

A- La folle histoire des microprocesseurs (à transistors)

Date	Evénements	Finesse gravure	Nombre de transistors
1947	invention du transistor bipolaire par les Américains John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain, chercheurs des Laboratoires Bell		1
1959	Invention du transistor MOSFET , plus facilement intégrable sur une puce.		1
1971	1 ^{er} CPU intégré sur une puce (Chip) : le 4004 d'Intel , microprocesseur 4bits	10µm	2 250
1979	1 ^{er} CPU intégré massivement 16bits : le 8086 d'Intel . 1 ^{er} d'une longue famille de CPU intégré notamment dans les PC (Personal Computer)	3µm	29 000
1985	80386 d'Intel , CPU 32bits. Intel continue sur sa lancée en multipliant quasiment par 10 le nombre de transistors depuis le 8086	1,5µm	275 000
	ARM1 d'Arcom (qui deviendra ARM), CPU 32bits. Un dissident dans la course aux transistors. ARM1 propose une architecture plus simple, RISC (Reduced Instruction Set Computing) par opposition au CISC (Complexe Instruction Set Computing) des autres CPU de l'époque.	3µm	25 000
2007	Phenom d'AMD (architecture K10) : CPU 64bits	65nm	463 million
	iPhone EDGE d'Apple : 1 ^{er} Smartphone à écran tactile. Il est basé sur un CPU ARM 32bits	45nm	26 million
2019	La puissance des microprocesseurs des Smartphones est équivalente à celle des microprocesseurs dédiés aux ordinateurs de bureau. La tendance actuelle est d'intégrer toutes les composants de la carte mère sur une seule et même puce : le SoC (System on a Puce)	7nm	Environ 10millard

En 2007, au moment où Intel pensait avoir écrasé la concurrence, une nouvelle branche se développe : les Smartphones. Elle va lancer une nouvelle course à la miniaturisation avec une nouvelle contrainte : une faible consommation. Intel est mal placé, contrairement à ARM.

L'augmentation du nombre de transistors sur une puce est exponentielle en fonction du temps. Dès 1965, Gordon Earle Moore avait prévu un doublement du nombre de transistors toutes les 2ans (loi de Moore). Ce qui c'est révélé étonnamment exact.



B- Pourquoi cette course à la miniaturisation et à l'intégration.

La diminution de la finesse de gravure est triplement vertueuse :

1. Elle permet d'augmenter le nombre de transistors sur la même surface de silicium. On obtient des gains de productivité en diminuant la surface de silicium.
2. Elle permet d'augmenter la fréquence d'horloge. En effet si on diminue les distances, on peut augmenter la vitesse de travail. Le gain est encore plus important lorsqu'on met 2 circuits sur une même puce.
3. Elle permet de diminuer la consommation (indirectement) car les puces vont travailler avec des tensions plus faibles. Or l'énergie consommée est proportionnelle au carré de la tension. C'est crucial pour les Smartphones.

Malheureusement, on est proche de la limite inférieure, la finesse de gravure étant de quelques épaisseurs atomiques à l'heure actuelle.

C- La particularité ARM.

L'architecture des processeurs ARM : plus simple et du coup consommant moins.

La majeure partie des acteurs de l'informatique embarquée, en particulier la téléphonie mobile et les tablettes, utilise une architecture ARM (Advanced Risc Machine) développée par la société [ARM Ltd.](#) Cette société ne fait que du développement intellectuel d'architecture numérique, dont les CPU, GPU, etc (pas de fabrication).

La propriété intellectuelle appartient à la société britannique, mais les processeurs fabriqués sous licence le sont par différentes entreprises de par le monde. Parmi les entreprises fabriquant les modèles des séries Cortex (les plus avancées), la majorité se trouve en Asie (20), suivie par les États-Unis (13) et enfin par l'Europe (6).

Pour les plus connues : Atmel, LG, Nvidia, Qualcomm, Samsung, STmicroelectronics, Texas Instruments.

D'autres entreprises utilisent l'« ARM architecture license » : ils fabriquent leurs propres microprocesseurs (Custom Core). Ils respectent l'architecture ARM et sont compatibles avec le jeu d'instructions ARM.

Trois entreprises se sont lancées dans l'aventure : Apple, Qualcomm et Samsung.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_ARM

D- Evolution de l'intégration des différentes fonctions sur une même puce.

L'organisation fonctionnelle d'une carte mère d'un ordinateur de bureau (PC) peut être représentée comme sur le schéma ci-contre. On retrouve :

CPU : processeur.

Memory Slot : support mémoire vive

AGP ou PCI-E : bus pour carte graphique

Northbridge : composant qui canalise les informations entre le CPU, les mémoires, GPU et le Southbridge. Composant nécessairement rapide.

Southbridge : composant qui canalise les informations avec les périphériques qui nécessite moins de performances en vitesse.

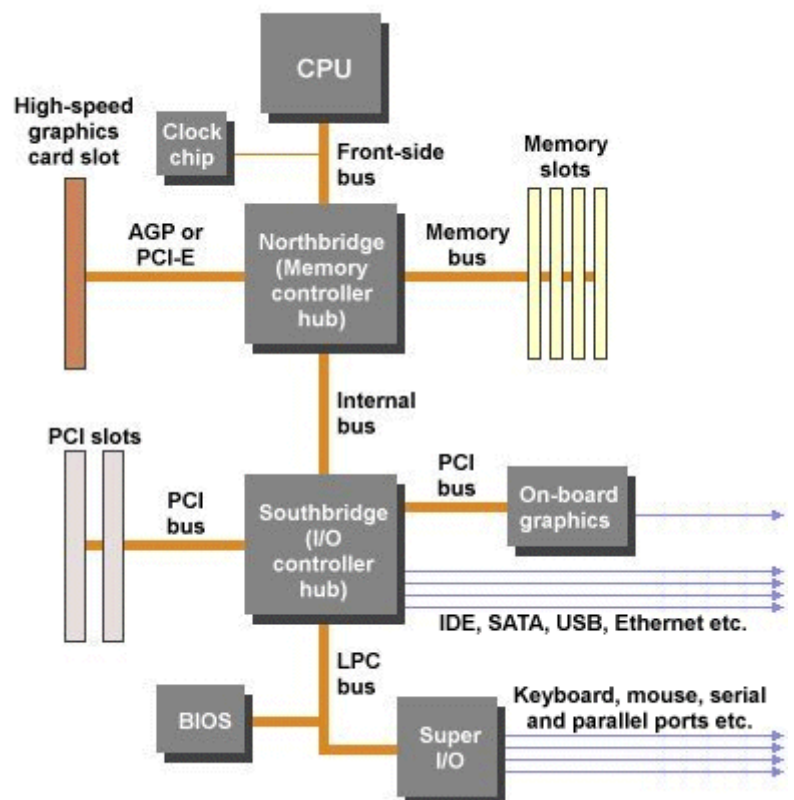
Les composants réalisant le Northbridge et le southbridge sont appelés des **chipsets**.

A la fin des années 1990, chaque fonction était réalisée par son propre composant.

Au début des années 2010 le Northbridge a été intégré avec le CPU sur une même puce. Le front-side bus présentant un goulet d'étranglement.

A la même époque, certains CPU intègre également un GPU (Graphic Processor Unit). Il a des performances modestes mais suffisantes pour une utilisation bureautique. A partir de ce moment on parle de **SoC**.

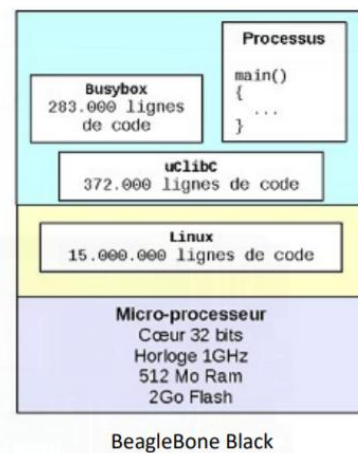
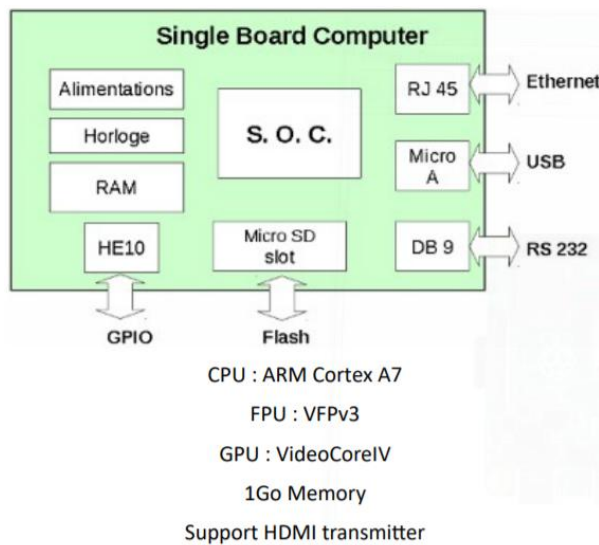
En caricaturant les cartes mère actuelles se contentent de raccorder le composant central au différents supports d'extension, ... qui ne sont pas utilisés la majorité du temps.



E- Nano PC

Partant de ce constat les fabricants on développé des nano-ordinateurs comme le RaspberryPi à partir de SoC. Certains ordinateurs portables sont maintenant équipés de SoC à la place des cartes mères "classiques".

Les SoC commencent à avoir des performances équivalentes aux systèmes "classiques" en termes de puissance (pour les systèmes "classiques" d'entrées et de moyennes gammes).



F- Et les Smartphones dans tout  a.

Les Smartphones représentent le secteur du numérique qui a le plus fort développement.

Sachant l'intérêt à réduire la finesse de gravure et à intégrer le plus de fonctions sur une même puce, les acteurs de ce domaine sont les plus avancés sur les SoC.

Il faut garder en tête qu'ils ont un impératif de faible consommation et de faible échauffement supplémentaire par rapport aux ordinateurs de bureau.

A cet effet les Smartphones intègrent 2 groupes de CPU :

- les CPU big : très performants, et donc énergivores ils sont actifs qu'en cas de besoin.
- les CPU little : moins performants et moins gourmands, ils gèrent le quotidien.

A la fin des années 2010, certains constructeurs réussissent à intégrer la quasi-totalité des fonctions d'un Smartphone sur une seule puce.

<https://www.youtube.com/watch?v=ZayD-rzml-4>

