

LI – CPU

Hugo Fairon
Semestre 5 DTA

Sources :

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Processeur>
https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie_des_microprocesseurs
<https://www.lecho.be/>
<https://vipress.net/>
<https://pcsite.medium.com/>
<https://www.lemondeinformatique.fr/>

Qu'est-ce qu'un CPU ?

Un processeur (CPU) est un composant matériel qui constitue l'unité centrale de traitement d'un serveur. Les serveurs et autres appareils intelligents convertissent les données en signaux numériques et y effectuent des opérations mathématiques. Le CPU est le principal composant qui traite les signaux et rend le calcul possible. C'est le cerveau de tout appareil informatique. Il extrait les instructions de la mémoire, exécute les tâches requises et renvoie les résultats en mémoire. Il gère toutes les tâches informatiques nécessaires au fonctionnement du système d'exploitation et des applications.

Quels sont les composants d'un processeur ?

Un processeur est un circuit électronique complexe comprenant plusieurs composants clés qui traitent les données et exécutent des instructions. Voici les principaux composants d'un processeur.

Unité de commande

L'unité de commande gère le traitement des instructions et coordonne le flux de données au sein du processeur et entre les autres composants de l'ordinateur. Elle possède un composant décodeur d'instructions, qui interprète les instructions extraites de la mémoire et les convertit en micro-opérations exécutables par le processeur. L'unité de commande envoie des instructions aux autres composants du processeur afin qu'ils effectuent les opérations requises.

Registres

Les registres sont de petits emplacements de stockage de mémoire à haute vitesse au sein du processeur. Ils contiennent les données sur lesquelles le processeur travaille actuellement et facilitent un accès rapide aux données. Les processeurs possèdent plusieurs types de registres, notamment :

- les registres à usage général contenant des données opérationnelles ;
- les registres d'instructions contenant l'instruction en cours de traitement ;
- un compteur de programmes qui contient l'adresse mémoire de la prochaine instruction à extraire.

Les registres offrent des temps d'accès plus rapides que les autres niveaux de mémoire tels que la RAM ou la mémoire cache.

ALU

L'unité logique arithmétique (ALU) exécute des opérations arithmétiques de base (addition, soustraction, multiplication et division) et des opérations logiques (AND, OR et NOT) sur les données. Elle reçoit les données des registres du processeur, les traite en fonction des instructions de l'unité de commande et en génère le résultat.

Unité de gestion de la mémoire

Selon l'architecture du processeur, il peut y avoir une unité d'interface de bus ou une unité de gestion de mémoire distincte. Ces composants gèrent les tâches liées à la mémoire, telles que la gestion des interactions entre le processeur et la RAM. Ils gèrent également la mémoire cache (une petite unité de mémoire rapide située dans le processeur) et la mémoire virtuelle dont le processeur a besoin pour le traitement des données.

Horloge

Le processeur utilise un signal d'horloge pour synchroniser ses opérations internes. L'horloge génère une impulsion constante à une fréquence spécifique, et ces cycles d'horloge coordonnent les opérations du processeur. La vitesse d'horloge est mesurée en hertz (Hz) et correspond au nombre d'instructions que le processeur peut exécuter par seconde. Les processeurs modernes ont des vitesses d'horloge variables, qui s'ajustent en fonction de la charge de travail pour équilibrer les performances et la consommation d'énergie.

Evolution des processeurs :

Les premiers processeurs électroniques, loin des composants miniaturisés d'aujourd'hui, nécessitaient un espace considérable pour fonctionner. Leur structure était constituée de tubes à vide en verre, également appelés lampes électroniques, qui jouaient un rôle central dans le traitement et le contrôle des signaux électriques. Ces tubes, encombrants et gourmands en énergie, émettaient une grande quantité de chaleur et nécessitaient un refroidissement constant, ce qui limitait leur utilisation et leur fiabilité. Cependant, ils représentaient une avancée significative par rapport aux technologies mécaniques et électromécaniques précédentes.

L'origine de ces premiers processeurs remonte aux travaux de John von Neumann, un mathématicien et physicien de renom, qui fut un pionnier de l'informatique moderne. Von Neumann a proposé une architecture révolutionnaire, désormais appelée "architecture de von Neumann", qui résolvait l'un des principaux défis des premiers calculateurs : la difficulté de leur reprogrammation. Avant son intervention, des machines comme l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer), construit en 1945, devaient être physiquement reconfigurées à l'aide de câbles et de commutateurs pour exécuter de nouveaux calculs. Von Neumann suggéra de stocker les instructions du programme directement dans la mémoire de l'ordinateur, au même titre que les données, rendant ainsi la reprogrammation beaucoup plus simple et rapide.

L'ENIAC, souvent considéré comme le premier ordinateur électronique Turing-complet, est un exemple emblématique de cette époque. Conçu pour réaliser des calculs numériques complexes, il mesurait 30 mètres de long, pesait plus de 27 tonnes et consommait environ 150 kW d'électricité. Capable d'exécuter près de 5 000 additions ou 357 multiplications par seconde, il constituait une avancée technologique impressionnante. Malgré ses performances, son fonctionnement nécessitait une équipe de techniciens pour surveiller ses 17 468 tubes à vide, 7 200 diodes, et de nombreux autres composants. Son impact fut immense, posant les bases de l'informatique moderne et ouvrant la voie à des machines plus petites, plus rapides, et plus fiables.

Ainsi, les travaux de pionniers comme John von Neumann et les réalisations comme l'ENIAC témoignent de l'ingéniosité humaine face aux défis techniques de l'époque. Ces premières machines ont jeté les bases des ordinateurs contemporains, rendant possible l'évolution spectaculaire de la puissance de calcul et de la miniaturisation que nous connaissons aujourd'hui.

Transistors :

L'invention du transistor en 1947 fut un tournant majeur dans l'histoire de l'électronique et de l'informatique. Ce composant électronique à semi-conducteur a ouvert la voie à la miniaturisation des composants électroniques, ce qui a permis de réduire considérablement la taille des appareils tout en augmentant leur efficacité et leur fiabilité.

Le transistor fonctionne comme un interrupteur ou un amplificateur. Il peut contrôler ou amplifier des tensions et des courants électriques, remplaçant ainsi les tubes à vide, qui étaient grands, fragiles et consommaient beaucoup d'énergie. Contrairement aux tubes à vide, qui nécessitaient des températures élevées pour fonctionner, les transistors étaient plus petits, plus robustes et consommaient moins d'énergie, tout en étant plus fiables et offrant une durée de vie plus longue. Grâce à ces avantages, les transistors ont permis de miniaturiser considérablement les circuits électroniques et d'augmenter la vitesse des ordinateurs.

L'invention du transistor a été réalisée par trois chercheurs de Bell Labs : John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley. Ils ont mis au point le premier transistor à point de contact en 1947, un dispositif qui, pour la première fois, pouvait être utilisé pour

amplifier des signaux électriques de manière fiable. Cet exploit a marqué la fin de l'ère des tubes à vide et le début de l'ère des composants à semi-conducteurs, qui allait transformer le paysage technologique mondial.

Le transistor a rapidement trouvé des applications dans de nombreux domaines, notamment dans les radios, les télévisions, les ordinateurs et les téléphones. À mesure que les techniques de fabrication des transistors se perfectionnaient, leur taille a continué de diminuer, ce qui a permis de créer des circuits intégrés, où des milliers voire des millions de transistors pouvaient être logés sur une seule puce de silicium. Ce progrès a permis la naissance des ordinateurs personnels, des appareils mobiles et de nombreux autres dispositifs électroniques modernes.

Ainsi, l'invention du transistor a constitué une avancée technologique majeure, non seulement en rendant les appareils électroniques plus petits, plus puissants et plus fiables, mais aussi en ouvrant la voie à l'ère numérique moderne, caractérisée par des ordinateurs ultra-puissants et des appareils mobiles omniprésents.

Évolution des transistors et CPU :

La *chronologie des microprocesseurs* sur Wikipédia présente l'évolution des microprocesseurs depuis les années 1970 jusqu'à nos jours. Elle détaille les progrès technologiques majeurs, comme l'introduction de microprocesseurs à 8 bits dans les années 1970 (par exemple, le 4004 d'Intel), puis l'extension à des architectures de 16 et 32 bits dans les années 1980. Chaque section inclut des informations sur la fréquence, la géométrie de fabrication, et le nombre de transistors pour chaque modèle, illustrant l'évolution rapide en matière de puissance et de miniaturisation.

Pour plus de détails, vous pouvez consulter la page complète [ici](#).

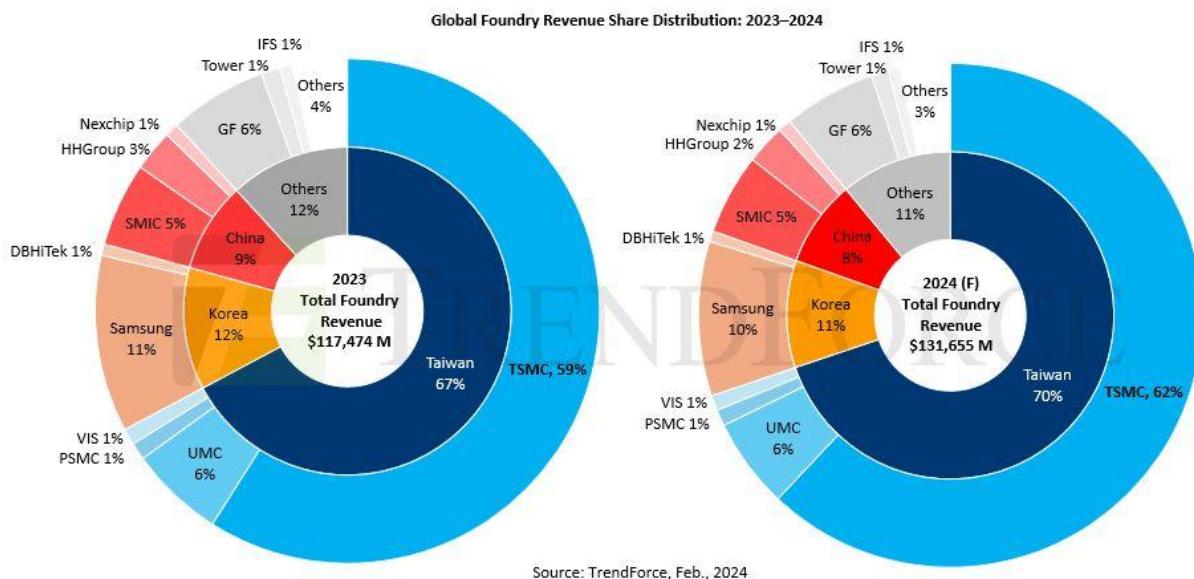
Loi de Moore :

La loi de Moore, formulée en 1965 par Gordon Moore, cofondateur d'Intel, stipule que le nombre de transistors sur un circuit intégré double environ tous les deux ans, entraînant une augmentation de la puissance de calcul et une réduction des coûts. Cette observation a prédéterminé la rapide évolution des microprocesseurs et de l'informatique, permettant des progrès constants dans la miniaturisation et les performances des ordinateurs, jusqu'à ce que des limites physiques rendent cette tendance plus difficile à maintenir au XXI^e siècle.

Les acteurs :

Aujourd'hui, des entreprises comme Intel, AMD, Apple, et Qualcomm sont des leaders dans la conception de processeurs, mais elles délèguent la fabrication à des entreprises spécialisées, appelées fonderies. Ces fonderies, comme TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) et Samsung, possèdent l'expertise et

l'équipement nécessaire pour fabriquer des puces à une échelle microscopique. La production de processeurs repose sur des machines de fabrication extrêmement complexes et coûteuses, souvent détenues par un petit nombre d'acteurs, qui dominent l'industrie en raison de leur technologie avancée et de leur expertise en lithographie.



- **Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)**
 - Origine : Taïwan
 - Capitalisation : 847 milliards de dollars (en 2023)
 - Spécialisation : TSMC est le leader mondial de la fonderie de semi-conducteurs, produisant des puces pour des entreprises comme Apple, AMD et Nvidia.
- **GlobalFoundries**
 - Origine : États-Unis
 - Capitalisation : 26 milliards de dollars (en 2023)
 - Spécialisation : GlobalFoundries se concentre sur la production de semi-conducteurs pour des secteurs variés, y compris l'automobile et l'électronique grand public.
- **United Microelectronics Corporation (UMC)**
 - Origine : Taïwan
 - Capitalisation : 20,9 milliards de dollars (en 2023)
 - Spécialisation : UMC se spécialise dans la fabrication de puces pour des applications de consommation, d'automobile et d'industrie.
- **Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC)**
 - Origine : Chine
 - Capitalisation : 25 milliards de dollars (en 2023)
 - Spécialisation : SMIC est le plus grand fabricant de semi-conducteurs en Chine et fournit principalement des puces pour des appareils électroniques et des équipements industriels.
- **Samsung Foundry**
 - Origine : Corée du Sud
 - Capitalisation : 363 milliards de dollars (Samsung Electronics, en 2023)

Spécialisation : Samsung Foundry produit des semi-conducteurs pour une gamme étendue de clients, dont des entreprises comme Qualcomm et Nvidia, tout en développant des technologies avancées de fabrication.

Chaque entreprise joue un rôle clé dans l'industrie mondiale des semi-conducteurs, en soutenant l'innovation et la fabrication des composants essentiels aux technologies modernes.

TSMC :

Les fonderies de semi-conducteurs, comme TSMC, se spécialisent dans la fabrication de puces pour des clients externes, notamment des géants comme Apple, Nvidia et AMD. Ces entreprises ont un leadership technologique avec des procédés de gravure avancée (3 nm, et bientôt 2 nm). Elles investissent massivement en R&D pour rester à la pointe de l'innovation. Taïwan, un hub mondial pour la production de semi-conducteurs, bénéficie d'un écosystème robuste et d'une chaîne d'approvisionnement complète. Les barrières à l'entrée sont élevées, avec des coûts de fabrication dépassant les 20 milliards USD par usine, et une forte demande pour des talents spécialisés.

Photolithographie :

La **photolithographie** est une technique essentielle dans la fabrication de semi-conducteurs, permettant de transférer des motifs à l'échelle nanométrique sur un substrat, généralement un wafer de silicium. ASML, un leader mondial dans ce domaine, fournit des machines de photolithographie cruciales pour les fonderies comme **TSMC**. L'une de ses machines phares, la **NXE:3400B**, permet de réaliser des gravures extrêmement fines, jusqu'à 3 nm, essentielles pour la production des microprocesseurs de nouvelle génération. TSMC dépend donc de la technologie avancée d'ASML pour ses processus de fabrication de puces.

Le futur :

La miniaturisation des semi-conducteurs continue avec le passage à des gravures de 2 nm et au-delà, permettant de créer des puces encore plus performantes tout en réduisant leur consommation d'énergie. L'exploration de nouveaux matériaux comme le graphène et des alternatives au silicium ouvre la voie à des innovations. L'intégration 3D, qui superpose les circuits, permet d'améliorer l'espace et la vitesse. Cependant, ces avancées rencontrent des défis tels que la dépendance mondiale, la rareté des ressources et la complexité croissante de la fabrication. De plus, la diversification géographique des usines, notamment en dehors de l'Asie, devient un enjeu stratégique pour limiter les risques géopolitiques.

Les différents CPUs :

Les **GPU** (Graphics Processing Units) sont des processeurs dédiés au traitement parallèle, indispensables pour les jeux vidéo, l'intelligence artificielle (IA) et le calcul scientifique, offrant de puissantes capacités de traitement en parallèle. Les **TPU** (Tensor Processing Units), développés par Google, sont optimisés pour les tâches d'IA et d'apprentissage automatique. Les **DSP** (Digital Signal Processors) sont spécialisés dans le traitement des signaux audio, vidéo et des télécommunications. Les **ASIC** (Application-Specific Integrated Circuits) sont des puces dédiées à des applications spécifiques, comme le minage de cryptomonnaies. Les **processeurs quantiques**, encore en développement, promettent des performances révolutionnaires pour des calculs complexes. Enfin, **RISC-V**, une architecture ouverte, gagne en popularité grâce à sa flexibilité, son faible coût et son potentiel d'innovation dans des domaines variés.