

# CHAPITRE 2

## Systemes sur puce (SoC)

Processeurs ARM et Cortex



# Plan du Chapitre

Qu'est ce qu'un Système sur puce (SoC)

- Avantages et Inconvénients d'un SOC
- Architectures des SoC

Processeurs ARM et Cortex

- Évolution des processeurs ARM
- Familles de ARM Cortex
- Architecture Cortex

# Qu'est ce qu'un Système sur puce?

---

Dans un ordinateur le CPU, les différentes cartes (graphique (GPU), son, réseau...) et les mémoires sont branchées sur la carte mère et interconnectées à l'aide de bus.

Dans une tablette, un smartphone, etc... tous ces éléments ne constituent plus qu'un seul élément, la puce **SOC**. Tout ce que contient un ordinateur est concentré sur cette puce.

- Un « **système sur puce** », ou SoC (pour « *System on a Chip* »), est un système complet embarqué sur **un seul circuit intégré**, ou "puce", regroupant le (ou plusieurs) **microprocesseur**, un **processeur graphique**, de la **mémoire**, des **modules de communication** sans fil (4G, 5G, puce radio pour le Bluetooth, Wi-Fi ), des **périphériques externes** (E/S, capteurs, caméra), etc.

# Avantages et Inconvénients d'un SOC

Les SoCs offrent de nombreux avantages par rapport aux PCs:

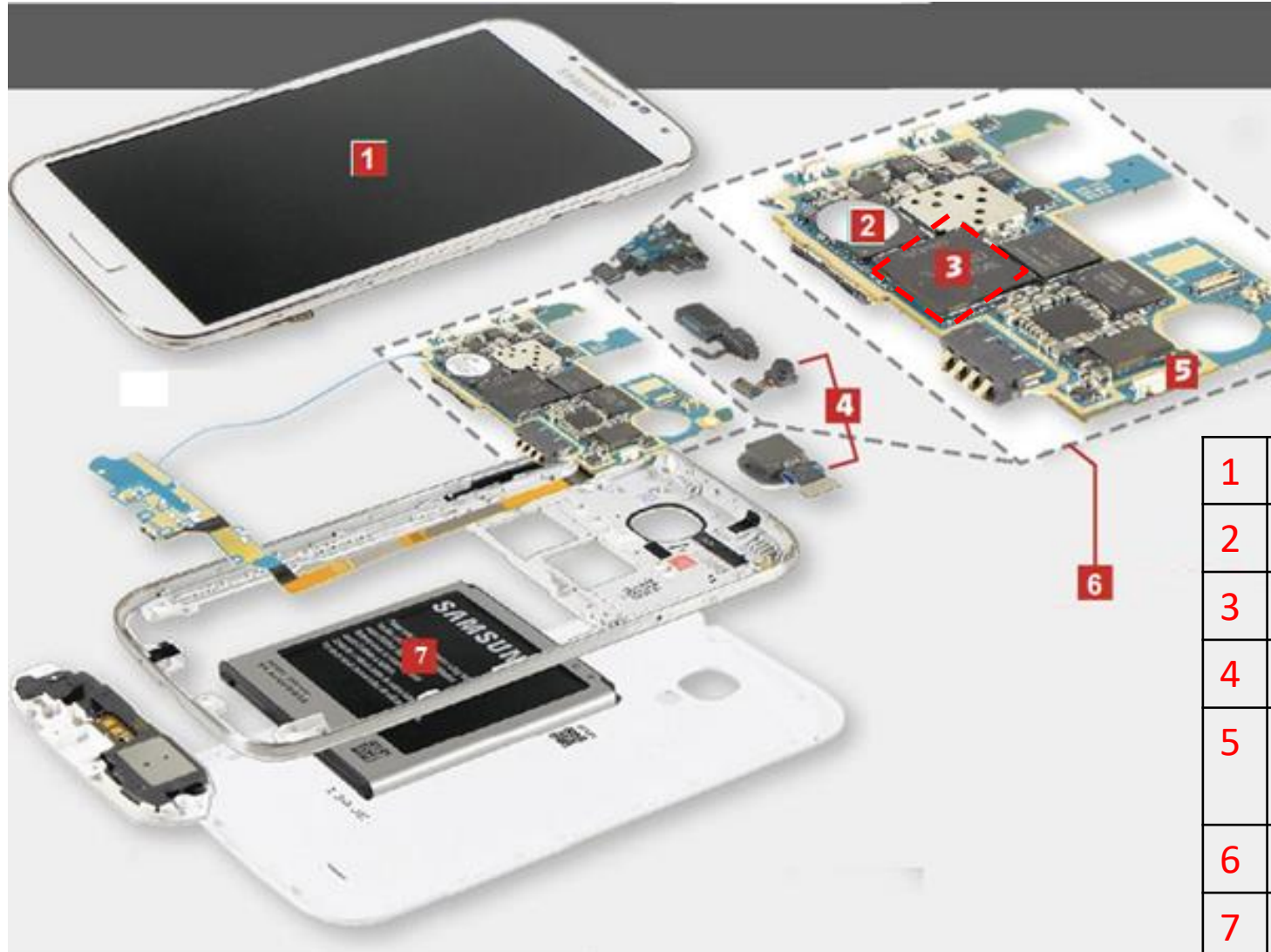
- **Taille:** son faible encombrement est particulièrement adapté pour les smartphones et les tablettes tactiles ainsi que les systèmes embarqués de petite taille.
- **Coût:** sa consommation d'énergie réduite lui donne une grande autonomie sur batterie et évite la présence d'un ventilateur (appareil silencieux).
- **Vitesse:** Notons également que les données y circulent plus vite du fait de la distance réduite entre les composants.

Mais aussi le SOC présente un inconvénient :

- **Manque de flexibilité :** l'extrême intégration du SoC n'autorise aucune mise à jour du matériel ou de remplacement en cas de panne d'un composant alors qu'on peut faire évoluer individuellement les composants sur la carte mère d'un ordinateur.

# Exemples d'un SOC

## Exemple 1:



1	Ecran tactile
2	Mémoire
3	SoC
4	Caméras
5	GSM / WiFi / Bluetooth
6	Circuit imprimé
7	Batterie

## Exemple 2:

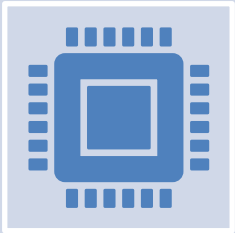
Cette une photo présente un iPhone 4S démonté : le nombre de composants est très réduit au regard des fonctionnalités. Le SoC de l'iPhone 4S est placé sur le circuit imprimé à droite. C'est une puce **A5** qui combine principalement deux processeurs ARM Cortex-A9 et deux processeurs graphiques.





# Architectures des SoC

Suivant les fabricants et les besoins, il existe plusieurs architectures. Deux d'entre elles prennent place dans la majorité des produits électroniques conçus ces vingt dernières années:



L'architecture **ARM** : Les SoCs d'ARM se retrouvent ainsi dans la plupart des smartphones et des objets connectés. Cette architecture est basée sur des jeux d'instructions **RISC** (*Reduced Instruction Set Computing*) qui sont plus simples, nécessitent moins d'énergie pour être traités et se terminent rapidement, libérant ainsi les ressources du système ou permettant à l'appareil de "rester en veille" pour économiser la consommation énergétique de la batterie.



L'architecture **X86** : Cette architecture a été utilisée pour le développement des processeurs des ordinateurs, des serveurs ou encore de certaines tablettes mais elle est beaucoup moins utilisée pour développer les SoCs (seul Asus développe des produits conçus à partir des SoC X86). Cette architecture est basée sur des jeux d'instructions complexes **CISC** (*Complex Instruction Set Computer*).

# Processeurs ARM et cortex

---

**ARM** : (Advanced RISC Machines) c'est une société britannique spécialisée dans la conception de processeurs basées sur l'architecture RISC.

Le processeur Arm est largement utilisé dans les appareils mobiles dans différents domaines grâce à :

- son **efficacité énergétique**
- sa **simplicité**
- sa **haute performance**

L'entreprise fait la conception des processeurs ARM; ne fabrique pas, mais elle vend la licence à des partenaires de semi-conducteurs qui ajoutent leur propre propriété intellectuelle à la propriété intellectuelle (IP: *Intellectual Property*) d'ARM.

➤ Les partenaires de ARM sont les fabricants de circuits SOC.



# Évolution des processeurs ARM

**Origines (1983)** : ARM a été initialement développé par Acorn Computers en tant que processeur RISC (Reduced Instruction Set Computing) pour leurs ordinateurs Archimedes.

**Premières années (1990)** : ARM Ltd. a été créée en 1990, et les processeurs ARM ont commencé à être utilisés dans des appareils électroniques embarqués.

**Popularité croissante (années 2000)** : Les processeurs ARM sont devenus dominants dans les téléphones mobiles et les tablettes grâce à leur efficacité énergétique et leur simplicité.

**Évolution vers 64 bits (ARMv8, 2011)** : L'introduction de l'architecture ARMv8 a marqué le passage à 64 bits, permettant des performances accrues et une gestion de mémoire améliorée.

**Systèmes sur puce (SoC)** : ARM propose aujourd'hui des systèmes sur puce (SoC) intégrant microprocesseurs, processeurs graphiques, DSP, et autres composants, utilisés dans la majorité des smartphones et tablettes.

**Applications diversifiées** : ARM est également utilisé dans les serveurs, les systèmes embarqués, et l'Internet des objets (IoT).

Les processeurs ARM continuent d'évoluer et de s'adapter aux besoins changeants de l'industrie technologique.

**Client**






**Infrastructure**




**AI/ML**




**IoT and Embedded**

**Automotive**



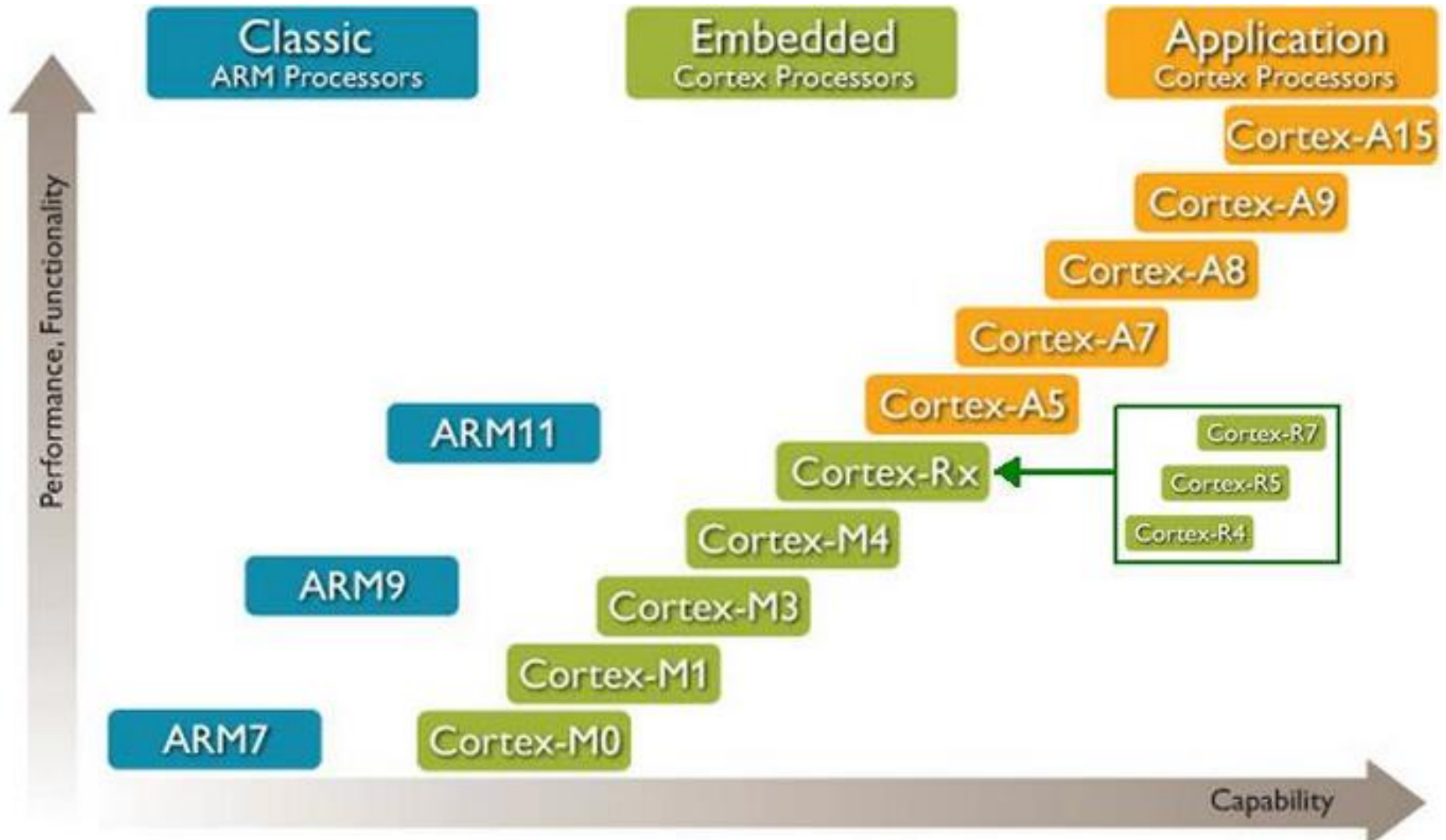


# Familles de ARM Cortex

L'architecture cortex est divisée en trois familles :

Cortex-A	Cortex-M	Cortex-R
<p>processeurs <b>Applications</b> (Smartphone, PC, Serveurs, digital TV, smart-books)</p>	<p>cœurs pour <b>Microcontrôleur</b> (STM32..)</p>	<p>cœurs pour systèmes <b>Réal</b> temps <b>fortement</b> contraint (Avionique, Système de freinage automobile, etc...)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support des systèmes d'exploitation "standards" (Linux, Android, MacOS, Windows).</li> <li>• Haute performance sans contrainte de temps réel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des solutions à faible coût pour des applications embarquées.</li> <li>• Conçus pour gérer en temps réel des entrées/sorties, des périphériques et réagir à des évènements.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hautes performances pour les applications temps réel, grande fiabilité avec garantie de service.</li> </ul>

# Architecture Cortex



# PROCESSEUR ARM VS ARCHITECTURE ARM

## • Architecture ARM :

- Décrit les détails du jeu d'instructions, du modèle du programmeur, le modèle d'exception et le mappage de la carte mémoire.
- Documenté dans le Manuel de Référence de l'Architecture.

## • Processeur ARM :

- Développé en utilisant l'une des architectures ARM.
- Plus de détails de mise en œuvre.

