

**Notre magasin**Rue Albert 1er, 7  
B-6810 Pin - Chiny**Route Arlon - Florenville**

( /fax: 061/32.00.15

**Matériel stockage et  
sécurité**l'indispensable pour  
entrepriseLe cours HARDWARE 1 d'YBET Informatique**FORMATIONS****Le MAGASIN YBET****PRODUITS et SERVICES**Définitions des termes informatiquesPlan d'accès à PinMATERIEL INFORMATIQUEDépannage informatiqueRayon d'actionComptabilité, facturation, ... CIEL et SAGEACCUEILFormation InternetForum techniqueAchat informatique en ligne

## 12. Les périphériques PC internes: interruption adresse et DMA



**12.1. Introduction - 12.2. Interruptions, adresses de base dans un PC - 12.3. Port parallèle - 12.4. Ports série - 12.5. USB 1.1 - 12.6. USB 2.0 - 12.7. Le port firewire 1394 et 1394B**

### 12.1. Introduction.

Depuis les premiers PC, la connections avec des périphériques extérieurs s'est relevé obligatoire (modem et transmission série, imprimantes, ...). Intéressons-nous d'abord à la manière dont le PC peut gérer les **cartes de communication**.

Une chance, le 8088 ne gère pas les périphériques comme des **adresses mémoires**, mais bien comme une zone distincte. Pour cela, deux broches I/O (Input / Output) actives bas sont connectées sur le processeur: IOR pour la lecture et IOW pour l'écriture (la mémoire sur le 8088 est gérée par MEMR et MEMW). Ces 2 signaux sont implantés dans le décodage d'adresse des périphériques. Dès le départ, certaines adresses ont été normalisées par IBM (ports série, port parallèle, ...). Chaque périphérique a une adresse d'entrée / sortie personnelle. Elle ne peut être partagée.

Pour avoir étudié le fonctionnement de base d'un système à Microprocesseur, nous savons qu'un périphérique peut renvoyer une demande d'interruption pour signaler au processeur qu'il doit s'occuper de lui (données arrivées par exemple). A la réception du signal, le processeur finit son instruction en cours, sauve le pointeur de programme (l'adresse mémoire en cours) et ses registres (mémoires internes) et démarre un programme situé à une adresse spécifique au numéro de l'interruption. Sauf l'interruption Non Masquable, toutes les interruptions peuvent être d'un coup ignorées par une commande en assembleur (le langage interne d'un processeur). Dans les PC, cette possibilité n'est jamais utilisée. L'interruption non masquable est liée aux erreurs de parités des données en mémoires. Ici aussi, les **interruptions** sont normalisées depuis le premier 8088 pour les périphériques standard.

La dernière composante d'un système microprocesseur est l'accès direct à la mémoire, le **DMA** (Direct Memory Access) Cette fonction permet de demander au processeur de se déconnecter des bus données, adresses et contrôle pendant qu'un périphérique prend le contrôle de la mémoire. Les niveaux ont été en partie normalisés. Le DMA n'était pratiquement pas utilisé avec les premiers PC.

Selon le périphérique, il utilisera une ou plusieurs de ces 3 composantes. L'arrivée du pseudo Plug & Play de Windows 95/98 et Win2000 couplé avec le plug & Play du Bios facilite dans certains cas le paramétrage mais il est parfois nécessaire de reprendre les configurations manuellement lorsque le nombre de périphériques augmente.

Un périphérique est donc déterminé de manière hardware par une plage d'**adresses** (parfois une seule adresse), une **interruption** (à part quelques périphériques de type Win modem, modem software) et éventuellement un canal **DMA**.

### 12.2. Interruptions – adresses de base.

Le 8088-8086 utilisait un 8259 d'INTEL, avec 8 niveaux d'interruptions notées de IRQ0 à IRQ7. Le 80286 jusqu'aux 486 utilisaient 2 contrôleurs 8259 chaînés. Notées de IRQ0 à IRQ15, mais avec l'IRQ9 réservée pour le chaînage. Depuis les Pentium (et un nouveau circuit gestionnaire d'interruptions), cette IRQ9 est accessible aux périphériques, mais ceci explique que peu de périphériques ne se branchent par défaut sur ce niveau d'interruption.

L'interruption non masquable (NMI) est également utilisée pour des erreurs de parité (cf. mémoire) ou erreurs de connecteurs entrées / sorties.

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des adresses et interruptions normalisées du PC, mélangées avec les interruption utilisées par défaut actuellement.

Fonction	IRQ	Adresse	Commentaires
Horloge système	0		Ne peut être modifié
Clavier	1		Ne peut-être modifié
Contrôleur d'IRQ programmable	2		Ne peut être modifié
Com 2	3	2F8-2FF	Modifiable avec prudence
Com 4		2E8 - 2EF	
Com 1	4	3F8-3FF	Modifiable avec prudence
Com 3		3E8-3EF	
Libre	5		Généralement utilisé par la carte son, également LPT2 en 278
Contrôleur lecteur de disquette	6		Modifiable avec prudence
LPT 1	7	378 -37F (3C pour les produits de marque)	Modifiable avec prudence. On peut mettre LPT1 et LPT2 sur la même interruption, mais pas d'impressions simultanées
LPT 2		278 - 27F	
Horloge: date et heure	8		Pas modifiable
	9		Lire en Pentium et suivant, utilisé en parallèle avec IRQ2 dans les 486. Souvent utilisé par les cartes sons
	10 (A)		Libre
	11 (B)		Libre
	12 (C)		Libre
Coprocasseur mathématique	13 (D)		Ne peut être modifié
	14 (E)		Libre, généralement IDE 1
	15 (F)		Libre, généralement IDE 2

Souvent les interruptions 14 et 15 sont utilisées par le contrôleur de disque dur (une par port IDE).

L'interruption 12 est utilisée par la souris PS2. Le port USB utilise également par défaut cette interruption 12. Néanmoins, le port USB passe en 11 si une souris PS2 est connectée.

Ces interruptions peuvent être vérifiées par les outils fournis par les systèmes d'exploitation et pour certaines, elles sont affichées lors du démarrage de la majorité des PC "produits blancs". La vérification dans les PC sous DOS passe par le programme MSD.exe situé en c:\DOS. Dans Win95/98, Système situé dans le panneau de configuration permet les mêmes vérifications, mais de manière plus étendues. Depuis Win98, un nouvel utilitaire **Outils systèmes Microsoft** situé dans le dossier Outils Système du menu Démarrer permet une meilleure connaissance sur le système en cours.

En regardant ce tableau, si un PC manque d'interruptions libre, il est possible d'en récupérer en supprimant des ports de communication. Si vous n'utilisez pas de ports série (uniquement USB), vous pouvez rendre inactif COM 1 et Com 2 (deseabled) et récupérer les interruptions 3 et 4. Idem pour le port parallèle. Si vous utilisez 2 ports parallèles, vous pouvez mettre l'interruptions de LPT2 en 5 (selon la norme) ou en 7 (attention pas d'impression simultanée et quelques anciens logiciels DOS risque de ne pas fonctionner). Si vous utilisez des disques SCSI, pourquoi pas rendre inactif les ports IDE 1 et IDE2 dans le [BIOS](#) (récupération des INT 14 et 15), ...

Remarquez que les ports com 1 et com 3 utilisent la même interruption: **vous ne pouvez pas utiliser une souris série avec un modem en Com3.**

## 12.3. Le port parallèle

Le port parallèle est réservé à la connexion d'une imprimante, il sert également pour des scanners, des tapes de sauvegardes et lecteurs CD-ROM (graveurs) externes, ... même si l'interface USB sont plus souvent utilisés aujourd'hui. Travaillant sur 8 lignes de données, il est plus rapide que le port série, mais nécessite un câblage coûteux. Le câble utilisé est de type Centronix et est composé de 2 \* 8 fils (donnée - masse) pour la circulation des informations dans les 2 sens suivant le type de port parallèle (bidirectionnel), plus quelques signaux de contrôle.

Le type d'interface a évolué avec le temps. Les connections par port parallèle actuelles sont aussi rapides que celles en USB, néanmoins, cette interface monopolise pratiquement 100 % des ressources du processeur. En théorie, le taux de transfert est de 1 MB/s. Néanmoins, la vitesse dépasse rarement les 600 kB/s.

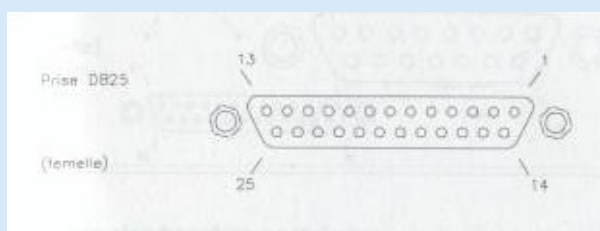
La longueur des câbles peut atteindre les 10 m pour une interface avec une imprimante. Pour toutes autres connexions, 3 mètres est un maximum.

### 12.3.1. Les adresses des ports parallèles.

2 adresses parallèles sont normalisées dans le PC

**LPT1** est répertorié à l'adresse 378-37F (3BC pour les produits de marque), l'interruption est le 7

**LPT2** est répertorié à l'adresse 278-27F, l'interruption est le 5. Dans certaines connexions actuelles, vous la trouverez en 7 (idem que LPT1). Ceci permet de récupérer une interruption libre, mais provoque de nombreux problèmes avec les périphériques autres que les imprimantes. En plus, vous ne pouvez pas dans ce cas utiliser les 2 ports simultanément.



Broche	Fonction
1	Strobe
2	BIT 1
3	BIT 2
4	BIT 3
5	BIT 4
6	BIT 5
7	BIT 6
8	BIT 7
9	BIT 8
10	Acknowledge
11	Busy
12	Paper out
13	Select out
14	Autofeed
15	Error
16	Reset imprimante
17	Select in
18	Masse
19	Masse
20	Masse
21	Masse
22	Masse
23	Masse
24	Masse
25	Masse

Brochage du port parallèle

### 12.3.2. Le mode unidirectionnel SPP.

Le mode de transfert qui est apparu avec les premiers PC était unidirectionnel. Le PC pouvait communiquer avec le périphérique, mais pas l'inverse. Seuls quelques signaux prédéfinis permettaient au périphérique de contrôler les flux de données, notamment Paper Out ou BUSY.

Le débit maximum était de 150 KB / s. Par défaut, c'est ce mode qui est activé dans les [BIOS](#)

### 12.3.3. Le type 1 bidirectionnel.

Introduit par IBM en 1987, ce port utilisait une broche pour signaler le sens de la connexion. Il est totalement abandonné depuis plusieurs années.

### 12.3.4. Type 3 DMA.

Si auparavant, le processeur envoyait chaque octet au port, le DMA permet de stocker des données à envoyer, libérant le processeur. Son usage a lui aussi été limité aux PC IBM.

### 12.3.5. EPP

Le port parallèle EPP (Enhanced Parallel Port) est le premier port bidirectionnel normalisé dans les PC. Il est le fruit de la coopération de plusieurs firmes, dont INTEL. Le taux de transfert atteint 2 MB/s maximum, soit supérieur à celle d'un port USB 1.1

### 12.3.6. Le mode ECP

Mis au point par Microsoft et Hewlett Packard, la norme ECP (Extended Capabilities Ports) est presque identique à la norme EPP, mais peut utiliser le mode DMA. Tout comme le mode EPP, le transfert des informations bi-directionnel se fait au niveau hardware, ce qui entraîne des débits nettement supérieurs. Une autre caractéristique de ce type de liaison parallèle est la possibilité de compression des données jusque 64:1. Ceci est particulièrement utile lorsque l'on branche des scanners qui envoient des données souvent similaires lors d'un transfert d'images.

### 12.3.7. Les modes composites.

Dans les BIOS des PC, vous ne trouverez pas ces modes comme tels. Le **mode SPP** (unidirectionnel) est totalement à déconseiller.

Le mode **EPP/ECP** est un mélange de port SPP et ECP. Le type de mode ECP peut-être 1.7 ou 1.9. Pour de nombreux périphériques (notamment scanner HP), le 1.9 est obligatoire.

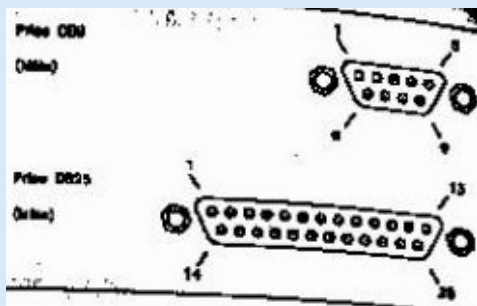
Le mode ECP/EPP est le plus couramment employé. Le DMA est généralement le 3.

Pour rappel, seuls les normes EPP et ECP sont totalement bi-directionnels et donc utilisables avec des scanners ou lecteurs externes.

### 12.3.8. les câbles LAPLink.

Ces câbles permettent de relier 2 PC part ports parallèles afin de transférer des données. Pour utiliser ces câbles spécifiques, il faut utiliser les logiciels adéquats (LapLink, Norton Commander ou même Win95/98). Ce câble se présente sous 2 connecteurs DB25 mâles. Forcément, les ports parallèles doivent être programmés en mode bidirectionnels dans le setup.

## 12.4. Les ports série



Le câblage série a été utilisé pour les transferts. La norme RS232 est la plus connue. Travaillant en +15V à +25V (cas vrai) et -15V à -25V (cas faux), les perturbations électriques sont largement réduites. Avec l'arrivée des PC, les tensions sont passées en +5 et 0V. Les liaisons série sont totalement bi-directionnelles. L'utilisation de tensions plus élevées permet notamment des transferts de données dans des milieux industriels à fortes perturbations électriques et électromagnétiques.

On trouve 2 types de connecteurs, DB9 et DB25. Si le DB25 comporte plus de signaux, on peut actuellement les considérer tout à fait comme identiques.

Les connexions séries sont utilisées pour les souris et modems, éventuellement pour des tables traçantes, scanners code barre professionnels et imprimantes spéciales (étiquettes).

Connecteur DB9	
Broche	Signal
1	Carrier detect
2	Receive Data
3	Transmit data
4	Data terminal ready
5	Ground
6	Data Set ready
7	Requests to send
8	clear to send
9	Ring indication
Connecteur DB 25	
1	Ground
2	Transmit data
3	Receive data
4	Request to send
5	clear to send
6	Data set ready
7	Ground
8	Carrier detect
9	Check modem
20	Data terminal ready

Dans de nombreuses liaisons, on utilise seulement la masse (Ground) et les signaux transmit data (envoi des données) et receive data (réception des données). Ces deux fils doivent être inversés pour un transfert de donnée dans la majorité des cas (laplink série).

### 12.4.1. L'UART.20

Un UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter). convertit les signaux parallèles envoyés par le processeur en signaux sériels. Avec l'arrivée du UART 16.550, les vitesses de transferts ont largement augmenté pour autoriser un débit de 33,6 Kb/s (kilo bit par seconde)..

Les vitesses de transferts sont exprimés en bytes /s ou en Baud. Pour permettre une liaison série, l'émetteur envoie un bit de départ et un bit de fin entre chaque byte (caractère). De plus, on utilise souvent un bit de parité pour contrôler les informations envoyées. Ceci amène à 11 bits pour 1 byte de donnée + 1 Stop + 1 Start + parité. Ceci donne pour une connexion à 33.6 Kb/s, à une vitesse de transfert effectif de d'un peu plus de 3 Kilo byte par secondes.

### 12.4.2. Liaison RS232

La liaison est faite au moyen de bits dits de start et de stop. Il est possible de vérifier l'exactitude du caractère transmis par le bit de parité (qui n'est pas obligatoire). Celui-ci est à 1 lorsque le nombre de 1 dans le message est impaire (type de parité EVEN) et 0 dans le cas contraire. Par contre, il est à 0 lorsque le nombre de 1 dans le message est impaire et inversement dans le contrôle de parité ODD.

Start Bit	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Parité	Stop bit
-----------	----	----	----	----	----	----	----	----	--------	----------

Le 0 correspond à une tension de -5 à -15V. Le 1 correspond à une tension de 5V à 15V. Dans les liaisons actuelles PC, elles correspondent à 0V et 5V. Les noms des broches correspondent aux indications suivantes.

RX: Réception série des données

TX: Transmission série des données

envoi – réception, les 2 broches doivent être reliées inversement.

RTS: sortie active bas, sortie de l'ordinateur indiquant à l'appareil en communication que l'ordinateur est prêt à transmettre.

DTR: actif bas, sortie de l'ordinateur indiquant à l'appareil en communication que l'ordinateur est prêt à communiquer.

CTS: sortie actif bas, entrée informant l'ordinateur que l'appareil en communication est prêt pour transmission.

DSR: entrée à l'ordinateur indiquant que l'appareil connecté est prêt à communiquer.

Au départ, seul trois signaux sont nécessaires: RX et TX pour la transmission des données et une masse. Dans le cas d'une liaison Laplink avec 3 fils (RX - TX et masse), il suffit d'inverser TX et RX.

### 12.4.2. Les liaisons infra-rouges.

Utilisant une cellule photo-électrique, les liaisons infra-rouges sont de type série. Nous en reparlerons en deuxième: [connexions sans fils](#).

### 12.4.3. Le transfert d'informations.

Tout comme les câbles parallèle de type lapLink, la liaison série peut être utilisée pour des transferts d'informations entre PC. Néanmoins, le câble devra être croisé au niveau des signaux envois et réceptions. On appelle ce type de câble **NULL MODEM**.

### 12.4.4. Les connexions série dans un PC.

Quatre ports série sont normalisés dans un PC. Certaines cartes permettent néanmoins d'utiliser plus de ports.

Com 1: 3F8-3FF

Com 2: 2F8-2FF

Com 3: 3E8-3FF

Com 4: 2E8-2EF

L'interruption pour les ports Com 1 et Com 3 est la 4. L'interruption pour Com 2 et Com 4 est la 3.

Ce partage d'interruptions entre 2 ports différents ne permet pas de les utiliser en même temps. Pas question de raccorder la souris en Com 1 et le modem en Com 3. Sinon, **lors de l'utilisation du modem, vous n'aurez pas l'accès à la souris!**

## 12.5. USB 1.1.

Plusieurs constructeurs (Compaq, Digital, IBM, Microsoft, Intel) ont élaborés en 1995 le port externe USB (Universal Serial Bus) version 1.1. Cette **interface série** permet de connecter sans redémarrage une grande variété de périphériques avec une meilleure bande passante que les ports série ou parallèle actuels (scanner, appareil photo-numérique, sauvegarde externe). Ce type de port n'est réellement reconnu qu'avec Win98 et MacOS 8.5 et supérieurs (Win95OSR2 n'est pas réellement compatible). Outre l'avantage de la connexion à chaud, les programmes n'accèdent plus au périphériques de manière spécifique, mais selon un protocole établi, unifié et invariable. Ceci permet une plus grande portabilité du matériel sur des plate-formes différentes. L'USB a également directement l'accès à la mémoire par la procédure DMA.

Comme tout port série, la capacité de la bande passante est faible: 12 MbPS (1,5 MB/s) pour l'ensemble des périphériques connectés. Il existe actuellement 2 modes de fonctionnement:

Haute vitesse où un seul périphérique gourmand utilise toute la bande passante: 12 MbPS, soit 1,5 MB par secondes



. Basse vitesse où les périphériques plus modestes se partagent la bande passante en 8, soit 1,5 MBPS (180 kb/s)

Cette restriction entraîne que le nombre de périphériques connectables est limitée à 8 et non au 127 périphériques théoriques maximum.

La longueur du câble est limitée en version 1.1 à 5 mètres pour un périphérique à pleine vitesse. Elle est limitée à 3 mètres pour un périphérique à faible débit (par connexion).

La communication est clairement définie. Un cycle de communication est défini pendant lequel tous les périphériques USB attendent que le PC (ou Mac) leur transmette ses ordres dans un protocole standardisé. Durant, durant la première phase, le PC interroge chaque périphérique pour connaître sa nature. En cours de fonctionnement, le PC accède individuellement à chaque périphérique et les intègre dans le schéma de gestion d'énergie, sans intervention de l'utilisateur.

A chaque millisecondes, le contrôleur envoie un signal paquet pour maintenir les périphériques synchronisés (mode isochrone). Il y a **4 sortes de paquets**: les paquets de contrôle, les paquets isochrones, les paquets en vrac et les paquets d'interruption. Les paquets de contrôle servent à configurer des périphériques, à leur donner des commandes et les interroger sur leur statut. Les paquets isochrones servent aux périphériques temps réel comme les webcams et les téléphones, qui ont besoin d'envoyer ou de recevoir des données à des intervalles de temps réguliers. Ils ont un délai fixe, mais ne permettent pas de retransmission en cas d'erreur. Les paquets en vrac servent pour des transferts en direction ou en provenance d'un périphérique sans exigence de temps réel, comme des imprimantes. Enfin, les paquets d'interruption sont nécessaires parce que l'USB ne supporte pas les interruptions.

Le câble USB comporte deux prises différentes dénommées A et B qui se relie sur le contrôleur (ou le HUB) du côté A et sur le périphériques (côté B). Il se compose de 4 fils, une paire torsadée pour le transfert des données, un fil au potentiel de +5V qui permet d'alimenter les périphériques USB si nécessaire et enfin la masse. Il peut être blindé ou non, le mode basse vitesse de 1.5 Mbits/s ayant une tolérance supérieure aux perturbations électromagnétiques. Un blindage est fortement recommandé pour une utilisation à 12 Mbits/s (1,5 MB/s). Les spécifications de ce bus prévoient une longueur maximale de 5 mètres de câble entre 2 éléments de l'arborescence. Le contrôleur peut alimenter le périphérique avec une **consommation de 500 mA maximum**. C'est également le cas des HUB alimenté par transformateur électrique. Comme l'ensemble des périphériques USB utilisent un seul port de sortie, il n'est plus nécessaire de s'occuper d'interruption, adresses mémoires, ... L'USB accepte jusqu'à 127 périphériques par ports en théorie. Avec 1 ports USB (les 2 connecteurs sont reliés de manière interne dans les premières cartes mères incluant l'USB), on pourrait installer jusqu'à 127 périphériques. Ceci serait vrai si le chaînage était autorisé (les connecteurs physiques des ports d'entrée et de sortie intégré sur chaque périphérique), ce qui n'est pas le cas. Il existe néanmoins des hub USB qui permettent de 4 à 8 ports de sorties pour une entrée vers le PC.

Actuellement, le port USB permet d'implanter des scanners, imprimantes, des souris et claviers, manettes de jeux, caméras digitales et appareils photo numériques, enceintes (! Pas de CD-audio), modems (surtout ADSL) et graveurs, WebCam, ...

## 12.6. USB 2.0



Déjà prévues dans les spécifications de l'USB 1.1, les caractéristiques de l'USB 2.0 (courant 2002) sont peu différentes de celles de son prédécesseur. Fort de sa compatibilité ascendante et descendante avec la version 1.1 (vous pouvez connecter un périphérique USB 2.0 sur un contrôleur USB 1.1 et vis et versa), l'USB 2.0 s'enrichit d'une troisième vitesse de connexion entre le contrôleur maître et les périphériques USB 2.0.

Avec les mêmes câbles et connecteurs, il est maintenant possible de relier des disques durs externes, imprimantes, scanners et autres lecteurs à des vitesses frôlant les 480 Mbits/s soit 60 MB/s (en théorie). En pratique, la vitesse maximum tourne aux alentours des 15 MB/s. Cette augmentation de vitesse a été notamment possible grâce à la réduction du tensions des signaux transmis dans les câbles, ceux-ci passant de 3.3V à 0.4V.

La topologie du bus USB reste la même, les périphériques répondant à la norme 2.0 ne pouvant pas bénéficier de la vitesse haute s'ils sont raccordés derrière un HUB USB 1.1. En plus, brancher un périphérique USB 1.1 dans une chaîne de périphériques USB 2.0 réduit considérablement les performances de l'ensemble.

La vitesse de transfert est loin des 60 MB /s annoncés, mais avec un débit frôlant les 15 MB /s (selon les contrôleur et les OS) on est tout de même 12 fois plus rapide que l'USB 1.1. (1,2 MB/s). Cette vitesse est deux fois moins rapide que ce que donne le FireWire en pratique, mais l'USB 2.0 est intégré dans tous les nouveaux PC, pas le FireWire.

Les contrôleurs USB 2.0 acceptent donc des périphériques USB 1.1. Mais dans ce cas, la vitesse globale est nettement ralentie. L'USB 2.0 permet de raccorder jusqu'à 63 périphériques. La taille maximale du câble ne peut excéder 4,5 mètres entre 2 périphériques

## 12.7. Le port FireWire 1394 et firewire 1394B

Egalement port série, le FireWire (auss appelé IEEE 1394) est clairement dédié aux périphériques externes gourmands (disque dur, graveur, caméra numérique). Sa vitesse théorique est de 480 mb/s. Il peut faire fonctionner des périphériques mixtes ayant une vitesse de 100, 200 et 400 Mbits/s. En pratique, la vitesse atteint 30 MB/s. Le connecteur est constitué de 4 câbles (2 fils initialement prévus pour l'alimentation par SONY - concepteur de départ - ont été supprimés).

Les appareils se chaînent entre eux. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser des HUB.



La version **firewire 1394B** est une évolution du firewire. La différence vient de la bande passante passe de 400 Mb/s à 800 Mb/s. Cette vitesse devrait encore être améliorée dans le futur à 1,6 Gb/s puis 3,2 Gb/s grâce à l'utilisation de fibre optique plastique multimodes. La distance pourrait approcher les 100 mètres.

Le firewire 1394B est compatible avec la version inférieure grâce à un double protocole (langage) implanté

Le firewire est principalement utilisé avec les caméras vidéo numériques et les disques durs externes.

[Cours: Système à Microprocesseur](#)

Fonctionnement de base des montages utilisant des microprocesseurs

[Cours hardware: liaisons à haut débit](#)

Connexions ADSL, xDLS, lignes louées, ...

[Cours hardware: Le chipsets](#)

Caractéristiques des chipset utilisés sur les cartes mères

[Modem téléphonique](#)

Cours: Modem téléphoniques RTC et ISDN / RNIS

[Dépannage: modem](#)

Dépannage des communications par modem

[Disque dur SCSI](#)

Disques durs pour serveurs: SCSI, RAID, ...

La suite du cours hardware 1 >

12A [Modems téléphoniques](#) - 13. [Paramètres couleurs](#)

Le [cours hardware PC et périphériques](#). Le [cours Hardware réseaux et serveurs](#)



**Les compétences au service de la qualité.**

Les activités d'[YBET informatique à Florenville](#) (revendeur, maintenance, service technique et support, formations informatiques, matériel bureautique et caisses enregistreuses TEC), infos et trucs et astuces informatiques, formations logiciels, ...

