

Historique

Historique

Plan de la phase

Introduction

Architecture

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

Première génération : les tubes à vides (1945 - 1955)

Deuxième génération : les transistors (1955 - 1965)

Troisième génération : les circuits intégrés (1965 - 1980)

Quatrième génération : les VSLI (1980 - ?)

Cinquième génération : les ordinateurs invisibles

Historique

Introduction

*L'évolution de l'ordinateur moderne est jalonnée par la conception et la construction de **centaines de modèles** différents. Les principes de certains **inspirent** encore les **informaticiens**. Dans ce qui suit, nous **présentons** quelques **points clés** de l'histoire informatique, qui vous **permettrons** de mieux **comprendre** l'architecture des **machine actuelles**. (note 1)*

Historique

Introduction

- L'objectif classique est de faire **connaître les faits architecturaux actuels**.
- L'objectif qui n'est pas classique est d'établir le fait que les techniques mises en œuvre en matière d'architectures ont une unité au delà de la tendance actuelle à considérer leurs aspects quantitatifs, et de faire comprendre celle-ci.
- **La prétention majeure** est que les **architectures** ne sont pas les produits arbitraires des imaginations et que les critères de coût et d'efficacité ne suffisent pas à les déterminer, elles **contiennent une organisation sous-jacente**.
- Les prémisses de cette prétention tiennent à ce que les architectures ont la **propriété d'être observables**.
- Elles sont issues de l'**imagination humaine**.

=> Des observations peuvent mener à une induction. (note 1)

Historique

Architecture

Définition : Une architecture (*du latin architectura, art de construire*) est un produit de l'art de l'architecte qui imagine et parfois fait ensuite réaliser un arrangement (*la structure*) ordonné de composants.

=> Les architectures ne sont pas de nature déductive car elles n'ont pas de base axiomatique. (note 1)

- Amdahl, Blaaw et Brooks écrivaient en 1964 :

« L'architecture d'un ordinateur est constituée des attributs du système tel que le voit le programmeur, c'est-à-dire la structure conceptuelle (sic) et le comportement fonctionnel (resic) en tant qu'ils sont distincts des flots de données, de la logique de commande et de l'implantation physique (ouf!). » (note 2)

Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

- Les premières activités de calcul remontent à la préhistoire.
- Les « machines à calculer » ont pour ancêtres lointains la **manipulation de cailloux** (en latin **calculus**) ou de jetons sur des tables que l'on nomme abaquas, le quipu, cordelette à nœuds amérindienne, ou encore le boulier oriental daté d'environ 500 av. J.-C.

=> Le calcul a besoin de règles et ces règles relèvent de la logique. (note 1)

- Aristote
- Les stoïciens
- Raymond Llull ou Lulle (1235-1316) est une des origines de la logique formelle en Occident. Il écrit : « *Le sujet de cet Art, est de répondre à toutes les questions, en supposant que soit connu ce qu'indique le nom* ». (note 2)

- Au Moyen-Âge : La scolastique fait un grand usage de la logique d'Aristote aux fins de prouver mais les auteurs de cette époque ne lui apportent que peu de modification.
- La Renaissance commence au XIVe siècle. La situation y est très contrastée. (note 3)

Historique

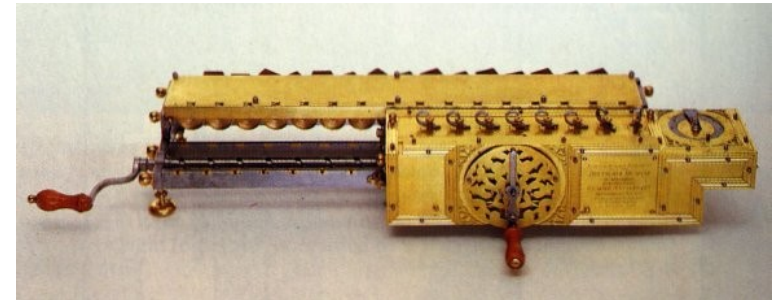
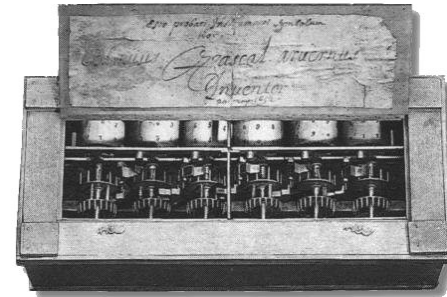
Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

- Les premières nouveautés en matière de calcul datent du début du XVII^e siècle.
- **John Néper (1550-1617)** invente les logarithmes; certains sont nommés népériens en son honneur. La **multiplication** peut alors être **faite par une addition** et la **division par une soustraction**. Il fait imprimer le point séparateur des décimales.
- **En 1623**, pendant la guerre de Trente ans, *Francis Bacon (1561-1626)* donne une **description** complète du code **binaire**. Il écrit : « *Par cet art (de l'écriture binaire), une voie est ouverte qui permet à l'homme de transmettre et d'exprimer sa pensée à distance au moyen d'objets perçus par la vue ou par l'ouïe, pourvu que ces objets ne présentent que deux états différents.* »
- **La même année, Wilhelm Schickard ou Shikurt(1592-1635)**, professeur à l'université de Heidelberg, horloger, astronome et mathématicien, **dessine une machine** pour faire des **additions** et des **soustractions automatiques**. **(note 1)**

Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

- **Blaise Pascal (1623-1662) :**
 - la première machine fonctionnelle, appareil mécanique.
 - Ne fait que les additions et les soustractions (1652).
 - Base 10
- L'allemand **Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716)** trente ans plus tard construit un calculateur numérique capable de multiplier et de diviser (1673).
 - publie en 1686 « Generales inquisitiones de analysi notionum et veritatum » *(note 1)*
 - formalisation de la logique qui sera reprise par Georges Boole au XIXe siècle et sera nommée logique symbolique ou logistique. *(note 2)*



Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

- Jusqu'au premier quart du XIXe siècle, plusieurs machines à calculer sont inventées
- À la fin du 18 siècle, **Basile Bouchon utilise des bandes perforées. (note 1)**
- En **1805, Joseph-Marie Jacquard (1752-1834)** perfectionne ce système en **utilisant des cartons. (note 2)**
- En 1820, Hans Christian Oersted (1777-1851), danois, découvre par hasard l'électromagnétisme. Les enregistrements magnétiques en proviennent.
- La même année, François Arago (1786-1853) aimante une tige de fer de façon permanente et réversible, dans un sens ou dans l'autre. Les mémoires à tores en proviennent.

En **1831**, Joseph Henry invente **le relais électromagnétique** qui sera indispensable aux réseaux téléphoniques et, bien plus tard, aura une **grande importance** au tout début de **l'informatique** à la fin des **années 1930**.

- Au début du XIXe siècle, les deux techniques dont la réunion produira les premiers ordinateurs, existent :
 - La mécanisation du calcul arithmétique avec les descendantes de la Pascaline;
 - L'automatisation par la commande à cartes perforées.

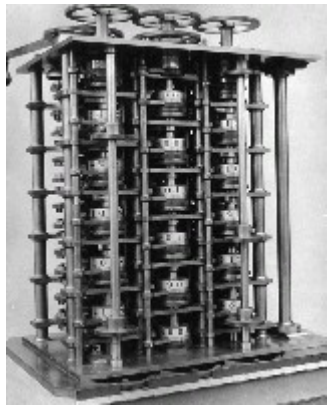
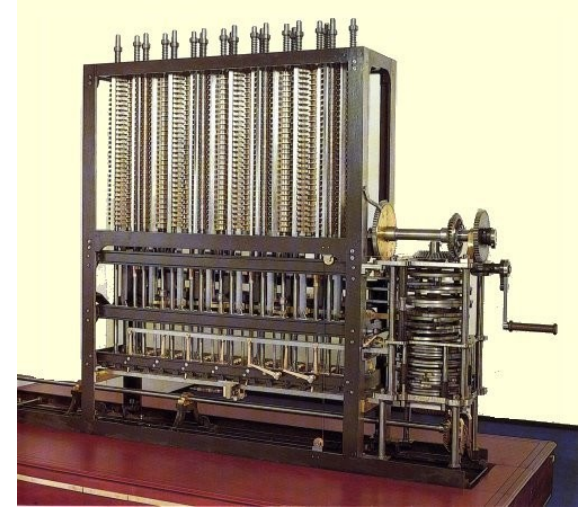
Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)



Charles Babbage (1792-1871) :

- **machine à différence** (addition -soustraction). (**note 1**)
- Singularité : Résultats **gravés** sur un plateau de cuivre. (**note 2**)



- **Machine analytique (note 3)**: composé de quatre éléments :
 - le magasin : mémoire
 - le moulin : unité de calcul
 - l'entrée : lecteur de carte perforées
 - la sortie : impression et perforation d'un support

Les **ordinateurs** actuels ont une **structure** très **semblable** à celle de la machine analytique. Il est donc juste de considérer **Babbage** comme le **père** de **l'informatique moderne**.

Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

Ada Lovelace (1815-1852) : fut embauchée par Babbage pour être la **première** personne à avoir **programmé** un ordinateur. Elle appelle « **algorithme** » le processus logique permettant l'exécution d'un programme (en l'honneur du mathématicien Perse Al-Kkârezmi)



Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

- Le grand réveil public de la logique est apporté par le mathématicien anglais **George Boole (1815-1864)**, professeur en Irlande.
- Il **conçoit**, non pas un codage ni une représentation numérique, mais **l'algèbre** (de boole) qui portera son nom. Par là, il réussit à faire de la logique une discipline mathématique.
- La plus simple de ces algèbres **a deux symboles** que l'on peut noter comme l'on veut, OUI et NON ou 0 et 1 et trois opérateurs ET, OU et PAS.
- La contribution extraordinaire de Boole est d'avoir, en voulant mathématiser les lois de la pensée, produit **une algèbre capable de la totalité des calculs envisageables**, ou plus précisément de calculer les fonctions que l'on nommera plus tard calculables.

Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

- 1890 : **Herman Hollerith** construit un calculateur scientifique à cartes perforées. Il **fonde** la Tabulating Machine Company qui devint en 1924 l'International Business Machines Company ou **IBM**. *(note 1)*



- En 1907, l'américain Lee de Forest invente la triode. *(note 2)*
- La bascule est inventée sous la forme du montage flip-flop en 1919 par W.H. Eccles et F.W. Jordan.
- Avec le recul que nous avons, nous pouvons dire que les composants d'un ordinateur électronique étaient connus en 1920.

=> La technique ne suffit donc pas, encore faut-il avoir les idées comme Babbage ou les théories.

Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

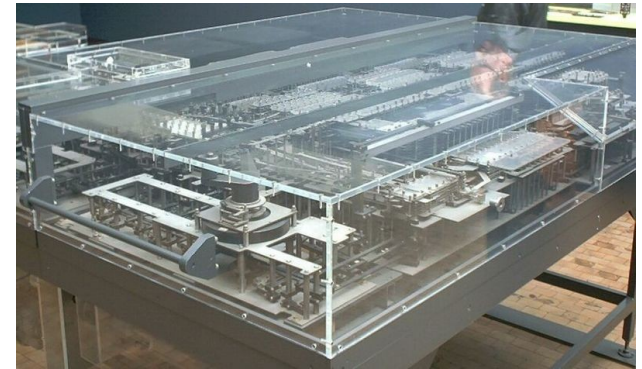
- Les années trente sont celles d'une explosion des théories en matière de calcul. Ces théories sont toutes des systèmes formels. Elles veulent répondre à une question : «Qu'est ce qui peut être calculé mécaniquement en un temps fini et qu'est ce qui ne le peut pas ?»
- Une fonction est calculable si on peut effectivement la calculer avec un outil pré défini.
- Entre 1935 et 1937, Turing définit la «machine» qui porte son nom et démontre qu'elle peut réaliser toutes les opérations applicables aux nombres entiers.
- Il n'existe pas d'algorithme permettant de savoir, d'une machine de Turing donnée, si elle fonctionnera indéfiniment sur une bande initialement vide, ou si elle atteindra un état final.

Voir TD : Machine de Turing

Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

- Konrad Zuse fin des années 1930, a été le **premier constructeur d'une machine de Babbage à relais, binaire** et travaillant sur des nombres en **virgule flottante**
- Les machines de Zuse, historiquement les **premières**, ont été connues bien longtemps après leur fabrication. Elles n'ont **influencé** ni la **recherche** ni **l'industrie**. *(note 1)*



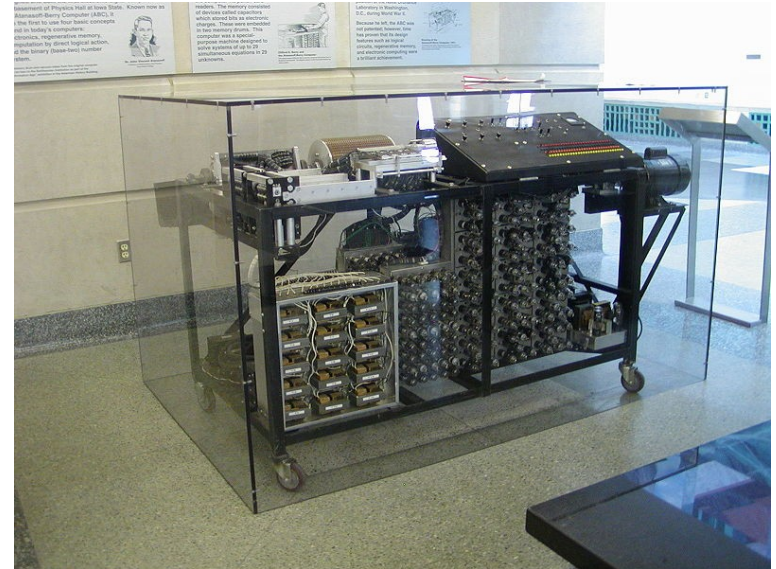
Historique

Génération Zéro : les calculateurs mécaniques (1642 - 1945)

- 1937–1938 : **John Atanasoff** conçoit une machine étonnament en avance sur son temps : Recours à l'**arithmétique binaire**

- Utilise comme **mémoire** des condensateurs devant être régulièrement **rafraîchis** pour éviter la fuite de charges, principe utilisé aujourd'hui dans les mémoires vives dynamiques.

Malheureusement la machine ne sera jamais réellement opérationnelle. **(note 1)**



- **Howard Aiken** construit au moyen de relais le **calculateur polyvalent** que Babbage n'a pu produire. **(note 2)**

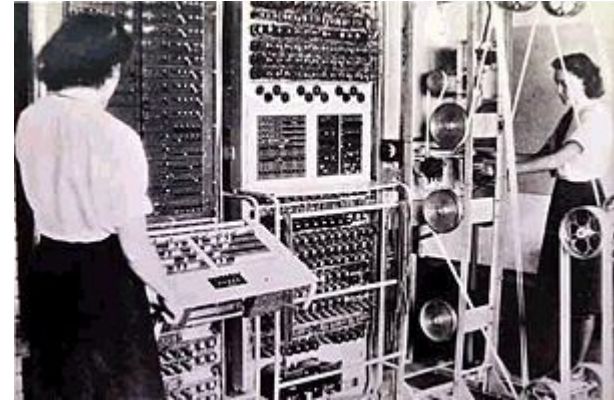
Sa première machine, Mark I, voit le jour en 1944 :

- possède 72 mots de 23 chiffres décimaux
- temps d'instruction de 6 secondes

Historique

Première génération : les tubes à vides (1945 - 1955)

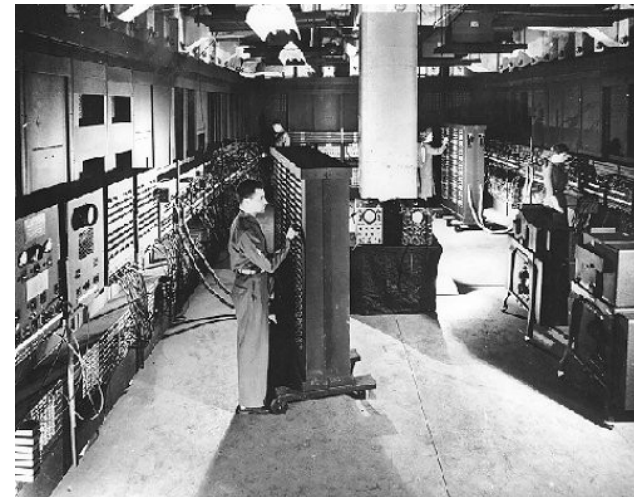
- Dans leur lutte contre l'Allemagne nazie, les Anglais avec la collaboration de **Alan Turing** ont construit **COLOSSUS**, premier **calculateur électronique numérique**. **(note 1)**



- 1946 : **Mauchley** et **J.Presper Eckert** (Américains) construisent l' **ENIAC** (*Electronic Numerical Integrator And Computer*):

- 18000 tubes à vide et de 1500 relais
- 30 tonnes et consomme 140 kilowatts.
- vingt registres, chacun d'entre eux pouvant stocker un nombre décimal à dix chiffres. **(note 2)**

Après la présentation de leur travaux, on assiste à une vague de construction de grands ordinateurs : EDSAC(1949), JOHNIAC, ILLIAC, MANIAC et le WEIZAC.



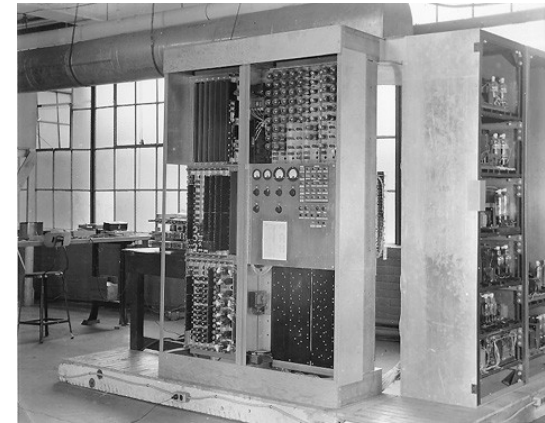
Historique

Première génération : les tubes à vides (1945 - 1955)

- **John von Neumann** (Américain): *(note 1)*

- participer au projet ENIAC
- construit sa version de l'EDVAC : **la machine IAS**.
- génie, mathématicien éminent

- il conçoit les **programmes** sous une forme numérique **dans la mémoire** des ordinateurs comme le sont les données.



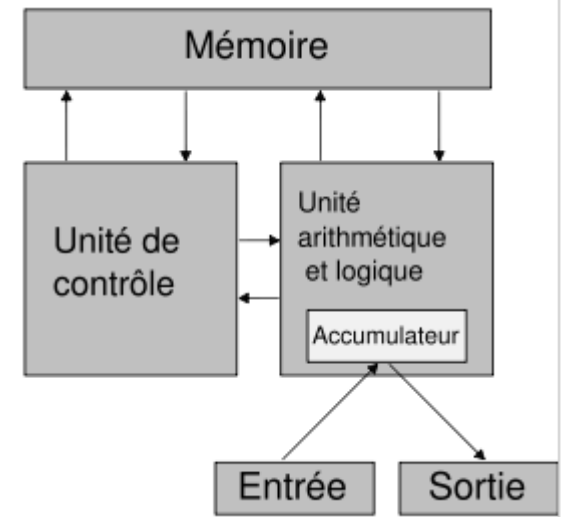
- Et remplace l'arithmétique décimale par une **arithmétique binaire**.

Cette **conception** est connue sous le nom de **proposition de von Neumann**. Elle est utilisée dans **EDSAC**, premier ordinateur à **programme enregistré**, et **constitue le fondement de presque tous les ordinateurs numériques**.

Historique

Première génération : les tubes à vides (1945 - 1955)

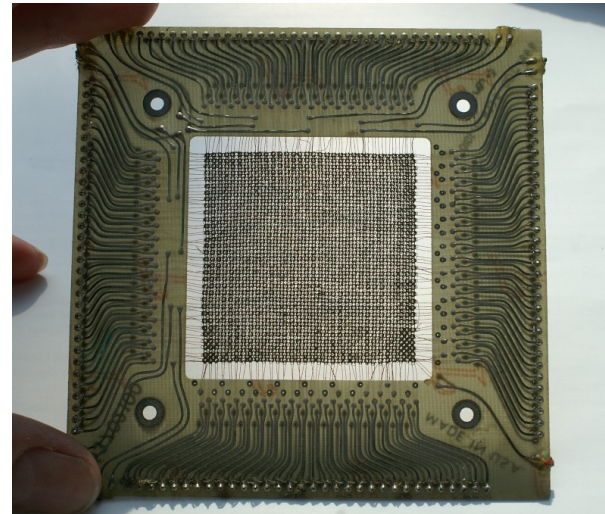
- La machine de von Neumann (**note1**) est composée de :
 - **La mémoire**
 - **L'Unité Arithmétique et Logique**
 - **L'Unité de Contrôle**
 - **l'entrée et la sortie**
- La mémoire peut contenir 4096 mots de 40 bits. Chaque mot stocke soit deux instructions de 20 bits, soit un entier signé de 40 bits.
- L'unité arithmétique et logique et l'unité de contrôle forment le « cerveau de l'ordinateur ». Dans les machines modernes, ils sont combinés en une puce unique **UC** ou **unité centrale**.
- **L'accumulateur** : un registre interne spécial de 40 bits. Toute instructions ajoute un mot de mémoire à l'accumulateur ou stocke le contenu de l'accumulateur dans la mémoire.



Historique

Première génération : les tubes à vides (1945 - 1955)

- Pendant que von Neumann développe la machine IAS, les chercheurs du **MIT** sortent le **Whirlwind I**, **1er ordinateur "temps réel"** qui ne possède que des **mots de 16 bits** (au lieu de 40 bits). Ce projet conduit à la mise au point des **mémoires magnétiques** et à l'élaboration du premier **mini-ordinateur** commercialisé. *(note 1)*



Mémoires à tore magnétique

Historique

Deuxième génération : les transistors (1955 - 1965)

L'invention du **transistor** en **1948** par John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley **révolutionne** le monde de **l'informatique**. *(note 1)*

Le **TX-0** premier ordinateur à **transistor** (MIT).

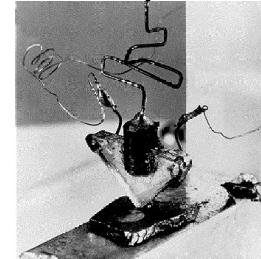
(note 2) En 1961 la société **DEC** sort le **PDP-1** ordinateur mythique qui contribua à l'émergence de la culture Hacker. (le premier jeu vidéo)

Ses caractéristiques sont :

- 4096 mots de 18 bits mémoires
- 200 000 instructions par secondes

Performance inférieure de moitié à celle de l'**IBM 7090**, ordinateur le **plus rapide** de cette époque.

Mais le PDP-1 coûte 120 000 dollars tandis que le 7090 plusieurs millions.



Historique

Deuxième génération : les transistors (1955 - 1965)

IBM construit deux nouvelles machines :

- le **7094** pour les applications **scientifiques** :
 - cycle de 2 microsecondes (500 KHz)
 - 32 536 mots de 36 bits de mémoires à tore. *(note 1)*

- Le **1401** pour les travaux de **gestion** et **comptabilité** de 4000 octets de 8 bits de mémoires. *(note 2)*



Historique

Deuxième génération : les transistors (1955 - 1965)

- En 1964, **CDC** commercialise le **6600**, une machine dix fois plus rapide que le 7094.
 - machine hautement **parallèle**.
 - possède **plusieurs unités fonctionnelles** d'addition et de multiplication.
 - une unité pour la division.
 - dotée de plusieurs **petits ordinateurs** pour les opération d'entrée et sortieL'ensemble de ces unités peut effectuer des **calculs en parallèle** et exécuter dix instructions en même temps. *(note 1)*
- Ordinateur en avance de dix ans sur son époque.
- L'architecte du 6600, **Seymour Cray**, se consacra entièrement à la construction d'ordinateurs toujours plus rapide, appelées aujourd'hui **supercalculateurs**.



Historique

Troisième génération : les circuits intégrés (1965 - 1980)

L'invention en **1958** du **circuit intégré** par **Robert Noyce**, permet de construire des **puces** intégrant des dizaines des transistors. Les ordinateurs deviennent moins encombrants et plus rapides.



La famille des ordinateur system/360

Pour résoudre le **problème** de **compatibilité** entre le 7094 et le 1401, IBM lance en 1964 le **system/360**.

Machine à base de circuits intégrés, destinée a une utilisation tant **scientifique** que **commerciale**. Le concept de **famille de machines** est lancé.

Avantages du system/360 :

- multiprogrammation (**note 1**)
- espace d'adressage immense (pour l'époque) : 2^{24} octets

Propriété	Modèle 30	Modèle 40	Modèle 50	Modèle 65
Performances relatives	1	3,5	10	21
Temps de cycle (millionièmes de seconde)	1 000	625	500	250
Mémoire maximale (octets)	65 536	262 144	262 144	524 288
Nombre d'octets chargés par cycle	1	2	4	16
Nombre maximum de canaux de données	3	3	4	6

Le monde de la mini-informatique doit également sa forte progression au **PDP-11** de **DEC** qui connaît un immense **succès**, en particulier dans les universités.

Historique

Quatrième génération : les VSLI (1980 - ?)

VSLI (*Very Large Scale Integration*) : intégration de plusieurs **millions** de **transistors** sur une **puce**.

→ Ordinateurs plus rapides et plus petits.

La **chute** des **prix** dans les années 1980:

- universités se dotent de **miniordinateurs** (centre de calcul)
- Les particuliers se dotent de **microordinateurs**

Les premier **microordinateurs** sont vendus en **kit**. A l'acheteur de l'assembler.
Le kit comprend généralement :

- Une carte
- Des puces incluant un Intel 8080
- Câbles
- Alimentation
- Une disquettes 8 pouces



Le logiciel n'est pas fourni. Il faut l'écrire soi-même.

Le système d'exploitation **CP/M** de **Gary Kildall**, se popularise sur le **8080** .

Historique

Quatrième génération : les VSLI (1980 - ?)

L'Apple conçu par Steve Jobs et Steve Wozniak est un autre **microordinateur** qui se **popularise** rapidement.

Caractéristiques de Apple II :

- Prix : 1298 \$ version 4 Ko (et 2638 \$ pour la version 48 Ko).
- Un **microprocesseur** MOS Technology 6502 cadencé à **1 MHz**.
- **4 Ko** de **mémoire** vive.
- un lecteur de cassette
- le langage de programmation BASIC.



En **1981** le groupe **IBM fabrique** le premier **PC**(Personal computer) à base d'unité centrale Intel **8080** qui devient le **produit phare** de l'histoire de l'informatique. Pour des raisons de coût, le PC est construit avec des composants du commerce. IBM **publie** intégralement les **plans** du PC. De nombreuses sociétés se mettent à faire des **clones** du **PC**. Une **nouvelle industrie** est née.

IBM **PC écrase** les constructeurs basé sur des architectures non intel : **Commodore, Apple** et **Atari**. Apple fait de la **résistance** avec son **Apple Macintosh** (1984) successeur de **Apple lisa**, premier ordinateur à offrir une **interface graphique**.



Historique

Quatrième génération : les VSLI (1980 - ?)

Le premier « portable » est le **Osborne -1**

- Année/Prix: 1981 / \$1795
- CPU: Z80A à 4 MHz
- RAM/ROM: 64 Ko/4 Ko
- Graphisme: texte : 24 x 52 moniteur 5" vert intégré
- Mémoire de Masse: 2 floppies 5"1/4 180 Ko HD 8 Mo en option
- CP/M 2.2, Basic, Supercalc et Wordstar fournis en standard
- Ports: RS-232, IEEE-488 (**note 1**), Batterie optionnelle, Modem, Vidéo externe
- Dimensions:
- Poids: 12Kg



Compaq lance le premier **clone** portable du **PC IBM** et devient ainsi le numéro un du marché des ordinateurs portables.

Historique

Quatrième génération : les VSLI (1980 - ?)

La version initiale de l'**IBM PC** était **équipée** du système d'exploitation (**os**) **MS-Dos** de Microsoft Corporation.

Le **successeur** de **MS-Dos** devait être **OS/2** développé par Microsoft et Intel, c'est un **flop**.

Microsoft commercialise alors son produit : **Windows**

Fort de son succès de l'UC 8088, **Intel** sort le **386** en **1985** :

- Microprocesseur 32 bits **CISC** (*Complex instruction set computer*)
- Premier Pentium.



Au milieu des années 1980, une **nouvelle architecture** apparaît, **RISC** (*Reduced Instruction-Set Computer*), qui permet de **remplacer** les architectures complexes **CISC** par de structure plus simples mais plus rapides.

Dans les années **1990** apparaissent les premières **unités centrales superscalaires** : Ces machines peuvent **exécuter** plusieurs **instructions simultanément**.

En **1992**, DEC lance l'**Alpha**, une vraie machine **RISC 64 bits**, aux performances largement supérieures à celle de l'ensemble des micro-ordinateurs existant. Le succès n'est pas au rendez-vous. Il faudra attendre dix ans pour que les systèmes 64 bits s'impose sur le marché.



Historique

Cinquieme génération : les ordinateurs invisibles

Les **ordinateurs** sont désormais **enfouis** dans de nombreux dispositifs :

- Ils en **augmente** les **fonctionnalités**.
- Et en **réduise** les **prix**.

On peut se demander si ces puces forment véritablement une nouvelle génération indépendante. Il n'en reste pas moins qu'elle ont une **influence considérable** dans le monde entier et cet impact n'ira qu'en augmentant.

Le **logiciel** enfoui est en contact permanent avec le monde qui l'entoure et il doit **réagir** en **temps-réel** aux événements qui s'y produisent. Il fait donc appel à des **processeurs spécifiques** et entretient des relations très étroites avec l'électronique ou la mécanique.

Lorsque l'on parle de **système enfoui**, il est question d'un **ensemble** complexe **matériel** (hardware) et **progiciel** (firmware), « existant » en **autonome** ou faisant **partie** d'un **système** plus sophistiqué, le plus souvent **associé** à un **système d'exploitation** ou **noyau Temps Réel**.

En **1999**, il a été vendu **108 millions** de **processeurs x86** pour le marché du PC contre **1.4 Milliard** de **processeurs 8 bits** pour le **marché des systèmes embarqués**.



Historique

Conclusion

Année	Nom	Constructeur	Remarques
1834	Machine analytique	Babbage	Première tentative de construction d'un ordinateur
1936	Z1	Zuse	Premier calculateur à relais fonctionnel
1943	COLOSSUS	Gouvernement britannique	Premier calculateur électronique
1944	Mark I	Aiken	Premier calculateur généraliste américain
1946	ENIAC I	Eckert/Mauchley	Début de l'histoire de l'informatique moderne
1949	EDSAC	Wilkes	Premier ordinateur à programme enregistré
1951	Whirlwind I	MIT	Premier ordinateur en temps réel
1952	IAS	Von Neumann	La plupart des machines actuelles sont conçues d'après ce modèle
1960	PDP-1	DEC	Premier miniordinateur (cinquante unités vendues)
1961	1401	IBM	Petite machine de gestion extrêmement populaire
1962	7094	IBM	Domine l'informatique scientifique du début des années 1960
1963	B5000	Burroughs	Première machine conçue pour un langage de haut niveau
1964	360	IBM	Première gamme de produits conçue comme une famille
1964	6600	CDC	Premier superordinateur scientifique
1965	PDP-8	DEC	Premier miniordinateur grand public (cinquante mille unités vendues)
1970	PDP-11	DEC	Domine les miniordinateurs dans les années 1970
1974	8080	Intel	Premier ordinateur généraliste 8 bits sur une puce
1974	CRAY-1	Cray	Premier superordinateur vectoriel
1978	VAX	DEC	Premier super-miniordinateur 32 bits
1981	IBM PC	IBM	Début de l'ère de la micro-informatique individuelle
1981	Osborne-1	Osborne	Premier ordinateur portable
1983	Lisa	Apple	Premier micro-ordinateur équipé d'une interface graphique
1985	386	Intel	Premier ancêtre 32 bits de la gamme Pentium
1985	MIPS	MIPS	Première machine RISC commerciale
1987	SPARC	Sun	Première station de travail RISC fondée sur SPARC
1990	RS6000	IBM	Première machine superscalaire
1992	Alpha	DEC	Premier micro-ordinateur 64 bits
1993	Newton	Apple	Premier ordinateur de poche

Les grandes étapes du développement de l'ordinateur moderne.

Historique

Conclusion

Ce qu'il faut retenir :

- Première génération : les machines à tubes à vide ⇒ L'ENIAC
- Seconde génération : les machines à transistors ⇒ IBM 7094
- Troisième génération : les machines à circuits intégrés ⇒ IBM 360
- Quatrième génération : les micro-ordinateurs ⇒ les UC d'Intel

La **cinquième** génération est plus un **changement** de **paradigme** que l'apparition d'une nouvelle architecture spécifique.

A l'avenir les **ordinateurs** sont appelés à **s'intégrer partout** de façon invisible. Ce **concept** appelé **informatique omniprésente** devrait **modifier** le **monde** en profondeur **autant** que l'a fait la **révolution industrielle**.