

Matériel PC

Hainaut Patrick 2024

But de cette présentation

- Est présenté ici, le matériel utilisé dans un PC et plus particulièrement dans un poste de travail
- Nous en profitons pour aborder quelques notions essentielles de structure des ordinateurs

Poste de travail (Personal Computer)

Un exemple de PC que l'on peut rencontrer dans un environnement domestique ou professionnel



Constitution du poste de travail

Le PC est composé:

- d'un boîtier
- d'une alimentation
- d'une carte mère
- d'un processeur
- de mémoire vive
- d'un disque dur
- Eventuellement d'un lecteur/graveur DVD ou Blue-ray
- Éventuellement de cartes périphériques

Boitier (Case)

- C'est l'élément qui va accueillir le reste de notre matériel, et il devra être choisi en fonction
- Son facteur de forme (ses dimensions) dépendra de la dimension de la carte mère, du nombre de baies nécessaires et de la place disponible dans l'environnement de travail
- On trouve principalement deux formes:
 - Les boitiers de bureau (desktop)
 - Les tours (tower)

Boitier

le desktop:



la tour:



Boitier

- On trouve des boitiers de tous les prix avec ou sans alimentation
- Le mieux est prendre un boitier sans alimentation de manière à pouvoir optimiser le choix de l'alimentation en fonction du matériel composant le PC
- Plus le boitier sera bon marché, moins il sera rigide et plus les arrêtes métalliques seront coupantes
- On veillera à ce que le boitier soit équipé d'au moins un ventilateur de châssis pour optimiser le refroidissement de l'ensemble

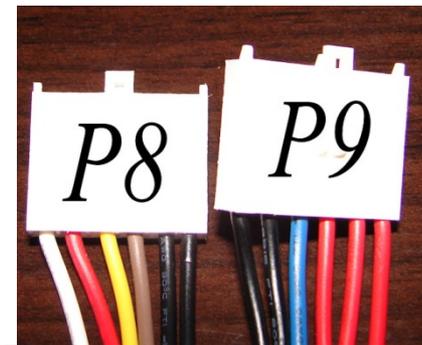
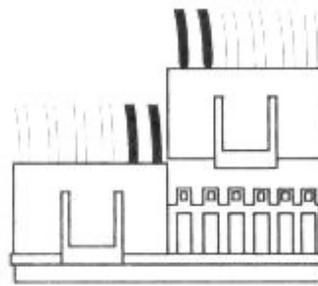
Boitier - choix

- Exemple: Corsair 3000D Airflow (Noir) moyen tour à +/- 90€ chez LDLC



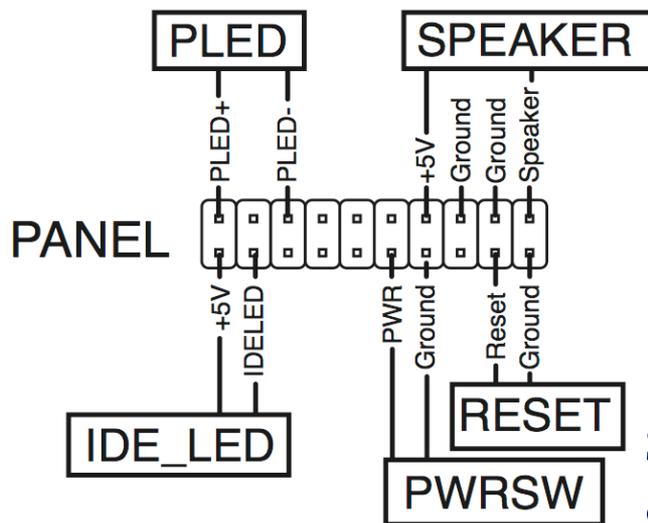
Alimentation (Power supply)

- Elle apporte l'énergie à la carte mère et aux périphériques
- Elle doit être dimensionnée pour fournir assez de courant aux composants installés et permettre l'ajout d'autres composants
- La norme actuelle est la norme ATX qui remplace la norme AT (depuis longtemps)



Alimentation - ATX

- Dans la norme ATX (Pentium II et postérieur), l'interrupteur de mise en service (Power Switch) est connecté sur la carte mère et le réseau électrique est connecté en permanence sur la carte mère (même si parfois un interrupteur de sécurité existe sur l'alimentation)



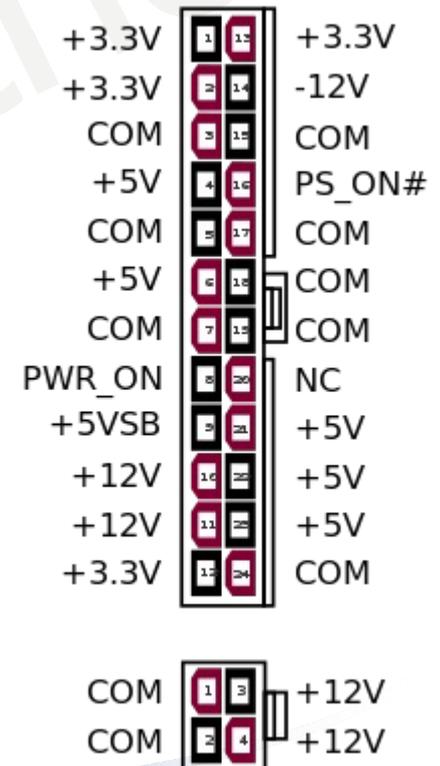
Si on court-circuite ces 2 bornes avec un tournevis, le PC démarre



Interrupteur de sécurité qui coupe le 220VAC, ne sert pas à démarrer le PC

Alimentation - ATX

- La norme ATX évolue, et pour la version 2.0, on est passé à un connecteur d'alimentation de carte mère principal de 24 broches
- Pas de changement pour ce connecteur au niveau de la norme 3.0
- Si vous remplacez votre ancienne carte mère par une autre de nouvelle génération, vous devrez peut être changer d'alimentation
- Et si votre alimentation est trop vieille, elle ne comportera pas tous les connecteurs nécessaires (pcie 5.0 par exemple)



Alimentation - ATX

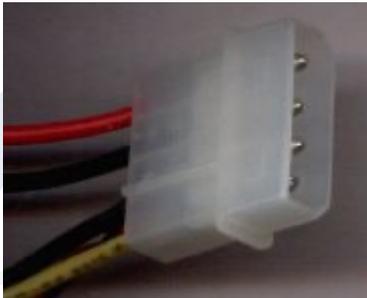
- Connecteur ATX 24 broches avec les couleurs des câbles et la tension de sortie correspondante

Couleur	Signal	Pin	Pin	Signal	Couleur
Orange	+3.3 V	1	13	+3.3 V	Orange
				+3.3 V sense	Brun
Orange	+3.3 V	2	14	-12 V	Bleu
Noir	Masse	3	15	Masse	Noir
Rouge	+5 V	4	16	Power on	Vert
Noir	Masse	5	17	Masse	Noir
Rouge	+5 V	6	18	Masse	Noir
Noir	Masse	7	19	Masse	Noir
Gris	Power good	8	20	Réservé	N/C
Violet	+5 V standby	9	21	+5 V	Rouge
Jaune	+12 V	10	22	+5 V	Rouge
Jaune	+12 V	11	23	+5 V	Rouge
Orange	+3.3 V	12	24	Masse	Noir

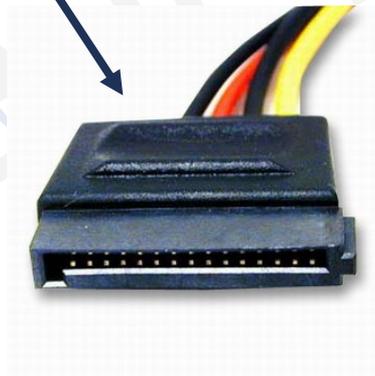
Alimentation - connecteurs

- Au niveau de tous les connecteurs d'alimentation, un détrompeur existe

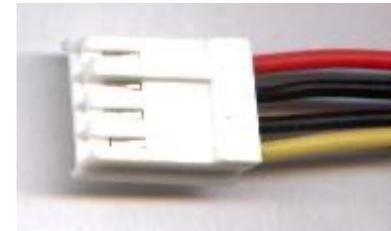
Molex -> P-ATA (IDE)
(obsolète)



SATA -> serial-ATA



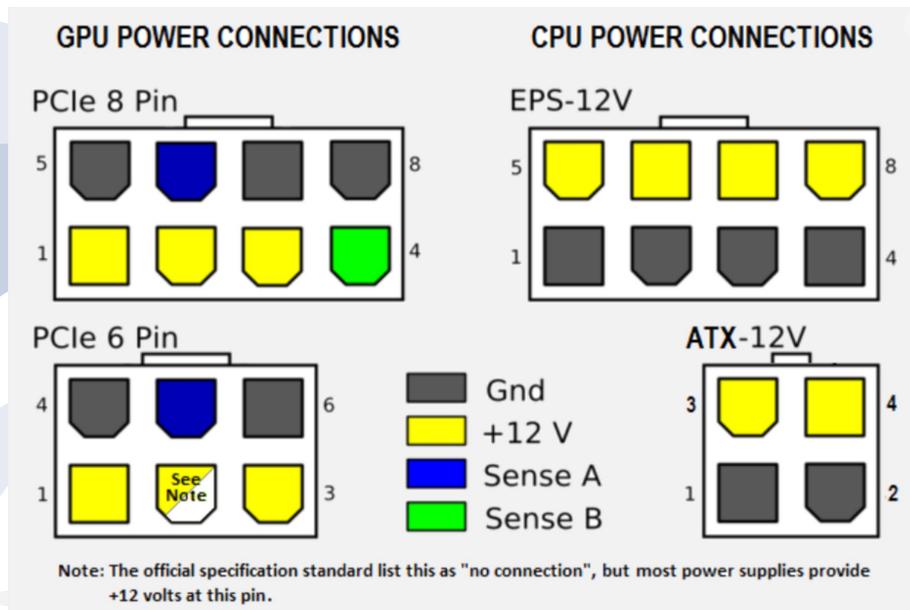
BERG -> floppy
(obsolète)



jaune: + 12V, noir: 0V, rouge: +5V

Alimentation - connecteurs

- Connecteurs supplémentaires en ATX 2.0:



- Ces connecteurs apportent de la puissance à la carte mère et aux périphériques spécifiques comme la carte graphique
- Les broches Sense permettent de détecter la présence du connecteur

Alimentation - connecteurs

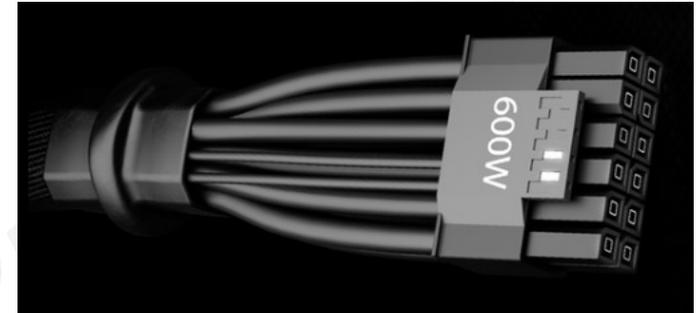
- Connecteurs supplémentaires en ATX 3.0:



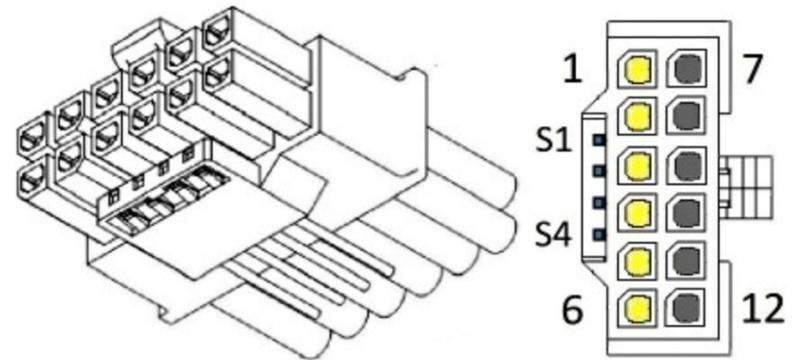
- Les cartes graphiques demandant de plus en plus de puissance, un nouveau connecteur a vu le jour, le 12HPPWR
- De plus, il y a 2 connecteurs CPU 8 broches au lieu d'un

Alimentation - connecteurs

- Le connecteur 12HPPWR comporte 12 broches de puissance + 4 broches d'information



PINS	SIGNAL	COLOR
1-6	+12V3/V4	YELLOW
7-12	COM	BLACK
S1	CARD_PWR_STABLE	BLUE
S2	CARD_CBL_PRES#	BLUE
S3	SENSE0	BLUE
S4	SENSE1	BLUE

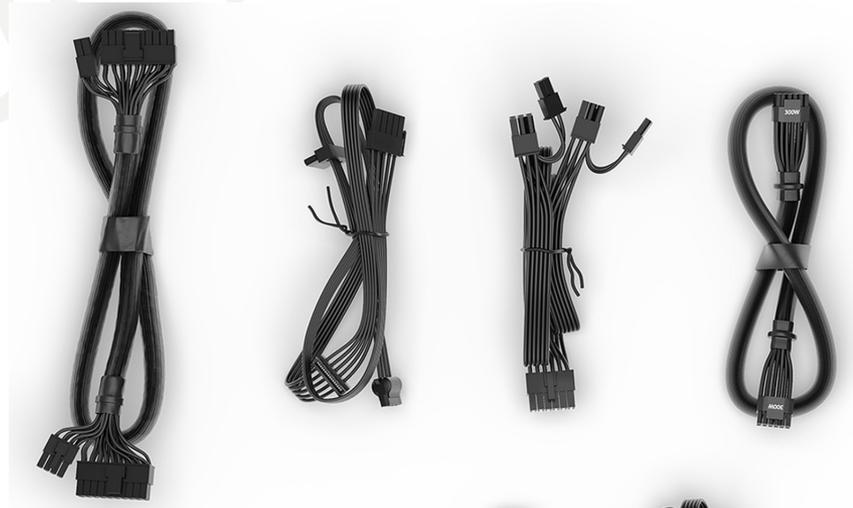
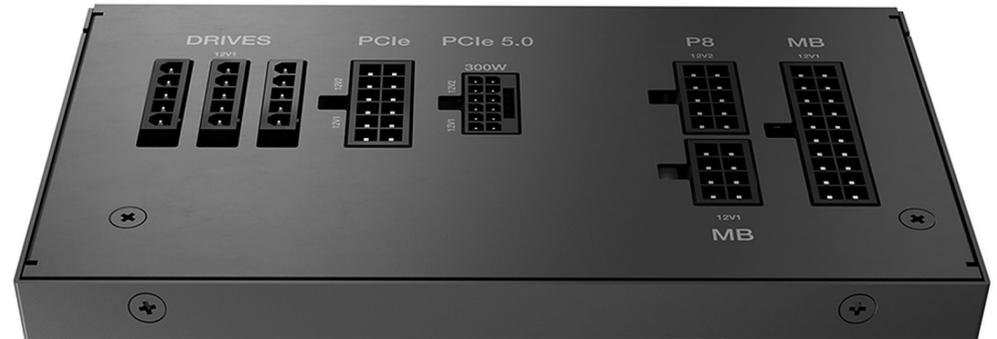


<https://www.smpspowersupply.com/>

- Les 6 lignes de +12V permettent d'obtenir une puissance de 600W

Alimentation modulaire - remarques

- Attention que chaque alimentation modulaire a sa propre norme de câblage des connecteurs !
- N'employez que les câbles fournis avec l'alimentation
- Si vous remplacez l'alimentation, remplacez les câbles aussi même si les connecteurs sont compatibles avec le boîtier, le +12V et le GND peuvent être inversés



Alimentation modulaire - remarques

- Attention aussi à ne pas confondre les connecteurs PCI-E et CPU (parfois notés MB), le connecteur est le même mais là aussi, le brochage peut être inversé au niveau du boîtier d'alimentation !
- Notez sur cette alimentation, le RGB lighting qui permet d'alimenter les composants RGB si ce connecteur est absent de la carte mère



Alimentation - choix

- L'alimentation étant un composant qui chauffe, on fera attention à la dimension du ventilateur qui doit être grand mais aussi silencieux !
- On choisira une alimentation ayant un bon rendement et à ce propos, les alimentations de qualité sont maintenant certifiées 80+ (ce qui signifie qu'elles ont un rendement de plus de 80%)
- Si une alimentation de ce type consomme 300W, elle en restitue au moins 80% au PC, c'est-à-dire 240W minimum à 20, 50 et 100% de charge

Alimentation - choix

- La norme 80+ a évolué; le tableau ci-dessous présente le pourcentage de rendement de l'alimentation en fonction de la norme et du pourcentage d'utilisation (charge)

	10%	20%	50%	100%
80+	-	82%	85%	82%
80+ Bronze	-	85%	88%	85%
80+ Silver	-	87%	90%	87%
80+ Gold	-	90%	92%	89%
80+ Platinum	-	92%	94%	90%
80+ Titanium	90%	94%	96%	94%

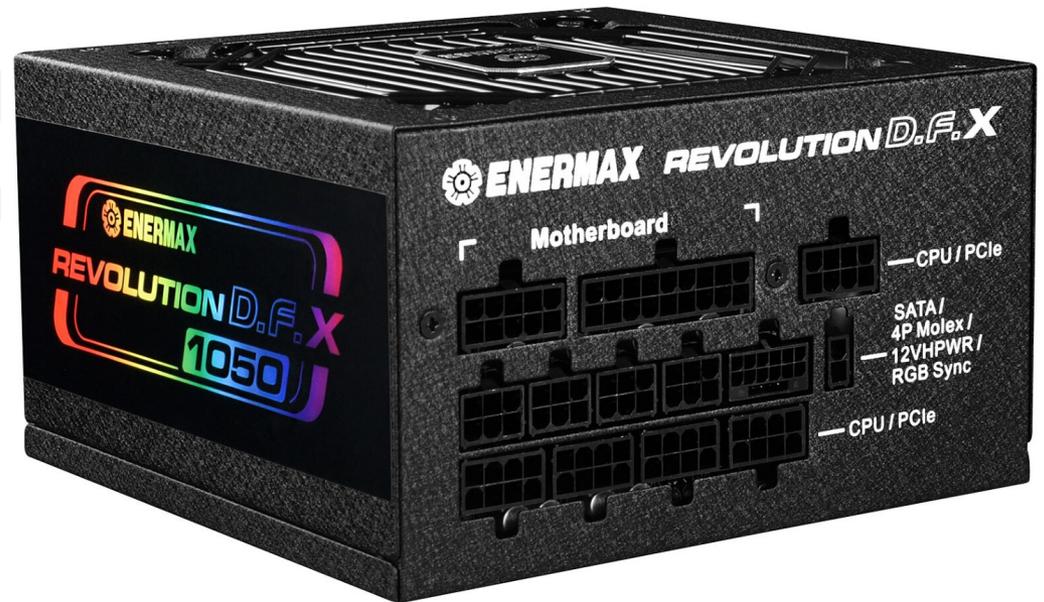


Alimentation - choix

- Pour choisir une alimentation , ne vous fiez pas seulement au prix... Une alimentation "no name" à 15, 20 euros ne sera pas fiable et peut entrainer des problèmes de stabilité
- De plus, la puissance présenté est souvent la puissance globale et pas par ligne ...
- Si vous ne voulez pas être embêté par des câbles inutiles, choisissez une alimentation modulaire
- Prévoyez plutôt un budget de 50 à 80 euros et choisissez une marque fiable comme Antec, Fortron ou Enermax

Alimentation - choix

- Exemple: alimentation Enermax Revolution D.F.X 1050W avec connectique modulaire et certification 80+ Gold à +/- 188€ chez LDLC



Alimentation - puissance

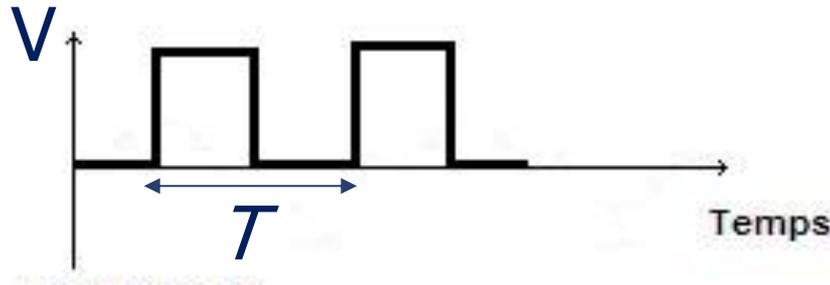
- Concernant la puissance, 500 W sera une puissance suffisante pour un PC de bureau, mais si vous comptez rajouter une carte graphique puissante, il faudra adapter la puissance (certaines cartes graphiques consomment jusqu'à 600W !)
- Pour vous aider à calculer la puissance nécessaire, voici le lien vers deux calculateurs (d'autres existent ...):

<https://www.bequiet.com/fr/psucalculator/>

<https://enermax.outervision.com/>

Unités de fréquence

- Tout système informatique travaille au rythme d'une horloge qui lui donne une certaine cadence de travail



- Le signal d'horloge est un signal périodique car répétitif
- La fréquence est l'inverse de la période: $f = \frac{1}{T}$

Unités de fréquence

- L'unité de la fréquence est le Hertz

Unité	Symbole	Equivalence
Hertz	Hz	Unité de base
Kilohertz	kHz	$1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$
Mégahertz	MHz	$1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$
Gigahertz	GHz	$1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$

Carte mère (motherboard)

La carte mère est l'élément central sur lequel on connectera:

- Le processeur
- Les barrettes mémoires
- Les périph. de stockage
- Les cartes d'extension



Carte mère

- La carte mère est intimement liée au processeur
- Généralement, si on change de processeur, on doit changer de carte mère car des processeurs de génération différente ont des sockets (support) différents
- Des processeurs de marques différentes, ont aussi des sockets différents



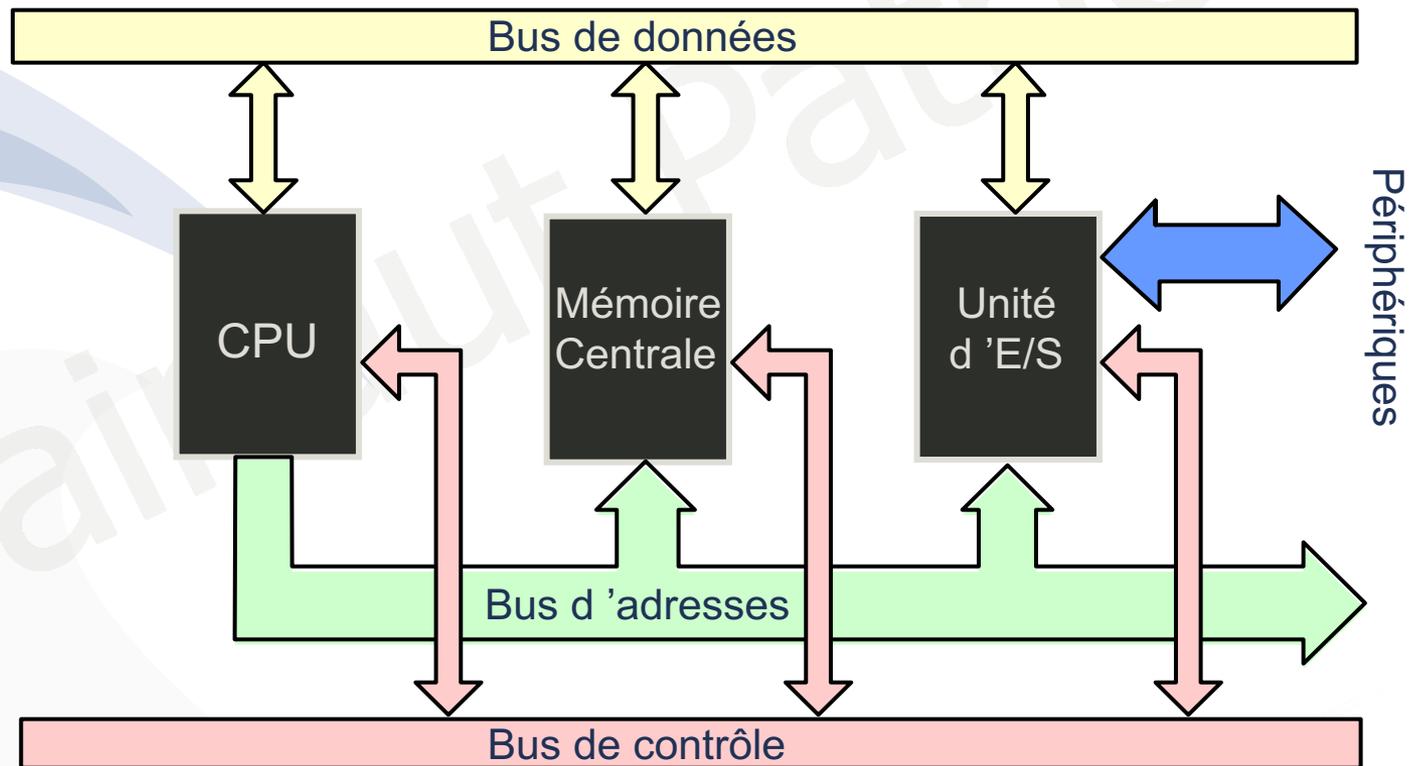
Carte mère

- Avant de choisir la carte mère, on choisira donc d'abord le processeur de façon à choisir un socket commun



Carte mère

- On peut schématiser les différents canaux de communication d'un PC sous forme de bus



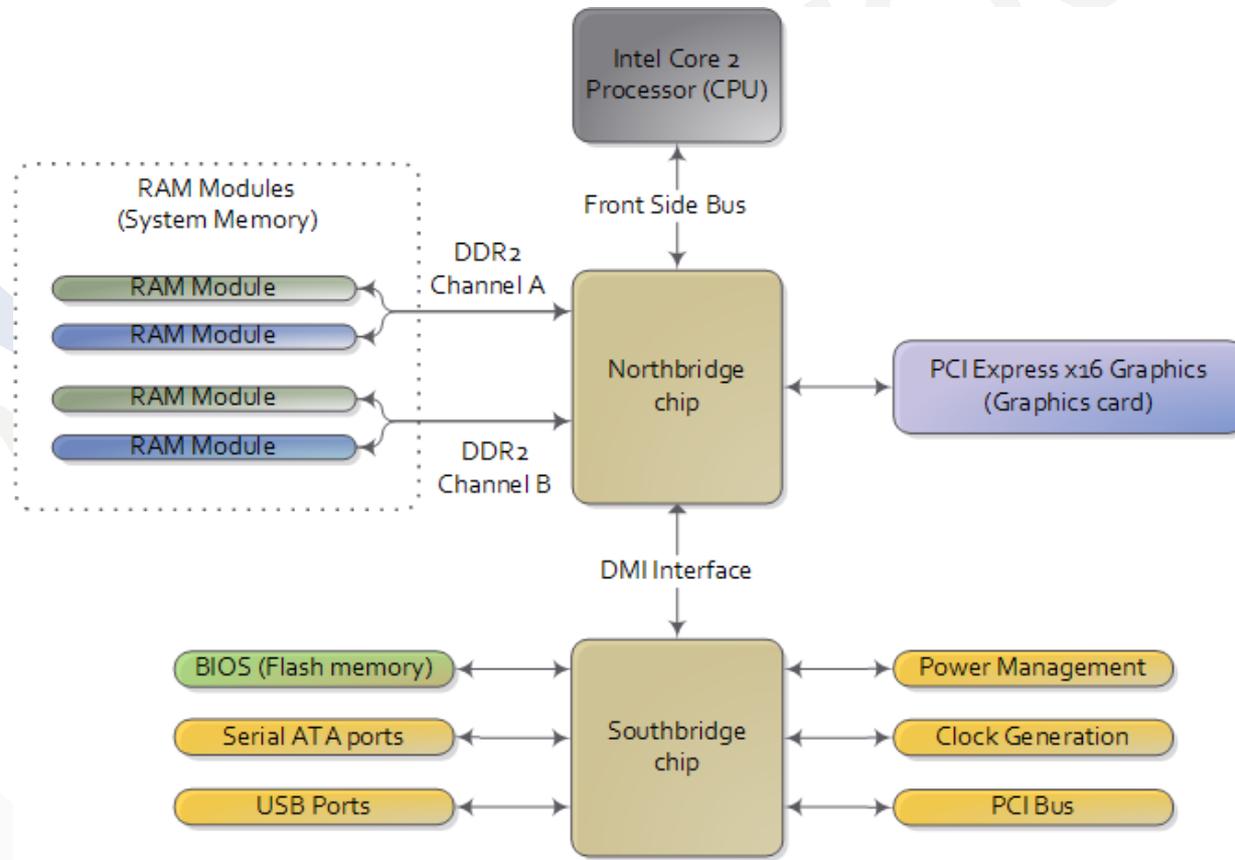
Carte mère

- Ces bus sont physiquement présents sur la carte mère et sont constitués par les pistes de cuivre qui connectent les différents éléments entre-eux



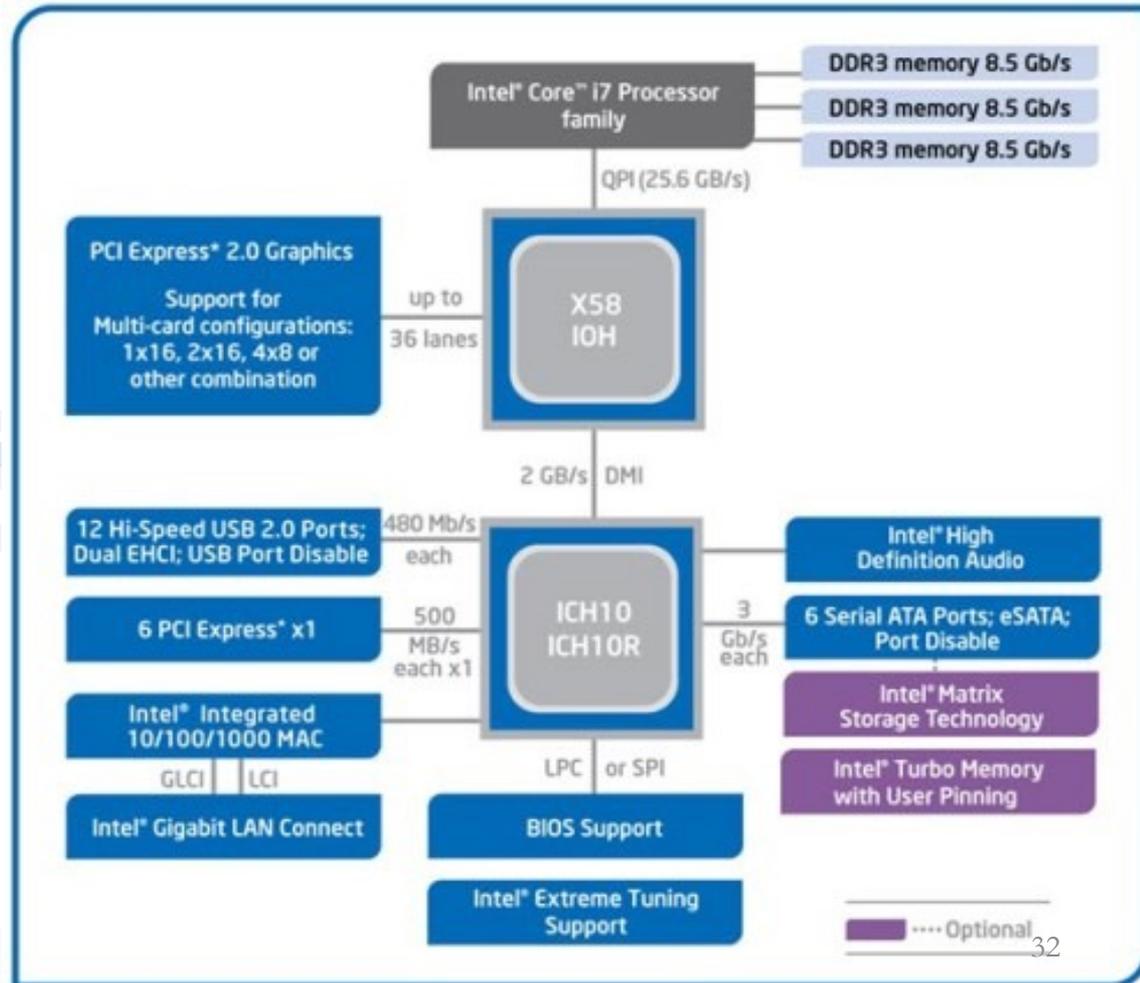
Carte mère

- Le processeur, cœur du système, est aidé dans sa tâche par un "chipset"
- Avant, le chipset était constitué de deux puces; le pont nord et le pont sud, ayant des fonctions différentes



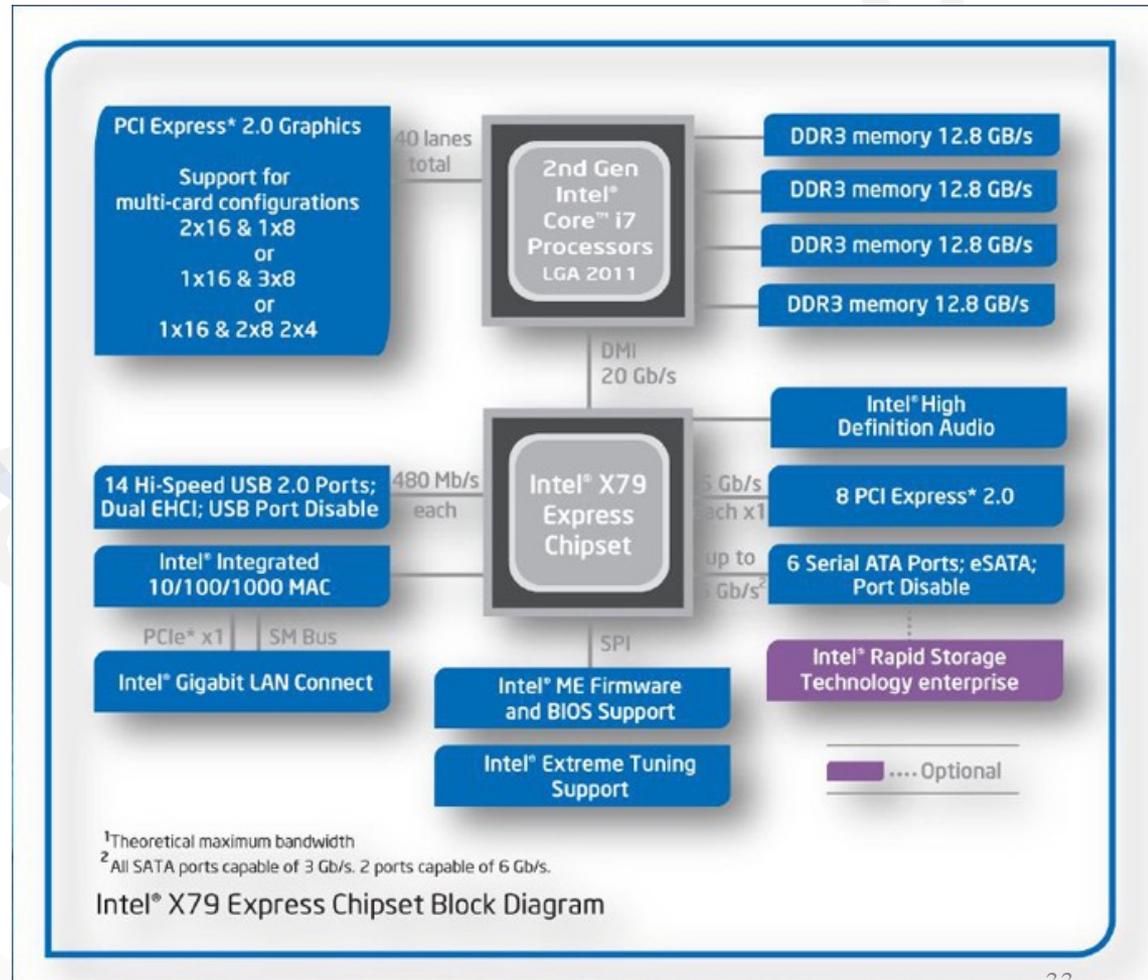
Carte mère

- Ces puces sont directement soudées sur la carte mère
- Avec les processeurs Core iX, le contrôleur mémoire est maintenant intégré dans le processeur



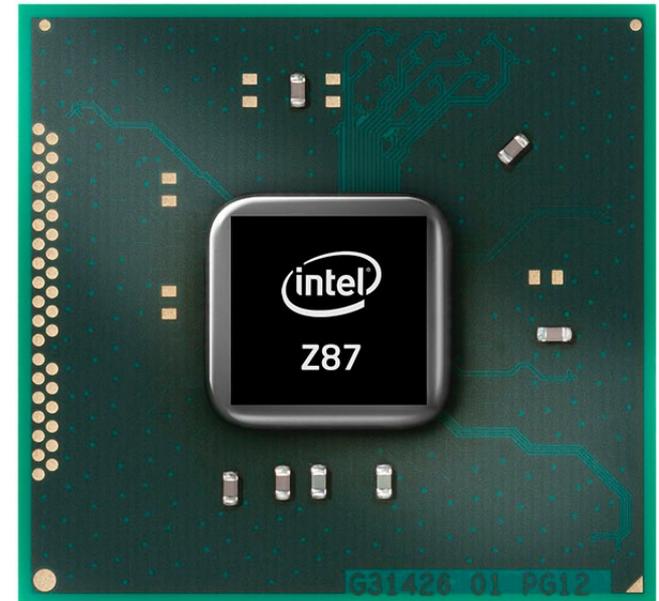
Carte mère

- Le pont nord devient donc beaucoup moins utile et les dernières générations de chipset sont maintenant constituées d'une seule puce



Carte mère

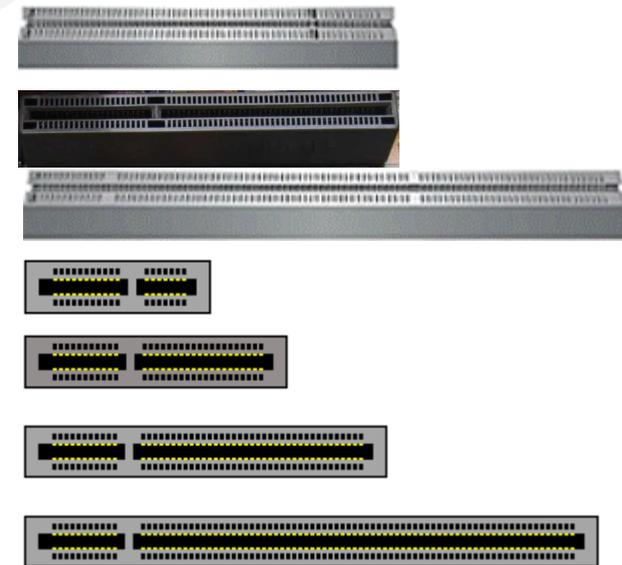
- Le choix du chipset est donc lié au choix de la carte mère
- Il est important de vérifier les performances du chipset choisi, c'est entre-autre lui qui limitera les possibilités d'évolution du système
- Pour un socket déterminé (et donc une famille de processeurs), on a le choix entre plusieurs chipsets plus ou moins performants, qui influent sur le prix de la carte mère



Carte mère

- La norme des ports d'E/S est liée à la génération de la carte mère
- Actuellement, on trouve juste des bus PCI Express 1x et 16x

bus	largeur	fréq.	débit
PCI	32 bits	33 MHz	133 Mo/s
AGP 8x	32 bits	66 MHz	2,13 Go/s
PCI-X	64 bits	133MHz	4,26 Go/s
PCI Express 1x (2.0)	1 bit	100 MHz	500 Mo/s
PCI Express 4x	4 bits	100 MHz	2 Go/s
PCI Express 8x	8 bits	100 MHz	4 Go/s
PCI Express 16x	16 bits	100 MHz	8 Go/s



Carte mère

- Le bus PCI (Peripheral Component Interconnect), parfois encore présent car de nombreuses cartes périphériques ont été commercialisées pour celui-ci -> obsolète



- Le bus AGP (Accelerated Graphic Port) est l'ancien port dédié à la carte graphique, remplacé par le PCI Express x16 -> obsolète



- Le bus PCI-X se trouve uniquement dans les serveurs -> obsolète



Carte mère

- Contrairement aux bus précédents, les bus PCI Express utilisent un fonctionnement en série
- Un bus PCI Express $n \times$ utilise donc n lignes série
- Plus on utilise de lignes, plus on augmente le débit
- Le fait de travailler en série permet d'augmenter la fréquence de travail (1,5 GHz ou 2,5 GHz)

Carte mère

- Le port PCI Express 1x remplace le port PCI



Beaucoup de cartes périphériques sortent en PCI Express 1x comme des cartes réseau gigabit

Le débit en 1x est de 500Mo/s, comment peut-on avoir du gigabit ?



- Les ports PCI Express 4x et 8x sont uniquement utilisés pour les serveurs



- Le port PCI Express 16x est dédié à la carte graphique



Carte mère

- La norme PCI Express (notée aussi PCIe) évolue:

Version	Année	Bande passante				
		x1	x2	x4	x8	x16
1.1	2003	250 Mo/s	500 Mo/s	1 Go/s	2 Go/s	4 Go/s
2.0	2007	500 Mo/s	1 Go/s	2 Go/s	4 Go/s	8 Go/s
3.0	2010	985 Mo/s	1,969 Go/s	3,938 Go/s	7,877 Go/s	15,754 Go/s
4.0	2017	1,969 Go/s	3,938 Go/s	7,877 Go/s	15,754 Go/s	31,508 Go/s
5.0	2019	3,938 Go/s	7,877 Go/s	15,754 Go/s	31,508 Go/s	63,015 Go/s
6.0	2022	7,563 Go/s	15,125 Go/s	30,25 Go/s	60,5 Go/s	121 Go/s
7.0	2025	15,125 Go/s	30,25 Go/s	60,5 Go/s	121 Go/s	242 Go/s

- Ce sont des débits théoriques

Carte mère

- On peut simplifier et arrondir le tableau précédent:

Version	Année	Bande passante				
		x1	x2	x4	x8	x16
1.1	2003	250 Mo/s	500 Mo/s	1 Go/s	2 Go/s	4 Go/s
2.0	2007	500 Mo/s	1 Go/s	2 Go/s	4 Go/s	8 Go/s
3.0	2010	1Go/s	2 Go/s	4 Go/s	8 Go/s	16 Go/s
4.0	2017	2 Go/s	4 Go/s	8 Go/s	16 Go/s	32 Go/s
5.0	2019	4 Go/s	8 Go/s	16 Go/s	32 Go/s	64 Go/s
6.0	2022	8 Go/s	16 Go/s	32 Go/s	64 Go/s	128 Go/s
7.0	2025	16 Go/s	32 Go/s	64 Go/s	128 Go/s	256 Go/s

- En 2024, les plupart des cartes mères proposent encore du PCIe 4.0 et souvent 1 port PCIe 5.0 (en x16)

Carte mère

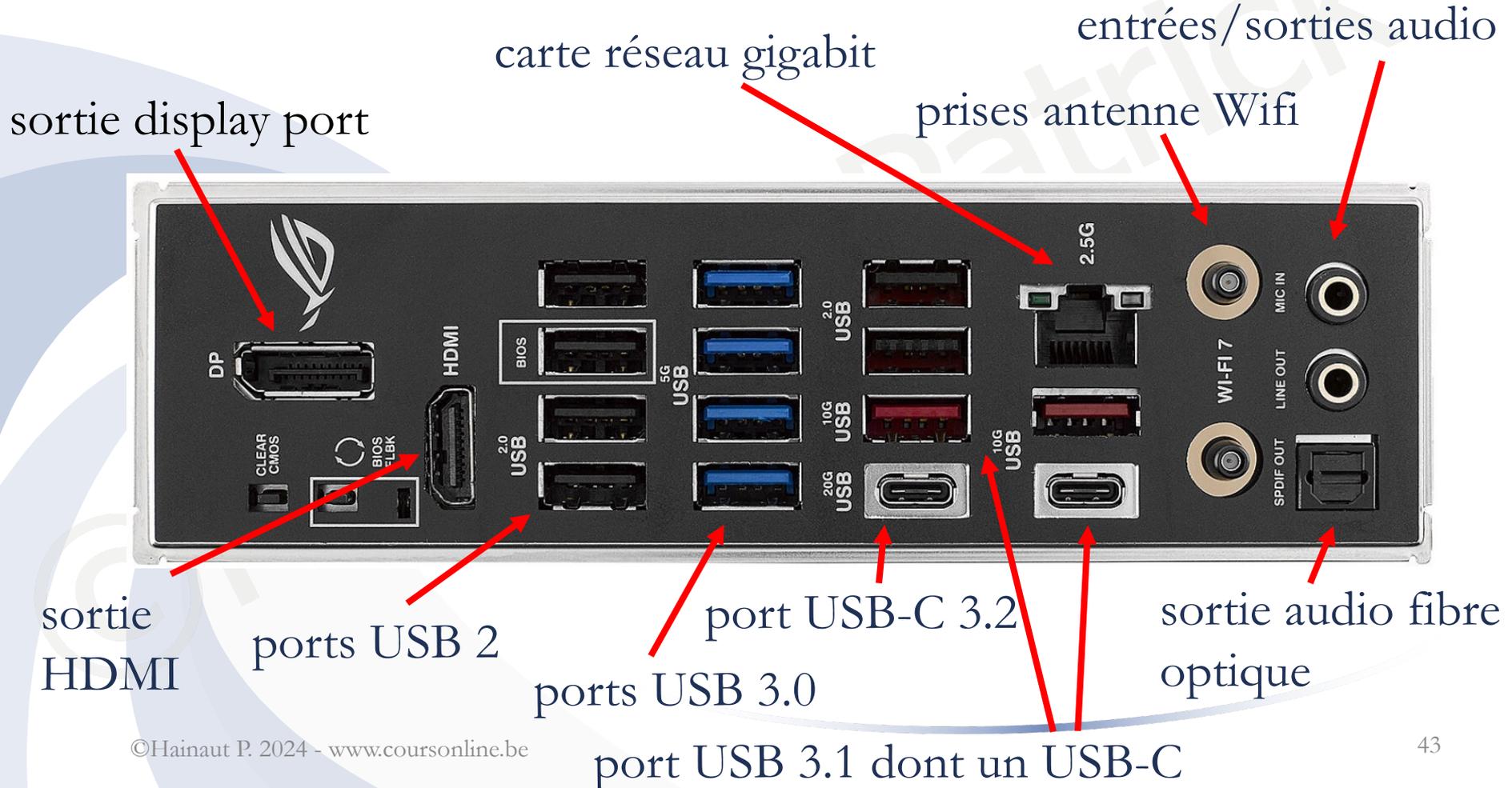
- Attention qu'une carte mère propose un nombre de lignes (lanes) PCIe limité, en fonction du chipset
- Souvent c'est 20, de quoi placer une carte graphique qui en prend 16 et un disque M.2 qui en prend 4 ...
- La performance du système au niveau PCIe dépendra donc de la carte mère, du chipset et du processeur
- Après au niveau graphisme, ça dépendra de la génération de la carte graphique et au niveau stockage, de la génération du disque M.2

Carte mère

- Les cartes mères actuelles embarquent pas mal de périphériques qui étaient auparavant sous forme de carte d'extension:
 - Les ports ps/2 clavier et/ou souris (qd ils existent encore)
 - Les ports USB 2 et 3
 - La carte réseau gigabit et souvent la carte Wifi voire Bluetooth
 - La carte son
 - La sortie vidéo (vga, dvi, hdmi selon le modèle) en association avec la puce graphique du processeur -> si le processeur n'intègre pas de puce graphique, ces sorties ne sont pas actives et il y a lieu d'ajouter, dans la machine, une carte graphique au format PCI Express 16x (format actuel)
 - ...

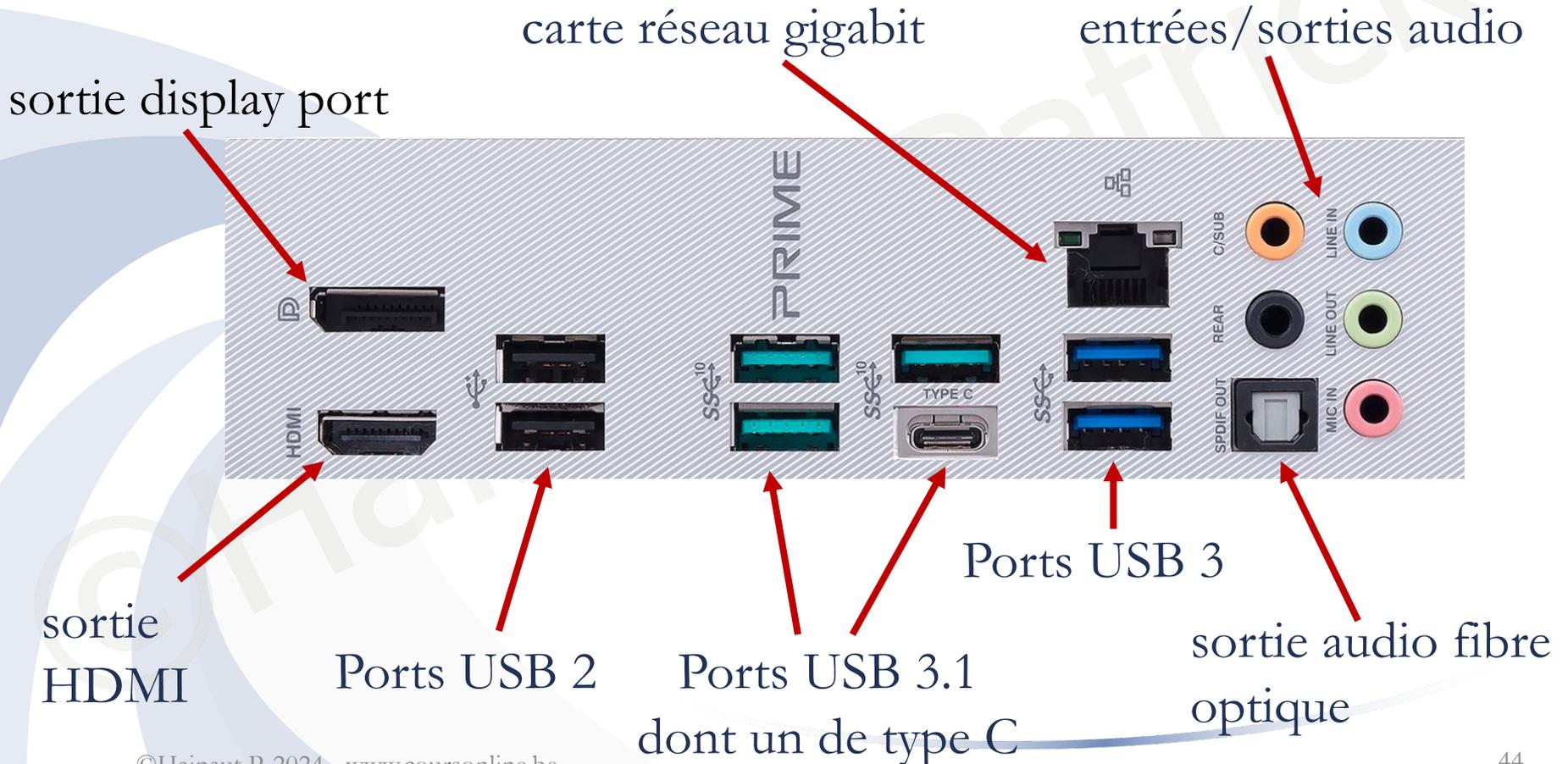
Carte mère - back panel

- Exemple de back panel qu'on peut trouver actuellement:



Carte mère - back panel

- Exemple de back panel qu'on pouvait trouver il y a 2 ou 3 ans:

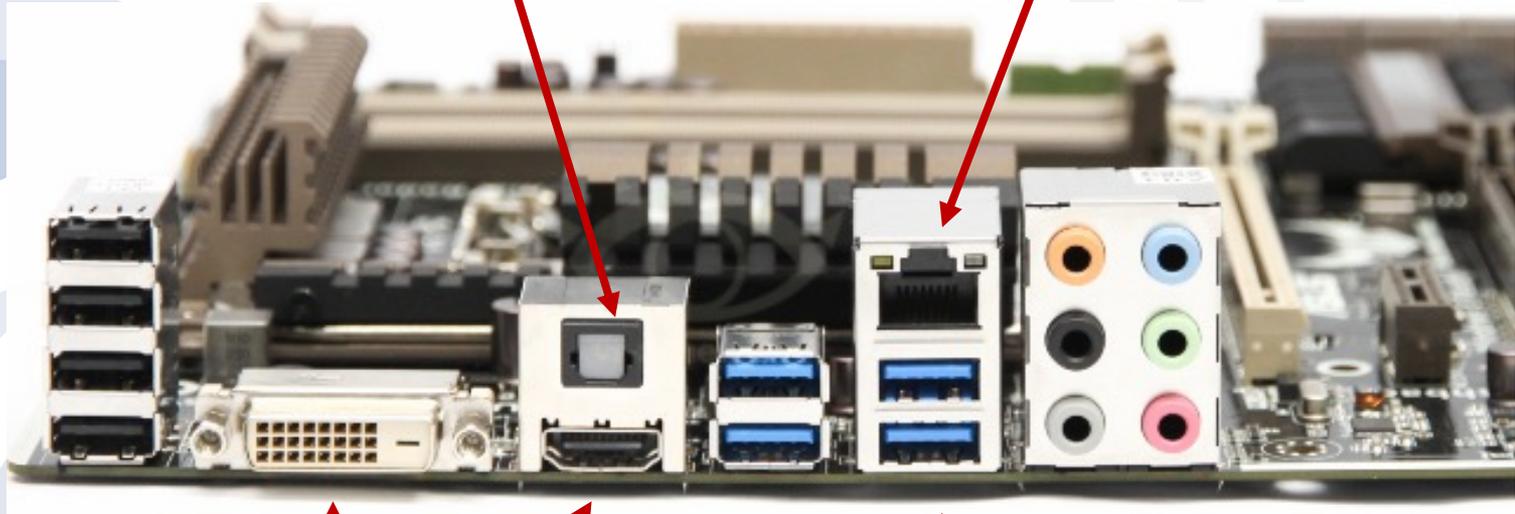


Carte mère - back panel

- Un autre back panel d'il y a 6 ou 7 ans:

sortie audio fibre optique

sortie carte réseau gigabit



Ports USB 2

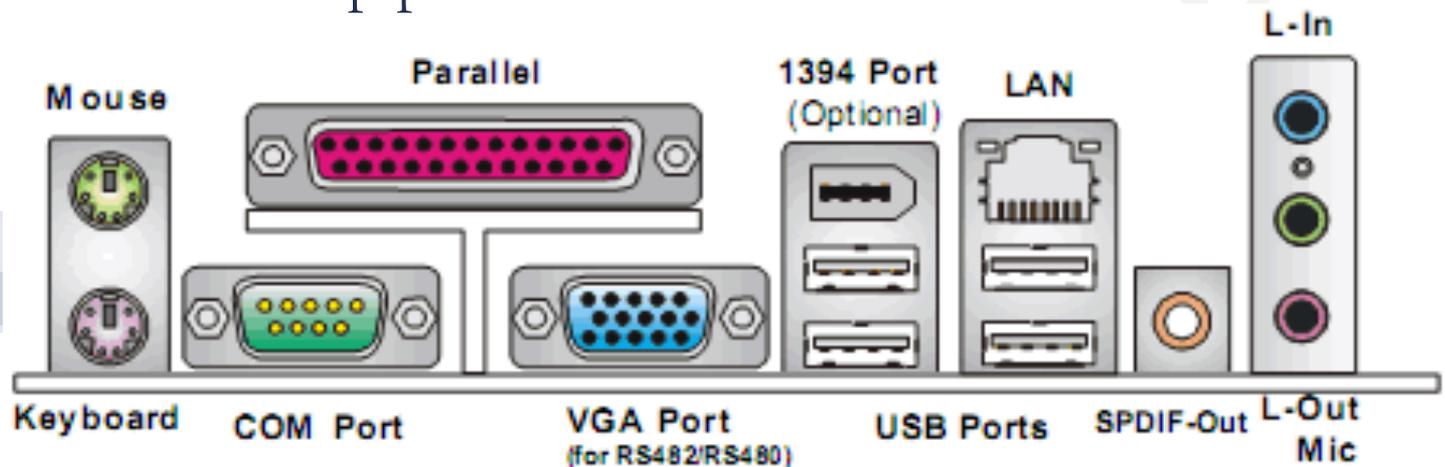
DVI et HDMI
sorties vidéo

Ports USB 3

sortie carte son

Carte mère - back panel

- Pour une carte beaucoup plus ancienne:



Le port COM est le port série (avant l'USB) encore utilisé pour s'interfacer avec des appareils (matériel réseau, ...)

Le port parallèle était le port des imprimantes, scanner, ... (avant l'USB) et n'est plus utilisé

Ne pas confondre le port COM et le port VGA (sortie vidéo)

Comparaison des connecteurs vidéo

- VGA



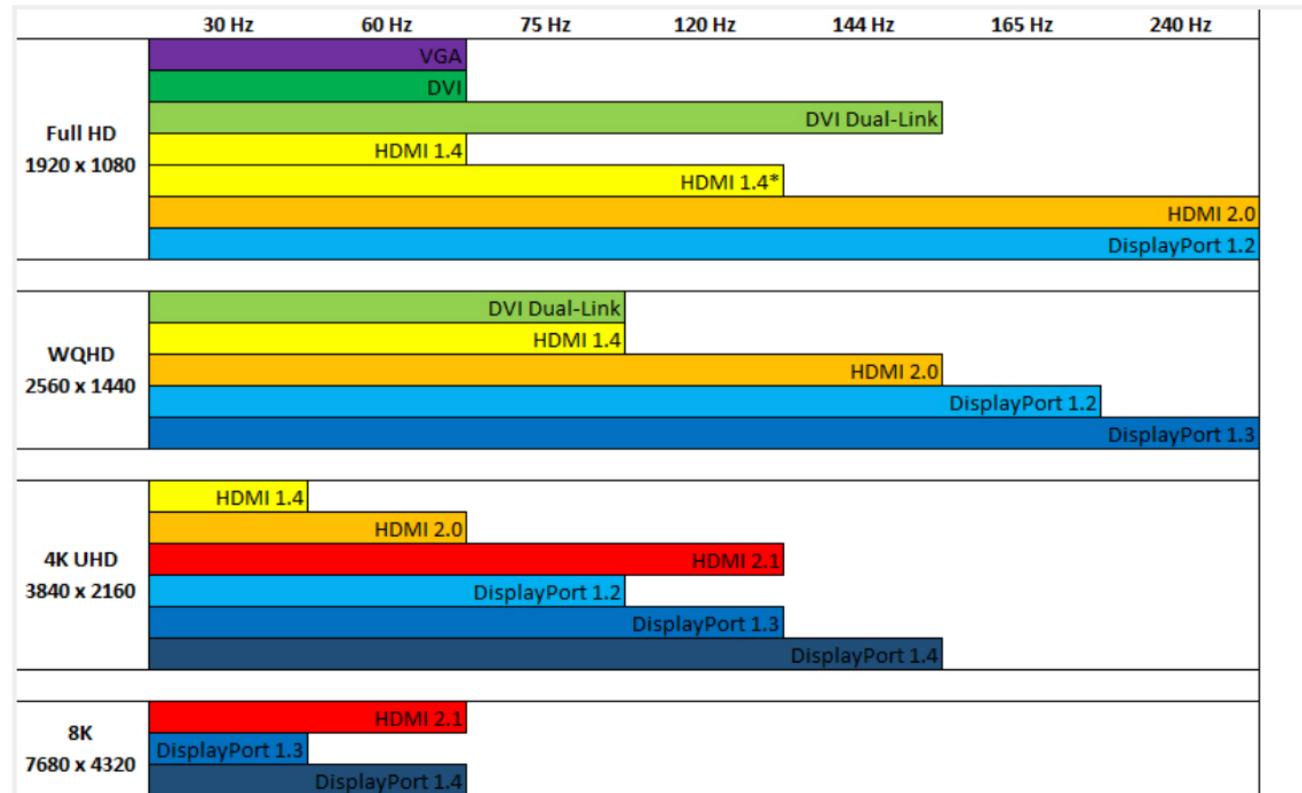
- DVI



- HDMI



- Display Port



*(moniteurs non G-SYNC récents uniquement)

Quelle(s) fréquence(s) attendre en fonction de la connectique et de la résolution

Comparaison des différentes normes USB

- L'USB (Universal Serial Bus) remplace avantageusement les ports série, parallèle, SCSI, PS/2, ...)
- Outre les débits évolutifs, les avantages de l'USB sont le branchage à chaud, le plug and play et l'universalité

Norme	Débit théorique	Voltage	Puissance	Parution
Serial Port (RS-232)	1200 à 115200 bauds (bits/sec)	-25 à +25V	10mA (1,2W à 12V)	1962
USB 1.1	1,5 à 12 Mbit/s	5V	500mA (2,5W)	1998
USB 2.0	60 à 480 Mbit/s	5V	500mA (2,5W)	2000
USB 3.0 (-> 3.2 Gen 1)	640 Mbit/s à 5 Gbit/s	5V	900mA (4,5W)	2008
USB 3.1 (-> 3.2 Gen 2)	1,25 à 10 Gbit/s	5V	Jusqu'à 100W	2013
USB 3.2 (Gen 2x2)	2,5 à 20 Gbit/s	5V	Jusqu'à 100W	2017
USB 4	5 à 40 Gbit/s	5 à 20V	Jusqu'à 100W	2019

- Le débit pratique est plus ou moins 1/10 du débit théorique

Symboles des différentes normes USB

• USB 1.1 

USB 2.0 

• USB 3.2 gen 1 **SS** 

USB 3.2 gen 2 **SS** ¹⁰

• USB 3.2 2x2 **SS** ²⁰

USB 4 ⁴⁰™

• USB power delivery 

SS 

SS ¹⁰

⁴⁰™

Connecteurs USB

- USB A



- USB B



- mini USB



- micro USB



- micro USB B



- USB C



- A noter que l'USB-C est un connecteur, pas une nouvelle norme USB

Carte mère - facteur de forme

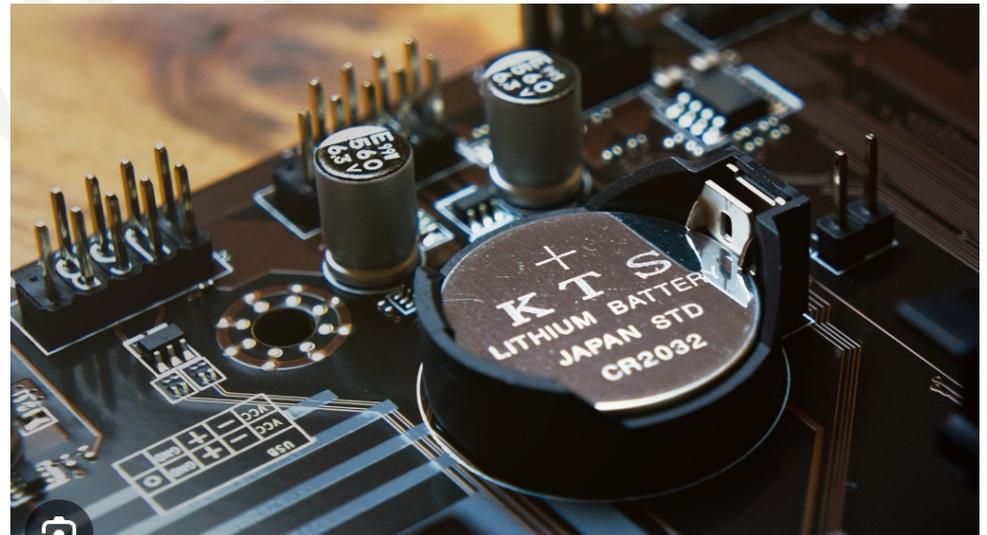
- Le facteur d'encombrement de la carte mère a une incidence sur le choix du boîtier
- On trouve couramment:

nom	taille
ATX	12 pouces (30,5 cm) x 9,6 pouces (24,4 cm)
Mini-ATX	11,2 pouces (28,4 cm) x 8,2 pouces (20,8 cm)
Micro-ATX	9,6 pouces (24,4 cm) x 9,6 pouces (24,4 cm)
Flex-ATX	9 pouces (22,9 cm) x 7,5 pouces (19,1cm)
Mini-ITX	6,7 pouces (17 cm) x 6,7 pouces (17 cm)

On vérifiera que le boîtier est compatible avec la MB choisie

Carte mère – Bios

- Le BIOS (Basic Input Output System) est un microprogramme stocké dans une mémoire rom située sur la carte mère et dont les variables sont sauvegardées grâce à une pile CMOS, traditionnellement une CR2032
- Quand le système vous indique un problème de date, pensez à remplacer cette pile



Carte mère – Bios

- Le BIOS s'exécute au démarrage de l'ordinateur, fait d'abord un test du matériel, le POST (Power On Self Test), puis cherche un support disque avec un MBR (Master Boot Record) -> voir dia 117

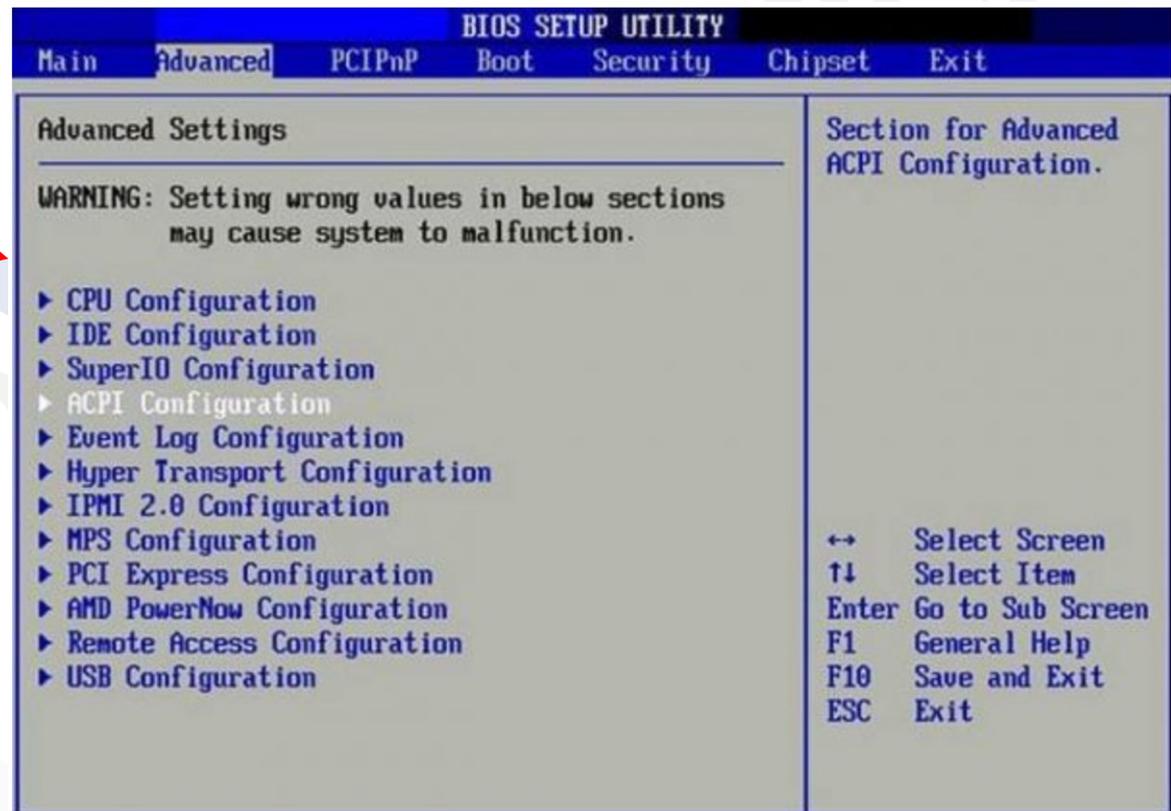


- Il lance le Boot loader qui va démarrer l'OS
- Avec le MBR, on est limité à un disque de 2,1To comme disque d'amorçage
- Le BIOS étant de conception assez vieille, l'amorçage du PC est lent

Carte mère – Bios

- De plus, l'interface date du début des années 80 et même si elle a été améliorée avec le temps, il est devenu obsolète

- Bios en mode Legacy



Carte mère – UEFI

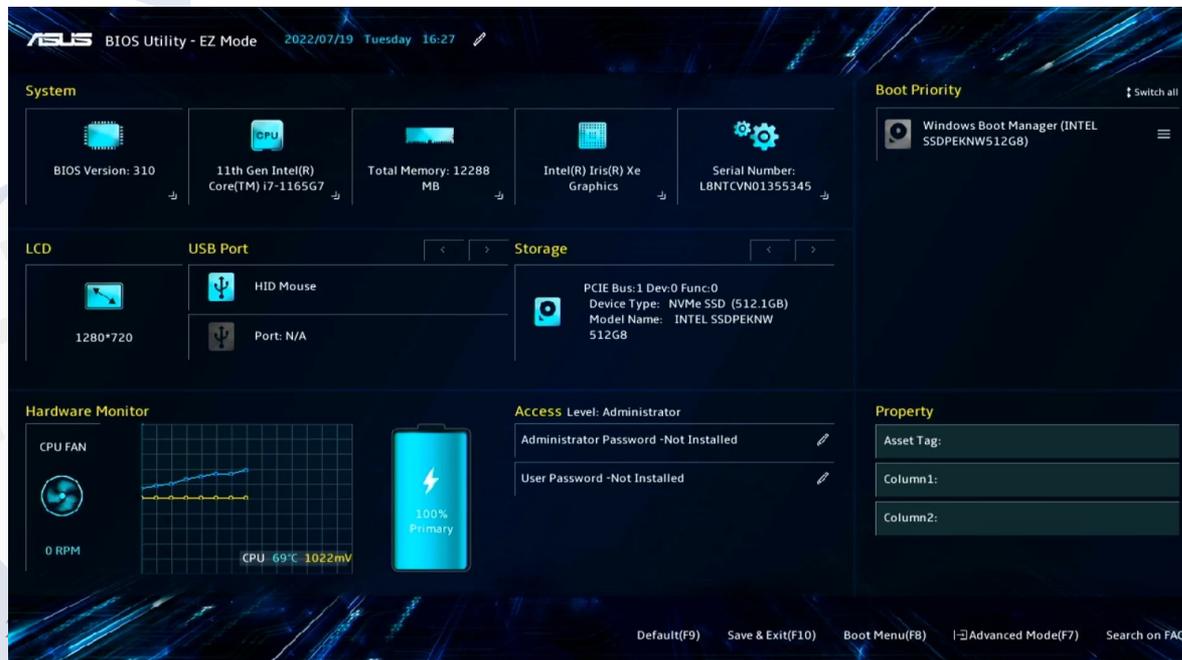
- L'UEFI (Unified Extensible Firmware Interface) remplace avantageusement le BIOS à partir de 2007
- Il a comme avantages:
 - D'utiliser des des disques d'amorçage de plus de 2,1 (GPT) -> dia 118
 - Amélioration des vitesses de démarrage et d'arrêt
 - Interface graphique moderne
 - Prise en charge du démarrage sécurisé
 - Prise en charge du démarrage par réseau
- Donc, si vous avez le choix, choisissez toujours UEFI qui beaucoup plus adapté au matériel actuel

Carte mère – UEFI

- Le principe d'amorçage de la machine reste le même qu'avec le BIOS

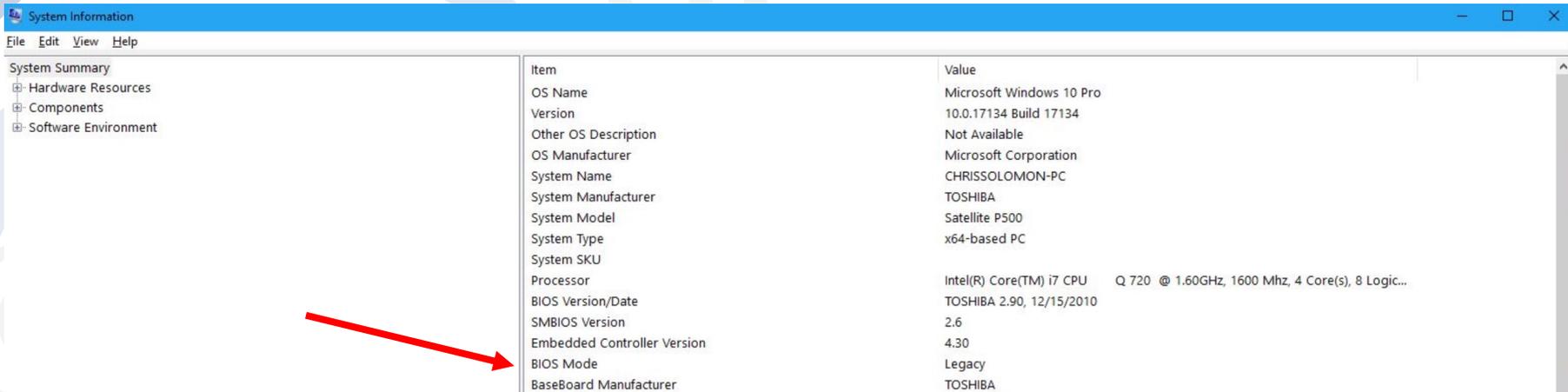


- BIOS en mode UEFI



Carte mère – Bios/UEFI

- Pour voir, à partir de Windows 10 ou 11, si votre BIOS est en Legacy ou en UEFI, tapez Windows+R pour ouvrir une invite d'exécution, puis tapez MSInfo32 (informations système)
- Au niveau de la ligne BIOS mode, vous aurez la réponse



The screenshot shows the 'System Information' window in Windows. A red arrow points to the 'BIOS Mode' entry in the 'Item' column, which has the value 'Legacy' in the 'Value' column.

Item	Value
OS Name	Microsoft Windows 10 Pro
Version	10.0.17134 Build 17134
Other OS Description	Not Available
OS Manufacturer	Microsoft Corporation
System Name	CHRISLOLOMON-PC
System Manufacturer	TOSHIBA
System Model	Satellite P500
System Type	x64-based PC
System SKU	
Processor	Intel(R) Core(TM) i7 CPU Q 720 @ 1.60GHz, 1600 Mhz, 4 Core(s), 8 Logic...
BIOS Version/Date	TOSHIBA 2.90, 12/15/2010
SMBIOS Version	2.6
Embedded Controller Version	4.30
BIOS Mode	Legacy
BaseBoard Manufacturer	TOSHIBA

Carte mère - choix

- Le choix de la carte mère est aussi très important
- Privilégiez une marque ayant fait ses preuves dans ce domaine, comme Asus ou MSI
- Consacrez au moins 100 euros au budget MB ...

Carte mère - choix

- Exemple: Carte mère
ASUS ROG STRIX Z790-F
Gaming WIFI II
à +/- 500€ chez LDLC

Socket Intel 1700 (i9)

Chipset Z790 Express

Puces Wifi et Bluetooth présentes

Pas de puce graphique embarquée,
les sorties vidéos présentes ne
fonctionnent que si un chipset graphique est présent dans le μP



Processeur (processor)

- Le processeur permet d'exécuter les programmes en mémoire vive, c'est le cerveau du système

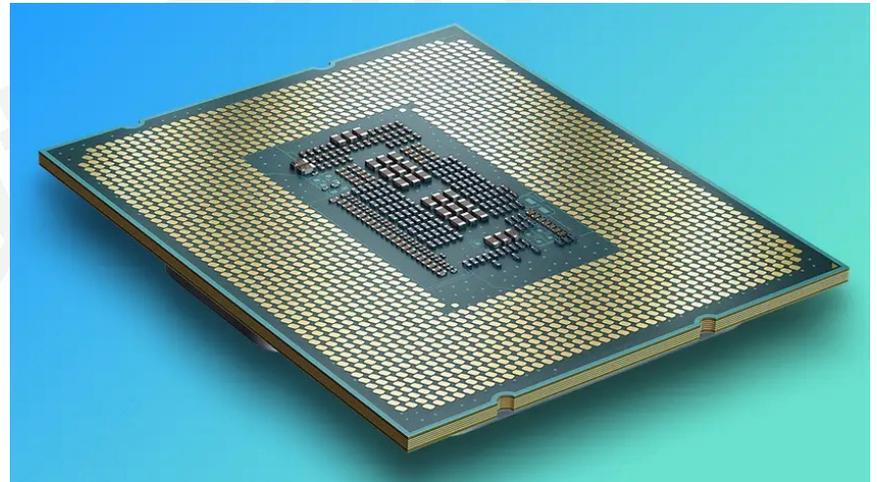


Schéma interne (simplifié) d'un processeur

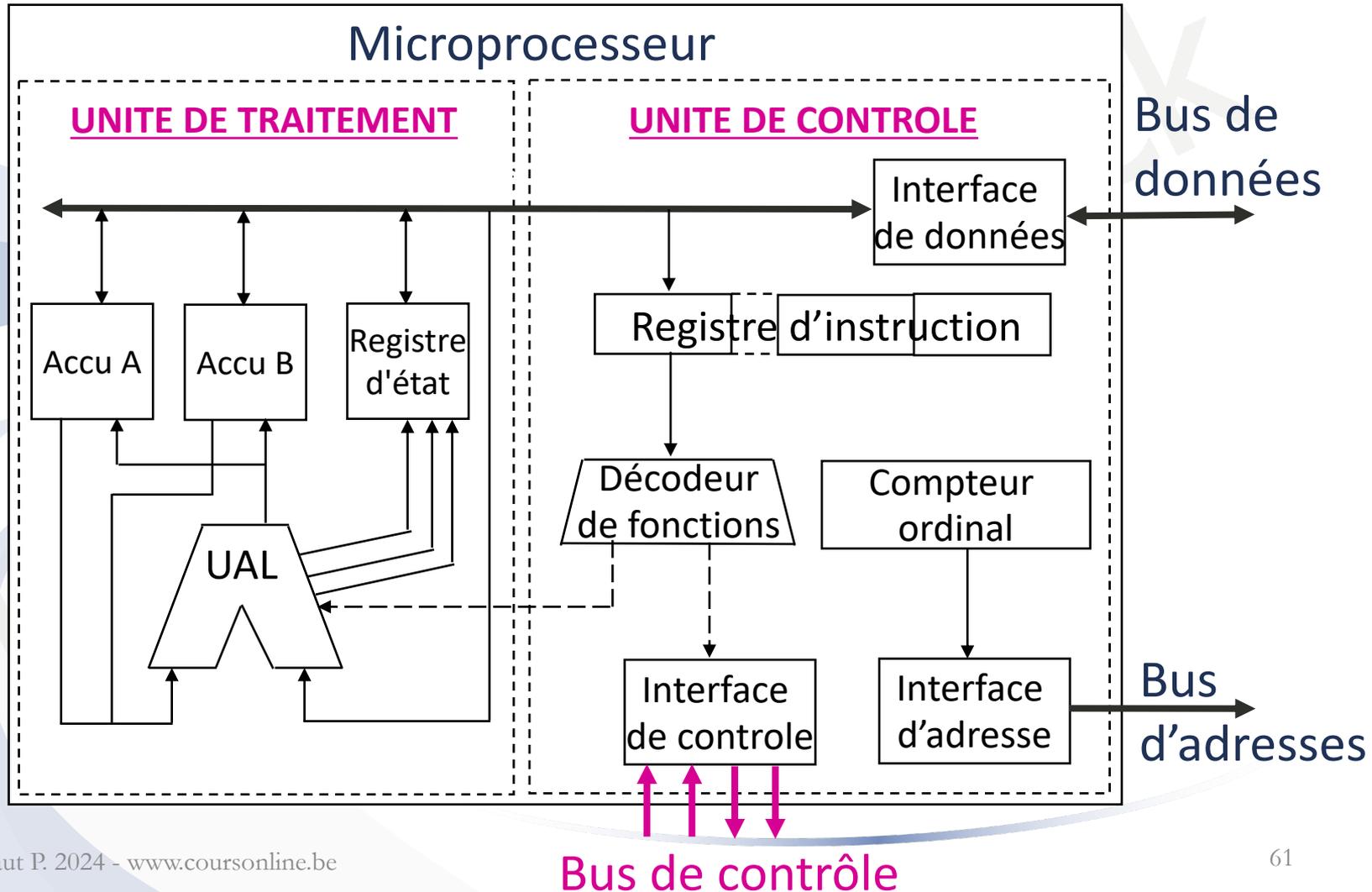


Schéma interne (simplifié) d'un processeur

- Tous ces blocs logiques sont créés physiquement au moyen de transistors, composants électroniques réalisés à partir de matériaux semi-conducteurs, du silicium



- Le transistor peut s'utiliser en amplification (c'est ce qu'on trouve dans les amplis audio) ou fonctionnement tout ou rien (son signal de sortie vaut 0V ou xV), ce qui permet de distinguer deux états logiques, 0 et 1

on miniaturise

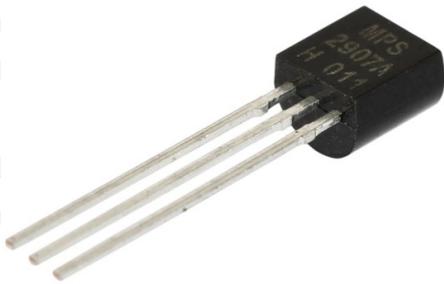


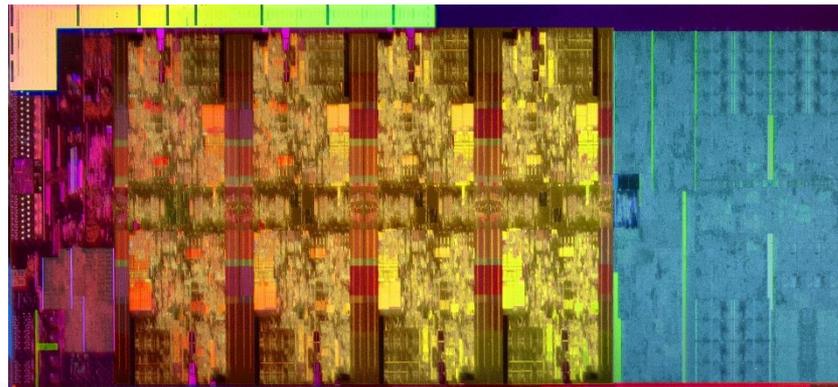
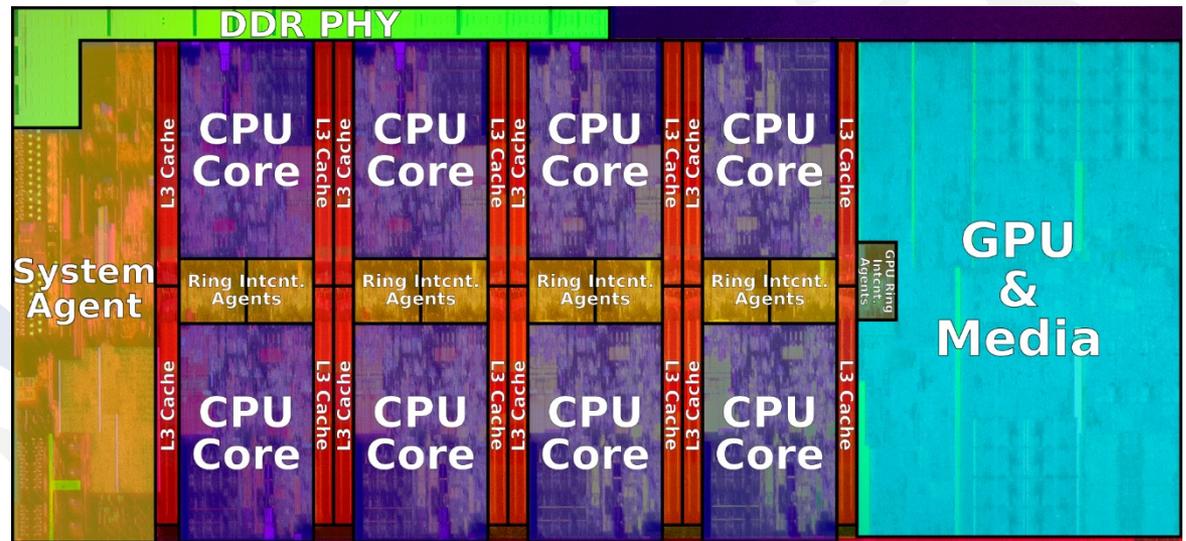
Schéma interne (simplifié) d'un processeur

- On peut intégrer des réseaux de transistors (et donc des blocs logiques) directement sur une tranche de silicium et obtenir ainsi une "puce" bourrée de transistors extrêmement petits
- Sur cette vue, des dizaines de puces intégrées dans la tranche de silicium, qui sera découpée pour isoler chaque puce



Schéma interne (simplifié) d'un processeur

- Vue interne d'un i9 9900K 8 cœurs:



Processeur

Processeurs Intel actuels:

Année	Nom	Nb de transistors (valeur moy.)	Fréq horloge	Data bus	Cache L1 (par cœur)	Cache L2 (par cœur)	Cache L3 (partagé)
2000	Pentium 4	42 000 000	1,3 à 3,8 GHz	32/64 bits	8 ko	1 à 2 Mo	-
2006	Core 2™ Duo	291 000 000	1,06 à 3,5 GHz	64 bits	64 ko	2 à 4 Mo	-
2007	Core 2™ Quad	2 x 291 000 000	1,06 à 3,5 GHz	64 bits	64 ko	2 x 4 Mo	-
2009	Core i3		1,2 à 3,4 GHz	64 bits	64 ko	256 ko	3 à 4 Mo
2009	Core i5	774 000 000	1,4 à 3,6 GHz	64 bits	64 ko	256 ko	3 à 8 Mo
2010	Core i7	1 400 000 000 (les + récents)	1,6 à 4 GHz	64 bits	64 ko	256 ko	4 à 15 Mo
2017	Core i9	au moins 9 000 000 000	1,8 à 4 GHz	64 bits	64 ko	256 ko ou 1024 ko	12 à 25 Mo

Processeur

Processeurs AMD actuels:

Année	Nom	Fréq horloge	Data bus	Cache L1 (par cœur)	Cache L2 (par cœur)	Cache L3 (partagé)
2000	Athlon	0,5 à 2,25 GHz	32 bits	64 ko	256 à 512 ko	-
2003	Athlon64	1,8 à 2,4 GHz	32/64 bits	64 ko	512 ko à 1 Mo	-
2009	Athlon II X4	1,6 à 3,4 GHz	64 bits	128 ko	512 ko	-
2009	Phenom II X4	2,2 à 3,7 GHz	64 bits	128 ko	512 ko	4 à 6 Mo
2017	Ryzen 3	2,0 à 3,7 GHz	64 bits	64 ko	512 ko	4 à 16 Mo
2017	Ryzen 5	2,0 à 3,8 GHz	64 bits	64 ko	512 ko	4 à 32 Mo
2017	Ryzen 7	2,2 à 3,9 GHz	64 bits	64ko	512 ko	4 à 32 Mo
2019	Ryzen 9	3,3 à 3,8 GHz	64 bits	64ko	512 ko	32 à 72 Mo

Processeur: mémoires cache

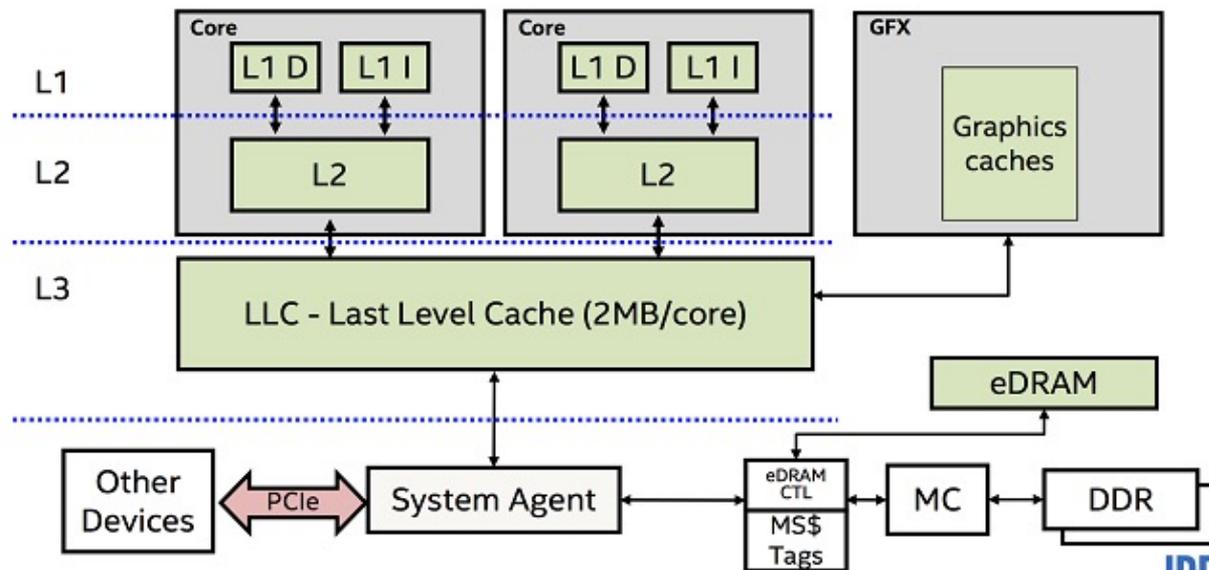
- Les mémoires cache sont des mémoires très rapides qui se trouvent à l'intérieur du processeur
- Elles peuvent donc travailler directement avec le processeur
- Leur taille est limitée parce que la place à l'intérieur du processeur est limitée et qu'elles sont forcément beaucoup plus chères que la mémoire vive, beaucoup plus lente
- Le contenu de ces mémoires cache est volatile, c'est-à-dire qu'il est perdu dès qu'on coupe l'alimentation

Processeur: mémoires cache

- Le système stockera dans ces mémoires des données (et instructions) qui seront utilisées fréquemment par le processeur évitant ainsi un appel à la mémoire vive chaque fois qu'on en a besoin
- Le cache L1 est le plus rapide et est divisé en 2: cache de données L1 et cache d'instructions L1
- Puis vient le cache L2, un peu moins rapide, mais plus grand, qui va servir pour précharger des données ou instructions de la mémoire vive vers le cache L1 ou décharger le cache L1 de données ou instructions excédentaires

Processeur: mémoires cache

- Chaque cœur du processeur possède ses caches L1 et L2
- Le cache L3, plus lent mais plus grand, seconde les deux autres et est commun aux cœurs et à la carte graphique intégrée



26

Intel Next Generation Microarchitecture Code Name Skylake

IDF15
INTEL INNOVATION DAY

Processeur

- Le processeur étant l'élément le plus important du PC, il devra être choisi avec soin
- Deux marques subsistent: Intel et AMD
- Pour choisir entre les deux, deux critères:
 - Le budget
 - Les performances
- Il y a pléthore de tests comparatifs sur Internet qui vous permettront de choisir votre processeur
- Choisissez dans la série i3->i9 pour Intel et dans la série ryzen3 ->9 pour AMD, bannissez tout le reste ...

Processeur

- Pour pouvoir comparer deux portables au niveau du processeur, voici un lien très intéressant :

<https://www.notebookcheck.net/Mobile-Processors-Benchmarklist.2436.0.html>

- Un autre:

<https://www.surlix.com/pc/1-classement-processeur-performance.php>

Puissance processeur

- La puissance d'un processeur dépend de deux facteurs: la vitesse (fréquence) et la quantité de données qu'il peut traiter par unité de temps
- La fréquence processeur désigne le nombre d'opérations effectuées en une seconde par le processeur
- Un processeur cadencé à 3 GHz effectue 3 milliards d'opérations élémentaires à la seconde

Puissance processeur

- La quantité de données que le processeur peut traiter par unité de temps dépend de la largeur du bus frontal (FSB Front Side Bus)
- Ce bus, appelé aussi bus système, a une largeur égale à 64 bits pour les processeurs actuels (32 bits pour la génération précédente)
- Il travaille à une fréquence beaucoup moindre que celle du processeur, comprise généralement entre 100 et 200 MHz
- Attention qu'un processeur gère un nombre de lignes PCIe donné (voir dia 41), souvent 20, à vérifier pour des configurations spécifiques

Hyperthreading et multi-coeurs

- L'hyperthreading est une fonction de certains processeurs Intel qui permet au processeur d'exécuter plusieurs instructions élémentaires (threads) en même temps
- Les processeurs actuels intègrent plusieurs cœurs (core)
- On trouve principalement des dual-core (2), des quad-core (4), des 6-core et des 8-core
- Ils peuvent traiter plusieurs instructions en même temps
- Ces deux technologies améliorent, bien sur, les performances

Refroidissement processeur

- Un processeur pour travailler doit faire commuter des milliers de transistors par seconde, ce qui entraîne bien sur, une grosse dissipation de chaleur
- Donc, attention qu'un processeur (actuel) ne peut jamais fonctionner sans système de refroidissement

Il serait détruit en quelques secondes



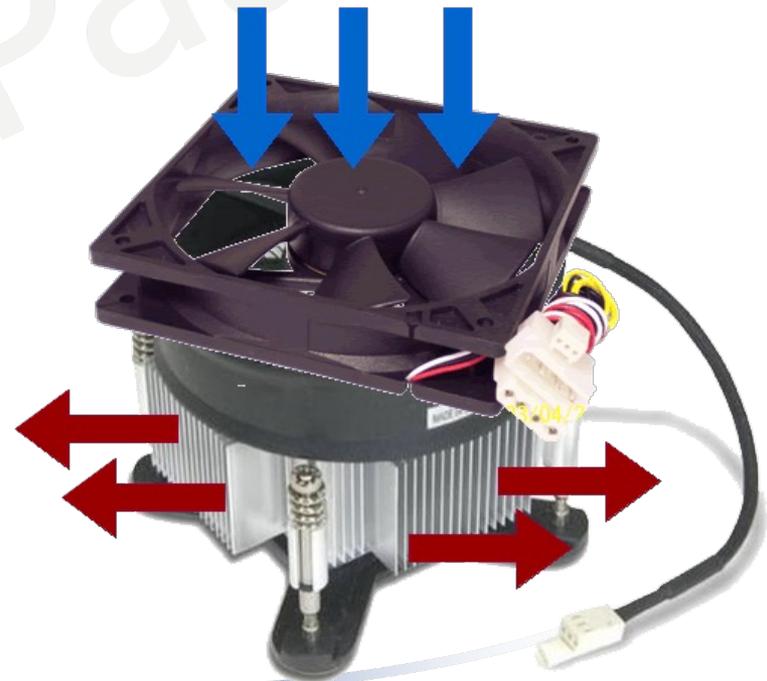
Refroidissement processeur (cooling)

- On utilise pour cela un ventirad (cooler, heat sink), c'est la combinaison entre un radiateur et un ventilateur
- La surface de contact avec le processeur est en matériau très conducteur de chaleur (cuivre), avec en supplément de la pâte thermique qui favorise encore la conduction de la chaleur
 - > si vous enlevez votre ventirad, n'oubliez pas de remettre de la pâte thermique avant de le remonter



Refroidissement processeur

- La chaleur est transmise facilement du processeur au radiateur
- Le ventilateur apporte de l'air froid sur le radiateur et dissipe ainsi la chaleur
- La conception en ailettes du radiateur facilite grandement cette dissipation



Refroidissement processeur

- Choisissez un ventirad avec un facteur de dissipation suffisant pour le processeur
- Attention que certains ventirad prennent beaucoup de place
- Assurez-vous d'avoir assez de place pour pouvoir placer les barrettes mémoire



Processeur - overclocking

- L'overclocking (sur-cadençage en français) est une technique visant à augmenter la fréquence du processeur au-dessus de sa fréquence nominale et ainsi augmenter sa vitesse d'exécution
- L'inconvénient, c'est qu'on augmente aussi la chaleur dégagée par le CPU, il faudra donc adapter éventuellement le refroidissement
- Il y a deux types d'overclocking; automatique et manuel
- L'overclocking automatique est simple à mettre en œuvre puisqu'un logiciel travaille pour vous mais l'overclocking manuel permet un niveau de contrôle plus grand

Processeur - overclocking

- Certains processeurs haut de gamme ont un mode turbo qui se déclenche quand c'est nécessaire (dessin 3D, jeux, ...)
- Cela revient à faire de l'overclocking automatique
- L'overclocking manuel se fait à partir du bios (ou UEFI maintenant)
- Avant d'overclocker votre processeur, vérifiez sa température (bios), ses performances actuelles (cinebench ou 3Dmark) et sa stabilité par un test de contrainte (prime95 ou intelBurnTest)
- Faites des tests de comparaison (température, performances) et en cas d'écran bleu, diminuez les paramètres d'overclocking

Refroidissement processeur - watercooling

- Loin des premiers watercooling expérimentaux et pas trop fiables, on trouve maintenant des watercooling à prix raisonnables et dont la mise en œuvre est simple
- Ils sont indiqués en cas d'overclocking car leur pouvoir de dissipation est plus grand
- Il faut veiller à avoir une tour assez grande pour pouvoir placer le bloc de ventilateurs (généralement sur le dessus de la tour) ou prendre un bloc avec 2 ou même 1 ventilateur



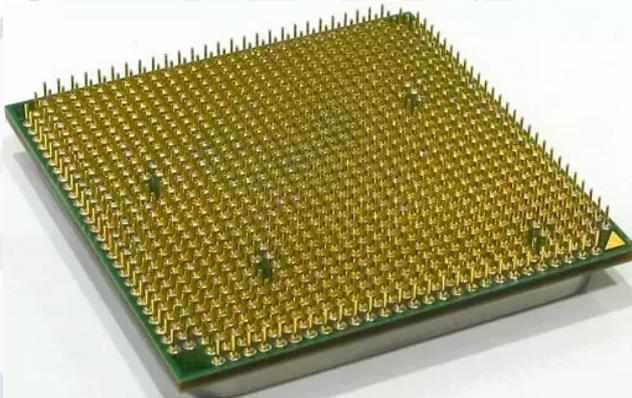
Refroidissement processeur - choix

- Exemple: watercooling Corsair iCUE H150 RGB à +/- 160€ chez LDLC



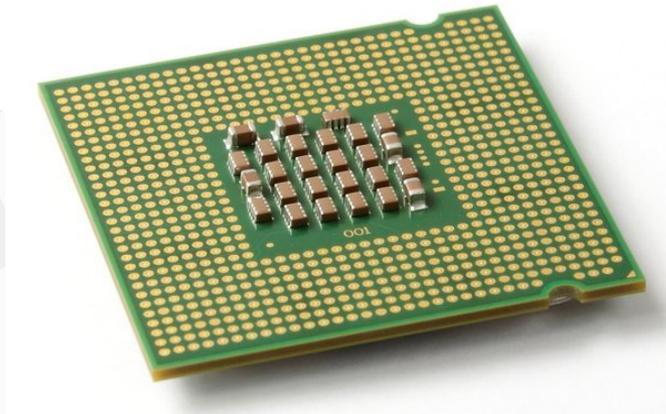
Facteur de forme du processeur

- Chaque famille de processeur à son socket (support) adapté à sa forme
- On trouve deux architectures:
 - Chez AMD; une architecture PGA (Pin Grid Array, matrice de broches) où les broches sont sur le processeur et le support est à force d'insertion nulle (ZIF)



Facteur de forme du processeur

- Chez Intel, une architecture LGA (Land Grid Array, matrice de pastilles) où les broches sont sur le socket (attention, pas toucher !) et des pastilles sont sur le processeur



Jeu d'instructions

- Chaque processeur (ou famille de processeur) a un jeu d'instructions machine qui lui est propre et qu'il peut exécuter
- Ces instructions machines permettent d'exécuter des opérations élémentaires
- Ces instructions machines sont utilisées par des langages de programmation de haut niveau comme java et sont donc transparentes au niveau de l'utilisateur

Jeu d'instructions

- Au niveau du type de jeu d'instructions, on trouve les architectures processeurs:
 - RISC (Reduced Instruction Set Computer) qui ont un jeu d'instructions plus réduit mais chaque instruction est codée simplement et n'utilise que quelques cycles d'horloge
 - CISC (Complex Instruction Set Computer) qui embarquent un maximum d'instructions souvent très complexes mais prenant plusieurs cycles d'horloge
Leurs instructions gèrent aussi un grand nombre de modes d'adressages
- Les processeurs x86 (32 bits) ou x64 (64 bits), chez Intel et AMD, utilisent une architecture CISC

Nouveaux éléments inclus dans le μP

- Outre de la mémoire de travail (mémoire cache), les processeurs actuels intègrent:
 - Le contrôleur de mémoire vive (RAM)
 - Une puce graphique -> pas toujours, bien vérifier avant d'acheter !
- La puce graphique utilise les sorties vidéo intégrées à la carte mère et permet de se dispenser d'une carte graphique supplémentaire
- Les performances sont correctes pour une utilisation courante, mais pour infographistes et les gamers, il faudra investir dans une carte graphique plus performante ;-)

Processeur - choix

- Exemple: Processeur Intel Core i9-13900KF (3 GHz / 5.8 GHz) au format intel 1700, cadencé à 3 GHz (5,8 GHz en mode turbo) **sans** puce graphique, à +/- 560€ chez LDLC

(sans ventirad)



Mémoires

- Notre système informatique comporte plusieurs types de mémoires
- Principalement, nous trouverons:
 - De la mémoire cache, à l'intérieur du processeur, ultra-rapide pour travailler à sa cadence, mais très chère
 - De la mémoire vive, sur la carte mère, assez rapide et moins chère mais au contenu volatile
 - De la mémoire de masse, généralement sous forme de disque SSD, pas chère, qui garde le contenu, mais fragile et très lente

Mémoire vive (RAM)

- La mémoire vive est une mémoire de travail qui stocke temporairement programmes et données
- Son contenu est vidée lors de la suppression d'alimentation



Mémoire vive

- La fréquence de travail de la mémoire vive dépend du bus système et du processeur
- Chez Intel, par exemple, les processeurs actuels utilisant la technologie "quad pumped" donnent une fréquence de fonctionnement 4 x supérieure à celle du bus système
- Pour un FSB travaillant à 200MHz, la mémoire travaillera alors à 800MHz

Mémoire vive

- Types de mémoires vives actuelles:

Année	Nom	Fréq de bus (MHz)	Débit de données (MT/s)	Vitesse de transfert (Go/s)	Alim (V)	Spécificités
1997	SDRAM	66 à 150	100 à 166	0,8 à 1,3	3,3	
2000	DDR	100 à 300	266 à 400	2,1 à 3,2	2,5 à 2,6	2x + rapide que SDRAM à fréq =
2004	DDR2	200 à 600	533 à 800	4,2 à 6,4	1,8	2x + rapide que DDR à fréq =
2007	DDR3	400 à 1066	1066 à 1600	8,5 à 14,9	1,35 à 1,5	2x + rapide que DDR2 à fréq =
2013	DDR4	666 à 1600	2133 à 5100	17 à 25,6	1,2	2x + rapide que DDR3 à fréq =
2020	DDR5	2400 à 4400	3200 à 6400	38,4 à 51,2	1,1	2x + rapide que DDR4 à fréq =

- Remarques:
 - MT/s: millions de transferts par seconde
 - Alimentation: valeur normalisée pas toujours respectée par les constructeurs

Mémoire vive

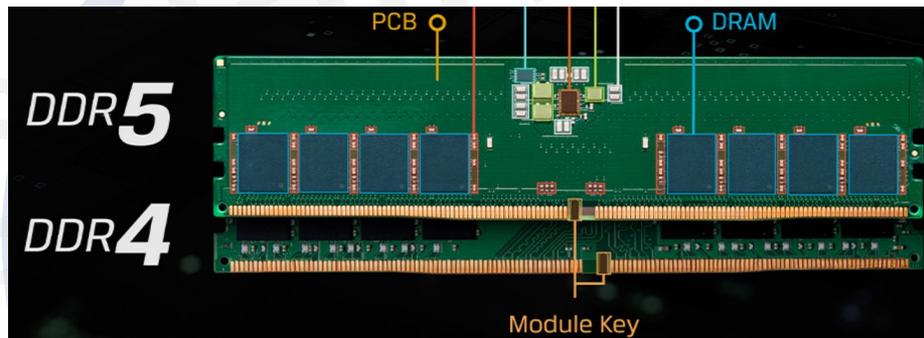
- Au niveau des appellations, on trouve par exemple, pour une même barrette:
 - DDR5-6800 -> taux de transfert en MT/s
 - PC5-54400 -> taux de transfert en Mo/s (8 fois le taux en MT/s puisqu'on travaille sur un bus de 8 octets)
- Remarque: le MT/s n'est pas une unité reconnue par le système international d'unités où T représente le Tesla (densité du champ magnétique)

Mémoire vive - facteur de forme

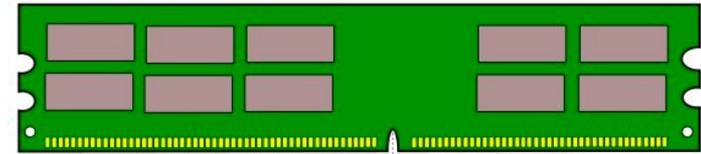
- Les mémoires pour PC de bureau sont au format DIMM (Dual Inline Memory Module) avec:
 - SDRAM: 168 broches
 - DDR: 184 broches
 - DDR2 & 3: 240 broches
 - DDR4 & 5: 288 broches
- Les mémoires pour ordinateur portables sont au format SO-DIMM (Small Outline DIMM) avec:
 - SDRAM: 144 broches
 - DDR & DDR2: 200 broches
 - DDR3: 204 broches
 - DDR4: 260 broches
 - DDR5: 262 broches

Mémoire vive - facteur de forme

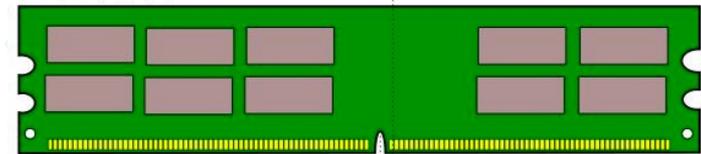
- Ces mémoires ne sont bien sûr pas compatibles entre-elles et un système d'encoche à position différente est prévu pour éviter de se tromper



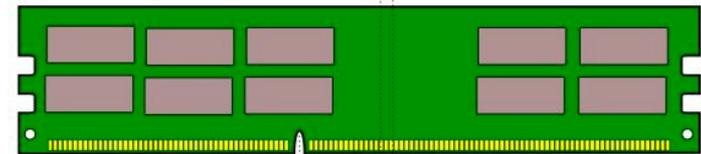
DDR



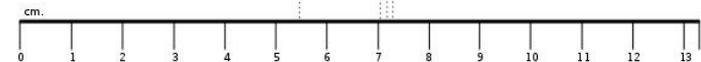
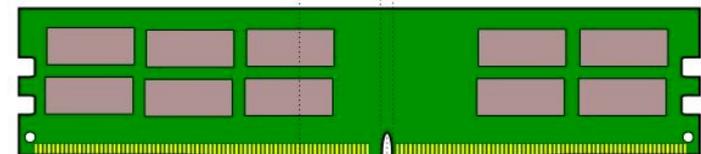
DDR 2



DDR 3



DDR 4



Mémoire vive - parité

- La mémoire pour poste de travail est généralement de type non-ECC, non-buffered
- La mémoire pour serveur (plus chère et pas compatible avec l'autre) est généralement ECC et Buffered
- La mémoire ECC (Error Correcting Check) comporte un circuit supplémentaire qui détecte les erreurs sur plusieurs bits et est capable de corriger les erreurs sur 1 bit
- La mémoire Buffered inclus un tampon mémoire (buffer) qui permet de maintenir la bande passante à une valeur optimale

Mémoire vive - Dual Channel

- La plupart des contrôleurs mémoire proposent un fonctionnement en double canal (Dual Channel) pour la mémoire
- Il s'agit d'utiliser les modules mémoire par paire afin d'optimiser la bande passante et d'exploiter au maximum les capacités du système
- Il est essentiel, lors de l'utilisation du Dual Channel, d'utiliser des barrettes identiques par paire (fréquence, CAS, capacité, et préférentiellement de même marque)
- Il est préférable d'utiliser des kits tout fait avec deux barrettes
- Sur les cartes mères actuelles, la paire doit être placée en A2 et B2

Mémoire vive - latences

- Le temps d'accès aux données dans une mémoire vive n'est pas nul
- On peut le noter via une série de chiffres (Exemple: 9-9-9-24) ou via l'appellation CLx
- Le plus important est le premier qui est:
 - **CAS latency** (Column Address Strobe): nombre de cycles d'horloge s'écoulant entre l'envoi de la commande de lecture et l'arrivée effective de la donnée
- Plus le chiffre après CL est petit, plus le temps d'accès est petit (quelques ns)

Mémoire vive - choix

- Exemple: kit Dual Channel Corsair Vengeance RGB DDR5
32 Go (2x 16 Go) 7000 MHz CL40
à +/- 215€ chez LDLC



Périphériques de stockage

- Les périph. de stockage, appelés aussi mémoires de masse permettent de stocker durablement programmes et données
- Leur vitesse d'exécution est plus lente que celle de la mémoire vive



3.5" HDD



2.5" HDD



2.5" SSD



M2 SSD



mSATA SSD

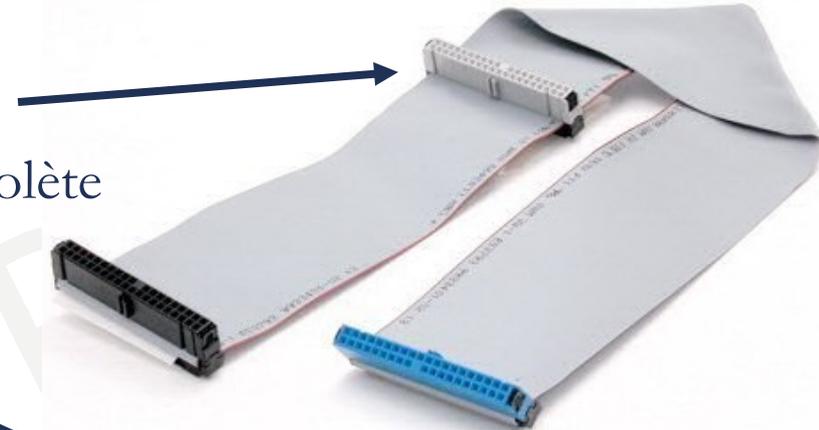
Périphériques de stockage

- Au niveau périphériques de stockage, nous trouvons principalement:
 - un disque dur interne au standard M.2
 - Éventuellement un lecteur/graveur DVD/Blue-ray



Périphériques de stockage

- 4 normes principales existent:
 - IDE ou Parallel-ATA -> obsolète
 - SCSI: réservée aux serveurs -> obsolète
 - SAS: réservée au serveurs actuels
 - Serial-ATA: norme actuelle pour poste de travail
 - NVMe: norme actuelle des SSD

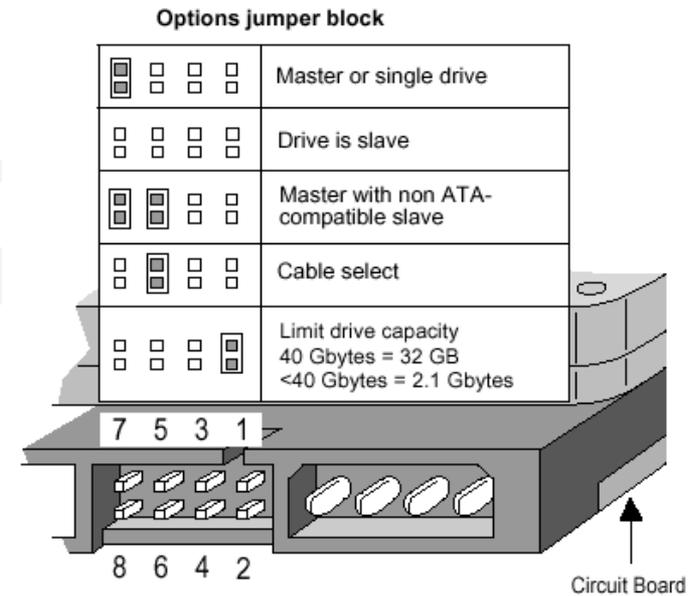
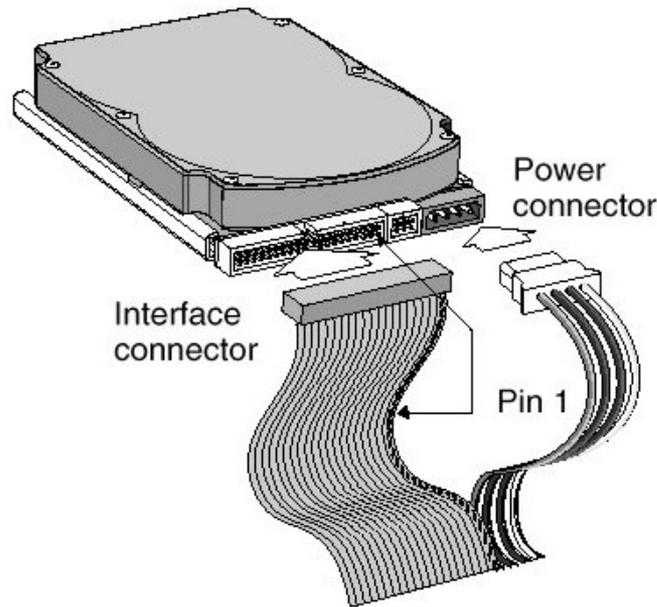


Périphériques de stockage

Norme	Bande passante
ATA-6	Ultra-DMA/100 (UDMA 5): 100 Mo/s
ATA-7	Ultra-DMA/133 (UDMA 6): 133 Mo/s
Ultra 160 SCSI	160 Mo/s
Ultra 320 SCSI	320 Mo/s
Ultra 640 SCSI	640 Mo/s
SATA	150 Mo/s
SATA II	300 Mo/s
SATA III	600 Mo/s
SAS	375 Mo/s
SAS 2.0	750 et 1500 Mo/s
NVMe	3500 Mo/s

Périphériques de stockage: disques ATA

Connexion d'un périphérique IDE (PATA):

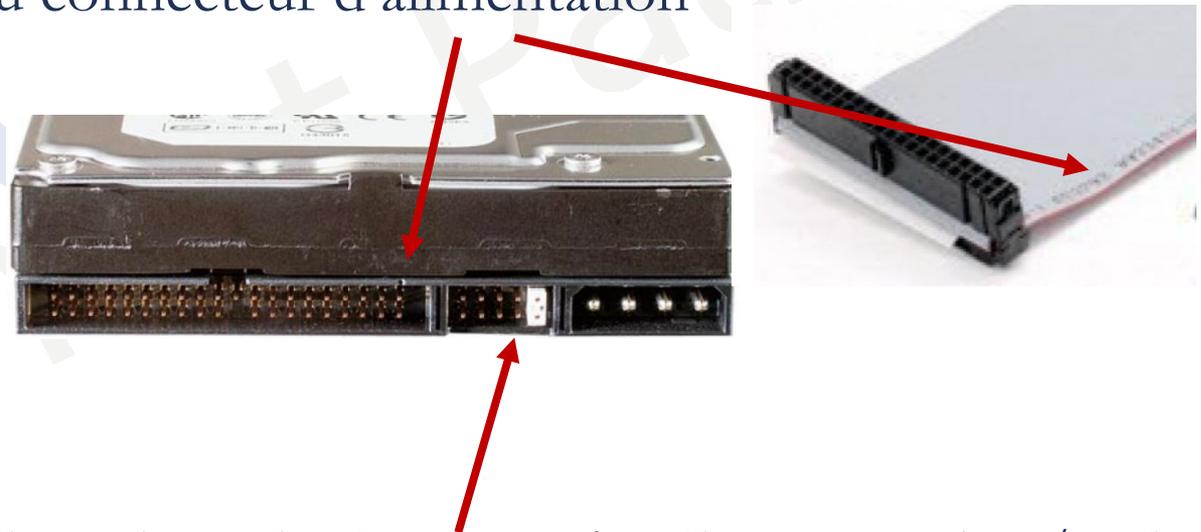


Une nappe IDE permet la connexion de 2 périphériques, un maître et un esclave (jumpers à positionner différemment selon constructeur !)

Périphériques de stockage: disques ATA

Connexion:

- Lorsque vous connectez des périphériques PATA, rappelez-vous que la broche 1 (celle avec un liseré de couleur) du connecteur data, est toujours du côté du connecteur d'alimentation

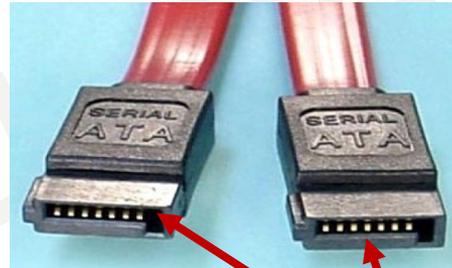


- N'oubliez pas de placer le ou les jumpers de sélection maître/esclave correctement (PATA)

Périphériques de stockage: disques SATA

Connexion

- Lorsque vous connectez des périphériques SATA, faites bien attention de ne pas appliquer de torsion sur les connecteurs qui sont assez fragiles et cassants



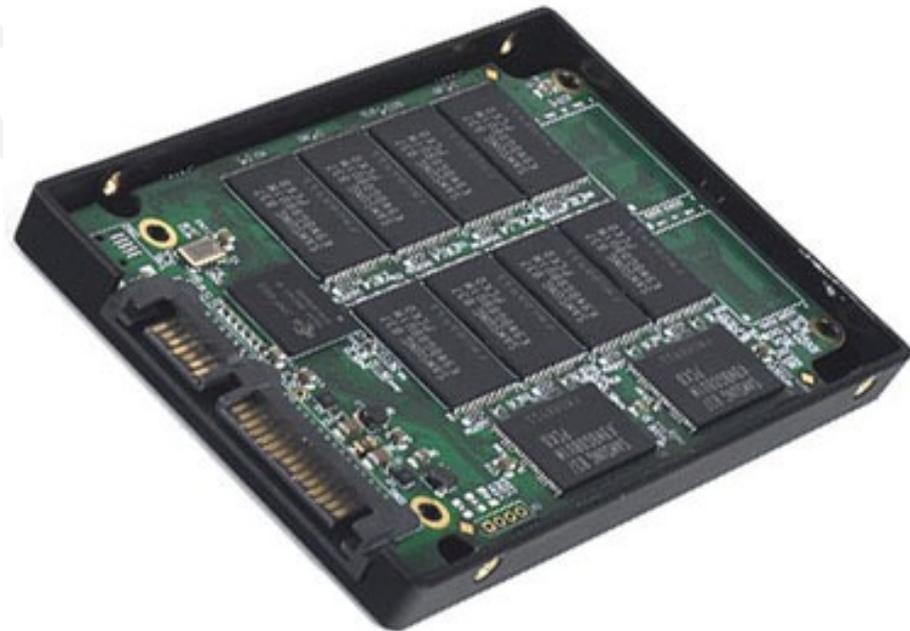
Périphériques de stockage: disques mécaniques

Fragilité:

- Si un disque dur mécanique (tournant à 3600, 7200 ou 10000 tours/min) tombe sur le sol alors qu'il est alimenté, il sera irrémédiablement cassé et les données perdues
- Des sociétés équipées de salles blanches sont spécialisées dans la récupération de données pour un montant variant entre 500 et 1000€
- Les disques durs mécaniques sont obsolètes pour les PC domestiques mais pas forcément pour les opérateurs de stockage dans le cloud où on trouve des HDD de 32To moins chers que les SSD équivalents

Périphériques de stockage: SSD

- Mais en règle générale, les disques durs mécaniques sont, maintenant, remplacés avantageusement par des disques SSD (Solid State Disk)
- Ils ne comportent pas de pièces mobiles (stockage sur mémoire flash comme une clé USB)
- Pas de soucis en cas de choc !
- Par contre, ils peuvent être endommagés par des décharges électrostatiques ...



Périphériques de stockage: SSD

- Les SSD standards ont une taille de 2,5" et une interface SATA
- Sur des machines plus petites, on trouve des SSD au format mSATA (mini-SATA) qui ont une taille d'1/8 par rapport aux disques SATA
- Le connecteur mSATA est également plus petit



Périphériques de stockage: SSD

- En 2013, une nouvelle norme a vu le jour, la norme M.2
- Les 2 tailles les plus courantes sont:
 - 2280: 22mm x 80mm
 - 2230: 22mm x 30mm
- Vérifiez avant d'acheter votre disque M.2 (qui n'a plus de disque que le nom ;-))



Périphériques de stockage: SSD

- La norme M.2 à évoluée
- Au départ, les SSD M.2 utilisait l'interface SATA et étaient donc limité à un débit maximum de 600Mo/s
- Pour augmenter le débit, une interface spécifique a été développée, le NVMe (Non Volatile Memory Express) qui utilise le bus PCI Express
- L'évolution de cette interface est donc liée à l'évolution de la norme PCIe (voir dia 37 et suivantes)

Périphériques de stockage: SSD

- Si on résume le tableau de la dia 40:

Version PCIe	Bande passante		
	1 ligne	2 lignes	4 lignes
3.0	1Go/s	2 Go/s	4 Go/s
4.0	2 Go/s	4 Go/s	8 Go/s
5.0	4 Go/s	8 Go/s	16 Go/s
6.0	8 Go/s	16 Go/s	32 Go/s
7.0	16 Go/s	32 Go/s	64 Go/s

- Un port M.2 NVMe peut activer 4 lignes PCIe, ce qui veut dire qu'un disque M.2 NVMe PCIe 5.0 comme le Crucial T7000 peut avoir un débit maximum de 16 Go/s, bien loin des 600 Mo/s du SATA

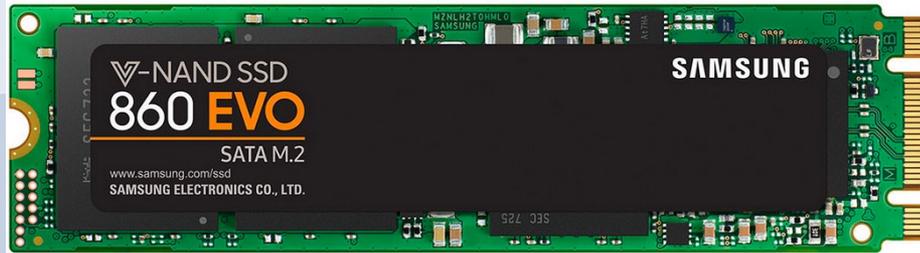
Périphériques de stockage: SSD

- Attention que la bande passante est souvent partagée entre le NVMe et le SATA
- Généralement, le système l'indique et vous pouvez aller dans l'UEFI pour désactiver les ports SATA et ainsi activer les 4 lignes du port NVMe

```
An M.2 PCIE device has been detected in the M.2_2 socket.  
PCIE bandwidth on the M.2_2 socket can be set to X2 or X4,  
default X2 configuration shares bandwidth with the SATA_56 ports.  
To improve performance,  
go to BIOS/Advanced/Onboard Device Configuration and switch from X2 to X4.  
Press F1 to Run SETUP
```

Périphériques de stockage: SSD

- Au niveau du connecteur, il existe deux types d'encoches; B et/ou M



B + M -> pour M.2 SATA



M -> pour M.2 NVMe

Périphériques de stockage: SSD

- Pour constituer les disques SSD, il existe 3 types de mémoire flash:
 - La SLC NAND (Single Level Cell)
 - La MLC NAND (Multi Level Cell)
 - La TLC NAND (Triple Level Cell)
- Le problème, c'est que le nombre de cycles d'écritures/effacement n'est pas infini ...
 - Environ 100 000 pour la SLC
 - Environ 10 000 pour la MLC
 - Et seulement 1 000 pour la TLC (environ)

Périphériques de stockage: SSD

- Les SSD SLC sont souvent réservés pour l'informatique professionnelle
- Pour le grand public, on trouve des disques MLC et TLC moins cher à produire
- On parle maintenant de **V-NAND** ou de **3D-NAND**: c'est une technique permettant d'empiler verticalement des cellules mémoires, qui peuvent être de type SLC, MLC ou TLC

Périphériques de stockage – MBR ou GPT

- Le MBR (Master Boot Record) date de 1983 avec le DOS 2.0
- C'est le secteur d'amorçage situé sur les 512 premiers octets du disque
- Il fonctionne avec des disques de maximum 2To
- Il permet 4 partitions primaires maximum ou 3 partitions primaires et une partition étendue
- Bref, il est obsolète

Périphériques de stockage – MBR ou GPT

- La GPT (GUID Partition Table) est associé à l'UEFI
- Le nombre de partitions primaires est beaucoup plus élevée et dépend de l'OS (128 pour Windows)
- Chaque partition a un identifiant unique le GUID (Globally Unique Identifier)
- Les disques peuvent être beaucoup plus gros

Périphériques de stockage – MBR ou GPT

- Sur un disque en MBR, les informations de partitionnement et de démarrage sont stockées en un seul endroit et si le MBR est effacé ou corrompu, le disque ne démarre plus ...
- Avec un disque GPT, les infos de partitionnement et de démarrage sont stockées à plusieurs endroits et peuvent donc être récupérées en cas de problème
- De plus en GPT, le CRC (cyclic redundancy check) est géré donc si il y a corruption de données, elle est détectée et l'utilisateur prévenu
- **Donc, à choisir, préférez GPT à MBR !**

Périphériques de stockage - Formatage

En Windows, 4 FS (file system) existent:

- FAT (FAT16): disques jusque 2Go -> système de fichiers historique du dos et des premières versions de Windows
N'est plus utilisé que pour les supports amovibles de très petite capacité, compatible en écriture avec MacOS
- FAT32: disques jusque 2To -> La taille des fichiers est **limitée à 4Go**
Certains supports amovibles sont encore formatés dans ce système, à remplacer par exFAT ou NTFS
Compatible en écriture avec MacOS

Périphériques de stockage - Formatage

En Windows, 4 FS (file system) existent:

- NTFS: disques jusque 8 Po (pétaoctet) -> à utiliser lors de l'installation de Windows et pour tout support de plus de 4Go, n'est pas compatible en écriture avec MacOS
- exFAT: disques jusque 28 Po -> compatible avec MacOS et Linux en écriture, ce qui en fait le file system de choix si vous travaillez avec dans des environnements hybrides

Attention que la gestion des fichiers, notamment au niveau de la sécurité et de la place sur le disque, est moins bien géré qu'en NTFS

Périphériques de stockage - Choix

- Avec la diminution des prix, plus besoin de choisir un SSD pour le démarrage de l'OS et un disque mécanique pour le stockage des données, et nous avons vu qu'un disque M.2 NVMe s'impose
- Nous avons choisi Crucial T7000 d'une capacité de 1To à +/- 200€ chez LDLC



Octet - Byte

- L'unité de mesure élémentaire en informatique est le bit (Binary digit)
- Cette unité d'information permet de représenter les deux valeurs du système de numération binaire, 0 ou 1
- C'est une information élémentaire, la plus petite qu'on puisse rencontrer dans un système informatique
- On les regroupe en blocs de 8, appelés octets ou bytes en anglais
- Une mémoire de 2Gb et de 2 Go sont donc équivalentes

Multiples informatiques

- Dans le domaine informatique, les multiplicateurs kilo, Méga, Giga et Téra ne sont pas toujours reliés à une puissance de 10, ils sont souvent reliés à une puissance de 2, notamment lorsqu'il est question de capacité ou de vitesse
- Par exemple 1 kilooctet équivaut donc à 1024 octets (2^{10}) et non à 1000 octets (10^3)
- Normal, puisque les ordinateurs travaillent en binaire

Multiplés informatiques

- En décimal, on a dix symboles (0->9), on travaille donc en base 10
- Le rang des unités vaut 10^0 , celui des dizaines 10^1 , celui des centaines 10^2 , ...
- En binaire, on a deux symboles (0,1), on travaille donc en base 2
- Le rang 1 vaut 2^0 , le rang 2 vaut 2^1 , le rang 3 vaut 2^2 , ... (on ne peut plus parler de rang des dizaines)

Les unités de capacité: usage courant

Unité	Symbole	Equivalence	
Bit	Bit	Unité de base	
Octet	o	1 octet = 8 bits	
Kilooctet	ko	1 ko = 2^{10} octets	1 ko = 1024 octets
Megaoctet	Mo	1 Mo = 2^{20} octets	1 Mo = 1024 ko
Gigaoctet	Go	1 Go = 2^{30} octets	1 Go = 1024 Mo
Teraoctet	To	1 To = 2^{40} octets	1 To = 1024 Go
Pétaoctet	Po	1 Po = 2^{50} octets	1 Po = 1024 To

Mesure de capacité

- Les fabricants de mémoire vive utilisent le terme Gigaoctet (Go) pour désigner $2^{30} = 1.073.741.824$ octets alors que les fabricants d'unité de disque utilisent le terme million d'octet (Mo) pour désigner $10^9 = 1.000.000.000$ octets, entretenant ainsi une certaine confusion
- C'est pour cela qu'un disque de 500 Go aura une capacité réelle de 465,66 Go.
 $\Rightarrow (500/1,073741824) \times 10^9 = 465,66 \text{ Go}$

Mesure de capacité

- De combien de Go réels disposera un disque dur étiqueté à 1 To ?

Mesure de capacité: usage correct

- Le fait que l'usage des exposants de 2 n'est pas conforme au système international d'unités (SI) plus le fait qu'il y ait confusion entre 2^{10} et 10^3 pour l'appellation kilooctet suivant l'usage (de même pour les autres multiples), a conduit, en 1998, à redéfinir autrement l'appellation des exposants de 2
- On parlera ainsi de kibi pour kilo binaire, ce qui donnera l'appellation kibioctet

Les unités de capacité: usage correct

Unité	Symb.	Equivalence		Unité	Symb.	Equivalence
Kilooctet	ko	1 ko=10 ³ octets	1 ko=1000 octets	Kibioctet	kio	1 ko=2 ¹⁰ octets
Megaoctet	Mo	1 Mo=10 ⁶ octets	1 Mo=1000 ko	Mébioctet	Mio	1 Mo=2 ²⁰ octets
Gigaoctet	Go	1 Go=10 ⁹ octets	1 Go=1000 Mo	Glbioctet	Gio	1 Go=2 ³⁰ octets
Teraoctet	To	1 To=10 ¹² octets	1 To=1000 Go	Tébioctet	Tio	1 To=2 ⁴⁰ octets
Pétaoctet	Po	1 Po=10 ¹⁵ octets	1 Po=1000 To	Pébioctet	Pio	1 Po=2 ⁵⁰ octets

Cartes d'extension

- Les cartes d'extension ajoutent des fonctionnalités à l'ordinateur (cartes son, écran, réseau, TV, d'acquisition, ...)
- Pour une utilisation bureautique, la carte mère intègre tout ce qui est nécessaire
- Pour une utilisation en conception graphique ou pour le jeu, une carte graphique supplémentaire sera souhaitée

Carte graphique

- Les cartes graphiques sont légion et suivant que l'on veut faire de la bureautique, de la modélisation 3D ou du jeu, il faudra prendre une carte avec plus ou moins de mémoire
- Pour vous y retrouver, voici un lien qui les classe:

<https://www.notebookcheck.net/Mobile-Graphics-Cards-Benchmark-List.844.0.html>

Carte graphique - choix

- Nous avons choisi une Carte Gygabyte GeForce RTX 4070 Super 12Go (DDR6) avec une interface PCI Express 4.0 16x, 1 sortie HDMI et 3 sorties display port, à +/- 750€ chez LDLC



Ecran

- La technologie des écrans évolue sans cesse
- Actuellement les écrans LED sont les meilleurs rapport qualité/prix
- Attention à avoir une connectique de sortie adaptée à la carte écran, l'HDMI devient le standard
- Tactile ou pas ? Pas vraiment utile pour un PC de travail mais Windows 11 se prête assez bien au tactile ...

Ecran - choix

- Nous avons choisi un écran 27" LG UltraGear 27GR93U-B 3840x2160 pixels (4K) 16/9 à +/- 449€ chez CoolBlue avec 2 ports HDMI et un port DisplayPort



Pour compléter

- Il nous faut encore un clavier et une souris
- On est passé de l'interface PS/2 (présente depuis 1995 en standard) à l'interface USB
- Pour les périphériques sans fil, on utilise le Bluetooth



En PS/2, le connecteur clavier est mauve et le connecteur souris est vert



Clavier - choix

- Nous avons choisi un clavier rétro-éclairé sans fil Spirit of Gamer Xpert-K200 Noir à +/- 50€ chez LDLC



Souris - choix

- Nous avons choisi une souris sans fil Advance vertical + RF à +/- 23€ chez LDLC
- Cette souris (pour droitiers) est ergonomique et permet d'éviter les troubles musculo-squelettiques



Montant de la configuration exemple

- Notre PC, composé de:
 - boîtier Corsair 3000D Airflow – 90€
 - alimentation Enermax Revolution D.F.X 1050W – 188€
 - Carte mère ASUS ROG STRIX Z790-F WIFI II – 500€
 - Processeur Intel Core i9-13900KF cadencé à 3 GHz – 560€
 - watercooling Corsair iCUE H150 RGB – 160€
 - Mémoires Dual Channel Corsair Vengeance RGB DDR5 32 Go – 215€
 - Disque dur SSD Crucial T7000 d'une capacité de 1To – 200€
 - Carte Gygabyte GeForce RTX 4070 Super – 750€
 - écran LG 27" 27" LG UltraGear 27GR93U-B 4K – 449€
 - Clavier rétro-éclairé sans fil Spirit of Gamer Xpert-K200 – 50€
 - Souris sans fil Advance vertical + RF – 23€

=> revient à +/- 3185€

Diminution du coût

- On peut garder un PC de qualité mais moins axé sur les performances (PC bureautique et jeux pas gourmands) en changeant:
 - Le boîtier par un Cooler Master Elite 500 ODD Noir à +/- 65€
 - l'alimentation par une Seasonic B12 BC-550 80+ Bronze à +/- 60€
 - la carte mère par une MSI PRO A620M-E socket AM5 à +/- 100€
 - le processeur par un AMD Ryzen 5 7600X 4.7 GHz à +/- 260€
 - Le ventilateur par un be quiet! Shadow Rock 3 à +/- 59€
 - la RAM par une Kingston Fury Beast 16 Go DDR5 5600 MHz à +/- 69€
 - le SSD par un Kingston NV2 500Go à +/- 48€
 - Retirant la carte graphique PCI Express
 - L'écran par un MSI 24,5 pouces MP251P à +/- 90€
 - Le clavier et la souris par un ensemble filaire à +/- 27€
- => ce qui ramène le coût à +/- 778€**

Diminution du coût

- On peut encore diminuer les coûts avec un PC bureautique fonctionnel en changeant:
 - Le boîtier par un Aerocool CS-106 Noir à +/- 25€
 - l'alimentation par une FSP ATX 350W 80+ Bronze à +/- 40€
 - la carte mère par une MSI B450M-1 PRO MAX II socket AM4 à +/- 75€
 - le processeur par un AMD Ryzen 5 3400G 3.7 GHz à +/- 85€
 - Le ventilateur par celui compris avec le processeur
 - la RAM par une Textorm 16 Go DDR4 2666 MHz à +/- 35€
 - le SSD par un Textorm BM5 240 Go à +/- 30€
 - Retirant la carte graphique PCI Express
 - L'écran par un MSI 24,5 pouces MP251P à +/- 90€
 - Le clavier et la souris par un ensemble filaire à +/- 27€
- => ce qui ramène le coût à +/- 407€**

Conclusion

- Nous avons ici parcouru brièvement le matériel qu'on rencontre couramment dans un PC
- Un informaticien industriel se doit de connaître ce matériel, de pouvoir faire un choix judicieux parmi l'offre en pièces PC et d'être capable de monter ou d'upgrader un PC
- Merci pour votre attention