Quelques notions de hardware

On va se concentrer sur le standard PC (Personnal Computer) qui existe depuis qu'IBM a sorti son premier ordinateur de bureautique nommé PC.
Suite à quoi d'autre fabricants, voyant qu'IBM n'avait pas déposé de brevet concernant son invention, se sont engouffrés dans la faille pour sortir des « Compatibles PC », la norme était née !

Alors que retrouve-t-on dans un PC ?

• Un processeur - CPU en anglais, signifiant Central Processor Unit. C'est le composant qui sert aux calculs.

Pour les CPU x86 il n'y a que deux marques : AMD et Intel.

• Une carte mère. Celle-ci est appelée mère car c'est sur cette dernière que sont branché tous les éléments dont des cartes filles comme les cartes graphiques, les cartes son interne (bien que maintenant ce soit généralement intégré à la carte mère), les cartes de communication … etc.
On y branche aussi les supports de stockage, la mémoire vive (RAM – Random Access Memory)

La carte mère intègre aussi un composant très important appelé chipset. Ce composant gère la communication entre les différents périphériques qui sont branchés sur la carte mère.

On trouve aussi un support de processeur appelé : Socket – qui diffère en fonction des marques et des modèles et génération de CPU.

On trouve ensuite tout la connectique d'alimentation en courant à l'aide de deux connecteur, un général et un plus petit dédié au CPU.

Et enfin toute la connectique pour les branchement des supports de stockage.

• Un système de refroidissement actif ou passif pour le CPU. Afin de refroidir le CPU qui chauffe lorsqu'on lui demande d'exécuter des tâches complexes, on dispose sur le dessus du composant un système fait de deux parties : Un radiateur et un ventilateur. On trouve plein de formes différentes dont l'efficacité diffère aussi mais le but est toujours le même : dissipé la chaleur emmagasiné par le processeur.
Afin de calibrer le système de refroidissement les fabricants de CPU nous donnes une valeur que leurs composants émettent en termes d'énergie calorifique. Cette valeur est exprimée en Watt. On retrouve cette valeur sous l'appellation TDP ou Thermal Design Process.

► Quelques exemples de système de refroidissement :

• Refroidissement par air :



• Refroidissement liquide / air :



Pour ce type de refroidissement un liquide circule entre un bloc de refroidissement situé sur le CPU et un radiateur, à l'aide d'une pompe, dont le but est de refroidir le fluide avec des ventilateurs et expulser la chaleur en dehors du boitier du PC.

• La mémoire – RAM

La mémoire est installée sur la carte mère sous la forme de barrettes. Cette dernière suit une norme appelé DDR ou plus précisément DDR SDRam.
DDR pour : Double Data Rate
SDRam pour: Synchronous Dynamic Random Access Memory

Ce type de mémoire succède à la SDRam mais aussi à la Rambus (spécifique à Intel). Elle utilise un système de double canal afin de doubler les performances, c'est pourquoi on retrouve généralement les barrettes par pairs afin de pouvoir activer le mode double canal dans le bios et ainsi bénéficier d'une vitesse de traitement doublée.

Actuellement nous en sommes à la cinquième génération de DDR avec la DDR 5. Qui a pour spécificité de pouvoir utiliser le mode double canal avec une seule et unique barrette.

La vitesse de fonctionnement était exprimée en MHz ou Méga Hertz c'est-à-dire en million de cycles par seconde mais a récemment été modifié pour être exprimé en MT/S ou Méga Transferts par Seconde. Effectivement le vitesse pure des cycles d'horloge ne correspondant pas exactement à la réalité de cycle de transfert de données les fabricants ont changé l'unité de mesure.

On trouve plusieurs informations lorsqu'on examine les spécifications d'une barrette de ram.
On trouve bien sûr une vitesse de transfert, mais aussi une tension de fonctionnement et aussi des latences. Toutes ces spécifications doivent correspondre à ce que la carte mère mais aussi le CPU peuvent supporter, il faut donc se référer aux données fournies par les constructeurs.
Alors pourquoi le CPU, car celui-ci intègre depuis déjà pas mal de temps, le contrôleur mémoire, ce qui n'était pas le cas avant ou ce rôle était endossé par la carte mère à l'aide d'un composant appelé NorthBridge.



Une barrette de DDR5

• Les ports PCI Express

Aussi appelé Interface PCI Expess, est un standard de bus local parallèle permettant de connecter des cartes d'extensions sur la carte mère d'un PC.
PCI : Peripheral Component Interconnect

Plus d'info ici :
https://fr.wikipedia.org/wiki/PCI_(informatique)
https://fr.wikipedia.org/wiki/PCI_Express

Définition d'un BUS :

Un bus en informatique est un système de communication qui permet de transmettre des données entre différents composants d'un ordinateur ou d'un réseau. Il s'agit d'un canal de communication partagé qui permet aux différents composants de s'échanger des informations.
Les bus sont utilisés pour relier les différents composants d'un ordinateur, tels que la mémoire, le processeur, les périphériques d'entrée/sortie, etc. Ils permettent de transmettre des données, des adresses et des signaux de contrôle entre ces composants.
Les bus peuvent être classés en différentes catégories, notamment :

- Bus système : relie le processeur, la mémoire et les périphériques d'entrée/sortie
- Bus de mémoire : relie la mémoire au processeur
- Bus d'extension : permet d'ajouter de nouveaux périphériques à l'ordinateur
- Bus de communication : permet de relier l'ordinateur à d'autres ordinateurs ou à des périphériques externes

Les bus peuvent également être caractérisés par leur largeur (nombre de bits transmis en parallèle), leur vitesse (fréquence à laquelle les données sont transmises) et leur protocole (règles de communication utilisées pour transmettre les données).

Pour définir les capacités de transfert d'un bus on utilise une valeur de largeur de bus. La largeur d'un bus est exprimée en bits. Un bit est l'unité de base de l'information numérique et représente une valeur binaire (0 ou 1). La largeur d'un bus est donc le nombre de bits qui peuvent être transmis en parallèle sur le bus.
Par exemple, un bus de 32 bits peut transmettre 32 bits d'information en même temps, tandis qu'un bus de 64 bits peut transmettre 64 bits d'information en même temps.
La largeur d'un bus est souvent exprimée en bits, mais elle peut également être exprimée en octets (ou bytes), où 1 octet = 8 bits. Par exemple, un bus de 32 bits peut également être exprimé comme un bus de 4 octets (32 bits / 8 bits par octet = 4 octets).

On retrouve aussi cette valeur sur les cartes graphiques lorsqu'on parle de BUS mémoire.

• Le SATA

Le SATA est un autre type d'interface de communication mais celui-ci est en série et non plus en parallèle. Il sert essentiellement à connecter les supports de stockage : disques durs ou SSD.

En fonction des cartes mères, ces dernières disposent de plus ou moins de ports et ces derniers peuvent avoir des débits différents.

SATA (Serial Advanced Technology Attachment) est un standard d'interface de stockage pour les disques durs, les disques durs SSD (Solid-State Drive) et les lecteurs de CD/DVD. Il a été introduit en 2003 pour remplacer l'interface IDE (Integrated Drive Electronics) plus ancienne.
Voici quelques caractéristiques clés de SATA :

- **Connexion série** : SATA utilise une connexion série pour transmettre les données, contrairement à l'interface IDE qui utilise une connexion parallèle.
- **Vitesse** : La vitesse de transfert de SATA a augmenté au fil des ans, passant de 1,5 Gbit/s (SATA 1) à 6 Gbit/s (SATA 3) et même 16 Gbit/s (SATA 3.2).
- **Câbles** : Les câbles SATA sont plus fins et plus courts que les câbles IDE, ce qui facilite l'installation et la gestion des câbles dans les ordinateurs.
- **Connecteurs** : Les connecteurs SATA sont plus petits que les connecteurs IDE et sont généralement situés sur la carte mère ou sur une carte d'extension.
- **Hot-swap** : SATA permet le hot-swap, ce qui signifie que vous pouvez ajouter ou supprimer des disques durs sans avoir à éteindre l'ordinateur.
- **Compatibilité** : SATA est compatible avec la plupart des systèmes d'exploitation, y compris Windows, macOS et Linux.

Il existe plusieurs versions de SATA, notamment :

- SATA 1 (1,5 Gbit/s)
- SATA 2 (3 Gbit/s)
- SATA 3 (6 Gbit/s)
- SATA 3.2 (16 Gbit/s)
- SATA Express (16 Gbit/s)
- M.2 (jusqu'à 32 Gbit/s)

• NVMe

NVMe (Non-Volatile Memory Express) est un protocole de stockage qui permet de communiquer avec les disques durs SSD (Solid-State Drive) et d'autres périphériques de stockage non volatils. Il a été introduit en 2011 pour répondre aux besoins de performances et de faible latence des applications modernes.
Voici quelques caractéristiques clés de NVMe :

- **Conception pour les SSD** : NVMe est conçu spécifiquement pour les disques durs SSD, qui ont des caractéristiques de performances et de latence différentes des disques durs traditionnels.
- **Protocole de communication** : NVMe utilise un protocole de communication optimisé pour les SSD, qui permet de réduire la latence et d'augmenter les débits de transfert.
- **Support de la parallélisation** : NVMe prend en charge la parallélisation, ce qui signifie que plusieurs commandes peuvent être traitées en même temps, ce qui améliore les performances.
- **Faible latence** : NVMe est conçu pour minimiser la latence, ce qui signifie que les données sont accessibles plus rapidement.
- **Débits de transfert élevés** : NVMe permet des débits de transfert très élevés, pouvant atteindre plusieurs milliards de bits par seconde.

Les avantages de NVMe par rapport à SATA sont :

- **Performances améliorées** : NVMe offre des performances de lecture et d'écriture plus élevées que SATA.
- **Faible latence** : NVMe a une latence plus faible que SATA, ce qui signifie que les données sont accessibles plus rapidement.
- **Support de la parallélisation** : NVMe prend en charge la parallélisation, ce qui améliore les performances.

Les disques durs NVMe sont généralement connectés via des interfaces telles que :

- **M.2** : une interface de stockage qui permet de connecter des disques durs NVMe directement sur la carte mère.
- **PCIe** : une interface de bus qui permet de connecter des disques durs NVMe via des cartes d'extension.

Les applications qui bénéficient de NVMe sont :

- **Les jeux vidéo** : qui nécessitent des performances élevées et une faible latence.
- **Les applications de traitement de données** : qui nécessitent des débits de transfert élevés et une faible latence.
- **Les serveurs** : qui nécessitent des performances élevées et une faible latence pour traiter les requêtes des utilisateurs.

• Les Blocs d’alimentation

Ces derniers sont tout aussi important que les autres composants car ils ont pour mission d’alimenter en électricité tout ce qui se trouve dans un PC.

Il y a en tout plusieurs tensions au sein d’un ordinateur et celles-ci doivent être régulées et stables afin que l’ordinateur ne subissent pas d’écart de tension.

On retrouve du 5V, du 12V du -5V, du 0V et une masse.

Pour classer les blocs on utilise la puissance qu’ils peuvent délivrer et ce en Watt.

Ainsi un bloc d’alimentation 500W doit pouvoir fournir, théoriquement cette puissance en sortie sur les différents canaux d’alimentation 5V / 12V / -5V. Il s’agit d’une somme. On peut ainsi voir les spécification d’une alimentation sur la notice de cette dernière et savoir exactement combien elle peut fournir sur chaque tension.

Il existe ensuite une norme le 80+ qui se sous-classe comme suit :

80+ Bronze
80+ Silver
80+ Gold
80+ Platinum
80+ Titanium

Il s’agit d’une norme qui permet de connaitre l’efficacité énergétique d’un bloc d’alimentation.

Pour détailler quelque peu, lorsqu’on fait passer du courant électrique dans un transformateur, il y a des pertes d’énergie sous différentes formes :

- **Pertes par résistance** : ces pertes se produisent lorsque le courant électrique traverse des composants tels que les résistances, les bobines et les transformateurs. La résistance de ces composants convertit une partie de l'énergie électrique en chaleur.
- **Pertes par hystérésis** : ces pertes se produisent dans les matériaux ferromagnétiques tels que les noyaux de transformateurs et les bobines. Lorsque le champ magnétique change, les particules magnétiques doivent se réorienter, ce qui nécessite de l'énergie.
- **Pertes par courants de Foucault** : ces pertes se produisent dans les conducteurs électriques lorsqu'ils sont soumis à un champ magnétique variable.

Les courants de Foucault sont des courants électriques qui circulent dans les conducteurs et qui peuvent provoquer des pertes d'énergie.

- **Pertes par commutation** : ces pertes se produisent lors de la commutation des composants électroniques tels que les transistors et les diodes. Lorsque ces composants sont commutés, ils peuvent provoquer des pertes d'énergie due à la résistance et à la capacité.
- **Pertes par conduction** : ces pertes se produisent lorsque le courant électrique traverse les composants tels que les diodes et les transistors. La conduction de ces composants peut provoquer des pertes d'énergie due à la résistance et à la capacité.
- **Pertes par radiation** : ces pertes se produisent lorsque l'énergie électromagnétique est rayonnée dans l'espace. Cela peut se produire dans les composants tels que les antennes et les transformateurs.
- **Pertes par dissipation thermique** : ces pertes se produisent lorsque l'énergie électrique est convertie en chaleur due à la résistance et à la capacité des composants.

Lorsqu'on apporte une énergie en entrée et qu'on la compare à celle disponible en sortie on obtient un rapport. Celui-ci se nomme : efficacité énergétique ou rendement.

La norme 80+ estime qu'au minimum on obtient 80% de rendement.
Plus on monte dans la norme Bronze < Silver < Gold < Platinum < Titanium, plus le rendement est proche des 100%
Ceci grâce à l'utilisation de composant de meilleure qualité mais donc plus cher.

Les blocs d'alimentation de PC qui répondent à la norme 80+ sont classés en fonction de leur niveau d'efficacité énergétique, qui est représenté par une couleur :

- **80+ Bronze** : 82% d'efficacité énergétique à 20% de charge, 85% d'efficacité énergétique à 50% de charge et 82% d'efficacité énergétique à 100% de charge
- **80+ Silver** : 85% d'efficacité énergétique à 20% de charge, 88% d'efficacité énergétique à 50% de charge et 85% d'efficacité énergétique à 100% de charge
- **80+ Gold** : 90% d'efficacité énergétique à 20% de charge, 92% d'efficacité énergétique à 50% de charge et 90% d'efficacité énergétique à 100% de charge
- **80+ Platinum** : 92% d'efficacité énergétique à 20% de charge, 94% d'efficacité énergétique à 50% de charge et 92% d'efficacité énergétique à 100% de charge
- **80+ Titanium** : 94% d'efficacité énergétique à 20% de charge, 96% d'efficacité énergétique à 50% de charge et 94% d'efficacité énergétique à 100% de charge

• Les cartes graphiques

Ces dernière servent à l'affichage sur un ou plusieurs écrans mais aussi à l'accélération des certains calculs complexes qui sont alors déportés sur ce composant au lieu d'être traité par le CPU.

Le principal composant d'une carte graphique est son processeur : GPU (Graphics Processing Unit).

On retrouve aussi de la mémoire nommée VRam pour Vidéo Ram qui est à la norme GDDR. Cette dernière est directement soudée sur la carte et communique avec le GPU via un bus.
Les bus d'une carte graphique sont assez larges si on compare avec les autres bus d'un PC.

En fonction des modèles on retrouve des bus de 256 Bits / 192 Bits / 128 Bits

L'architecture des GPU fait qu'ils comportent énormément de cœurs de différents types et très spécialisés.

Exemple avec la dernière AMD Radeon RX 9070 XT :

Processeurs de flux : 4096
Cœurs AI : 128
Cœurs de calcul de raytracing : 64
Compute Units : 64

Ce qui est beaucoup mais alors beaucoup plus que les cœurs qu'on retrouve sur les CPU qui sont pour les modèles grand public dans des valeurs de 6 / 8 / 12 / 16 voire 20 avec les modèles très haut de gamme.

Tout comme pour les CPU les GPU nécessite un refroidissement qui est déjà intégré sur la carte mère. Ce dernier refroidit le GPU mais aussi la VRam et les différents étages d'alimentation.

Pour les calculs qu'on lui demande une carte graphique demande beaucoup d'énergie électrique : entre 180 et 350W pour du moyen de gamme et ça peut monter beaucoup plus haut avec le très haut de gamme on parle de plus de 600W pour une RTX 5090 de chez nVidia.

Pour alimenter une carte graphique, en plus de l'alimentation apporté par le port PCI Express, on trouve des connecteurs d'alimentation additionnels.