

LECON 4 : LES PERIPHERIQUES ET LES ECHANGES DE DONNEES

I. OBJECTIFS

À la fin de cette leçon, vous serez capable de :

- Décrire le fonctionnement de la communication entre le processeur, la mémoire centrale et les périphériques
- D'identifier les périphériques, connaître leurs rôles et leurs catégories
- D'identifier les connecteurs d'échange entre l'ordinateur et les périphériques

II. LES PERIPHERIQUES

1. Définition

Un **périphérique informatique** est un matériel électronique permettant d'assurer les échanges d'informations en entrée et en sortie entre l'ordinateur et l'extérieur ou de stocker de manière permanente des informations. C'est un dispositif matériel qui connecté à un système informatique (ordinateur ou console de jeux) qui ajoute à ce dernier des fonctionnalités.

Un périphérique peut être raccordé à un ordinateur par câble par l'intermédiaire de l'une de ses interfaces d'entrée-sortie (port série, port parallèle, bus USB, bus FireWire, interface SCSI, etc.), ou par onde électromagnétique (Bluetooth, Wifi, Infrarouge, etc.).

La fonction d'un ordinateur étant le traitement des informations, il acquiert ces informations et les restitue par le biais des périphériques (entrée-sortie).

Un périphérique est associé un contrôleur qui possède :

- des registres
- des mémoires
- des machines à état

...

Le périphérique est couplé aux bus d'adresses, données, contrôle.

2. Les différents types de périphérique

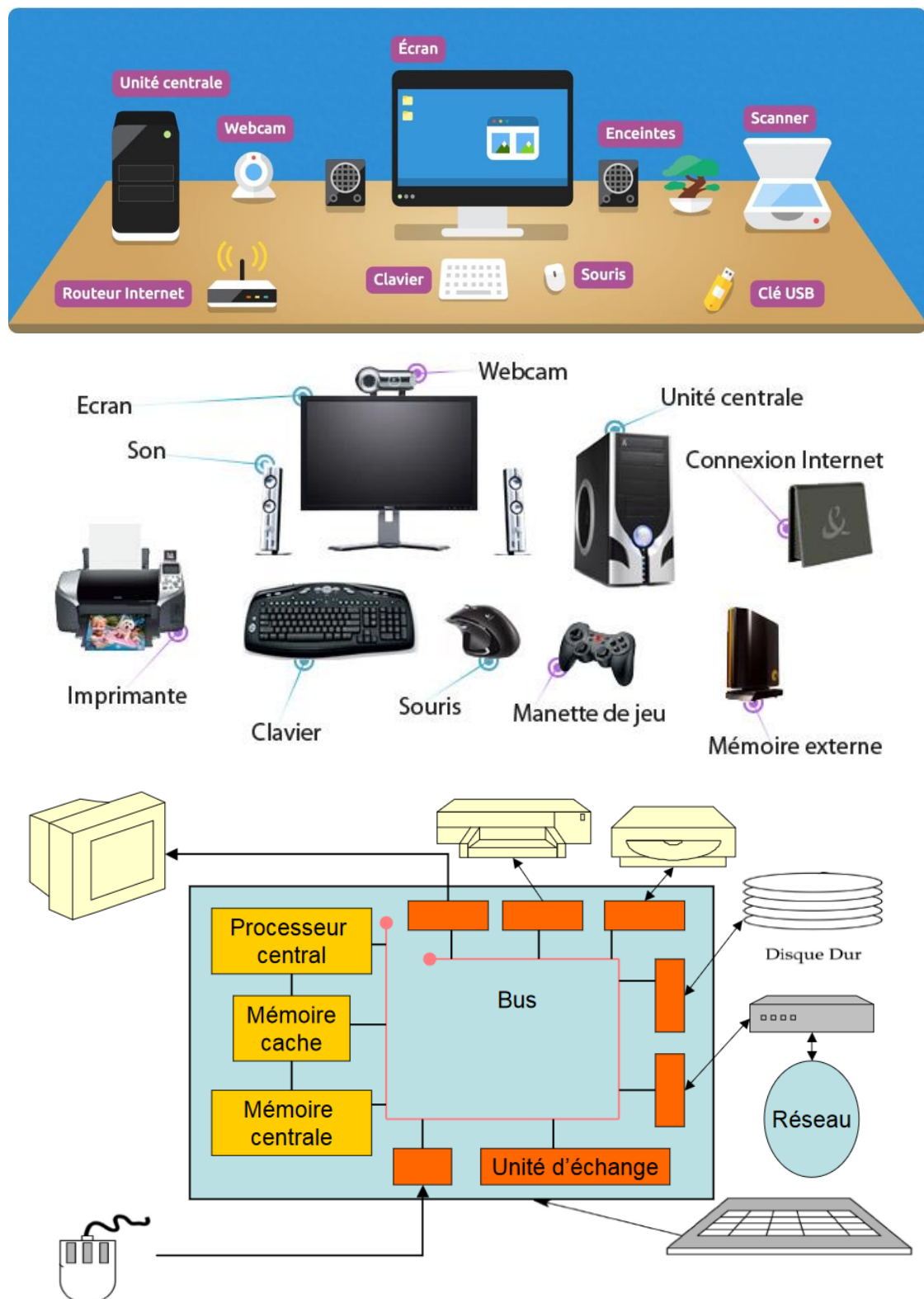


Figure 1 : Ordinateur et périphériques

a. Les périphériques de sortie

L'ordinateur envoie des informations vers ces périphériques.

- **L'écran (moniteur)**

Il affiche les images, permet de voir les informations enregistrées sur l'ordinateur.



Figure 2 : Ecran ordinateur

- **Les enceintes ou chaines HI-FI**

Elles permettent de diffuser du son produit par l'ordinateur.



Figure 3 : Haut-parleurs

- **Le casque**

Il permet de diffuser du son produit par l'ordinateur mais sans déranger le voisin.



Figure 4 : Casque Audio

- **L'imprimante**

Elle permet d'imprimer les informations envoyées par l'ordinateur.



Figure 5 : Imprimante

- **Le vidéoprojecteur**

Il projette les images de l'ordinateur sur un mur ou un grand écran.



Figure 6 : Vidéoprojecteur

b. Les périphériques d'entrée

L'ordinateur envoie des informations vers ces périphériques.

- Le clavier

Il permet de taper du texte, de taper des commandes. Il existe des formes variées de clavier en fonction de la langue et du contexte d'usage.



Clavier anglais (QWERTY)



Clavier français (AZERTY)

Les types de clavier

Au fil des années, la disposition générale des touches a perduré, mais plusieurs types de clavier se sont succédés. Les premiers claviers « externes » (non intégré à l'ordinateur comme c'était le cas sur les premiers PC) étaient de type **PC/XT** et possédaient 83 touches. Ils ont été remplacés par les claviers **PC/AT**, comportant eux 84 touches. L'intérêt des claviers PC/AT ne résidait pas simplement dans l'ajout d'une touche, mais aussi dans la forme et le placement des touches. Par exemple, les touches **Majuscule** et **Entrer** ont été agrandies afin d'améliorer le confort d'utilisation.



Figure 7 : Clavier PC/XT



Figure 8 : Clavier PC/AT

Sont ensuite apparus les **claviers étendus**, se rapprochant bien plus de nos claviers actuels. Les touches F1 à F12 ont par exemple été placées en haut du clavier. Mais l'innovation la plus marquante de ce type de claviers est la présence des quatre flèches directionnelles (←, →, ↓ et ↑), aujourd'hui incontournables.

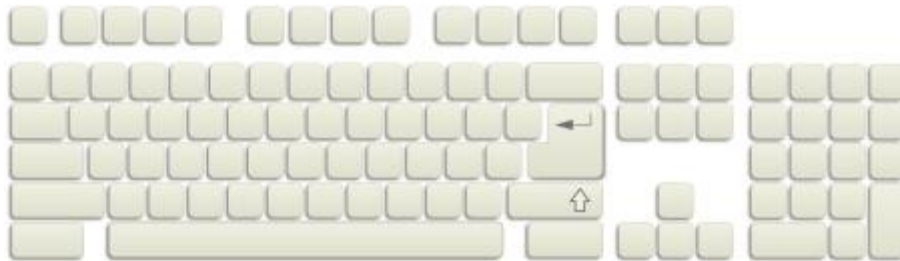


Figure 9 : Clavier étendu

Avec l'avènement du système d'exploitation **Windows**, des claviers qui lui sont spécialement adaptés se sont fortement répandus. On les reconnaît facilement par la présence de trois nouvelles touches : deux touches « Windows » (⊞) et une touche « Application » (⏏).



Figure 10 : Clavier Windows

- La souris

Elle permet de cliquer sur des commandes.

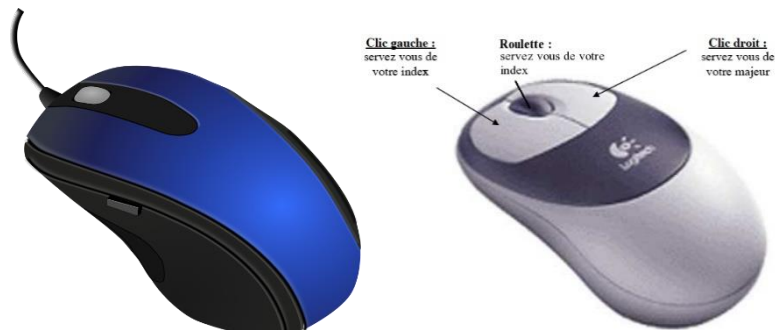


Figure 11 : Souris

- Le microphone

Il capte du son et le transmet à l'unité centrale



Figure 12 : micro

- **Le scanneur**

Il permet de numériser des images ou des textes.



Figure 13 : Scanner

- **La webcam**

Elle capture de l'image (vidéo) et la transmet à l'unité centrale



Figure 14 : webcam

- **Gamepads et Joysticks**

Ce sont des manettes de jeux permettent de jouer à pratiquement n'importe quel jeux sur un ordinateur.



Figure 15 : joystick

- **L'appareil photo numérique**

Il permet de prendre des photos puis de les transférer vers l'unité centrale.



Figure 16 : Camera

- **La tablette graphique**

Elle permet de dessiner et d'écrire directement. Elle fonctionne un peu comme une souris.



Figure 17 : Tablette graphique

c. Les périphérique mixtes (entrée-sortie)

Ils envoient et reçoivent des informations, ils sont à la fois des périphériques d'entrée et de sortie.

- Les modems

Le modem est le périphérique utilisé pour transférer des informations entre plusieurs ordinateurs via les lignes téléphoniques. Il envoie et récupère des informations sur Internet. Le modem convertit en analogique l'information binaire provenant de l'ordinateur. Il envoie ensuite ce nouveau code dans la ligne téléphonique. C'est un convertisseur analogique/numérique et inversement.



Figure 18 : Modem

- Un commutateur réseau (en anglais switch),

C'est un équipement qui relie plusieurs segments (câbles ou fibres) dans un réseau informatique et de télécommunication et qui permet de créer des circuits virtuels



Figure 19 : switch

- Les écrans tactiles

Il écran tactile permet de visualiser et de faire entrer des informations par le biais de l'écran.



Figure 20 : écran tactile

- **Le graveur de CD/DVD**

Il permet de lire et de graver des données sur un CD ou DVD



Figure 21 : Graveur CD/DVD

- **Le lecteur de Disquette**

Il permet de lire et de graver des données sur une disquette

- **Le microphone avec casque**

Il permet de faire entrer des informations via le micro et de sortir le son par le casque.

- **Les imprimantes multifonctions**

Une imprimante multifonction est un appareil d'impression polyvalent qui est capable d'effectuer plusieurs tâches :

- Impression bureautique et, pour certains modèles, impression photo haute définition
- Numérisation de documents (scan) Photocopie
- Fax (transmission de documents numérisés au travers d'une ligne téléphonique)

On peut classer les périphériques mixtes évolués dans une catégorie appelé « périphériques multifonctions » (**MFP** pour ***M**ultiple **F**unction **P**eripheral* en anglais). Dans cette catégorie, on a :

- Les caméscope qui peut faire office d'appareil photo, de webcam, ou de disque externe ou encore d'une imprimante qui peut parfois faire aussi office de scanneur voire de télécopieur ou de fax.
- Les imprimantes multifonctions.
- ...

d. Les supports de stockage

- Les **CD et DVD**

C'est des supports de stockage optiques sur lesquels on peut lire ou graver des informations en utilisant le lecteur/graveur CD/DVD.

- Les **clés USB**

C'est des supports de stockage à semi-conducteur (des supports flash) sur lesquels on peut lire et écrire des informations via le port USB.

- Les **cartes SD (cartes mémoires)**

C'est des supports de stockage à semi-conducteur sur lesquels on peut lire et écrire des informations via le port SD.

- Les **disques durs externes**

C'est des supports magnétiques (HDD) ou flash (SSD) sur lesquels on peut lire et écrire de grandes quantités d'informations.

3. Les connecteurs

a. Définition

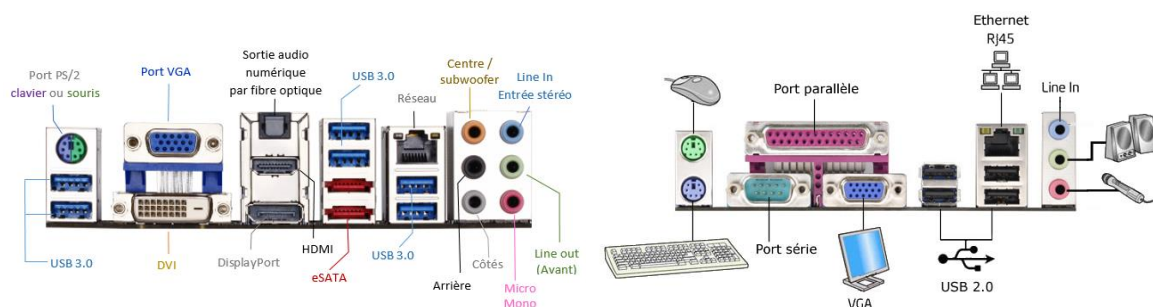
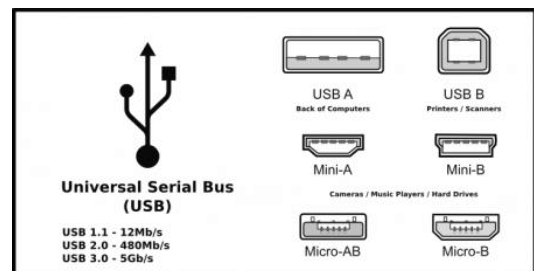
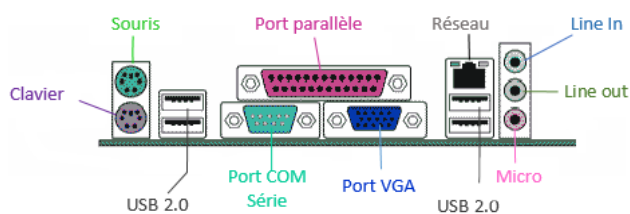
Les connecteurs informatiques, généralement appelés « connecteurs d'entrée-sortie » (notés E/S ou en anglais I/O pour *Input/Output*), sont des interfaces permettant de relier des équipements à l'aide de câbles. Ils se composent généralement d'une prise mâle avec des broches (en anglais *pin*) saillantes, venant s'insérer dans des prises femelles (en anglais *socket*), constituées de douilles d'accueil. Il existe néanmoins des prises dites hermaphrodites faisant office de prise mâle et femelle et pouvant s'insérer l'une dans l'autre.

✚ Brochage

Les broches et douilles des connecteurs sont généralement reliées à des fils électriques constituant le câble. Ainsi, l'association des broches à chaque fil du câble est appelé *brochage* (en anglais *pin layout*).

Chaque broche numérotée correspond en règle générale à un fil du câble, mais il arrive qu'une des broches ne soit pas utilisée. Par ailleurs, dans certains cas, il peut arriver que deux broches soient reliées entre-elles auquel cas on parle de « pont ».

b. Les différents types de connecteur



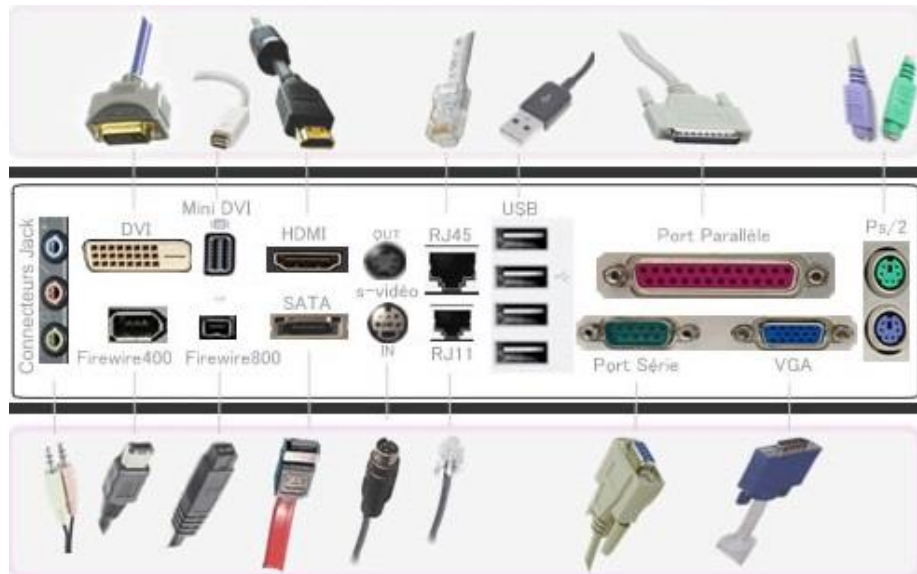


Figure 22 : Connecteurs

Le VGA

VGA sont les initiales de Video Graphics Array, mais le VGA est aussi le premier standard de connecteur vidéo de l'histoire de l'informatique. Le signal se transporte dans un connecteur DE-15 avec 15 broches.

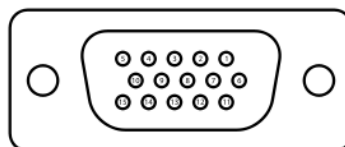


Figure 23 : Port VGA

Le VGA transporte un signal analogique, c'est pourquoi il y a autant de broches. À la base, il fonctionnait sur les anciens écrans cathodiques, souvent en 640x480 ou 800x600, mais il fonctionne bien sur les écrans récents avec sa résolution maximale de 2048x1536 à 85Hz.

Le HDMI

Le HDMI est un connecteur vidéo numérique 19 broches utilisé principalement pour la télévision et l'image haute définition. Il permet de diffuser un signal HD voire 3D jusqu'en 4096x2160.



Figure 24 : Connecteur HDMI

Il permet de transférer jusqu'à 18 Gbit/s en HDMI 2.0 et se trouve sur la plupart des cartes graphiques récentes.

Le DisplayPort

Le DisplayPort est un connecteur vidéo numérique 20 broches utilisé en grande partie pour le jeu, pour le reste le HDMI fait largement l'affaire. Théoriquement, la résolution n'a comme limite que la bande passante du connecteur.



Figure 25 : Connecteur DisplayPort

Le Jack

Le Jack que vous connaissez tous, est le connecteur sonore le plus répandu (enfin pour l'audio grand public). C'est un connecteur 1 broche, qui est le plus souvent divisé en trois zones avec des anneaux noirs comme vous pouvez le voir ci-dessous.

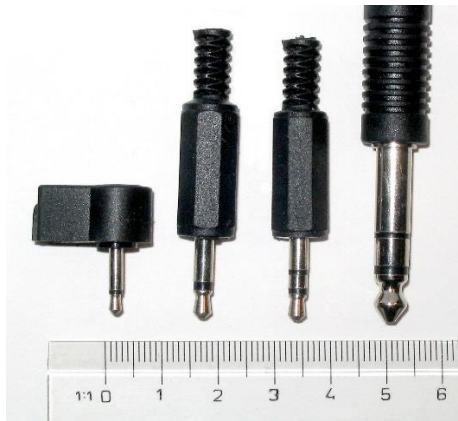


Figure 26 : Connecteur jack

De gauche à droite :

- Jack 2.5mm mono (La version stéréo est utilisée sur beaucoup d'appareil mobiles, ou les manettes de jeu)
- Jack 3.5mm mono (Peu utilisée)
- Jack 3.5mm stéréo (La prise de référence sur tous les appareils)
- Jack 6.35mm stéréo (Prise surtout utilisée pour le son haute qualité, et les amplis de guitare, etc)

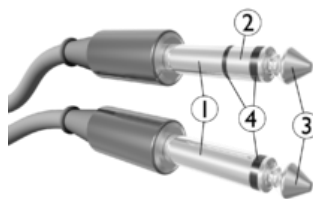


Figure 27 : Composition d'un connecteur


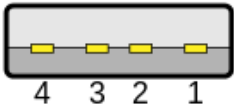

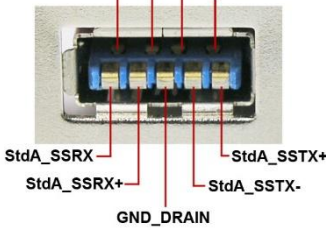

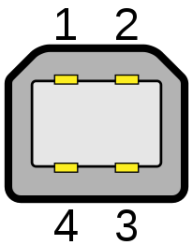
Les zones:




- 1 : Masse (polarité - générale)
- 2 : Uniquement pour le stéréo, le signal de droite.
- 3 : La gauche pour le stéréo, ou le signal audio pour le mono.
- 4 : Les cerceaux d'isolation.


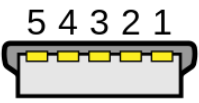
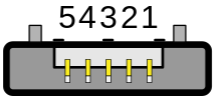



En fait, pour avoir le signal audio, la carte son va mesurer la différence de potentiel entre la masse et la zone de signal. Ça permet d'éviter de mettre une masse (un -) pour chaque zone car les - de chaque zone sont redirigées vers la masse.


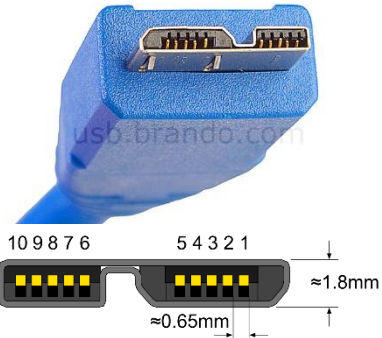

L'USB

Photo	Nom	Usage
-------	-----	-------

  <p>Type A</p>	Type A	Ordinateurs, clés USB, c'est le port de référence.
 	Type A (USB 3.0)	Identique au port ci-dessus, la différence réside dans le fait que ce port comporte 5 fils supplémentaires au fond (visibles sur la photo) qui permettent de faire transiter plus d'informations. Il est rétro-compatible avec le port standard USB (ce qui signifie que vous pouvez brancher un Type A USB 3.0 sur un port Type A standard et inversement). Il est reconnaissable par sa petite barre en bas qui est bleue (elle est généralement noire ou blanche, comme sur la photo ci-dessus).
  <p>Type B</p>	Type B	Ce port, moins répandu, est surtout présent dans les imprimantes, serveurs et docks USB.

	Type B (USB 3.0)	<p>Identique au port ci-dessus, la différence réside, comme pour son collègue Type A, dans quelques fils en plus. Il est rétro-compatible avec le port standard USB (ce qui signifie que vous pouvez brancher un Type B USB 3.0 sur un port Type B standard et inversement).</p>
	Mini A	<p>Ce port est similaire au Mini B (voir ci-dessous) mais il est conçu pour les adaptateurs OTG (On The Go) Host. En gros, quand vous branchez votre téléphone (le client) à votre ordinateur (l'hôte, Host), il faut faire la différence entre qui charge qui, qui envoie les photos à qui, etc. Il n'est presque plus utilisé.</p>
	Mini AB	<p>Ce port, comme son nom l'indique, est un "mix" entre le Mini A et le Mini B. Il n'existe que comme port femelle (vous ne trouverez jamais de câble avec un port Mini AB au bout). Il est, comme le Mini A, conçu pour l'OTG. Il est présent sur certaines calculatrices (particulièrement les TI-xx). Nous retrouvons ici le principe de l'OTG : si vous branchez votre calculatrice à votre PC, c'est votre PC qui la recharge (c'est l'hôte) mais c'est la calculatrice qui envoie ses fichiers (le client). Alors que si vous branchez 2 calculatrices ensemble, il y en a une (l'hôte) qui envoie des fichiers à l'autre (le client).</p>

  Mini-B	Mini B	Il est utilisé sur certains anciens téléphones mobiles et autres périphériques.
 Micro-A 	Micro A	Pas encore en usage.
 Micro-AB 	Micro AB	Comme le Mini AB, c'est un réceptacle mixte Micro A-Micro B

	<p>Micro B</p>	<p>C'est le port que possèdent tous (99,9%) les téléphones actuels (à part les iPhones)</p>
	<p>Micro B (USB 3.0)</p>	<p>C'est la nouvelle version de la Micro B, qui contient en fait tous les fils du Micro B, plus une petite rangée (à droite sur la photo du haut, à gauche sur la photo du bas) de fils en plus comme pour le Type A, et qui est rétro-compatible mais seulement dans un sens (vous pouvez brancher une Micro B mâle sur une Micro B 3.0 femelle, mais pas l'inverse).</p>
 <p>Type-C</p>	<p>Type C (USB 3.1)</p>	<p>Ce nouveau connecteur, défini dans le standard USB 3.1, en plus d'avoir la particularité d'être totalement réversible (on peut le brancher à l'envers ou à l'endroit), est censé remplacer tous les connecteurs USB, et même les autres car il peut servir de connecteur vidéo (DisplayPort). Il offre une vitesse maximale théorique de 10 Gb/s (Gigabits, donc 1,25 Gigaoctets/s).</p>

Le FireWire

Le FireWire est un connecteur, ou plutôt le nom donné par Apple à la prise originale IEEE 1394, qui est une prise série multiplexée permettant de véhiculer à la fois des données mais aussi des instructions ou des signaux de commandes aux appareils qu'elle relie.



Figure 28 : Connecteur FireWire 400 mâle

Il est principalement utilisé pour les caméscopes vidéo (protocole DV) et pour certain disques durs externes. Il était aussi utilisé pour les connecteurs iPod et iPhone jusqu'en 2003 où Apple l'a remplacé par la prise Dock propriétaire.

Le port série

Le port série, appelé aussi RS-232 par les barbus, est un connecteur conçu pour relier un appareil électronique (automate, robot, imprimante 3D, perceuse, table traçante, et autres machines industrielles) à un ordinateur. ¶ À la base, il reliait tous les périphériques à un ordinateur, car les autres ports (PS/2, USB, etc) n'étaient pas encore standardisés. Il existe deux versions : une de 9 broches et une de 25 broches moins utilisée.



Figure 29 : Port série DB-9

Les appareils branchés sur les ports séries sont représentés par les noms COM1, COM2, etc. sous MS-DOS et Windows.

Le port parallèle

Le port parallèle est un connecteur série utilisé majoritairement pour connecter les imprimantes à un compatible PC.



Figure 30 : Port parallèle DB-25

De la même manière que le port série, les appareils branchés sur ces ports sont appelés LPT1, LPT2, etc. LPT signifie Line Printing Terminal, car le port parallèle servait sur les premières imprimantes qui n'imprimaient que du texte, ligne par ligne. Il est aussi désigné sous UNIX et Linux par `/dev/lp`.

Le Thunderbolt

Thunderbolt est un connecteur informatique conçu par Intel sous le nom de code Light Peak. Il est prévu que Thunderbolt utilise dans ses prochaines versions la fibre optique. Il utilise un connecteur mini-DisplayPort. La vitesse maximale est de 10 Gbit/s, soit 1.25 Go/s, par canal sur le 1.0 et 20 Gbit/s, soit 2.5 Go/s, par canal sur le 2.0.



Figure 31 : Connecteur Thunderbolt

Le PS/2

Le port PS/2 est port utilisé pour connecter un clavier et une souris à un ordinateur. Ce port disparaît peu à peu aujourd'hui, remplacé par l'USB et autres. Il s'agit en fait d'un port mini-DIN 6 broches.

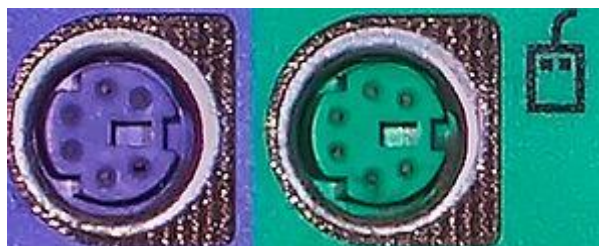


Figure 32 : Prises PS/2

Les ports PS/2 ont un code couleur : violet pour le clavier et vert pour la souris.

Les RJxx

Les ports RJ (Registered Jack) sont des ports le plus souvent utilisés pour la communication, et le réseau. Les formes les plus utilisées sont le RJ11 4 broches, le RJ45 8 broches et quelques autres.



Figure 33 : Port RJ11 6 pins

La prise en T

La "prise en T" ou F-010 est le connecteur téléphonique historique français.



Figure 34 : Adaptateur prise en T / RJ11

Cette prise équipait toutes les installations de France Télécom jusqu'en 2003 où elle fut remplacée par la prise RJ45 (8P8C).

Le Molex

Les prises Molex sont les prises utilisées pour alimenter les composants de l'ordinateur comme le lecteur CD/DVD, le disque dur, le lecteur de disquettes, etc.

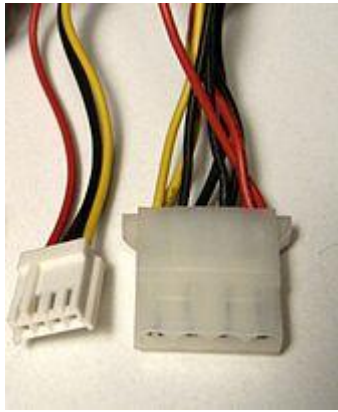


Figure 35 : Les 2 types de connecteurs Molex

L'IDE

L'IDE (ou Parallel ATA, PATA) est le connecteur historique pour le disque durs, lecteurs optiques, etc. Le plus souvent sous forme de nappe, ainsi qu'on peut le voir sur cette photo :



Figure 36 : PATA

Il n'est utilisé que pour les lecteurs internes, et est assez lent : 133 Mo/s maximum.

Le SATA

Le SATA, ou Serial ATA est un connecteur pour lecteur interne créé en 2003. Il succède au PATA (IDE) qui disparaîtra peu à peu.

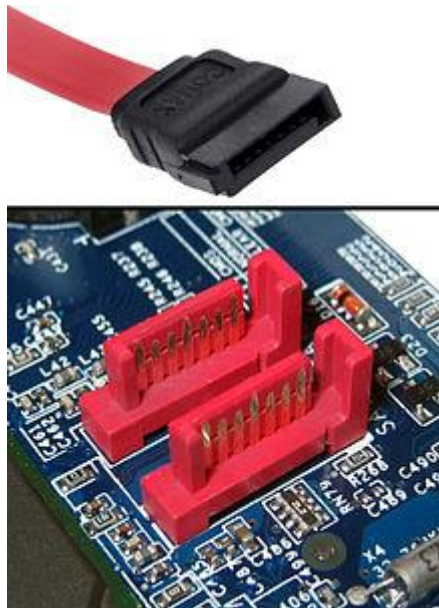


Figure 37 : Câble et port SATA

Le SATA a eu un débit maximal de 1.5 Gbit/s, soit 192 Mo/s, mais a connu plusieurs versions qui changèrent ceci : le SATA II a doublé la vitesse avec 3 Gbit/s (384 Mo/s) puis le SATA III avec 6 Gbit/s (768 Mo/s). Il dispose de son propre câble d'alimentation :



Figure 38 : Connecteur d'alimentation SATA

III. LES ECHANGES DE DONNEES

La fonction d'un système à microprocesseurs, quel qu'il soit, est le traitement de l'information. Il est donc évident qu'il doit acquérir l'information fournie par son environnement et restituer les résultats de ses traitements. Chaque système est donc équipé d'une ou plusieurs interfaces d'entrées/sorties permettant d'assurer la communication entre le microprocesseur et le monde extérieur.

Les techniques d'entrées/sorties sont très importantes pour les performances du système.

Rien ne sert d'avoir un microprocesseur calculant très rapidement s'il doit souvent perdre son temps pour lire des données ou écrire ses résultats. Durant une opération d'entrée/sortie, l'information est échangée entre la mémoire principale et un périphérique relié au système. Cet échange nécessite une *interface* (ou *contrôleur*) pour gérer la connexion. Plusieurs techniques sont employées pour effectuer ces échanges.

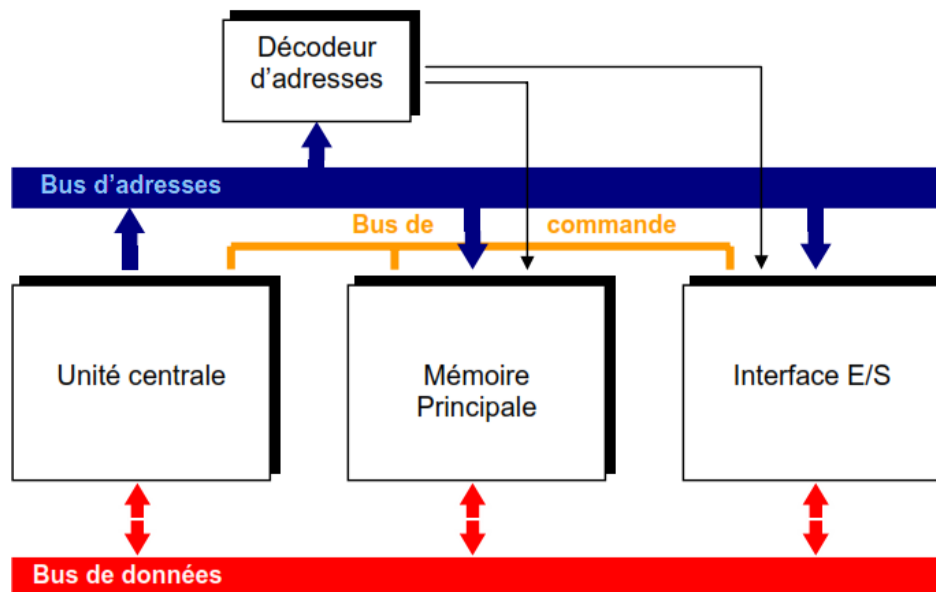


Figure 39 : Les bus de communication

1. Les bus

a. Définition

Un **bus informatique** est un dispositif de transmission de données partagé entre plusieurs composants d'un système numérique. C'est un ensemble de liaisons physiques (câbles, pistes de circuits imprimés, etc.) pouvant être exploitées en commun par plusieurs éléments matériels afin de communiquer.

Les bus ont pour but de réduire le nombre de « voies » nécessaires à la communication des différents composants, en mutualisant les communications sur une seule voie de données. C'est la raison pour laquelle la métaphore d'« autoroute de données » est parfois utilisée.

Un port est un connecteur à l'extrémité d'un bus dans lequel est connecté un périphérique

Un PC actuel est organisé autour d'un

- Bus CPU

- Bus PCI (32/64-bits de largeur)
- Quelque fois un bus ISA

b. Les sous-ensembles de bus

En réalité chaque bus est généralement constitué de 50 à 100 lignes physiques distinctes, classées en trois sous-ensembles fonctionnels :

- Le **bus d'adresses** (appelé parfois *bus d'adressage* ou *bus mémoire*) transporte les adresses mémoire auxquelles le processeur souhaite accéder pour lire ou écrire une donnée. Il s'agit d'un bus unidirectionnel.
- Le **bus de données** est un ensemble de fils bidirectionnels qui va permettre le transfert de données entre les différents éléments du système. C'est par ce bus que sont transmises les données qui doivent être traitées par le microprocesseur. A l'inverse, c'est également par ce bus que transitent les résultats en sortie du microprocesseur. Autrement dit, toutes les données entrantes et sortantes du microprocesseur sont véhiculées par le bus de données qui fixe la longueur du mot échangé avec la mémoire.
- Le **bus de contrôle** (parfois *bus de commandes*) transporte les ordres et les signaux de synchronisation en provenance de l'unité de commande et à destination de l'ensemble des composants matériels. Il s'agit d'un bus directionnel dans la mesure où il transmet également les signaux de réponse des éléments matériels.

c. Caractéristiques d'un bus

Un bus est caractérisé par :

- **Sa topologie**
- **Sa largeur** ou le volume d'informations transmises simultanément. Ce volume, exprimé en bits, correspond au nombre de lignes physiques sur lesquelles les données sont envoyées de manière simultanée. Une nappe de 32 fils permet ainsi de transmettre 32 bits en parallèle.
- **Mode de transmission :**
 - Un bus parallèle transmet simultanément chaque bit constituant le message sur un canal particulier. Ils sont utilisés pour les courtes distances.
 - un bus série transmet les bits les uns après les autres sur le même canal. Utilisé pour les grandes distances.
- **Sa fréquence** ou son **débit** (exprimée en Hertz), c'est-à-dire le nombre de paquets de données envoyés ou reçus par seconde. On parle de **cycle** pour désigner chaque envoi ou réception de données.

On calcule le **débit** maximal du bus (ou *taux de transfert maximal*), c'est-à-dire la quantité de données qu'il peut transporter par unité de temps, en multipliant sa largeur par sa fréquence. Un bus d'une largeur de 16 bits, cadencé à une fréquence de 133 MHz possède donc un débit égal à :

$$16 * 133.10^6 = 2128 * 10^6 \text{ bit/s,}$$

soit $2128 \cdot 10^6 / 8 = 266 \cdot 10^6$ octets/s

soit $266 \cdot 10^6 / 1000 = 266 \cdot 10^3$ Ko/s

soit $259.7 \cdot 10^3 / 1000 = 266$ Mo/s

- **Direction de transmission :**
 - Simplex : unidirectionnel
 - Half duplex : bidirectionnel, une direction un certain temps
 - Full duplex : bidirectionnel simultané
- Méthode de l'interconnexion
 - Point-à-point
 - Bus Multipoint : Connecte les points multiples vers un autre bus

d. Les principaux bus

On distingue généralement sur un ordinateur deux principaux bus :

- le **bus système** (appelé aussi *bus interne*, en anglais *internal bus* ou *front-side bus*, noté *FSB*). Le bus système permet au processeur de communiquer avec la mémoire centrale du système (mémoire vive ou RAM).
- le **bus d'extension** (parfois appelé *bus d'entrée/sortie*) permet aux divers composants de la carte-mère (USB, série, parallèle, cartes branchées sur les connecteurs PCI, disques durs, lecteurs et graveurs de CD-ROM, etc.) de communiquer entre eux mais il permet surtout l'ajout de nouveaux périphériques grâce aux connecteurs d'extension (appelés **slots**) connectés sur le bus d'entrées-sorties.

e. Le chipset

On appelle **chipset** (en français *jeu de composants*) l'élément chargé d'aiguiller les informations entre les différents bus de l'ordinateur afin de permettre à tous les éléments constitutifs de l'ordinateur de communiquer entre eux. Le **chipset** était originalement composé d'un grand nombre de composants électroniques, ce qui explique son nom. Il est généralement composé de deux éléments :

- Le **NorthBridge (Pont Nord** ou **Northern Bridge**, appelé également *contrôleur mémoire*) est chargé de contrôler les échanges entre le processeur et la mémoire vive, c'est la raison pour laquelle il est situé géographiquement proche du processeur. Il est parfois appelé **GMCH**, pour *Graphic and Memory Controller Hub*.
- Le **SouthBridge (Pont Sud** ou **Southern Bridge**, appelé également *contrôleur d'entrée-sortie* ou *contrôleur d'extension*) gère les communications avec les périphériques d'entrée-sortie. Le pont sud est également appelé **ICH** (*I/O Controller Hub*).

On parle généralement de **bridge** (en français *pont*) pour désigner un élément d'interconnexion entre deux bus.

2. L'interface d'entrée/sortie

a. Rôle

Chaque périphérique sera relié au système par l'intermédiaire d'une interface (ou contrôleur) dont le rôle est de :

- **Connecter** le périphérique au bus de données
- **Gérer** les échanges entre le microprocesseur et le périphérique

b. Constitution

Une interface est constituée par :

- Un **registre de commande** dans lequel le processeur décrit le travail à effectuer (sens de transfert, mode de transfert).
- Un ou plusieurs **registres de données** qui contiennent les mots à échanger entre le périphérique et la mémoire
- Un **registre d'état** qui indique si l'unité d'échange est prête, si l'échange s'est bien déroulé, etc...

On accède aux données de l'interface par le biais d'un espace d'adresses d'entrées/sorties.

3. Techniques d'échange de données

Avant d'envoyer ou de recevoir des informations, le microprocesseur doit connaître l'état du périphérique. En effet, le microprocesseur doit savoir si un périphérique est prêt à recevoir ou à transmettre une information pour que la transmission se fasse correctement. Il existe 2 modes d'échange d'information :

- Le mode programmé par **scrutation** ou **interruption** où le microprocesseur sert d'intermédiaire entre la mémoire et le périphérique
- Le mode en accès direct à la mémoire (**DMA**) où le microprocesseur ne se charge pas de l'échange de données.

a. Echange programmé

Un système informatique n'est utile que s'il communique avec l'extérieur. L'objectif est de pouvoir prendre connaissance que le périphérique sollicite le processeur. Cette sollicitation arrive de façon totalement asynchrone.

Deux modes sont possibles :

- Une méthode par scrutation (polling) permet d'interroger régulièrement les périphériques afin de savoir si une nouvelle donnée est présente.
- Une méthode par interruption permet au périphérique lui-même de faire signe au processeur de sa présence.

b. Scrutation

Dans la version la plus rudimentaire, le microprocesseur interroge l'interface pour savoir si des transferts sont prêts. Tant que des transferts ne sont pas prêts, le microprocesseur attend. L'inconvénient majeur est que le microprocesseur se retrouve souvent en phase d'attente. Il est complètement occupé par l'interface d'entrée/sortie. De plus, l'initiative de l'échange de données est dépendante du programme exécuté par le microprocesseur. Il peut donc arriver que des requêtes d'échange ne soient pas traitées immédiatement car le microprocesseur ne se trouve pas encore dans la boucle de scrutation. Ce type d'échange est très lent.

Scrutation (polling) :

- Coûteux en temps (multiplier par le nombre de périphérique à interroger)
- Implémentation : Appel classique à une fonction dans le programme

c. L'interruption

i. Définition

- Une interruption est un mécanisme permettant de stopper l'exécution du programme en cours afin d'aller exécuter une tâche jugée plus prioritaire.
- Elle évite au processeur de scruter tous les périphériques.
- Elle est caractérisée par un numéro et un traitement associé (la routine ou traitant d'interruption).

On distingue principalement deux types d'événements :

- Les interruptions externes ou matérielles sont émises par les périphériques du processeur (fin d'écriture disques, plus de papier imprimante...). Ce sont les IRQs.
- Les interruptions internes ou logicielles sont émises par le processeur lui-même lorsqu'il rencontre une erreur dans l'exécution du programme (division par zéro, accès mémoire illégal). Ce sont les trappes.

Une interruption est un signal, généralement asynchrone au programme en cours, pouvant être émis par tout dispositif externe au microprocesseur. Le microprocesseur possède une ou plusieurs entrées réservées à cet effet. Sous réserve de certaines conditions, elle peut interrompre le travail courant du microprocesseur pour forcer l'exécution d'un programme traitant la cause de l'interruption. Dans un échange de données par interruption, le microprocesseur exécute donc son programme principal jusqu'à ce qu'il reçoive un signal sur sa ligne de requête d'interruption. Il se charge alors d'effectuer le transfert de données entre l'interface et la mémoire.

ii. Principe de fonctionnement d'une interruption :

Avant chaque exécution d'instructions, le microprocesseur examine s'il y a eu une **requête** sur sa ligne d'interruption. Si c'est le cas, il interrompt toutes ces activités et sauvegarde l'état présent (registres, PC, accumulateurs, registre d'état) dans un registre particulier appelé **pile**. Les données y sont "entassées" comme on empile des livres (la première donnée sauvegardée sera donc la dernière à être restituée). Ensuite, il exécute le programme d'interruption puis restitue l'état sauvegardé avant de reprendre le programme principal.

Remarques :

- Certaine source d'interruption possède leur propre autorisation de fonctionnement sous la forme d'un bit à positionner, on l'appelle le masque d'interruption.
- On peut donc interdire ou autoriser certaines sources d'interruptions, on les appelle les interruptions masquables.
- Chaque source d'interruption possède un vecteur d'interruption où est sauvegardée l'adresse de départ du programme à exécuter.
- Les interruptions sont classées par ordre de priorité. Dans le cas où plusieurs interruptions se présentent en même temps, le microprocesseur traite d'abord celle avec la priorité la plus élevée.

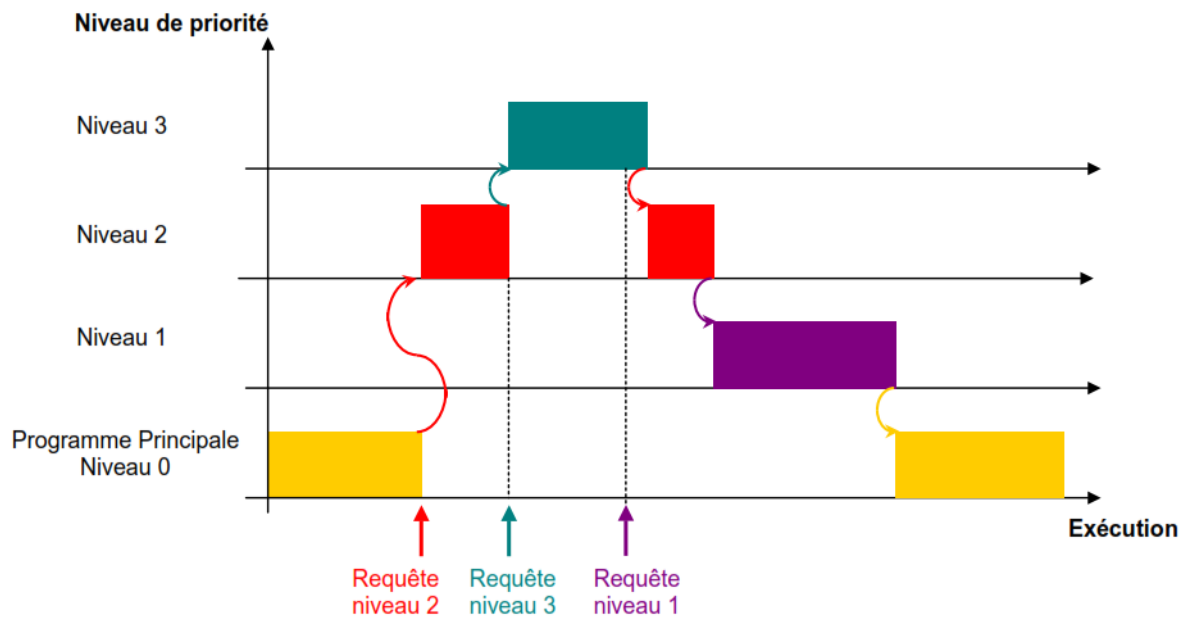


Figure 40 : Représentation d'une interruption

✚ Interruption masquable

Un masque d'interruption est un mot binaire de configuration du microprocesseur qui permet de choisir (**démasquer**) quels modules pourront interrompre le processeur parmi les interruptions disponibles.

✚ Interruption non masquable

Elles s'exécutent quoi qu'il arrive, souvent avec une priorité élevée (ex : Reset)

- Un système peut accepter plusieurs sources d'interruption. Chacune est configurable par registre (registre d'interruption).

Méthode de configuration des interruptions

- Sélectionner les interruptions qui nous intéressent
- Valider les interruptions de façon globale
- Ecrire le/les sous-programmes d'interruption
- Définir les priorités entre interruptions

✚ Dans le sous-programme d'interruption, on a les actions suivantes :

- Sauvegarder le contexte (fait automatique en langage C)
- Définir la source d'interruption (si le sous-programme est commun entre plusieurs sources d'interruption)
- Réinitialiser les flags d'interruption
- Ecrire le code relatif à l'application
- Restituer le contexte (fait automatique en langage C)

iii. Les Types d'interruptions

Il y a trois méthodes pour déclencher une interruption :

- Les **interruptions logicielles** sont déclenchées par un programme en cours d'exécution, via une instruction d'interruption. Un programmeur peut donc décider d'utiliser des interruptions à un certain moment de ce programme, pour des raisons particulières. Ces interruptions logicielles sont surtout utilisées par les pilotes de périphériques ou les systèmes d'exploitation.
- Une **exception matérielle** est aussi une interruption, mais qui a pour raison un événement interne au processeur, par exemple une erreur d'adressage, une division par zéro... Pour pouvoir exécuter des exceptions matérielles, notre processeur doit pouvoir déclencher une interruption lorsqu'une erreur particulière survient dans le traitement d'une instruction. Il faut donc que ce processeur intègre des circuits dédiés à cette tâche. Lorsqu'une exception matérielle survient, il faut trouver un moyen de corriger l'erreur qui a été la cause de l'exception matérielle : la routine exécutée va donc servir à corriger celle-ci. Bien sûr, une exception matérielle peut avoir plusieurs causes. On a donc plusieurs routines.
- Les **IRQ** sont des interruptions déclenchées par un périphérique. Dans une implémentation simple des IRQ, chaque périphérique envoie ses interruptions au processeur via une entrée IRQ : la mise à 1 de cette entrée déclenche une interruption bien précise au cycle suivant. Pour économiser des entrées, on a inventé le contrôleur d'interruptions, un circuit sur lequel on connecte tous les fils d'IRQ. Ce contrôleur va gérer les priorités et les masquages. Ce contrôleur envoie un signal d'interruption IRQ global au processeur et un numéro qui précise quel périphérique a envoyé l'interruption, qui permet de savoir quelle routine exécuter. Parfois, ce numéro n'est pas envoyé au processeur directement, mais stocké dans un registre, accessible via le bus de données.

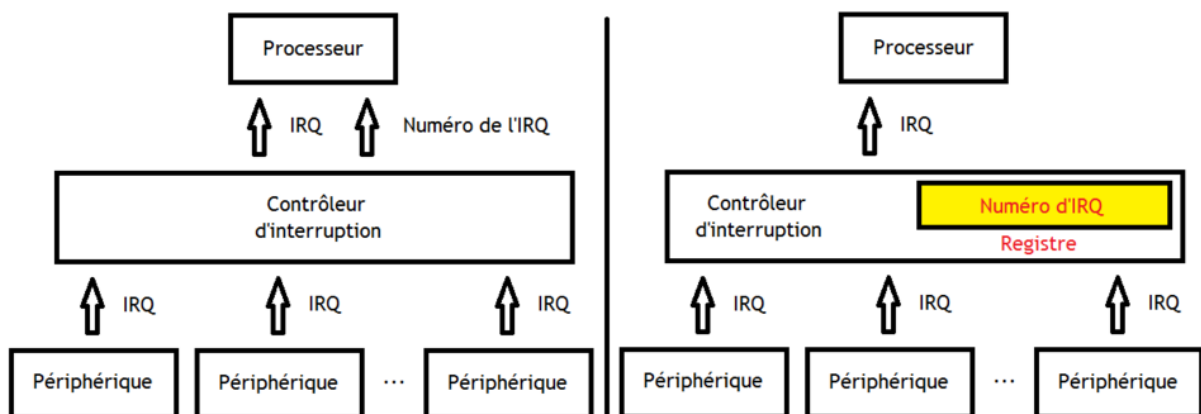


Figure 41 : Les interruption IRQ

d. Les Echanges directs avec la mémoire (DMA)

DMA (Direct Memory Access) permet le transfert direct de données entre la mémoire vive d'un ordinateur et des périphériques sans passer par le processeur.

Le DMA est nécessaire pour conserver la fluidité d'utilisation d'un système multitâche lors de l'accès à des périphériques rapides tels que les disques durs.

Le mécanisme d'interruption est efficace, toutefois il ne faut pas que le temps utilisé par le processeur pour le programme de gestion d'interruption et du pilote soit trop important. Comme solutions:

- Diminuer le nombre d'interruptions
- Chargement à partir de la mémoire principale sans utilisation du processeur central

Le DMA se charge entièrement du transfert d'un bloc de données. Le microprocesseur doit tout de même :

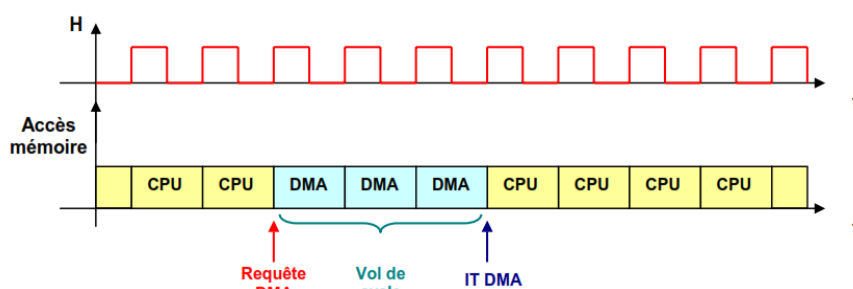
- initialiser l'échange en donnant au DMA l'identification du périphérique concerné
- donner le sens du transfert
- fournir l'adresse du premier et du dernier mot concernés par le transfert

Le dispositif DMA (Direct Memory Access) comprend :

- Un registre d'adresse
- Un registre de donnée
- Un registre de comptage
- Un registre de commande (lecture ou écriture)
- Une zone tampon permettant le stockage de données
- Un composant actif de type processeur

Pour chaque mot échangé, le DMA demande au microprocesseur le contrôle du bus, effectue la lecture ou l'écriture mémoire à l'adresse contenue dans son registre et libère le bus. Il incrémente ensuite cette adresse et décrémente son compteur. Lorsque le compteur atteint zéro, le dispositif informe le processeur de la fin du transfert par une ligne d'interruption.

Le principal avantage est que pendant toute la durée du transfert, le processeur est libre d'effectuer un traitement quelconque. La seule contrainte est une limitation de ses propres accès mémoire pendant toute la durée de l'opération, puisqu'il doit parfois retarder certains de ses accès pour permettre au dispositif d'accès direct à la mémoire d'effectuer les siens : il y a apparition de vols de cycle.



4. Les types de liaisons

Les systèmes à microprocesseur utilisent deux types de liaison différente pour se connecter à des périphériques :

- liaison parallèle
- liaison série

On caractérise un type de liaison par sa **vitesse de transmission** ou **débit** (en bit/s).

a. Liaison parallèle

Dans ce type de liaison, tous les bits d'un mot sont transmis simultanément. Ce type de transmission permet des transferts rapides mais reste limitée à de faibles distances de transmission à cause du nombre important de lignes nécessaires (coût et encombrement) et des problèmes d'interférence électromagnétique entre chaque ligne (fiabilité). La transmission est cadencée par une horloge.

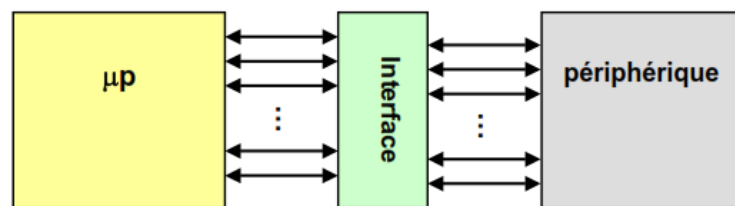


Figure 42 : Liaison parallèle

Exemple :

Bus PCI, AGP dans un PC.

b. Liaison série

Dans ce type de liaison, les bits constitutifs d'un mot sont transmis les uns après les autres sur un seul fil. Les distances de transmission peuvent donc être plus beaucoup plus importantes mais la vitesse de transmission est plus faible. Sur des distances supérieures à quelques dizaines de mètres, on utilisera des modems aux extrémités de la liaison.

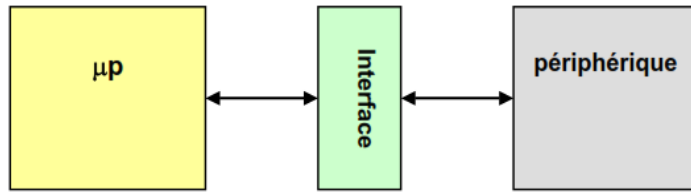


Figure 43 : Liaison série

La transmission de données en série peut se concevoir de deux façons différentes :

- en mode synchrone, l'émetteur et le récepteur possède une horloge synchronisée qui cadence la transmission. Le flot de données peut être ininterrompu.
- en mode asynchrone, la transmission s'effectue au rythme de la présence des données. Les caractères envoyés sont encadrés par un signal *start* et un signal *stop*.

c. Principe de base d'une liaison série asynchrone :

Afin que les éléments communicants puissent se comprendre, il est nécessaire d'établir un protocole de transmission. Ce protocole devra être le même pour chaque élément.

Paramètres rentrant en jeu :

- **longueur des mots transmis** : 7 bits (code ASCII) ou 8 bits
- **vitesse de transmission** : les vitesses varient de 110 bit/s à 128000 bit/s et détermine les fréquences d'horloge de l'émetteur et du récepteur.
- **parité** : le mot transmis peut être suivi ou non d'un bit de parité qui sert à détecter les erreurs éventuelles de transmission. Il existe deux types de parité : paire ou impaire. Si on fixe une parité paire, le nombre total de bits à 1 transmis (bit de parité inclus) doit être paire. C'est l'inverse pour une parité impaire.
- **bit de start** : la ligne au repos est à l'état 1 (permet de tester une coupure de la ligne). Le passage à l'état bas de la ligne va indiquer qu'un transfert va commencer. Cela permet de synchroniser l'horloge de réception.
- **bit de stop** : après la transmission, la ligne est positionnée à un niveau 1 pendant un certain nombre de bit afin de spécifier la fin du transfert. En principe, on transmet un, un et demi ou 2 bits de stop.

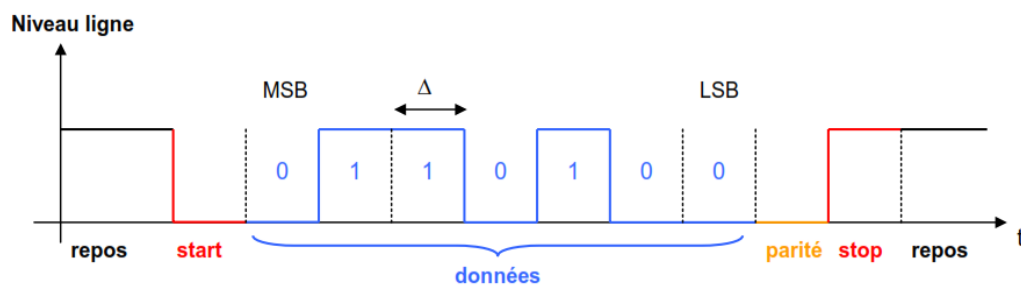
Déroulement d'une transmission :

Les paramètres du protocole de transmission doivent toujours être fixés avant la transmission.

En l'absence de transmission, la liaison est au repos au niveau haut pour détecter une éventuelle coupure sur le support de transmission. Une transmission s'effectue de la manière suivante :

- L'émetteur positionne la ligne à l'état bas : c'est le bit de **start**.
- Les bits sont transmis les uns après les autres, en commençant par le bit de poids fort.
- Le bit de parité est éventuellement transmis.
- L'émetteur positionne la ligne à l'état haut : c'est le bit de **stop**.

Exemple : transmission d'un mot de 7 bits (0110100) – Parité impaire – 1 bit de Stop



$$\text{Horloge} = F = \frac{1}{\Delta} \text{ Hz}$$

$$\text{Vitesse de transmission} = v = \frac{1}{\Delta} \text{ bits/s}$$

Contrôle de flux :

Le contrôle de flux permet d'envoyer des informations seulement si le récepteur est prêt (modem ayant pris la ligne, tampon d'une imprimante vide, etc...). Il peut être réalisé de manière logicielle ou matérielle.

Pour contrôler le flux de données matériellement, il faudra utiliser des lignes de contrôle supplémentaire permettant à l'émetteur et au récepteur de s'informer mutuellement de leur état respectif (prêt ou non).

Dans un contrôle de type logiciel, l'émetteur envoie des données et lorsque le récepteur ne peut plus les recevoir (registre plein), il envoie une information à l'émetteur pour le prévenir, via la liaison série. L'émetteur doit donc toujours être à l'écoute du récepteur avant d'envoyer une donnée sur la ligne.

Date de chat en ligne: le 27 juillet 2017 à partir de 10h

IV. EVALUATIONS

Date de l'évaluation en ligne : le 29 juillet 2017