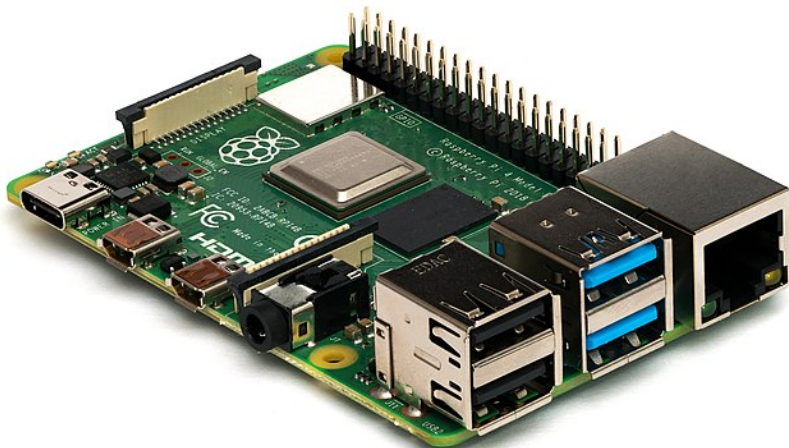


# SOC - System On Chip

15 septembre 2025

Tous les détails et beauuucoup plus d'informations sur la source principale de ce cours :

[wikipedia.org/wiki/System\\_on\\_a\\_chip](https://wikipedia.org/wiki/System_on_a_chip)



# Introduction

# Loi de Moore

Histoire : Gordon E. Moore (cofondateur Intel)

*Dans les microprocesseurs, le nombre de transistors sur une puce va doubler tous les deux ans*

- ▶ Passage de 2250 transistors en 1971 à plusieurs dizaines de milliards actuellement
- ▶ Actuellement encore plus ou moins valable (ralentissement depuis 2015)

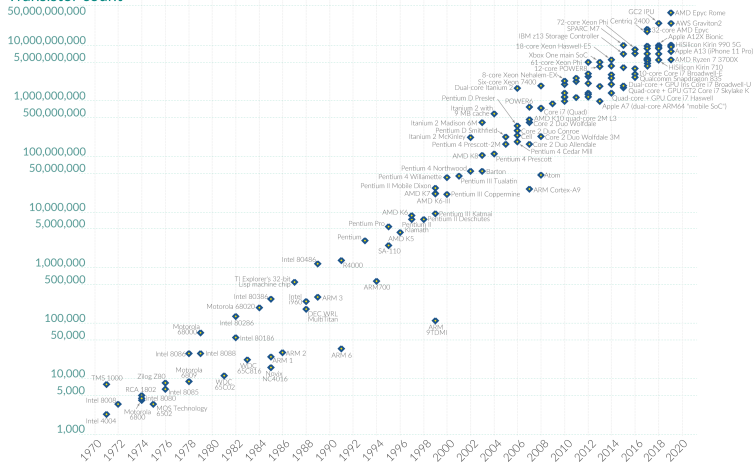
# Jusqu'en 2018

## Moore's Law: The number of transistors on microchips doubles every two years

Moore's law describes the empirical regularity that the number of transistors on integrated circuits doubles approximately every two years. This advancement is important for other aspects of technological progress in computing – such as processing speed or the price of computers.

Our World  
in Data

### Transistor count



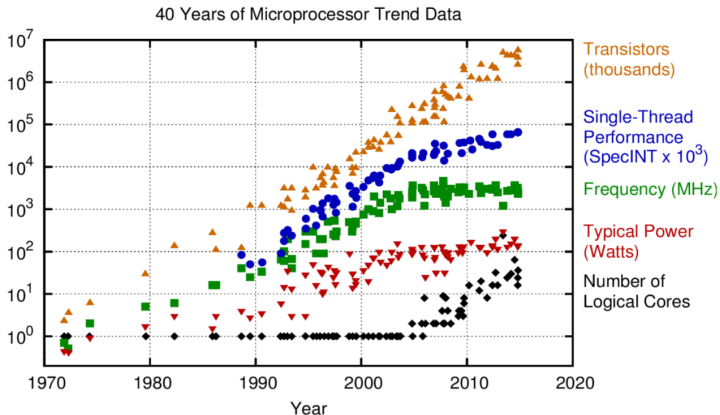
Data source: Wikipedia ([wikipedia.org/wiki/Transistor\\_count](https://wikipedia.org/wiki/Transistor_count)) Year in which the microchip was first introduced

OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

Figure 2 : Loi de Moore - 2018

# Jusqu'en 2025



Original data up to the year 2010 collected and plotted by M. Horowitz, F. Labonte, O. Shacham, K. Olukotun, L. Hammond, and C. Batten  
New plot and data collected for 2010-2015 by K. Rupp

Figure 3 : Loi de Moore - 2025

## Avantages

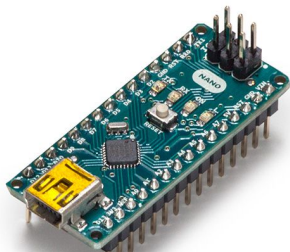
- ▶ Taille d'un transistor actuellement : entre 5 nm (M1) / 7 nm (AMD) / 10-14 nm (intel)
- ▶ Augmentation fréquence horloge
- ▶ Diminution des coûts
- ▶ Diminution dissipation thermique
- ▶ Intégration de plus de fonctionnalités

# Microcontrôleurs

## Description

Regroupent sur une même puce :

- ▶ microprocesseur
- ▶ mémoire(s)
- ▶ ports entrée/sortie
- ▶ périphériques
- ▶ bus de communication



## Caractéristiques

- ▶ puissance, mémoire & fréquence d'horloge le plus souvent < ordinateurs
- ▶ consommation faible
- ▶ prix relativement faible
- ▶ utilisation dans des systèmes embarqués

## Exemple

Régulateur de vitesse d'une voiture :

- ▶ récupère la vitesse de la voiture (capteur externe, port d'entrée)
- ▶ doit contrôler l'accélération ou le freinage (envoi des ordres à des actionneurs externes, ports de sortie)
- ▶ soumis à des contraintes temporelles (temps de réponse)

Autre exemple : machine à laver

# Architecture

- ▶ applications “temps réel”  $\Rightarrow$  pas de système d'exploitation
- ▶ composants autonomes : programme en mémoire morte (ROM / EEPROM / FLASH)
- ▶ architecture Harvard :
  - ▶ bus mémoire programme & données séparés
  - ▶ jeu d'instructions réduit (RISC)

## Exemples de périphériques

- ▶ timers
- ▶ CAN / CNA
- ▶ modules de communication

## System on Chip (SOC)

## Description

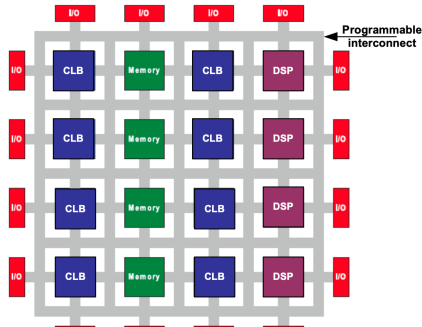
**Définition SOC** : circuit intégré comportant tout ou partie des composants d'un ordinateur.

Au niveau de la quantité de fonctionnalités intégrées directement sur la puce :

*Microprocesseur < Microcontrôleur < SOC*

## Types

- ▶ SOC basés sur un microcontrôleur
- ▶ SOC basés sur un microprocesseur
- ▶ SOC spécialisés (ASICs)
- ▶ PSoC : microprocesseur + FPGA (Field Programmable Gate Array)



## Contenu

La plupart du temps :

- ▶ **CPU**
- ▶ **mémoire et/ou contrôleur mémoire** (ROM / RAM - SRAM / DRAM / EEPROM)
- ▶ GPU / interface graphique
- ▶ stockage secondaire et/ou contrôleur stockage secondaire (EEPROM / Flash)
- ▶ ports entrée / sortie (USB, HDD, Ethernet, SPI, HDMI, I2C...)
- ▶ fonctions radio (WIFI / BT / NFC)

Peut aussi contenir des fonctionnalités de traitement de signaux plus spécialisés  
digitaux, analogiques, mixtes, radio..

# Organisation I

Peut aussi être associé à des composants externes pour

- ▶ mémoire (LPDDR : mémoire DDR basse consommation)
- ▶ stockage secondaire (eUFS ou eMMC : carte sd)

Les composants externes peuvent être installés au dessus du SOC (POP), ou à côté (2.5D, TSI)

## Organisation II

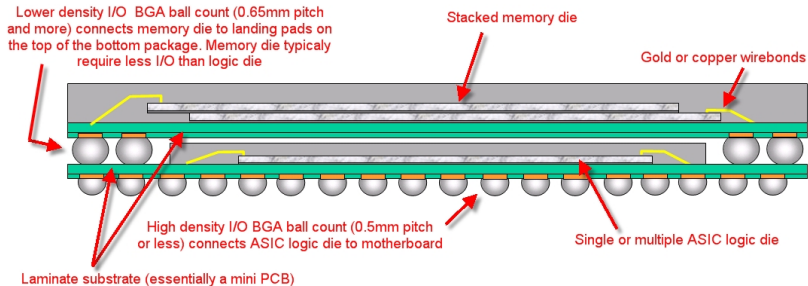


Figure 6 : Package On Package

## Organisation III

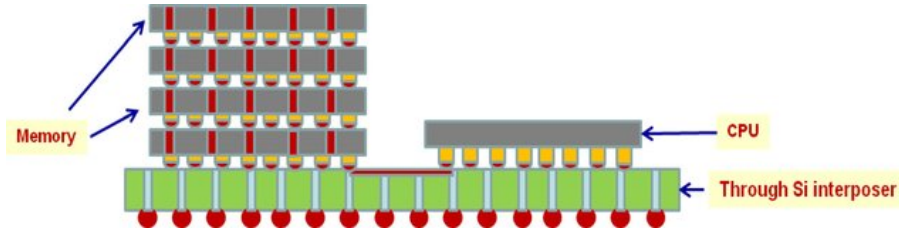


Figure 7 : 2.5D Through Silicium

# Avantages et inconvénients

## Avantages

- ▶ gain de place
- ▶ amélioration des performances
- ▶ diminution de la consommation énergétique

## Inconvénients

- ▶ moins d'évolutivité
- ▶ pas remplaçable

# Applications

# Secteurs

- ▶ mobile computing (ex : smartphones)
- ▶ edge computing (ex : reconnaissance faciale, voiture autonome..)
- ▶ IOT (Internet of Things : internet des objets / objets connectés...)

## Applications IOT / Systèmes embarqués / Edge computing

- ▶ systèmes AI
- ▶ vision par ordinateur
- ▶ collecte, traitement et transmission de données
- ▶ ambient intelligence (~ amélioration du quotidien : RFID, BLE, implants, capteurs, ...)

Densité / économies d'énergie / traitements spécialisés et optimisés

## Applications mobiles

Téléphones portables & tablettes : performances / économies d'énergie / gain de place

Contient : processeur, mémoires, caches, réseau sans fil, appareil photo, processeur IA...

A cause de la taille des mémoires, mémoire et stockage flash sont souvent déportés (à côté ou au dessus - PoP / TSI)

Exemples ARMv7/8/9 : Samsung Exynos / Qualcomm Snapdragon / Apple Axx