

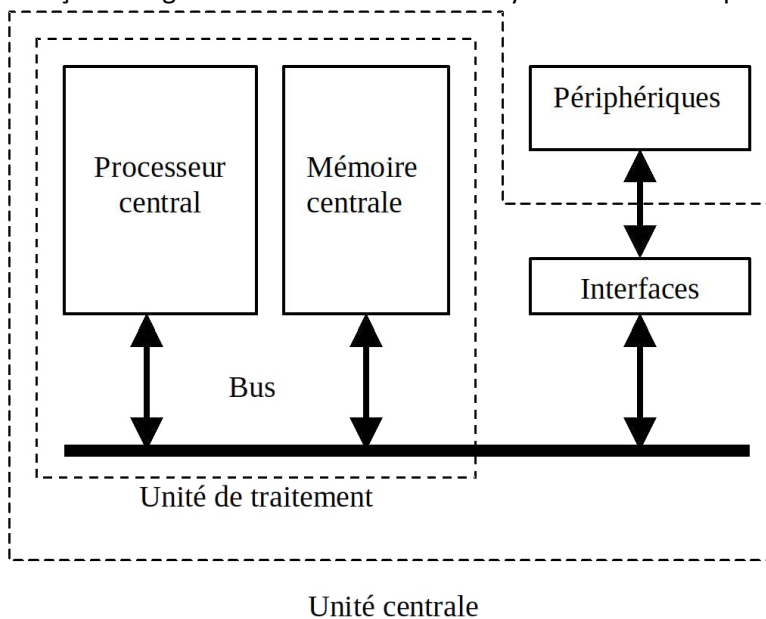
FICHE SAVOIRS

CPU, Bus et RAM

Contenu

1. Le CPU
2. Le bus entre le CPU et la RAM
3. La RAM

Voici schéma qui décrit de façon très générale l'architecture d'un système informatique :



Processeur (CPU) et **mémoire** (RAM) sont deux entités distinctes, mais indissociables, reliées par un canal de communication : le **bus**.

1. Le CPU

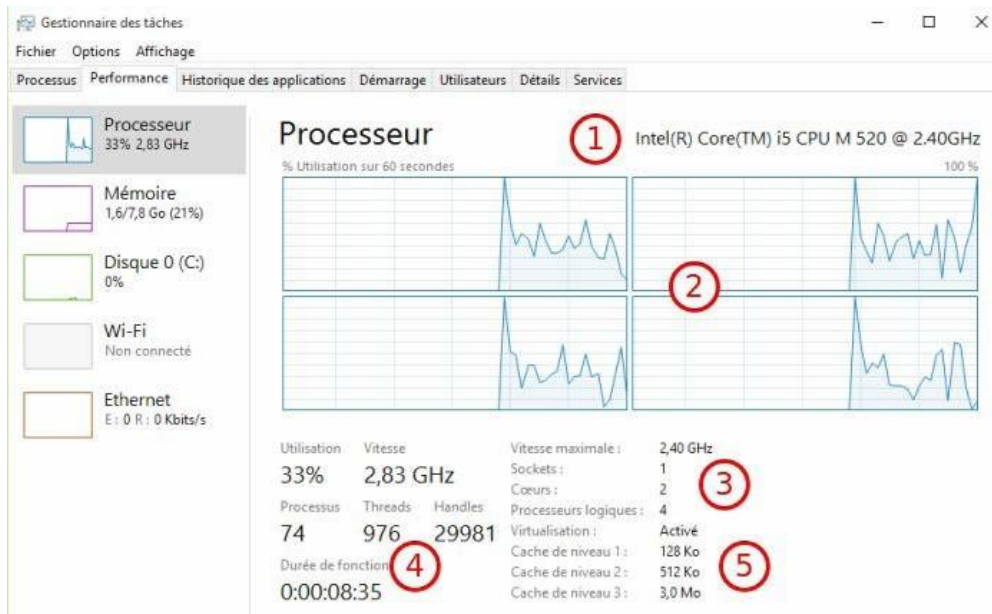
1A. Quel est le rôle du CPU?

Définition

Le processeur (CPU – Central Processing Unit) est le composant qui effectue les calculs dans l'ordinateur. C'est lui qui traite les instructions des programmes stockés dans la mémoire centrale car il n'intègre qu'une toute petite quantité de mémoire utilisée temporairement pour les calculs. Il y a donc un **échange incessant entre le CPU et la RAM via le bus**. Plusieurs milliards de fois par seconde, le CPU exécute cette séquence appelée **cycle d'instruction**.

1B. Quelles sont les principales caractéristiques des CPU?

Le gestionnaire des tâches Windows donne les principales caractéristiques sur le CPU de la machine :



On peut lister :

- la famille (Intel/AMD, ARM) (1) ;
- l'architecture 32 bits ou 64 bits ;
- le nombre de cœurs physiques et logiques (hyper-threading) (2) et (3) ;
- la fréquence (4) ;
- la quantité de mémoire cache (5).

1D. Les familles

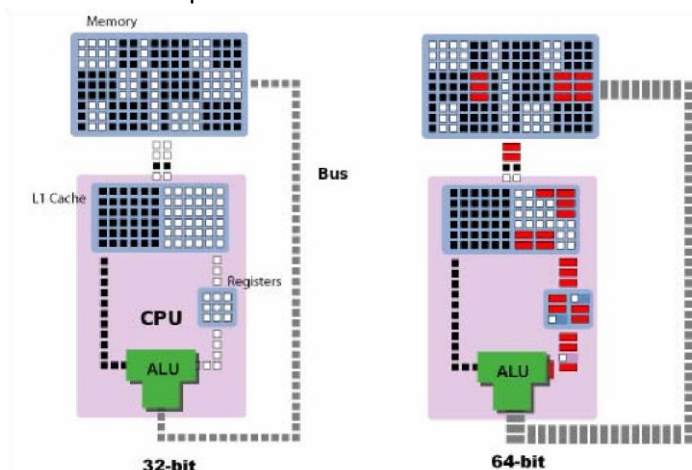
Les 2 principales familles de CPU se partagent des segments de marchés différents (pour l'instant).

Famille	Usage
Intel/AM D	PC et serveurs
ARM	Embarqué, smartphones, tablettes, Raspberry et maintenant PC et serveurs

Intel/AMD fabriquent des CPU compatibles car ils partagent la même architecture x86/AMD64. Par contre, ils ne sont pas compatibles avec l'architecture ARM.

1E. 32 bits vs 64 bits

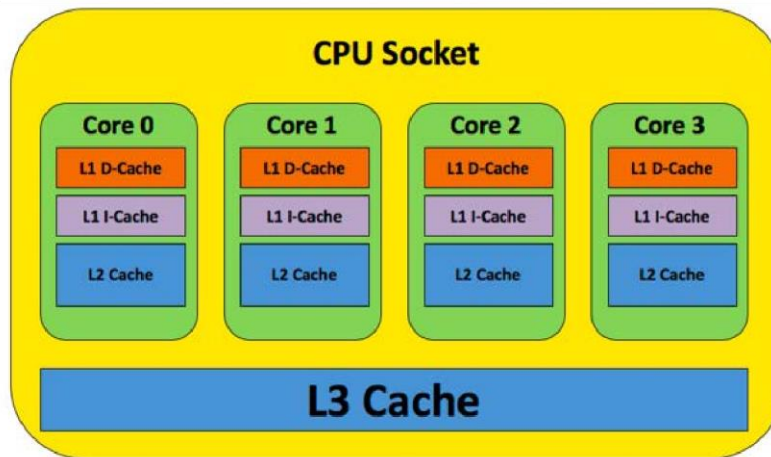
Actuellement, deux générations de microprocesseurs cohabitent : 32 bits et 64 bits. Quelles différences ?



Les **bus**, les **registres** et les **unités de calcul** peuvent traiter des données sur **64 bits**. Certaines opérations sont donc réalisées en moins de temps et l'espace mémoire adressable peut être beaucoup plus grand (en théorie : 2^{64} cases mémoire au lieu de 2^{32}).

1F. Le nombre de cœurs

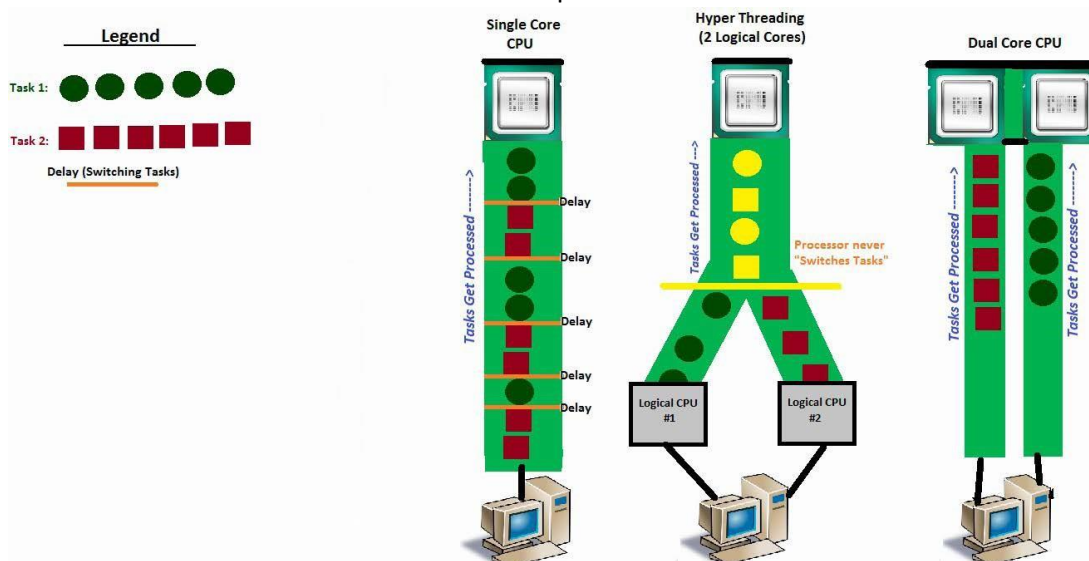
La plupart des CPU actuels possèdent plusieurs cœurs (*dual core*, *quad core*, etc.). On peut dire qu'un cœur est un CPU, on a donc une architecture multi-processeur mais intégrée dans une puce unique. Par exemple, une architecture quad core :



On remarque la présence de différents niveaux de mémoire cache.

1G. Cœur physique / cœur logique

La technologie *Hyperthreading* (HT) simule 2 cœurs logiques pour chaque cœur physique. L'idée est d'optimiser le fonctionnement du CPU en diminuant les temps d'inactivité :



Un thread est un processus qui peut s'exécuter en parallèle d'un autre processus.

Un programme qui est multithread gère plusieurs processus en même temps.

1H. La mémoire cache

Le CPU, entre deux calculs, ne fait que chercher et envoyer des données ou des instructions à la RAM. Ces échanges sont optimisés grâce à la **mémoire cache**.

Comparativement à la vitesse de calcul du CPU (liée à sa fréquence), les accès à la RAM sont lents et génèrent des temps d'attente, donc du temps perdu. Or, bien souvent un programme tourne en boucle et donc travaille sur les mêmes séquences d'instructions et/ou sur les mêmes données. L'idée est de garder dans le CPU, dans la mémoire cache, les dernières instructions et/ou données afin de les retrouver plus vite.

Différents niveaux existent :

Type de cache	Caractéristiques
Mémoire cache de niveau 1 (L1)	Faible capacité (quelques dizaines de Ko) mais très rapide car intégrée au CPU.
Mémoire cache de niveau 2 (L2)	Plus grande capacité (quelques centaines de Ko) mais un peu moins rapide. Elle est souvent intégrée au CPU mais peut être externe. Elle est dédiée à un CPU.
Mémoire cache de niveau 3 (L3)	Extérieure au CPU mais sur la puce. Elle fait plusieurs mégaoctets, elle est partagée entre les coeurs.

1I. La fréquence

La fréquence d'un CPU est en fait celle de l'horloge à laquelle il est relié et qui sert à cadencer le traitement des instructions. Cette fréquence est un multiple de la fréquence du bus (voir paragraphe sur les bus). Elle est exprimée en **gigahertz**.

2. Le bus entre le CPU et la RAM

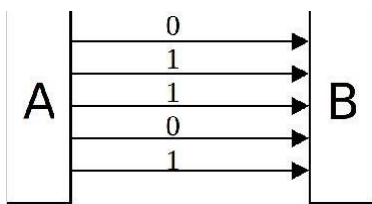
2A. Quel est le rôle d'un bus?

Définition

Un **bus** est un canal de communication entre 2 ou plusieurs composants. Il peut être **série** (1 seul bit circule au même instant) ou **parallèle** (plusieurs bits circulent au même instant). Le cadencement des échanges se fait grâce à une **horloge**.

2B. Différents types de bus

On distingue bus **parallèle** et bus **série** :



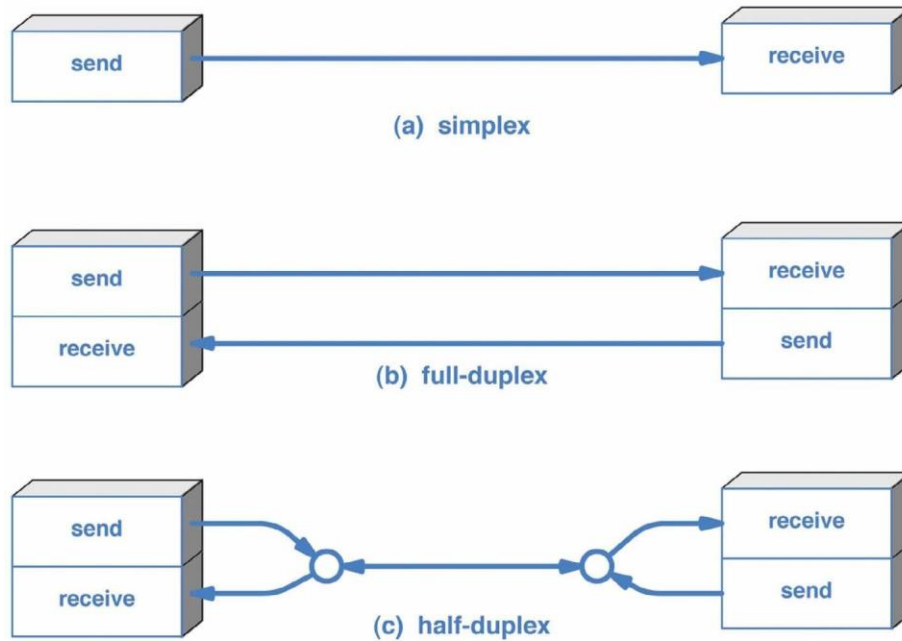
Sur un bus parallèle, à un instant donné, plusieurs bits circulent :

Ce mode pose des problèmes de synchronisation lorsque l'on augmente la fréquence, c'est pourquoi le mode série est souvent préféré :

Sur un bus série, à un instant donné, 1 seul bit circule :

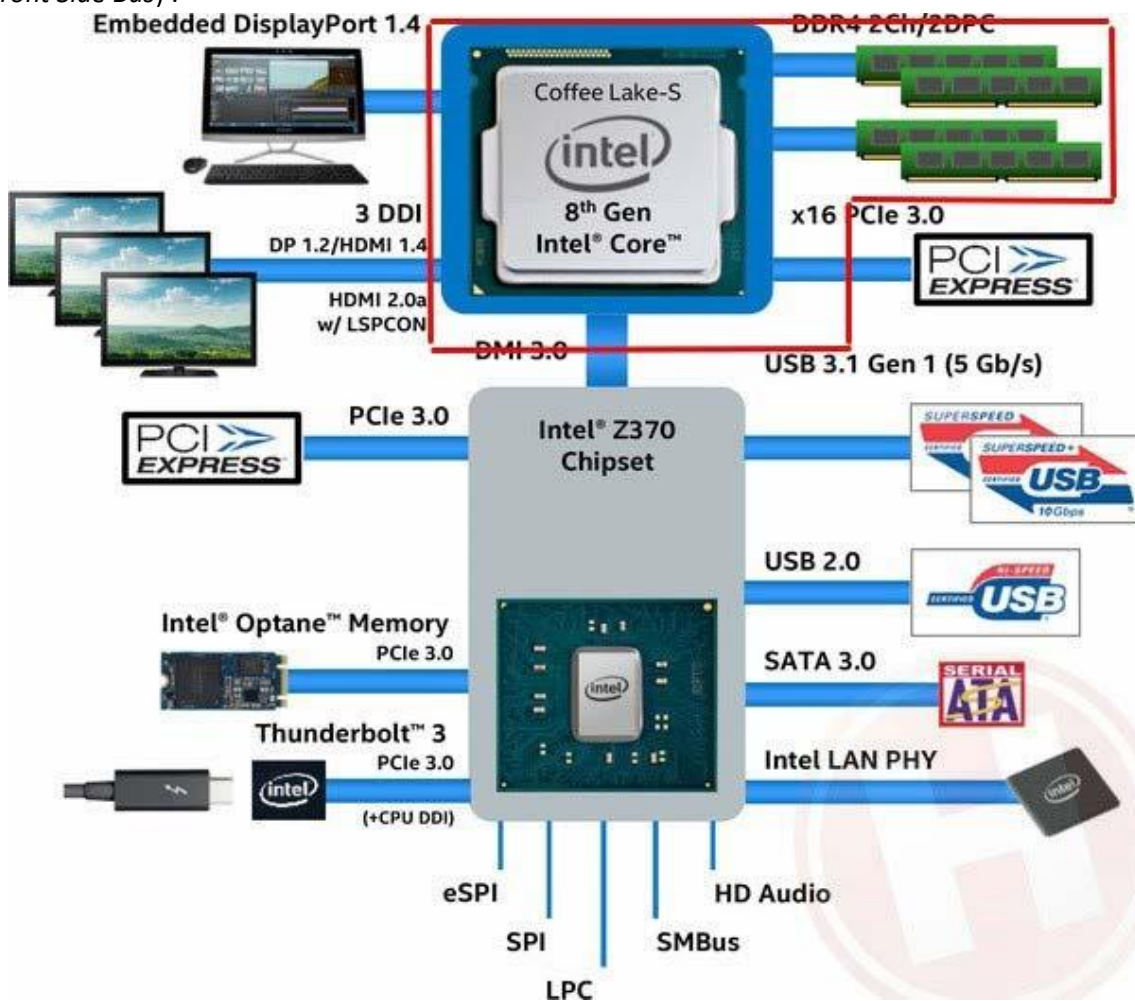


Sur un bus, la communication peut être en mode **simplex** (sens unique), **half-duplex** (double sens alternativement) ou **full-duplex** (double sens simultané) :



2C. De quel bus parle-t-on?

Dans un PC, il existe de nombreux bus qui ont des fonctions particulières. Le bus entre le CPU et la RAM s'appelle le FSB (*Front Side Bus*) :



On remarque sur le schéma précédent, en dessous du CPU, un deuxième composant important : le *chipset*.

2D. Le chipset

Dans les architectures de type PC, le *chipset* joue un rôle central dans l'orchestration des différents bus.

Définition : Chipset

Le *chipset* est un **jeu de composants** électroniques inclus dans un circuit intégré préprogrammé permettant de gérer les flux de données numériques entre le ou les processeur(s), la mémoire et les périphériques.

2E. Débit d'un bus

Le **débit** d'un bus représente la quantité de données qui peuvent circuler en une seconde. Il dépend de la fréquence et de la largeur du bus en bits.

3. La RAM

3A. Quel est le rôle de la RAM?

Schématiquement, une mémoire vive (RAM pour *Random Access Memory*) est une suite continue de cellules mémoire de 1 octet. Chaque cellule a une adresse et un contenu :

Adresse	Contenu
0100	15
0101	FF
...	...

EXEMPLE

Une barrette mémoire de 4Go contient 2^{32} cellules mémoires de 1 octet.

La mémoire vive contient les programmes en cours d'exécution et les données en cours d'utilisation. Son contenu est **volatile** : il s'efface lorsque l'ordinateur est éteint.

3B. Quelles sont les principales caractéristiques?

Les barrettes mémoires ont différentes caractéristiques, voici par exemple un zoom sur une étiquette :



Les principales caractéristiques :

- usage : portable, PC fixe ou serveur ;
- capacité ;
- génération ;
- fréquence.

3C. Usage

Les barrettes de RAM sont différentes selon l'usage :



Usage	Particularité
Portable	Format SODIMM (image 1 ci-dessus)
PC Fixe	Format DIMM (image 2 ci-dessus)
Serveur	Format DIMM mais intègre une fonction de contrôle et de correction d'erreurs (ECC)

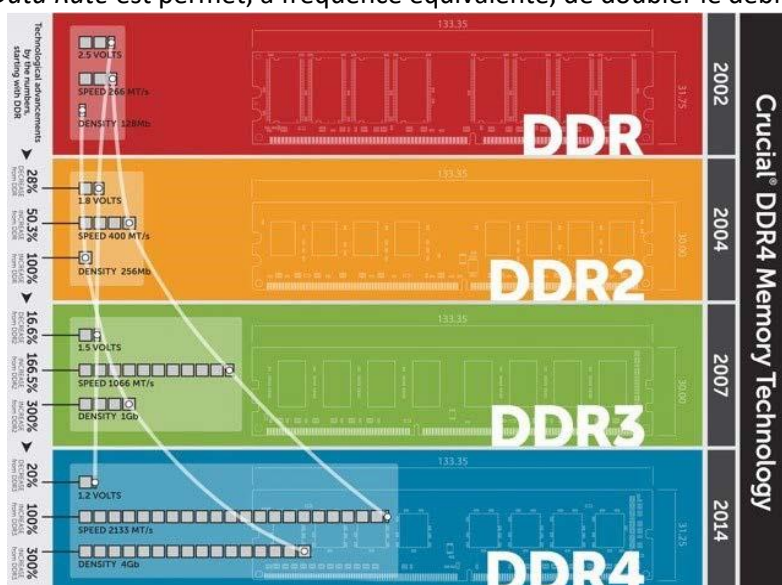
3D. Capacité

La capacité d'une barrette de RAM s'exprime en Gio. Toutes les cartes mères proposent plusieurs emplacements, donc les capacités peuvent se cumuler.



3E. Génération

La génération d'une barrette de RAM est codée sous le nom DDR, DDR2, DDR3, DDR4, etc. DDR signifie *Double Data Rate* et permet, à fréquence équivalente, de doubler le débit théorique d'échange avec le CPU :



Les barrettes de différentes générations ne sont pas compatibles. La RAM dédiée aux cartes graphiques est notée GDDR.

3F. Fréquence

La fréquence de la barrette est codée sous le nom PCxxxx. Voici quelques exemples en DDR4 :

Nom	Fréquence interne Mhz	Fréquence du bus Mhz	Débit théorique Moi/s
PC4-12800	200	800	12800
PC4-19200	300	1200	19200
PC4-25600	400	1600	25600

Les barrettes d’une même génération mais d’un débit différent sont compatibles. Le système fonctionnera à la fréquence la plus faible.