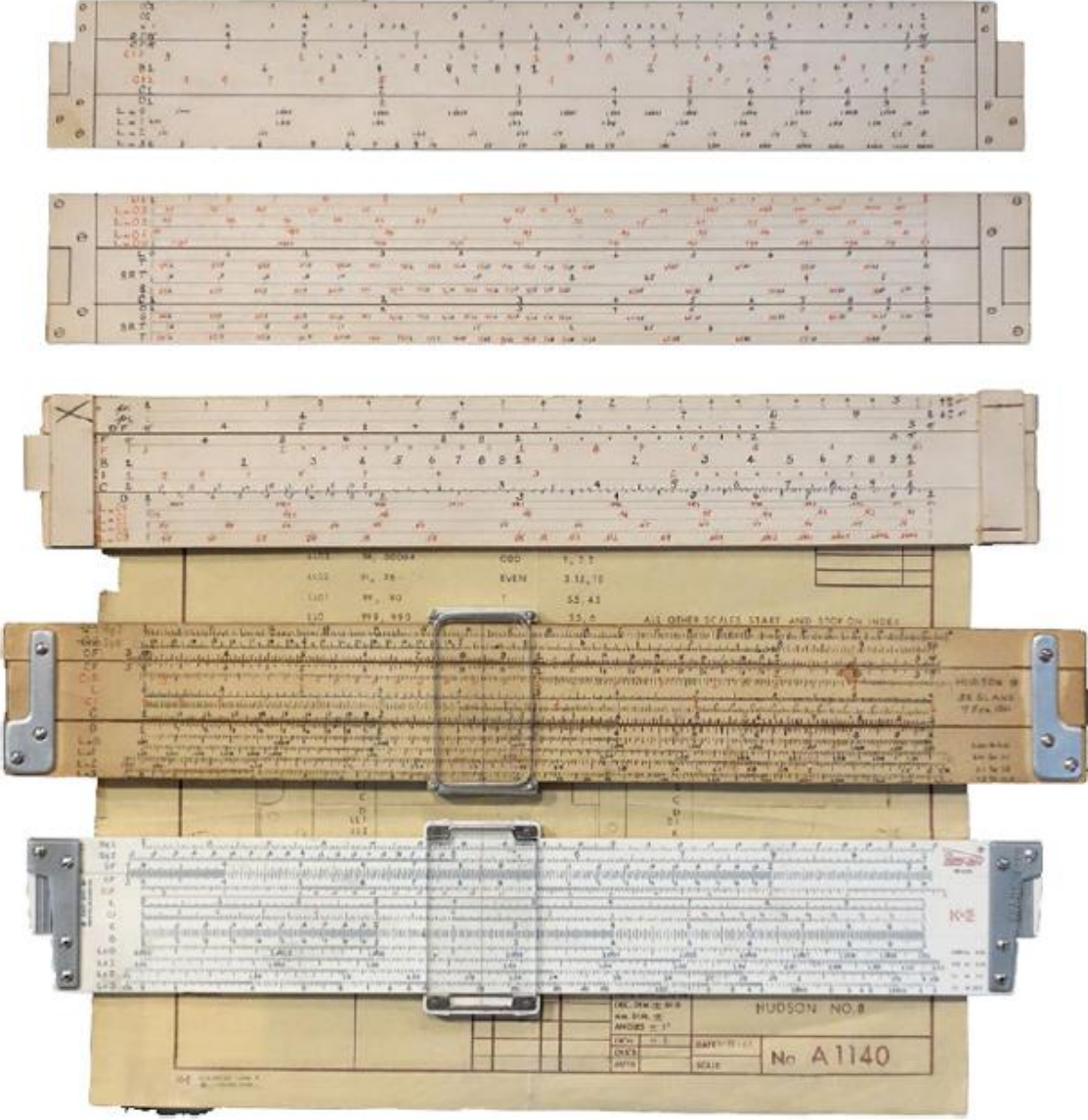
Dans sa forme la plus simple, la règle à calcul fait la même chose, sauf les nombres ajoutés sont imprimés sur deux échelles logarithmiques, donc en ajoutant à la distance multiplie en fait les nombres. La précision est limitée à environ trois chiffres, bien que de grandes règles à calcul puissent être précises à quatre.

Les logarithmes répondent à la question de savoir combien de fois un nombre doit être multiplié pour obtenir un autre nombre. La construction de la règle à calcul nécessitait trois inventions clés. Le premier était la découverte de la fonction logarithme elle-même par John Napier, un écossais noble. Napier a développé un appareil mécanique maintenant appelé Napier's les os, qui permettaient la multiplication et la division de nombres à plusieurs chiffres par tout autre nombre compris entre 2 et 9. Il a également écrit un livre fondateur sur logarithmes après avoir réalisé qu'ils pourraient être

utilisés pour réduire la charge de calcul. Le livre de Napier contenait 57 pages de texte et 90 pages de tableaux numériques. Il a publié ce traité en 1614, trois ans seulement avant sa mort.

Peu de temps après la publication de Napier, Edmund Gunter, un anglais mathématicien et pasteur, a créé un appareil en bois qui ressemblait à un règle qui avait plusieurs échelles. L'une de ces échelles, appelée NUM, était logarithmique. Aux extrémités des échelles se trouvaient des épingles en laiton, où la pointe d'une boussole pourrait être posée. À l'aide d'une boussole pour mesurer la distance, un pourrait mesurer mécaniquement deux distances et ajouter les distances ensemble, ce qui facilite le calcul d'un produit. William Oughtred, mathématicien anglais et ministre anglican, s'est rendu compte que l'invention de Gunter pourrait être rendue beaucoup plus utile en combinant deux règles glissantes. Son appareil du début de 1630 était circulaire; dans les années 1650, il avait 34 a conçu la règle à calcul moderne, avec deux échelles fixes et une règle mobile entre eux.

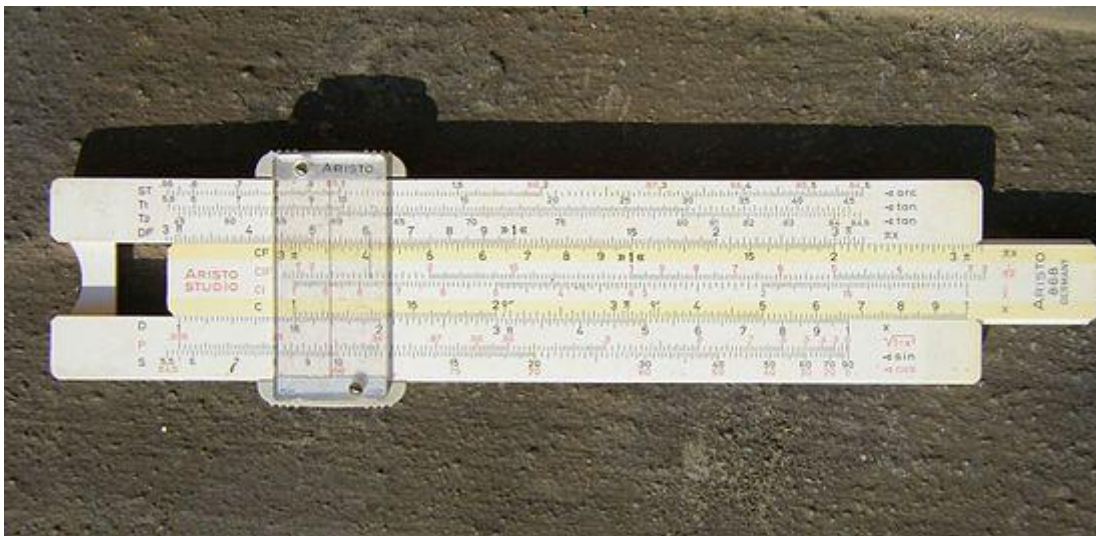
Portable, pratique et pas terriblement difficile à maîtriser, la règle à calcul est devenue à la fois un outil de l'ordinateur électronique, les règles à calcul ont dominé dans les écoles et sur le lieu de travail développement de calculatrices électroniques portables dans les années 1970.



1623 : Wilhelm Schickard invente ce qu'il appelle une horloge calculante. Elle était composée de 6 cylindres népériens, de réglettes coulissantes et de 6 disques opérateurs. Elle calculait mécaniquement grâce à des roues dentées et pouvait réaliser additions, soustractions, multiplications et mémorisation des résultats intermédiaires. La machine a rapidement sombré dans l'oubli car son inventeur habitant en Allemagne du Sud dans une région ravagée par la guerre de 30 ans. Détruite en 1624, elle ne sera reconstruite qu'en 1960 d'après les plans originaux.



1632 : L'Anglais **Oughtred** invente la Règle à calcul.



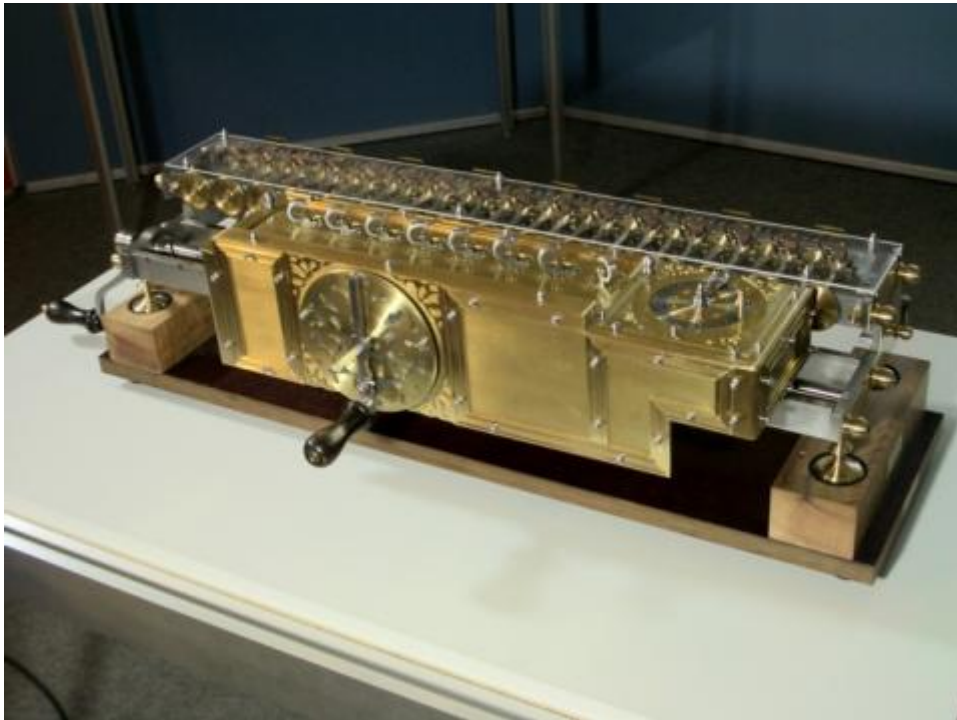
1642 : **Pascal** met au point, pour aider son père collecteur des impôts à Rouen, la **Pascaline** qui pouvait traiter les additions et les soustractions. Contrairement à la machine de **Schickard**, elle eut un certain succès d'estime à la cour du Roi. C'est pour cela qu'elle est souvent considérée comme la première machine à calculer de l'histoire.



1666 : L'Anglais **Moreland** invente le principe de la multiplication par additions successives.

1679 : Leibnitz découvre et met au point une arithmétique binaire (et analyse les octogrammes de Fou-Hi). Il invente aussi en **1694** une machine à calculer dérivée de la Pascaline mais capable de traiter les multiplications et divisions.

1694 : Multiplicatrice de Leibniz. Une machine à calculer dérivée de la Pascaline mais capable de traiter les multiplications, divisions et même des racines carrés, le tout par une série d'additions sous la dépendance d'un compteur. Cette machine, inspirée par la Pascaline, n'aura pas le succès de celui-ci.



1703 : Arithmétique Binaire.

Toutes les informations à l'intérieur d'un ordinateur sont représentées comme une série de binaires chiffres - 0 et 1 - mieux connus sous le nom de bits. Pour représenter des nombres plus grands ou caractères: nécessite de combiner plusieurs chiffres binaires en nombres binaires, également appelés mots binaires.

Nous écrivons des nombres décimaux avec le chiffre le moins significatif à droite côté; chaque chiffre successif à gauche représente 10 fois plus comme le chiffre précédent, donc le nombre 123 peut être expliqué comme:

$$123 = 1 \times 100 + 2 \times 10 + 3 \times 1$$

Qui est également égal à:

$$123 = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 1^0$$

Les nombres binaires fonctionnent de la même manière, sauf que le multiplicateur est 2, plutôt que 10. Le nombre cent vingt-trois serait donc écrit:

$$1111011 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

Bien que les formes de systèmes de nombres binaires puissent être remontées à la Chine ancienne, l'Égypte et l'Inde, c'était le mathématicien allemand Gottfried Wilhelm Leibniz qui a élaboré les règles d'addition binaire, soustraction, multiplication et division, puis les a publiées dans son essai, «Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caractères 0 & 1; avec des remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne le sens des anciennes figures chinoises de Fohy » (« Explication de l'arithmétique binaire, qui n'utilise que les caractères 0 & 1; avec des remarques sur son utilité et le sens qu'il donne aux anciennes figures chinoises de Fuxi »).

L'un des avantages de l'arithmétique binaire, écrit-il, est qu'il n'y a pas besoin de mémoriser les tables de multiplication ou d'effectuer des essais multiplications pour calculer les divisions: il suffit d'appliquer un petit ensemble de règles simples.

Tous les ordinateurs modernes utilisent la notation binaire et effectuent de l'arithmétique en utilisant les mêmes lois que Leibniz a d'abord conçues.

TABLE 86 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

DES NOMBRES entiers au-dessous du double du plus haut degré. Car icy, c'est comme si on disoit, par exemple, que 111 ou 7 est la somme de quatre, de deux & d'un. Et que 1101 ou 13 est la somme de huit, quatre & un. Cette propriété sert aux Essayeurs pour peser toutes sortes de masses avec peu de poids, & pourroit servir dans les monnoyes pour donner plusieurs valeurs avec peu de pieces.

Cette expression des Nombres étant établie, sert à faire tres-facilement toutes sortes d'operations.

Pour l'Addition par exemple.

110	6	101	5	1110	14
111	7	1011	11	10001	17
1101	13	10000	16	11111	31

Pour la Soustraction.

1101	13	10000	16	11111	31
111	7	1011	11	10001	17
110	6	101	5	1110	14

Pour la Multiplication.

11	3	101	5	101	5
11	3	11	3	101	5
11	3	101	5	101	5
11	3	101	5	1010	10
1001	9	1111	15	11001	25

Pour la Division.

15	2 2 1 1	101	5
3	2 2 1 1		
	2 1		

Et toutes ces operations sont si aisées, qu'on n'a jamais besoin de rien essayer ni deviner, comme il faut faire dans la division ordinaire. On n'a point besoin non-plus de rien apprendre par cœur icy, comme il faut faire dans le calcul ordinaire, où il faut savoir, par exemple, que 6 & 7 pris ensemble font 13; & que 5 multiplié par 3 donne 15, suivant la Table d'une fois au 13^{me}, qu'on appelle Pythagorique. Mais icy tout cela se trouve & se prouve de source, comme l'on voit dans les exemples précédens sous les signes D & O.

1728 : Basile Bouchon, un lyonnais, met au point un système de programmation d'un métier à tisser à l'aide ruban perforés. C'est le début de la programmation.

1728 : Falcon construit le premier métier à tisser utilisant les **cartes perforées** pour fonctionner.

1758 : Les ordinateurs Humains qui prédisent la comète Halley. La découverte des lois du mouvement planétaire de Kepler et d'Isaac Newton des lois plus générales du mouvement et de la gravité ont encouragé les scientifiques à rechercher des modèles mathématiques élégants pour décrire le monde qui les entoure.

Edmond Halley, le rédacteur en chef de Newton's Principia (1687), a utilisé le calcul de Newton et lois pour montrer qu'une comète vue dans le ciel nocturne en 1531 et 1682 doit être le même objet. Le

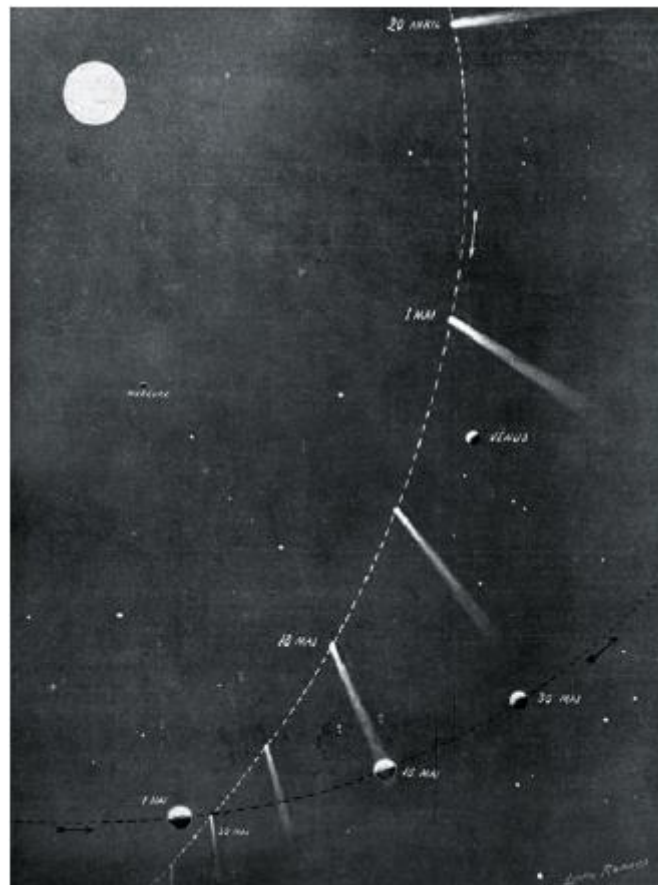
travail de Halley dépendait du fait que l'orbite de la comète a été influencée non seulement par le soleil, mais aussi par les autres planètes du système solaire - en particulier Jupiter et Saturne. Mais Halley n'a pas pu trouver un ensemble exact d'équations pour décrire la comète trajectoire.

Alexis-Claude Clairaut était un mathématicien français qui a conçu une solution intelligente au problème.

Mais ce n'était pas mathématiquement élégant:

Au lieu de résoudre le problème symboliquement, sa méthode a résolu le problème numérique, c'est-à-dire avec une série de calculs arithmétiques. Il a travaillé avec deux amis, Joseph Jérôme Lalande et Nicole-Reine Lepaute, au cours de l'été 1758, et les trois systématiquement tracés la course de la comète, calculant le retour du vagabond à 31 journées.

Cette approche consistant à utiliser des calculs numériques pour résoudre la science dure les problèmes se sont rapidement propagés. En 1759, Lalande et Lepaute sont embauchés par l'Académie des Sciences française pour contribuer aux calculs Connaissance des Temps, l'almanach officiel français; cinq ans plus tard, le gouvernement anglais a loué six ordinateurs humains pour créer son propre almanach. Ces tableaux imprimés ont tracé les positions prévues les étoiles et planètes et étaient la base de la navigation céleste, permettant à la puissance européenne pour construire leurs colonies.



1770 : **Hahn** en Allemagne invente la première machine à calculer exécutant directement les 4 opérations (fondée sur le cylindre denté inventé par **Leibnitz** en 1671).

1792 : Les **frères Chappe** inventent le **télégraphe optique** en France. Il permet d'envoyer des messages rapidement sur une longue distance en utilisant un réseau de tours surmontées d'un bras articulé pour transmettre à vue des signaux codés.

1793 : L'usine à calcul de Gaspard de Prony. L'introduction du système décimal sous la Révolution française implique l'élaboration de nouvelles tables logarithmiques et trigonométriques, destinées notamment à la construction du nouveau cadastre. Un ingénieur des Ponts et Chaussées Gaspard Riche de Prony, organise scientifiquement la production de ces tables : sous la direction d'un groupe d'éminents mathématiciens qui définissent les méthodes de calcul les plus efficaces (méthode des différences finies), une équipe de spécialistes traduit les formules algébriques correspondantes en données numériques. Celles-ci sont ensuite traitées par une centaine de tâcherons du calcul sur des feuilles pré-imprimées ; chaque opération est répétée indépendamment par deux employés différents afin de détecter les erreurs. Appliquant pour la première fois le principe de division du travail au travail intellectuel, Prony invente une organisation qui deviendra courante au XXe siècle : le service de calcul.

1806 : Métier à tisser à carte perforées de Joseph-Marie JACQUARD. Reprenant l'idée de FALCON, il met au point des métiers à tisser automatisés commandés par des cartes perforées et il en équipe les ateliers lyonnais. Les canuts (tisserands Lyonnais) craignant que ces machines ne prennent leur place, en détruiront la plupart. Cependant, elles finiront par connaître un très grand succès (10 000 en service en 1812).



1820 : Charles-Xavier Thomas de Colmar invente l'**arithmomètre** sur la base de la machine de **Leibnitz**. Comme c'est un engin pratique, facile à utiliser et portable, la machine remporta un grand succès. Plus de 1500 exemplaires en seront vendus en 30 ans. La machine obtint la médaille d'or de l'Exposition de Paris en 1855.



1820 : Machine à différence de Charles Babbage. Cette machine utilise le système décimal : la manivelle fait tourner les roues par dixièmes de tour. En raison de sa complexité (25 000 pièces) et

de son coût, aucune des deux versions de cette machine ne sera complètement finie par Babbage bien que le principe du calculateur soit parfaitement exact comme l'ont prouvé des chercheurs Britanniques qui ont réalisé un exemplaire en 1991.

1833 : **Babbage** imagine et tente de réaliser une **machine à différences** puis une **machine analytique** qui contient les concepts de ce que sera l'ordinateur moderne : unité de calcul, mémoire, registre et entrée des données par carte perforée. **Babbage**, bien trop perfectionniste, ne pourra jamais mener à bien ces réalisations.



1836 - 1838 : Les Anglais **Edward Davy**, **William Looke** et **Charles Wheastone** vont inventer et mettre au point le **télégraphe**.

Le peintre Américain **Samuel Morse** invente le code qui porte son nom utilisant des points et des traits pour représenter les caractères à transmettre. (Le code Morse)

1840 : Collaboratrice de **Babbage**, **Ada Lovelace**, mathématicienne, définit le principe des itérations successives dans l'exécution d'une opération. En l'honneur du mathématicien Arabe **El Khawarizmi** (820), elle nomme le processus logique d'exécution d'un programme : **algorithme**.

1843 : Ada Lovelace écrit un programme informatique. (Ada Lovelace (1815–1852))

Qu'obtenez-vous lorsque vous combinez un esprit scientifique et logique mère avec un père libre d'esprit et poétique? Vous obtenez Augusta Ada King-Noel, comtesse de Lovelace, mieux connue sous le nom d'Ada Lovelace - une femme britannique de l'ère industrielle qui a utilisé son parcours inhabituel et lignée pour contribuer à la technologie de pointe de son époque: le moteur de différence Babbage à vapeur.

Sa mère était Lady Anne Isabella Milbanke Byron (1792–1860), et son père était le célèbre poète et coureur notoire, Lord Byron (1788–1824). Lady Anne a expulsé Lord Byron de la maison quand Ada n'avait que cinq semaines; Ada ne l'a jamais rencontré. Déterminé à garder toute trace de Lord Byron hors de la vie d'Ada, elle l'a engagée fille à une éducation rigoureuse en mathématiques et en sciences. Privé des tuteurs ont rempli les jours d'Ada, y compris l'écrivain scientifique écossais Mary Somerville, qui a présenté Ada à Charles Babbage lors d'un dîner.

Lors de la fête, Babbage a dévoilé un petit prototype de sa différence moteur. Ada était captivée et voulait savoir en détail comment elle travaillé. Cette conversation était la première d'une longue série, qui a finalement conduit Babbage pour montrer à Ada les plans de son invention ultérieure, le moteur analytique. Avec son esprit curieux, créatif et mature compréhension des mathématiques, elle a été chargée de traduire Français (à l'époque, langue principale de la science) les notes de cours de Homme d'État italien Luigi Menabrea (1809-1896), qui a assisté à une conférence Babbage a donné sur le moteur analytique, et d'ajouter des notes et des idées d'elle posséder. Elle l'a publié dans Scientific Memoirs, une des premières revues scientifiques, en 1843.

Cet article contient l'algorithme d'Ada et des instructions détaillées pour faire en sorte que la machine de Babbage calcule les nombres de Bernoulli. C'est généralement considéré comme l'un des premiers programmes informatiques publiés.

En reconnaissance de ses talents et de son influence sur l'informatique, en 1979, le département américain de la Défense a nommé le langage informatique Ada après elle.



1843 : Brevet du télécopieur. De Alexander Bain (1811-1877) et Giovanni Caselli (1815-1891).

Avant le téléphone, avant la radio, il y avait le télécopieur. Ce n'était pas le télécopieur des années 90 - l'appareil qui transmettait les informations sur des lignes téléphoniques ordinaires, mais plutôt une

machine comprenant une paire de pendules synchronisés connectés les uns aux autres à distance par un fil électrifié.

Alexander Bain était un horloger écossais avec un intérêt pour les deux électricités et invention. En 1843, il construit une «imprimerie électrique télégraphe »qui utilisait une paire de pendules chronométrés avec précision, l'un configuré pour fonctionner comme un scanner, l'autre pour fonctionner comme une imprimante distante. Un message scanné par le premier pendule s'imprimerait au second.

Le pendule de balayage avait un bras qui se déplaçait d'avant en arrière à travers une plaque métallique tenant le type d'imprimantes métalliques en relief. Après chaque swing, la plaque avancée dans la direction perpendiculaire. Ainsi, le bras a scanné un chemin de lignes horizontales parallèles à travers le type. Lorsqu'un petit contact sur le bras passait sur une partie d'une lettre, un circuit serait terminé et un courant électrique circulerait le long du fil vers le système distant, où le pendule synchronisé balayait des lignes horizontales sur un morceau de papier traité chimiquement. Lorsque l'électricité coulait, le papier sous le deuxième pendule changerait de couleur.

Bien que le système de Bain ait fonctionné, il s'est retrouvé dans des différends avec les deux Charles Wheatstone (1802–1875) et Samuel Morse (1791–1872). Bain mourut dans la pauvreté en 1877.

L'inventeur italien Giovanni Caselli a amélioré l'idée de base de Bain avec un appareil plus compact appelé pantélégraphe, qui transmettait un message écrit avec de l'encre isolante sur une plaque de métal sur un ensemble de fils.

L'exploitation commerciale du pantélégraphe a commencé en 1865 entre Paris et Lyon, principalement pour vérifier les signatures sur les instructions bancaires.

La découverte que l'élément sélénium était aussi un photoconducteur signifiait que sa résistance électrique changeait avec la lumière, ce qui permettait pour envoyer des images photographiques.



24 Mai 1844 : **Samuel Morse** effectue la première démonstration publique du télégraphe en envoyant le message "What hath God wrought ?" sur une distance de 60 km entre Philadelphie et Washington.

Les réseaux télégraphiques vont très rapidement se développer dans le monde (37000 km de lignes installées en 10 ans).

1854 : **Boole** publie un ouvrage dans lequel il démontre que tout processus logique peut être décomposé en une suite d'opérations logiques (ET, OU, NON) appliquées sur deux états (ZERO-UN, OUI-NON, VRAI-FAUX, OUVERT-FERME).

1858 : Le premier câble transatlantique est tiré entre les Etats Unis et l'Europe pour interconnecter les systèmes de communication Américains et Européens. Il cessa de fonctionner au bout de quelques jours ! Un second câble transatlantique fût tiré en 1866 et resta en exploitation pendant une centaine d'années.

1867 : Les Américains **Sholes** et **Glidden** inventent et commercialisent la première **machine à écrire** sous la marque **Remington**.

1873 : **Arithmomètre d'Odher**. Le best-seller des calculatrices de bureau.



1875 : **Analyseur harmonique**. Le physicien William Thomson (1824-19017), devenu Lord Kelvin après son anoblissement, construit un analyseur harmonique, machine qui calcule les coefficients de Fourier d'une fonction à l'aide de disques, sphères et cylindres reproduisant une intégration mathématique ; puis un calculateur de marées, appareil effectuant l'opération inverse, c'est-à-dire la somme de fonctions sinusoïdales à l'aide de disques mobiles chaînés par une corde. C'est la naissance du calculateur analogique qui résout une équation différentielle en substituant d'autres paramètres physiques aux variables de l'équation : on construit alors une machine (mécanique, hydraulique ou électrique), étrangère au problème initial, mais dont le fonctionnement est régi par une équation semblable ; on travaille par « analogie » entre le problème et la machine : au lieu de « compter » le résultat comme ferait un ordinateur numérique, un calculateur analogique le mesure.

1876 : L'Américain **Graham Bell** invente le **téléphone** et fonde la compagnie **Bell Telephone Company**.

1884 : **Herman Hollerith** crée une tabulatrice à cartes perforées (inspirée des métiers à tisser de **Jacquard** pour réaliser le recensement Américain de 1890. Il s'agit de la première machine à traiter l'information.

Le dessin visible à droite représente toutes les étapes du traitement de l'information lors du recensement (dessin paru dans le No 9 de la revue Scientific American le 30 Août 1890).



1886 : **Don E. Felt** de Chicago lance le **Comptometer**. Il s'agit de la première calculatrice dont on se servait en appuyant sur des touches. Il inventa en 1889 la première calculatrice de bureau avec imprimante.



1889 : Le Français **Léon Bollée** (aussi connu pour ses victoires en course automobile) crée une machine à multiplication directe appelée **Le millionnaire**. Cette machine sera un grand succès et sera produite jusqu'en 1935.



1892 : **William S. Burroughs** invente une machine ressemblant au **Comptometer** de Felt mais plus fiable. C'est avec cette machine que va se développer un réel marché pour ces machines à calculer de bureau.

1896 : **Herman Hollerith**, fort du succès de ses machines lors du recensement Américain, crée la firme **Tabulating Machine Corporation** spécialisée dans les machines de traitement de l'information au moyen de cartes perforées.

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.

1924 : La firme créée par **Herman Hollerith** en 1896, **Tabulating Machine Corporation**, est renommée en **International Business Machine** ou **IBM**.



En photo, vous pouvez voir un bureau typique des années 20, traitant l'information au moyen de cartes perforées et des 3 machines, souvent de marque **IBM**, nécessaires à cette tâche : la(les) perforatrice(s) (permettant de saisir l'information sur les cartes), la trieuse et la totalisatrice.

1930 : Création de l'**analyseur différentiel** par **Vannevar Bush** au **MIT** pour résoudre certaines équations utilisées dans les circuits électriques. Il s'agit d'un calculateur analogique électromécanique. 7 ou 8 exemplaires seront construits.



1933 : Cartes perforées.

1935 : **IBM** commercialise l'**IBM 601**, un calculateur à relais utilisant des cartes perforées capable de réaliser une multiplication en une seconde. Il en sera vendu 1500 exemplaires essentiellement pour les marchés scientifiques et comptables.

1.2 Les prémisses des ordinateurs (1937-1946)

1937 : **George Stibitz** crée le premier circuit binaire, un additionneur. Il l'appelle le **Model K** (pour Kitchen) car il l'a créé dans sa cuisine à partir d'une planche à pain !

1937 : **Alan M. Turing** publie un document sur les nombres calculables. Il résolvait des problèmes mathématiques en utilisant une sorte d'ordinateur logique très simple appelé depuis **Machine de Turing** : une bande de papier comportant des cases, des pions à mettre sur ces cases, un trombone pointant sur la case courante et un tableau d'instructions conditionnelles à réaliser.

1938 : Thèse de **Shannon** qui le premier fait le parallèle entre les circuits électriques et l'algèbre Booléenne. Il définit le chiffre binaire : **bit** (Binary digiT).

1938 : Création du **Z1** par **Konrad Zuse**. D'abord nommée **Versuchmodell 1**, il a été construit dans le salon de ses parents ZUSE et utilisant des vieilles pellicules de cinéma 35mm en guise de bandes. Il s'agit d'un ordinateur binaire programmable mais mécanique. Il ne fonctionna jamais vraiment correctement.



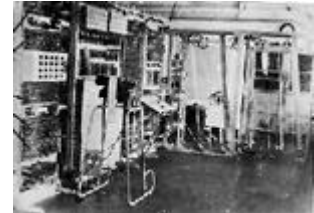
1939 : **John Atanasoff** et **Clifford Berry** réalisent un additionneur 16 bits binaire. Ce fût le premier calculateur à utiliser des tubes à vide.

1939 : **Konrad Zuse** et un de ses amis **Helmut Schreyer**, se lancent dans la réalisation d'un deuxième ordinateur, le **Z2** en remplaçant une partie des pièces mécaniques du **Z1** par des relais électromécaniques de téléphone rachetés d'occasion. La machine sera présentée au DVL (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, institut de recherches aéronautiques) qui l'autorisera à continuer ses recherches.



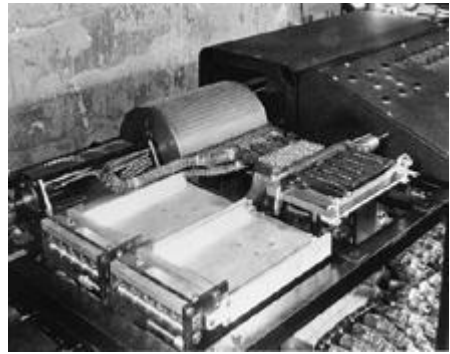
1940 : **George Stibitz** et **Samuel Williams**, tous deux travaillant pour **Bell** mettent au point le **Complex Number Computer** appelé aussi **Model I**, un calculateur travaillant en DCB (décimal codé binaire). Il était constitué de 450 relais et d'un Teletype pour entrer les données et lire les résultats. Il pouvait multiplier deux grands chiffres en une minute. Le calculateur était très simple d'utilisation et pouvait être utilisé par plusieurs personnes distantes (mais pas en même temps).

1940 : Pour décrypter les messages de l'armée Allemande, les Anglais mettent au point sur le site de **Bletchley Park** les calculateurs **Robinson** et **Colossus** sous la direction du mathématicien **Alan Turing**. Ce sont les premières machines qui intègrent les concepts d'arithmétique binaire, d'horloge interne, de mémoire tampon, de lecteurs de bande, d'opérateurs booléens, de sous programmes et d'imprimantes. Tout ceci restera inconnu car "Secret défense" jusqu'en 1975.



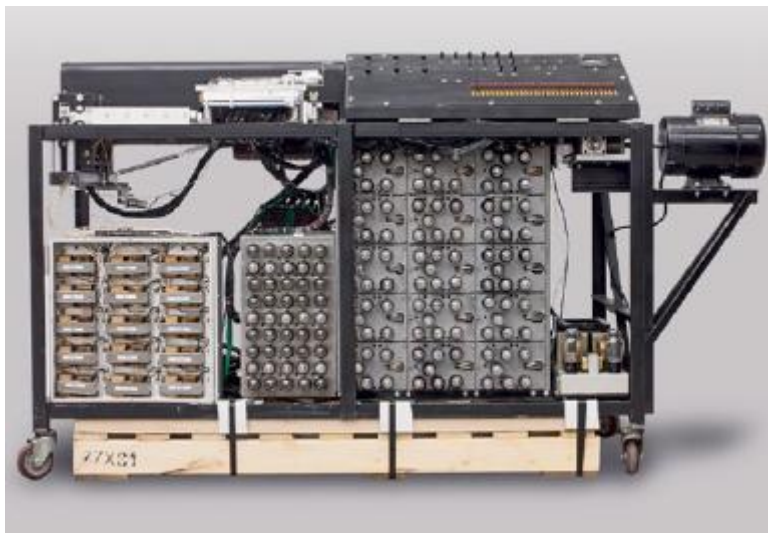
1940 : **Bell** installe des terminaux Teletype au Darmouth College (New Hampshire), branchés par lignes télégraphiques sur le **Model I** à Manhattan lors d'un congrès de l'American Mathematical Society. Deux chercheurs **Norbert Wiener** et **John Mauchly** font la démonstration des possibilités de calcul à distance.

1941 : Création du calculateur binaire **ABC(Atanasoff-Berry Computer)** par **John Atanasoff** et **Clifford Berry**. La machine utilise des lampes et comporte une mémoire et des circuits logiques. Ce fût le premier calculateur à utiliser l'algèbre de Boole. La mémoire, constituée de 2 tambours et pouvait stocker 60 mots de 50 bits. La machine tournait à 60 Hz et pouvait réaliser une addition en une seconde.



Cette machine est parfois considérée comme le premier vrai ordinateur, même si son programme n'est pas stocké en mémoire.

La photo en couleur affichée en cliquant sur l'image ci-contre est une reconstruction moderne à l'identique et fonctionnelle de l'ABC effectuée par le Ames Laboratory.

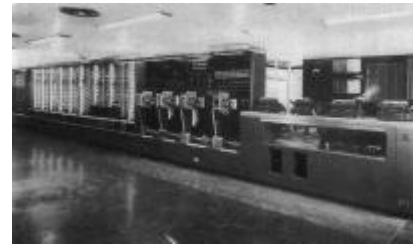


1941 : **Konrad Zuse**, mobilisé dans les usines d'aviation Henschel, met au point avec une équipe de 15 personnes le **Z3**, le premier calculateur avec programme enregistré. A cause de cette caractéristique, on peut considérer qu'il s'agit du **premier véritable ordinateur**. Il s'agissait d'une machine composée de 2600 relais, d'une console pour l'opérateur et d'un lecteur de bandes contenant les instructions à exécuter. La machine pouvait stocker 64 nombres de 22 bits. Elle pouvait réaliser 4 additions par seconde et une multiplication en 4 secondes. Elle fut détruite dans un bombardement allié en Avril 1945.

Un calculateur plus performant, le **Z4** fut aussi réalisé. **Zuse**, son équipe et le **Z4** démonté, s'enfuirent de Berlin devant l'avancée Russe et furent trouvés par les troupes alliées. Le calculateur fût examiné par l'Office des Recherches Navales US. Il fût ensuite installé à l'école Polytechnique de Zurich en 1950 puis installé en Suisse à Bâle dans un institut de recherches aérodynamiques où il servit jusqu'en 1960. Un certain nombre de machines furent construites sur le même modèle.



1943 : Création du **ASCC Mark I** (Automatic Sequence-Controlled Calculator Mark I) à Harvard par **Howard Aiken** et son équipe (avec le soutien d'IBM). C'est un énorme calculateur électromécanique (3000 relais, 800 km de câbles) qui permet de faire 3 opérations sur 23 chiffres par seconde. Cette machine était très proche dans son principe de fonctionnement des plans de la machine analytique de **Babbage** datant du 19e siècle. Le programme était lu depuis une bande de papier. Les données à traiter pouvaient être lues depuis une autre bande de papier ou un lecteur de cartes. Les branchements conditionnels n'étaient pas possibles.



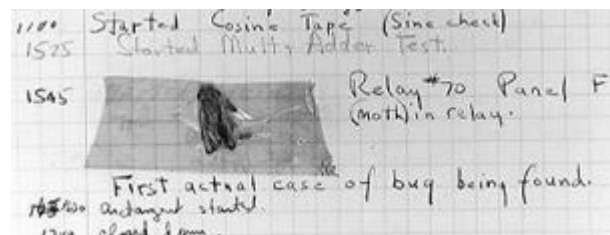
Par la suite, la machine fût modifiée pour permettre, grâce à d'autres lecteurs de bandes, d'aller lire une séquence d'instructions sur un autre lecteur, permettant ainsi les branchements conditionnels ou le lancement de sous programme.

1944 : **Binary-Coded Decimal**. Inventé par **Howard Aiken** (1900–1973).

1945 : **Vannevar Bush** publie le texte **As we may think** où il décrit une sorte de machine imaginaire, le **Memex**, capable d'aider un individu à ranger et retrouver toutes sortes d'informations de façon simple par l'intermédiaire de liens et d'associations entre les documents.

On peut y voir la première formulation de la notion d'**hypertexte**.

1945 : Un insecte coincé dans les circuits bloque le fonctionnement du calculateur Mark I. La mathématicienne **Grace Murray Hopper** décide alors que tout ce qui arrête le bon fonctionnement d'un programme s'appellera **BUG**. Il semblerait que l'expression soit restée ;-)



Il faut noter que le terme **BUG** était déjà utilisé avant cela : Thomas Edison par exemple avait employé ce terme dans un courrier où il parlait de la mise au point problématique de l'une de ses

inventions.

1945 : **John Von Neuman**, ayant rejoint l'équipe travaillant sur l'**ENIAC**, publie le premier rapport décrivant ce que devrait être un ordinateur à programme enregistré qu'il appelle l'**EDVAC** (Electronic Discrete Variable Automatic Computer). C'est à ce document très complet qu'on fait référence en parlant d'ordinateur à **architecture Von Neuman**.

1.3 Les premiers ordinateurs 1946-1955

Maintenant que l'électronique a fait des progrès suffisants et que les premiers calculateurs ont fait leurs preuves, les ordinateurs vont pouvoir apparaître, nés du besoin de réaliser des opérations de plus en plus complexes.

1946 : Création de l'**ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Computer) par **P. Eckert** et **J. Mauchly**. La programmation de ce calculateur s'effectue en recablant entre eux, ses différents éléments. Composé de 19000 tubes, il pèse 30 tonnes, occupe une surface de 72 m² et consomme 140 kilowatts. Horloge : 100 KHz. Vitesse : environ 330 multiplications par seconde.



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



Janvier 1948 : **Wallace Eckert** de chez **IBM** et son équipe terminent le **SSEC** (Selective Sequence Electronic Calculator). Cette machine hybride est composée de plusieurs systèmes de stockage : 8 tubes à vide, 150 mots sur une mémoire à relais et 66 boucles de bandes papier pouvant stocker au total 20000 mots de 20 digits au format DCB. Cette machine pouvait lire ses instructions de l'une des boucles de papier, voire même en mémoire, ce qui en fait aussi un calculateur à programme enregistré (même si la capacité mémoire était minime). Du point de vue d'**IBM**, il s'agit donc du premier vrai ordinateur.



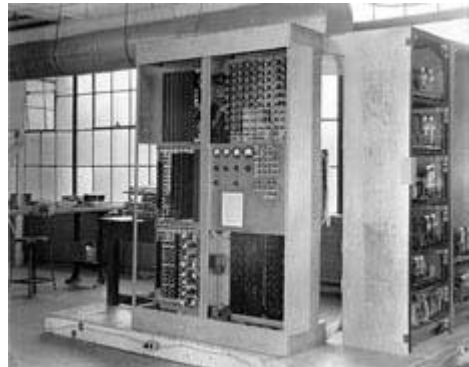
Juin 1948 : **NewMan, Williams** et leur équipe de l'université de Manchester terminent une machine prototype appelée **Manchester Mark I** avec un nouveau type de mémoire composée de tubes cathodiques : pour stocker un bit d'information, un rayon cathodique allumait un point sur le tube qui restait alors allumé. Pour le lire, il suffisait de pointer le rayon au même endroit et de faire une mesure de voltage avec une électrode placée de l'autre côté du tube ! Le **Mark I** disposait ainsi d'une mémoire de 1024 bits tenant en un seul tube.



La machine était programmée (en binaire) avec le programme stocké en mémoire et les résultats étaient lus sur un autre tube en binaire. Il s'agit donc du premier vrai ordinateur.

Septembre 1948 : L'**ENIAC** est amélioré par l'ajout d'une table d'instructions prédéfinies. Le programme entré dans l'**ENIAC** pouvait donc utiliser chacune de ces instructions. On peut considérer que cette modification transforme l'**ENIAC** en ordinateur, même si le programme est toujours entré par recâblage.

Mai 1949 : **Maurice V. Wilkes** et son équipe de l'université de Cambridge mettent au point l'**EDSAC** (Electronic Delay Storage Automatic Computer) basé sur le design **EDVAC** de **Von Neuman**. La mémoire, d'une taille de 512 mots de 17 bits, était constituée de lignes à retard au mercure. Les bits à stocker étaient convertis en ondes ultrasoniques et émis à l'extrémité d'un réservoir de mercure. Ils étaient recaptés à l'autre bout et réémis. Seuls les bits sous forme électrique étaient accessibles. Ce système était plus lent mais bien plus fiable que les tubes électrostatiques. La vitesse d'horloge de la machine était de 0.5 MHz et les entrées sorties s'effectuaient par bande de papier. Le logiciel supportait le code relogable au moment du chargement de chaque programme.



Aout 1949 : **P. Eckert** et **J. Mauchly**, ayant formé leur propre compagnie, mettent au point le premier ordinateur **bi-processeur** : le **BINAC** pour l'US Navy. Les deux processeurs effectuaient les mêmes opérations en parallèle pour augmenter la fiabilité des calculs.

1949 - 1951 : Premier ordinateur temps réel : le **Whirlwind** crée au **MIT** par **Jay Forrester**, **Ken Olsen** et leur équipe. La recherche de la performance, de la fiabilité et de la rapidité de réponse dans cet ordinateur ont amené de grands progrès. Cette machine fût aussi le prototype des ordinateurs utilisés pour le réseau informatique de défense Américain **SAGE** (Semi Automated Ground Environment).



1950 : Le calculateur de **Konrad Zuse**, le **Z4** fabriqué pendant la guerre, est finalement remonté à l'école polytechnique de Zurich puis modifié pour pouvoir réaliser des sauts et branchements

conditionnels. Lors de l'exécution d'un programme, 2 instructions étaient lues à l'avance et prétraitées. Il s'agit de la première implémentation d'un **pipeline** dans un ordinateur. La machine sera utilisée jusqu'en 1955 puis transférée en France et utilisée jusqu'en 1960.

1950 : Invention de l'**assembleur** par **Maurice V. Wilkes** de l'université de Cambridge. Avant, la programmation s'effectuait directement en binaire.

Janvier 1951 : Création du premier ordinateur Soviétique **MESM** sous la direction de **Sergei Alexeevich Lebedev** à l'académie des Sciences d'Ukraine.



1951 : La **Compagnie des Machines Bull** réalise son premier ordinateur : le **Gamma 2**.

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



1951 : Invention du premier **compilateur A0** par **Grace Murray Hopper** qui permet de générer un programme binaire à partir d'un code source.

1951 : **P. Eckert** et **J. Mauchly**, ayant revendu leur compagnie à **Remington Rand**, lancent l'**UNIVAC I** (UNIversal Automatic Computer). Il s'agit du premier ordinateur commercial de l'histoire. Le premier fût vendu au bureau de recensement Americain pour la modique somme de 750000 \$ pour l'ordinateur et 185000 \$ pour l'imprimante rapide. Il était capable d'exécuter 8333 additions ou 555 multiplications par seconde. 56 exemplaires furent vendus.



1952 : La **Compagnie des Machines Bull** commercialise le **Gamma 3** qui remportera un grand succès : un millier d'exemplaires seront construits.

1952 : **IBM** produit son premier ordinateur, l'**IBM 701** pour la défense Américaine. 19 exemplaires seront produits. Cette machine disposait d'une mémoire à tubes cathodiques de 2048 ou 4096 mots de 36 bits et pouvait réaliser 16000 additions ou 2200 multiplications par seconde. La première machine sera installée à Los Alamos (voir photo) pour le projet de bombe thermo-nucléaire US.



1952 : **IBM** est contacté pour mettre en chantier la production des ordinateurs du réseau **SAGE** dont le **Whirlwind** était le prototype. Une cinquantaine de machines, portant le nom **AN/FSQ7**, sera produite. Chaque machine comportait 75000 tubes, pesait 275 tonnes et consommait 750 kWh.

1952 : Le premier ordinateur Français, le **CUBA** (Calculateur Universel Binaire de l'Armement), est construit par la société **SEA**.

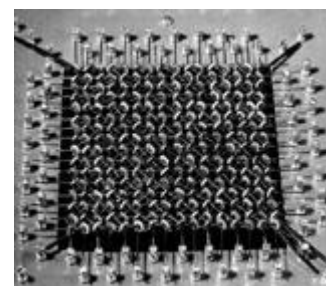
Juillet 1953 : **IBM** lance son premier ordinateur commercial en série : l'**IBM 650**, conçu pour être compatible avec les machines de comptabilité mécanique à cartes perforées de la marque.



Bien que lent, peu fiable car basé sur la technologie des tubes à vide et couteux, un millier d'exemplaires seront fabriqués.

Ce sera le premier ordinateur de nombreuses universités Américaines grâce à de gros rabais consentis par **IBM** dans le but de familiariser les étudiants avec l'informatique et surtout fidéliser l'éventuelle future clientèle.

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



1955 : Premier réseau informatique à but commercial : **SABRE** (Semi Automated Business Related Environment) réalisé par **IBM**. Il relie 1200 télésécripteurs à travers les Etats-Unis pour la réservation des vols de la compagnie **American Airlines**.

1955 : **IBM** lance l'**IBM 704** développé par **Gene Amdahl**. Il s'agit de la première machine commerciale disposant d'un coprocesseur mathématique. Puissance : 5 kFLOPS (milliers d'opérations en virgule flottante par seconde). On considère souvent que cette machine marque le début de l'ère des super ordinateurs dédiés au calcul scientifique. Elle utilisait une mémoire à tores de ferrite de 32768 mots de 36 bits et allait 3 fois plus vite que l'**IBM 701**. Grâce aux tores de ferrite, cette machine était très fiable (pour l'époque) et ne tombait en panne qu'une fois par semaine :-). C'est sur cette machine que sera développé le langage **FORTRAN**.



1.4 La mini informatique 1956-1970

1.4.1 L'ordinateur devient interactif

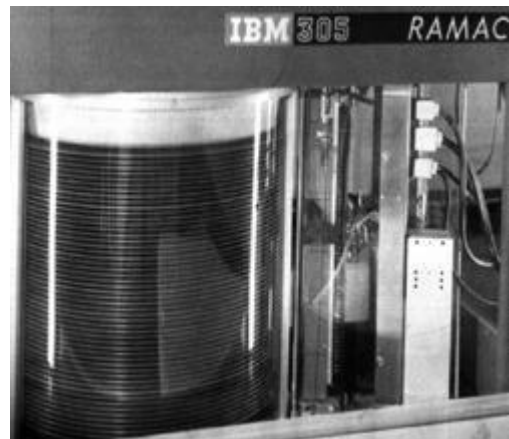
Jusque-là, l'ordinateur était une énorme machine inaccessible et destinée à traiter des masses de données sans intervention extérieure. L'augmentation des performances va maintenant permettre à l'ordinateur de "communiquer" avec l'être humain ! C'est aussi à ce moment que le premier réseau d'ordinateurs **ARPANET**, ancêtre d'**Internet**, va naître.

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**.



1957 : Création du **TX0** au laboratoire de Lincoln par une partie de l'équipe qui a créé le **WhirlWind**. Son but était seulement de tester la technologie des transistors et des mémoires à tores de ferrite. La grande rapidité de cette machine, sa simplicité et son interactivité en font un peu l'ancêtre des minis et des micros.



Caractéristiques techniques du **TX0**

Processeur 18 bits - 3500 transistors
83000 instructions par seconde
Mémoire : 65536 mots
Entrées : clavier - stylo optique
Sorties : écran graphique - imprimante
Consommation : 1000 Watts

1957 : Création du premier langage de programmation universel, le **FORTRAN** (FORMula TRANslator) par **John Backus** d'**IBM**.

1957 : Création du premier ordinateur soviétique transistorisé sous la direction de **Mikhail Kartsev**. Une série d'ordinateurs sur ce modèle furent fabriqués à partir de 1963 pendant 15 ans. Certains **M4** seraient encore en production !



1957 : Suite au lancement du premier **Sputnik** par les Soviétiques, le président **Dwight D. Eisenhower** crée l'**ARPA** (Advanced Research Project Agency) au sein du **DoD** (Department of Defense) pour piloter un certain nombre de projets dans le but d'assurer aux USA la supériorité scientifique et technique sur leurs voisins Russes.

Juillet 1958 : Le premier bunker du réseau **SAGE** (système de défense Américain) devient opérationnel. L'ordinateur **AN/FSQ7** (dont le **WhirlWind** de 1951 était le prototype) dans chaque bunker est capable de gérer 400 avions simultanément. Le dernier bunker du réseau **SAGE** fermera en Janvier 1984.

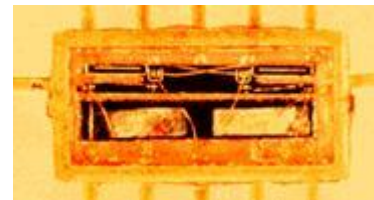
1958 : **Pierre Chenus, Jean Bosset, et J.P. Cottet** de la **Compagnie des Machines Bull** développent le **Gamma 60**, le premier superordinateur Français dédié au calcul intensif avec un support hardware du multithread. Cette machine très rapide et très en avance sur son temps sera fabriquée à 12 exemplaires.

1958 : Suite à une conférence entre Américains et Européens est lancée l'idée d'un langage standard universel : **ALGOL 58** (ALGOrithmic Language).

1958 : Lancement du premier ordinateur commercial entièrement transistorisé, le **CDC 1604**, développé par **Seymour Cray**.



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



1958 : La **BELL** crée le premier **Modem** permettant de transmettre des données binaires sur une simple ligne téléphonique.

1958 : **John Mc Carthy**, mathématicien au **MIT** qui y a fondé en 1957 le département d'Intelligence Artificielle, crée le langage de programmation **LISP** (LISt Processing) qui va avoir une grande influence sur le développement de la programmation objet. Ce langage sera initialement développé sur **IBM 7090**.



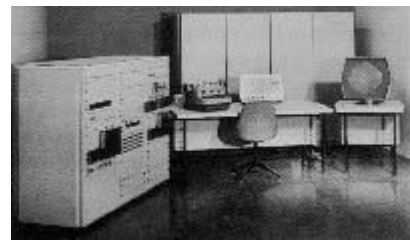
1958 : **Willy Higinbotham**, physicien au Brookhaven National Laboratory crée le premier vrai jeu vidéo de l'histoire basé sur une machine dédiée construite à base de lampes. Il s'agissait d'un jeu très similaire au jeu **Pong** qu'Atari sortira en 1972.

Octobre 1959 : **IBM** annonce l'**IBM 1401**. Cette machine, orientée vers l'administration, la comptabilité ou le traitement de données, remportera un grand succès (12000 exemplaires) auprès des clients traditionnels d'**IBM** : les utilisateurs de systèmes de comptabilité électromécaniques à cartes perforées.



L'un des attraits de ce système pour la clientèle était l'imprimante rapide **IBM 1403** capable d'imprimer 600 lignes à la minute.

1959 : **Digital** crée le **PDP-1**, le premier ordinateur commercial interactif (par opposition aux gros ordinateurs traditionnels de calcul). Ce fût aussi le premier ordinateur "amusant" à utiliser, du fait de son interactivité. Il est en fait très proche dans son utilisation des premiers micro-ordinateurs qui seront vendus 20 ans plus tard.



Une bonne partie des personnes qui ont développé le **PDP-1** viennent des équipes qui ont réalisé le **WhirlWind** et le **TX0**.

1959 : L'ordinateur **ATLAS I** étudié par l'université de Manchester et Ferranti introduit deux nouvelles technologies fondamentales pour les ordinateurs modernes : la **mémoire virtuelle** et la **multiprogrammation** (on dirait aujourd'hui **multi-tache**). L'exécution des instructions s'effectuait en "pipeline" et la machine disposait d'une unité de calcul sur les entiers et une unité de calcul en virgule flottante. Elle développait une puissance de 200 kFLOPS.

1960 : **SpaceWar!**, le second **jeu vidéo** de l'histoire (en fait le premier jeu vidéo interactif tournant sur ordinateur) est développé sur **Dec PDP-1** par **S. Russel**, **J.M. Graetz** et **W. Wiitanen**, étudiants au **MIT**.



Par la suite, **Dec** fournit gracieusement **Space War** avec chaque machine vendue.

Un étudiant de l'université de l'Utah ou se trouvait un **PDP-1** passa beaucoup de temps à jouer avec **Space War**. Il s'agissait d'un certain **Nolan Bushnell** qui fonda plus tard la firme **Atari** !

1960 : Publication du cahier des charges du langage de programmation **COBOL** (COmmon Business Oriented Language). Il devient, après le **FORTRAN**, le second grand langage de programmation universel, faisant ainsi rapidement disparaître l'**ALGOL**.

Juillet 1961 : **Leonard Kleinrock** du **MIT** publie une première théorie sur l'utilisation de la commutation de paquets pour transférer des données.

Novembre 1961 : **Fernando Corbato** et **Robert Fano** du **MIT** font la démonstration de **CTSS** (Compatible Time Sharing System) le premier système d'exploitation multi-utilisateurs. Lors de cette démonstration, 3 utilisateurs se sont connectés simultanément sur un ordinateur pour y travailler comme si chacun disposait de sa propre machine.

CTSS sera utilisé en production au **MIT** entre 1963 et 1973.

1961 : Le projet **MAC** (Multi Access Computer) du **MIT** dirigé par **John Mc Carthy** a pour but de permettre à plusieurs personnes de travailler sur un même ordinateur en même temps pour éliminer les temps d'attente du traitement par lot.

1961 : Le premier **IBM 7030 Stretch** est installé au Los Alamos National Laboratory (LANL). Il s'agit d'un projet débuté en 1956 et mené conjointement par IBM et le LANL. Grâce à cette technologie, son processeur est deux fois plus rapide et sa mémoire 6 fois plus rapide que l'**IBM 704**.



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

Octobre 1962 : Le docteur **J.C.R. Licklider** du **MIT** est nommé à l'**ARPA** pour diriger les recherches pour une meilleure utilisation militaire de l'informatique. Il avait écrit en Août une série de notes décrivant sa vision d'un "réseau galactique" permettant à toute personne d'accéder rapidement à toute information ou tout programme, où qu'il se trouve. Il convaincra ses successeurs, **Ivan Sutherland**, **Bob Taylor** et **Lawrence G. Roberts** du **MIT** de l'importance de ce concept de réseau.

1962 : Le mathématicien canadien **Kenneth Iverson** crée le langage de programmation **APL** (A Programming Language).

1962 : Voici un tableau récapitulatif du nombre d'ordinateurs produits lors de l'année 1962 :

Rang	Compagnies	Production	Part de marché
1	IBM	4806	65.8 %
2	Rand	635	8.7 %
3	Burrough	161	2.2 %
4	CDC	147	2.0 %
5	NCR	126	1.7 %
6	RCA	120	1.6 %

7	General Electric	83	1.1 %
8	Honeywell	41	0.6 %
Autres		1186	16.3 %
Total		7305	100 %

1962 : En France, **Philippe Dreyfus** invente le mot **informatique** pour désigner la science du traitement de l'information et des ordinateurs.

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.

1963 : Au **MIT**, **Ivan Sutherland** met au point le premier logiciel graphique interactif utilisant un stylo optique pour dessiner sur écran des schémas techniques.



Mars 1964 : Lancement de la série des ordinateurs **IBM 360**. Jusque-là, chaque nouvel ordinateur qui sortait était complètement incompatible avec les précédents. **IBM** avec la série 360 (compatibles à 360 degrés), inaugure le concept d'une lignée d'ordinateurs compatibles entre eux. Cette série eut un grand succès commercial.



1962 - Septembre 1964 : **John Kemeny** et **Tom Kurtz** du Dartmouth College développent le système d'exploitation **DTSS** (Dartmouth Time Sharing System) permettant à 32 personnes de se connecter simultanément sur un même ordinateur.

L'ensemble était utilisé pour donner des cours de langage **BASIC** aux étudiants.



1964 : **Thomas Kurtz** et **John Kemeny** créent le langage **BASIC** (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code) au **Dartmouth College** pour leurs étudiants.

1964 : **Leonard Kleinrock** du **MIT** publie un livre sur la communication par commutation de paquets. Il va convaincre **Lawrence G. Roberts** du bien-fondé de l'utilisation de la commutation de paquets plutôt que de circuits dédiés pour réaliser un réseau.

1964 : **IBM** crée le langage de programmation **PL/I** (Programming Language I).

1964 : Création du code **ASCII** (American Standard Code for Information Interchange), normalisé en 1966 par l'**ISO** pour simplifier l'échange de données entre ordinateurs. Malgré cela, **IBM** maintient sa propre norme propriétaire **EBCDIC** (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code).

1964 : Lancement du super ordinateur **CDC 6600** développé par **Seymour Cray**. Sa mise au point sera délicate mais ce sera un grand succès. Puissance : 3 MIPS.

Control Data rencontrera de gros problèmes à cause d'**IBM** qui annoncera presque aussitôt le super ordinateur **IBM 90** concurrent direct du **CDC 6600**. L'annonce de cette machine non existante avait pour but de retenir les clients d'acheter un **CDC 6600** en attendant la sortie de la machine **IBM**. **IBM** tentera à nouveau la même opération lors de la sortie du **CDC 7600** en 1969 mais sera cette fois-ci lourdement condamné pour ce genre de pratiques.



1964 : Le **MIT** s'allie avec **General Electric** et les **Bell Labs** d'**AT&T** dans le projet **MULTICS** (Multiplexed Information and Computing Service) qui durera plusieurs années pour développer un prototype de nouvel ordinateur ainsi qu'un nouveau système d'exploitation temps partagé (time sharing). Le **MIT** et **Bell Labs** avaient déjà une expérience dans le domaine avec **CTSS** (MIT Compatible Time-Sharing System) et **BESYS**. Le but du projet était de créer un système d'exploitation pour ordinateur parfaitement fiable, capable de tourner 24H sur 24, 7 jours sur 7, utilisable par plusieurs personnes à la fois et capable en même temps de faire tourner des calculs en tâche de fond.

1965 : Développement du super ordinateur soviétique **BESM-6** sous la direction de **Sergei Alexeevich Lebedev** de la société **ITMiVT**. Cette machine équipée d'un processeur 48 bits à 9 MHz et de 192 Ko de mémoire à tores de ferrite développait une puissance de 1 MIPS.

Cette machine d'usage civil et militaire sera fabriquée à 350 exemplaires jusqu'au début des années 80. Le dernier **BESM-6** a été démonté en 1992.



1965 : **Ted Nelson** publie un premier papier sur le concept de nombreux types de documents informatiques reliés entre eux. Il utilise les mots **hypertexte** et **hypermedia** pour décrire ce concept, par la suite plus connu sous le nom de **Xanadu**.

1965 : **Lawrence G. Roberts** va, avec **Thomas Merrill**, connecter l'ordinateur **TX-2** au Massachussets avec l'ordinateur **Q-32** en Californie par une liaison téléphonique. Cette expérience va prouver la faisabilité et l'utilité d'un réseau d'ordinateurs. Elle va aussi achever de convaincre **Roberts** de la supériorité de la commutation de paquet par rapport à l'utilisation de circuits dédiés comme ce fût le cas dans cette expérience.

1965 : Premier super ordinateur à architecture vectorielle : l'**ILLIAC IV** de **Burrough**. Il combinait une architecture parallèle et pipe-line composée de 64 processeurs (256 processeurs avaient été prévus). Performance : 200 MIPS !

Cette machine fut un échec du fait d'énormes problèmes de mise au point. Le projet commença en 1964. Le premier **Illiack IV** fut installé à la **Nasa** en 1972 et il ne fonctionnera vraiment qu'à partir de 1975.



1965 : **Digital** présente le **PDP 8**, le premier **mini ordinateur** qui marque une étape importante dans la miniaturisation et la diminution du prix des ordinateurs. Une publicité montrait qu'on pouvait le transporter sur la banquette arrière d'un cabriolet Coccinelle. Son prix était 5 fois plus petit que celui du moins cher des **IBM 360**. Un microprocesseur **CMOS-8** contenant le jeu complet d'instructions du **PDP 8** sera même créée en 1976. Des machines basées sur ce jeu d'instructions seront vendues jusqu'en 1984 (DECmate III).



Caractéristiques techniques du mini ordinateur PDP 8
Processeur 12 bits, cycle de 1.5 microsecondes
Mémoire 4K mots de 12 bits (tores de ferrite)
Terminal Teletype ASR33 + cartes perforées
Consommation : 780 Watts - Prix : 18000 \$

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".

Mai 1966 : **Steven Gray** fonde le club **Amateur Computer Society**. On peut considérer qu'il s'agit de la naissance de l'informatique personnelle.

1966 : Le langage de programmation **LOGO** est créé par une équipe chez **BBN** (Bolt Beranek & Newman) dirigée par **Wally Fuerzeig** dont faisait partie **Seymour Papert**. Ce langage très graphique est basé sur le principe d'une tortue que l'on pilote à l'écran en lui donnant des ordres (tourner, avancer, etc...).

1966 : Création de la première console de jeu vidéo pour la maison par **Ralph Baer** : la **Magnavox Odyssey I**. Il s'agissait d'une console se branchant sur le téléviseur et disposant de 13 jeux sur 6 cartouches enfichables. Une option était disponible avec un pistolet à pointer sur la télé et 4 jeux additionnels l'utilisant.



Comme **Pong** ressemblait beaucoup à l'un des jeux de cette console, **Magnavox** intenta un procès contre **Atari** pour violation de Copyright.

1967 : Le département informatique de l'université de l'Utah, dirigé par les professeurs **David C. Evans** et **Ivan Sutherland** s'est spécialisé dans l'imagerie informatique en 3 dimensions. On peut voir ci-contre leurs étudiants en train de numériser la Coccinelle d'Ivan Sutherland et le résultat à l'écran.



Ils fonderont la société **Evans & Sutherland** en 1968.

1967 : **Lawrence G. Roberts**, récemment arrivé à la tête du projet de réseau informatique à l'**ARPA**, publie ses "Plans pour le réseau **ARPANET**" au cours d'une conférence. Lors de cette conférence sera aussi publié un papier sur un concept de réseau à commutation de paquets par **Donald Davies** et **Robert Scantlebury** du **NPL** et également un papier de **Paul Baran** de la **RAND** au sujet de l'utilisation d'un réseau à commutation de paquet pour transmission sécurisée de la voix, même en cas de destruction partielle du réseau en cas de guerre nucléaire. Il est amusant de noter que ces groupes ont travaillé en parallèle sur des concepts similaires et sans avoir connaissance des travaux des autres pour aboutir en même temps à la même conclusion !

C'est aussi à cause de la similitude entre le projet de la **RAND** et le projet de l'**ARPA** qu'est née la fausse rumeur selon laquelle le réseau **ARPANET** avait été lancé à cause du besoin de relier les ordinateurs entre eux par un réseau insensible aux destructions d'une guerre nucléaire.

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

1967 : Voici un tableau récapitulatif du nombre d'ordinateurs produits lors de l'année 1967 :

Rang	Compagnies	Production	Part de marché
1	IBM	19773	50.0 %
2	Rand	4778	12.1 %
3	NCR	4265	10.8 %

4	CDC	1868	4.7 %
5	Honeywell	1800	4.6 %
6	Burrough	1675	4.2 %
7	RCA	977	2.5 %
8	General Electric	960	2.4 %
Autres		3420	8.7 %
Total		39516	100 %

Aout 1968 : **Lawrence G. Roberts** et la communauté de chercheurs "sponsorisée" par l'**ARPA** ont défini la structure et les spécifications du futur réseau **ARPANET**. Ils lancent un appel d'offre pour la réalisation d'un composant clé du réseau : le commutateur de paquet appelé aussi **IMP** (Interface Message Processor). La société **BBN** (Bolt Beranek and Newman) remportera l'appel d'offre en Décembre 1968.

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.

1968 : **Hewlet Packard** présente sa première calculatrice de bureau programmable fonctionnant en notation Polonaise inversée (**RPN**), la **HP 9100**. Elle n'était pas constituée de circuits intégrés mais de transistors et d'une mémoire à tores de ferrite, ce qui explique sa taille et son poids de 20 Kg !



Caractéristiques :

- 196 pas de programmes ou 16 mémoires (se recouvrant, ce qui permet d'écrire du code automodifiable)
- lecteur enregistreur de cartes magnétiques (capacité : 196 pas de programme par carte)
- Affichage par écran cathodique.
- Prix : 5000 \$
- Boite d'extension mémoire de 3472 pas de programme pour 3690 \$

1968 : Création du langage **PASCAL** par **Niklaus Wirth**.

été 1969 Le **Bell Lab** d'**AT&T** se retire du projet **MULTICS**, considérant que celui-ci prendrait trop de temps pour arriver à un résultat concret. Un groupe d'informaticiens mené par **Ken Thompson** et **Dennis Ritchie** avait commencé à réfléchir à la création d'un nouveau système d'exploitation temps partagé mais leur hiérarchie refusait d'entendre parler.

Ils trouvèrent un **Dec PDP 7** (ordinateur apparu en 1964, évolution du **PDP-1**) inutilisé (récupéré initialement par **Thompson** pour y faire tourner un jeu écrit par lui : Space Travel !) pour mettre leurs idées en pratique.

Certaines idées furent héritées du projet **MULTICS** : notion de process, système de fichiers arborescent, interpréteur ligne de commande tournant comme un simple programme utilisateur, représentation simple des fichiers texte et accès généralisé aux périphériques. D'autres nouvelles idées servirent de principe pour le développement : concevoir les outils comme un ensemble de petits programmes simples, faire en sorte que le résultat d'un programme puisse devenir l'entrée du programme suivant, etc...

Un noyau Unix primitif, un shell, quelques programmes utilitaires, un éditeur et un assembleur furent rapidement mis au point sur le **PDP 7**.

Ce n'est que par la suite qu'un nom fût trouvé par **Brian Kernighan** pour ce nouveau système d'exploitation : **UNIX** (par opposition au projet **MULTICS**).

Cette version est connue sous le nom "**Unix Time-Sharing System V1**".

Septembre 1969 : **BBN** installe le premier équipement réseau **IMP** (basé sur un mini-ordinateur Honeywell 516 avec 12 Ko de Ram, voir photo ci-contre) à l'**UCLA** et le premier ordinateur (XDS SIGMA 7) y est connecté. Un ordinateur (XDS 940) de l'équipe de **Douglas C. Engelbart** de la **Stanford Research Institute** est alors relié via une liaison à 50 kbits/s. Les premières données sont échangées entre ces machines. Peu après, un ordinateur (IBM 360/75) situé l'**université de Santa Barbara** et un autre (Dec PDP-10) situé à l'**université de l'Utah** à Salt Lake City sont raccordés. Le réseau **ARPANET** initial constitué de 4 ordinateurs est alors en fonctionnement fin 1969. Voici un schéma de l'époque représentant ce réseau.



Lors d'une interview, le professeur **Kleinrock** de l'**UCLA** raconta la première expérience réalisée avec ce réseau : se connecter à l'ordinateur de la **SRI** depuis celui de l'**UCLA** en tapant LOGIN :

Nous avons appelé les gens de SRI par téléphone.
Nous avons alors tapé **L** puis demandé au téléphone "Vous voyez le **L** ?"
La réponse vint alors : "Oui, nous voyons le **L**"
Nous avons alors tapé **O** puis redemandé au téléphone "Vous voyez le **O** ?"

"Oui, nous voyons le O"

Nous avons alors tapé **G** et tout le système a crashé !!!

1969 : Lancement du super ordinateur **CDC 7600** développé par **Seymour Cray**. Evolution du **CDC 6600**, il est basé sur une architecture "pipeline".



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

Avril 1970 : Lancement de la ligne de mini-ordinateurs **PDP-11** par **Digital Equipment Corporation**. Il s'agit d'une ligne de machines toutes compatibles entre elles basées sur un processeur 16 bits et qui rencontrera un grand succès.



Décembre 1970 : Le **Network Working Group** sous la direction de **S. Crocker** termine le protocole de communication entre ordinateurs pour le réseau **ARPANET** appelé **Network Control Protocol** ou **NCP**. De nouveaux ordinateurs furent rapidement branchés sur **ARPANET** et l'implémentation de **NCP** sur la période 1971-1972 permit aux utilisateurs de ce réseau de développer les premières applications.

1970 : **Ken Thompson**, pensant qu'**UNIX** ne serait pas complet sans un langage de programmation de haut niveau commence à porter le **Fortran** sur le **PDP 7** mais change rapidement d'avis et crée en fait un nouveau langage, le **B** (en référence au **BCPL** dont il s'inspire).

1970 : Première **puce** mémoire crée 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)

1970 : Création par **Xerox** du centre de recherches **PARC** (Palo Alto Research Center) à Stanford. Les chercheurs du **PARC** travaillent dans la plus grande liberté, **Xerox** ne leur ayant pas assigné d'objectifs commerciaux. De nombreuses innovations sortiront du **PARC** mais **Xerox** ne saura jamais les exploiter correctement.

1.5 L'ordinateur devient accessible aux particuliers 1971-1976

Les bases de ce que sera le micro-ordinateur moderne sont maintenant en place. L'apparition du microprocesseur va permettre aux plus aventureux de se créer leur propre ordinateur "à la maison" !

Janvier à Mars 1971 : Portage du tout nouveau système d'exploitation **UNIX** sur **PDP 11/20**. **Ken Thompson** et **Dennis Ritchie** ont obtenu cette machine en prétextant le développement d'un logiciel de traitement de textes, les responsables du **Bell Lab** ne voulant plus entendre parler de systèmes d'exploitation suite à l'abandon du projet **MULTICS**.



Sur cette machine disposant de 24 Ko de mémoire, le noyau **Unix** occupait 16 Ko, 8 Ko restant disponibles pour les utilisateurs. Le disque dur avait une taille de 512 Ko et les fichiers une taille maximale de 64 Ko. Le formateur de texte **roff** fût porté sur cette machine, ce qui permit à trois personnes du service des brevets d'utiliser effectivement la machine comme traitement de textes et ce en même temps que **Thompson** et **Ritchie** qui continuaient le développement d'applications. Le succès de cette expérience a prouvé l'utilité d'**Unix** et a rendu possible la poursuite du développement sur **PDP 11/45**.

Cette version est connue sous le nom "**Unix Time-Sharing System V2**".

Janvier 1971 : Le journaliste **Don Hoefler** parle pour la première fois de la **Silicon Valley** dans une série d'articles dans la revue **Electronic News**.

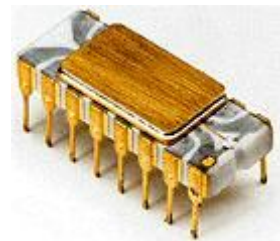
Avril 1971 : A cette époque, le réseau **ARPANET** est constitué de 23 ordinateurs sur 15 sites différents reliés par des liaisons à 50 kbits/s.

été 1971 : **Bill Fernandez** et un certain **Steve Wozniak** créent à partir de pièces mises au rebut par des sociétés d'informatique locales un ordinateur avec des switchs et des diodes qu'ils baptisent **the Cream Soda Computer**.

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 : **Intel** commercialise le premier micro-ordinateur **MCS-4** basé sur son tout nouveau microprocesseur 4004 et contenant aussi une Rom Intel 4001, une Ram Intel 4002 et un registre à décalage Intel 4003.

automne 1971 : Le **National Radio Institute** vend pour 503 \$, le premier kit permettant de monter un micro-ordinateur soi-même.

1971 : Apparition de l'ordinateur en kit **Kenback-1** vendu 750 \$ avec 1 Kbit de mémoire MOS.



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

1971 : **Nolan Bushnell** tente de vendre sans succès le jeu vidéo **Computer Space**, inspiré du jeu **Spacewar!** de 1961.

1971-1973 : **Dennis Ritchie** du **Bell Lab** d'**ATT** reprend le langage **B** écrit par **Ken Thompson** pour **PDP/7** en 1970 pour mieux l'adapter au **PDP/11** sur lequel **UNIX** vient juste d'être porté. Il fait évoluer le langage et le dote d'un vrai compilateur générant du code machine PDP/11 (le **B** était un langage interprété).

Le langage **C** est à la fois proche du matériel, permettant ainsi de réécrire le noyau **UNIX** en **C** (Cf. été 1973) et suffisamment généraliste, le rendant ainsi facilement portable. Les développements et les succès du langage **C** et d'**UNIX** sont intimement liés.

Mars 1972 : **Ray Tomlinson** de **BBN** réalise la première application réseau majeure pour **ARPANET** : un logiciel basique de **courrier électronique** répondant au besoin de communication des développeurs du réseau.

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
--

Juillet 1972 : **Lawrence G. Roberts** améliore les possibilités du courrier électronique en écrivant un logiciel permettant de lister, lire sélectivement, archiver, répondre ou faire suivre son email. A partir de cet instant, la messagerie électronique va devenir pour les dix années qui vont suivre l'application réseau majeure.

Octobre 1972 : Une démonstration publique du réseau **ARPANET** fut réalisée lors de la première conférence sur les communications informatiques à Washington. Un **IMP** et 40 terminaux furent raccordés au réseau pour la durée de la conférence. Plusieurs pays se mirent d'accord sur la nécessité de mettre en place des protocoles de communication communs, ce qui mena à la création du groupe de travail **INWG** (InterNetwork Working Group), dirigé par **Vinton Cerf**.

Novembre 1972 : Création de la firme **Atari** par **Nolan Bushnell** et **Ted Dabney**. Ils avaient initialement choisi le nom **Syzygy** mais comme celui-ci était déjà déposé (!), ils se sont alors rabattus sur **Atari**, terme issu du jeu de Go.

Sortie de la première borne de jeu d'arcade : **Pong**, un jeu de ping-pong programmé par **Al Alcorn**.

La première borne fut installée au bar "Andy Capps" de Sunnyvale en Californie. Le patron du bar appela deux semaines après car le jeu ne marchait plus. En fait, il était bloqué car le monnayeur était rempli de pièces et plus aucune ne pouvait rentrer !



Entre 8000 et 10000 bornes **Pong** furent rapidement installées et ce fut le début du succès pour **Atari**.

1972 : Création du premier langage orienté objet, **SmallTalk** par **Alan Kay** au **Xerox PARC**.

1972 : L'**ARPA** est renommé **DARPA** (Defense Advanced Research Projects Agency).

1972 : Le succès du programme d'**email** sur **ARPANET** a presque aussitôt entraîné la création des **mailing-lists** (listes de diffusion).

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

1972 : **Hewlett Packard** présente la première calculatrice de poche programmable : la **HP 65**.

Caractéristiques :

- 100 pas de programmes
- lecteur enregistreur de cartes magnétiques
- Prix : 800 \$

Les astronautes de la mission Apollo - Soyuz en 1975 (mission d'arrimage des vaisseaux Américains et Russes en orbite) avaient des HP 65 à bord pour effectuer les calculs en cas de panne de l'ordinateur de bord et aussi pour calculer les corrections de trajectoire et le pointage de l'antenne.



La publicité de l'époque disait (à juste titre) qu'il s'agissait du plus petit ordinateur programmable de tous les temps.

1972 : **Bill Gates** et **Paul Allen** fondent la compagnie **Traf-O-Data** qui vend un système basé sur un Intel 8008 pour mesurer le trafic routier.

1972 - 1973 : **Bob Kahn** travaille au sein du **DARPA** sur un projet de commutation de paquets par radio ce qui nécessite la création d'un nouveau protocole capable de transmettre les paquets d'informations, quelles que soient les perturbations radio. Ayant été un architecte majeur de l'**ARPANET**, il envisagea d'utiliser **NCP** (protocole réseau de l'**ARPANET**). Mais ce protocole étant

insuffisant (pas de contrôle d'erreur, pas de possibilité d'adresser des machines au-delà d'un **IMP** (équipement réseau). Il décida alors, en collaboration avec **Vinton Cerf**, chercheur à **Stanford**, de réaliser un nouveau protocole répondant à ce cahier des charges et permettant de relier les réseaux (internetting). C'est ainsi que fut créé **TCP/IP** (Transmission Protocol, Internet Protocol).

Un premier papier sur **TCP/IP** fut publié par ces deux chercheurs en Septembre 1973 lors d'une conférence de l'International Network Working Group (**INWG**).

Janvier 1973 : A cette date, 35 machines sont maintenant connectées sur le réseau **ARPANET**. Une première liaison satellite est mise en place pour raccorder l'Université de Hawaï sur le réseau.

Mars 1973 : Le premier prototype de la station de travail **Xerox Alto** démarre pour la première fois. Son écran graphique affiche une image représentant un personnage de "1 Rue Sésame", le mangeur de gâteaux :-)



Le premier prototype opérationnel est terminé en Avril.

La station de travail conçue au **PARC** utilise le langage orienté objet **SmallTalk**, une interface graphique, une **souris** et peut être mise en réseau via **Ethernet**.

Avril 1973 : **Dick Shoup** du **Xerox PARC** met au point une machine dotée de la première carte graphique couleur capable d'afficher une image de 640x486 en 256 couleurs et aussi de numériser un signal vidéo. Il réalise le programme **Superpaint** qui est à la fois un logiciel de dessin en couleurs et aussi le premier logiciel d'effets vidéo numériques.

Comme ce projet était à l'opposé des objectifs de Xerox, il sera rapidement annulé. **Dick Shoup** démissionnera 2 ans plus tard et fondera sa propre société, Aurora Systems, qui commercialisera les premiers équipements permettant de générer les logos et cartes météo numériques pour la télévision.

Mai 1973 : Le premier micro-ordinateur vendu tout assemblé apparaît : il s'agit du **Micral** conçu par **François Gernelle** de la société **R2E** dirigée par **André Truong Trong Thi**. Ce micro est basé sur le microprocesseur Intel 8008. La machine ne survécût pas au rachat de **R2E** par **Bull**.



Juin 1973 : Le mot **microcomputer** (micro-ordinateur) apparaît pour la première fois dans la presse Américaine dans un article au sujet du **Micral**.

été 1973 : Le noyau du système d'exploitation **UNIX** est entièrement réécrit en langage **C** par **Ken Thompson**. Au vu de la qualité du résultat, tous les autres outils utilisés sous **Unix** vont être réécrits en **C**.

Cette version est connue sous le nom "**Unix Time-Sharing System V4**".

L'Université de Californie à Berkeley sera la première à disposer d'Unix (sources y compris) en dehors d'AT&T.

1973 : Mise au point du super ordinateur soviétique **M10** sous la direction de **Mikhail Kartsev**. Il s'agissait d'une machine multiprocesseur d'une puissance de 20 ou 30 MIPS.



Cet ordinateur militaire est longtemps resté secret car utilisé dans le réseau **SPRN** dédié à la détection du lancement des missiles ennemis par analyse des données satellites et au suivi de la trajectoire de ces missiles par radar.

Des dizaines de **M10** ont été fabriqués pendant 15 ans et beaucoup sont encore en opération.

1973 : **Gary Kildall** écrit le premier système d'exploitation pour micros : **CP/M (Control Program for Microcomputers)**. Il devint le système d'exploitation de prédilection pour les premiers microordinateurs à usage professionnel. Au milieu des années 70, il semblait devoir durer définitivement mais le choix d'un interpréteur Basic dans les premiers microordinateurs à usage personnel fit qu'il disparut rapidement de la scène.

1973 : **Bob Metcalfe** met au point l'interface réseau **Ethernet** chez **Xerox** en s'inspirant des principes du réseau informatique radio de l'université de Hawaï : **Alohanet**.

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

1973 : Apparition de l'ordinateur en kit **Scelbi-8H** basé sur un Intel 8008 et vendu 565 \$ avec 1 Kbit de mémoire programmable.

Juillet 1974 : Article dans **Radio Electronics magazine** pour construire soi-même le micro-ordinateur **Mark-8** (Intel 8008) conçu par Jonathan Titus.

1974 : Apparition de la première revue consacrée à la micro : **The Computer Hobbyist magazine**.

1974 : La société **BBN** lance **Telenet**, le premier réseau à commutation de paquets à usage commercial (utilisation des technologies employées sur **ARPANET**).

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).

Fin 1974 : Gary Kildall auteur du **CP/M**, et sa femme fondent **Intergalactic Digital Research Inc.** (renommé par la suite **Digital Research Inc.**) dans le bus de commercialiser ce système d'exploitation pour micros.

Février 1975 : Paul Allen présente son tout nouveau **BASIC** écrit pour l'Altair à Ed Roberts, son concepteur. Bill Gates et Paul Allen vendent une licence de BASIC à **MITS**, la compagnie d'Ed Roberts. Le **BASIC** devient le premier langage évolué disponible sur micro.

Sur la photo ci-contre datée de 1977, on peut voir **Paul Allen** à gauche et **Bill Gates** à droite, posant au milieu des micro-ordinateurs équipés de leur **BASIC**.



Février 1975 : Le premier traitement de texte **WYSIWYG** (What You See Is What You Get) : **Bravo** est développé au **PARC** sur **Xerox Alto** par **Charles Simonyi**.

Mars 1975 : Première réunion du **Homebrew Computer Club** dans un garage de Menlo Park en Californie. Parmi les 32 participants, on peut noter la présence de Steve Wozniak. Une démonstration de l'Altair est effectuée. (la photo présentée est plus récente car on peut remarquer un Apple I sur la table)



Avril 1975 : Harry Garland et Roger Melen reçoivent le second prototype de l'**Altair** construit par **Ed Roberts**. Le premier prototype fût perdu en 1974 par le transporteur lors de l'envoi à la revue **Popular Electronics**. L'altair était basé sur le nouveau processeur Intel 8080 tournant à 2 MHz, adressant 64 Ko de mémoire et exécutant 640000 instructions par seconde. **MITS** commence à le vendre en Avril pour 395 \$ (498 \$ assemblé) avec 256 octets de mémoire. Le nom de cette machine vient d'un épisode de la série Star Trek : "Voyage to Altair".



Juin 1975 : **Bill Gates** et **Paul Allen** renomment leur compagnie **Traf-O-Data** en **Micro-Soft** (le tiret disparaîtra plus tard).

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.

Juillet 1975 : **Bill Gates** et **Paul Allen** mettent en vente les versions 4 Ko et 8 Ko de leur **Basic 2.0**

Septembre 1975 : Le premier numéro de la revue Américaine **Byte magazine** est publié.

Septembre 1975 : **Texas Instruments** présente sa première calculatrice de poche programmable : la **TI SR 52**.



Caractéristiques :

- 224 pas de programme et 20 mémoires
- lecteur enregistreur de cartes magnétiques
- Prix : 395 \$

Decembre 1975 : **Paul Terrell** ouvre le premier magasin consacré à la micro-informatique : **Byte Shop** à Mountain View en Californie.

1975 : **Michael Shroyer** écrit le premier logiciel de traitement de texte pour micro ordinateur sur son Altair : **Electric Pencil**.

1975 : Première release du **Jargon File** par **Raphael Finkel** !

Fevrier 1976 : **Bill Gates** publie une première lettre ouverte dans la presse pour se plaindre du piratage informatique (déjà !!!).

Mars-Avril 1976 : **Steve Jobs** (21 ans, travaillant chez Atari) et **Steve Wozniak** (26 ans, travaillant chez Hewlet Packard) finissent leur ordinateur qu'ils baptisent **Apple Computer**. Ils fondent la société **Apple** le 1er Avril 1976. L'ordinateur sera vendu au **Byte Shop** pour 666.66 \$ avec 256 octets de ROM, 8 K octets de RAM et une sortie vidéo sur téléviseur. Sa ROM lui permet d'être opérationnel dès l'allumage car elle contient un petit programme appelé "moniteur" qui permet de rentrer le code hexadécimal directement au clavier. Il suffit alors de rentrer les 4 K octets de code hexadécimal du Basic à la main pour pouvoir utiliser ce langage avec les 4 K octets restants. On raconte que Steve Wozniak connaissait le code par coeur et pouvait le saisir en 20 minutes :-)



Une carte qui permettait de brancher un magnétophone fut ensuite vendue à 75 \$ avec la cassette contenant le **Woz's BASIC**. Grâce à cela, la machine devint facile d'emploi car programmable en Basic presque dès son allumage.

Avril 1976 : **Bill Gates** publie une seconde lettre ouverte dans la presse pour se plaindre du piratage informatique (il insiste !!!).

Mai 1976 : Sortie de "**Unix Time-Sharing System V6**" aux **Bell Labs** d'**AT&T** qui sera plus généralement disponible pour les universités pour une somme symbolique et avec les sources.

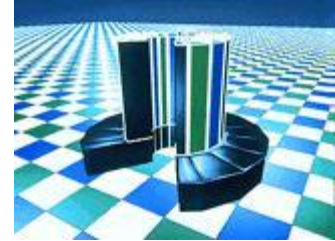
Juin 1976 : **Texas Instruments** commercialise le premier microprocesseur 16 bits : le **TMS 9900**.

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

Août 1976 : Steve Wozniak commence à concevoir ce qui deviendra l'**Apple**]]

Décembre 1976 : Steve Wozniak et **Randy Wigginton** présentent le premier prototype de l'**Apple**]] lors d'une réunion du **Homebrew Computer Club**.

1976 : Cray Research Inc. présente le premier super ordinateur d'une longue lignée qui va utiliser avec succès une architecture vectorielle : le **CRAY I**.



1976 : Fondation de la firme **U.S. Robotics**.

1976 : Les laboratoires **Bell** d'**AT&T** développent **UUCP** (Unix to Unix Copy Program). Il s'agit du premier protocole d'échanges de données largement disponible et qui sera énormément utilisé avant l'avènement de **TCP/IP** et d'**Internet**.

1976 : Le **DoD** (Department of Defense) commence ses expérimentations sur **TCP/IP** et décide rapidement de migrer le réseau **ARPANET** vers ce protocole.

1976 : A ce moment, le réseau **ARPANET**, en incluant les liaisons radio et satellite est composé de 111 ordinateurs.

1976 : Adoption de la norme **X25** par le **CCITT** (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) décrivant l'interfaçage des terminaux sur un réseau de communication par paquets. Cette norme a été définie dans l'urgence pour éviter qu'**IBM** n'impose mondialement sa propre norme propriétaire **SNA** (Systems Network Architecture).

1976 : La société **IMSAI** lance l'**IMSAI 8080**, basé sur le processeur Intel 8080 et utilisant le système d'exploitation **CP/M**. Cette machine contribua au grand succès de **CP/M**.



1.6 L'ordinateur devient "micro" 1977-1980

A partir de 1977 vont enfin apparaître des machines accessibles au grand public et facilement utilisables car programmables en Basic. Ces machines, tout le monde les connaît bien car elles marquent le vrai démarrage de la micro-informatique telle que nous la connaissons aujourd'hui.

Février 1977 : **Apple Computer** déménage du garage de **Steve Jobs** vers un bureau à **Cupertino** en Californie.

Avril 1977 : Apple Computer présente son ordinateur **Apple I** lors du **West Coast Computer Faire** à San Francisco. Il est équipé d'un processeur 6502, de 16 Ko de Rom, 4 Ko de Ram, de 8 slots d'extension, d'une carte graphique couleur, d'un clavier, de manettes de jeu, d'un écran et du Basic intégré en ROM. Il est vendu 1300 \$. Il s'agit du premier micro-ordinateur capable d'afficher des graphiques en couleurs. 35000 exemplaires seront vendus lors de la première année alors que seuls 175 kits de l'**Apple I** se sont vendus depuis 1976.



Avril 1977 : Lors de ce même salon, **Commodore Business Machines Inc.** présente son ordinateur **PET**. Il est équipé d'un processeur 6502, de 14 Ko de Rom, 4 Ko de Ram, d'un clavier, d'un écran et d'un lecteur de cassettes. Il est vendu pour 800 \$ (7600 F).



Mai 1977 : **Texas Instruments** présente une nouvelle gamme de calculatrices de poche programmables qui auront un grand succès : les **TI 57**, **TI 58** et **TI 59** (en photo) aux prix de 80 \$, 125 \$ et 300 \$. Caractéristiques :

- TI 57 - 50 pas de programme et 8 mémoires (ma première calculatrice programmable :-)
- TI 58 - 480 pas de programme ou 60 mémoires (partitionnables), cartouches de ROM
- TI 59 - 960 pas de programme ou 100 mémoires (partitionnables), cartouches de ROM et un lecteur enregistreur de cartes magnétiques



En 1979 est sorti la TI 58C identique à la TI58 mais avec mémoire constante.

Juillet 1977 : Première démonstration de l'interconnexion des réseaux **ARPANET**, **Packet Radio Net** et **SATNET** grâce à l'utilisation du protocole **TCP/IP**.

Août 1977 : La division **Radio Shack** de **Tandy** présente son ordinateur **TRS 80**. Muni d'un processeur Z80, de 4 Ko de Rom, de 4 Ko de Ram, d'un clavier, d'un écran et d'un lecteur de cassettes, la machine est vendue 600\$. 10000 exemplaires seront vendus lors du premier mois.



1977 : **Atari** présente sa console de jeux **Video Computer System** ou **VCS**. Par la suite, elle sera vendue sous le nom d'**Atari 2600**.



1977 : La société Belge **INDATA** commercialise son micro ordinateur **DAI**. Une véritable machine multimédia très en avance sur son temps : microprocesseur Intel 8080A à 2 MHz, 48 Ko de Ram, graphismes en 336x256 pixels en 16 couleurs, son sur 4 voies stéréo (enveloppe programmable), coprocesseur mathématique optionnel, ports série, parallèle, 2 lecteurs de micro cassettes, joysticks analogiques et surtout 6 entrées/sorties digitales/analogiques permettant de piloter des automatismes divers dont un bras robotisé sans oublier une carte optionnelle permettant l'incrustation d'images vidéo ! Malheureusement, tout ceci avait un prix : 15000 Francs, bien trop cher pour assurer le succès de cette machine de rêve.



1977 : Première expérience de portage d'**UNIX** sur un autre type d'ordinateur, l'**Interdata 8/32**, par **Ken Thompson, Dennis Ritchie** et **Steve Johnson**.

A cette date, environ 600 machines tournent déjà sous **UNIX**. Beaucoup sont des machines de recherche et de développement aux **Bell Labs**. Une partie est utilisée pour contrôler des autocommutateurs téléphoniques. Une dernière partie est utilisée dans les universités pour l'enseignement.

Janvier 1978 : **Apple** présente son premier lecteur de disquettes lors du CES de Las Vegas. Il sera vendu 495 \$.

Février 1978 : Création du premier **BBS** (Bulletin Board System) à Chicago par **Ward Christianson** et **Randy Suess**. Il s'appelait **RCPM** (Remote C/PM). **Ward Christianson** est par ailleurs l'auteur du protocole de transfert de fichiers par modem **XModem**.

Mars 1978 : Apparition de **1BSD** une nouvelle distribution d'**UNIX** réalisée à l'université de Berkeley principalement par **Bill Joy** et basée sur les sources d'**Unix Time-Sharing System V6**.

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 \$.

Décembre 1978 : **Atari** présente ses ordinateurs personnels **Atari 400** et **Atari 800** basés sur le processeur 6502A à 1.8 MHz et munis de 10 Ko de Rom et 8 Ko de Ram (16 pour le 800).



1978 : **Apple Computer** commence à travailler sur un super-Micro Ordinateur. Nom de code **Lisa**.

1978 : **John Barnaby** et **John Rubinstein** écrivent le premier logiciel de traitement de texte commercial pour micro ordinateur : **WordStar**.

1978 : Digital Equipment Corporation lance le **VAX 11/780**, premier ordinateur 32 bits de la longue lignée des **VAX** tournant sous le système d'exploitation **VMS** qui se prolonge jusqu'à nos jours.



1978 : La **DGT** installe sur toute la France son réseau de communication à haut débit **TRANSPAC** fonctionnant sur le principe de la commutation de paquets.

1978 : Le **CCITT** définit le modèle standard de transmission de terminal à terminal, ou modèle **OSI** (Open Systems Interconnect) en 7 couches pour amener la standardisation au sein de la jungle des protocoles de communication de tous les constructeurs informatiques.

1978 : **Brian Kernighan** écrit un livre au sujet de la programmation en langage **C** (écrit par **Dennis Ritchie**) devenu LA référence au point que ce livre est surtout connu sous le nom : "**Le Kernighan & Ritchie**".

Janvier 1979 : Sortie de "**Unix Time-Sharing System V7**" aux **Bell Labs** d'**AT&T**. Cette version est la première à disposer en standard d'**UUCP**. Elle tournait sur **PDP/11** et **VAX**.

Avril 1979 : **Taito** lance son célèbre jeu **Space Invaders**.



Mai 1979 : **Software Arts** présente le premier logiciel tableur : **Visicalc** développé par **Bricklin** et **Frankston**. 100000 exemplaires à 200 \$ chaque furent vendus la première année.

Juin 1979 : **Apple Computer** lance l'**Apple][Plus** muni de 48 Ko de Ram pour 1195 \$.

Juin 1979 : **Texas Instruments** lance le **TI 99/4** muni du processeur 16 bits TMS 9940 pour 1500 \$. Une version plus évoluée et munie d'un clavier mécanique est sortie en 1982 : le **TI 99/4A** (qui fût mon second micro ordinateur :-).



La particularité de cette machine était la gestion par le matériel de "sprites", ce qui permettait une animation de petits pavés graphiques reprogrammables avec une fluidité sans égale à l'époque.

Juin 1979 : **Bob Metcalfe** quitte le **Xerox Parc** où il a mis au point le réseau **Ethernet** et fonde sa propre société **3Com** pour commercialiser des **cartes Ethernet**.

Juillet 1979 : **CompuServe** lance son premier service en ligne pour les fans de micro informatique : **MicroNET**.

Décembre 1979 : Un groupe de développeurs de chez **Apple** dont **Steve Jobs** assiste à une démonstration de l'**Alto** au **Xerox PARC**. Ils avaient été invités par **Xerox** qui, ayant investi dans la toute jeune société **Apple**, souhaitait leur montrer ce qui était en cours de développement au **PARC**. Cette visite va donner une nouvelle orientation au projet **Lisa**, en cours depuis 1978.

1979 : Mise au point du super ordinateur vectoriel multiprocesseur soviétique **M13** sous la direction de **Mikhail Kartsev**. La machine à base de circuits intégrés LSI développait une puissance entre 50 et 200 MIPS.



1979 : **Hewlett Packard** présente une calculatrice de poche programmable alphanumérique très puissante et extensible : la **HP 41C**.

Caractéristiques :

- Ecran LCD alpha numérique
- 63 registres ou 200-400 pas de programmes (partitionnables)
- extensibles avec 4 modules de RAM à 319 registres (ou 1000-2000 pas)
- Possibilité de stocker plusieurs programmes en mémoire
- Nombreuses extensions : imprimante, lecteur de cartes, modules de Ram et de Rom, horloge, sortie vidéo, etc...
- Prix : 295 \$



1979 : **Hayes** sort un modem 110/300 bauds pour l'**Apple II**. Il est vendu 380 \$.

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**.

1979 : Le langage **ADA** développé par **Jean Ichbiah** de la société Française **Honeywell Bull** va être choisi par le Pentagone Américain comme l'unique langage de développement imposé à ses services à la place de la jungle d'un millier de langages de programmation différents qu'ils utilisaient jusque là !

Fin 1979 : Apparition des groupes de conversation **USENET** (Unix User Network). Tout a commencé quand **Steve Bellovin** (de l'université de Caroline du Nord) a écrit un script shell sous **Unix V7** pour tester un système d'échange de messages classés par catégorie entre serveurs Unix en utilisant le protocole **UUCP**. **Tom Truscott**, **Jim Ellis** et **Dennis Rockwell** (de l'Université de Duke) avaient eu cette idée en utilisant un programme d'échange local de messages utilisé dans les deux universités.

Un autre étudiant de l'université de Duke, **Stephen Daniels** réécrivit ce shell en langage **C**, donnant ainsi le jour à la première version officielle appelée **A News**.

Deux serveurs, un dans chaque université, reliés par **UUCP**, formèrent le début d'**USENET** (USER NETWORK). Les premiers groupes de nouvelles étaient subdivisés en deux hiérarchies : net.* et dept.* L'un des premiers groupes de nouvelles créé fut net.chess

Février 1980 : **Acorn** annonce l'**Atom**, basé sur le processeur 6502 à 1 MHz et muni de 4 Ko de Rom et 2 Ko de Ram. Il pouvait produire des graphiques en 256x192 ou en 128x192 en 4 couleurs. Prix : 400 \$.



Février 1980 : **Sinclair Research** annonce le **ZX 80**, un micro ordinateur basé sur le processeur NEC 780-1 à 3.25 MHz et muni de 4 Ko de Rom et 1 Ko de Ram extensibles à 16 Ko. Il ne coûte que 1250 F avec 1 Ko et 1900 F avec 16 Ko de Ram.



Avril 1980 : La société Française **Lambda Systèmes** commercialise le **Victor Lambda** au prix de 4000 F. Il est équipé d'un microprocesseur Intel 8080A à 4 Mhz, de 2 Ko de Rom, de 16 Ko de Ram et d'un lecteur de cassettes intégré. Il a pour particularité d'afficher du texte et des graphiques assez grossiers : texte en 12 lignes sur 17 colonnes et graphiques en 113x77 pixels !



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

Juillet 1980 : **IBM** recherche un système d'exploitation pour son projet de micro ordinateur. Ils pensèrent d'abord naturellement au **CP/M** de **Digital Research**, le plus répandu. **Gary Kildall** n'étant pas la le jour du passage de l'équipe d'**IBM** (il faisait de l'avion), celle-ci s'est alors tournée vers **Microsoft**, connu pour vendre beaucoup de licences **CP/M** grâce à sa "Soft-Card" **CP/M** pour **Apple II**.

Août 1980 : **Microsoft** commercialise **Xenix OS**, un **UNIX** portable pour machines à base de Intel 8086, Zilog Z8000 et Motorola M68000.

Août 1980 : **Vinton Cerf**, scientifique au **DARPA** propose un plan d'interconnexion (**inter-network** connection) entre les réseaux **CSNET** et **ARPANET** utilisant le protocole **TCP/IP**. Il s'agit du point de départ du réseau **internet** tel que nous le connaissons actuellement.

Août 1980 : **Tim Patterson** de l'entreprise **Seattle Computer Products** développe en 2 mois, la version 0.10 de **QDOS** (Quick and Dirty Operating System), clone de **CP/M** reprogrammé pour les

processeurs Intel 16 bits. En 1 mois de plus, l'éditeur **EDLIN** est développé. Il présentera **QDOS** sous le nom de **86-DOS** en Septembre à **Microsoft**. En Octobre, **Microsoft**, cherchant alors dans l'urgence un système d'exploitation pour micro ordinateurs pour satisfaire la demande d'**IBM**, achète pour 50000\$, les droits de **86-DOS**.

été 1980 : De nouveaux sites s'interconnectent sur le réseau **USENET**. Voici un schéma de l'époque représentant les interconnexions :

```

reed phs      1) duke   Duke University
  \ / \      2) unc    University of North Carolina at Chapel Hill
uok --- duke --unc  3) phs   Physiology Dept. of the Duke Medical School
  /  \      4) reed   Reed College
research vax135 5) uok    University of Oklahoma
  |         6) research Bell Labs Murray Hill
ucbvax      7) vax135  Bell Labs Murray Hill
              8) ucgvax  University of California at Berkeley
  
```

Octobre 1980 : **Sharp** commercialise le premier ordinateur de poche programmable en **Basic** : le **Sharp PC 1211** muni de 1,9 Ko de Ram, d'un grand écran LCD de 24 caractères au prix de 1500 F. Une interface optionnelle permettait d'utiliser un magnétophone comme unité de sauvegarde.



Novembre 1980 : un contrat est signé entre Microsoft et IBM pour que Microsoft porte son Basic et un OS pour le futur micro ordinateur de chez IBM. Microsoft recevra le premier prototype un mois plus tard.

1980 : **Wayne Ratliff**, ingénieur à la NASA écrit le premier logiciel de bases de données pour micro ordinateur : **dBase II**.

1980 : **Apollo** lance une ligne de stations de travail hautes performances, basées sur le processeur **Motorola 68000** et optimisées pour le travail graphique. Ce type de stations aura un grand succès dans le domaine de la CAO et du calcul numérique. La station représentée en photo est une Apollo DN100.



1980 : **Onyx** présente son ordinateur **Onyx C 8002** équipé d'un processeur Z8000, de 256 Ko de Ram, d'un disque dur, d'un lecteur de bandes, de 8 ports série et tournant sous **Unix** pouvant accueillir 8 utilisateurs pour 20000 \$. Il s'agit du premier micro ordinateur tournant sous Unix.

1980 : La **DGT** lance une expérience d'**Annuaire Minitel Electronique** en Bretagne.

1.7 La micro devient familiale

A partir de 1981 vont apparaître un bon nombre de micro ordinateurs plus simples à utiliser, grâce au Basic, et meilleur marché. Les applications (qui a dit les jeux ? :) sont maintenant disponibles en grand nombre. Tout est en place pour que l'ordinateur devienne "familial" ou "personnel" et commence à entrer dans les maisons.

Janvier 1981 : **Commodore** présente le **VIC 20** équipé d'un processeur 6502A, de 5 Ko de Ram extensibles à 32 Ko et d'un affiche couleur de 23 lignes de 22 caractères pour 300 \$ (2000 F). Il s'en vendra jusqu'à 9000 exemplaires par jour.



Janvier 1981 : **Charles Simonyi** qui avait développé le premier traitement de textes **WYSIWYG** au **Xerox PARC** rejoint **Microsoft** où il dirigera la réalisation de plusieurs logiciels dont **MS Word**.

Février 1981 : **Steve Wozniak**, co-fondateur d'**Apple**, créateur de l'**Apple I** et de l'**Apple II** est victime d'un grave accident aux commandes de son avion personnel qui lui occasionnera une perte de mémoire à court terme pendant une longue durée. Il ne retournera au travail chez Apple qu'en Juillet 1983 et quittera la société en Février 1985.

Mars 1981 : **Sinclair** annonce le **ZX 81**, un micro ordinateur basé sur le processeur Z80A et muni de 4 Ko de Rom et de 1 Ko de Ram extensibles à 48 Ko. Prix de vente : 200 \$ (environ 1000 F en France).



Avril 1981 : **Osborne Computer Corporation** présente l'**Osborne 1** équipé d'un processeur Z80A, de 64 Ko de Ram, d'un écran 5", de deux lecteurs de disquettes 5"25 100 Ko et d'un modem. Il coûtait 1800 \$ et était fourni d'origine avec CP/M, Basic, tableur SuperCalc et traitement de texte WordStar. Bien que pesant 12 Kilos, il s'agit du premier micro "portable". Il s'en est vendu jusqu'à 10000 par mois mais Osborne a disparu deux ans et demi après.



Avril 1981 : Pour essayer de tirer parti de toutes les bonnes idées mises au point avec l'Alto, **Xerox** commercialise le **Star 8010**, une machine dotée d'origine de 1 Mo de Ram, de 8 Mo de disque dur, d'une interface Ethernet, d'un écran graphique, d'une souris deux boutons, d'une imprimante laser et surtout d'une interface entièrement graphique utilisant au maximum le "Drag&Drop", le copier-coller et les menus contextuels ! Par exemple, sauvegarder un fichier ne se faisait pas en ouvrant une boîte de dialogue "enregistrer" comme sur MacOS ou Windows mais systématiquement par Drag&Drop de la fenêtre du document vers la fenêtre contenant les icônes représentant les fichiers sur le disque. L'impression se faisait par Drag&Drop de la fenêtre du document vers l'imprimante.



Les applications incluses d'origine incluaient un tableur, un traitement de texte WYSIWYG et un logiciel de messagerie électronique (Cf. une photo d'écran).

Le **Star** était une machine incroyablement en avance sur son temps ! Il faudra 10 ans à **Apple** et 15 ans à **Microsoft** pour avoir un équivalent fonctionnel. Malheureusement la machine, trop chère (17000 \$) et trop en avance sur son temps, ne répond pas à la demande du marché de l'époque et n'aura aucun succès commercial.

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**.

Août 1981 : **IBM** lance son **5150 Personal Computer** équipé d'un processeur Intel 8088 à 4.77 MHz, de 64 Ko de Ram, de 40 Ko de Rom, d'un lecteur de disquettes 5"25 et du système d'exploitation PC-DOS 1.0 pour 3000 \$. Une version haut de gamme avec carte graphique couleur CGA (640x200 en 16 couleurs) coûtait 6000 \$. Il n'apporte rien d'original par rapport aux machines déjà présentes sur le marché sinon le "poids" d'**IBM**.



Août 1981 : Nombre de machines connectées sur **Internet** : **213**

Novembre 1981 : Fondation de la société **Silicon Graphics Incorporated** par **James Clark**.

Novembre 1981 : L'**Unix System Group** (USG) d'**AT&T** publie **Unix System III**.

1981 : **Apple** commercialise l'**Apple III**, une évolution de l'Apple II munie d'un microprocesseur 6502A à 2 MHz, de 128 Ko de Ram, d'un lecteur 5"1/4 intégré et d'une carte 80 colonnes. Plutôt orienté vers l'entreprise, des problèmes de fiabilité (il était parfois nécessaire d'appuyer sur les composants pour les remettre en place !) et une compatibilité limitée avec l'Apple II entraineront l'échec de cette machine.



1981 : La **DGT** lance une expérience à grande échelle de son terminal télématique **Minitel** à Vélizy, Versailles et Val de Bièvre.

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**.

1981 : La **NSF** (National Science Foundation) lance **CSNET** (Computer Science Network), un réseau d'ordinateurs universitaires reliés entre eux par des liaisons 56 kBits/s et non reliés à **ARPANET**.

1981 : **Acorn** commercialise le **Proton**, plus connu sous le nom de **BBC** car c'est l'ordinateur qui était utilisé lors de cours d'informatique diffusés à la télé Anglaise. Basé sur un processeur 6502A à 2 MHz, intégrant 16 Ko de Ram et 32 Ko de Rom sous formes de modules, le BBC disposait de l'un des meilleurs Basic du moment et d'un grand nombre de programmes disponibles sous formes de modules de ROM enfichables. Il était aussi possible de monter un petit réseau comportant jusqu'à 255 machines. Cette machine, bien qu'un peu coûteuse pour la maison (6000 F) connaîtra un grand succès en Angleterre grâce aux émissions télé et à son utilisation dans les écoles.



1981 : **VISICORP** lance **VISION**, le premier logiciel intégrant à la fois les fonctions d'un traitement de textes, d'un tableur et d'un gestionnaire de bases de données.

1981 : **Michell Kapor** de la société **LOTUS** commercialise le premier tableur pour le **PC d'IBM** : **LOTUS 1-2-3**.

1981 : **Apple Computer** signe un accord secret avec **Apple Corps Limited** (la maison de disques des Beatles) autorisant Apple Computer à utiliser ce nom à condition qu'ils ne vendent jamais d'équipements audio/vidéo dotés de capacités de lecture ou d'enregistrement audio !

1981 : Dans la course à la puissance que se livrent les constructeurs de super-ordinateurs, **CDC**, après le **CYBER 203** en 1979 sort le **CYBER 205**, l'ordinateur le plus puissant de son époque. Sa mémoire centrale est de 32 Mo et il délivre une puissance de 200 MFLOPS.



1981 : **Matt Glickman** et **Mark Horton** de l'université de Berkeley écrivent la version "B" du logiciel gérant les news **USENET**.

Janvier 1982 : **Microsoft** signe un accord avec **Apple** pour le développement de logiciels sur ce qui deviendra le **Macintosh**. **Microsoft** reçoit un des premiers prototypes pour réaliser ces développements.

Janvier 1982 : Création de la société **Sun Microsystems** par **Andy Bechtolsheim**, **Vinod Khosla** et **Scott Mc Neally**, tous étudiants à Stanford, dans le but de commercialiser une station de travail.



Le matériel a été initialement développée par **Andy Bechtolsheim** à Stanford et connecté sur le réseau de l'université : le Stanford University Network ou SUN (mais le nom SUN se voulait aussi un clin d'oeil au premier fabricant de stations de travail : Apollo)

Rapidement, **Bill Joy**, développeur de l'Unix de l'Université de Berkeley, va rejoindre la société pour s'occuper de la partie logicielle et créer SunOS 1.0, dérivé de 4.1BSD.

La société commercialise la station de travail **Sun 1** équipée d'un microprocesseur **68000**, tournant sous **Unix** et munie d'origine d'une interface **Ethernet** et de **TCP/IP**.

Février 1982 : Création de la société **Compaq Computers**.

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 \$.

Avril 1982 : Sinclair lance son **ZX Spectrum** pour succéder au ZX 81. La machine est munie d'un microprocesseur Z80A à 3.5 MHz, de 16 Ko de Rom, de 48 Ko de Ram et peut afficher en 256x192 pixels en 8 couleurs.



Malgré ses quelques défauts : clavier à touches cahoutchouc et multiples commandes Basic sur chaque touche (jusqu'à 6 !) ce sera le plus grand succès commercial de **Sinclair**, il s'en vendra plusieurs millions.

Mai 1982 : Nombre de machines connectées sur **Internet** : **235**

Mai 1982 : **Microsoft** commercialise la version 1.1 de son **MS/DOS** pour **IBM PC** et aussi, c'est plus original, une version 1.25 pour **compatibles PC** !

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

9 Juillet 1982 : Sortie dans les salles du film **Tron** de **Walt Disney**, le premier film utilisant massivement des effets spéciaux générés par ordinateur.

Août 1982 : Annonce du **Cray X-MP**, le premier super-ordinateur **Cray** multiprocesseur. Il pouvait comporter 2 ou 4 processeurs tournant à 105 MHz et développant une puissance de 235 Mflops chaque. Il pouvait aussi être équipé de 2 disques **SSD** (Solid State Disks, en fait composés de mémoire RAM) d'une taille maximale de 1 Go et d'un débit de 150 Mo/s ! C'est le **Cray** qui se vendra le mieux puisque 189 exemplaires seront construits jusqu'en 1988. (Le **SSD** est visible au premier plan, l'unité centrale est à droite sur la photo).



Août 1982 : **Microsoft** commercialise un logiciel tableur **Multiplan** pour **IBM PC** et **Osborne 1**.

Septembre 1982 : **Commodore** commercialise le **Commodore 64**, une machine dotée d'un microprocesseur 8 bits 6510, de 64 Ko de Ram, de 20 Ko de Rom, du Basic, d'un circuit son spécialisé et de graphiques couleur pour le prix très attractif de 600 \$ (4000F). C'est encore à ce jour le modèle d'ordinateur le plus vendu : entre 17 et 22 millions d'unités.



Novembre 1982 : **Compaq** présente le **Compaq Portable PC** doté d'un 8088 à 4.77 MHz, de 128 Ko de Ram, d'un lecteur 5"25 et d'un écran monochrome 9". Il est vendu 3000\$ et est **compatible** avec le **PC d'IBM**. **Compaq** a dépensé 1 million de \$ pour entièrement recréer une **ROM BIOS** qui permette à sa machine d'être **compatible PC** sans violer les Copyrights d'**IBM**.

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 : L'**ARPA** choisit les protocoles **TCP** (Transmission Control Protocol) et **IP** (Internet Protocol) pour la communication sur le réseau **ARPANET**.

1982 : Le réseau **EUnet** (European Unix network) est mis en place pour interconnecter les machines Européennes et permettre la circulation de l'email et des news USENET. Les premiers pays raccordés sont la Hollande, le Danemark, la Suède et l'Angleterre.

1982 : **John Warnock** et **Chuck Geschke** ont développé au **Xerox PARC** un langage de description de page pour imprimante : **Interpress**.

Devant le manque d'intérêt de **Xerox** pour cette technologie, ils démissionnent et fondent leur propre compagnie : **Adobe** pour commercialiser leur propre langage de description de page : **Postscript** qui ouvrira la voie à la **PAO** (Publication Assistée par ordinateur).

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

1982 : **Tangerine** commercialise l'**ORIC 1**, un micro familial 8 bits équipé du processeur 6502 à 1 MHz et de 16 Ko de Rom et de 16 ou 64 Ko de Ram. Malgré ses défauts (clavier presque aussi abominable que la sauvegarde et relecture des programmes sur cassette audio !), son faible prix (2000 F puis rapidement seulement 1000 F) lui assurera un certain succès en France et en Angleterre.



1982 : **Dragon Data Ltd** commercialise le **Dragon 32**, un micro familial 8 bits équipé d'un microprocesseur 6809e à 0.9 MHz, de 16 Ko de Rom, de 32 Ko de Ram et d'un VRAI clavier pour 3500 F. Il pouvait afficher des graphiques en 256x192 pixels et, grâce à un convertisseur Digital Analogique, produire une grande variété de sons. L'horloge pouvait être temporairement poussée à 1.78 MHz par programmation mais rester en permanence à cette fréquence risquait d'endommager le CPU par surchauffe !



1982 : **Thomson** commercialise le **TO 7**. Equipé d'un 6809e à 1 MHz, de 8 Ko de Ram, d'une trappe pour insérer des cartouches de ROM contenant des programmes, d'un clavier type "membrane" et capable d'afficher des graphiques couleurs en 320x200, le tout pour 3700 F. L'originalité de la machine, c'est son **stylo optique** qui permet de dessiner directement sur la télé avec un logiciel de dessin ou des programmes écrits en Basic. Bien sûr, le succès de cette série d'ordinateurs viendra surtout du **Plan Informatique pour Tous** du gouvernement Français qui va garnir toutes les écoles (et leurs placards ?...) de machines Thomson.



1er Janvier 1983 : Le réseau **ARPANET** bascule du protocole **NCP** vers le protocole **TCP/IP**.

Janvier 1983 : **Apple** présente un nouvel ordinateur exceptionnel : le **Lisa** (Local Integrated Software Architecture). Il comprend un 68000 à 5 MHz, 1 Mo de Ram, 2 Mo de Rom, un écran graphique intégré de 12" d'une résolution de 720x364 pixels, deux lecteurs de disquette 5"25 contenant 871 Ko, un disque dur de 5 Mo interne et surtout, il est entièrement et exclusivement utilisable à la souris grâce à son **interface graphique**. Le développement de cet ordinateur a coûté extrêmement cher à Apple (50 millions de \$ pour le matériel et 100 millions de \$ pour le logiciel), ce qui explique son prix élevé de 10000 \$. Malgré ce prix, il s'agit tout de même du premier ordinateur personnel à interface graphique.



Du fait de son prix, cette machine rencontrera un succès limité (100000 exemplaires vendus).

Janvier 1983 : **Commodore** vend son millionième **VIC 20**.

Janvier 1983 : **Apple** lance l'**Apple //e**, évolution de l'**Apple][** de 1977 et muni de 64 Ko de Ram, Basic Applesoft, écran 80 colonnes et graphiques en 560x192 pour le prix de 1400 \$.

Janvier 1983 : L'**Unix System Development Lab** d'**AT&T** publie **Unix System V**.

Mars 1983 : **IBM** commercialise son **IBM PC XT** équipé d'un disque dur de 10 Mo et d'un port série pour le prix de 5000 \$. Il tourne sous **MS/DOS 2.0** qui amène le support des disques dur jusqu'à 10 Mo, les disquettes de 360 Ko et la notion d'arborescence de répertoires sur le disque dur ou les disquettes.

Avril 1983 : **John Sculley**, ancien patron de Pepsi Cola est embauché par **Apple** au poste de COO (Chief Operating Officer).

Juin 1983 : **Apple** vend son millionième **Apple][**.

Aout 1983 : Nombre de machines connectées sur **Internet** : **562**

Novembre 1983 : **Microsoft** pour "occuper le terrain" promet formellement que son interface graphique pour l'**IBM PC** sortira en Avril 1984.

C'est aussi ce mois-ci que fut commercialisé **Microsoft Word 1.0** pour MS/DOS.

1983 : La firme Japonaise **ASCII** et **Microsoft** s'allient pour définir le standard **MSX** (MicroSoft eXtended) dans le but de construire de nouveaux ordinateurs compatibles entre eux et concurrencer les autres ordinateurs 8bits, tous incompatibles.

La norme **MSX** fut définie à partir d'une machine existante, le **Spectravideo 318** :

- microprocesseur Zilog Z80 à 3.58 MHz
- 32 Ko de Rom contenant le MSX Dos et le Basic Microsoft
- de 8 à 64 Ko de Ram
- 16 Ko de mémoire vidéo
- texte en 40x24 ou 32x24, graphiques en 64x48 ou 256x192
- son sur 3 canaux, 7 octaves

Les ordinateurs à cette norme eurent une réussite très moyenne en Europe, en Amérique du sud, en URSS et au Japon et absolument aucun aux USA.

Exemples de machines à cette norme : **Yashica YC-64**, **Yeno DPC 64**, **Yamaha YIS-503**, **Sanyo MPC 64**...

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**.

1983 : Une passerelle est mise en place pour interconnecter **ARPANET** et **CSNET**.

1983 : **Bjarn Stroustrup** développe une extension orientée objet au langage **C** : le **C++**.

1983 : L'Université de Berkeley distribue une nouvelle version de son Unix **BSD 4.2** incluant d'origine le protocole **TCP/IP**.

1983 : **Gene Spafford** organise le **Backbone USENET**, c'est à dire un ensemble de serveurs reliés entre eux sur Internet et s'échangeant les news rapidement pour aider au fonctionnement global d'**USENET**. C'est de là qu'est née la légende du **Backbone Cabal**, devenue depuis la **Usenet Cabal**, formée des administrateurs des serveurs de News du Backbone participant à une mailing-list décidant de la création des nouveaux groupes de nouvelles.

1983 : **Silicon Graphics** commercialise son premier terminal graphique **IRIS 1000** basé sur un microprocesseur 68000 à 8 MHz, 4 Mo de Ram et sans disque dur.

SGI publie aussi la première version de sa librairie graphique dédiée au graphisme 3D : **IRIS Graphics Library** ou **GL**.



Dans cette période, les micros ordinateurs avec une interface graphique vont devenir accessibles à tous. C'est ce qui va permettre à une population de plus en plus large de profiter d'un micro-ordinateur à la maison.

Janvier 1984 : Lors de la mi temps du Superbowl, **Apple** diffuse le spot publicitaire "Orwellien" **1984** :

On January 24th, Apple Computer will introduce Macintosh. And you'll see why 1984 won't be like "1984".

Ce spot a été diffusé une seule fois mais, du fait de son aspect exceptionnel, il a été rediffusé des dizaines de fois lors des journaux télévisés.



24 Janvier 1984 : **Steve Jobs** présente l'Apple **Macintosh** au public. L'ordinateur se présentera lui même en disant "Hello, I am Macintosh and I am glad to be out of that bag" :-)
Le Macintosh est équipé d'un 68000 tournant à 8 MHz, de 128 Ko de Ram, 64 Ko de Rom, d'un lecteur de disquettes 3"1/2 400 Ko, d'une souris et d'un écran noir et blanc intégré 9" d'une résolution de 512x384 pixels.
Comme le Lisa, le Macintosh s'utilise entièrement à la souris grâce à son **interface graphique**. Son prix plus raisonnable de 2500 \$ (25000 F) permettra à la machine de remporter un grand succès.



Janvier 1984 : Suite à un long procès pour violation de la **loi antitrust** la société **AT&T Bell Systems** est dissoute et réorganisée en de nombreuses sociétés plus petites surnommées les **Baby Bells**.

Février 1984 : **IBM** intente et gagne un procès contre les cloneurs **Eagle Computer** et **Corona Data Systems** pour violation de Copyright sur la **Rom BIOS** de l'**IBM PC**.

Mars 1984 : **IBM** commercialise l'**IBM PCjr** équipé de 64 Ko de Ram, un lecteur de disquettes 5"25 et sans moniteur pour 1300 \$. Du fait de nombreux défauts (nombreux problèmes de compatibilité logicielle, 3 slots internes non compatibles PC, alimentation extérieure, clavier infrarouge et touches type "calculatrice"), la machine sera vivement critiquée par la presse, et fera un flop d'autant plus retentissant qu'il s'agit d'une machine **IBM** !



Avril 1984 : **Apple** commercialise l'**Apple //c** similaire à l'Apple //e mais d'un design plus compact et intégrant lecteur 5"1/4, 128 Ko de Ram, carte 80 colonnes, souris pour 1300 \$. 52000 exemplaires de cette machine se vendront le jour même de la commercialisation.



Avril 1984 : **Silicon Graphics** commercialise sa première station de travail Unix avec **moteur 3D** intégré.

Avril 1984 : **Microsoft** présente **Interface Manager** (renommé par la suite **Windows**), un concept d'interface graphique pour le PC, et annonce sa sortie prochaine.

Juin 1984 : Le logiciel **FidoBBS** est programmé par **Tom Jennings**, sysop du serveur **FidoBBS** à San Francisco. Grâce à ce logiciel, il a été possible de mettre en place un réseau de micro ordinateurs permettant l'échange de courrier et de forums entre toutes les machines interconnectées, créant ainsi le réseau mondial **Fidonet** entièrement géré par des particuliers. A la fin de l'année 1984, plusieurs dizaines de **BBS** étaient déjà interconnectés.

Avant d'être sur internet, votre serviteur a passé beaucoup de temps entre 1990 et 1995 sur ce réseau :-)

Juin 1984 : Ashton Tate commercialise le logiciel de gestion de bases de données **DBASE III**.

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

Juillet 1984 : Jack Tramiel, fondateur de **Commodore** et ayant quitté cette société en Janvier 1984 prend le contrôle d'**Atari** pour 240 Millions de \$.

Août 1984 : Commodore rachète une petite société en train de mettre au point un nouveau micro ordinateur aux caractéristiques audio/vidéo révolutionnaires : **Amiga Corporation**.

Août 1984 : IBM commercialise le **PC AT**. Equipé du processeur 80286 à 6 MHz, de 256 Ko de Ram, d'une carte vidéo et d'un disque dur de 20 Mo, la machine coûte 6700 \$.

Septembre 1984 : Digital Research commercialise son interface graphique **GEM** pour **IBM PC**.

Octobre 1984 : Nombre de machines connectées sur **Internet** : **1024**

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

1984 : Sublogic commercialise **Flight Simulator**, un simulateur de vol pour Commodore 64.

1984 : Lancement de l'**Oric Atmos**, évolution de l'Oric 1, muni d'un microprocesseur 6502 à 1 MHz, de 64 Ko de Ram et d'un vrai clavier.



1984 : Pour succéder au ZX Spectrum, **Sinclair** lance le **QL** (Quantum Leap). Il était muni d'un processeur 8/32 bits Motorola 68008 à 7.5 MHz, de 128 Ko de Ram, de 48 Ko de Rom contenant un système d'exploitation multi-tâches et d'un Basic et pouvait afficher en 512x512 en 4 couleurs. La machine était aussi équipée de deux lecteurs de microcassettes de 100 Ko chacune et était vendue avec 4 logiciels de bureautique écrits par **Psion**.



Du fait du manque total de fiabilité de ses lecteurs de micro cassettes et du positionnement curieux comme machine de bureau, ce sera un échec total et la dernière machine **Sinclair**.

1984 : Sandy Lerner et Len Bosack fondent la société **Cisco Systems** dans le salon de leur maison (Cf. photo !) pour fabriquer et vendre les premiers **Routeurs** permettant d'interconnecter divers réseaux entre eux pour former un réseau global.

Ils viennent tous deux de l'Université de Stanford où ils ont mis au point le réseau global du campus.



Le nom de la société vient de San Francisco où ils habitaient et le logo de la société est une représentation du Golden Gate bridge.

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

1984 : Le **MIT** commence à développer le **X Window System**, un logiciel permettant de gérer l'affichage graphique des stations de travail Unix. Plus qu'une simple interface graphique, il s'agit d'un système client-serveur évolué capable par exemple de gérer plusieurs écrans sur une même machine ou d'afficher sur l'écran d'une machine distante.

1984 : Silicon Graphics commercialise sa première station de travail graphique **SGI IRIS 1400** dotée d'un microprocesseur 68010 à 10 MHz, de 1.5 Mo de Ram, d'un disque dur de 72 Mo et tournant sous **UNIX**.

1984 : Mise en place du **DNS** (Domain Name Server) sur Internet. Jusque là, pour trouver une machine sur Internet, il fallait soit connaître son adresse numérique, soit tenir à jour un unique fichier texte contenant le nom et l'adresse numérique correspondante de toutes les machines de l'Internet, ce qui est rapidement devenu impossible avec la rapide croissance de ce réseau.

1984 : Amstrad commercialise un micro familial 8 bits bon marché : le **CPC 464** qui rencontrera un très grand succès en Europe. La machine est dotée d'un Z80A à 4 MHz, de 32 Ko de Rom, 64 Ko de Ram et intègre d'origine un lecteur de cassettes et un écran, le tout pour 3000 F (ou 4500 F avec écran couleur).



1984 : Thomson commercialise le **MO 5**. Processeur 6809e à 1 MHz, 16 Ko de Rom, 48 Ko de Ram et clavier caoutchouc pour 2400 F. Encore une fois, le plan **Informatique Pour Tous** garantira le volume de vente de cette machine et assurera le remplissage des placards des écoles Françaises...



Janvier 1985 : Atari présente l'**Atari 130 ST** pour 400 \$ et l'**Atari 520 ST** pour 600\$ (9500F en France). Muni de 128 Ko de Ram pour le premier et 512 Ko de Ram pour le second, il dispose du processeur 16/32 bits Motorola 68000 à 8 MHz, de 192 Ko de Rom, d'une souris, d'un lecteur de disquettes séparé, de ports MIDI et il est capable d'afficher des graphiques en 512 couleurs. La grande originalité est son interface entièrement graphique : **GEM** développée par **Digital Research**.



En référence à **Jack Tramiel**, patron d'**Atari** et au **Macintosh**, le **ST** est rapidement surnommé **Jackintosh**.

Janvier 1985 : **Microsoft** lance son logiciel de traitement de textes **Word** pour Macintosh.

Janvier 1985 : **Commodore** commercialise le remplaçant du CBM 64 : le **CBM 128**. Cette machine disposait de 2 microprocesseurs : un 8502 tournant à 1 MHz en mode compatible CBM64 ou à 2 MHz en mode CBM 128 et un Z80 pour pouvoir faire démarrer l'ordinateur sous CP/M si un lecteur de disquettes était connecté. La machine disposait de 128 Ko de Ram et de 44 Ko de Rom contenant un Basic nettement amélioré par rapport au CBM 64.



La machine, sortie un peu tardivement remporta un succès relatif.

Mars 1985 : Le cofondateur d'**Apple**, **Steve Wozniak** quitte la société pour fonder une société de jeux vidéo.

Mai 1985 : Le cofondateur d'**Apple**, **Steve Jobs** est "viré" de la direction par **John Sculley**, nouveau patron d'**Apple** et ex patron de **Pepsi Cola**.

Mai 1985 : **Microsoft** présente sa nouvelle interface graphique **Microsoft Windows 1.0** lors du salon Comdex et annonce sa vente pour Juin au prix de 95 \$.

Mai 1985 : **Microsoft** lance la première version de son nouveau tableur graphique **Excel** pour Macintosh.

Juillet 1985 : **Commodore** présente l'**Amiga 1000**, une machine révolutionnaire pour l'époque, à la fois pour son système d'exploitation multitâches muni d'une interface graphique, le Workbench, mais aussi par ses performances graphiques hors du commun dues non seulement au microprocesseur Motorola 68000 qui l'équipe mais aussi aux composants spécialisés qui s'occupent de la gestion du graphisme et du son. La machine est ainsi capable d'afficher des images en 4096 couleurs, d'afficher plusieurs résolutions différentes sur des parties de l'écran et de jouer du son digitalisé en stéréo sur 4 canaux.



Munie de 256 Ko de Ram, d'un lecteur de disquettes 3"1/2 de 880 Ko et d'une souris, la machine sera vendue 1300 \$ (18000F en France).

Septembre 1985 : **Steve Jobs** et 5 ex-dirigeants d'**Apple** fondent **NeXT Incorporated** pour développer un "meilleur Macintosh".

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 \$.

Octobre 1985 : Nombre de machines connectées sur **Internet** : **1961**

Novembre 1985 : **Microsoft** met enfin **Microsoft Windows 1.0** sur le marché, deux ans après son annonce, au prix de 100 \$.

1985 : Chips & Technologies lance un ensemble de 5 composants (chipset) permettant de fabriquer un PC AT 100% compatible pour bien moins cher qu'en achetant les 63 composants utilisés dans un PC IBM.

La disponibilité de ce jeu de composants et de ROM BIOS compatibles marque le début de l'explosion du marché des compatibles PC et aussi la perte de contrôle du marché du PC par IBM.

1985 : Novell lance **Netware** son logiciel serveur de fichiers pour groupe de travail de PC.

1985 : Après le succès très moyen de la norme **MSX**, **Microsoft** et la firme Japonaise **ASCII** ont retenté l'opération avec la norme **MSX 2** :

- microprocesseur Zilog Z80 à 3.58 MHz
- 48 Ko de Rom contenant MSX Dos 2.0 (très proche de MS-DOS 3.3)
- 64 Ko de Ram minimum
- 64 Ko de mémoire vidéo minimum
- graphismes jusqu'en 512x512, 16 ou 256 couleurs parmi 512
- son sur 3 canaux, 7 octaves

Devant l'absence de réussite de cette norme qui faisait pale figure devant les tout nouveaux Atari ST et Amiga, Microsoft quitta le projet.

1985 : Aldus commercialise son logiciel de mise en page assistée par ordinateur **Page Maker** pour le Macintosh.

1985 : Apple commercialise sa première imprimante laser **Postscript** au prix de 7000 \$. L'ensemble **Macintosh + imprimante laser Postscript** + logiciel de **mise en page** va donner naissance au marché de la **PAO** (Publication Assistée par Ordinateur) qui va révolutionner l'imprimerie.

1985 : La **NSF** (National Science foundation) forme le réseau **NSFNET** reliant 5 sites équipés de super ordinateurs avec des liaisons à 56 kbits/s : L'université de Princeton, Pittsburgh, l'université de Californie à San Diego, l'université de l'Illinois à Urbana-Champaign et l'université de Cornell.

Ce "**backbone**" va également permettre de relier tous les réseaux régionaux utilisant le protocole **TCP/IP**, faisant ainsi disparaître les frontières entre ces réseaux et former un vrai réseau global interconnectant toutes les universités américaines et aussi quelques réseaux Européens et Canadiens.

1985 : Commercialisation du **CRAY 2**, premier ordinateur à dépasser la puissance de 1 Gflop (1 Milliard de calculs en virgule flottante par seconde). La machine est équipée de 4 processeurs tournant à 250 MHz et peut adresser directement jusqu'à 4 Go de mémoire vive. Elle tourne sous Unix System V : **UNICOS**. Chaque processeur a une puissance de 488 Mflops. Un programme de multiplication de matrices utilisant les 4 processeurs dispose d'une puissance de 1.7 Gflops.



L'unité centrale (sur la droite) est entièrement immergée dans un liquide conducteur de chaleur et isolant électrique (fluorinert) pour assurer son refroidissement. Les colonnes transparentes visibles à gauche servent à évacuer les bulles se formant dans le liquide entrant partiellement à ébullition au contact des circuits de l'unité centrale.

Février 1986 : Nombre de machines connectées sur **Internet** : **2308**

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

Septembre 1986 : Lancement de l'**Apple IIgs** qui se veut le successeur de l'Apple][. Il est équipé d'un processeur 16 bits Western Digital 65C816 tournant à 2.8 MHz ou à 1 MHz en mode compatible 6502, lui permettant ainsi d'être compatible avec l'Apple][. Il dispose de 128 Ko de Rom, 256 Ko de Ram extensibles à 1.2 Mo, peut afficher en 640x200 en 4 couleurs et dispose d'un circuit sonore Ensoniq de très bonne



qualité.

Cette machine plus chère que les Atari ST et Amiga et peu soutenue par Apple qui favorisait surtout le Macintosh s'est assez peu vendue.

Septembre 1986 : Alors que tous les constructeurs attendent qu'**IBM** se décide à sortir un PC muni d'un processeur 80386 pour le cloner, **Compaq** décide de prendre tout le monde de vitesse et sort son **Deskpro 386** qui rencontrera un grand succès.

Novembre 1986 : Nombre de machines connectées sur **Internet** : **5089**

1986 : En Angleterre, **Amstrad** prend le contrôle de **Sinclair**.

1986 : **Adobe** commercialise **Illustrator** pour l'**Apple Macintosh**. Il s'agit du premier logiciel de dessin **Postscript**.

1986 : **Berkeley Softworks** lance l'interface graphique **Geos** pour **Commodore 64**.

1986 : **Apple** lance une version améliorée du **Macintosh** : le **Mac Plus** muni de 1 Mo de Ram extensible à 4 Mo, d'une interface **SCSI**, d'un lecteur 3"1/2 de 800 Ko de capacité et d'une interface réseau Appletalk.

1986 : Le **MIT** publie la première version de son environnement graphique pour station Unix : **X v10.4**.

1986 : **Atari** commercialise de nouvelles versions de l'Atari ST avec lecteur de disquette et alimentation intégrés : Le **520 STf** avec 512 Ko de Ram au prix de 4000 F et le **1040 STf** avec 1 Mo de Ram au prix de 10000 F.

1986 : La société **Thinking Machines** commercialise le premier super ordinateur massivement parallèle d'un nouveau type : la **Connection Machine CM-1** pouvant comporter jusqu'à 65536 processeurs ! La machine est un peu conçue comme le cerveau humain car chaque processeur effectue un travail très réduit mais ce qui compte, c'est la façon dont sont reliés les processeurs entre eux. La machine reconfigure les connexions internes entre les processeurs pour résoudre un problème donné. L'inconvénient de cette architecture est, bien sur, l'extrême complexité de la programmation et surtout de l'optimisation des programmes pour la vitesse.



1989 : **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 répand rapidement comme alternative aux solutions propriétaires traditionnelles.

1989 : **World Wide Web**. Concept mis au point par T. BERNES-LEE du C.E.R.N, c'est un système de recherche documentaire de données. L'utilisateur se connecte grâce un client (Navigateur ou Brower) sur un serveur désigné par l'URL (Uniform Ressource Locator –c'est-à-dire l'adresse du site). Afin d'aider à la diffusion des informations, ce chercheur du CERN de Genève a mis au point, en 1990, le World Wide Web. Il est à l'origine de standards, parmi les plus utilisés comme http, URL, et le langage HTML. Format utilisé pour créer des documents hypertextes comme celui-ci. Il est composé de balises (tags) qui permettent de modifier la mise en page : Type de caractère, taille, couleur, insertion d'image, saut de ligne, insertion d'un lien hypertexte...

1991 : Unicode. Fin de résoudre le problème de codage de caractères et des différents jeux (ex :ISO 8859-1/latin 1/...) incompatibles, l'Unicode a été crée 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 : URF-8 est de plus en plus utilisé pour les transmissions de documents (par exemple par le Web) et sur les serveurs UNIX.

Chapitre 2 : Evolution de la machine à calcul

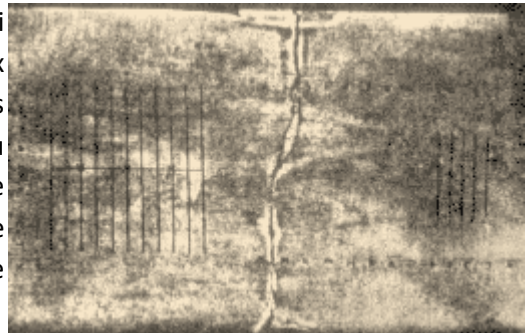
Les calculatrices de poche et les ordinateurs sont aujourd'hui des outils des plus communs dont l'importance est indéniable. Bien évidemment, ces outils sont le résultat d'une longue évolution où se combinent les progrès scientifiques et techniques. La recherche d'outils permettant la simplification des calculs est en effet une question qui préoccupe l'homme depuis qu'il sait dénombrer.

2.1 : Aides au calcul non mécanisées

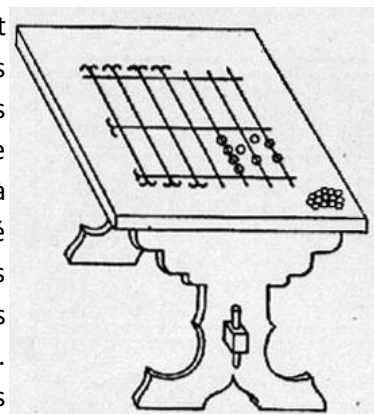
Les premiers procédés d'aide au calcul n'utilisaient pas de matériel spécifiquement conçu à cet effet. Le premier procédé opératoire connu est le calcul sur les dix doigts de la main, qui est probablement à l'origine de l'utilisation du système décimal. C'est cependant l'utilisation du dénombrement à l'aide de bâtonnets ou de cailloux qui a permis le développement des premières constructions humaines servant à la simplification du calcul et du dénombrement.

2.1.1 Tables à calcul et bouliers

Deux des premiers procédés opératoires sont en effet des dérivés directs de l'utilisation de petits objets pour le calcul et la mémorisation des nombres au cours des opérations. Les tables de calcul furent développées probablement en Mésopotamie et n'étaient à l'origine que des lignes tracées dans le sable. On pouvait utiliser les colonnes ainsi formées pour donner différentes valeurs aux cailloux selon leur position. Les supports physiques de ces tables se diversifièrent: de la pierre à la terre cuite au bois ou au marbre. La plus ancienne table à calculer connue (présentée sur la photo) a été découverte dans l'île grecque de Salamine et est faite de marbre. Elle date approximativement du quatrième siècle avant J.C..

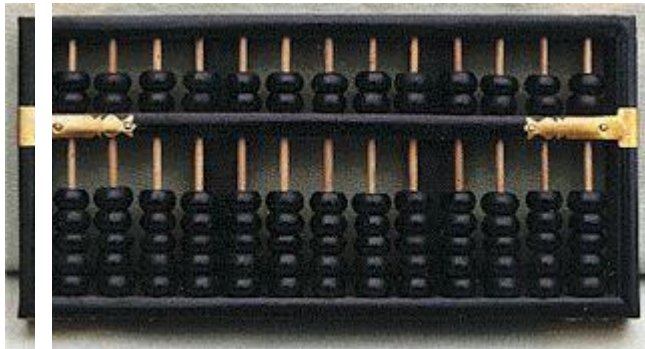


Ce type de système donna naissance au calcul avec jetons qui fut utilisé couramment au Moyen-Âge, en Europe occidentale. On utilisait les jetons sur une table semblable à celle de ce dessin. Les traits représentent dans l'ordre les deniers, les sols, les livres, les dizaines de livres, etc. On représente les nombres en positionnant sur chacune de ces lignes le nombre de jetons correspondant au chiffre associé à cet ordre de grandeur. Pour abrégé la représentation, un jeton placé entre deux traits équivaut à 5 jetons placés sur le trait précédent. Les utilisateurs entraînés pouvaient réaliser de façon très rapide les opérations nécessaires pour la gestion et le commerce. L'enseignement de son utilisation était assez répandu, y compris dans tous les bons traités d'arithmétique de l'époque.



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

d'Aurillac et Fibonacci. Le calcul avec jetons et le calcul écrit coexistèrent donc fort longtemps, car ce n'est qu'à la toute fin du 18^{ème} siècle que l'on cessa d'utiliser les tables à calculer.



C'est une amélioration du procédé de calcul sur table qui donna naissance aux bouliers. En effet, en fixant dans des rainures ou sur des tiges les menus objets utilisés avec les tables de calcul, on forme un outil de calcul autonome. De plus, cette disposition est aisément transportable. Le boulier est un

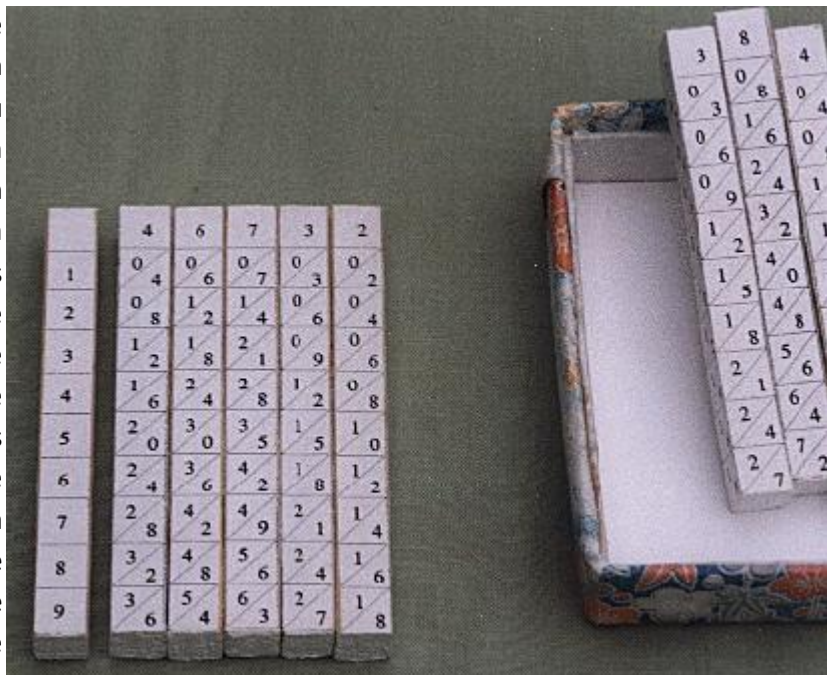
instrument qui permet des manipulations beaucoup rapides et efficaces que les tables de calcul, en bonne partie car les pièces mobiles peuvent maintenant être déplacées par groupe. Les objets indépendants utilisés sur des tables doivent en effet être déplacés un à la fois, tandis qu'ici, on peut déplacer plusieurs billes d'un seul geste.



De plus, ces systèmes manuels permettent, pour un utilisateur expérimenté, l'entrée simultanée de plusieurs données et l'automatisme développé par son utilisation fréquente en fait, encore aujourd'hui, un outil rapide et couramment utilisé par bien des gens, principalement en Extrême-Orient.

2.1.2 Bâtonnets de Neper et réglattes multiplicatrices

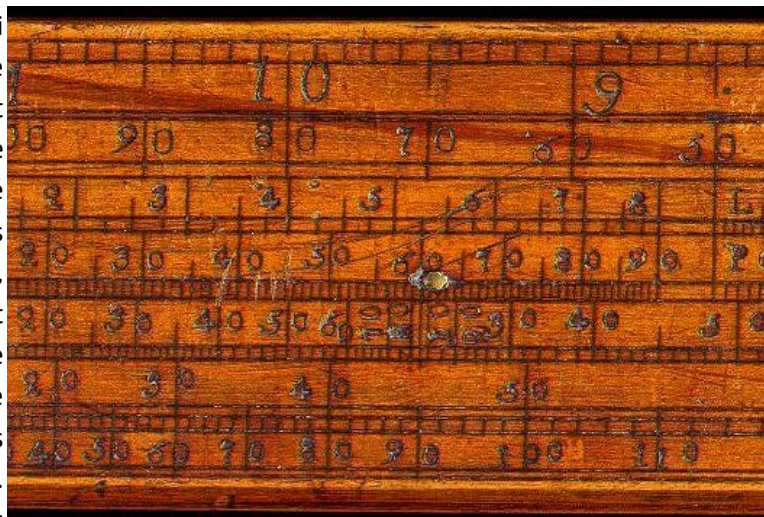
La multiplication est une opération plus complexe à concrétiser que l'addition. C'est le noble écossais John Napier (1550-1617), l'inventeur des logarithmes, qui a conçu le premier dispositif construit dans le but de simplifier cette opération. Sa création, appelée bâtonnets ou osselets de Neper n'est en somme qu'une disposition physique sur des bâtons de la table de multiplication des chiffres de 1 à 9 (table de Pythagore). En effet, chaque bâton est associé à la table de multiplication d'un des chiffres par tous les autres. Chacune des sections carrées associées à un de ces produits est séparée en deux par une ligne diagonale. Dans la partie supérieure est inscrit le chiffre des dizaines et les unités sont inscrites dans la partie inférieure.



Cette réalisation permettait à l'utilisateur de s'épargner l'apprentissage des tables de multiplications, car maintenant, le calcul de chacun des produits partiels par un chiffre était réduit à quelques additions. En effet, la multiplication de 739 par 326, par exemple, était réalisable de la façon suivante. On doit d'abord calculer le produit partiel de 739 par 6, par 2, puis par 3. En disposant côte à côte les bâtonnets associés aux chiffres 7, 3 et 9, on peut lire très facilement tous les produits partiels, car les diagonales semblent intuitivement associer les dizaines de la table d'un chiffre à une retenue sur l'ordre décimal suivant. On lit donc $739 * 6 = (4)(2+1)(8+5)(4) = (4)((2+1)+1)(3)(4)=4434$. On lit aussi les autres produits partiels: $739 * 2 = (1)(4+0)(6+1)(8) = 1478$, $739 * 3 = (2)(1+0)(9+2)(7) = 2217$ et on peut obtenir le résultat par les additions décalées nécessaires $221700+14780+4434 = 240914 = 739*326$. Bien qu'il s'agisse là d'un dispositif fort simple, des variantes cylindriques circulaires ou des modifications évitant la réalisation des quelques additions furent créées et utilisées jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle.

Index	7	3	9
1	0 7	0 3	0 9
2	1 4	0 6	1 8
3	2 1	0 9	2 7
4	2 8	1 2	3 6
5	3 5	1 5	4 5
6	4 2	1 8	5 4
7	4 9	2 1	6 3
8	5 6	2 4	7 2
9	6 3	2 7	8 1

Parallèlement, l'invention des logarithmes par Napier a aussi permis la création d'un outil de calcul dont la longévité fut remarquable, la règle à calculer. Le premier progrès en ce sens a été réalisé en 1620, seulement 6 ans après l'invention des logarithmes, par Edmund Gunter. En fait, il eut l'idée de graduer avec une échelle logarithmique, une règle simple. Elle fut utilisée principalement par les marins, mais était difficile d'emploi. En effet, on devait utiliser un compas



pour trouver les logarithmes des facteurs et réaliser les accumulations de ces logarithmes. Cependant, William Oughtred eut, peu de temps après, l'idée de juxtaposer deux règles de Gunter permettant ainsi de simplifier son utilisation. La réglette centrale coulissante qui fut utilisée sur la plupart des règles jusqu'à environ 1970, fut imaginée, en 1657, par Seth Patridge.

Encore une fois, ce dispositif prit des formes diverses, du cylindre, au cercle, à un enroulement en hélice comme dans ce modèle de 1878 fait par G. Fuller, ou sous forme de réglettes juxtaposées à échelles fractionnées. Toutes ces tentatives visaient à allonger la partie utile de l'appareil, permettant ainsi d'en augmenter la précision.



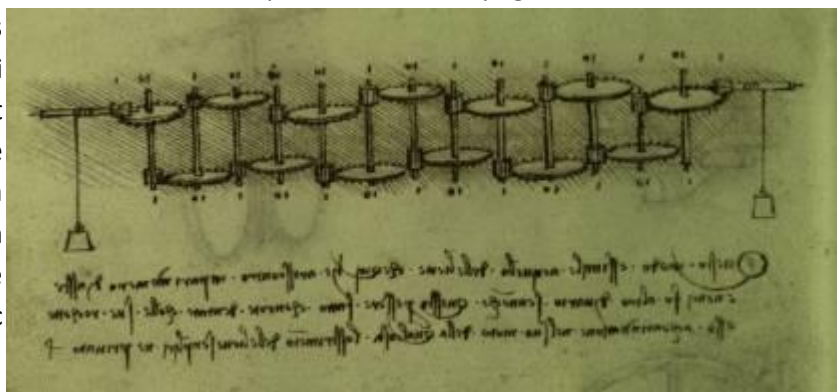
2.2 : Premières machines mécaniques

Si l'on fait abstraction, du controversé prototype de Leonardo Da Vinci, c'est au 17^{ème} siècle que débuta la mécanisation du calcul numérique. Cette fusion du savoir technique et des arts de la pensée tels que l'arithmétique demandait de faire une abstraction importante de ces catégorisations sociales encore fermement établies. Cependant, le fait que les calculs devenaient de plus en plus nombreux et importants, particulièrement dans le domaine de l'administration, commençait à faire sentir que des aides au calcul plus sophistiquées pourraient avoir une grande utilité. C'est donc au cours de ce siècle que furent développées les trois premières véritables machines mécaniques automatisées de calcul numérique, soit celles de Wilhelm Schickard , de Blaise Pascal et de Gottfried Wilhelm von Leibniz .

La mécanique encore relativement simple de ces premiers modèles nous permet de décrire plus facilement les composantes essentielles à la mécanisation des opérations arithmétiques de base et ainsi d'apprécier les raffinements techniques principaux qui ont pu y être apportés par la suite. Pour cette raison, nous les décrirons dans plus de détails que les autres techniques discutées dans ce texte.

2.2.1 Prototype de Da Vinci

C'est en 1967 que furent retrouvés à la bibliothèque nationale d'Espagne à Madrid deux dessins jusqu'à présent inconnus réalisés par Leonardo Da Vinci représentant ce que l'on croit être le premier prototype documenté d'une machine à additionner. En effet, la combinaison de ces treize roues dentées tournant avec

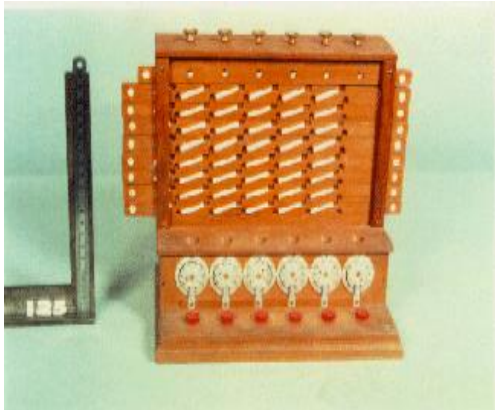
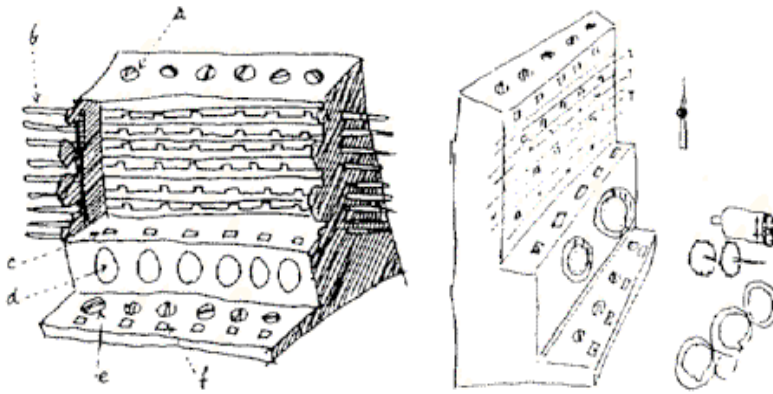


une vitesse de rapport de 10 pour 1 avec la précédente permet l'addition. Lorsque l'utilisateur tourne la poignée d'un tour, la première roue (inscription) complète une révolution, la suivante (unités) a tourné d'un dixième de tour, affichant ainsi le chiffre un. Parallèlement, lorsque cette roue des unités aura complété une révolution, elle réaffichera le zéro, tandis que la roue suivante (dizaines) aura, quant elle, réalisée un dixième de tour affichant ainsi le chiffre un et la machine affichera 10.

Dr. Roberto Guatelli, un expert dans la construction de répliques fonctionnelles des travaux de Da Vinci, a d'ailleurs construit en 1968 une réplique de cette machine à calculer qui fut exposée par IBM dans sa collection Da Vinci. Cependant, cette réplique fut source d'une controverse, car plusieurs considéraient que compte tenu de la documentation très limitée, Guatelli allait, en utilisant son imagination et son intuition, bien au-delà du concept de Da Vinci avait développé. En effet, beaucoup croyaient que ce n'était probablement qu'une machine permettant d'obtenir de grandes vitesses de rotation. En appliquant une rotation à la première roue, la dernière en fait 10^{13} . Bien que le vote tenu sur la validité de la réplique fut égal, IBM la retira de son exposition. Nous ne saurons donc probablement jamais si la création du concept de machine à calculer peut revenir de droit à Leonardo Da Vinci.

2.2.2 Machine de Schickard

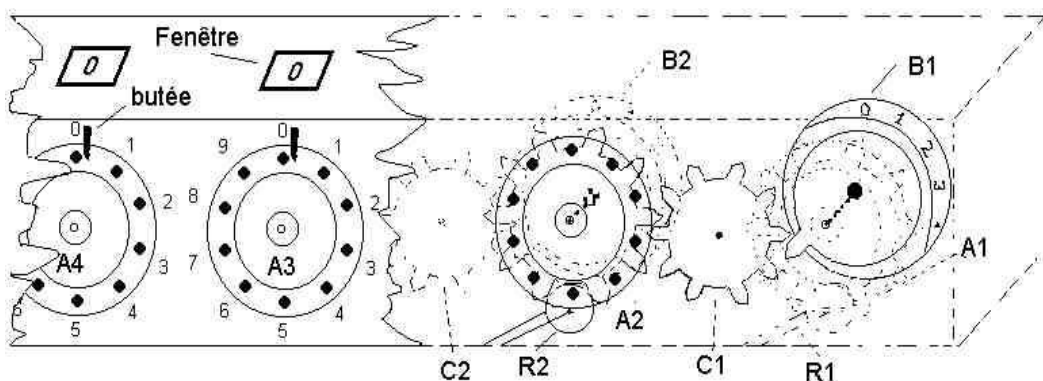
C'est en 1623, que fut construite la toute première machine à calculer mécanique. Cette réalisation est l'œuvre de Wilhelm Schickard (1592-1635), un Allemand né d'une famille modeste. Au cours de sa vie, il fut d'une polyvalence remarquable, étant à ses heures, vicaire, enseignant de langues bibliques, cartographe, géomètre, astronome ou mathématicien. Son intérêt pour l'astronomie et les mathématiques lui vient de sa rencontre en 1617 du célèbre astronome Johannes Kepler, avec lequel il a entretenu une longue correspondance. C'est d'ailleurs par l'intermédiaire de ces lettres, retrouvés par l'historien Franz Hammer que l'on connaît aujourd'hui l'existence de cette machine. En effet, le seul exemplaire presque complété, qu'il faisait construire par Johann Pfister et qui était destiné à Kepler, a été détruit dans un incendie nocturne, moins de six mois après sa construction. Ce croquis ainsi que plusieurs explications contenues dans les lettres et d'autres notes destinées à Pfister, ont permis la construction en 1961 de plusieurs répliques fonctionnelles de ce que Schickard appelait l'horloge à calculer.



La partie supérieure permettait la multiplication en utilisant des cylindres dérivés des bâtonnets de Neper que l'on peut tourner à l'aide des boutons ((a) sur le croquis) et utilise des réglettes coulissantes (b) pour n'afficher que les produits partiels que l'on désire utiliser. Ce n'est cependant pas la partie réellement intéressante pour nous, car elle n'est qu'un dérivé des osselets de Neper dont nous avons déjà discuté.

La partie inférieure possédant des boutons (e) et des fenêtres (f) servait d'inscripteur pour des résultats intermédiaires, une sorte de mémoire temporaire.

C'est dans la partie centrale que se trouve le système mécanique d'addition et de soustraction qui fait toute l'originalité et le mérite de cette machine. Les fenêtres (c) permettent d'indiquer le résultat des opérations tandis que l'utilisateur peut réaliser les opérations par l'intermédiaire des six disques perforés (d) dans lesquels il peut insérer un style. Ces six disques représentent respectivement les unités, dizaines, centaines, etc.



Les disques perforés (A1, A2, ...) servent à l'inscription et à l'utilisation de l'appareil. Ils portent à l'arrière une roue dentée possédant 10 dents. Les roues numérotées de 0 à 9 (B1, B2, ...) servent à afficher dans les fenêtres les valeurs des chiffres représentant le résultat et possèdent sur leur face intérieure une roue "mutilée", qui n'a qu'une dent et qui sert, par l'intermédiaire des roues de transmission (C1, C2, ...) à effectuer les retenues. En effet, la roue de transmission ne sera activée que lorsque la roue précédente passe de 9 à 0, grâce à la roue à dent unique. Alors, cette roue de transmission déplacera l'ensemble A2-B2 d'une position, réalisant ainsi la retenue. Il y a aussi de petites roulettes (R1, R2, ...) qui ne servent qu'à empêcher les mouvements indésirables des roues. Elles sont montées sur un ressort à lame et s'emboîtent entre les dents des roues A rendant impossible leur mouvement sauf si l'utilisateur les tourne avec le style.

La réalisation d'une addition se fait en insérant le style dans les perforations associées au nombre à ajouter à celui déjà inscrit et en tournant dans le sens antihoraire, jusqu'à la butée. Par exemple, l'addition de 153 et 1009 se fait en vérifiant d'abord que la machine est bien à 0. Ensuite l'utilisateur inscrit 153 en insérant le style dans le trou aligné avec le chiffre 3 sur l'inscripteur des unités, puis en tournant dans le sens antihoraire jusqu'à la butée, puis en faisant les mêmes opérations pour 5 dans les dizaines et 1 dans les centaines. Il peut alors lire 000153 dans les fenêtres de lecture. Suite à quoi, il lui suffit de faire les mêmes opérations avec 1009 (les zéros n'ont pas à être inscrits), en inscrivant le 9 aux unités, la roue complète une rotation entière plus deux unités et l'indicateur montrera alors le chiffre 2. Dans cette inscription, la roue des unités en passant du 9 vers le zéro, fera tourner la roue C1 dans le sens horaire et ajoutera ainsi une unité à la roue des dizaines qui indiquera maintenant 6. Il inscrit aussi le 1 sur le disque des milles et on verra le résultat de l'addition 1162. Il est à noter que l'ordre d'inscription des chiffres n'a pas d'importance.

La soustraction se fait de façon analogue à la différence proche que l'inscription d'un nombre à soustraire se fait en insérant le style dans le trou aligné avec la butée et en tournant dans le sens horaire jusqu'à l'alignement avec chiffre que l'on désire inscrire. Le mécanisme de retenue à dent unique réalisera les emprunts nécessaires sur les roues précédentes.

Cette technique de report en parallèle demande un ajustement très fin, d'abord parce qu'il faut éviter que, par exemple, la rotation de C1 créée par une inscription sur A2, n'accroche la dent unique de B1. Cependant la plus grande difficulté technique vient des longues retenues, telles que le passage de 499 999 à 500 000, qui exigent un fonctionnement simultané de toutes les roues de retenues. Malgré tout, les reconstructions récentes de cette machine réussissent à faire correctement des reports de 5 à 8 chiffres. Il est bon de savoir que cette toute première méthode de retenue est encore utilisée de nos jours dans plusieurs compteurs électriques, kilométriques ou à gaz.

Malheureusement, ni Kepler ni Schickard lui-même ne semblaient avoir réalisé l'intérêt immense de cette machine, qui leur apparaissait probablement comme une amusante réalisation. De plus, le seul prototype ayant été détruit, cette invention demeura tout à fait inconnue jusqu'à la découverte des documents susmentionnés, en 1957.

2.3 Machine de Pascal

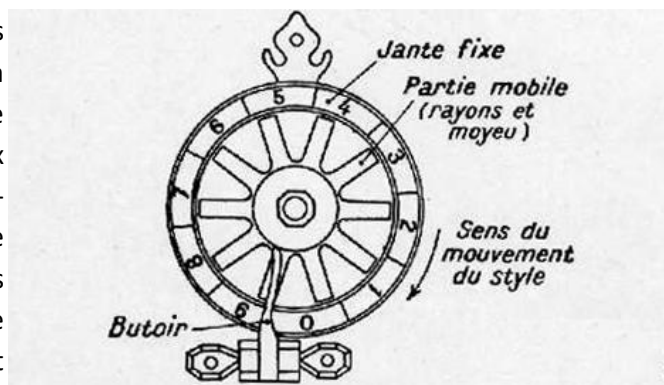
La machine suivante fut construite par Blaise Pascal (1623-1652), un autre grand cerveau polyvalent. Le fait qu'il fut précédé par Schickard n'enlève rien au mérite de Pascal puisqu'il n'avait jamais eu connaissance des travaux de Schickard. De plus, il a su voir le grand intérêt des machines à

calculer. En effet, Pascal construisit sa machine pour répondre à un besoin. Son père, Étienne Pascal, avait été envoyé à Rouen pour réorganiser les finances et la distribution des impôts en Basse-Normandie. Bien



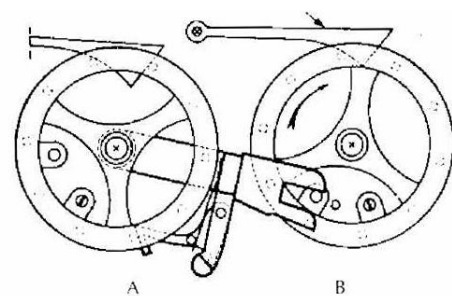
entendu, ce travail demandait de longs et nombreux calculs et c'est pour alléger la tâche de son père que Pascal, alors âgé de 18 ans, se mit à concevoir une machine mécanique permettant d'accélérer les processus de calcul. Une des difficultés de la construction d'une machine utilisable pour des calculs financiers vient du système d'unités monétaire en usage à l'époque. Il fallait donc un système mécanique permettant la retenue au douzième denier, au vingtième sol, à la dixième livre. Il conçut de nombreux mécanismes et en 1641, confia à un horloger de Rouen la réalisation d'un premier prototype, qui bien qu'élégant ne fonctionnait absolument pas. C'est donc en 1645 que sa première machine fonctionnelle fut présentée.

Le système d'inscription des diverses machines conçues par Pascal est similaire à celui utilisé par Schickard et nécessite l'utilisation d'un style. On l'insère entre deux rayons successifs du disque d'inscription, vis-à-vis le chiffre à inscrire et on tourne dans le sens horaire jusqu'à un butoir. Chacun des ces disques est relié à une roue numérotée dont on peut voir le chiffre présentement inscrit au travers d'une lucarne.



Il existe cependant deux différences majeures entre le mécanisme de la machine de Pascal et celui de l'horloge de Schickard.

La première, et la plus importante, est au niveau du système de report lors de retenues. En effet, le système utilisé par Pascal est radicalement différent du système à roue mutilée. Il utilise plutôt une méthode de report à sautoir. Le sautoir (pièce centrale sur la figure) est soulevé au cours de la rotation de la roue B et lors du retour à 0 est relâché et retombe par gravité créant, par l'intermédiaire de la fourche du sautoir, une rotation d'une unité de la roue suivante A. Ce système est facilement adaptable aux roues des sols et des deniers bien qu'ils ne soient pas en base 10. Les



Le reporteur de Pascal.

cliquets supérieurs ne servent qu'à éviter le retour en arrière des roues. Bien qu'il permette facilement la transmission des grandes retenues par sauts successifs, ce système demeure très sensible aux conditions d'utilisation. En effet, puisqu'il utilise son propre poids plutôt qu'un ressort, le sautoir est sujet à des rebondissements lors d'une utilisation rapide de la machine et le fait de ne pas être parfaitement à l'horizontale lors de l'utilisation peut perturber le fonctionnement la machine.

Cependant, ce système n'étant pas réversible, contrairement à celui, plus simple, de Schickard, la soustraction ne peut pas se faire par une utilisation en sens inverse de la machine. De là origine la deuxième différence entre ces machines. La solution à ce problème qu'a imaginé Pascal utilise simplement une numérotation complémentaire sur les roues numérotées (chiffres en sens

inverse)

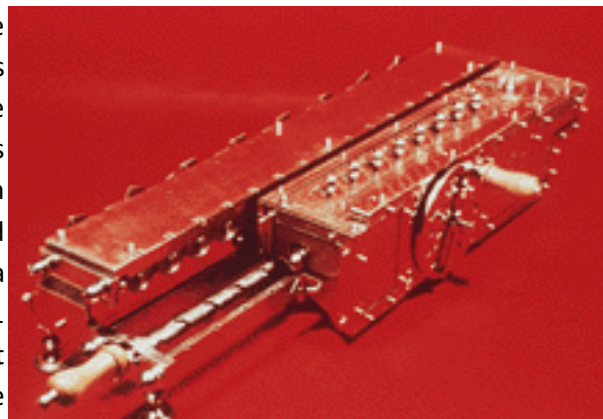
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

 et un volet coulissant permettant d'afficher soit la série des nombres à l'avant (mode soustraction) ou celle à l'arrière (mode addition). Une addition se fait de la même façon que sur la machine de Schickard et le résultat se lit sur la chiffraison arrière. Pour réaliser une soustraction on place le volet en mode soustractif et on fait apparaître dans les lucarnes le premier nombre. On doit donc piquer comme si l'on voulait entrer (en mode addition) le complémentaire pascalien de ce nombre. Par exemple pour faire apparaître 003425 dans les lucarnes en mode soustraction on doit piquer comme pour entrer 996574. Ensuite, pour soustraire, disons 2436, on entre ce chiffre de la façon normale et dans les lucarnes on verra la différence $003425 - 002436 = 000989$.

Pascal en fit construire plusieurs exemplaires (environ une vingtaine), dont 9 ont été retrouvés aujourd'hui, et tenta de les vendre. Cependant, leur fort prix et la faible demande ne lui ont pas permis le succès commercial qu'il aurait pu escompter. En effet, le calcul à jetons suffisait aux besoins de comptabilité du temps. De plus, les calculs de nature scientifique impliquant des multiplications et des divisions, pour lesquelles la machine de Pascal n'était pas adaptée. Ces facteurs expliquent que peu de gens furent intéressés à acheter une de ces machines. Les plusieurs exemplaires différaient selon leur utilisation. En effet, certains ne comptent que des entiers, d'autres possèdent les roues des sols et des deniers et enfin un autre modèle de géomètre comptait cinq roues pour les entiers ainsi qu'une roue pour les pieds, une pour les pouces et une pour les lignes.

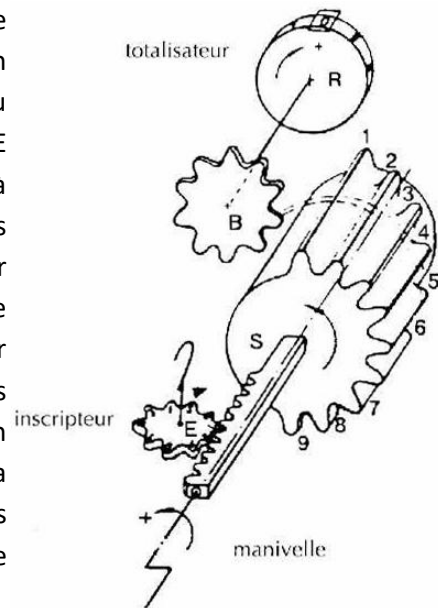
2.4 Machine de Leibniz

La prochaine étape qu'il y avait à franchir pour une mécanisation complète des calculs arithmétiques était de créer une machine capable de réaliser de façon automatique les multiplications et les divisions. C'est environ 30 ans après Pascal, en 1673 que le célèbre mathématicien Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716) commença à réfléchir au problème. Cependant, ce n'est que 21 ans plus tard que le premier exemplaire fut construit, en raison de la grande difficulté de fabrication des pièces nécessaires à son

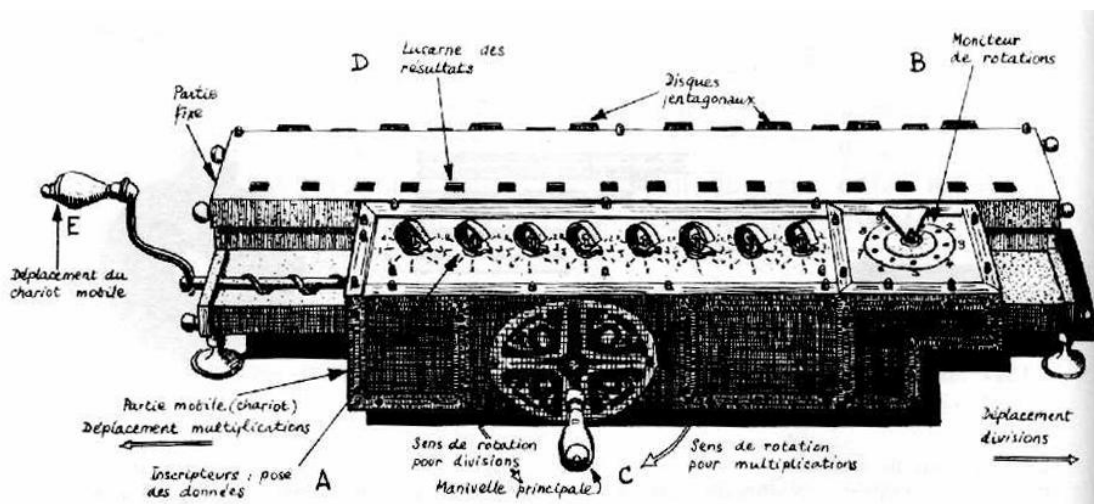


fonctionnement. Il semble d'ailleurs qu'un artisan avec lequel il avait conclu un marché, le rompit en réalisant l'ampleur et la complexité de la tâche. Des deux ou trois exemplaires qu'il fit construire, seul le premier datant de 1694 nous est parvenu.

Tout le principe de fonctionnement de sa multiplicatrice repose sur le tambour à dents inégales combiné à l'utilisation d'un chariot mobile. Tel que l'on peut le voir sur le dessin du mécanisme de la multiplicatrice, l'utilisation de l'inscripteur E permet de déplacer la position du tambour S par rapport à l'engrenage B. Or, puisque les 9 dents du tambour sont de plus en plus courtes, la position de ce tambour déterminée par l'inscripteur, permet de varier selon le chiffre choisi, le nombre de dents du tambour qui s'emboîtent avec la roue B et font, par conséquent tourner le totaliseur R. La machine contient 8 de ces tambours à dents inégales chacun étant relié à un cadran d'inscription qui lui est propre. De plus, cette partie de la machine est déplaçable, pour que la série des 8 tambours puissent agir sur des séries différentes de totaliseurs, dont le résultat apparaît par des lucarnes.



Pour réaliser une multiplication, on procède de la façon suivante. Par exemple, pour multiplier 4326 par 365 on débute par placer la partie mobile à l'extrême droite et l'on pose manuellement sur les 8 cadrans de l'inscripteur (A) le multiplicande 00004326, les lucarnes indiqueront encore 000000000000.



Ensuite, un pique un style dans le moniteur de rotation pour lui faire indiquer 5 (le chiffre des unités de 365). Le moniteur permettra de bloquer, après 5 rotations, la manivelle principale C. La position des tambours étant fixée par l'inscripteur, une rotation de la manivelle (et donc des tambours) ajoutera 6 dans la lucarne la plus à droite, 3 dans la suivante, puis 2 dans la troisième, 4 dans la quatrième et 0 dans toutes les autres. On tourne donc la manivelle jusqu'à son blocage (5 tours ici) ce qui affichera donc comme résultat intermédiaire: $4326+4326+4326+4326+4326 = 000000021630$. Ensuite, on déplace le chariot mobile d'un cran vers la gauche, de façon telle que le tambour qui était aligné avec les unités, le soit maintenant avec le totaliseur des dizaines. On pique

maintenant la valeur 6 dans le moniteur de rotation et on tourne la manivelle jusqu'au blocage (6 tours cette fois). Ce faisant, on ajoute $6 \times 4326 = 25956$ au résultat, mais en position des dizaines. On ajoute donc 259560. Ensuite, on déplace encore une fois d'un cran vers la gauche, on pique le 3 et on tourne, ajoutant ainsi $3 \times 4326 \times 100 = 1297800$ au résultat. On voit donc le résultat final : $000000021630 + 00000259560 + 000001297800 = 000001578990 = 365 \times 4326$. Cette mécanisation par additions successives utilise le chariot mobile de façon très proche, conceptuellement parlant, de la réalisation sur papier des multiplications en colonnes. Il est aussi possible de réaliser des divisions par des soustractions successives mais nous ne nous y attarderons pas.

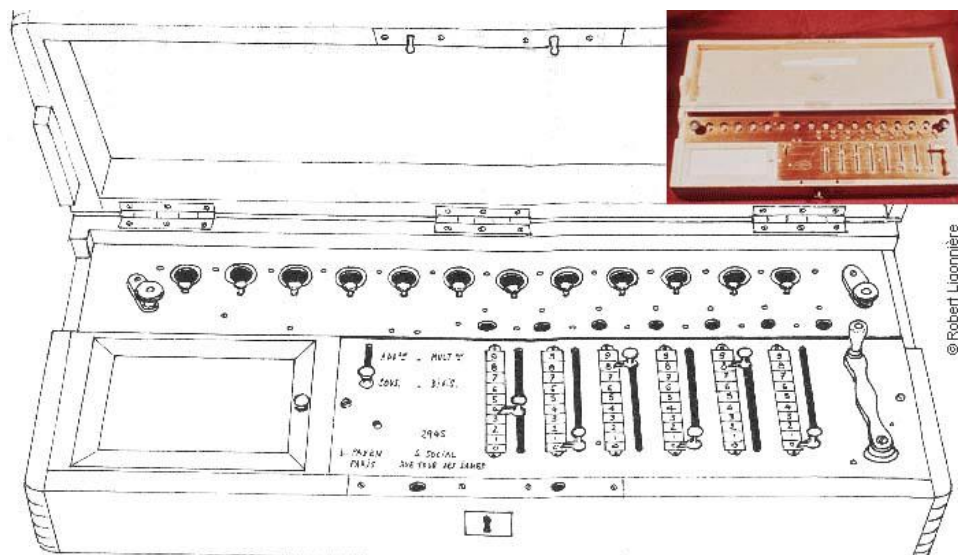
Cependant, Leibniz n'avait pas réussi à mettre au point un système de report efficace et a donc dû introduire une série de disques pentagonaux permettant à l'utilisateur de corriger les erreurs de report. Il n'en demeure pas moins que les principes de base du fonctionnement de sa multiplicatrice demeureront presque inchangés sur de nombreux modèles de machine à calculer, même jusqu'au petites calculatrices manuelles de marque Curta, produites, à la fin des années 1930.

2.6 : Évolution des machines mécaniques

Les machines de Pascal et de Leibniz (celle de Schickard étant déjà oubliée) avaient clairement montré la possibilité de mécanisation du calcul numérique. Par contre, la mécanique de précision n'étant encore suffisamment développée à cette époque, elles n'étaient pas entièrement fiables et qui plus est, elles étaient fort dispendieuses à produire. Parallèlement, bien que les calculs (principalement commerciaux) commencent à prendre de l'importance, motivant ainsi la mécanisation du calcul, il fallait attendre encore le développement de grosses entreprises commerciales et bancaires pour que le besoin de machines à calculer fiables et pratiques se fasse réellement sentir.

2.6.1 Arithmomètre de Thomas

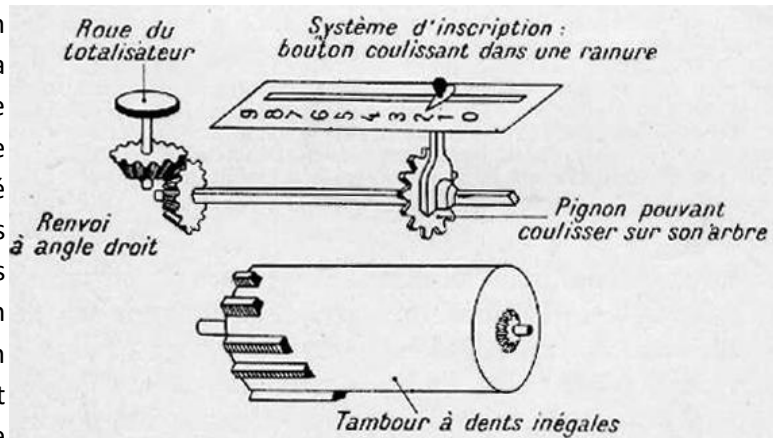
C'est donc en pleine révolution industrielle, aidé par les progrès techniques, que le français Charles-Xavier Thomas de Colmar réussit à fabriquer la première machine que l'on peut qualifier de véritablement pratique: l'Arithmomètre. Bien que quelques progrès mineurs aient eu lieu au cours du 18^{ème} siècle, les machines de Thomas, produites de 1821 à 1878, ont réellement marqué l'histoire du calcul mécanique en devenant les premières machines commercialisées de façon importante et ce, avec succès.



© Robert Ligonnière

Bien qu'ils soient grandement inspirés de la machine de Leibniz, les Arithmomètres de Thomas intégraient de nouveaux mécanismes, le tout dans une machine pratique et d'une fiabilité inégalée auparavant.

Le principe de base des calculs repose encore sur l'utilisation d'un chariot mobile et d'un tambour à dents inégales similaires à celui de Leibniz, à la différence proche que l'inscripteur, maintenant composé de curseurs déplaçables dans des rainures graduées, ne déplace plus le tambour en entier, mais plutôt un pignon relié au totaliseur. Il n'en demeure pas moins que c'est encore en variant le nombre de



dents agissant lors d'un tour de manivelle que l'on réalise les opérations. Autre différence avec le modèle de Leibniz, c'est maintenant la partie contenant les lucarnes de lecture et les totaliseurs qui sont mobile horizontalement, ce qui ne change rien au principe de fonctionnement.

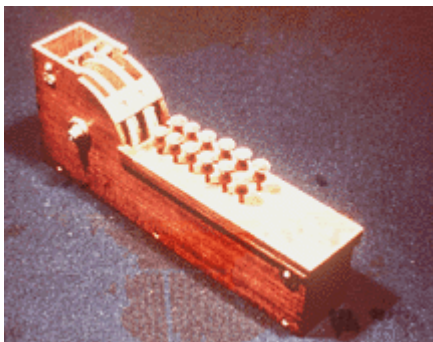
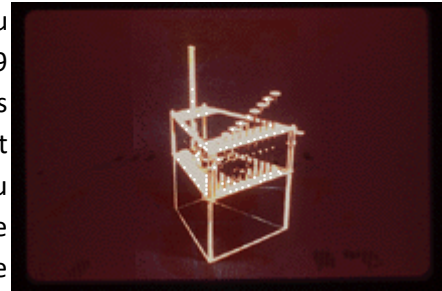
Les ajouts faits par Thomas, sont tout de même importants. D'abord, l'ajout d'un mécanisme à crémaillère rendant simple l'effaçage des données (remise à zéro des indicateurs) était un ajout des plus pratiques pour les utilisateurs. Qui plus est, la création d'un système permettant l'inversion du mécanisme, facilite les opérations de soustraction et de division. Une autre amélioration intéressante est l'ajout d'une deuxième série de lucarnes qui, directement reliées à la manivelle, permet de compter les tours réalisés par cette dernière et donc d'afficher le multiplicateur. Lorsque la machine est utilisée pour une division, ces lucarnes affichent le quotient car, dans ce cas, c'est le diviseur qui est inscrit aux curseurs et le nombre de tours nécessaires (à chaque ordre décimal) à l'utilisateur pour obtenir un nombre plus petit que le reste détermine les différents chiffres du quotient. De plus, le système de blocage des roues que Thomas a mis au point était fort efficace, tout comme son système de report de la retenue, qui se faisait en cascade de façon irréprochable.

Il réussit à vendre près de 1500 exemplaires divers d'Arithmomètres dont 1000 entre 1865 et 1878. Ces machines, bien que dispendieuses pour l'époque, permettaient d'accélérer considérablement la réalisation des calculs et trouvaient preneur majoritairement dans des grandes entreprises, des banques, des compagnies d'assurance, mais encore relativement peu dans le domaine scientifique. Il est à noter que, bien que l'Arithmomètre soit hautement plus rapide qu'un homme entraîné pour réaliser les multiplications et divisions, au niveau de l'addition et de la soustraction, elle ne l'est guère. En effet, la nécessité de manipuler les curseurs pour l'inscription de chaque chiffre ralentissait considérablement l'opération.

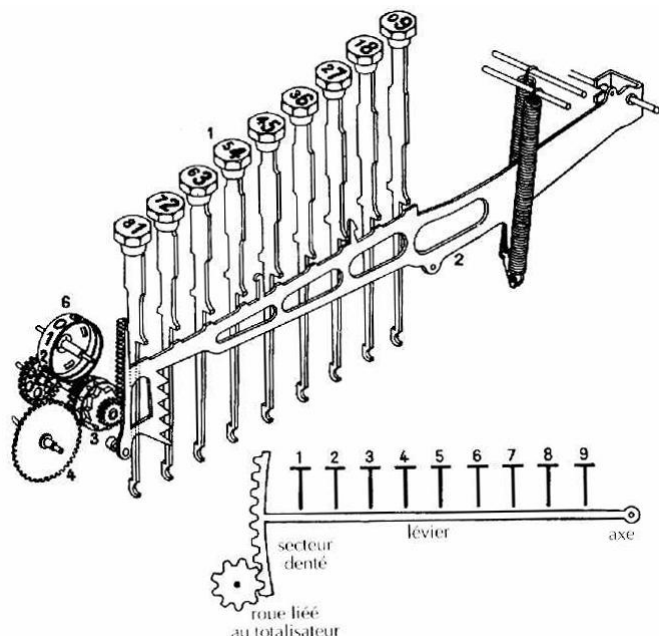
2.6.2 Le clavier

Bien que l'utilisation des curseurs ou des manettes pour inscrire les nombres permette un rendement supérieur à l'utilisation de disques rotatifs à l'aide d'un style, il n'en demeure pas moins que l'invention de l'inscripteur à touches (clavier) permet d'accroître encore la rapidité d'exécution des calculs.

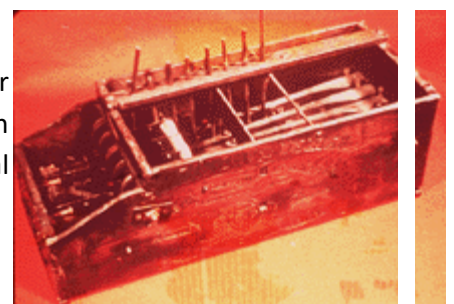
Le premier calculateur à touches connu, datant de 1850, est l'oeuvre de D.D. Parmelee et n'était définitivement pas de taille à compétition avec les machines du temps. En effet, il n'était composé que d'une seule série de 9 touches (à l'avant plan) numérotées de 1 à 9, de hauteurs proportionnelles au chiffre qu'elles représentent. En enfonçant ces touches, on provoque une élévation, proportionnelle au chiffre entré, d'une tige graduée visible à l'arrière plan. Bien que d'une utilité fort limitée il n'en demeure pas moins que cette première utilisation des touches a inspiré Thomas Hill pour la construction, en 1857, de l'Arithmomètre de Hill.



Cependant la réalisation de Hill était loin d'être parfaite. En effet, sa machine ne pouvait traiter que deux ordres décimaux et ne possédait que des touches allant de 1 à 6 pour chacun de ces ordres. De plus, le système de report était fort peu efficace. Malgré tous ces défauts, le processus d'inscription développé par Hill était fort ingénieux et fut par la suite réutilisé dans des machines beaucoup plus fiables et efficaces. C'est en effet dans cette machine que le principe du levier à déplacement proportionnel est apparu pour la première fois. L'inscription d'un nombre se fait simplement en appuyant sur une des 9 touches numérotées (6 dans le cas de la machine de Hill) et chacune de ces touches, de par leur positionnement déplace d'une distance différente un levier qui tourne autour d'un axe fixe. À l'extrémité de ce levier on trouve une série de 9 dents qui s'emboîtent dans une roue dentée reliée au totaliseur. Il suffit de bien régler le mécanisme lors de la construction pour que chaque touche déplace le levier de telle façon qu'il fasse tourner la roue du nombre de dents correspondant à la valeur de cette touche.



De nombreuses tentatives peu fructueuses d'amélioration du clavier furent tentées dans les trente années suivantes, mais ce n'est qu'en 1885, que Door E. Felt construisit le premier prototype expérimental



de ce qui deviendra le Comptomètre. Ce prototype surnommé Macaroni Box, était construit de matériaux hétéroclites tels que du bois, des élastiques, des cure-dents, des épingles à cheveux ... Il en construisit plusieurs qui étaient tous fonctionnels.

C'est deux ans après, en 1887, qu'il fit breveter et qu'il débuta la commercialisation de son additionneuse à clavier: le Comptomètre. À chaque ordre décimal est associé une série complète de 9 touches numérotées de 1 à 9, et pourvues d'une notation complémentaire pour la soustraction, qui se fait en utilisant la complémentation comme sur la machine de Pascal. Chacune de ces séries de touches est associée à un totalisateur de la façon conçue par Hill. Le levier visible sur la droite ne sert qu'à la remise à zéro du totaliseur.



L'utilisation des touches était définitivement un progrès par rapport aux curseurs, d'autant plus qu'en utilisant le clavier complet (une série de touche par ordre décimal) on pouvait entrer des chiffres simultanément. Par conséquent, un utilisateur bien entraîné pouvait réaliser des additions avec une rapidité inégalée. De plus, la multiplication pouvait être réalisée très rapidement aussi, en utilisant manuellement le principe d'additions successives utilisé dans les autres machines. Dans ce cas, le mouvement du chariot mobile est remplacé par un déplacement des doigts. Or, si le multiplicande a moins de cinq chiffres, l'utilisateur n'a qu'à déplacer ses doigts d'un ordre décimal sans même avoir à en changer la configuration. Il était donc possible de réaliser des multiplications au moins aussi rapidement que sur des machines conçues pour mécaniser cette opération.

Le Comptomètre était aussi muni d'un système de report hors de pair, potentiellement le plus achevé et efficace qui fut créé. Sa grande fiabilité combinée à sa rapidité, en ont fait un grand succès commercial. Ils furent fabriqués et vendus jusqu'à la fin des années 1920.

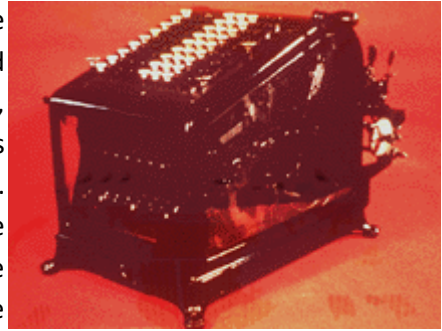
Le Comptomètre était aussi muni d'un système de report hors de pair, potentiellement le plus achevé et efficace qui fut créé. Sa grande fiabilité combinée à sa rapidité, en ont fait un grand succès commercial. Ils furent fabriqués et vendus jusqu'à la fin des années 1920.

2.6.3 L'imprimante

Un autre progrès important dans l'histoire de la calculatrice fut définitivement l'ajout d'une fonction d'impression. En effet, il permettait, chose fort utile dans les domaines commerciaux et administratifs, de garder la trace des calculs réalisés sans nécessairement avoir à passer du temps à recopier les divers résultats obtenus.

Le premier prototype connu de machine à calculer permettant l'impression date de 1870. Créée par Barbour, ce prototype n'était pas d'une grande utilité. En effet, il était basé sur le principe des bâtonnets de Neper et nécessitait d'être encré à la main.

La première machine commercialisée utilisant un principe d'impression pratique était la réalisation de William Seward Burroughs (1857-1898). Sur les premiers modèles qu'il a réalisés, à partir de 1888, l'utilisateur ne pouvait voir les données imprimées car elles étaient à l'arrière de la machine. Malheureusement, les mécanismes des premières machines de Burroughs étaient très peu précis rendant la machine presque impossible à opérer efficacement. Il dut donc emprunter de nombreuses fonctions du Comptomètre de Felt pour réussir à créer une machine simple d'utilisation.



Cependant, ce même Felt créa aussi, en 1889, une calculatrice avec imprimante: le Comptographe, une modèle avec imprimante de son Comptomètre. Il souhaitait ainsi faire compétition à la compagnie de Burroughs.

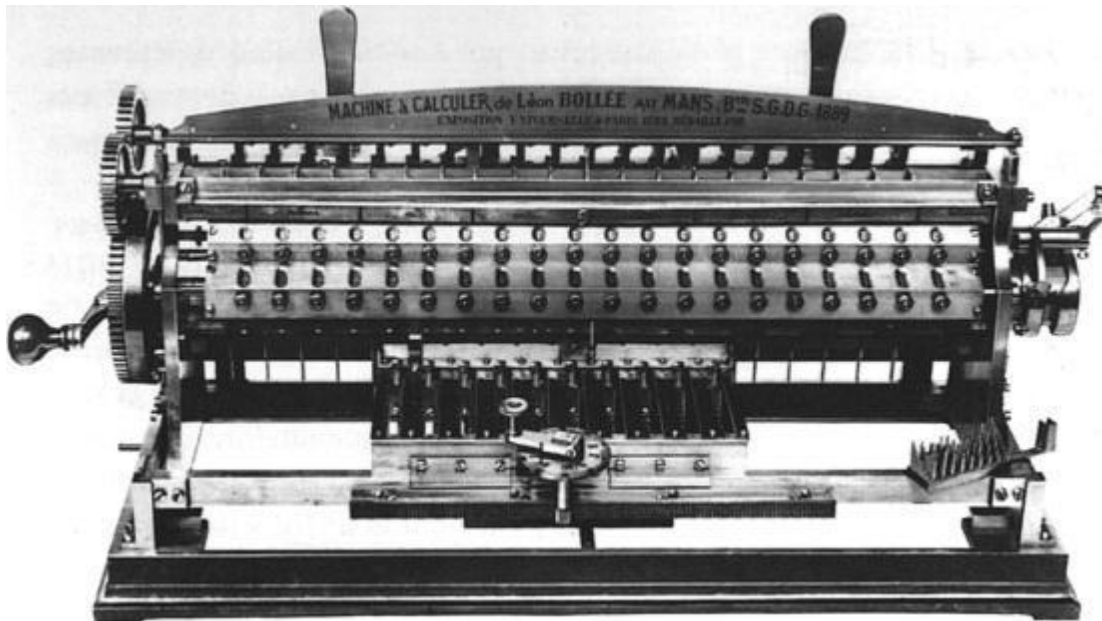
En 1902, James Dalton combina la fonction d'impression avec un clavier réduit (10 touches en tout incluant un zéro, plutôt que 9 par ordre décimal). Ce type de clavier s'était développé avec Mayer en 1884, Runge en 1896 et la *Standard* d'Hopkins en 1901. L'allure des calculatrices de bureau utilisées durant le reste du 20^{ème} siècle commençait à se dessiner.



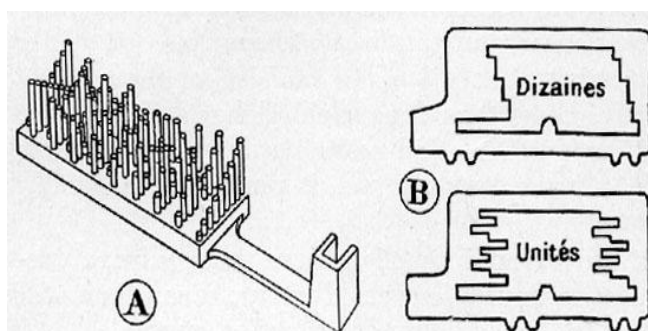
Cependant, comme on peut le voir sur la photographie, les machines de Dalton avait une disposition des 10 touches différentes de celle actuellement utilisée. En effet, ce n'est qu'en 1914 qu'Oscar J. Sundstrand disposa pour la première fois les touches du clavier en 3 rangées de trois nombres ([789][456][123]) avec le zéro en bas.

2.6.4 La multiplication directe

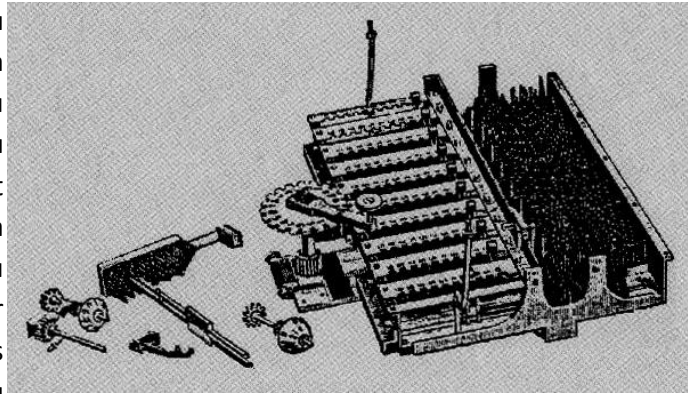
Malgré toutes ces améliorations rendant les machines plus pratiques et plus rapide, le principe de base de la multiplication mécanique n'avait pas évolué depuis la première multiplicatrice de Leibniz. On cherchait activement à accélérer la multiplication en trouvant une façon de réaliser la multiplication directe, c'est-à-dire pouvoir réaliser les produits partiels par un chiffre en un seul tour du mécanisme, plutôt que de procéder par additions successives. En effet, si l'on crée une machine à multiplication directe la multiplication par, disons 4578, ne requière que 4 tours (un par ordre décimal) plutôt que les 24 ($8+7+5+4$) préalablement requis.



Bien qu'elle fût précédée par quelques autres machines qui eurent peu de rayonnement, c'est la machine construite par le français Léon Bollée, en 1888, qui fut vraiment la première réalisation pratique d'une machine à multiplication directe. Comme Pascal, Bollée construisit sa machine dans le but d'aider son père à réaliser les calculs qu'il devait faire pour son industrie.



Son principe de fonctionnement était radicalement différent de celui utilisé dans les autres machines de l'époque et vaut donc la peine d'être décrit brièvement. La machine de Babbage repose sur l'utilisation de plaques qui représentent de façon matérielle (par des tiges de longueur proportionnelle aux chiffres qu'elles représentent) la table de Pythagore. Chacune de ces plaques comprend donc une série de tige pour les unités et une pour les dizaines. L'organe multiplicateur comprend 10 de ces plaques qui peuvent être déplacées d'avant en arrière à l'aide des curseurs d'inscription du multiplicande. De plus, elles peuvent aussi être déplacées latéralement grâce à un cadran qui permet d'inscrire les chiffres du multiplicateur. Lorsque l'on tourne la manivelle pour réaliser le produit partiel du multiplicande par le chiffre inscrit au cadran, l'ensemble des plaques est soulevée. De cette façon, les tiges situées à l'intersection des différents chiffres du multiplicande et de celui du multiplicateur inscrit au cadran, viennent déplacer des couples de crémaillères reliées au totaliseur. La longueur variable des tiges permet donc d'ajouter directement au totaliseur le produit partiel, en un seul tour de manivelle. Par la suite, on déplace le charriot mobile d'un ordre décimal, on inscrit au cadran le chiffre suivant du multiplicateur et en un tour de manivelle, on réalise le deuxième produit. Tel que décrit plus haut, cette façon de procéder réduit considérablement le temps nécessaire à la réalisation de la multiplication.



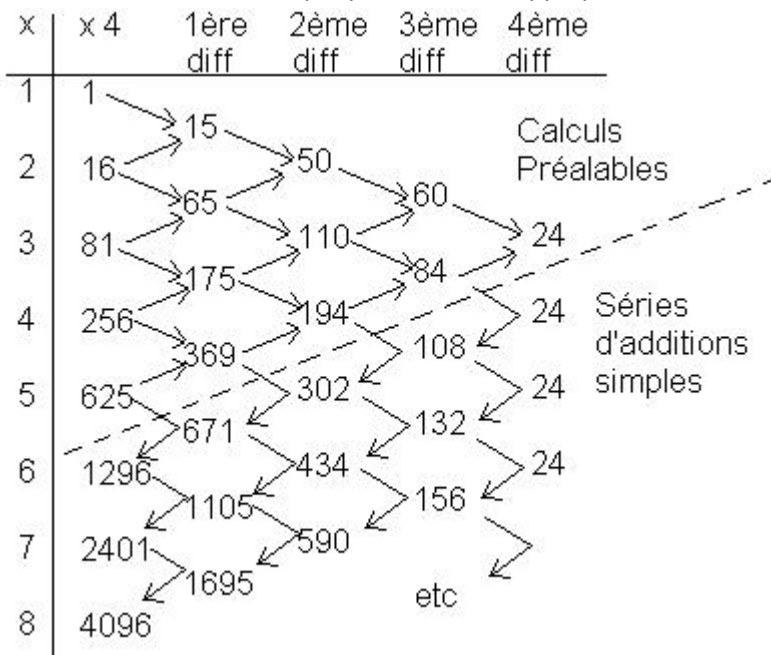
D'autres constructeurs, dont Otto Steiger et sa *Millionaire*, adopteront, à quelques modifications près, le principe développé par Babbage.

Nous laisserons maintenant de côté les machines à calculer purement arithmétiques, car au début du vingtième siècle, la multiplication des compagnies et le foisonnement de petits progrès rendent l'analyse de la période fort complexe.

2.6.5 Les machines différentielles et analytiques

Bien qu'elles étaient utilisées par les scientifiques, les machines arithmétiques étaient d'un usage assez limité pour eux, vu la complexité des calculs de nature scientifique par rapport aux calculs comptables. C'est de ce besoin de la communauté scientifique que commence, au 19^{ème} siècle à naître des idées nouvelles et ambitieuses de calculateurs mécaniques.

La première idée d'une machine dite à différence semble être due à J.H. Müller, un constructeur de calculatrices arithmétiques. En effet, en 1786, dans un document décrivant sa machine arithmétique, il mentionne être en mesure de réaliser une machine mécanique permettant d'appliquer la méthode des différences finies et ainsi de réaliser mécaniquement des tables arithmétiques. Son fonctionnement utilisait le fait que la plupart des progressions arithmétiques peuvent être ramenées à des opérations simples en travaillant sur différents ordres différentiels. Par exemple, le calcul de la fonction x^4 pour les valeurs entières de x peut se réduire facilement à des séries d'additions de la façon suivante. Une fois que l'on a calculé manuellement la valeur de la quatrième différence (24) une première fois, on peut compléter en sens inverse par des additions, la table présentée dans la figure. Par conséquent, la détermination des valeurs suivantes de la fonction se réduit à une série de simples additions. Malheureusement, un inexplicable manque d'intérêt entraîna que, par faute d'aide financière, son projet ne fut jamais réalisé.

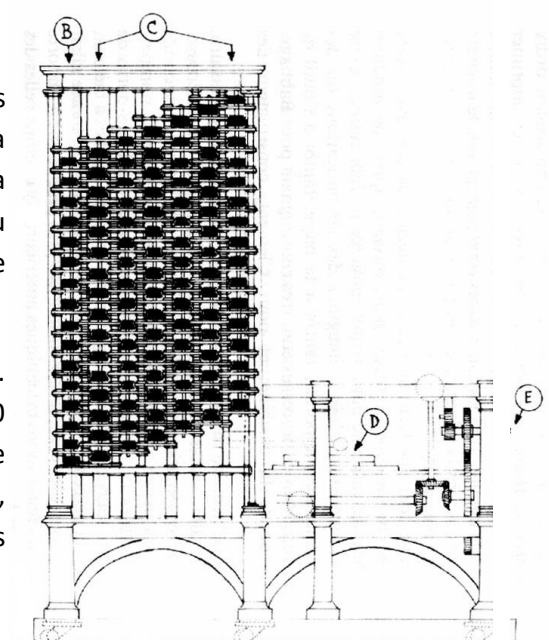


C'est Charles Babbage (1791-1871), un anglais, qui, bien qu'il n'ait probablement jamais entendu parler de l'idée formulée par Müller, fut le premier à s'attaquer à la réalisation pratique d'une machine à différences pour le calcul automatisé des tables numériques.

Le fait que les tables astronomiques qu'il consultait occasionnellement étaient truffées d'erreurs de calcul exaspérait au plus haut point Babbage. C'est d'ailleurs de la présence de ces anomalies que lui vint, en 1812 ou 1813, l'idée de construire sa machine à différence. Il construisit lui-même un premier petit prototype qui travaillait sur deux ordres différentiels avec une capacité de seulement 6 chiffres.

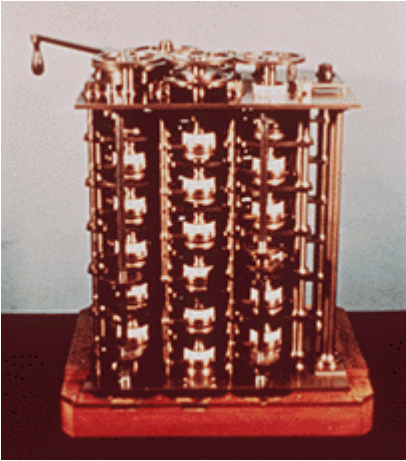
À la suite de nombreux efforts et sous les recommandations de la Royal Society, il réussit, chose excessivement rare, à obtenir du financement de la part du gouvernement pour la réalisation de sa machine. Cependant, le fait qu'il n'y ait pas eu d'entente claire de signée lui causa, tout au long du projet, de nombreuses difficultés à obtenir le financement nécessaire.

Présentons donc le projet en utilisant un plan datant de 1830. La machine est composée de sept axes verticaux contenant 20 rouages d'addition (bien que le plan n'en présente que 16). Le premier de ces axes (B) est destiné au comptage des résultats, tandis que les six autres (C) représentent les divers ordres

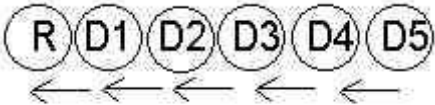


différentiels. Un tour de la manivelle principale (E) agit en quatre temps distincts d'un quart de tour chacun. Les deux premiers servent au transfert d'axe en axe qui se fait trois par trois, nécessitant donc un demi-tour pour réaliser tous les transferts. Les deux autres temps servent, quant à eux, au transfert des retenues qui se fait dans une étape différente. Il est à noter que, pour augmenter la précision des résultats, Babbage avait prévu un mécanisme permettant d'associer ensemble deux axes pour chaque ordre de différence. Bien que l'on réduise alors la machine à trois ordres différentiels, on doublait la précision des résultats. L'axe des résultats est relié à un système d'impression (D) dont on peut choisir la précision si les vingt chiffres ne sont pas nécessaires. Ce système permet, à l'aide de poinçons d'acier, d'écrire en creux sur une plaque de cuivre ou de plomb, créant ainsi un moule pour la plaque qui permettra l'impression sur papier des tables ainsi calculées.

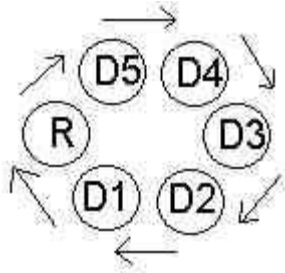
Pour réaliser le projet dans toute son ampleur, il fallait construire des pièces mécaniques nouvelles et extrêmement précises. Babbage fit donc appel à Joseph Clement, un jeune mécanicien dont la réputation commençait à se faire. C'était une tâche excessivement complexe et délicate que de réaliser ces pièces. En effet, en plus de suivre la conception très précise de chaque pièce faite par Babbage, il fallait aussi produire tous les outils de fabrication nécessaires. De plus, au cours de ce processus, Babbage concevait souvent des améliorations et des simplifications à apporter aux pièces ou aux outils. Pour ces raisons, le travail n'avança pas aussi rapidement que Babbage l'avait souhaité. Clement n'était pas particulièrement attaché à la réalisation du projet et s'en retira parce que le gouvernement lui refusa, en 1833, le paiement de dédommagements annuels. Or, la loi de l'époque stipulait que les outils spécialement conçus pour le projet appartenaient au mécanicien et il partit donc emportant les outils et conservant les plans de la machine comme gages des sommes que Babbage ne lui avait pas encore payées en raison de la lenteur du gouvernement dans le paiement du financement du projet. C'est donc dans un état peu avancé qu'en 1833 le projet prit fin, bien que Babbage continue, jusqu'en 1841, à réclamer aux ministres le financement pour terminer cette machine. La partie complétée de la machine est présentée sur cette photographie.



Cependant, entre 1833 et 1834, alors qu'il était privé des plans que Clement avait en sa possession, Babbage, continuant à réfléchir sur sa machine à calculer, imagina de nouveaux concepts qui lui permirent de développer un projet encore plus ambitieux que le précédent: la machine analytique. Ce calculateur universel pourrait réaliser n'importe quel calcul ou séquence de calculs et ne serait donc plus limité à la production de tables arithmétiques. Le passage de l'architecture de la machine à différence vers celle de la machine analytique peut être résumé comme suit. D'abord, il imagina qu'il pourrait être utile, pour simplifier et automatiser certaines procédures, d'utiliser les nombres de la colonne des résultats pour les transmettre vers l'axe de la dernière différence, permettant ainsi de créer une boucle de calcul. Cette modification pouvait être facilement réalisée en modifiant la disposition spatiale des divers axes. Alors qu'ils étaient situés l'un à côté de l'autre dans la machine à



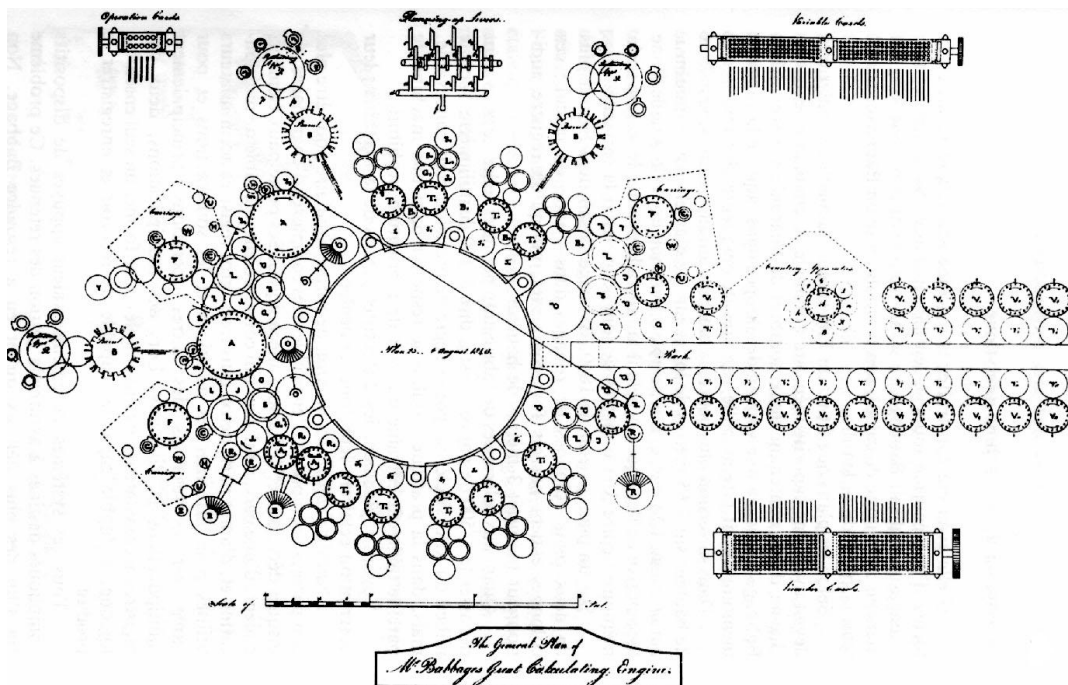
différence , l'opération de boucle demandait simplement de les positionner de façon circulaire, permettant ainsi de relier l'axe des résultats au dernier axe des



différences. L'étude de cette disposition montre clairement que la distinction faite entre le registre de résultats et les registres de différence n'a aucune raison d'être et qu'en somme, ce ne sont tous que des accumulateurs de nombres. Cette constatation étant faite, on imagine bien que ces registres identiques et indépendants peuvent être combinés avec n'importe quel autre, permettant ainsi de former une architecture beaucoup plus complexe et qui peut même être adaptée en variant les associations entre les registres. Par la suite, il eut l'idée de les spécialiser, les scindant en deux catégories distinctes: les registres de mémoire et ceux de calcul. Ainsi, dans la mesure où il existe un moyen de dicter la séquence d'instructions et des unités de contrôle permettant de réaliser ces instructions en dirigeant les opérations des divers registres, les possibilités de calcul de la machine deviennent illimitées.

Par cette série de réflexions, il arrive à 1837 à conceptualiser la première version de la machine analytique, qu'il raffina jusqu'en 1849, bien qu'à partir 1840 l'architecture générale de la machine n'évolue pas significativement.

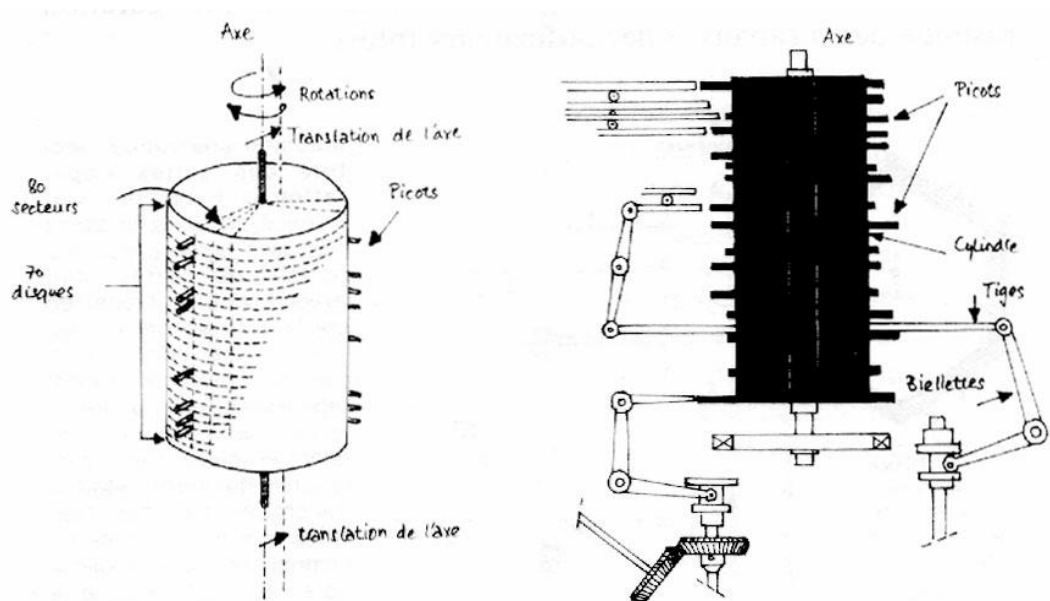
Bien qu'il nous soit impossible ici de décrire entièrement la machine analytique de Babbage, nous pouvons tout de même nous intéresser aux diverses parties de son mécanisme.



La machine comprend deux grandes parties. La première, de forme circulaire (à gauche sur l'image) est l'unité de calcul ou, comme Babbage l'appelait, le moulin. Le moulin était composé d'une impressionnante quantité de liens mécaniques, d'engrenages divers et de disques décimaux, qui composaient des tables de multiplications, des registres intermédiaires pour le calcul et des

dispositifs permettant le transfert des retenues. En somme, cet amalgame complexe permettait la réalisation mécanique des quatre opérations arithmétiques. Bien qu'il ait songé à utiliser d'autres bases que la base 10 pour la réalisation des calculs, Babbage choisit cette dernière, car elle évitait d'avoir à réaliser des conversions pour rendre les nombres intelligibles pour l'utilisateur.

La seconde partie, disposée linéairement (à droite) était la mémoire ou le magasin. Il était composé d'une série de registres décimaux similaires à ceux de la machine à différence. Ces registres permettaient d'accumuler des nombres en mémoire pour une utilisation future. Les nombres stockés pouvaient être récupérés en les transférant vers un axe de mémoire secondaire, d'où un jeu de crémaillères permettait de les transférer vers le moulin.



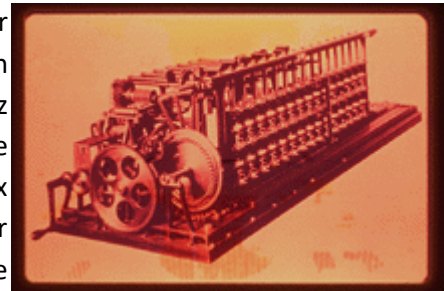
Le contrôle des opérations de la machine était réalisé par l'association des cylindres de contrôle et d'un programme externe. Les cylindres de contrôle étaient inspirés de ceux utilisés dans les automates qui étaient en vogue au 18^{ème} siècle. Les opérations définies sur les cylindres étaient codées au moyen de picots, qui permettaient de réaliser les opérations arithmétiques ou les transferts de données. Toutes les opérations internes de base réalisables par la machine étaient donc codées sur ces cylindres. Lorsqu'il recevait une instruction du programme externe, le cylindre effectuait une rotation pour se positionner sur la région où était codée l'instruction demandée. Puis, il déplaçait son axe, de façon à ce que le contact puisse être établi entre les picots décrivant la commande et les groupes de leviers nécessaires à la réalisation de l'instruction.

Le choix de la série d'opérations à faire était, quant à lui, réalisé par l'intermédiaire d'un programme externe, codé sur des cartes perforées. Babbage emprunta cette idée d'utiliser des cartes perforées aux métiers à tisser de Joseph-Marie Jacquard. Ce dernier utilisait en effet, dès 1804, des cartes perforées pour contrôler ses métiers à tisser. En fait, cette idée fut originalement développée par Basile Bouchon en 1725, puis perfectionnée en 1728 par Falcon. Jacquard améliora le principe des métiers de Falcon en ajoutant un système permettant l'avance automatique du carton perforé. Babbage reprit cette idée et spécialisa ses cartes en trois types distincts. Les cartes d'opérations contenaient toutes les instructions, que ce soit les instructions arithmétiques, de transfert vers la mémoire ou de prélèvement d'information stockée dans la mémoire. Ces cartes agissaient sur les cylindres de contrôle qui eux réalisaient réellement les instructions. Par ailleurs, les

cartes variables et les cartes nombres contenaient respectivement l'information mathématique (valeur numérique d'une variable, certaines constantes) et les informations numériques simples (nombre à traiter, valeur de fonctions logarithmiques ou trigonométriques).

Bien que ce projet ne soit resté qu'une conception purement théorique pour Charles Babbage, il n'en demeure pas moins que la conception de cette machine permettait d'envisager des possibilités remarquables de calcul. Babbage définissait dans ce projet l'ensemble des composantes nécessaires à la création d'un calculateur universel et devenait résolument le "grand-père de l'informatique".

Revenons brièvement sur les machines à différence pour mentionner que la première machine complète fut achevée en 1853 (du vivant de Babbage) par les suédois George Scheutz (1785-1873) et son fils Edward Scheutz (1821-1880). Elle travaillait sur 15 chiffres et sur 4 ordres différentiels. Les deux modèles qui furent vendus ont été utilisés respectivement par l'observatoire Dudley à Albany aux États-Unis et par le service de l'état civil anglais.

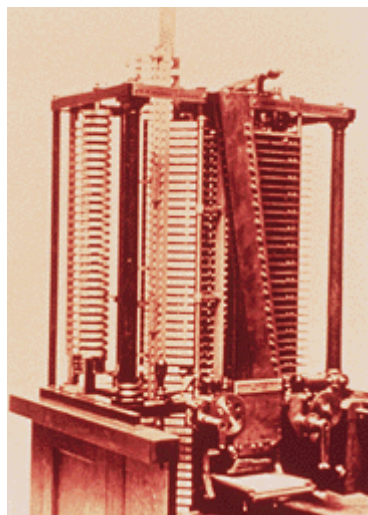


D'autres machines à différence ont été aussi construites par Martin Wiberg en 1859 et par G.B. Grant en 1876.

Dans le but de prouver la validité des concepts développés par son père, Henry Babbage, fils de Charles, entreprit en 1880 la construction d'une partie de l'unité de calcul de la machine analytique. Il y parvint et imprima en 1888 une table des 44 premiers multiples de Pi, mais une erreur survint au 32^{ème} multiple. Il abandonna le projet temporairement mais, en 1906, comprit le défaut et corrigea la situation. Ainsi, il put faire une démonstration devant l'Académie d'astronomie.

2.7 : Les machines électromécaniques

Une des étapes importantes dans l'évolution des machines de calcul est sans contredit le passage des machines purement mécaniques à des machines qui intègrent des circuits électriques pour la réalisation de leurs opérations. Bien évidemment, cette intégration se fit de façon progressive. Les premières machines l'utilisant, combinaient l'électricité à des mouvements mécaniques.



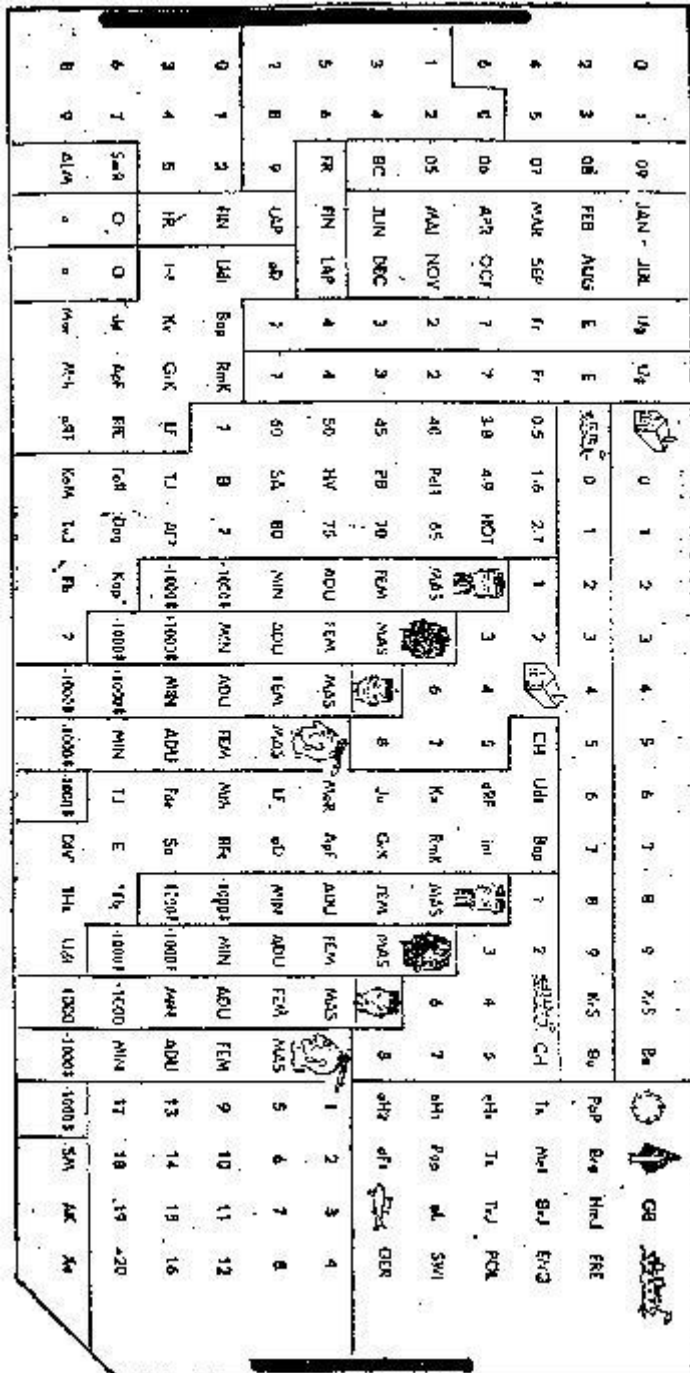
2.7.1 La mécanographie

Si elle avait été réellement construite, la machine analytique de Babbage aurait permis de réaliser à peu près toutes les opérations mathématiques imaginables. Cependant, elle demeurait limitée aux traitements mathématiques. Or, le système à carte perforée permet de coder et d'utiliser de l'information autre que des données mathématiques ou des instructions d'opération de la machine.

C'est à Herman Hollerith (1860-1929) que l'on doit les premiers progrès en ce sens. Il créa son matériel dans le but d'aider au traitement des données du recensement américain de 1890. En effet, il y avait un besoin pressant d'équipement sophistiqué pour aider au dépouillement, car la population croissait très rapidement et de plus en plus de questions leur étaient posées.

C'est d'abord dans l'utilisation de cartes perforées comme support d'information que ses machines se démarquent de tout ce qui a été fait auparavant. On peut voir ici un exemple des cartes perforées utilisées par Hollerith pour le recensement de 1890. Elles étaient constituées d'un type de bristol brun et mesuraient environ 13,7 par 7,5 centimètres. L'information y était codée en perforant les cases associées aux réponses fournies par l'usager. À une question à laquelle on ne répond que par OUI ou NON, une seule case était associée; un OUI étant représenté par une perforation alors que l'absence de perforation signifiait NON. Les questions possédant un ensemble de réponses différentes avaient une case associée à chacune des réponses possibles et potentiellement une case AUTRE. Dans ce cas, la perforation indiquait laquelle des réponses avait été donnée. Des traits groupent l'ensemble des réponses reliées à une même question.

Cependant, ce support nécessite la création de l'outil permettant de faire les perforations pour ainsi transcrire l'information sur la carte. Il créa donc une poinçonneuse à pantographe, qui, bien qu'elle ne permette que de faire un seul trou à la fois, était facile d'utilisation grâce au tracé type,



situé à l'avant de l'appareil, qui guidait l'utilisateur. On peut d'ailleurs voir cette perforatrice à l'avant des cadrans sur la gauche de cette photo du matériel mécanographique développé par Hollerith.



La lecture de ces cartes perforées était réalisée par la presse de lecture située à la droite de la partie centrale de l'équipement. Elle utilisait l'électricité pour réaliser la cueillette de l'information. Le dessous de la presse, qui est fixe, était composé d'autant de cavités qu'il y a de cases perforables sur la carte. Au fond de ces cavités étaient déposées quelques gouttes de mercure et ces cavités étaient reliées par des fils électriques aux cadrans (compteurs d'impulsions) que l'on voit à la gauche de l'image. Le haut de la presse, que l'on abaissait pour la lecture était, quant à lui, composé d'aiguilles montées sur des ressorts qui étaient toutes reliées à la pile. S'il y avait une perforation dans la carte, l'aiguille pouvait donc entrer en contact avec le bain de mercure fermant ainsi le circuit électrique relié à un des cadrans. On lui envoyait ainsi une impulsion qui faisait avancer son aiguille d'une unité. La machine ne comportait que 40 cadrans et il fallait donc établir les connexions à seulement 40 cases. On ne pouvait donc, en une seule lecture, que dépouiller partiellement l'information contenue sur les cartes.

On aperçoit aussi, à la droite de l'image, les casiers de tri. Ces casiers utilisaient un système d'électro-aimants permettant de contrôler, à l'aide des impulsions électriques générées par la lecture, l'ouverture d'un casier particulier. Ainsi, le classement des cartes devient très aisé, car l'utilisateur n'a qu'à la déposer dans le casier ouvert. On obtient facilement un classement des cartes selon des critères définis.

La première version fut construite en 1884, et les premiers utilisateurs furent les villes de Baltimore, de New York et l'état du New Jersey, qui s'en servirent tous pour comptabiliser des statistiques de mortalité. De plus, en 1887, son matériel a été utilisé pour tenir les statistiques sur l'état de santé du personnel de l'armée américaine. Le bureau du recensement américain organisa un concours pour les inventeurs, dans le but de trouver le meilleur équipement pour le recensement de 1890. Les trois candidats restants devaient réaliser le dépouillement de 10491 bulletins du recensement précédent de 1880. Ils devaient y faire la transcription des informations et le traitement de ces dernières. Les deux adversaires de Hollerith travaillaient tous deux manuellement, l'un avec des jetons de couleur, l'autre à l'aide de cartes de couleur. La transcription des données fut environ 2 fois plus rapide avec le matériel d'Hollerith, mais c'est le dépouillement qui fut réalisé avec une rapidité remarquable. Alors que les deux autres concurrents prirent respectivement 44 heures 41 minutes et 55 heures 22 minutes à compléter le dépouillement, Hollerith ne prit que 5 heures 28 minutes, soit près de 8 fois moins de temps que son plus proche rival. Bien entendu, Hollerith eut le contrat pour le recensement de 1890. On utilisa aussi son matériel pour plusieurs autres recensements au Canada, en Norvège, en Italie et en Russie. Ces machines mécanographiques donnèrent naissance à une grande industrie, où Hollerith dut compétitionner avec de nombreuses autres compagnies.

En tant que pionnier du traitement de l'information et de l'utilisation de l'électricité pour faire ce traitement, Hollerith a su poser l'une des dernières briques qui manquaient pour permettre le développement des ordinateurs. D'ailleurs, la compagnie qu'il a fondé en 1896, la *Tabulating Machine Company*, est devenue, en 1924, la maintenant célèbre entreprise *International Business Machines*, IBM.

2.7.2 Leonardo Torrès y Quevedo

Né en 1852, Leonardo Torrès y Quevedo (1852-1936), fut un inventeur espagnol de grand talent. Il créa entre autres, un dirigeable (1909) qui fut utilisé à des fins militaires au cours de la première guerre mondiale, des joueurs d'échecs électromécaniques (1911-1912) qui utilisaient même des palpeurs pour connaître la position des pièces et de nombreuses machines analogiques (dès 1895) qui permettaient de résoudre mécaniquement des équations algébriques. Bien que leur étude est fort intéressante, elles demeuraient des machines spécialisées (au même titre que l'analyseur différentiel construit en 1927 par Vannevar Bush) qui, bien qu'elles aient une importance certaine sur le développement futur des ordinateurs, n'en sont pas des ancêtres directs en raison de leur côté non-universel.

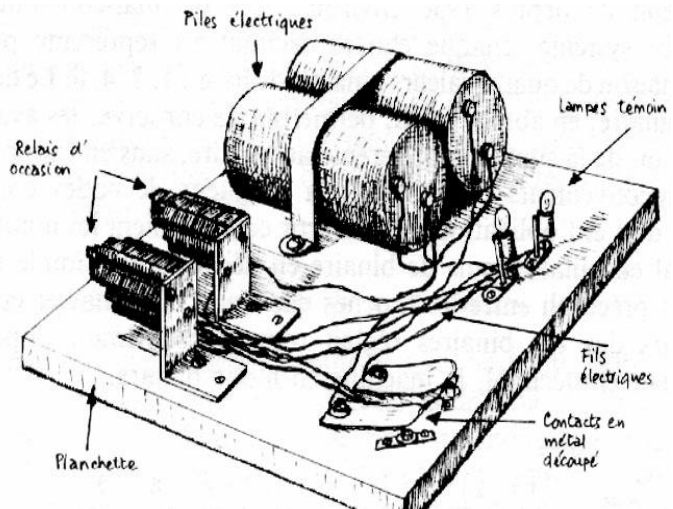
C'est plutôt par son traité sur l'automatisme (la façon d'automatiser les mouvements) et l'application électromécanique qu'il en a fait, que Torrès a été important pour le développement des ordinateurs. En effet, il construisit vers 1920 un arithmomètre électromécanique composé d'une machine à écrire reliée à une unité de calcul à base de mécanismes et de circuits électriques. On ne pouvait cependant réaliser sur cette machine que les quatre opérations arithmétiques de base, mais avec une simplicité remarquable. En effet, pour réaliser les calculs, l'utilisateur n'avait qu'à entrer les chiffres et le symbole de l'opération sur le clavier de l'imprimante, de la même façon qu'on le fait sur les calculatrices actuelles. Le principe de l'unité de calcul était dérivé de l'Arithmomètre de Thomas, mais reposait sur l'utilisation révolutionnaire de circuits électriques. Dans la réalisation de la division par soustraction successives, la machine effectuait elle-même la comparaison entre le diviseur et le reste pour déterminer si une soustraction supplémentaire était requise. Il s'agit là du premier test de comparaison électrique des nombres, une réalisation d'une importance capitale pour le développement des ordinateurs.

Bien qu'elle était limité aux mêmes opérations que les calculateurs arithmétiques ordinaires, Torrès avait quand même conçu théoriquement les ajouts nécessaires à cette machine pour la réalisation d'une machine analytique telle que Babbage l'avait décrite. D'abord, elle nécessitait l'ajout d'un tambour à picots mobiles pour utiliser les règles de programmation. De plus elle se devait de posséder une mémoire pour laquelle il comptait utiliser des réglettes coulissantes et un organe de lecture pour les données en mémoire, utilisant un ensemble de positions magnétiques. Il conçut aussi un système de représentation des nombres à virgule flottante pour les calculateurs, en utilisant deux positions par nombre associées à un exposant.

2.7.3 Bell Labs Relays Computer

C'est pendant qu'il travaillait pour les *Bell Labs* cherchant à améliorer les dispositifs magnétiques inclus dans les relais téléphoniques que George Robert Stibitz conçut le tout premier additionneur binaire. Les relais sont un type de commutateur mécanique permettant, par une action électromagnétique, d'ouvrir ou de fermer un circuit. Il fit le parallèle entre les états (ouvert ou fermé) des relais téléphoniques et l'algèbre binaire développée par Boole (1815-1864). Il construisit donc

dans sa cuisine, en 1937, le modèle K (K pour Kitchen) pouvant réaliser l'addition de deux bits. Il était composé de quelques relais téléphoniques, de deux ampoules, de piles, d'un peu de fil électrique et de contacts métalliques faits de plaques découpées dans une boîte de tabac, qui servaient d'interrupteurs. Les deux lampes représentaient 1 lorsqu'elles étaient allumées et 0 lorsqu'elles étaient éteintes. Il apporta ce prototype aux laboratoires Bell, mais il ne suscita, sur le coup, aucun intérêt, bien que Stibitz ait aussi montré comment on pourrait construire un calculateur plus complexe permettant de réaliser les quatre opérations sur des nombres binaires à plusieurs chiffres. Un des principaux obstacles à ce type de machine était définitivement le fait qu'elle travaillait en binaire, un système peu connu par la majorité des utilisateurs potentiels.



C'est donc au printemps 1938 que Stibitz eut l'idée d'employer le système décimal-codé-binaire utilisé par les ingénieurs en téléphone depuis environ 1930.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

Bien que l'on doive utiliser quatre nombres binaires pour représenter chacun des dix chiffres de 0 à 9, cette codification permettait à l'utilisateur de travailler en système décimal en réalisant simplement une conversion vers le binaire pour permettre à la machine d'exécuter ses opérations.

Or, au sein même des *Bell Labs*, on commençait à sentir un urgent besoin d'avoir accès à de nouvelles techniques de calcul automatisé. En effet, les recherches théoriques présentement en cours sur la transmission téléphonique nécessitaient l'utilisation des nombres complexes. Or, leur multiplication et division, demande de nombreuses opérations arithmétiques lorsque réalisées à l'aide d'une simple machine à calculer de bureau qui ne traite que les nombres réels. C'est donc au cours de l'été de 1938 que le chef du service d'ingénierie mathématique de Bell approcha Stibitz pour savoir s'il était possible de développer un calculateur à relais permettant des opérations sur les nombres complexes. Après seulement quelques semaines de travail, il présenta le plan d'un calculateur à relais pouvant travailler sur des nombres complexes de huit chiffres. L'ensemble des opérations d'entrée et de sortie seraient réalisées à partir d'un téléimprimeur, un appareil à clavier alphanumérique munit d'une imprimante utilisé pour envoyer ou recevoir des communications télégraphiques.

Il eut le feu vert pour débiter la construction du *Complex Number Calculator* (aussi connu sous le nom de *Bell Labs Relays Computer Model 1*) et la débuta donc avec la collaboration de l'ingénieur Sam Williams. Cependant, avant que ne débute réellement le projet, en 1939, Stibitz conçut une fort intéressante modification au système décimal-codé-binaire qu'il avait envisagé d'utiliser. En effet, il

décala le système de trois positions associant ainsi le 0 décimal avec la représentation binaire habituelle de 3.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100

Un des grands avantages de cette codification est d'associer la complémentation décimale de chaque nombre (voir Pascal) au basculement de chaque représentation binaire (l'action de changer tous les 0 par des 1 et vice-versa). On pouvait ainsi réaliser très facilement la soustraction par l'utilisation des compléments, comme c'était fait sur la Pascaline.

La construction débuta donc en avril 1939 et se termina en octobre de la même année. Elle fut utilisée par le laboratoire à partir de janvier 1940 et demeura utilisée jusqu'en 1949. C'est avec cette machine que fut réalisé pour la première fois un traitement à distance de données. En effet, une démonstration du *Complex Number Calculator*, a été réalisée en 1940 devant les membres de la Société américaine de mathématiques. Or, cette démonstration eut lieu à Hanovre au New Hampshire alors que le calculateur était toujours à New York (330 Km de Hanovre). Ils utilisaient, comme à l'habitude, un téléimprimeur en tant que terminal, mais cette fois les données étaient acheminées par une ligne téléphonique jusqu'au calculateur. La machine s'avéra sans faille, même lorsque Norbert Wiener lui demanda une division par zéro au cours de la période d'utilisation libre de la machine par les congressistes.

D'autres calculateurs à relais de plus en plus puissants furent par la suite construits aux laboratoires de Bell pour le ministère de la Défense et furent en bonne partie utilisés pour des calculs balistiques.



2.7.4 Machines de Zuse

Konrad Zuse est né en Allemagne en 1910. Diplômé en 1935 en ingénierie civile, il se devait de réaliser constamment des calculs de résistance des matériaux; travail fastidieux lorsque l'on ne dispose que d'une règle à calculer. Il se créa donc des tableaux où il décomposa en étapes les calculs les plus fréquents et utilisait de flèches pour se guider à travers ces étapes. C'est donc de par cette décomposition en étapes simples de longs processus de calcul qu'il en vint à concevoir la possibilité de mécaniser simplement ces tâches. Il finit donc par concevoir une machine divisible en parties tout à fait équivalentes aux divers organes que Babbage avait conçus pour sa machine analytique, sans avoir eu connaissance des travaux de ce dernier.

En 1936, il débuta le projet, installé dans le salon de ses parents. Il choisit, voyant toute la complexité de la mécanisation en base 10 d'utiliser le calcul binaire. Il compléta donc en 1938 sa première machine: le Z1. Elle était entièrement mécanique. La mémoire binaire était constituée d'un millier de plateaux comportant des rainures, où la position d'une tige indiquait 0 à gauche et 1 à droite. Malheureusement, seule la mémoire était réellement fonctionnelle. En effet, l'unité de calcul mécanique du Z1 n'était absolument pas fiable.



C'est donc sur les conseils et avec l'aide de Helmut Scheyer, ingénieur électrique et ami de Zuse, qu'il construisit une deuxième unité arithmétique à l'aide, cette fois, de relais téléphoniques. En réutilisant l'unité de mémoire mécanique du Z1 associée à cette nouvelle unité de calcul électromécanique qu'il réussit à construire, en 1939, une machine parfaitement fonctionnelle et relativement rapide pour les standards du temps, le Z2. Il est à noter que Scheyer avait aussi envisagé la possibilité d'utiliser des tubes à vide plutôt que des relais, leur vitesse de commutation étant beaucoup plus grande, mais l'approvisionnement en tubes était difficile et Zuse se sentait beaucoup plus à l'aise avec l'utilisation de dispositifs électromécaniques.

Avant même d'avoir pu réaliser une démonstration du Z2 pour les autorités de l'aéronautique allemande, Zuse fut conscrit, l'Allemagne étant en guerre. Il réussit tout de même, vers la fin de 1939 à être affecté, en sa qualité d'ingénieur à l'usine d'aviation Henschel. Il put donc convaincre Alfred Teichmann, un des directeurs de l'institut, en lui montrant le Z2, de lui permettre de construire un modèle définitif. Teichmann lui consentit donc une bien modeste aide financière, pour la réalisation d'un calculateur permettant des études de vibrations pour les ailes d'avions.

Cependant, Zuse réalisa un projet de bien plus grande envergure. Le Z3, dont la construction fut complétée à la fin de 1941 fut, en effet, le premier calculateur universel programmable. Le programme d'entrée était inscrit sur un film photographique 35mm perforé. Cette idée lui avait été proposée par Scheyer. Le programme encodait toutes les opérations arithmétiques et les opérations d'entrée et de sortie de l'unité de mémoire et contenait une commande FIN pour arrêter la machine. L'utilisateur pressait alors une touche de conversion pour transformer le résultat binaire en décimal. Bien que Zuse souhaite avoir une mémoire de 1024 nombres, les nécessités budgétaires et de rapidité de construction l'obligèrent à se limiter à 64 nombres. Le Z3 était aussi la première machine à utiliser le concept d'arithmétique flottante où l'on utilise une notation avec un exposant pour déterminer la position de la virgule.

Il construisit aussi deux machines spécialisées non programmables pour l'Institut d'aéronautique et débuta en 1942, la construction d'une machine semblable au Z3 mais possédant la mémoire à 1024 nombres qu'il souhaitait réaliser. C'est d'ailleurs la seule de ses 6 machines à avoir été épargnée par les nombreux bombardements. Elle fut louée pour 5 ans, en 1950, par l'école polytechnique de Zurich.

2.7.5 Machine Harvard-IBM (Harvard Mark 1)

Howard Aiken (1900-1973), lors de son retour aux études, en 1935, après douze ans de travail comme ingénieur à la Madison Gas Company eut à travailler sur des équations différentielles non linéaires. Il commença donc à concevoir la possibilité de construire une machine à calculer permettant de réaliser ce type de calculs complexes. Contrairement à Zuse et Stibitz, Aiken était familier avec les travaux de Babbage et les nombreuses autres innovations dans le domaine des machines à calculer. Déjà, en 1937, il avait rédigé un mémoire sur le projet d'une machine analytique électromécanique inspirée des idées de Babbage. Cependant, Harvard n'était pas un lieu propice aux innovations technologiques et il dut donc aller chercher un appui de la part d'une entreprise. C'est finalement Thomas Watson alors patron d'IBM qui se montra intéressé par le projet d'Aiken et lui consentit une aide financière et technique.

Aiken s'associa donc avec une équipe d'ingénieurs d'IBM composée de James Bryce, Clair Lake, Frank Hamilton et Benjamin Durfee et cette équipe débuta en 1939 la réalisation de l'*Automatic Sequence-Controlled Calculator*, plus tard connu sous l'appellation de *Harvard Mark 1*. La construction de cette machine fut terminée en janvier 1943. La disposition allongée de la machine est due au fait qu'un axe rotatif primaire mû par un moteur était utilisé pour actionner chacune des parties de la machine en agissant sur des axes secondaires qui lui étaient reliés par des engrenages. Ces axes secondaires, quant à eux, étaient reliés à d'autres séries d'axes tertiaires où des roues à engrenages contrôlaient les traitements électriques à effectuer sur chacun des 2200 registres numériques que comprenait la machine. Cette disposition à axe principal permettait de faciliter la synchronisation des diverses opérations. En effet, la machine disposait ainsi d'une horloge interne utilisant une unité de temps équivalente à $1/20$ de tour de cet axe, soit $3/200$ de seconde. Les entrées étaient réalisées en utilisant des rubans de papier perforés, mais on disposait aussi de 60 registres de 24 commutateurs à positionner manuellement. Les sorties intermédiaires étaient inscrites sur bandes perforées lorsqu'elles avaient à être réutilisées plus tard, tandis que les résultats finaux étaient imprimés par des machines à écrire.



Bien qu'il était rapide et d'une fiabilité hors de pair, l'ASCC ne pouvait utiliser de branchements conditionnels, et était donc réduit à suivre une seule séquence d'opérations fixes et indépendante des résultats intermédiaire. Ce n'est qu'en 1947 que l'ajout de trois panneaux pouvant gérer 10 sous-routines différentes, permit de corriger cette lacune en rendant possible des variations conditionnelles dans l'exécution d'un programme. La machine fut utilisée de façon courante jusqu'en 1959.

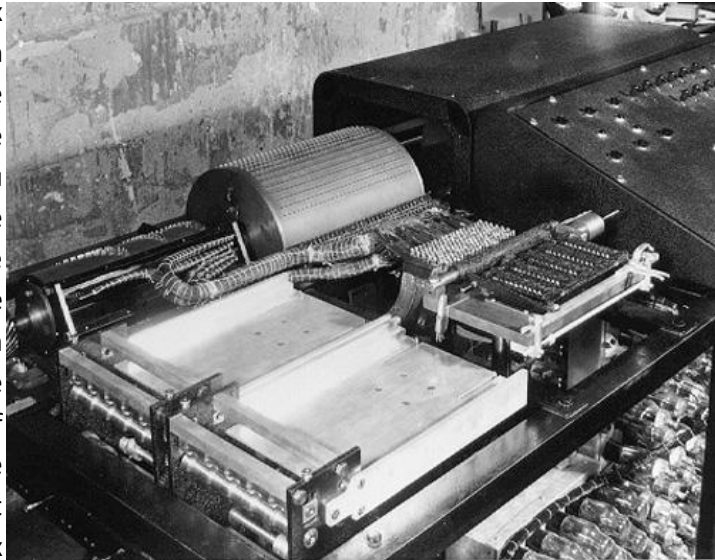
2.8 : Les machines électriques

Les tubes à vides ont été créés par Heinrich Geissler vers 1860 et en 1904 John Ambrose Fleming créa la diode. L'ajout d'une troisième électrode de contrôle par Lee de Forest en 1906, permit d'obtenir la triode, qui, vers 1918 donna naissance, grâce au génie de Eccles et Jordan au premier dispositif bistable purement électronique. La bascule d'Eccles-Jordan permettait une représentation électronique du système binaire et possédait une vitesse de commutation beaucoup plus grande que

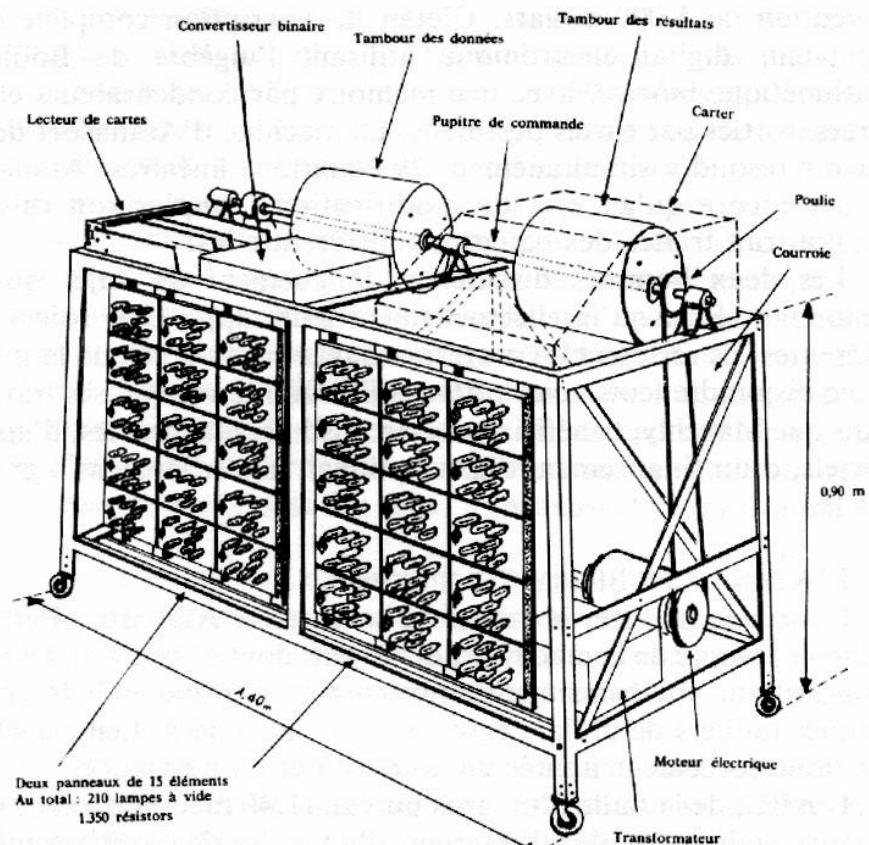
tous les systèmes à relais. Bien évidemment, tel que l'avait envisagé Scheyer lorsqu'il travaillait avec Zuse, l'électronique était la voie la plus prometteuse pour les développements des machines à calculer.

2.8.1 L'ABC (Atanasoff Berry Computer)

Alors que s'écrivaient de nombreux papiers théoriques sur l'utilisation possible de l'électronique pour le calcul, la première tentative de construction d'un calculateur au fonctionnement électronique est due à un professeur de physique et de mathématiques de l'Iowa State College: John Vincent Atanasoff et à un de ses étudiants: Clifford Berry. Le projet a été conçu par Atanasoff entre 1937 et 1939. Le manque d'intérêt et de financement de la part de l'université ont forcé les deux



hommes à construire une machine limitée en puissance. Le projet prit fin au printemps de 1942. Le calculateur travaillait en binaire, un système simple et fiable, utilisait la rapidité des lampes pour effectuer les opérations arithmétiques et logiques et disposait d'une mémoire à condensateurs qui présentait l'avantage d'être peu dispendieuse.



Les deux panneaux situés à l'avant de la machine comprenaient en tout 210 lampes et 1350 résistances constituant les circuits permettant les opérations arithmétiques et logiques. Sur le dessus de la machine étaient placés deux cylindres mis en rotation par un moteur électrique. Sur la surface interne de chacun de ces cylindres étaient placés 1600 condensateurs, qui permettaient de mémoriser les nombres en représentation binaire, selon la polarité des condensateurs. En effet, les condensateurs chargés positivement représentaient un 0, alors que ceux chargés négativement signifiaient 1. Cependant les condensateurs se déchargeant assez rapidement, il dut concevoir un système de régénération qui permettait de lire les données constamment et de les réécrire dans les condensateurs à chaque seconde (chaque tour des cylindres). Un de ces deux cylindres servait à mémoriser les données et le second était utilisé pour les résultats des calculs. En plus de cet ingénieux système de mémoire à condensateurs, le système comprenait un lecteur de cartes associé à un convertisseur permettant d'utiliser des cartes avec des représentations décimales. Le cylindre des résultats était situé sous le tableau de contrôle sur lequel on trouvait des témoins lumineux et des commutateurs de manœuvre. La nécessité d'inscrire sur cartes des résultats intermédiaires nécessaires plus tard dans l'exécution du programme obligea Atanasoff à concevoir une perforatrice à arc électrique pouvant fonctionner à un rythme suffisamment rapide pour ne pas ralentir le rythme d'exécution de la machine qu'il avait fixé à soixante pulsations par seconde. Bien entendu ce rythme de travail ne permettait pas d'utiliser toutes les capacités de l'électronique.

2.8.2 L'ENIAC

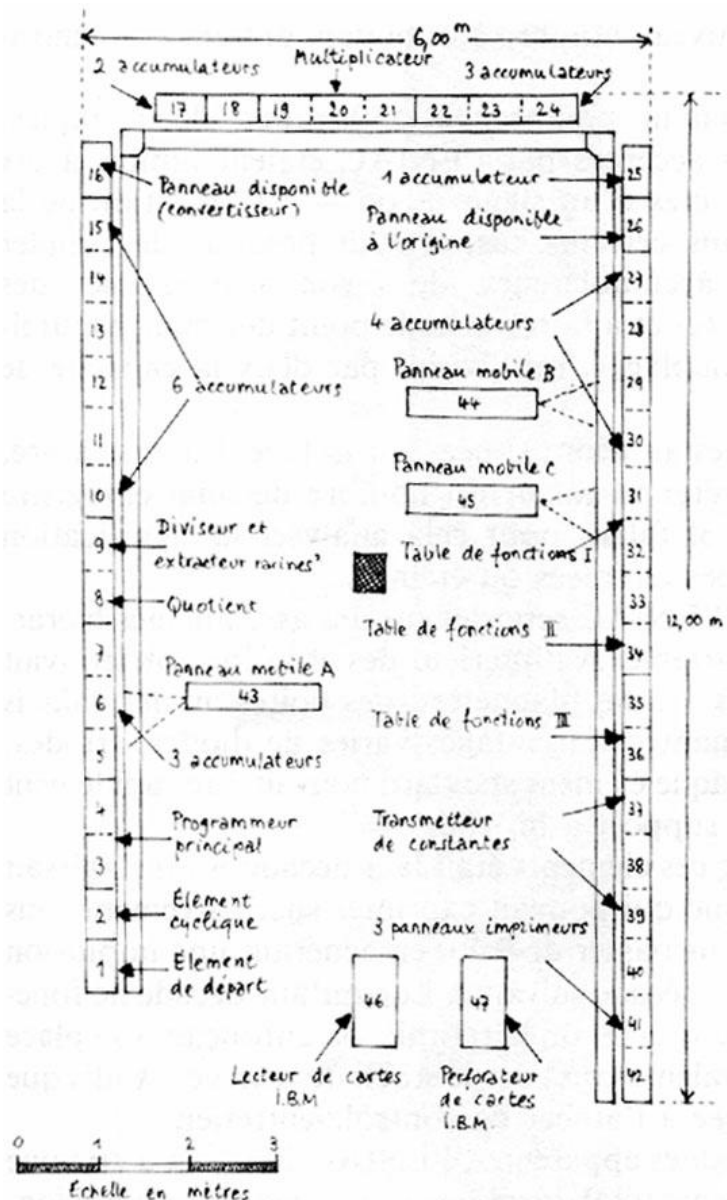
En 1935, l'armée américaine avait créé son laboratoire de recherche balistique. Le lieutenant Hermann Heine Goldstine, en raison de sa formation mathématique, était chargé de trouver des moyens pour accélérer le calcul des tables de tir, pour lesquelles il était nécessaire de calculer au bas mot de 2000 à 4000 trajectoires. Chacune de ces trajectoires nécessitait près de 700 multiplications. Le laboratoire travaillait depuis 1930 avec la Moore School de l'Université de Pennsylvanie et c'est lors d'une visite, en 1943, dans les locaux de la Moore School qu'on lui indiqua que John Mauchly, professeur de physique à l'Ursinus College, avait déjà rédigé un mémoire sur un calculateur électronique qui promettait des performances remarquables. Suite à cette rencontre, une entente fut signée entre la Moore School et le laboratoire de recherche balistique pour la construction d'une machine à calculer électronique. Mauchly fut nommé conseiller principal du projet et Presper Eckert, un étudiant de la Moore School passionné d'électronique, en fut l'ingénieur en chef. Le projet secret de l'ENIAC (Electronic Numerator, Integrator, Analyser and Computer) débutait. La machine fut terminée vers la fin de 1945, après la guerre qui avait justifiée sa création.



En décembre 1943, on expérimenta le premier compteur électronique fabriqué par Eckert et il s'avéra parfaitement fonctionnel. On débuta donc la construction des accumulateurs. Ces accumulateurs étaient en un sens le cœur du travail de la machine. Ces cellules permettaient la mémorisation d'un nombre décimal, son effacement, sa transmission vers d'autres accumulateurs

ainsi que l'ajout d'un nouveau nombre à celui en mémoire. Les deux premiers qui furent construits fonctionnaient parfaitement bien, travaillaient à 200 kHz et permettaient ainsi de réaliser, en une seconde, près de 5000 additions de nombres de dix chiffres. On décida d'en utiliser 20, plutôt que les 4 originalement prévus, pour créer une machine plus puissante.

L'utilisation de l'ENIAC était une tâche complexe et fastidieuse. En effet, l'entrée de nombres ou d'instructions était réalisée à l'aide des trois tables de fonctions à utiliser manuellement. Il y avait donc, en tout, 4386 commutateurs manuels à positionner. Cependant, une fois que ces opérations préalables étaient terminées, les données ne prenaient qu'un millième de seconde à être transférées vers l'unité de calcul. En plus des commutateurs manuels, les entrées pouvaient être réalisées à l'aide d'un lecteur de cartes mécanographiques IBM. Les sorties étaient faites, quant à elles, soient par la lecture des nombres affichés par des lampes témoins à l'avant des accumulateurs, ou encore sur des cartes perforées à l'aide d'une perforatrice IBM.



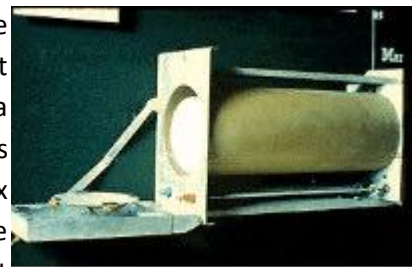
La machine fut utilisée jusqu'en octobre 1955, mais dès ses premières démonstrations publique elle avait su frapper l'imagination des gens, tant par sa taille, que par son impressionnante vitesse de calcul qui annonçait définitivement une révolution dans le domaine des calculateurs. Malgré sa grande réussite, le terme ordinateur ne peut s'appliquer à l'ENIAC, car il n'était en somme qu'une réalisation électronique d'une machine à calculer mécanique universelle. L'ENIAC travaillait même en base 10 plutôt qu'en binaire, grâce à des assemblages électroniques appelés décades. Ces dernières pouvaient exprimer électroniquement tous les chiffres de 0 et 9 et généraient une impulsion pour la retenue, lors de leur passage de 9 à 0. Cependant, la plus grande faiblesse de l'ENIAC était le fait qu'il n'utilisait pas d'enregistrement interne des programmes. Par conséquent, la réexécution d'un programme ou d'une de ses parties nécessitait la réintroduction manuelle des cartes correspondantes.

2.8.3 Manchester Mark 1

La première machine fonctionnelle à avoir intégré l'enregistrement interne des programmes a été construite en Angleterre à l'Université de Manchester. Le projet démarré en 1946 permit de créer, en 1948, le premier ordinateur à avoir fonctionné dans le monde: le Manchester Mark 1. Ce projet fut réalisé sous la direction de Max Newman, professeur de mathématiques à l'université de Manchester. Parmi ses collaborateurs il y avait Alan Turing, concepteur d'une machine automatique théorique ayant permis une meilleure compréhension de l'application de la logique à des machines.



La mémoire interne, l'élément permettant d'appeler cette machine: ordinateur, a été conçu par F.C. Williams. Elle était en fait composée de tubes cathodiques, déjà utilisés à l'époque pour la génération des images télévisées. Dans cette mémoire, les bits étaient mémorisés simplement par des points lumineux apparaissant sur un écran. Bien qu'elle soit peu dispendieuse, cette mémoire n'était pas entièrement fiable, car à l'occasion un point pouvait disparaître.



De plus, la programmation pour cette machine avait été facilitée par une invention de Turing. En effet, en utilisant un téléimprimeur et un système de codes, on pouvait maintenant taper des codes abrégés pour les opérations courantes. Par exemple, en appuyant sur TC, on programmait directement l'ensemble des bits représentant l'instruction d'addition. C'est le 28 juin 1948, que fut exécuté, avec succès, le premier programme enregistré à l'interne: un programme de recherche de facteurs premiers.

2.9 : Les générations d'ordinateurs

Avec le Manchester Mark 1, l'architecture actuelle des ordinateurs était complète. En effet, les ordinateurs qui suivirent ne s'en démarquèrent que par des raffinements de la technologie utilisée, et non par des conceptions différentes de la machine. On divise les ordinateurs en 4 générations distinctes, marquées chacune par des progrès technologiques importants et des améliorations apportées pour faciliter leur utilisation.

2.9.1 Première génération (1948-1956)

Caractérisée par l'utilisation des tubes à vide, cette première génération débuta en 1948 avec la finalisation du Manchester Mark 1. Jusqu'en 1951, les ordinateurs furent utilisés exclusivement par des militaires. En effet, c'est en 1951 que fut construit le premier ordinateur commercial destiné à une utilisation civile: l'UNIVAC 1.



Les UNIVACs furent créés par Mauchly et Eckert, les deux principaux artisans du projet ENIAC. Le bureau du recensement américain ainsi que General Electric furent deux des premiers acquéreurs d'UNIVACs. C'est aussi un UNIVAC qui, en 1952, a permis de prévoir l'élection de Dwight Eisenhower à la présidence américaine. Un des modèles d'UNIVAC est présenté sur cette photographie.

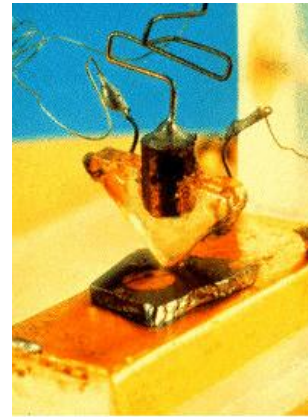
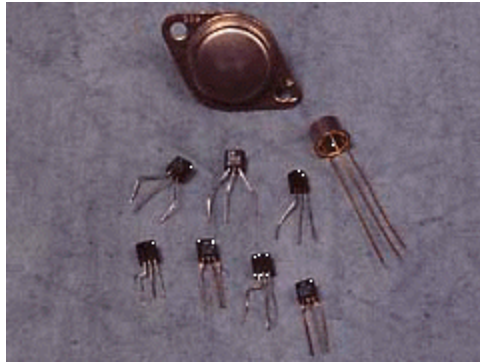


D'autres compagnies emboîtèrent le pas et débutèrent la commercialisation d'ordinateurs, dont IBM, en 1953, avec son IBM 650.

Un des principaux défauts de cette première génération d'ordinateurs était le fait qu'il n'existait pas encore de langage de programmation. En effet, on se devait de programmer en utilisant un langage machine propre à chaque ordinateur et ne comprenant pas les raffinements nécessaires à une programmation aisée.

2.9.2 Deuxième génération (1956-1963)

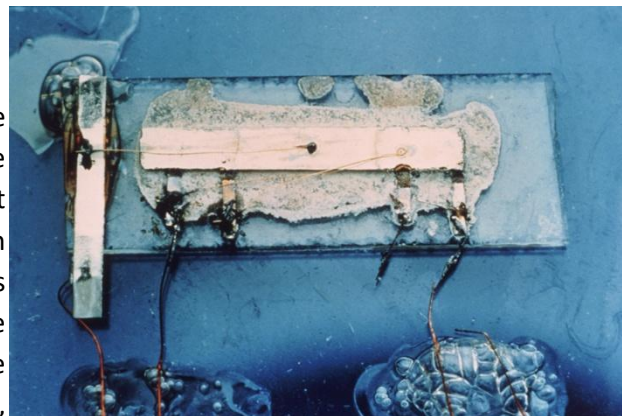
C'est en 1947 que les physiciens Bardeen, Brattain et Shockley, inventèrent, aux laboratoires Bell, le premier transistor à contact ponctuel. Bien entendu, cette invention dut évoluer considérablement avant qu'elle puisse commencer à remplacer efficacement les lampes. C'est cette modification qui marque le début de la deuxième génération d'ordinateurs, en 1956, avec le premier ordinateur à transistors: le TRADIC de Bell. Les transistors possédaient de nombreux avantages: ils sont plus petits, plus rapides, plus fiables et consomment beaucoup moins d'énergie que les tubes à vide. Deux autres des premiers ordinateurs à utiliser les transistors furent le Stretch d'IBM et le LARC de Sperry-Rand, conçus principalement pour les laboratoires de physique atomique. C'est aussi avec ces ordinateurs de deuxième génération que l'on débuta à s'affranchir de la programmation en langage machine grâce au développement du langage assembleur. De plus, en 1957, John Backus créa le FORTRAN, le premier langage de programmation supérieur, d'une facilité d'emploi remarquable par rapport à l'assembleur.



Le début des années 60 fut aussi marqué par la multiplication des compagnies fabriquant des ordinateurs: Sperry-Rand, Honeywell, Control Data, Burroughs. On assista au raffinement des imprimantes, des mémoires sur bandes magnétiques, des mémoires sur disques, etc.

2.9.3 Troisième génération (1964-1971)

C'est ensuite par la miniaturisation de l'électronique que se firent les progrès dans le monde de l'informatique. En effet, en diminuant le taille des composants électroniques, on pouvait enfin construire des machines puissantes, sans qu'elles n'occupent un espace énorme. La troisième génération est donc reliée à l'utilisation des circuits intégrés, développés, en 1958 par Jack Kilby qui travaillait chez Texas Instruments. Ce premier prototype n'intégrait que trois composants électroniques, mais ouvrait la voie à la miniaturisation



De plus, les ordinateurs de cette génération furent les premiers munis d'un système d'exploitation, un programme fonctionnant en permanence et gérant l'exécution des autres programmes. C'était là un progrès remarquable pour le développement d'ordinateurs simples d'utilisation.

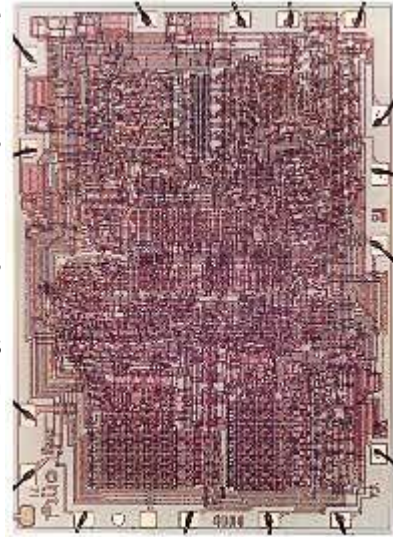
Il est à noter que le développement des circuits intégrés à aussi mené à la création, en 1967, (par le même Jack Kilby en collaboration avec Jerry Merryman et James Van Tassel) de la première calculatrice de poche. Cette machine de Texas Instruments montre clairement les possibilités de miniaturisation offertes par l'intégration des



composants électroniques. Elle mesurait 4 pouces et 1/4 par 6 pouces et 1/8 par 1 pouce et 3/4.

2.9.4 Quatrième génération (1971-Aujourd'hui)

C'est ensuite par le développement de nouvelles techniques d'intégration que l'on put augmenter encore le nombre de composants contenus sur une même puce. C'est la compagnie Intel qui créa le premier microprocesseur, en utilisant la technologie de LSI (large scale integration) qui permet de condenser des centaines de composants électroniques sur une puce. Développé, en 1971, le microprocesseur Intel 4004 contenait l'ensemble de composants de l'ordinateur. Par la suite, on raffina encore les techniques d'intégration et dans les années '80, le VLSI (very large scale integration) permettait de réaliser des puces contenant des centaines de milliers de composants électroniques. Plus tard on réussit à excéder le million de composants avec la technique d'ultra large scale integration.



En permettant de fabriquer, à faible coût, des machines puissantes et petites, les progrès réalisés dans l'intégration ont permis le développement d'un nouveau marché pour les ordinateurs. Les pionniers dans le domaine étaient Commodore, Radio Shack et Apple qui commencèrent la commercialisation d'ordinateurs personnels à la fin des années '70. IBM, quant à lui, s'attaqua à ce nouveau marché en 1981.

Toujours aujourd'hui, les progrès dans les ordinateurs se font en miniaturisant de plus en plus. Cependant, un jour viendra où cette technique aura atteint ses limites. Peut-être, alors, de nouvelles méthodes de calcul se développeront tournant ainsi la page de l'ère de l'électronique.

Chapitre 3 : Evolution de l'ordinateur (1940 à 1960)



Z4 : 1944

Conçu par le légendaire ingénieur allemand Konrad Zuse, le Z4 faisait suite à son prédécesseur pionnier, l'ordinateur Z3 qu'il avait construit en 1941 (la première machine de calcul automatique programmable au monde). Le Z4 utilisait environ 4000 watts de puissance et fonctionnait à environ 40 Hz. Il avait 64 registres 32 bits, l'équivalent de 512 octets de mémoire. Un ajout a pris 0,4 seconde.

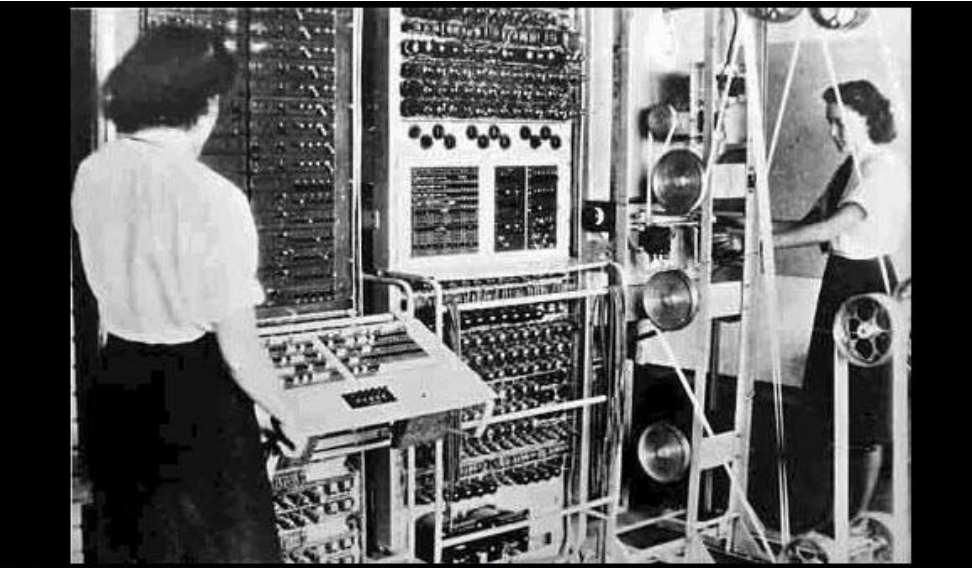


Figure 2: L'ordinateur Z4 au musée Allemand (à Munich)

Colossus : 1944

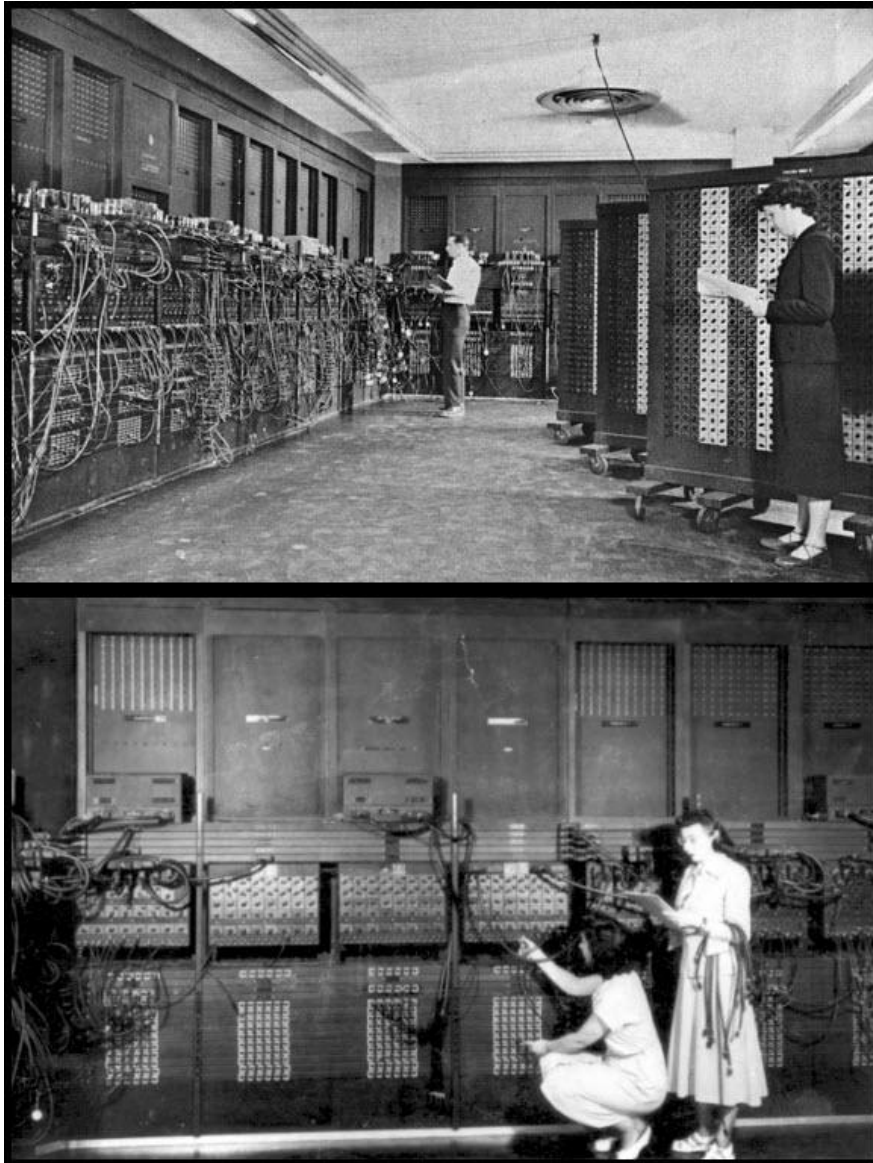
Deux générations de Colossus, le Mark 1 et le Mark 2, ont été utilisées par les briseurs de code britanniques pour décrypter les messages allemands codés à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Il traitait 5 000 caractères par seconde (il pouvait traiter plus rapidement, mais les bandes papier contenant les données se briseraient). L'existence de Colossus et d'autres machines de codage

britanniques est restée secrète jusque dans les années 1970, de peur que des connaissances généralisées n'encouragent des algorithmes de cryptage plus efficaces.



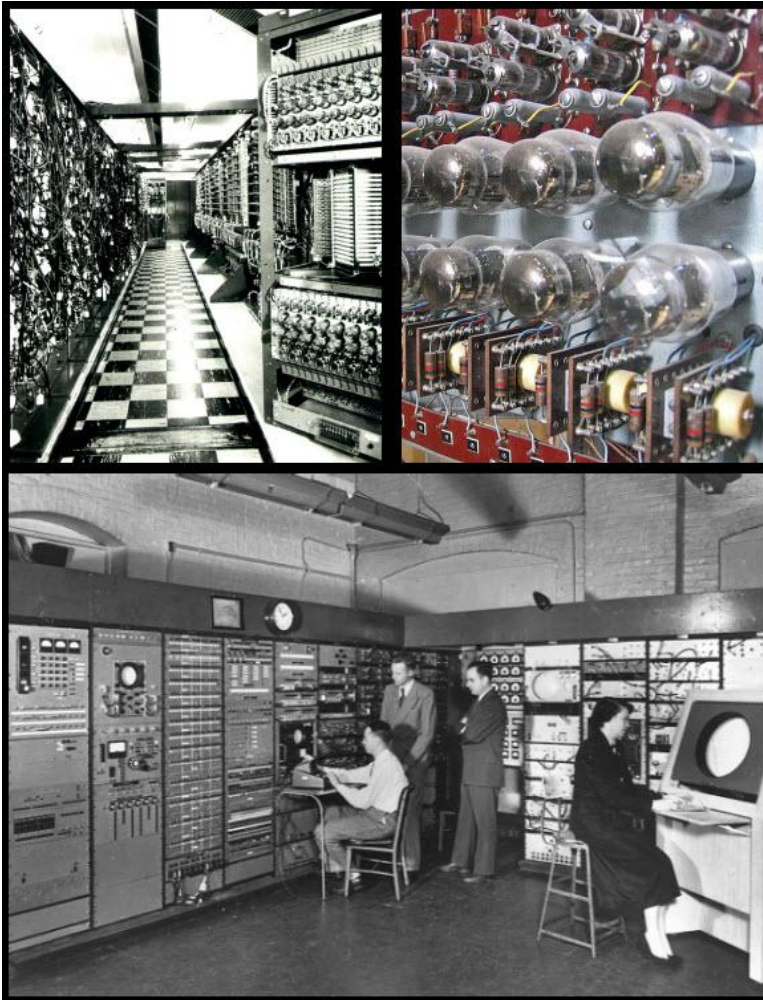
ENIAC : 1946

Lorsque l'ENIAC a été annoncé en 1946, la presse a immédiatement commencé à l'appeler un «cerveau géant». ENIAC a été le premier ordinateur électronique numérique à usage général au monde et est probablement le plus célèbre de ceux inclus dans cet article. Il pesait 27 tonnes. Entre autres choses, ENIAC a été utilisé pour les calculs pour créer la bombe à hydrogène. La programmation de la machine pouvait prendre des semaines, car après que le programme ait été défini sur papier, vous deviez d'abord manipuler les différents commutateurs et câbles qui contrôlaient la programmation, puis suivre cela avec la vérification et le débogage.



Whirlwind : 1951

Le Whirlwind a été le premier ordinateur à utiliser des écrans vidéo pour la sortie. La première version avait 512 octets de mémoire principale et pouvait faire 20 000 instructions par seconde, bien qu'un passage à un autre type de mémoire ait plus tard doublé ses performances et en faisait l'ordinateur le plus rapide de son temps.



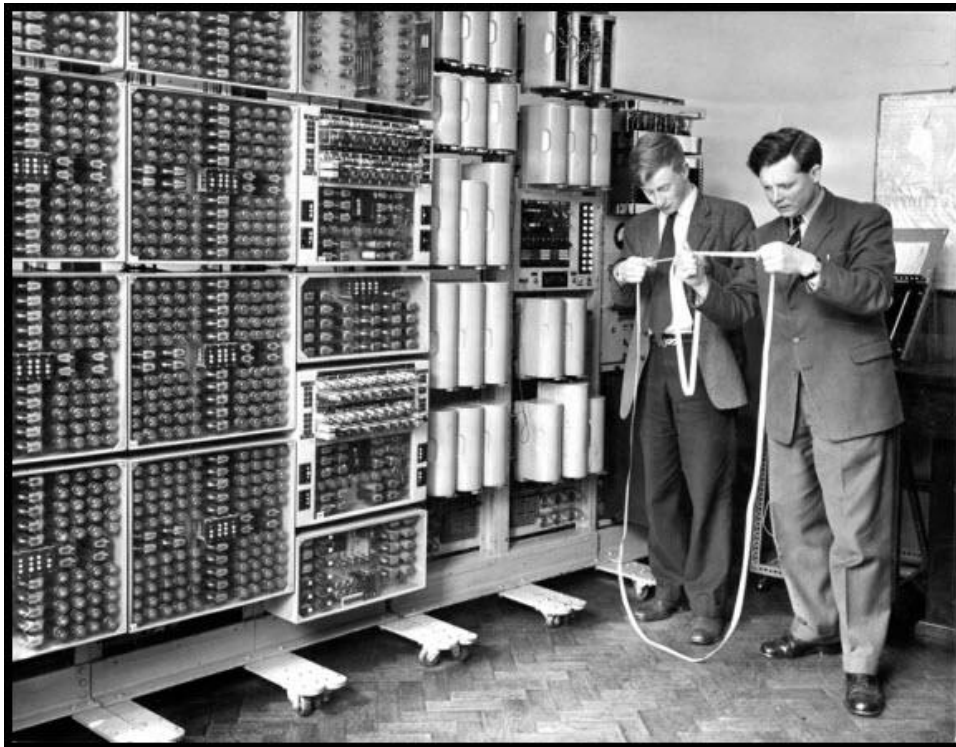
UNIVAC I : 1951

Acronyme de UNIVersal Automatic Computer, l'UNIVAC I a été le premier ordinateur commercial produit aux États-Unis. Il a été conçu par les inventeurs de l'ENIAC. Au total, 46 systèmes ont été construits et livrés. Il pesait 13 tonnes (29 000 livres), fonctionnait à 2,25 MHz et pouvait exécuter 1 905 instructions par seconde. L'UNIVAC I coûte jusqu'à 1,5 million de dollars par système.



WITCH : 1951

Abréviation de l'instrument de Wolverhampton pour l'enseignement de l'informatique de Harwell, le WITCH était également connue sous le nom de Harwell Dekatron Computer. C'était lent (une multiplication prenait 5 à 10 secondes), mais cela était justifié par sa capacité à exécuter de longues périodes sans surveillance. Il pourrait donc être laissé seul avec une grande quantité de données d'entrée. À un moment donné, il a été laissé en cours pendant les vacances de Noël et du Nouvel An et fonctionnait toujours lorsque le personnel est revenu 10 jours plus tard.



BESK : 1953

Pingdom étant d'origine suédoise, nous avons dû inclure cet ordinateur suédois de 1953. BESK signifie Binär Elektronisk SekvensKalkylator, qui est suédois pour Binary Electronic Sequence Calculator. La mémoire principale était de 512 mots de 40 bits, l'équivalent de 2 560 octets. Une addition pourrait être effectuée en 56 microsecondes et une multiplication en 350 microsecondes. Pendant une courte période, il a été l'ordinateur le plus rapide du monde. Petit à part, «besk» signifie «amer» (comme dans le goût) en suédois, mais le besk est aussi une boisson alcoolisée du sud de la Suède. Le nom était un jeu de mots introduit par le créateur de l'ordinateur, qui avait auparavant fait rejeter le nom d'ordinateur COGNAC par les autorités.



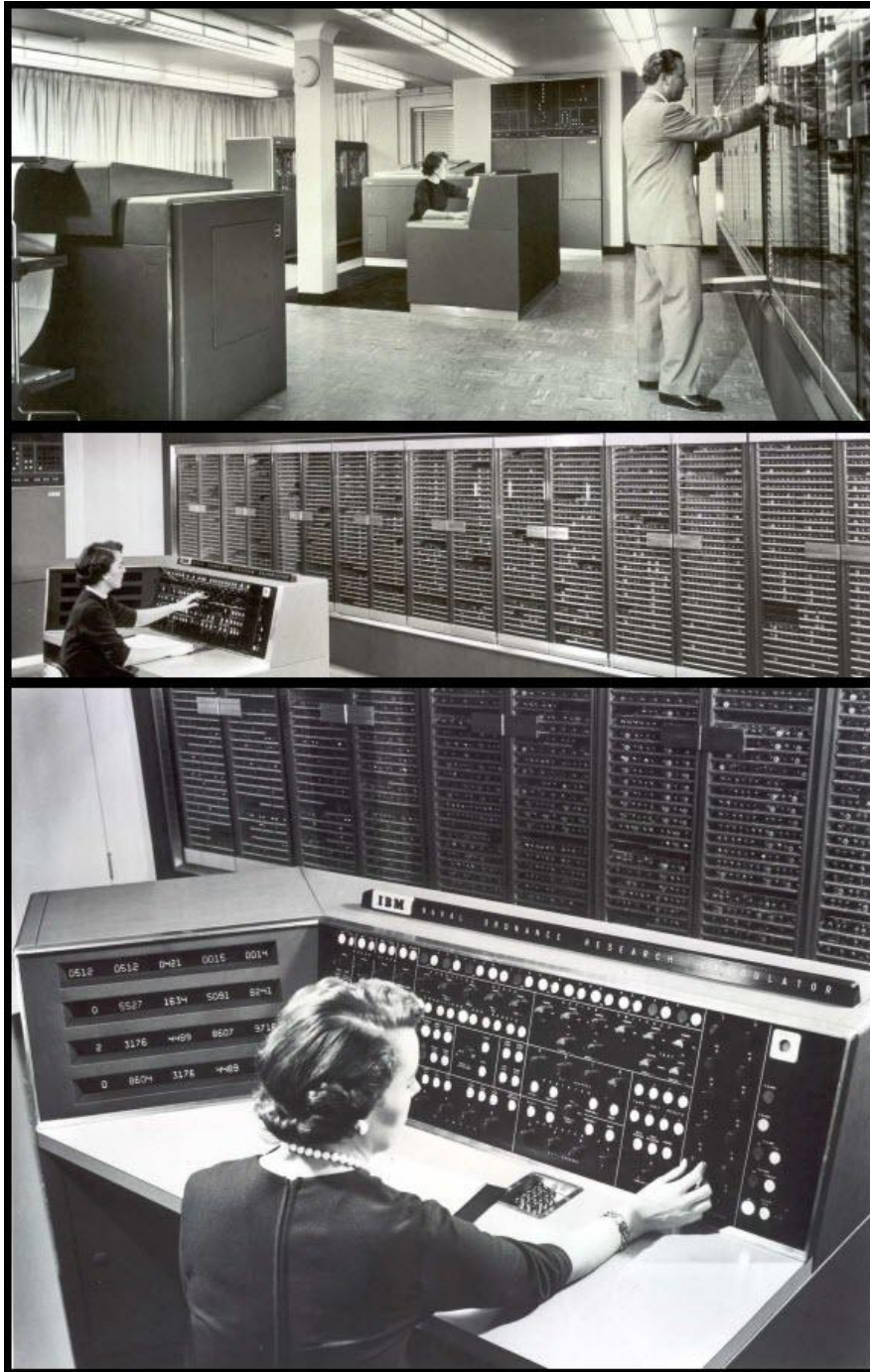
IBM 702 : 1955

L'IBM 702 avait été annoncé dès 1953, mais le premier modèle de production n'a été installé qu'en 1955. C'était un ordinateur commercial qui pouvait être loué à IBM. Le système pourrait avoir un maximum de 11 000 caractères de 7 bits de mémoire principale, soit environ 10 kilo-octets. Il pouvait faire 3 950 additions ou soustractions par seconde, mais la multiplication et la division étaient nettement plus lentes.



IBM NORC : 1954

L'IBM Naval Ordnance Research Calculator était sans doute le premier supercalculateur et l'ordinateur le plus puissant de son temps. Il pouvait effectuer 15 000 opérations par seconde et la première version avait 2 000 mots de 64 bits de mémoire principale, soit à peu près l'équivalent de 16 kilo-octets.



IBM 305 RAMAC : 1956

Cet ordinateur est surtout connu pour être le premier ordinateur commercial livré avec un disque dur. Le disque dur pouvait stocker un peu moins de 5 Mo au total et se composait de 50 disques de 24 pouces de diamètre. Le 305 RAMAC était l'un des plus gros ordinateurs jamais construits par IBM. (Si vous trouvez les anciens disques durs fascinants, consultez notre article sur l'histoire du stockage de données informatiques.)



Bendix G-15 : 1956

Le Bendix G-15 pesait 450 kg (950 lb) et coûtait environ 60000 \$. Il contenait 2 160 mots de mémoire de 29 bits, soit l'équivalent d'environ 7,6 kilo-octets. Le G-15 a parfois été appelé le premier ordinateur personnel, bien qu'il y ait des désaccords à ce sujet. Plus de 400 ont été fabriqués.



Pegasus : 1956

L'ordinateur britannique Ferranti Pegasus a été conçu et construit pour être bon marché et fiable. Il contenait 5 120 mots de mémoire de 40 bits, l'équivalent de 25 kilo-octets, plus 56 mots (280 octets) de mémoire rapide. Un Pegasus 2 de 1959 est toujours opérationnel au Science Museum de Londres. C'est l'ordinateur numérique le plus ancien au monde.

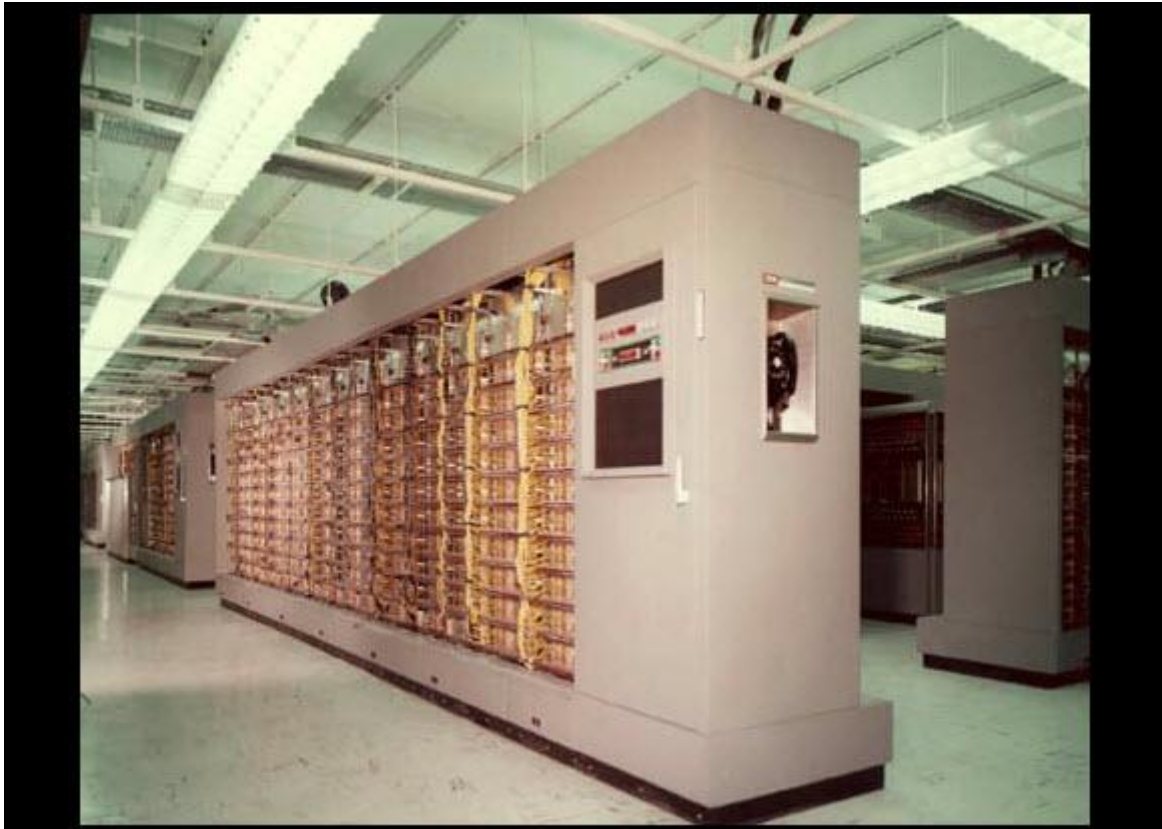


A Pegasus 2 au Musée de Science à Londres

AN/FSQ-7 : 1958

Un successeur du Whirlwind, basé en grande partie sur la conception du jamais réalisé, l'AN / FSQ-7 a été développé par IBM en collaboration avec l'US Air Force pour être utilisé avec le système de défense aérienne SAGE. Il est parfois appelé à tort le Whirlwind II. Un ordinateur occupait 2 000 m² de surface au sol (environ une demi-acre) et pesait 275 tonnes. Ce sont les plus gros ordinateurs

jamais construits (52 d'entre eux ont été fabriqués). L'AN / FSQ-7 pouvait exécuter environ 75 000 instructions par seconde.



IBM 7090 : 1959

Un système IBM 7090 typique coûte 2,9 millions de dollars et a été conçu pour des applications scientifiques et technologiques à grande échelle. Entre autres, il a été utilisé par la NASA pour contrôler les vols spatiaux. Un système 7090 est présenté dans le film Dr. Strangelove. En 1961, une version ultérieure, le 7094, est devenu le premier ordinateur à chanter (la chanson «Daisy Bell»). Ce fut l'inspiration pour une scène en 2001: A Space Odyssey.



The IBM 7090. Trivia: The second man on the left is Smith DeFrance, founding director of the NASA Ames Research Center.

AKAT-1 : 1959

L'AKAT-1 polonais a été le premier analyseur différentiel à transistors au monde, spécialement conçu pour résoudre des systèmes d'équations différentielles. Il n'a jamais été produit en masse en raison des politiques du pays à l'époque.



Datasaab D2 : 1960

Jamais produit en série, le Datasaab D2 était un concept informatique construit en Suède. Il ne pesait «que» 200 kg et pouvait être placé sur un bureau. Il contenait l'équivalent de 15 kilo-octets de mémoire et pouvait effectuer 100 000 ajouts par seconde. Il s'agissait d'un prototype conçu pour tester la faisabilité d'une aide à la navigation informatisée dans les avions. Datasaab était la division informatique de l'avionneur Saab, qui fabriquait des avions de combat pour la Suède.



A Gauche : Le Datasaab D2 à l'entrée. **A droite :** Panneau de contrôle

BRLESC I : 1962

Le nom BRLESC est un acronyme pour Ballistic Research Laboratories Electronic Scientific Computer. Il était, comme son nom l'indique, conçu principalement pour des tâches scientifiques et militaires. Il pouvait faire cinq millions d'opérations par seconde et avait 4096 mots de 72 bits de mémoire, l'équivalent de 36 kilo-octets.



Honeywell 200 : 1963

Le Honeywell 200 et ses successeurs ont été introduits pour concurrencer les ordinateurs commerciaux abordables d'IBM (en particulier l'IBM 1401). Le langage d'assemblage natif utilisé pour programmer l'ordinateur Honeywell s'appelait Easycoder. Oui, à cette époque, le langage d'assemblage était considéré comme facile à coder. Honeywell a mené une campagne publicitaire sur plusieurs années qu'ils ont appelée le Liberator, en utilisant diverses sculptures très créatives faites à partir de pièces informatiques (un exemple disponible ici).



Le H200 au travail

UNIVAC 1108 : 1964

L'UNIVAC 1108 à transistor supportait jusqu'à trois processeurs et jusqu'à 262 144 mots de 36 bits de mémoire (plus de 1 Mo). La mémoire utilisait des circuits intégrés (assez rares à l'époque) au lieu de la mémoire à couche mince utilisée dans son prédécesseur, le 1107.



Bibliographie

Les sites internet :

<https://www.physique.usherbrooke.ca/~afaribau/essai/essai.html#Schickard>

<http://histoire.info.online.fr/>

<https://www.pingdom.com/blog/retro-delight-gallery-of-early-computers-1940s-1960s/#>

Les livres :

- Histoire illustrée de l'informatique, d'Emmanuel Lazard et Pierre Mounier-Kuhn, version 1, EDP Science, 2016
- Du Boulier à la révolution numérique, série Le monde est mathématique, édition RBA
- The computer Book, Simson L. Garfinkel et Rachel h. Grunspan, Sterling publishing, 2018