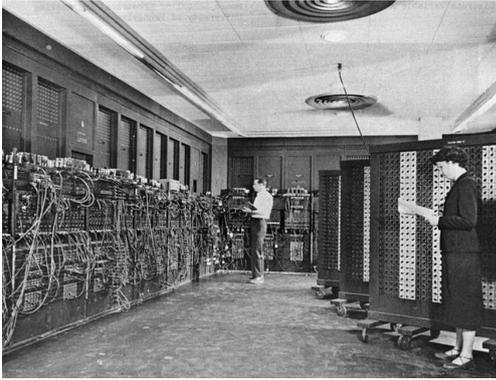


1 De l'ENIAC au téléphone portable

Le premier ordinateur entièrement électronique capable, en principe, de résoudre tous les problèmes calculatoires par la saisie d'un programme informatique est l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) construit en 1945.

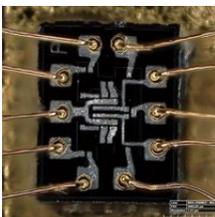


Sa capacité est de 20 nombres à 10 chiffres signés permettant chacun de réaliser 5 000 additions simples chaque seconde (pour un total de 100 000 additions par seconde). Il ne peut en revanche gérer que 357 multiplications ou 38 divisions par seconde. Cette puissance de calcul lui a permis en 1949 de calculer 2000 décimales de pi de en 70 heures. Son poids est de 30 tonnes et il occupe la surface d'une maison individuelle ! Sa consommation est de 150 kW, soit l'équivalent de 100 bouilloires électriques branchées simultanément ! Il faudrait la puissance électrique disponible dans une vingtaine de maisons individuelles pour l'alimenter.

Dans les années 1960, les missions Apollo qui ont envoyé des hommes sur la lune ont imposé une puissance de calcul disponible dans un espace restreint. Cela a conduit à la conception de l'ordinateur AGC (Apollo Guidance Computer).

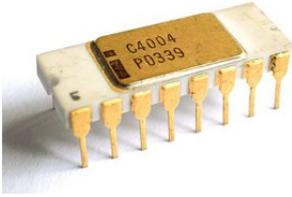


Celui-ci ne pèse que 32kg et possède une consommation électrique suffisamment faible pour être embarqué dans une capsule spatiale fonctionnant sur batteries. Ces progrès ont été possibles grâce notamment au recours aux circuits intégrés (CI) pour réaliser des fonctions logiques : Il a fallu plus de 5 000 portes NOR pour constituer l'unité de calcul de l'AGC. Voici une photo de l'une d'entre elles :



L'AGC possède une mémoire de stockage de 72ko et une mémoire de travail (RAM) de 2ko.

Le premier microprocesseur commercialisé est apparu en 1971 : c'est le 4004 d'Intel.



Il intègre dans une seule puce 2300 transistors ce qui lui donne une puissance de calcul comparable à l'ENIAC!!

En 1975 est apparu le premier microprocesseur bon marché permettant l'essor des ordinateurs personnels : le 6502 de MOS. Ce microprocesseur a équipé le tout premier ordinateur APPLE (APPLE 1) et est encore fabriqué de nos jours! Le site Visual 6502 permet de voir le fonctionnement interne de ce processeur lors de l'exécution d'un programme.

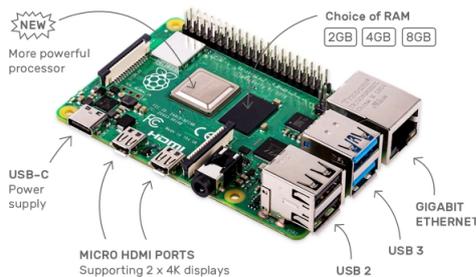
A partir des années 1980, l'architecture des ordinateurs n'a plus beaucoup évolué. Les puces ont intégré de plus en plus de composants leur permettant de réaliser des opérations plus complexes. La miniaturisation de la gravure de la puce a permis une montée de la fréquence d'horloge permettant aux ordinateurs d'aller plus vite ainsi qu'une consommation d'énergie moindre.

Les puces sont devenues tellement miniaturisées que l'on trouve maintenant sur une seule puce un système embarqué complet réalisant toutes les fonctions d'un ordinateur. La carte BBC microbit en est un exemple :



Cette carte embarque un microcontrôleur qui est un système complet tenant dans une seule puce : SoC (System On Chip). On y trouve de la mémoire RAM, de la mémoire FLASH, un microprocesseur, des périphériques d'interface, un circuit radio.

Une autre catégorie de l'utilisation de ces puces intégrées se trouve dans les SBC (Single Board Computers) ou ordinateurs sur carte unique dont le représentant le plus célèbre est probablement le Raspberry Pi



Cette carte est assez puissante pour faire fonctionner le système d'exploitation Linux et être utilisé comme ordinateur de bureau. Il est néanmoins le plus souvent utilisé en mini serveur.

L'aboutissement de toute cette miniaturisation est le téléphone portable qui intègre tout ce que la technologie peut nous apporter : un microprocesseur puissant, de la mémoire, des interfaces de communication rapides (4G, 5g, Wifi...), un contrôleur graphique digne d'une console de jeu, tout cela fonctionnant sur batterie avec une durée de fonctionnement de plusieurs heures.

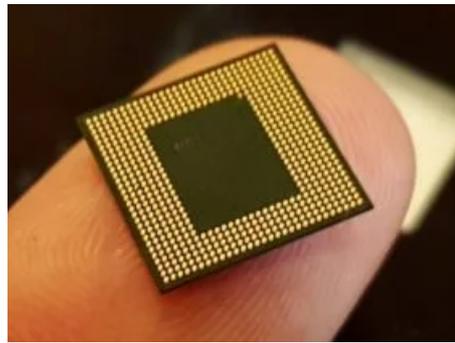
Le téléphone portable semble réaliser l'impossible : concilier à la fois performances, fonctionnalités et consommation électrique réduite. Le secret réside dans l'intégration de toutes les fonctionnalités sur une seule puce électronique. Une telle intégration est possible grâce à une gravure de plus en plus fine. Aujourd'hui la finesse de gravure descend en dessous de 10nm, soit quelques dizaines de couches atomiques! Cela permet :

- d'intégrer plus de 10 milliards de transistors sur une même puce et donc de miniaturiser davantage la puce tout en augmentant ses fonctionnalités
- de monter en fréquence et de gagner en performance car les signaux électriques se propagent de plus courtes distances
- de limiter les déperditions d'énergie et donc augmenter l'autonomie du téléphone.

Le microprocesseur n'est qu'un composant du SoC qui est au cœur du téléphone. On peut voir un SoC comme un PC miniaturisé à l'extrême. Il comprend donc des composants et contrôleurs lui permettant de gérer tous les

équipements de votre smartphone, qu'il s'agisse de l'appareil photo, de la mémoire interne, ou encore des modules radio.

Voici la photo d'un iPhone 4S démonté. Comme vous le voyez, le nombre de composants est très réduit au regard des fonctionnalités! La puce principale SoC est la puce A5.



Source : https://www.lecluse.fr/nsi/NSI_T/archi/soc/