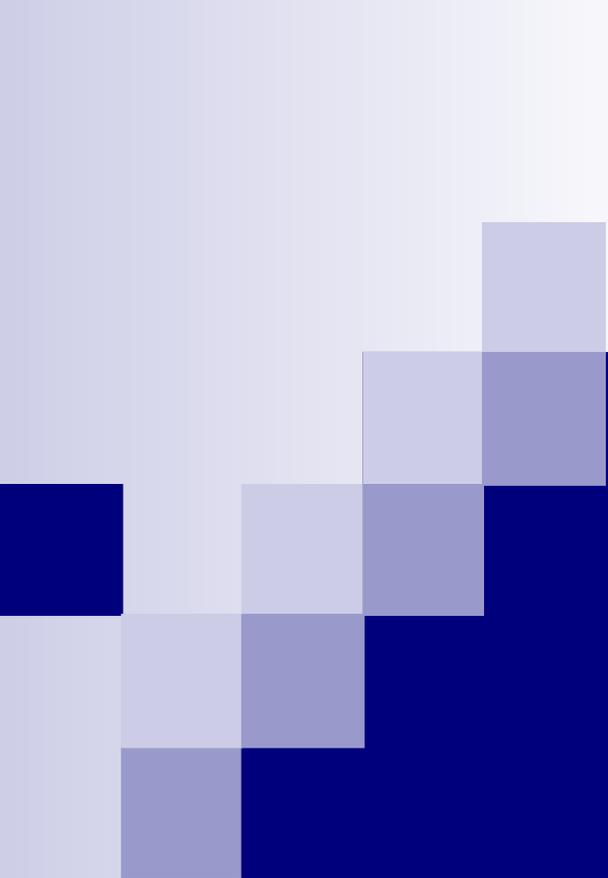


Le câblage réseaux

Objectif

- Réussir à transmettre des données
 - Sur des distances de plus en plus grande
 - À des vitesses de plus en plus importante
- Existence de 3 types de câbles
 - Câble coaxial
 - Les paires torsadées
 - La fibre optique
- Où placer les câbles ?



Le câblage

Les principales caractéristiques

Caractéristiques de performance d'un câble (1)

- L'impédance
 - Équivalent à la résistance pour un courant continu
 - Mesuré par l'émission d'un signal à 1 Mhz
 - A fréquence élevée : 2 phénomènes à prendre en compte
 - Effet de peau : le courant électrique a tendance à se concentrer à la périphérie du câble
 - Le courant a tendance à s'accumuler dans les parties du câble qui sont face à un autre câble
 - 100, 120 et 150 Ohms
- Affaiblissement linéique (ou atténuation)
 - Mesuré en décibel (dB) par kilomètre ou pour 100m
 - Croît avec la fréquence du signal et la longueur du câble
 - Plus l'impédance est élevée, plus l'affaiblissement est faible
- Affaiblissement paradiaphonique
 - Aptitude pour un câble à ne pas être perturbée par les signaux transmis par le câble voisin

Caractéristiques de performance d'un câble (2)

- Un câble performant ?
 - Faible affaiblissement linéique
 - Forte impédance
 - Fort affaiblissement paradiaphonique

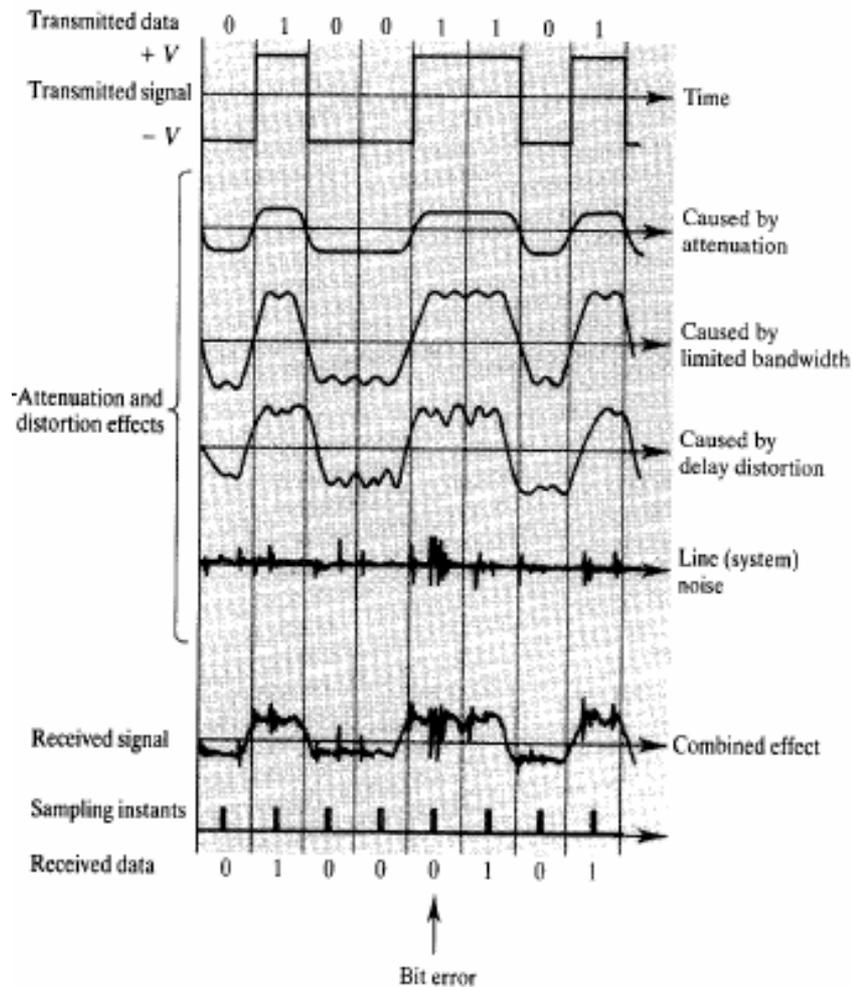
Adaptation d'impédance

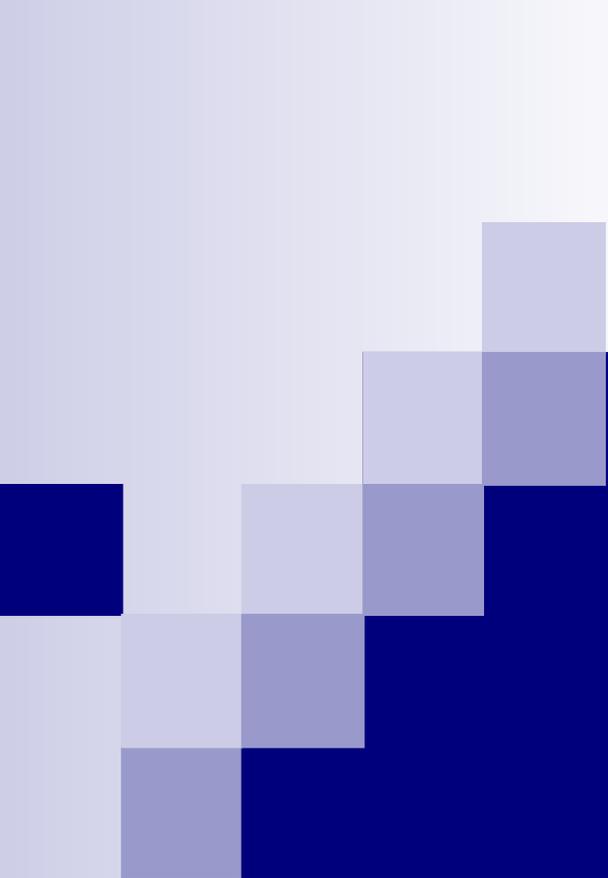
- Phénomène obtenu quand un équipement fonctionne sur une impédance donnée et que le câble utilisé possède une impédance différente
- Une partie du signal va être réfléchi : c'est l'*adaptation d'impédance*
- Provoque un affaiblissement du signal

Se protéger des signaux parasites

- Mode balancé, différentiel ou symétrique
 - Sur deux conducteurs, envoyé des signaux identiques mais en polarité inverse. Génère des champs d'amplitude égale en opposition de phase, qui de se fait s'annule
- Le blindage
 - Consiste à constituer une cage de Faraday autour des câbles qui transporte le signal, généralement par une tresse métallique
 - Le blindage est relié à la terre pour ne pas faire antenne
- L'écran
 - Terme utilisé quand le blindage est réalisé par un feuillard (mince feuille d'aluminium)
- Le filtrage
 - Filtre les signaux qui sont dans une plage de fréquence déterminée

Les distortions d'un signal !





Le câblage

Le câble coaxial

Le câble coaxial

- Peu coûteux, facilement manipulable
- Peut être utilisé sur de longues distances
- Débit jusque 10Mbit/s
- Construction :
 - **Gaine** : protection du câble (caoutchouc, PVC ou téflon)
 - **Blindage** : partie métallique entourant le câble diminuant le bruit due aux parasites
 - **Isolant** : (diélectrique) évite le contact (court-circuit) entre l'âme et le blindage
 - **Âme** : brin de cuivre ou brins torsadés transportant les données



10Base5 (Ticknet, Tick Ethernet ou Yellow Cable)

- Câble coaxial diam. 12mm
- Communément appelé le « yellow cable »
- Utilisation
 - Difficile à manipuler, peu flexible
 - Câble principal ou « backbone »
 - Inter-connection des sous-réseaux
- Caractérisation
 - Utilisation d'un transceiver et d'une prise « vampire » pour établir la connexion
 - Longueur d'un segment : 500 mètres
 - Longueur totale : 2500 mètres
 - Impédance : 50 Ω
 - Terminaison par bouchon de 50 Ω

La prise « vampire »

- Seule solution de connection en 10base5
 - Pointe qui perfore les isolants pour atteindre l'âme
 - Prise AUI qui permet de relier un transceiver
 - Une prise « vampire » ne peut pas s'enlever

Le « transceiver »

- ➔ Permet de faire la connexion entre une prise AUI et du RJ45, du BNC ou de la fibre optique
- ➔ Transceiver Thicknet est doté d'une prise « vampire »
- ➔ Le câble du transceiver (drop cable) est branché sur un connecteur AUI (attachment unit interface) appelé également connecteur DIX (Digital Intel Xerox) ou DB15



➔ Fan-out

- ➔ Permet de connecter plusieurs équipement AUI sur un seul transceiver
- ➔ Il peut constituer à lui seul un segment du réseau (tous les paquets de tous les équipements sont répercutés partout dans le segment)

10Base2 (Thinnet ou CheaperNet)

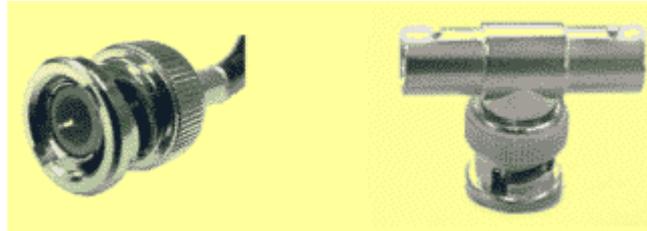
- Câble coaxial diam. 6mm très flexible
 - Impédance de 50 Ω
- Utilisation :
 - Relie des ordinateurs à des hubs, des répéteurs ou à d'autres ordinateurs
- Caractéristiques :
 - Possibilité d'inter-connecter directement plusieurs ordinateurs
 - Segment d'environ 185 m
 - Topologie en bus
 - Connecteurs BNC en T
 - 30 noeuds max. par segment
 - Longueur totale de 925 m
 - Terminaison par un bouchon de 50 Ω

Défauts du 10Base2

- La distribution se faisant en chaîne, toute ouverture ou terminaison enlevée met hors service le segment
- Liaison semi-duplex
- Toute maintenance d'un segment entraîne une ouverture de la chaîne

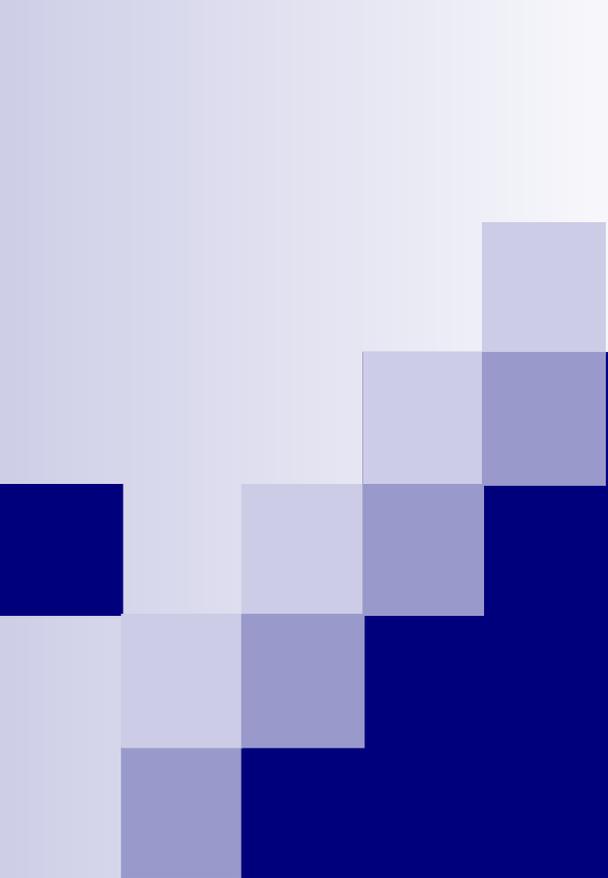
Connecteur 10Base2

- ➔ BNC : *British Naval Connector*



Les Différents types de câbles coaxiaux 50 Ω

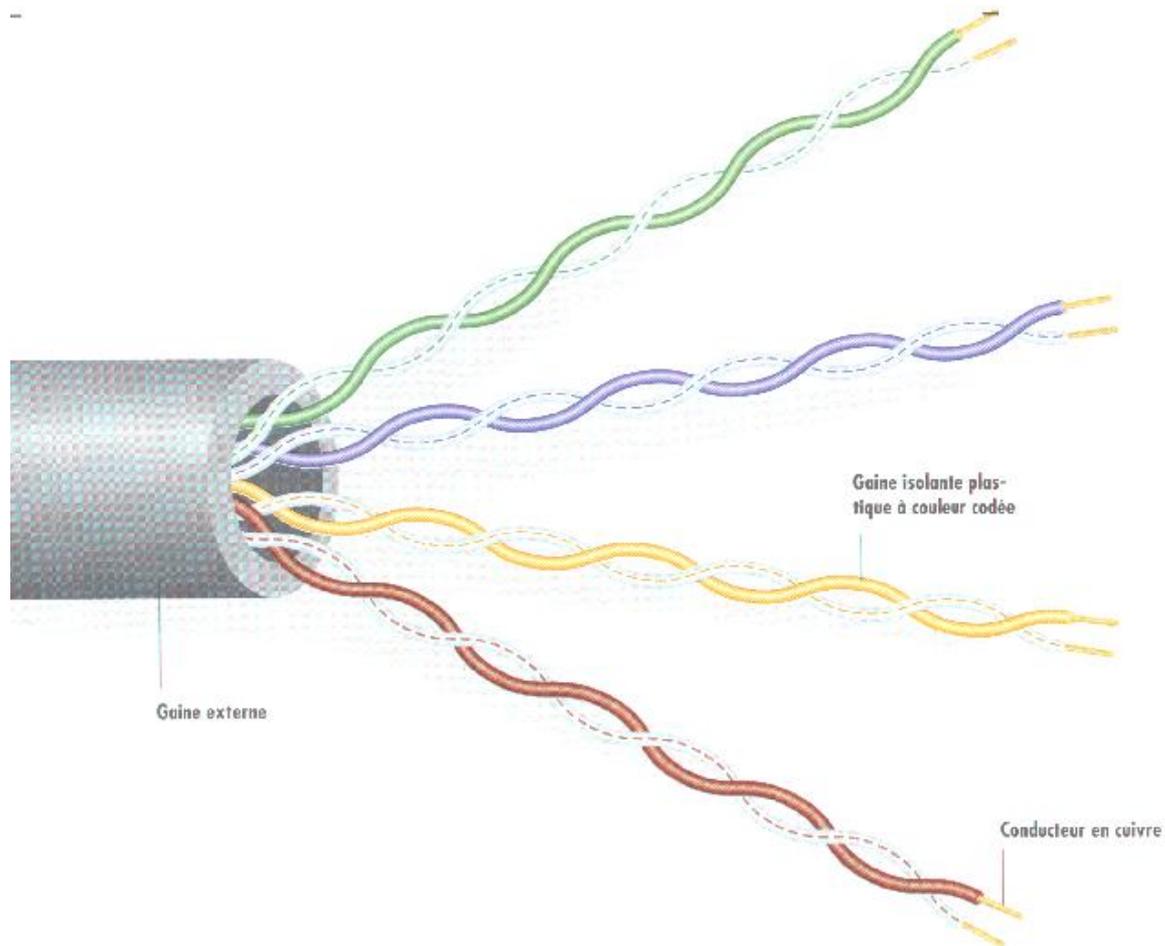
- RG-58 U
 - Brin central constitué d'un unique toron de cuivre
- RG-58 A/U
 - Torsadé
- RG-58 C/U
 - Version militaire du RG 58 A/U
- RG-59
 - Transmission à bande large (télévision par câble)
- RG-6
 - Diamètre plus large pour les fréquences plus élevées que RG-59
- RG-62
 - Réseau Arcnet



Le câblage

Les paires torsadées

Présentation



Généralités

- Franchissement de la limite des 10Mbits/s
- Plus de bande passante
- Possibilité de travailler en Full Duplex
- Plus d'interruption par coupure du câble (*c.f. Thin Ethernet*)
- Gestion plus aisée
- Permet d'avoir un câblage multi-usage (universel)
 - Téléphone
 - Fax
 - Données...
- Inconvénients
 - Plus de câbles qu'avec le coaxial
 - Câblage plus cher et prend plus de place dans les gaines techniques

Les catégories

- Les normes EIA/TIA (*Electronic Industries Association / Telephony Industries Association*) définissent des catégories de câbles en fonction de leur
 - Atténuation
 - Affaiblissement paradiaphonie
- Existence de 6 catégories qui normalisent le connecteur, la bande passante du câble et le nombre max. de paires pouvant être utilisées
 - 1 : téléphone traditionnel (voix)
 - 2 : transmission des données 4Mbit/s (RNIS) [4 paires torsadées]
 - 3 : 10 Mbit/s max. [4 paires torsadées et de 3 torsions par pied]
 - 4 : 16 Mbit/s max. [4 paires torsadées en cuivre]
 - 5 : 100 Mbit/s max. [4 paires torsadées en cuivre]
 - 5e : 1 Gbit/s max sur 100m, utilisation des 4 paires torsadées des câbles en classe D
 - 6 : 2.5 Gbit/s sur 100m, 10 Gbit/s sur 25m pouvant aller jusque 100m en changeant le type de codage du protocole utilisé
- Existence d'une cat. 7 en cours de normalisation depuis 1997
 - Prévision d'un nouveau connecteur avec 4 chambres blindés

Les classes

- La norme européenne EN 50173 prévoit 4 classes qui ont pour but de normaliser la totalité d'une chaîne de liaison comportant des éléments d'une catégorie donnée : câbles, connecteurs et cordons de brassage
 - Classe A : voix et donnée à faible débit jusqu'à kHz, long. max. de 3000 m
 - Classe B : données jusqu'à 1 Mhz, long. max. de 700 m
 - Classe C : données jusqu'à 16 Mhz, long. max. de 160 m
 - Classe D : données jusqu'à 100 Mhz, long. max. de 100 m
- Exemples d'utilisation
 - Classe C pour l'Ethernet 10bT à 10Mbit/s, Token ring à 4Mbps et 16Mps
 - Classe D pour l'Ethernet à 100Mbit/s
- Et pour des débits > 100 Mbit/s
- Existence de 2 autres classes :
 - Classe E : bande passante de 250 Mhz
 - Classe F : bande passante de 600 Mhz
- Ces normes définissent aussi, en fonction des fréquences utilisées, la valeur maximale autorisée pour l'atténuation, la paradiaphonie et le rapport signal/bruit
 - Classe D à 100Mhz: paradia. 24 dB, atténua. 23.2 dB/100m, signal/bruit 4 dB

Les normes

- Norme ISO/IEC 11801 (International)
 - L'ISO/IEC a voté en juillet 94 la norme IS 11801 qui définit une installation complète (composants et liens) et valide les câbles 100 Ohms ou 120 Ohms, ainsi que le 150 Ohms . L'ISO 11801 reprend les catégories de l'EIA/TIA mais avec des valeurs d'impédance, de paradiaphonie et d'atténuation qui sont différentes suivant les types de câbles. L'ISO 11801 définit également des classes d'applications
- L'EIA/TIA a défini le standard EIA/ TIA 568 (U.S.), composé de bulletins techniques, définissant les composants à utiliser :
 - TSB36A : câbles à paires torsadées 100 Ohms UTP et FTP
 - TSB40A : connectique RJ45, raccordement par contacts CAD
 - TSB 53 : câbles blindés 150 Ohms et connecteur hermaphrodite.

Classification « commerciale » des câbles

- Câbles multibrins ou monobrins
 - Monobrin
 - Câble rigide
 - Chaque fil est constitué d'un seul conducteur en cuivre
 - Utilisation dans les murs, faux-plafonds...
 - Multibrin
 - Câble souple
 - Chaque fil est constitué de plusieurs brins en cuivre
 - Plus adapter pour les cordons de brassage

Paire torsadée non blindée UTP

- Obéit à la spécification du 10BaseT
 - Normes UTP : conditionne le nombre de torsions par pied (33 cm) de câble en fonction de l'utilisation prévue
- Généralement utilisé jusque 100 Mbit/s
- Sensible aux interférences

Paire torsadée blindée STP

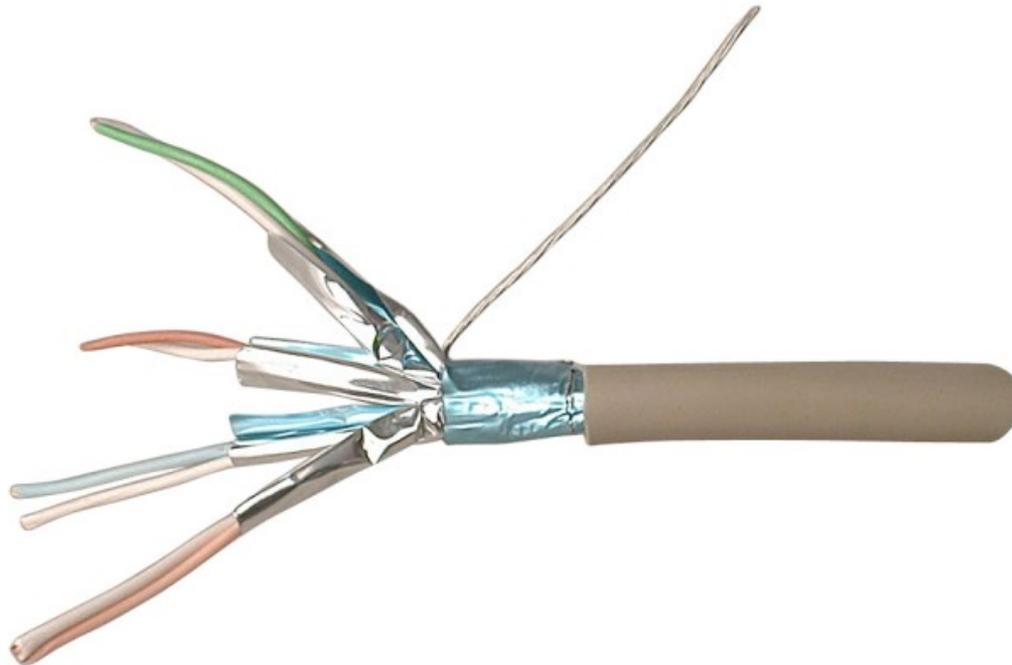
- STP : *Shield Twisted-Pair*
- Blindage du câble constitué d'une tresse métallique
- Permet des débits plus rapide et sur de plus longues distances que la paire torsadée UTP

Paire torsadée blindée FTP

- FTP : *Foiled Twisted-Pair*
- Blindage du câble constitué d'un feuillard (mince feuille d'aluminium)

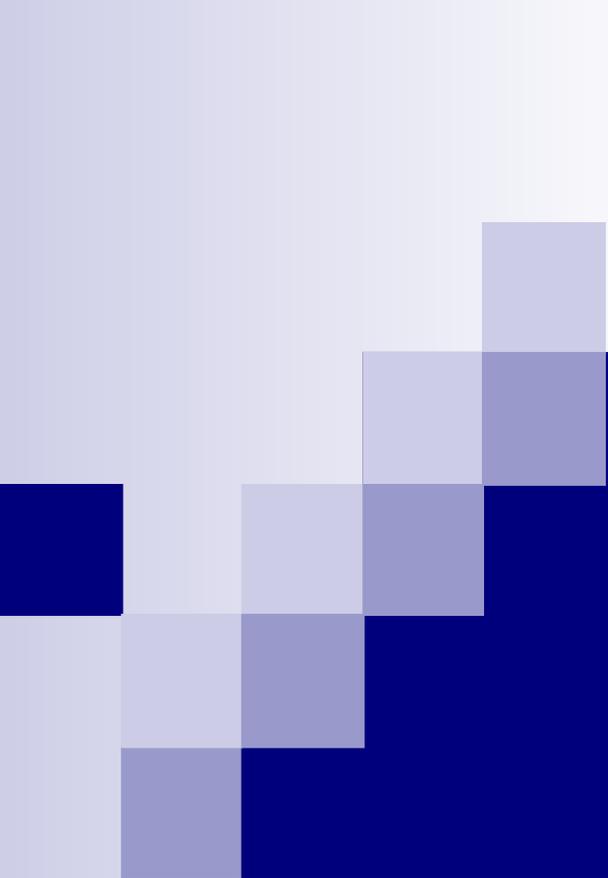
Paire torsadée blindée S-FTP

- S-FTP : *Shield Foiled Twisted Pair*



Evolution vers le Gigabit

- Les normes évoluent pour aller vers le 1 et 10 Gigabit/s sur câble



Le câblage

Les câbles optiques

Présentation

- Utilisation
 - Liaison entre répartiteur (backbone), centraux téléphoniques urbains et inter-urbains
 - Couplage de segments dans une ville, entre deux villes, entre les continents
- Avantages
 - Légèreté
 - Immunité au bruit
 - Isolation galvanique parfaite
 - Faible atténuation
 - Tolère des débits de l'ordre de 100Mbps
 - Largeur de bande de quelques dizaines de mégahertz à plusieurs gigahertz (fibre monomode)
 - Sécurité (difficile à mettre sur écoute)
- Inconvénients
 - Peu pratique dans des réseaux locaux (installation difficile)
 - Coût relativement élevé
 - Relative fragilité
 - Distributeur central de la fibre optique

Définition

- Une fibre optique est composée de 3 éléments principaux
 - Le coeur dans lequel se propage les ondes optiques
 - La gaine optique d'indice de réfraction inférieur à celui du coeur, qui confine les ondes optiques dans le coeur
 - Le revêtement de protection qui assure la protection mécanique de la fibre
- Les fibres (appelées brins au sein d'un câble) sont regroupées dans des câbles par multiples de 2, de 8 ou de 12

La qualité d'une fibre ?

- Caractérisée par 2 valeurs
 - Bande passante exprimée en MHz.km
 - Affaiblissement linéique exprimé en dB/km
- Transmission des données s'effectue par modulation numérique de la puissance optique de l'onde émise à une longueur donnée

Les différents types de fibres

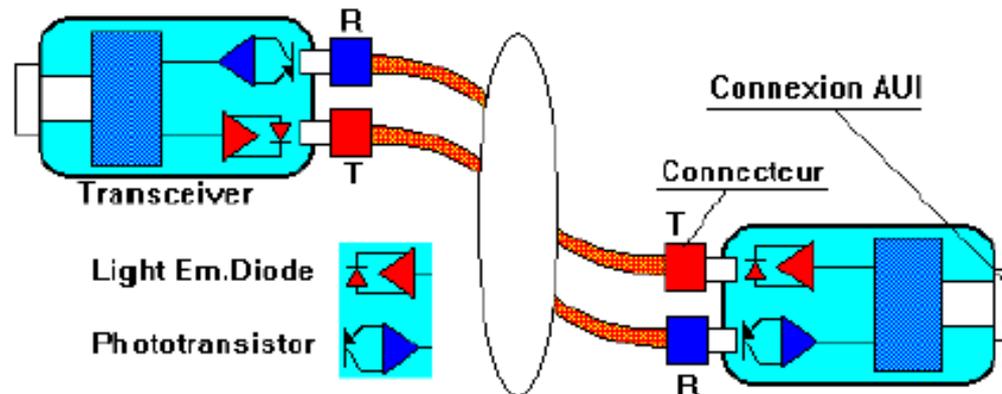
- La fibre multimode
 - La fibre à saut d'indice (réfraction à angle droit)
 - Coeur et gaine optique en verre de différents indices de réfraction
 - Cette fibre provoque de par l'importante section du coeur, une grande dispersion des signaux la traversant, ce qui génère une déformation du signal reçu.
 - La fibre à gradient d'indice (onde de forme sinusoïdale)
 - le coeur est constitué de couches de verre successives ayant des indices de réfraction proches. On s'approche ainsi d'une égalisation des temps de propagation, ce qui veut dire que l'on a réduit la dispersion modale.
 - Bande passante typique 200-1500Mhz par km
- La fibre monomode
 - le coeur est si fin que le chemin de propagation des différents modes est pratiquement direct.
 - La dispersion modale devient quasiment nulle
 - La bande passante transmise est presque infinie (> 10 Ghz/km)
 - Cette fibre est utilisée essentiellement pour les sites à distance.

Quelques valeurs

- Les fibres multimodes utilisées en informatique sont souvent à gradient d'indice
 - Coeur de 62.5 microns
 - Gaine optique de 125 microns de diamètre
 - Désignation : 62.5/125
- France Télécom utilise de la monomode 9,5/125
- Caractéristiques moyennes
 - A une longueur d'onde de 850 nm
 - Affaiblissement maximal : 3,8 dB/km
 - Bande passante minimale : 200 MHz.km
 - A une longueur d'onde de 1300 nm
 - Affaiblissement maximal : 1,5 dB/km
 - Bande passante minimale : 500 MHz.km

Le transceiver optique

- Converti les impulsions électriques en signaux optiques par
 - Les LED (*Light Emitting Diode*) qui fonctionnent dans l'infrarouge (850nm). C'est ce qui est utilisé pour le standard Ethernet FOIRL
 - Les diodes à infrarouge qui émettent dans l'invisible à 1300 nm
 - Les lasers, utilisés pour la fibre monomode, dont la longueur d'onde est 1310 nm ou 1550 nm
- Reçoit des signaux optiques qui sont convertis en impulsions électriques par un phototransistor ou une photodiode



Les connecteurs



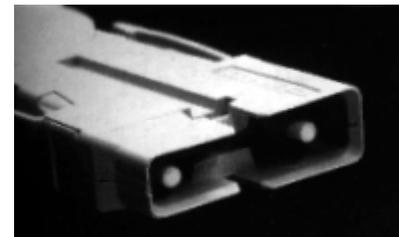
Connecteur ST



Connecteur SC

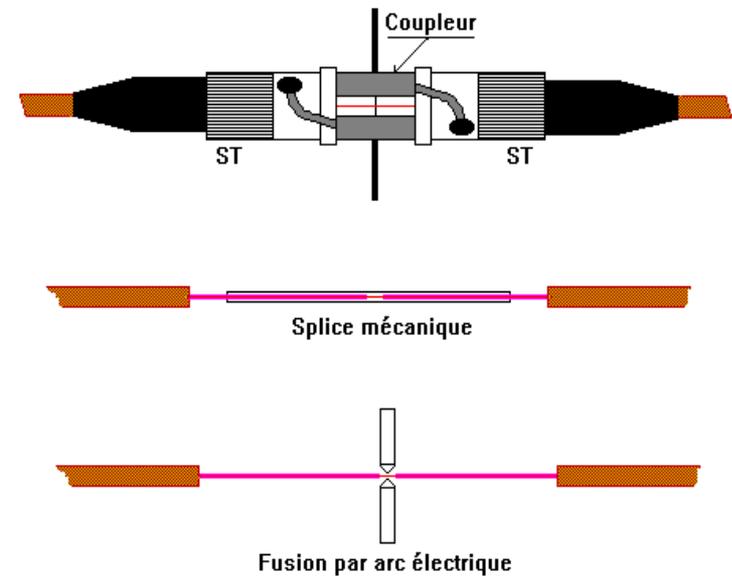


Connecteur FDDI

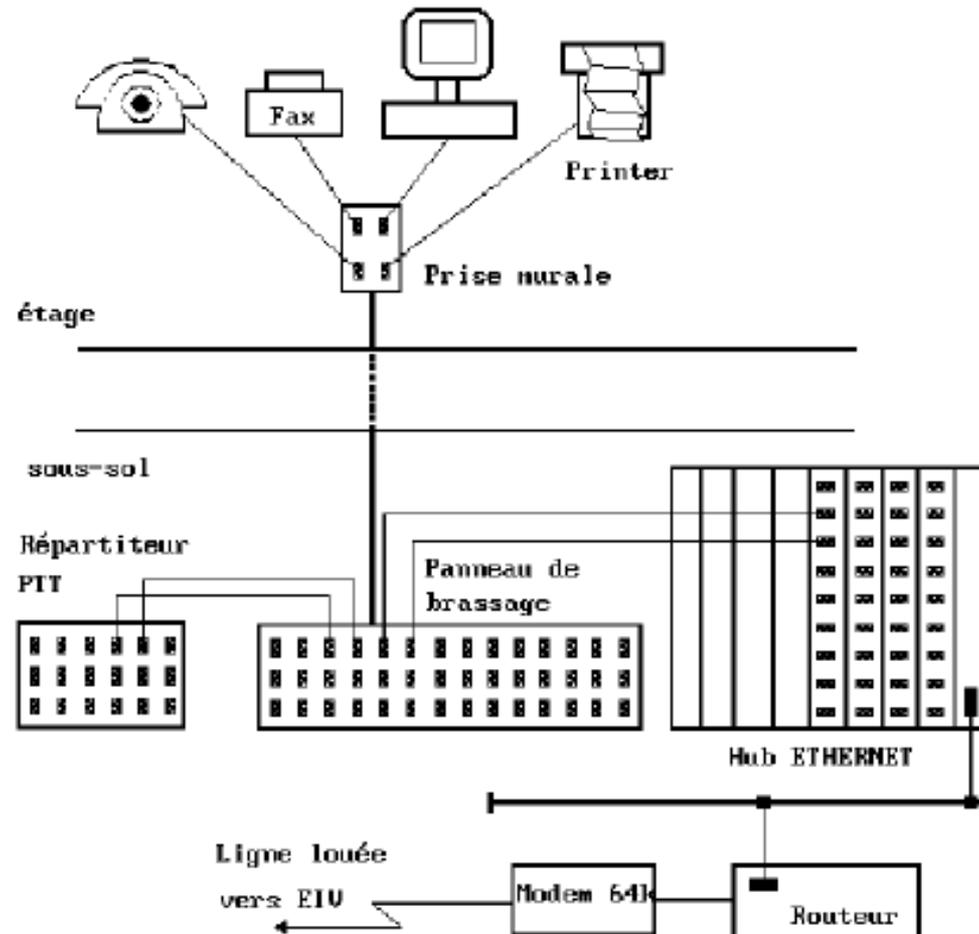


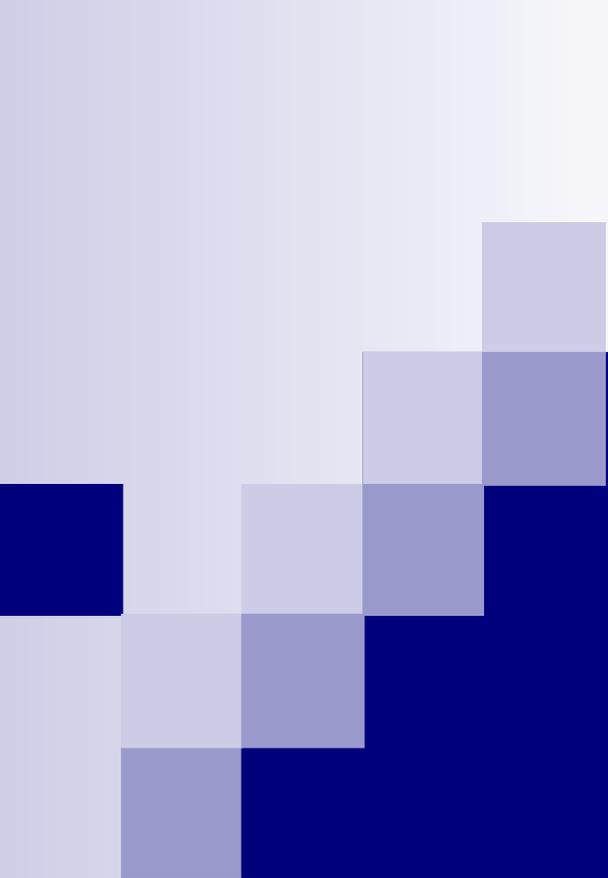
Le couplage

- Le couplage des FOs est toujours délicat
- Méthodes communes
 - Par couplage mécanique de deux connecteurs mis bout à bout au moyen d'une pièce mécanique de précision; le dessin ci-dessous montre l'union de deux connecteurs ST, mais il existe des coupleurs ST/SC ou ST/MIC
 - Par collage mécanique (*splicing*) qui est utilisé lors de réparation ou pour la connexion de câbles pré confectionnés « *Pig tail* »
 - La fusion au moyen d'un appareil à arc électrique



Exemple de câblage





Le câblage

Le cheminement des câbles

Les locaux techniques

- 2 types de locaux
 - Le local technique d'étage (LTE)
 - Concentre tous les câbles à destination d'une prise dans un bureau
 - Permet de desservir un ou plusieurs étages en fonction des distances maximales
 - Possibilité de mettre plusieurs LTE par étage lors qu'il sont très étendus
 - Le local Nodal (LN)
 - Relié à tout ou partie des LTE
 - Pas obligatoire dans la plupart des cas
 - Indispensable dans les grandes installations

Limite du LTE

- Nombre maximal de câbles concentrés dans un LTE entre 200 et 300
- Au dessus de 300
 - Problème d'encombrement des câbles et des cordons de brassage
 - Installation complexe à exploiter

Liaison entre LTE et LN

- Les câbles reliant deux LTE ou LN sont appelés câbles de rocade
- Généralement en fibre optique
- Débits plus importants que les câbles de distributions vers les bureaux

Le cheminement des câbles

- Proximité des prises électriques est source de parasites
- La goulotte : solution économique
 - Les prises sont soit dans la goulotte, soit dans des boitiers à part
 - Attention à la position des prises : pas trop bas ni trop haut
- Le faux-plafond : solution esthétique et souple
 - Possibilité de faire descendre les câbles à n'importe quel endroit, via des perches
- Le faux-plancher : solution la plus souple et reconfigurable
 - Possibilité d'intégration des prises dans le mobilier

Le brassage

- ➔ Se fait dans des armoires de brassage (ou baie 19 pouces)
- ➔ Chaque câble relié à une prise d'un bureau et relié à une jarrettière
- ➔ Chaque prise de la jarrettière doit être identifié avec le même identifiant que la prise qui se trouve à l'autre extrémité du câble
- ➔ Permet de relier une prise d'un bureau sur un port d'un matériel d'interconnexion
- ➔ Facilite l'exploitation
- ➔ Permet de transformer le rôle d'une prise facilement
 - ➔ Un jour une prise réseau et un autre jour, une prise téléphonique

