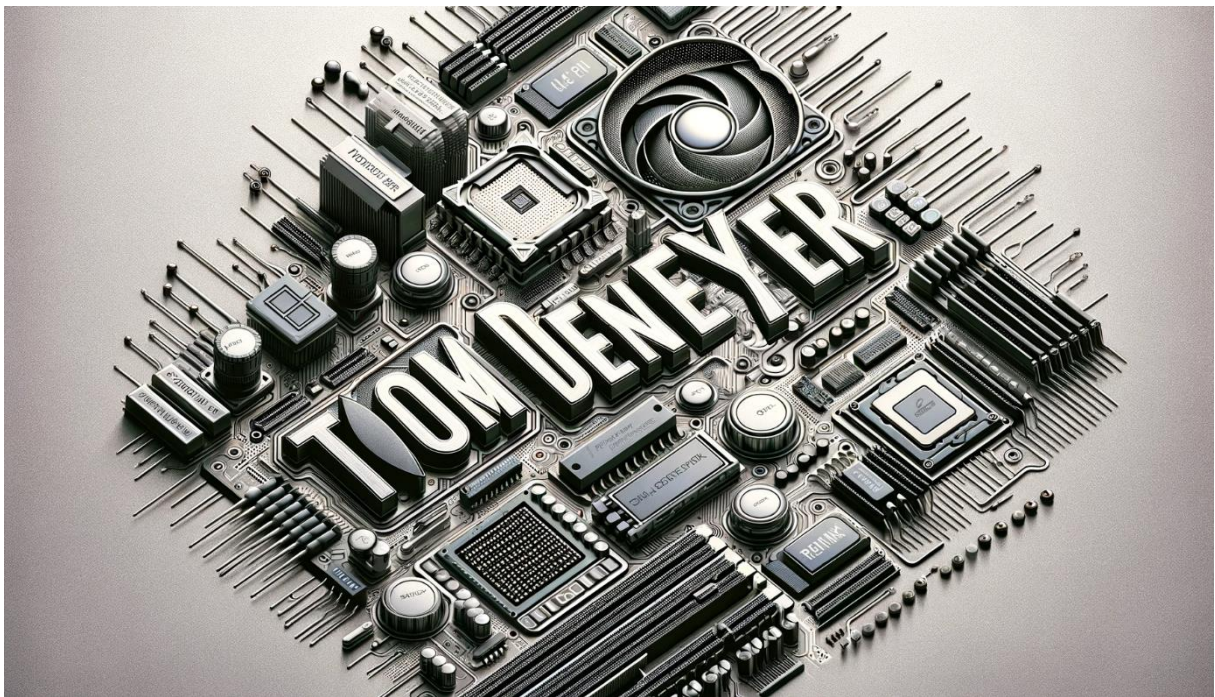


Architecture des Systèmes

Théorie

Synthèse



Rappels	5
Unités:	5
Bande passante (bandwidth)	5
Latence	5
Sources d'erreur	5
CPU (Central Processing Unit)	6
Utilité	6
Composition	6
(1) Unité de contrôle	6
(2) ALU (Arithmetic Logical Unit)	6
(3) Registre	6
(4) FPU (Floating Point Unit)	6
(5) Unité Vectorielle	6
(6) Mémoire cache L1	7
(7) Mémoire Cache L2	7
(8) Entrées-Sorties	7
Hiérarchie Mémoire	7
Architectures CPU à plusieurs Cœurs	7
Spécification CPU	7
Finesse de gravure	7
Format du processeur	8
Fréquence	8
Overclocking	8
CPU Ration Variable (TurboBoost)	8
Thermal Throtting	9
TDP (Thermal Design Power)	9
Refroidissement Processeur	9
Passif	9
Dissipateur thermique	9
Caloducs (Heat Pipe)	9
Chambres à vapeur (Vapor Chamber)	9
Actif	9
Ventirad	9
Watercooling	9
Pates et PAD	10

Amélioration des CPU -----	10
Parallélisme -----	10
CPU superscalaire -----	10
Pipeline (n° d'instruction par cycle) -----	10
Simultaneous Multithreading (SMT) -----	10
Vitesse d'un CPU -----	11
Jeu d'instructions -----	11
Benchmark -----	11
RAM (Random acces Memory) -----	12
Utilité -----	12
Type de RAM -----	12
Généralités -----	12
Fréquence de fonctionnement -----	12
Calcul des latences -----	12
Canaux -----	13
Mémoires ECC -----	13
Disque Dur et SSD -----	14
Périphériques de stockage -----	14
HDD (Hard Disk Drive) -----	14
Plateaux -----	14
Têtes de lecture/écriture -----	14
Caractéristiques techniques -----	14
Interface -----	14
Temps d'accès -----	14
IOPS (Input/output operations per second) -----	15
Système de suppression des données -----	15
SSD (Solid-State Drive) -----	15
Généralités -----	15
Type de mémoire NAND flash -----	15
Autres formats SSD -----	15
HDD VS SSD -----	16
RAID -----	16
Carte Mère (MotherBoard) -----	18
Utilité -----	18
BIOS -----	18

Socket (CPU) -----	18
Slots Barrettes de RAM-----	18
Connecteurs pour cartes d'extension-----	18
Chipset -----	18
Formats -----	19
Ordre de priorité pour une Mobo -----	19
Alimentation -----	20
PSU (Power Supply Unit)-----	20
Calcul de la puissance nécessaire-----	20
Rendements -----	20
Formats -----	20
Connectivité -----	20
Comment choisir ? -----	20
GPU (Graphics Processing Unit) -----	21
Utilité -----	21
Format GPU -----	21
Caractéristiques GPU -----	21
Calcul de puissance -----	21
Exemple Calcul pratique -----	22
Mémoire graphique-----	22
Bande passante mémoire -----	22
Interface -----	22
Consommation (TDP vs TGP) -----	22
Sortie graphiques-----	22
Boitiers -----	23
Format-----	23
Eléments importants -----	23
Ecrans -----	23
Généralités -----	23
OLED -----	23
Résumé technologies d'écrans -----	24

Rappels

Unités:

- Bit = Valeur 0 ou 1
- 1 octet = 8bits
- 1 byte = 8bit (1 octet)
- Utilisation du SI

Bande passante (bandwidth)

- bps, b/s ou bit/s (bit pas seconde)
- Bps, B/s, Byte/s, octet/s (octet par seconde)
- Pour augmenter le debit
 - 1) Augmenter les fréquences
 - 2) Augmenter le nombre de canaux

Latence

- Délai entre les communications (entre A et B)
- Unité : ms, μ s, ns
- Anglicisme : Lag, ping
- Bridé par la propagation des électrons (273000km/s) ou vitesse fibre optique
- Même si fréquence augmenté ou plus de canaux, la latence reste la même, seul moyen est de rapprocher A et B

Sources d'erreur

- L'utilisateur
- Développeurs
- Pannes/usures matérielle

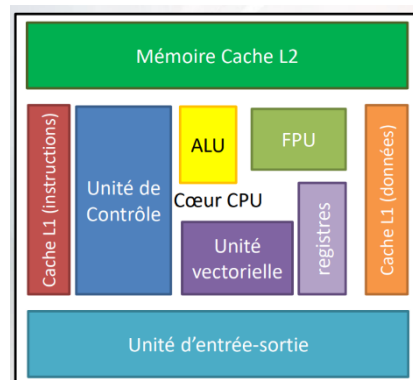
CPU (Central Processing Unit)

Utilité

- Faire des calculs
- Gérer les déplacement de données

Composition

- Transistors :
 - Semiconducteur (comme amplificateur ou interrupteur à commande électrique)
 - ➔ Comme porte logique
- Mémoires :
 - Fournir les données aux transistors et stocker le résultat
- Bus de données :
 - Enter et sortir les données du CPU



(1) Unité de contrôle

- Séquenceur
- Synchronise les différents éléments du CPU
- Prend beaucoup de place
- L'améliorer optimise beaucoup le processeur

(2) ALU (Arithmetic Logical Unit)

- Calcul des fonctions basiques, calculs arithmétiques et opérations logiques (portes)
- Nombre Entiers seulement

(3) Registre

- Eplacement mémoire internet au CPU
- Données temporaires
- Débit le plus rapide dans l'ordinateur
- Très cher
- Faible capacité (moins d'1ko)

(4) FPU (Floating Point Unit)

- Calculs de floats (avec des nombres réels)
- Oprétations complexes (trigonométrie, racines, etc)
- Beaucoup utilisé par le multimédia

(5) Unité Vectorielle

- Jeux d'instructions complémentaires (MMX, 3Dnow!, SSE...
- Plusieurs données en même temps avec la même opération
- Unité SIMD (Single Instruction Multiple Data), jusqu'à 512bits à la fois

(6) Mémoire cache L1

- Stock les prochaines instructions à exécuter (buffer ?)
- Très rapide mais moins que le registre
- Ex de taille : 2x32ko

(7) Mémoire Cache L2

- Même principe que L1
- Plus grande quantité, 256 à 1024ko
- Plus lente que L1

(8) Entrées-Sorties

- Gère les communications avec l'extérieur du CPU (Ram, GPU, etc)
- Plus ou moins grande en fonction des CPU

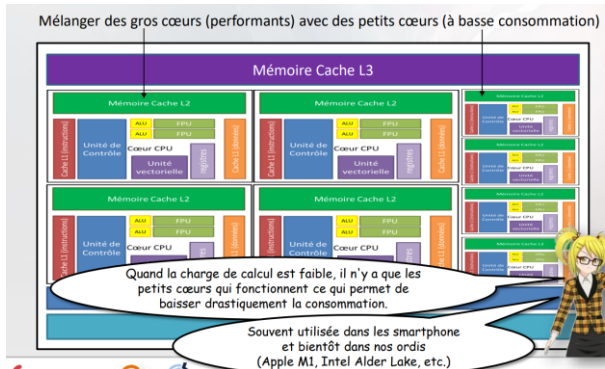
Hiérarchie Mémoire

Type	Latence (ns)	Débit (Go/s)	Coût
Registre	0,02		++++++
Cache L1	2	210	+++++
Cache L2	5	80	++++
Cache L3	20	60	+++
RAM	60	40	+

(Cache L3 ! Liaison des autres caches sur un CPU à plusieurs Cœurs)

Architectures CPU à plusieurs Cœurs

Big Little :



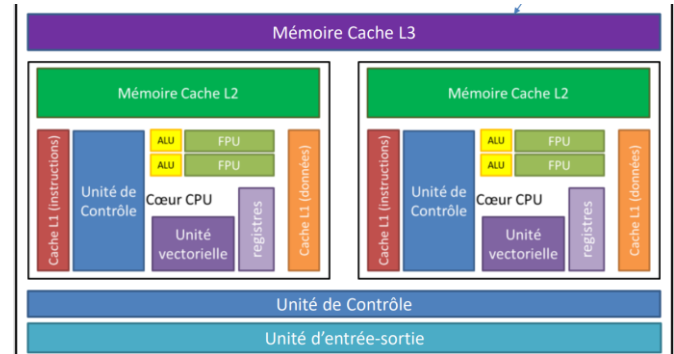
Mélange de gros cœurs performants avec petits cœurs moins gourmands pour optimiser les performances/consommations

Spécification CPU

Finesse de gravure

- Plus la finesse est élevée (valeur petite), plus les transistors sont petits
- Plus ils sont petits :
 - Consommation réduite



Deux cœurs :



Une unité de contrôle et d'entrée-sortie globales + Mémoire cache L3

- Chauffent moins
- Permet d'augmenter les fréquences
- Place réduite
 - Réductions des coûts/surface
 - Augmente le nombre de fonctionnalités
 - Plus ils chauffent
 - Il faut diminuer la fréquence...

Format du processeur

constructeur	laptop	desktop	server
	Socket 1090 Socket 1356 Socket 1440	Socket 1151 Socket 1200 Socket 2066	Socket 2066 Socket 3647
	Socket FP5 Socket FP6	Socket TRx4 Socket AM4	Socket SP3

Les formats changent toutes les deux à quatre générations.

Fréquence

- Horloge interne du CPU
- Fréquence interne du processeur = CPU Ratio x Fréquence de base
 - Fréquence de base = 100MHz
 - CPU Ratio dépend du CPU

Overclocking

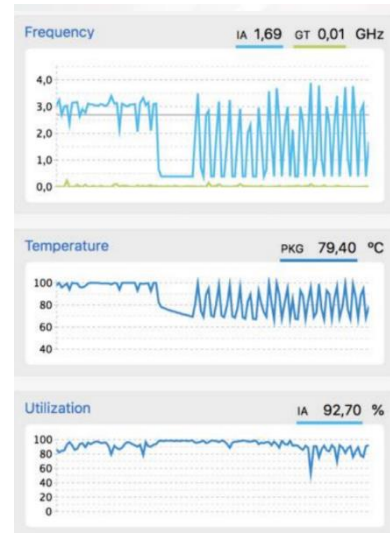
- Augmentation de la Fréquence de base et/ou du CPU Ratio
- Ex :
 - 100MHz et 38 de base (= 3.8GHz) → 102MHz et 50 (=5.1GHz)
- Problème :
 - Chauffe +
 - Seulement quelques %
 - Coefficients verrouillés sur de nombreux CPU
 - Parfois nécessaire d'augmenter la tension → Chauffe plus

CPU Ration Variable (TurboBoost)

- Overclocking automatique du CPU (ex : de 3.6GHz à 5GHz)
- Meilleur cas :
 - L'ordinateur n'est pas suffisamment refroidit et n'atteint presque jamais voir jamais les fréquences annoncés
- Pire cas : Thermal Throtting

Thermal Throtting

Lorsque le CPU essaye de varier la fréquence en fonction de la chaleur mais que la chaleur décent, la fréquence augmente donc ça chauffe, donc la fréquence diminue, ainsi de suite...



TDP (Thermal Design Power)

$$TDP = k \cdot V^2 \cdot f$$

- k = constante (fonction du processeur)
- V = tension électrique
- F = fréquence
- TDP watts (W)
- Il faut adapter le refroidissement du CPU en fonction du TDP

- Si la tension est trop basse, l'ordi plante. Ex : Tension entre 0.87V et 1.4V

Refroidissement Processeur

Passif

Dissipateur thermique

(pour faibles TDP)

Augmenter la surface d'échange avec l'air pour dissiper la chaleur

Caloducs (Heat Pipe)

Tubes métalliques, permettant de transférer la chaleur via l'évaporation et la condensation d'un gaz/liquide dans ces tubes.

Très utilisés dans les laptops et ventirads

Chambres à vapeur (Vapor Chamber)

Même principe qu'un caloduc, avec une surface d'échange plus grande, comme une boîte.

Actif

Ventirad

- Dissipateur thermique avec un ventilateur dessus
- Utilisé dans 99% des cas
- Parfois bruyants, plus il est grand moins il est bruyant car tourne moins vite

Watercooling

- Meilleur encombrement, donc meilleur airflow

- Dissipation thermique via l'échange de liquide depuis le CPU jusque des ventilateurs qui soufflent en dehors du boîtier (meilleure optimisation des chaleurs)
- Besoin d'entretiens réguliers, attentions aux fuites...

Pates et PAD

- Surfaces entre dissipateurs et CPU pas totalement planes donc besoin d'un conducteur thermique entre les deux
- ⇒ Pate : Appliquer, liquide. Durée de vie de 1 à 5ans.
- ⇒ PAD : Coller, solide.
- Adapter en fonction des TDP

Amélioration des CPU

- La fréquence (+25% en 15ans)
- IPC pour instructions par cycle (= efficacité d'un cœur, +100% en 15ans)
- Parallélisme (+3200% en 15ans)

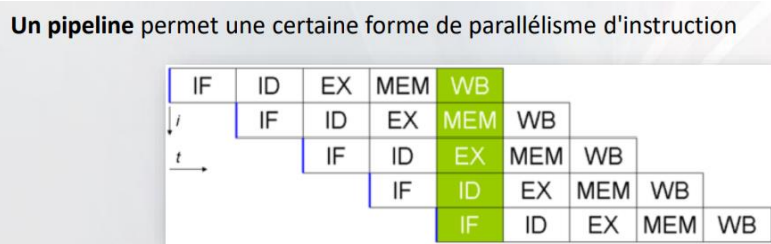
Parallélisme

- Dédoubler certaines unités de calcul
- ➔ Augmenter le nombre d'instructions par cycle
- Multicoeurs, Multiprocesseurs, Multithreading simultané

CPU superscalaire

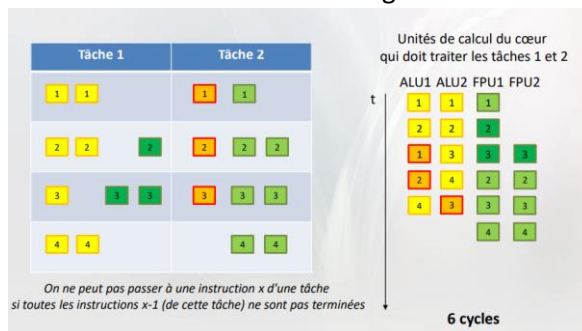
- Augmenter le nombre de ALU / FPU pour pouvoir faire plusieurs calculs en même temps.

Pipeline (n° d'instruction par cycle)



Simultaneous Multithreading (SMT)

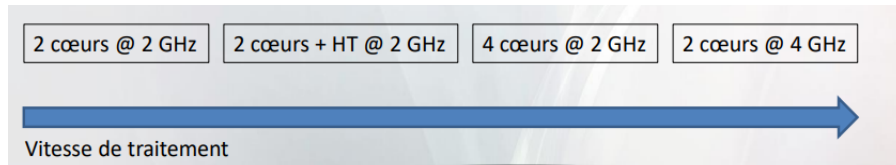
- Multiplier virtuellement le nombre de cœurs du CPU sans ajouter d'unité de calcul.
- Ex : 4 cœurs avec un SMT de degrés 2 : 8threads



Vitesse d'un CPU

Flops = nombre(cœurs)*fréquence*Flop/cycle

Calculé, par défaut, sur des nombres flottants de 32bits



Jeu d'instructions

- Ensemble des instructions machine qu'un processeur peut exécuter
- Assurer la compatibilité avec le matériel
- Les deux jeux majeurs :
 - X86 (Windows)
 - ARM (Téléphone, tablettes, ... apple)

Benchmark

- Benchmark synthétique
 - Logiciel dans le seul but d'évaluer les performances
 - Marketing...
- Benchmark Applicatif
 - Mesure dans un jeux vidéo ou logiciel
 - Résultats varient d'un logiciel à l'autre

RAM (Random acces Memory)

Utilité

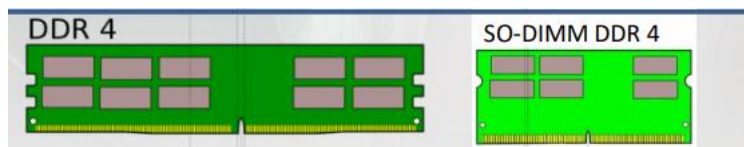
- Contient les données utilisés par le CPU pour les calculs, les résultats des calculs, programmes en cours d'exécution
- Mémoire vive : données perdues quand l'alimentation est interrompue

Type de RAM

- DRAM :
Mémoire vive du PC, dense, pas cher, assez rapide
- SRAM :
Mémoire cache, moins dense, plus cher, plus rapide
- DDR (Double Data Rate, optimisé pour les latences CPU)
- GDDR (Graphics DDR, optimisé pour les débits GPU)
- HBM (Hight Bandwidth Memory, optimisé pour les debit GPU mémoire empilée et soudée)

Généralités

- Capacité : Go
- Type de mémoire (DDRx)
- Format (DIMM (pc fixe), SO-DIMM (pc portable))



- Fréquence (MHz)
- Timing (latence)
- Canaux
- Fonctionnalités
- Refroidissement
- Si pas assez de RAM, le CPU utilise le support de stockage (HDD, SSD...) comme RAM

Fréquence de fonctionnement

- $\text{Fréquence} \times \text{bus} = \text{débit}$
Ex : $2800\text{MHz} \times 64\text{bits} = 179.200 \text{ Mb/s} = 22.400 \text{ Mo/s}$

Calcul des latences

→ tCLK pour exprimer les latences en cycles (1/fréquence)

$$\text{DONC temps de cycle} = \frac{1}{(\text{fréquence en Hz})/2} \text{ ns} \quad (\text{ex : } 4000\text{MHz} = 4 \times 10^9)$$

tCAS = temps de cycle * CASLatency (le CL18 par exemple, CASLatency = 18)

ex : $0.5(\text{ns}) \times 18(\text{ns}) = 9\text{ns}$

Canaux

- Canaux mémoire = Multi-channel
- Possibilité d'utiliser plusieurs canaux en même temps suivant la carte mère et le CPU
→ Dual Channel
- Peut aller jusqu'à dodéca-canal (12)
- ATTENTION, Barrettes identiques

Mémoires ECC

- Error Correction Code :

Ajouter des bits dédiés à la détection et correction d'erreur.

Disque Dur et SSD

Besoin de sauvegarder les données de manière permanente = mémoire morte :

Périphériques de stockage

- HDD (disques durs, mécaniques/magnétiques)
- SSD (disque électronique)
- SSHD (HDD avec un petit SSD inclus)
- eMMC
- Clé USB et cartes SD

HDD (Hard Disk Drive)

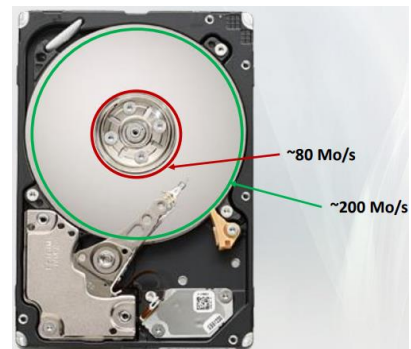
Plateaux

- Plateaux gravés, vitesse constantes
- Plus la vitesse est élevée
 - Meilleur débits
 - Meilleures latences
 - Moins bonne consommation

Têtes de lecture/écriture

- Electro-aimants qui se baissent ou se soulève.
- 3nm de la surfaces

Débits Varient en fonction de l'emplacement de la donnée sur le plateau :



Caractéristiques techniques

- Capacité en Go ou To
- Taille en pouce (2.5 ou 3.5)
- Nombres de plateaux
- Densité en bit per inch (bpi) et track per inch (tpi)
- Interface Stata, temps d'accès, IOPS, mémoire cache...

Interface

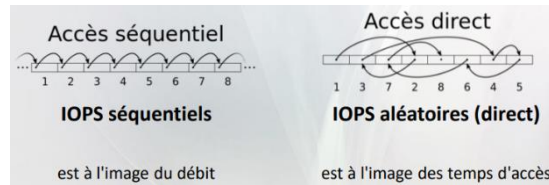
- SATA (I, II, III)
- Pour disque dur normal : SATA (half duplex)
- Pour disque dur serveur : SAS (full duplex)

Temps d'accès

- Temps moyen pour accéder à la bonne piste (seek time)
- Temps de Latence = délai entre trouver la piste et synchroniser les données ($= [60/\text{rpm}]/2$)
- Temps d'accès Réel (access time) = Temps d'accès moyen + temps de latence (en ms)
- Ex : 7200rpm, seek time= 8.7ms \rightarrow AccesTime = $8.7 + ((60/7200)/2) = 12.96\text{ms}$

IOPS (Input/output operations per second)

Sans unités, parfois Mo/s



Système de suppression des données

Un HDD n'efface jamais, effacer revient à invalider la donnée et donc dire au PC qu'elle n'est plus accessible contrairement à l'emplacement de celle-ci

SEUL moyen d'effacer une donnée est de réécrire 7x par-dessus l'emplacement

SSD (Solid-State Drive)

Généralités

- Purement électronique
- Résiste mieux aux chocs + vibrations
- Moins de pannes
- Plus faible consommation, pas de bruit
- Utilisation mémoire flash
- Interface SATA
- Plus cher

Type de mémoire NAND flash

Type de mémoire		Taille d'une cellule	Tarif	Perfs	Durée de vie écritures max
SLC	Single Level Cell	1 bit	€€€€€€€	+++++	~ 100 000
MLC	Multi Level Cell	2 bit*	€€€€€	++++	~ 10 000
TLC	Triple Level Cell	3 bit	€€€	+++	~ 3 000
QLC	Quadruple Level Cell	4 bit	€€	+	~ 1 000

Autres formats SSD

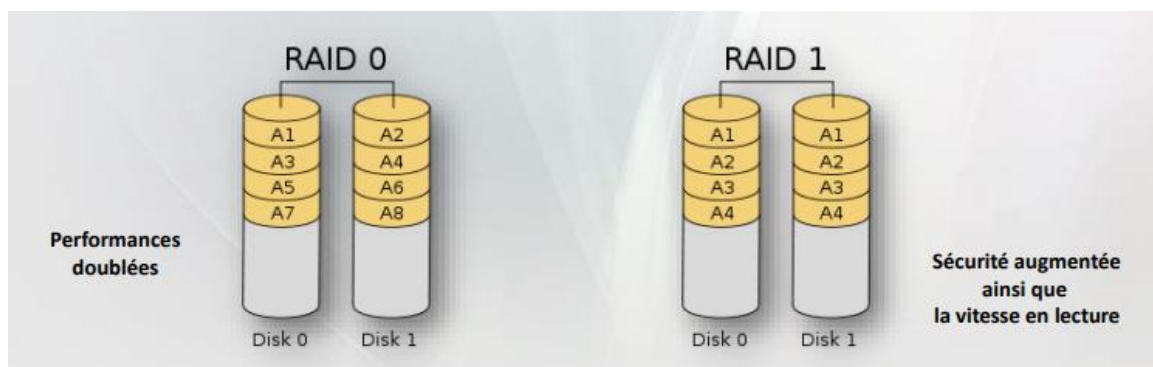
- Carte d'extension PCI-express
- mSATA (SATA3.1) généralement pour PC portable
- Cartes M.2 (SSD SATA, SSD NVMe, PCIe, USB,...)
- U.2 (anciennement SFF-8639, utilise 4 lignes PCI-Express comme les SSD M2 NVMe, jusqu'à 4Go/s)

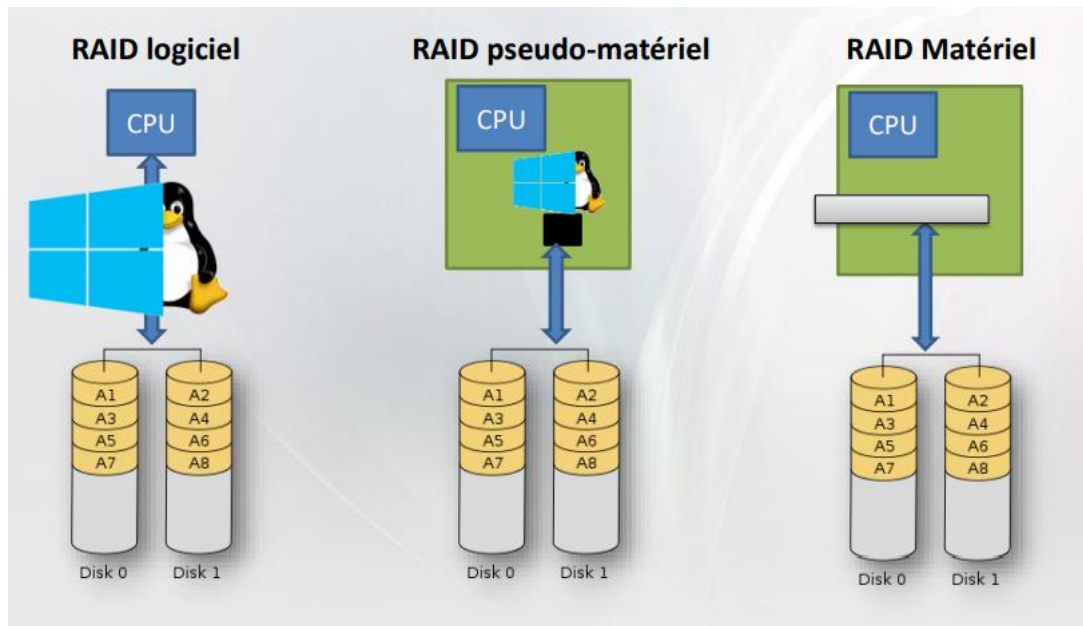
HDD VS SSD

Caractéristique	SSD	Disque mécanique
Temps d'accès aléatoire	Environ 0,1 ms	8-16 ms
Vitesse de lecture/écriture	+ de 500 Mo/s (format disque) + de 7 Go/s (NVMe)	Jusqu'à 300Mo/s
Fragmentation	Aucun effet	Ralentissement de l'utilisation des fichiers
Bruit	Aucun	Variable
Vulnérabilités	Usure de la capacité de stockage	Chocs et vibration, sensibles aux champs magnétiques
Masse	Quelques dizaines de grammes	Jusqu'à près de 700 g
Durée de vie	Bonne pour les MLC 3D, à condition d'utiliser TRIM AFR 1%	MTBF 500.000 heures - 1 500 000 heures (idem SSD) AFR 1%
Temps de rétention	1 à 10 ans	minimum 5 ans
Rapport coût-capacité	<0,1 €/Go (QLC) - 0,2 €/Go (MLC)	~ 0,03 €/Go
Capacité de stockage	Jusqu'à 8 To pour le peuple (~1000 €)	Jusqu'à 18 To (~800 €)
Consommation	0,1 - 0,9 W (veille) jusqu'à 0,9 W (activité)	0,5 à 1,3 W (veille) 2 à 4 W (activité)

RAID

➔ Augmenter la fiabilité des données contre les problèmes de stockage.





Carte Mère (MotherBoard)

Utilité

- Permet de connecter tous les composants et de les 'alimenter'
- Détermine complètement les possibilités d'évolutivité

BIOS

- Programme stocké dans une mémoire morte de la carte mère (ROM)
- Sert à
 - Initialiser tous les composants
 - Identifier les composants connectés
 - Ordre de priorité des périphérique de stockage
 - Démarrer l'OS
- Remplace l'UEFI(Unified Extensible Firmware Interface), qui n'est pas le BIOS
- Accessible via une touche lors du démarrage
- Possibilité de modifier les fréquences, vitesse, activer/désactiver des connecteurs, etc
- Paramètres conservés dans une petite mémoire CMOS qui reste alimentée en permanence (via une pile ou des condensateurs)
 - On peut clear le CMOS pour rétablir les paramètres par défaut
- Flasher le Bios = Mettre à jour le BIOS

Socket (CPU)

Placé au milieu généralement, pour y connecter le processeur, il dépend de la marque et du modèle du CPU qu'on y branche.

Slots Barrettes de RAM

Emplacement DIMM ou SO-DIMM, pour y brancher de la RAM

Connecteurs pour cartes d'extension

Slots PCI-Express (tailles → x1, x4, x8, x16... Les x désignent le nombre de canaux de communications)

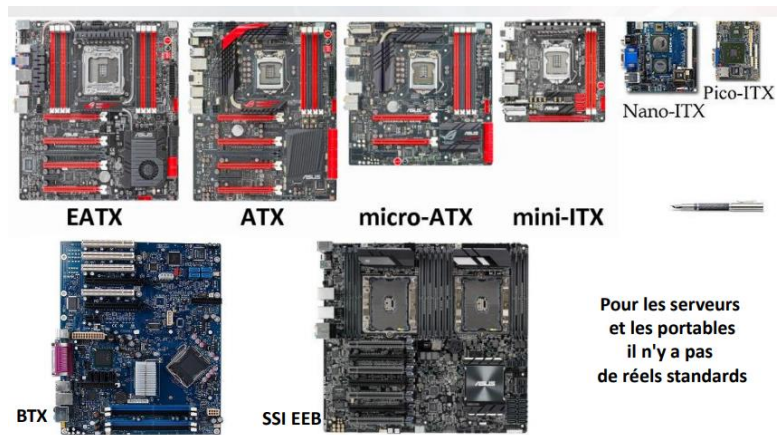
Chipset

Chef d'orchestre de la carte mère, souvent soudé à un dissipateur passif

Permet ou non de nombreuses fonctionnalités

- Installations de certains CPU/périphériques
- Overclocking, RAID pseudo-matériel, etc...
- Si problèmes de compatibilités, bottleneck possible.

Formats



Ordre de priorité pour une Mobo

1. Socket
2. Encombrement
3. Chipset
4. Connecteurs internes (PCIe, M2, SATA, DIMM)
5. Connecteurs entrées/sorties
6. VRM, refroidissement
7. Fonctionnalités additionnelles
8. Prix ???

Alimentation

PSU (Power Supply Unit)

- Délivrer des tensions stables
- Fournir une puissance suffisante
- Rendement élevé
- Etre silencieux
- Ne pas réchauffer la machine
- Avoir assez de connecteurs pour tous les composants

Calcul de la puissance nécessaire

- Petite configuration → ajouter une marge de 25 à 50% à la somme de la consommations de tous les composant en charge (activité maximale)
- Grosse configuration → $1.5 * (TDP\ CPU + TGP\ GPU + 100W)$

Rendements

Minimum gold car meilleur rapport rendement/prix, au-dessus trop cher pour pas beaucoup de gain.

Formats

Format standard = ATX, 80% du marché

Connectivité

Modularité = possibilité de brancher ou non les câbles que l'on utilise ou non sur l'alimentation.

- Modulaire
- Semi modulaire
- Non modulaire

Comment choisir ?

- Calcul de puissance nécessaire
- Format
- Nombre de connecteurs en suffisance (modulaire ?)
- Ventilation et nuisance sonore
- Rendements (gold préféré, bronze minimum)
- Marque/prix

GPU (Graphics Processing Unit)

Utilité

- Intermédiaire entre ordinateur et écran
- Décharge le + possible le CPU des calculs graphique
- Le plus important pour les performances 3D
- 1^{er} élément de priorité pour un jeu vidéo et calcul
- 3 constructeurs :
 - AMD / Nvidia / Intel

Format GPU

- Intégrés au CPU (peu performant mais suffisant pour de la bureautique (IGP = Integrated Graphics Processor)
- Soudé sur la carte mère (pour certain serveurs)
- Sur une carte graphique

Caractéristiques GPU

GPU : GeForce RTX 3070		
Référence	GA104-300	
Microarchitecture	Ampère	
Finesse de gravure	8 nm	
Processeurs de flux	5888	<- Effectuent la majorité des calculs
Unités FP64*	184	<- Pour le calcul scientifique (double précision)
TMUs	184	<- Texturing Memory Units
ROPs	96	<- Raster Operations Pipelines
RT Cores**	46	<- servent à accélérer les calculs de type Ray Tracing
Tensor Cores**	184	<- servent à accélérer les calculs d'IA
Fréquence de base	1500 MHz	
Fréquence de boost	1725 MHz	
Mémoire cache*	L1 : 46 x 128 Ko L2 : 4Mo	

* Rarement indiqué

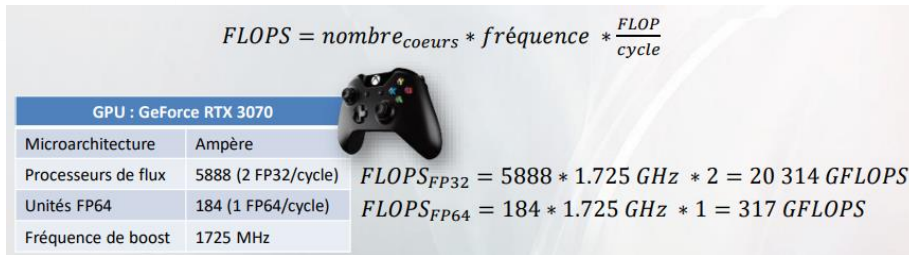
** Optionnel

Calcul de puissance

Même que les CPU.

FLOPS = Nombre(cœurs)*fréquence*FLOP/cycle

Exemple Calcul pratique



Mémoire graphique

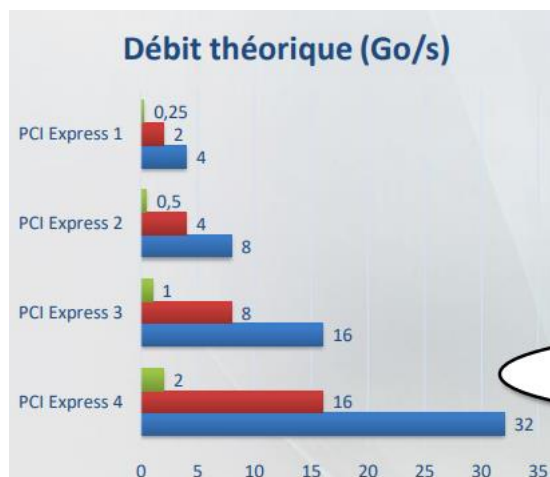
- VRAM
- Piège commerciale, un peu surestimée
- En avoir de trop ne va pas accélérer les choses, ne pas en avoir assez va fortement ralentir...

Bande passante mémoire

- Le plus sous-estimé
- Il faut alimenter les cœurs de calculs du GPU très rapidement pour ne pas le brider. → bande passante assez grosse nécessaire
- $Fréquence \text{ de fonctionnement} \times largeur \text{ de bus} = Bande \text{ passante mémoire}$

Interface

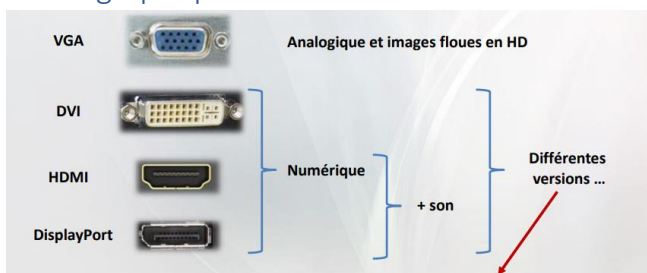
- Interface PCI-Express x16 → version 1,2,3 ou 4



Consommation (TDP vs TGP)

- TDP = Consommation du GPU seulement
- TGP = Consommation de toute la carte graphique
- (TBP = consommation de toute la carte + refroidissement + LEDs)

Sortie graphiques



Boitiers

Format

Standard = ATX

Autres : mini-iTX, micro-ATX, EATX...

norme serveur = 1U (44.5mm)

Éléments importants

- Modularité
- Connectivité
- **VENTILATION**
- Nuisance sonore
- Look (rgb GAY)
- Espace suffisant
- AIRFLOW

Ecrans

Généralités

- Taille différent de définition...
- Élément super important, souvent négligé
- Taille = diagonale en pouces
- Définition = L x H en pixel
- Luminosité (cd/m²)
- Taux de contraste (ratio)
- Fréquence de rafraichissement
- Temps de réponse
- Type de Dalle
- HDR (high Dynamic range)

OLED

Organic Light-Emitting Diode

- Plusieurs couches de matière organique, sous l'action d'un signal électrique, un photon est émis → pas besoin de rétro éclairage donc le noir est parfaitement noir

Résumé technologies d'écrans

Type de dalle	LCD			OLED	MicroLED
	TN	VA	IPS		
Pixel coupé	Blanc	Noir	Noir	Noir	Noir
Rendu des couleurs	de mauvais à moyen	bon	de bons à très bons	excellents	excellents
	Un peu meilleurs si QLED (et plus cher)				
Contrastes	de mauvais à moyens	de bons à très bons	de moyens à bons	parfaits	parfaits
	Un peu meilleurs si MiniLED (et beaucoup plus cher)				
Temps de réponse	de moyens à très bons	de mauvais à presque bons	de mauvais à bons	excellents	excellents
Angles de vision	mauvais	de moyens à bons	très bons	excellents	excellents
Luminosité	très bonne	très bonne	très bonne	de mauvaise à moyenne	excellente
Burn-in	Non	Non	Non	Oui	Non
Prix	peu cher	moyen	plus cher	cher	Hors de prix