

# Composants intégrés d'un système sur puce

## Capacités attendues

- ✓ Identifier les principaux composants sur un schéma de circuit et les avantages de leur intégration en termes de vitesse et de consommation.
- ✓ Le circuit d'un téléphone peut être pris comme un exemple : microprocesseurs, mémoires locales, interfaces radio et filaires, gestion d'énergie, contrôleurs vidéo, accélérateur graphique, réseaux sur puce, etc.

### Activité 1 Introduction

À partir de la vidéo "C'est pas sorcier : Nanomonde se secoue les puces" (lien cliquable sur notre site), répondre aux questions suivantes (durée 26 min tourné en 2003) :

1. Quel est l'ordre de grandeur du nombre de composants qu'on trouve dans une puce ?
2. Combien de transistors faut-il pour inverser un courant (de 1 à 0 et de 0 à 1) ? Pour additionner des chiffres ?
3. Quelle est l'ordre de grandeur de la taille d'un transistor en 2003 (date de la vidéo) ?
4. Que dit la loi de Moore ? Est-elle encore valable (chercher aussi hors vidéo) ?

Voici l'intérieur de l'unité centrale d'un ordinateur fixe :

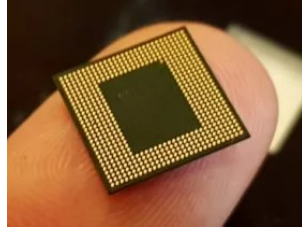


Principalement on remarque la carte mère qui accueille tous les éléments fondamentaux au bon fonctionnement d'un ordinateur : microprocesseur (CPU) (caché sous un système de refroidissement), barrettes de mémoire

RAM, carte graphique (qui permet de gérer l'affichage). On trouve aussi sur la carte mère les puces qui gèrent les interfaces réseau (Wifi et Ethernet) et bien d'autres choses...

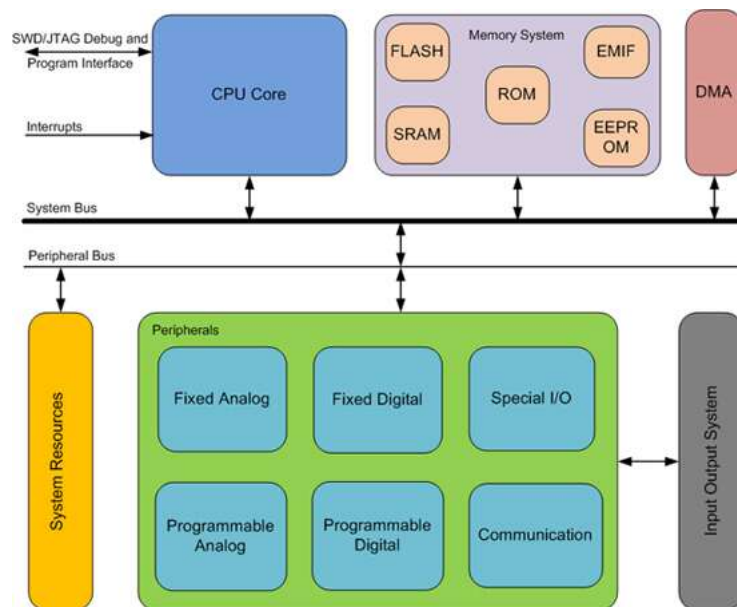
On entend souvent dire que les téléphones portables (smartphones) sont de véritable ordinateur, ce qui est vrai. On peut s'interroger sur la taille d'un smartphone par rapport à la taille d'un PC (la carte mère d'un PC mesure environ 25 cm sur 30 cm, soit bien plus qu'un smartphone). Pourtant on doit obligatoirement trouver dans un smartphone les mêmes composants que dans un PC : CPU, RAM, carte graphique et interfaces réseau (Wifi et Bluetooth dans le cas d'un smartphone) !

La solution ? Placer tous ces composants dans une puce unique d'une centaine de mm<sup>2</sup> :



Ces puces accueillant CPU, RAM, circuit graphique (GPU) (équivalent à la carte graphique dans un PC) et circuits radio (Wifi et Bluetooth), sont souvent appelées "système sur puce", "system on a chip" en anglais (abréviation "SoC").

Voici le schéma de circuit d'un SoC :

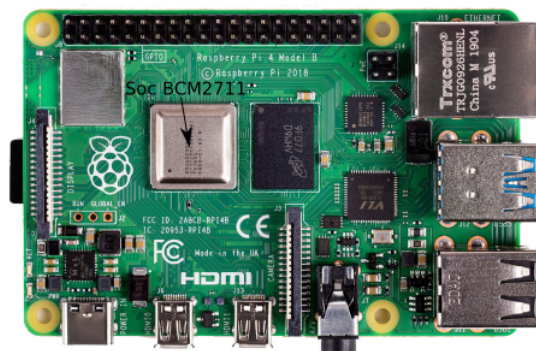


Vous pouvez remarquer que l'on retrouve bien sur ce schéma un CPU et de la mémoire (on a différents types de mémoires, mais ce sujet ne sera pas abordé ici).

Outre leur taille, les Soc ont d'autres avantages par rapport aux systèmes "classiques" (carte mère + CPU + carte graphique...) :

- Les SoC sont conçus pour consommer beaucoup moins d'énergie qu'un système classique (à puissance de calcul équivalente) ;
- Cette consommation réduite permet dans la plupart des cas de s'affranchir de la présence de système de refroidissement actif comme les ventilateurs (voir l'image du PC ci-dessus). Un système équipé de SoC est donc silencieux ;
- Vu les distances réduites entre, par exemple, le CPU et la mémoire, les données circulent beaucoup plus vite, ce qui permet d'améliorer les performances. En effet, dans les systèmes classiques, les bus (voir le cours de première sur le modèle d'architecture de Von Neumann) sont souvent des goulots d'étranglement en termes de performances à cause de la vitesse de circulation des données.

On trouve aussi ce système de SoC sur des nano-ordinateurs comme le Raspberry Pi :



Dans sa version 5, le Raspberry Pi est équipé du SoC BCM2712 de la société Broadcom

Voici les noms des SoC utilisés par quelques produits succès :

- Apple iPhone 15 : SoC A16 Bionic ;
- Samsung Galaxy S21 : SoC Exynos 2100 ;
- Nintendo Switch : SoC Nvidia Tegra ;
- Apple MacBook (ordinateur portable) : SoC M3.

Rien qu'à l'évocation des noms cités ci-dessus, vous vous doutez bien que le marché des SoC a aujourd'hui un poids économique très important. On commence même à trouver des ordinateurs portables équipés de SoC à la place des cartes mères classiques. Les SoC commencent doucement, mais sûrement à rattraper les systèmes classiques en termes de puissance (pour les systèmes classiques d'entrée de gamme et de moyenne gamme, mais aussi haut de gamme avec les nouveaux MacBook d'Apple équipés de Soc M3).

## Activité 2

1. Faites des recherches sur le SoC BCM2712 qui équipe les nano-ordinateurs Raspberry Pi 5, notez les principales caractéristiques de ce SoC.
2. Lister les avantages et les inconvénients d'un SoC (en vous aidant de recherches sur le Web).

### À retenir

Il est aujourd'hui possible de faire tenir sur une puce d'une centaine de mm<sup>2</sup> l'ensemble des composants qui constituent un ordinateur classique (CPU, RAM, circuit graphique -GPU, équivalent à la carte graphique dans un PC- et circuits radio -Wifi et Bluetooth-). Ces puces sont souvent appelées **"système sur puce"** en français, **"system on a chip"** en anglais (abréviation **"SoC"**). Les SoC sont conçus pour consommer beaucoup moins d'énergie qu'un système classique (à puissance de calcul équivalente).

On trouve des SoC dans :

- les smartphones ;
- les consoles de jeux portables (par exemple la switch de Nintendo) ;
- les nano-ordinateurs (par exemple le Raspberry Pi) ;
- et même des ordinateurs depuis 2021 (macbook et imac d'Apple).

Le marché des SoC est un marché extrêmement porteur.