

# Histoire de l'évolution des ordinateurs

## Introduction

Dans un monde en constante évolution, la création de l'ordinateur a représenté une révolution technologique majeure qui a radicalement transformé notre manière de vivre, de travailler et de communiquer. Mais pourquoi nos aînés ont-ils inventé l'ordinateur ? Un des facteurs était ce désir profond de dépasser les limites humaines en matière de calcul et de traitement de l'information.

## Développement des ordinateurs au fil des époques

- **Premier ordinateur rustique : le Boulier**

Le premier ordinateur représentait une simple « machine à calculer ». Il était sous forme de Boulier (voir figure 1) en bois que l'on appelle aussi Abacque et a été créé en l'an 3000 avant Jésus-Christ en Chine Antique. Il était évidemment très basique, c'est pour cela que les scientifiques l'ont amélioré au fil des années. En raison de sa conception simple mais efficace, le Boulier a représenté un outil de calcul essentiel pendant des siècles, bien avant l'avènement des ordinateurs modernes. Cet outil, composé de perles glissées sur des tiges fixées dans un cadre en bois, permettait de réaliser des opérations mathématiques de base comme l'addition, la soustraction, la multiplication et la division, ainsi que des calculs plus complexes tels que la racine carrée.

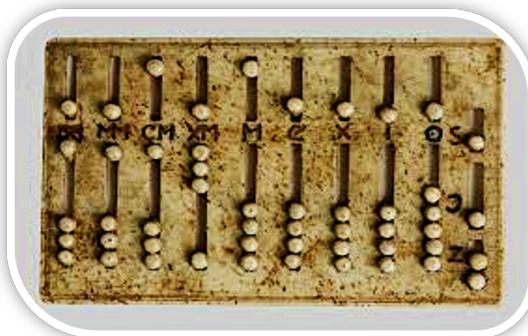


Figure 1 : boulier en bois

- **Première génération des ordinateurs (1940 – 1950)**

La première génération d'ordinateurs, qui a émergé entre 1940 et 1950, marque une période révolutionnaire dans le domaine de la technologie informatique. Cette ère est caractérisée par l'invention et le développement des premiers ordinateurs électroniques à grande échelle. Parmi ces machines pionnières, l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) est sans doute l'une des plus emblématiques. Conçu et construit entre 1943 et 1945, l'ENIAC fut l'un des premiers ordinateurs entièrement électroniques et programmables. D'une taille colossale, cet ordinateur pesait environ 27 tonnes et mesurait près de 2.4 mètres de haut, presque 1m de large et s'étendait sur 30 mètres de long.. Sa conception massive était principalement due à l'utilisation de **tubes à vide**, aussi appelés tubes cathodiques, qui étaient les principaux composants électroniques de l'époque. Contrairement aux ordinateurs modernes qui fonctionnent sur un système binaire (représentant les données par des 0 et des 1), l'ENIAC était basé sur la représentation décimale des nombres. Cela signifie qu'il utilisait le système numérique à dix chiffres (de 0 à 9, voir séquence n°4) pour le calcul et le traitement des données. Cette particularité, bien que moins efficace que le système binaire, était une approche révolutionnaire à l'époque et permettait à l'ENIAC de réaliser une variété de calculs complexes, notamment pour des applications militaires telles que le calcul des trajectoires d'artillerie.

- **Deuxième génération des ordinateurs (1953 – 1955)**

L'avènement du transistor dans les années 1950 représente un tournant majeur dans l'histoire de la technologie informatique et électronique. Cette innovation a permis de remplacer les tubes à vide encombrants et inefficaces, révolutionnant ainsi la conception et la fonctionnalité des ordinateurs (figure 2 et 3).



Figure 2 : Tube à vide



Figure 3 : Transistors

Les transistors, étant beaucoup plus petits, plus fiables et plus économies en énergie que les tubes à vide, ont permis de concevoir des ordinateurs de la deuxième génération qui étaient significativement moins volumineux, consommaient moins d'électricité et dissipaien beaucoup moins de chaleur. Le TRADIC (Transistor Digital Computer), développé pour l'US Air Force, fut l'un des premiers ordinateurs entièrement basés sur des transistors. Mis en service en 1954, le TRADIC

symbolisait une avancée considérable par rapport à ses prédecesseurs de la première génération. Alors que l'ENIAC utilisait des milliers de tubes à vide, le TRADIC fonctionnait avec environ 800 transistors, ce qui rendait sa taille beaucoup plus gérable et son fonctionnement plus stable et efficace. L'utilisation de transistors a non seulement permis une réduction de taille, mais a également entraîné une baisse significative des coûts de fonctionnement et de maintenance. Les transistors étaient moins susceptibles de surchauffer et avaient une durée de vie beaucoup plus longue que les tubes à vide. En outre, le passage aux transistors a permis une augmentation de la vitesse de traitement des données, ouvrant la voie à des performances informatiques plus rapides et plus fiables. Cette seconde génération d'ordinateurs a également vu l'introduction de nouvelles méthodes de stockage de données et l'utilisation de langages de programmation de haut niveau, ce qui a rendu les ordinateurs plus accessibles et polyvalents. Ces avancées ont considérablement élargi les applications possibles des ordinateurs, les rendant utiles dans un éventail beaucoup plus large de domaines scientifiques, commerciaux et gouvernementaux. En résumé, le remplacement des tubes à vide par des transistors a marqué une étape cruciale dans l'évolution des ordinateurs. Cette transition a non seulement miniaturisé et optimisé les ordinateurs, mais a également jeté les bases pour le développement ultérieur de technologies informatiques toujours plus avancées.

- **Troisième génération des ordinateurs (1960 – 1969)**

Les années 1960 ont été une période de changements révolutionnaires dans le domaine de la technologie informatique, marquée par l'introduction des circuits intégrés. Cette innovation a été le moteur principal de la miniaturisation des ordinateurs, conduisant à l'émergence de la troisième génération d'ordinateurs, souvent qualifiée de génération des « **mini-ordinateurs** ». Avant cette époque, les ordinateurs étaient de grandes machines encombrantes, souvent occupant des salles entières. Avec l'avènement des circuits intégrés, de nombreux composants électroniques pouvaient être emballés dans un espace très compact. Ces circuits étaient beaucoup plus petits, plus rapides et plus fiables que les transistors et les tubes à vide utilisés dans les générations précédentes. En intégrant plusieurs transistors et autres composants électroniques sur une seule puce de silicium, les circuits intégrés ont permis une réduction significative de la taille et de la consommation d'énergie des ordinateurs, tout en augmentant leur puissance et leur efficacité.

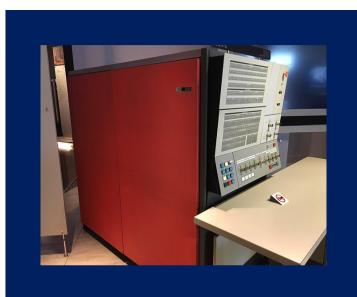


Figure 4 : IBM-360

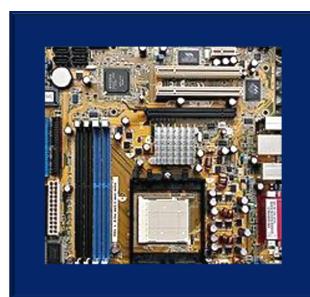


Figure 5 : Circuit électrique d'une carte mère

L'IBM System-360, introduit en 1964, est un exemple phare de cette troisième génération. En plus de leur taille réduite, les mini-ordinateurs offraient une meilleure gestion de la mémoire, des capacités de traitement de données plus avancées et une plus grande fiabilité. Ces machines étaient beaucoup plus accessibles et économiquement viables pour les petites et moyennes entreprises, ouvrant ainsi la voie à une utilisation plus répandue des ordinateurs dans divers secteurs.

A travers cette accélération et l'engouement suscité par la miniaturisation, les scientifiques de l'université de Berkley ont inventé la première interface graphique avec souris en 1968.



Figure 6 : Première ordinateur avec interface graphique et souris

- **Quatrième génération des ordinateurs : les micro-ordinateurs**

L'émergence des micro-ordinateurs dans les années 1970 a marqué un tournant décisif dans l'histoire de l'informatique, rendant la technologie accessible et abordable pour le grand public. Cette révolution a été rendue possible grâce à l'invention du **microprocesseur** (voir séquence 3), un dispositif intégrant toutes les fonctions d'un processeur d'ordinateur **sur un seul circuit intégré**. Ce progrès a permis de réduire considérablement la taille et le coût des ordinateurs, ouvrant la voie à la création des premiers ordinateurs personnels. En 1972, le Micral N (voir figure 7), souvent considéré comme le premier micro-ordinateur commercial, a été introduit. Utilisant l'Intel 8008, l'un des premiers microprocesseurs disponibles sur le marché, le Micral N représentait une innovation significative.



Figure 7 : Micral N

Contrairement aux ordinateurs de bureau et aux mini-ordinateurs de l'époque, qui étaient relativement grands et coûteux, le Micral N était plus compact et abordable, ciblant principalement les entreprises et les établissements d'enseignement. L'année suivante, en 1973, le centre de recherche Xerox Parc a franchi une étape supplémentaire dans l'évolution des micro-ordinateurs avec la conception du Xerox Alto. Le Xerox Alto était révolutionnaire, non seulement pour son utilisation d'un microprocesseur, mais aussi pour son intégration de technologies qui allaient devenir des standards dans les ordinateurs personnels modernes. Il était équipé d'un clavier pour la saisie de données, d'un moniteur pour l'affichage graphique, et, fait marquant, il introduisait l'utilisation d'une souris comme dispositif de pointage. Cette interface utilisateur graphique (GUI - Graphical User Interface) était une nouveauté, offrant une manière plus intuitive d'interagir avec l'ordinateur par rapport aux interfaces en ligne de commande utilisées auparavant (figure 8).



Figure 8 : Xerox Alto

Le Xerox Alto, bien qu'initialement destiné à un usage interne et à la recherche, a eu un impact profond sur l'industrie informatique. Il a inspiré de nombreux aspects des ordinateurs personnels qui allaient suivre, y compris les célèbres Apple Macintosh et Microsoft Windows. Son design innovant a jeté les bases des systèmes informatiques interactifs et conviviaux que nous utilisons aujourd'hui.

## Conclusion

En résumé, le développement des micro-ordinateurs avec l'introduction de microprocesseurs et les innovations apportées par des machines comme le Micral N et le Xerox Alto ont joué un rôle crucial dans la démocratisation de la technologie informatique. Ces avancées ont non seulement rendu les ordinateurs plus accessibles et faciles à utiliser pour le grand public, mais elles ont également ouvert de nouvelles voies pour l'innovation dans le domaine de l'informatique personnelle.

# Les principaux composants d'un ordinateur

## Introduction

Bienvenue dans le cours dédié à cette deuxième section, vous découvrez les principaux composants d'un ordinateur qui le rendent extraordinaire, fonctionnel et efficace. Un ordinateur, qu'il soit aussi grand qu'une salle de serveurs ou aussi petit qu'un ordinateur portable, est un assemblage complexe de composants matériels et logiciels travaillant en harmonie pour exécuter une plusieurs de tâches. Chaque composant joue un rôle crucial, contribuant à la capacité globale de l'ordinateur de traiter des données, d'exécuter des programmes et de communiquer avec le monde extérieur. Dans ce cours, nous allons nous concentrer sur les éléments matériels, ou le "hardware". Nous commencerons par le microprocesseur (CPU), le cerveau de l'ordinateur, qui effectue les calculs et les opérations logiques nécessaires pour exécuter des programmes. Ensuite, nous examinerons la mémoire vive (RAM), essentielle pour stocker temporairement les données pendant que le CPU les traite. Nous aborderons également le rôle du disque dur (HDD) ou du disque à état solide (SSD), où les données et les programmes sont stockés de manière permanente. En outre, nous explorerons les cartes mères, qui relient tous ces composants entre eux. Ce cours vise non seulement à vous fournir des connaissances théoriques sur les composants d'un ordinateur, mais aussi à vous aider à comprendre comment ces pièces s'assemblent et interagissent pour créer un système informatique fonctionnel. Que vous soyez un passionné de technologie, un étudiant en informatique, ou simplement curieux de savoir comment fonctionne votre ordinateur personnel, ce cours vous offrira des insights précieux et une meilleure appréciation de la technologie que vous utilisez au quotidien.

## Le microprocesseur (CPU)

Le microprocesseur est l'un des composants les plus vitaux dans la structure d'un système informatique. Il s'agit d'une puce électronique complexe qui exécute les instructions des programmes informatiques, traitant les opérations logiques, arithmétiques, de contrôle et d'entrée/sortie. Sa fonction est d'interpréter et d'exécuter les instructions provenant des logiciels et des autres composants matériels.

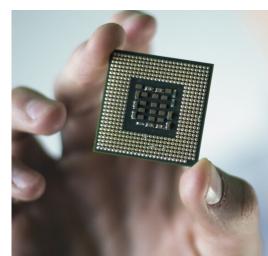


Figure 1 : le microprocesseur

La performance d'un microprocesseur est déterminée par sa fréquence, mesurée en Hertz (Hz). Un Hertz équivaut à un cycle par seconde, et dans le contexte des microprocesseurs, cela se réfère au nombre de cycles d'opération qu'il peut exécuter en une seconde. Les microprocesseurs modernes fonctionnent généralement à des vitesses de plusieurs **gigahertz (GHz)**, ce qui signifie qu'ils peuvent effectuer des milliards de cycles par seconde. Cette vitesse élevée permet à l'ordinateur d'exécuter rapidement une multitude de tâches complexes. Il est important de noter que la fréquence du processeur n'est pas le seul indicateur de sa performance globale. D'autres facteurs, tels que le nombre de cœurs (unités de calcul indépendantes au sein d'un seul microprocesseur), la taille de la mémoire cache (une petite quantité de mémoire très rapide située sur le processeur), et l'architecture globale du processeur, jouent également un rôle essentiel. Par exemple, un processeur **multicœur** peut exécuter plusieurs instructions simultanément, améliorant ainsi l'efficacité globale de traitement, surtout pour les applications multitâches ou multithreads. En outre, le microprocesseur est conçu pour travailler en tandem avec d'autres composants clés de l'ordinateur, comme la mémoire vive (RAM), pour optimiser le traitement des données ou la mémoire ROM pour stocker certaines. L'interaction entre le microprocesseur et la RAM est cruciale, car elle permet un accès rapide aux données nécessaires pour exécuter des programmes et des opérations. En conclusion, le microprocesseur est un élément central de la technologie informatique, agissant comme le moteur principal qui alimente toutes les fonctions de l'ordinateur. Sa vitesse et ses capacités déterminent non seulement la rapidité avec laquelle les tâches sont exécutées, mais aussi la capacité de l'ordinateur à gérer des programmes et des applications complexes. C'est grâce à l'évolution continue des microprocesseurs que nous bénéficions aujourd'hui d'ordinateurs toujours plus rapides, plus puissants et plus efficaces.

## La mémoire Vive (RAM — Random Access Memory)

La mémoire vive, ou RAM, est un composant crucial de tout ordinateur, jouant un rôle central dans la détermination de sa performance globale (voir figure 2).

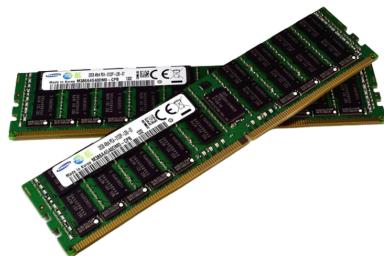


Figure 2 : mémoire RAM

La RAM est une forme de stockage de données **à court terme** qui permet à votre ordinateur d'accéder rapidement aux fichiers et instructions nécessaires pendant une session active. Contrairement à la mémoire de stockage à long terme, comme un disque dur ou un SSD, qui conserve les données même lorsque l'ordinateur est éteint, la RAM est conçue pour être rapide et **volatile** (**ce qui signifie que toutes les informations qu'elle stocke sont perdues lorsque l'ordinateur est éteint ou redémarré**). Lorsque vous utilisez un programme ou un fichier sur votre ordinateur, il est temporairement chargé dans la RAM. Cela permet au processeur d'accéder rapidement aux données nécessaires, car la RAM est beaucoup plus rapide que les disques durs traditionnels ou même les SSD. Cette rapidité est essentielle pour le multitâche et pour exécuter des applications lourdes ou des jeux, car elle permet à l'ordinateur de gérer simultanément plusieurs tâches sans ralentissement significatif. La capacité de la RAM est un facteur déterminant de la fluidité de fonctionnement de votre ordinateur. Une RAM de grande capacité, disons de plus de 4 gigaoctets, permet à votre système de gérer plus d'informations simultanément et réduit les risques de ralentissement ou de blocage. Dans les environnements exigeants, comme le montage vidéo, le gaming ou le rendu 3D, une RAM élevée est souvent indispensable pour assurer une performance optimale. Etant volatile, elle se différencie des types de stockage permanent comme les disques durs ou les SSD, où les données restent préservées après l'extinction de l'ordinateur. Cette caractéristique rend la RAM idéale pour le stockage temporaire et l'accès rapide aux données, mais non adaptée pour le stockage à long terme.

### La mémoire Morte (ROM — Read-Only Memory)

Outre la mémoire vive (RAM), un élément crucial dans la constitution d'un ordinateur est la mémoire morte, ou ROM (Read-Only Memory) présentée sur la figure 2.



Figure 2 : Mémoire ROM (Read Only Memory)

La ROM joue un rôle fondamental, distinct de celui de la RAM, dans le fonctionnement global de l'ordinateur. Contrairement à la RAM, qui est une mémoire volatile (c'est-à-dire que son contenu est perdu lorsque l'alimentation est coupée), la ROM est une mémoire **non volatile**. Cela signifie que les informations et les instructions stockées dans la ROM sont préservées même lorsque l'ordinateur est éteint ou redémarré. La mémoire ROM contient des instructions essentielles pour les opérations de base de l'ordinateur, notamment le firmware ou le logiciel système intégré **qui démarre l'ordinateur**. L'un des composants les plus importants stockés dans la ROM est le BIOS (Basic Input/Output System), un ensemble de directives qui gère la communication entre le système d'exploitation et les périphériques matériels de l'ordinateur. Lorsque vous allumez votre ordinateur, c'est le BIOS qui s'initialise en premier. La ROM est également utilisée pour stocker des micrologiciels ou firmware pour divers périphériques matériels, comme les cartes mères, les disques durs et les lecteurs optiques. Ces micrologiciels permettent de contrôler les fonctions de base de ces dispositifs, indépendamment du système d'exploitation ou des logiciels installés sur l'ordinateur. Il est à noter que, bien que la ROM soit principalement conçue pour être lue et non modifiée, certaines formes de ROM, comme l'EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), permettent une réécriture sous certaines conditions. Cela permet la mise à jour du firmware ou d'autres instructions systèmes sans avoir à remplacer physiquement la puce de mémoire.

### Le disque dur

Le disque dur est un composant fondamental de l'ordinateur, jouant un rôle clé dans le stockage de données de manière permanente. Contrairement à la mémoire vive (RAM), qui stocke temporairement les données utilisées par l'ordinateur pendant qu'il est en marche, le

disque dur conserve les informations même lorsque l'ordinateur est éteint. Cela inclut le système d'exploitation, les logiciels, et les fichiers personnels tels que les documents, les photos et les vidéos. Il existe principalement trois catégories de disques durs, différencierées par leur type de connexion et leur technologie de stockage :

**1- Disques Durs IDE (Integrated Drive Electronics)** : Les disques durs IDE, également connus sous le nom de disques durs ATA, étaient courants dans les ordinateurs plus anciens. Ils utilisaient une interface parallèle pour connecter les disques durs à la carte mère. Bien que largement remplacés dans les nouveaux systèmes, ils peuvent encore être trouvés dans les ordinateurs plus anciens.

**2- Disques Durs SATA (Serial Advanced Technology Attachment)** : Les disques durs SATA sont une évolution des disques durs IDE, offrant des vitesses de transfert de données plus élevées et une meilleure efficacité grâce à leur interface série. Ils sont devenus le standard pour les disques durs modernes dans les ordinateurs de bureau et les ordinateurs portables en raison de leur facilité d'intégration et de leur performance améliorée par rapport aux disques IDE.

**3- Disques SSD (Solid State Drives)** : Les disques SSD représentent une avancée significative en matière de stockage de données. Contrairement aux disques durs traditionnels qui utilisent des disques rotatifs et des têtes de lecture/écriture mécaniques, les SSD utilisent des puces de mémoire flash sans pièces mobiles. Cela les rend non seulement plus rapides en termes de temps d'accès et de vitesse de transfert des données, mais aussi plus résistants aux chocs et aux vibrations. Toutefois, il est important de noter que les SSD peuvent être plus susceptibles à certains types d'usure numérique, comme l'usure des cellules de mémoire flash due à des réécritures répétées. Il est essentiel de choisir le type de disque dur en fonction de vos besoins spécifiques. Les disques durs SATA offrent un bon équilibre entre coût, capacité et performance pour un usage général, tandis que les SSD sont préférables pour des performances élevées, notamment dans les applications nécessitant un accès rapide aux données, comme les jeux vidéo ou les logiciels de montage vidéo. Les SSD sont également une excellente option pour les ordinateurs portables en raison de leur résistance aux chocs et de leur faible consommation d'énergie.

La figure 3 présente ces types de disques durs :



Figure 3 : Mémoire ROM (Read Only Memory)



Branchemet IDE



Branchemet SATA



Branchemet SSD

## Important

Tous les composants ayant pour objectif de stocker une quantité d'informations tels que la mémoire RAM ou ROM ou le disque dur disposent d'une capacité de stockage. Celle ci est peut être exprimée en bit (b), et bytes (en français octet). Un bit correspond à une valeur binaire 0 ou 1. Un octet est équivalent à 8 bits. Vous aurez ainsi compris que toutes les informations de l'ordinateurs sont codée en bits et donc en octets. Nous allons revenir plus en détail sur la partie du codage de l'information lors de la séquence n°4 de ce module.

## Résumé

Les principaux composants qu'on a découvert peuvent être résumés ainsi :

**Microprocesseur (CPU)** : Le cerveau de l'ordinateur, responsable de l'exécution des instructions des programmes. Sa vitesse est déterminée par sa fréquence en hertz (Hz).

**Mémoire Vive (RAM)** : Mémoire temporaire utilisée pour stocker les données des programmes en cours d'exécution. Une capacité de RAM plus élevée permet un meilleur multitâche et une exécution plus fluide des applications.

**Mémoire Morte (ROM)** : Mémoire non-volatile contenant des données essentielles pour le démarrage et le fonctionnement de base de l'ordinateur, comme le BIOS.

**Disque Dur** : Utilisé pour le stockage permanent des données. Il existe différents types, y compris les disques durs IDE, SATA, et les disques SSD.

**Carte Mère** : Le composant qui relie tous les autres composants de l'ordinateur, permettant leur communication et interaction.

# Les périphériques d'entrée et de sortie

## Introduction

Le schéma de la figure n°1 présente le schéma fonctionnel d'un ordinateur. Nous pouvons remarquer que les différents périphériques sont liés à l'unité centrale de l'ordinateur. Dans ce document, vous allez découvrir les périphériques informatiques d'un ordinateur et leurs caractéristiques.

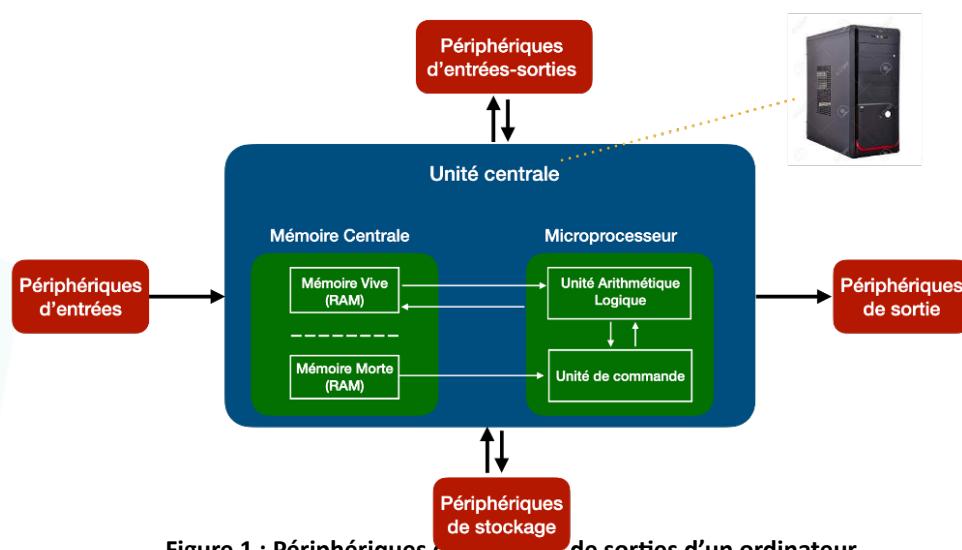


Figure 1 : Périphériques d'entrées et de sorties d'un ordinateur

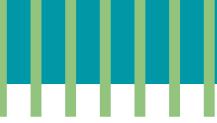
## Définition

Un périphérique informatique est un dispositif connecté à un système de traitement de l'information central (ordinateur, smartphone, console de jeu, etc.) et qui ajoute à ce dernier des fonctionnalités. En d'autres termes, un périphérique représente tout composant permettant de faire communiquer l'ordinateur avec le monde extérieur.

## Types de périphériques

Il existe trois principaux types de périphériques :

- Les périphériques d'entrée
- Les périphériques de sortie
- Les périphériques d'entrée-sortie



## • Les périphériques d'entrées

Commençons par les périphériques d'entrées. Un périphérique d'entrée est un périphérique informatique permettant de communiquer de l'information à un ordinateur.

Parmi les périphériques d'entrées nous pouvons citer en premier lieu : le clavier. Ce dernier permet de saisir des informations dans l'ordinateur.

2ème périphérique d'entrée est L'écran tactile. Grace au toucher de l'écran, nous pouvons saisir des informations à transmettre à l'utilisateur.

3ème périphérique d'entrée : la souris. Elle permet le pointage sur l'interface utilisateur (ça veut dire ce qui est affiché à l'écran) des éléments graphiques .

4ème périphérique d'entrée : Le scanner. Il a pour objectif la numérisation des documents ou de photos.

5ème périphérique d'entrée : le microphone. Ce dernier permet d'enregistrer notre voix pour plusieurs applications possibles : le chant, les discussions de vive voix etc.

6ème périphérique d'entrée : La webCam. Elle permet de capturer les images et les communiquer à l'ordinateur. Elle est utilisée pour effectuer des visioconférences ou des discussions en ligne.

7ème périphérique d'entrée : la manette de jeux. Ce dispositif permet de transmettre à l'ordinateur les actions effectuées par l'utilisateur lorsqu'il joue un jeu vidéo.

8ème périphérique d'entrée : Le lecteur CD/DVD. Il permet de lire les informations à partir d'un support de stockage nommé CD-ROM.

## • Les périphériques de sortie

Le deuxième type de périphériques s'inscrit dans périphériques de sortie.

Un périphérique de sortie est un périphérique informatique permettant de transmettre les informations de l'ordinateurs vers les utilisateurs. C'est à dire, il récupère l'information à partir de l'unité centrale de l'ordinateur et nous la transmet.

Nous pouvons citer par exemple l'écran ou le moniteur qui permettent de nous afficher de l'information provenant de l'ordinateur.

Les haut parleurs qui sont des dispositifs essentiels pour écouter les sons provenant de l'ordinateur

L'imprimante est également considérée comme un périphérique de sortie car elle permet de reproduire des textes ou images sur du papier. En d'autres termes, elle a la particularité de transformer la sortie en une sortie imprimée.

Un autre périphérique de sortie que vous trouvez dans vos amphithéâtres est le vidéo projecteur. Ce dernier remplace généralement l'écran en projetant les informations provenant de l'ordinateur sur un mur ou un support blanc.

- **Les périphériques d'entrée-sortie**

Un troisième type de périphériques informatiques s'inscrit dans les périphériques d'entrées-sorties. Ce sont des périphériques particuliers car ils se caractérisent par leur double fonctionnalité :

- Introduction de l'information dans l'ordinateur
- Faire ressortir l'information de l'ordinateur

Un des exemples les plus importants est le routeur. Il permet d'acheminer les informations du réseau internet vers l'ordinateur et vice-versa.

Le lecteur et graveur CD/DVD est un dispositif d'entrée-sortie car il permet de lire le contenu d'un CD ou DVD mais aussi d'écrire dessus.

Finalement, la clé USB, considérée aussi comme un support de stockage, représente bien un dispositif d'entrée-sortie du fait de sa capacité à transmettre des informations vers l'ordinateur mais également à les récupérer.

Pour récapituler, nous avons découvert les types des périphériques informatiques ainsi que les dispositifs associés.

# Evolution des microprocesseurs

## Introduction

Si vous lisez ce document, c'est que vous êtes probablement sur votre ordinateur ou votre smartphone. Comme vous le savez ces dispositifs ont bouleversé notre existence.

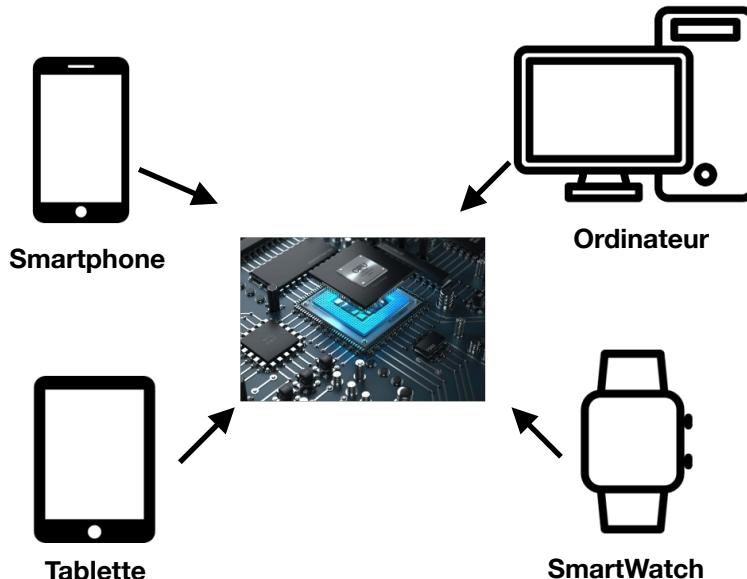


Figure 1 : dispositifs contenant un microprocesseur

Mais savez-vous quel est le composant électronique central qui se cache derrière ces machines et qui permet leur fonctionnement ? Dans ce chapitre, nous découvrons l'architecture du microprocesseur ainsi que son fonctionnement.

Nous avons vu dans une séquence précédente qu'en 1945 fut créé le premier ordinateur entièrement électronique du nom d'ENIAC fonctionnant avec des tubes à vide (voir figures 2 et 3).

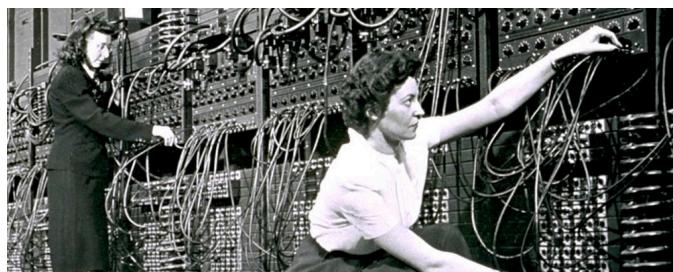


Figure 2 : Ordinateur ENIAC



Figure 3 : Tubes à vide

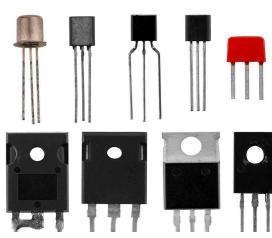


Figure 4 : transistors

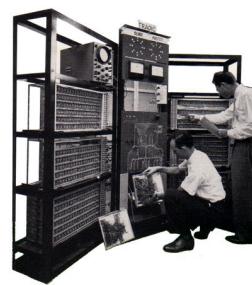


Figure 5 : TRADIC

En effet, ces derniers sont des composants électroniques à semi conducteurs qui sont beaucoup plus petits, plus fiables et consomment moins d'énergie.

Mais la grande révolution se produira au début des années 70 avec l'apparition du microprocesseur, qui représente un circuit intégré fruit de la miniaturisation des composants électroniques sur une plaque de silicium de quelques cm<sup>2</sup>.

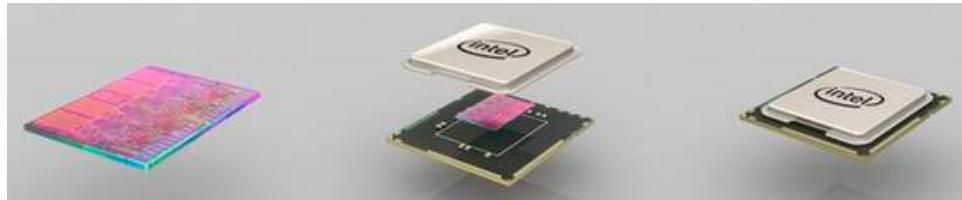


Figure 6 : Microprocesseur

Ce composant électronique a bouleversé la production des ordinateurs en réduisant le cout énergétique, en diminuant le cout de fabrication et surtout en augmentant la vitesse de calcul.

## Circuit intégré et microprocesseur

A l'origine, le circuit intégré a été créé en 1958 par Jack Kilby. Cet ingénieur en électronique avait pu cabler à la main plusieurs transistors permettant de réaliser des mémoires et des unités logiques et arithmétiques. Il existe des circuits intégrés dits analogiques et numériques. Dans cette vidéo nous allons parler des circuits numériques.

En 1969, Marcian Off et Frédérico Fanguin ont inventé le premier microprocesseur que Intel commercialise 2 ans plus tard sous le nom d' Intel 4004 (voir figure 7).

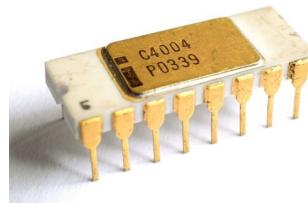


Figure 7 : microprocesseur INTEL 4004

Ce microprocesseur (Intel 4004) contenait 2300 transistors et pouvait réaliser 92600 opérations par sec à une fréquence de 740Khz. Sa performance était comparable à l'ordinateur Eniac qui occupait 67m<sup>2</sup> pour un poids de 30 tonnes ! Aujourd'hui tous nos appareils électroniques disposent de tels circuits intégrés.

## La loi de Moore

Depuis les années 70, les microprocesseurs ont vu le nombre de transistors augmenté. La loi de Moore (voir figure 7) affirmait et affirme toujours que le nombre de transistors doublerait tous les 2ans.

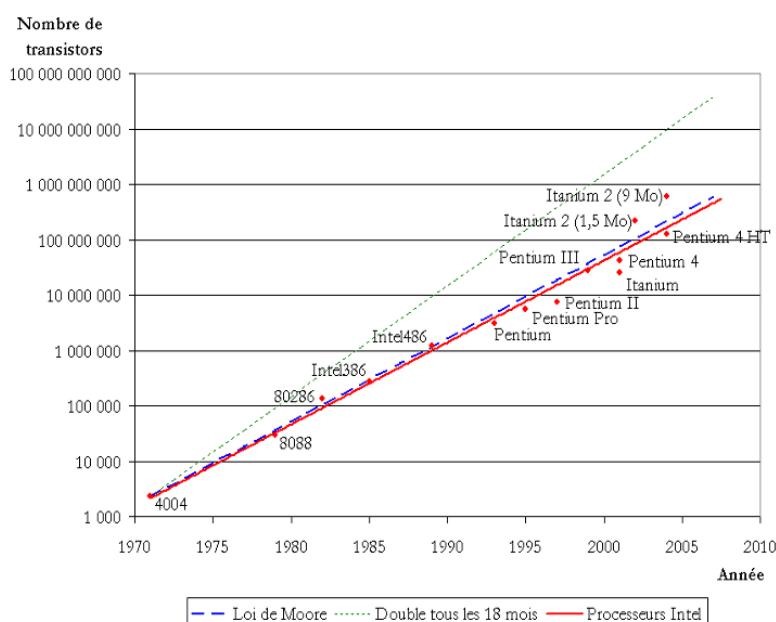


Figure 8 : la loi de Moore

Par exemple en 1970, le microprocesseur Intel 4004 comprenant 2300 transistors, alors que les microprocesseur actuels en contiennent des milliards (notamment le récent Intel i9-11900K contient 17 milliards de transistors). Nous avons tellement miniaturisé les transistors que leur finesse de gravure (voir figure 8) est passée au dessous de 10 nanomètres s'approchant ainsi de la taille des atomes.

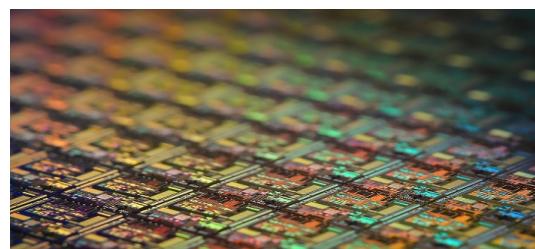
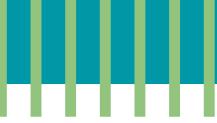


Figure 9 : Finesse de gravure d'un microprocesseur



## Fabrication des microprocesseurs

Il est important de noter que la création des microprocesseur est un processus très long et très complexe. Par exemple les salles dans lesquels sont créés ces puces sont 1000 fois plus propres qu'un bloc opératoire. En effet une simple impureté pourrait détruire un circuit intégré ! Pour plus d'information sur le processus de création des microprocesseurs, visitez le : <https://www.irif.fr/~carton/Enseignement/Architecture/Cours/Production/>



# Fonctionnement des microprocesseurs

## Introduction

Le microprocesseur ne comprend que le langage machine qui est le langage binaire. En réalité il s'agit de signaux électriques que capte le microprocesseur; Le 1 veut dire qu'il y a passage du courant , et 0 non. Mais il n'est pas pratique de communiquer avec le processeur avec le langage binaire ! Pour cela, on a traduit le langage binaire en créant la table ASCII (American Standard Code for Information Interchange) que vous pouvez trouver facilement en ligne. Par exemple A, se traduit par 1000001, le B par 01000010.

Par exemple **Hello World!** se traduit par :

H: 01001000
e: 01100101
l: 01101100
l: 01101100
o: 01101111
(Espace): 00100000
W: 01010111
o: 01101111
r: 01110010
l: 01101100
d: 01100100
!: 00100001

Grace à cette table ASCII la communication sera plus simple !

## Architecture du transistor

Un processeur est un agencement de transistors. Le transistor se compose de 3 broches : le drain, la source et la grille (voir figure 1).

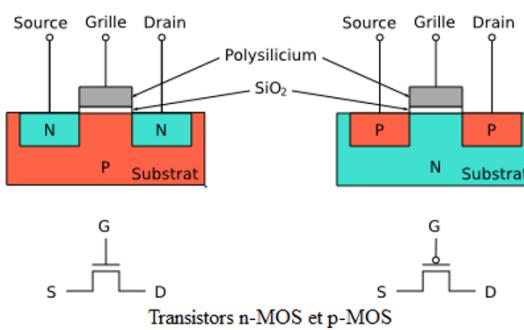


Figure 1 : architecture du transistor

Figure 7 : microprocesseur INTEL 4004

Il se comporte comme un interrupteur commandé par la grille.

Il existe 2 types : le **nmos** qui laisse le courant en sortie si la grille est alimenté et le **pmos** (c'est l'inverse du **nmos**). La combinaison de ces transistors permet de former des **portes logiques**. C'est grâce à ces portes (voir figure 3) qu'on peut effectuer des calculs. Par exemple la porte **ET** qui prend en sortie la valeur 1 si seulement les deux entrées valent 1. Si l'une des deux entrées vaut 0 alors la sortie vaudra 0. La porte **OU** qui est différente de la porte ET vaut 1 si l'une des deux entrées vaut 1. Il existe bien-sûr d'autres portes. La combinaison de ces portes forme l'architecture du processeur à l'image d'une grande ville qui a des zones spécifiques, comme le processeur, qui a des zones dédiées à la mémoire et d'autres au calculs.

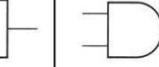
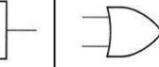
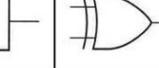
Porte OUI (YES)			entrée      sortie 0      0 1      1
Porte NON (NO)			entrée      sortie 0      1 1      0
Porte ET (AND)			entrée      sortie 0      0      0 0      1      0 1      0      0 1      1      1
Porte OU (OR)			entrée      sortie 0      0      0 0      1      1 1      0      1 1      1      1
Porte OU exclusif (XOR)			entrée      sortie 0      0      0 0      1      1 1      0      1 1      1      0
Porte NON-ET (NAND)			entrée      sortie 0      0      1 0      1      1 1      0      1 1      1      0

Figure 2 : les portes logiques

## Fonctionnement du microprocesseur

Globalement, pour exécuter une instruction, le microprocesseur :

- Charge les données de l'instruction depuis la mémoire dans son registre d'instructions.  
Le registre d'instruction contient l'adresse de l'instruction à exécuter, ainsi que les opérandes nécessaires à son exécution.
- Décode ensuite l'instruction en utilisant les circuits de décodage, qui interprètent les bits de l'instruction et déterminent l'opération à effectuer.
- Le microprocesseur exécute l'instruction en effectuant l'opération spécifiée sur les données. Les résultats de l'opération peuvent être stockés dans des registres ou renvoyés à la mémoire.
- Le microprocesseur peut ensuite passer à l'instruction suivante dans la séquence d'instructions à exécuter.

## Définitions et rôles d'un microprocesseur

La figure 3 présente un schéma simplifié des composants d'un microprocesseur.

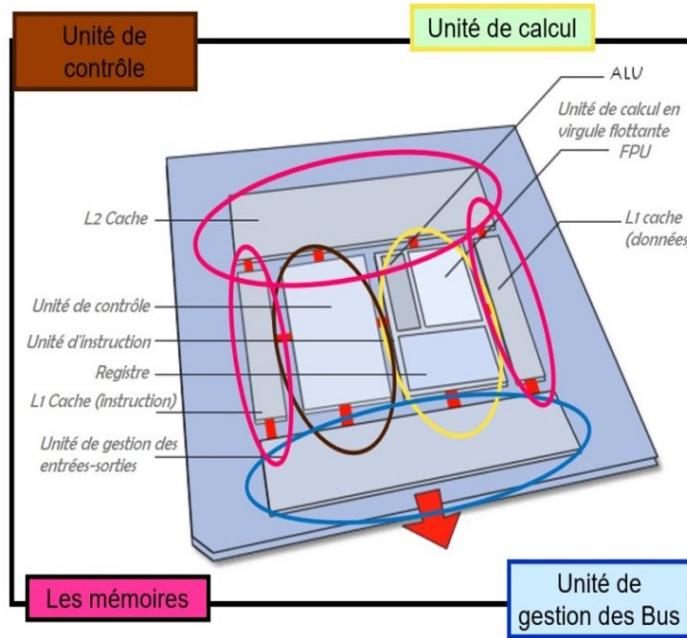


Figure 3: schéma simplifié d'un microprocesseur

Les composants de ce schéma sont définis comme suit :

- Les registres sont des zones de mémoires rapides qui sont stockées temporairement afin d'exécuter des instructions.
- La mémoire cache est une mémoire rapide qui réduit les délais d'attente des informations stockées en mémoire vive.
- L'unité d'instruction : lit les données qui arrivent, les code, et les envoie à l'unité de contrôle.
- L'unité de contrôle comprend le séquenceur qui synchronise l'exécution des instructions au rythme de l'horloge, le compteur ordinal et le registre d'instructions qui contient toutes les instructions (voir figure 5).
- Ensuite l'unité de calcul accomplit les tâches reçues par l'unité d'instruction. L'unité de calcul comprend la UAL (Unité Arithmétique et Logique) qui assure les calculs basiques de l'arithmétique ainsi que les opérations logiques (voir figure 5).

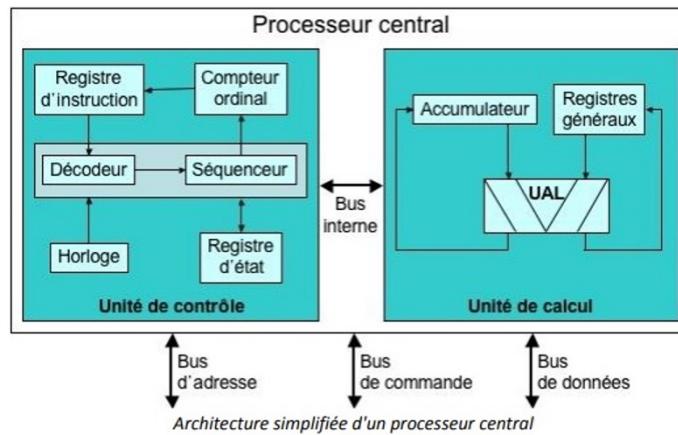


Figure 4 : Unité de contrôle et unité de calcul

- le FPU est destiné au calculs complexe.
- Le registre d'état stock l'état de system.
- Le registre accumulateur stock les résultats des opérations arithmétiques et logiques
- L'unité de gestion des bus gère les flux d'informations d'entrées-sortie en interface avec la mémoire vive

Notons en revanche, malgré la complexité du microprocesseur, ce dernier ne pourrait faire fonctionner seul un ordinateur seul. En effet, il a besoin des autres composants vus en vidéo intitulée « Les principaux composants d'un ordinateur » (voir figure 4).

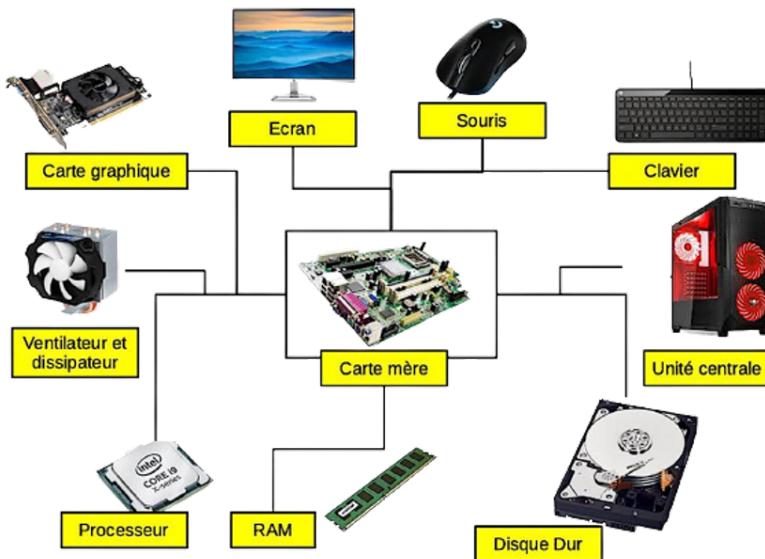


Figure 5 : Composants nécessaires au bon fonctionnement d'un ordinateur

## Les futurs rôles des microprocesseurs

D'ici quelques années, les transistors seront tellement petits qu'on commencera à se heurter à une limite physique et aux effets de la mécanique quantique qui viendront perturber le fonctionnement des transistors. Ainsi il adviendra le jour où la loi de Moore ne sera plus d'actualité.

Cependant les chercheurs et heureusement qu'ils sont là, travaillent pour remédier à ce problème. Une des solutions seraient d'utiliser des cylindres de nanotubes de carbones pour faciliter le passage du courant entre les transistors afin d'éviter les problèmes liés à la mécanique quantiques. Malheureusement on se heurtera quand même à ce problème malgré cette solution.

Depuis quelques années, des chercheurs développent des ordinateurs quantiques. Un ordinateur quantique utilise des bits quantiques appelés Q-bits qui peuvent prendre une valeur de 0 ou 1 ou une superposition de 1 et de 0 . Avec ces bits quantiques, nous avons accès à des portes quantiques qui sont différentes des portes classiques. Plus on a de qbits, plus le processeur quantique sera puissant.

Récemment google a présenté SIKAMOR son ordinateur quantique doté de 54 qbits. Les performances sont inouïes. SIKAMOR a réalisé un calcul en quelques minutes alors qu'un ordinateur classique aurait pris des milliers d'années avec le même algorithme! Toutefois, il faudra plusieurs dizaines années avant d'exploiter ces processeurs quantiques. Le problème étant que SIKAMORE commet beaucoup d'erreurs à cause du côté instable des qbits, et ne peut exécuter qu'un seul algorithme à la fois. Autant dire qu'il reste beaucoup à faire dans le domaine des ordinateurs quantiques !