

La couche physique

Les supports de transmission

Un réseau est un ensemble d'équipements autonomes (ETTD et/ouETCD) interconnectés à l'aide des supports de transmission.

Chaque type de support de transmission transporte un signal de nature bien spécifique

Entre l'ETTD et l'ETCD, il doit y avoir un dispositif spécial qui transforme les signaux dans un sens ou dans l'autre : par exemple le modem.

Il existe trois familles de support de transmission :

Les supports de transmission

les supports métalliques :

Ils transportent en général le courant électrique

les supports matériels non métalliques :

Ils transportent la lumière

les supports immatériels :

ils transportent des ondes électromagnétiques

Les supports métalliques :

La paire torsadée

Elle est composée de deux conducteurs en cuivre isolés l'un de l'autre et enroulés de façon hélicoïdale autour d'un axe de symétrie longitudinal

Un câble en paires torsadées contient en général quatre paires : marron (4), orange (2), vert(3) et bleu (1).

Dans chaque paire on a :

- Un fil de couleur unie

- Un fil rayé de blanc

Les supports métalliques : La paire torsadée

Deux normes existent pour les câbles en paires torsadées définies par le Telecommunication International Association / Electronic Industry Association : TIA/EIA 568 A (obsolète) et TIA/EIA 568 B.

Ces deux normes diffèrent par la position des paires vertes et oranges.

Les supports métalliques : La paire torsadée

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
T568A	V/Blanc	V	O/Blanc	B	B/Blanc	O	M/Blanc	M
T568B	O/Blanc	O	V/Blanc	B	B/Blanc	V	M/Blanc	M

Les supports métalliques : La paire torsadée

Rôle des paires et des broches(fil) dans une prise RJ45 :

1 paire pour le téléphone : broches 4 et 5,

2 paires pour l'informatique : broches 1 et 2 puis 3 et 6,

1 paire pour la télévision : broches 7 et 8.

NB : Chaque paire est torsadée d'origine de manière différente, il faut donc respecter impérativement les couleurs.

Les supports métalliques :

La paire torsadée

Il existe différents types de câbles en paires torsadés :

Les paires torsadées non blindées (Unshielded Twisted pair:UTP) (ou U/UTP)

Les paires torsadées blindées (Shielded Twisted Pair:STP):Chaque paire de câble est protégée par une tresse métallique (U/FTP)

Les paires torsadées écrantées (Foiled Twisted Pair:FTP): les paires sont protégée par une feuille métallique (F/UTP)

Les paires torsadées blindées et écrantées (SFTP : Shielded Folded Twisted Pair)

Les supports métalliques : La paire torsadée

Fabrication des câbles :

Droits

(1,1) (2,2) (3,3) (4,4) (5,5) (6,6) (7,7) (8,8)

Mettre tous les deux bouts dans la même norme

Permet de connecter des équipements de types différents

Croisés

(1,3)(2,6)(3,1)(4,7)(5,8)(6,2)(7,4)(8,5)

Mettre un bout en T568A et l'autre bout en T568B

Permet de connecter des équipements de même type

Les supports métalliques :

La paire torsadée

Les câbles sont caractérisées par leur impédance exprimée en Ohms.

On distingue des câbles de 100 Ohms, 120 Ohms, 150 Ohms

Plus l'impédance est élevée, plus le câble résiste aux perturbations

La bande passante dépend des éléments constituant le câble

La distance entre le concentrateur et le PC ne dépasse pas en général les 100m.

Les supports métalliques : La paire torsadée

Les catégories de câble :

Catégorie 1 : câblage abonné, destinée aux communications téléphoniques ; elle n'est plus d'actualité.

Catégorie 2 : câblage abonné, offrant une transmission des données à 4 Mbit/s avec une bande passante de 2Mhz ; utilisé pour les réseaux token ring.

Catégorie 3 : offre une bande passante de 16Mhz, elle est reconnue sous la norme ANSI/TIA/EIA-568B. utilisée pour la téléphonie analogique que numérique et aussi pour les réseaux Fast Ethernet (100Mbps), il est aujourd'hui à l'abandon au bénéfice de la catégorie 5e.

Catégorie 4 : permettant une bande passante de 20 Mhz, elle fut utilisée dans les réseaux token ring à 16 Mbps.

Catégorie 5 : permettant une bande passante de 100Mhz et un débit allant jusqu'à 100 Mbps.

Les supports métalliques : La paire torsadée

Les catégories de câble :

Catégorie 5e : elle peut permettre un débit allant jusqu'à 1000 Mbps avec une bande passante de 100Mhz, apparue dans la norme TIA/EIA-568B.

Catégorie 6 : permettant une bande passante de 250 Mhz et plus.

Catégorie 6a : une extension de la catégorie 6 avec une bande passante de 500Mhz, permettent le fonctionnement du 10Gbps sur 90mètres.

Catégorie 7 : elle offre une bande passante de 600MHz. Débit allant jusqu'à 40Gbps sur 50m.

Catégorie 7a : elle offre une bande passante de 1Ghz, avec un débit allant jusqu'à 100Gbps sur 15m.

L'utilisation de la paire torsadée nécessite des connecteurs RJ45.

Les supports métalliques : La paire torsadée

PROPRIETES :

La bande passante augmente avec la catégorie

Le débit augmente avec la catégorie

La résistance au bruit augmente avec la catégorie

Ces câbles ont en générale quatre paires :

La protection des paires et le blindage est globale ou par paire.

Les supports métalliques : La paire torsadée

Avantage de la paire torsadée :

- son coût est faible

- ajout de nouveaux équipements est facile

- la technique est maîtrisée et la connexion est facile

Les supports métalliques : La paire torsadée

Inconvénients de la paire torsadée :

- le courant transmis s'affaiblit au cours de la transmission

- les courants transmis par deux paires torsadées rassemblées interfèrent les uns avec les autres : la diaphonie

- Ne permet pas de transmettre des signaux à très longue distance

Les supports métalliques : La paire torsadée

il faut utiliser des répéteurs le long des lignes de transmissions pour régénérer les signaux

NB : Certains constructeurs blindent la paire torsadée, en l'enrobant d'un conducteur cylindrique, permettant ainsi de la protéger des rayonnements électromagnétiques parasites.

Les supports métalliques : le câble coaxial

Le câble coaxial est constitué de plusieurs éléments :

- Une gaine isolante extérieure généralement en PVC ou toute autre matière plastique

- Un blindage tressé en cuivre ou en aluminium qui absorbe les interférences extérieures

- Une enveloppe isolante en PVC ou autre matière

- Un brin central conducteur en cuivre : l'âme du câble où circulent les signaux électriques

Les supports métalliques : le câble coaxial

Il existe deux types de câbles coaxiaux :

le câble coaxial fin (THINNET). Il est reconnaissable par les caractéristiques suivantes :

Un diamètre de 6 millimètres

Un fil flexible

Un débit de 10 Mb/s

Une longueur maximum de 185 mètres

Une impédance de 50 Ohm

10 base 2

Il est utilisé pour la télévision par exemple.

Les supports métalliques : le câble coaxial

Le câble coaxial épais (THICKNET ou ETHERNET STANDARD) : il est reconnaissable par les caractéristiques suivantes :

- Un diamètre de 12 millimètres

- Un fil rigide

- Un débit de 10 Mb/s

- Une longueur maximum de 500 mètres

- Une impédance de 75 Ohm

- 10 bases 5

NB : le câble coaxial épais permet de transmettre des données sur de plus longues distances parce que le fil de cuivre est plus épais, il est plus résistant aux interférences...

Les supports métalliques : le câble coaxial

Avantages :

affaiblissement moindre que la paire torsadée
transmission des signaux de fréquence plus élevée

permet d'éviter les bruits extérieurs

Inconvénients :

coût plus élevé

mise en œuvre plus difficile

Les supports non métalliques

La fibre optique est le représentant le plus connu de cette classe.

Elle comprend :

- un cœur de fibre dans lequel se propage la lumière

- une gaine de fibre dont l'indice de réfraction garantit que le signal lumineux reste à l'intérieur

- une gaine extérieure isolante

Les supports non métalliques

Avantages :

l'atténuation est plus faible, dont les points de régénération sont plus éloignés

insensibles aux parasites électromagnétiques

capacité de transport plus grande

pas facile de capter l'information transportée, donc plus grande sécurité

Inconvénients :

son coût élevé

Pas facile à mettre en place

Les supports immatériels

On utilise ici les ondes électromagnétiques qui se propagent dans l'atmosphère ou dans le vide.

On distingue :

- les faisceaux hertziens
- les ondes radioélectriques

Les faisceaux hertziens

Elles reposent sur l'utilisation des fréquences très élevées, jusqu'à 40Ghz

la transmission se fait entre des stations placées en hauteur (tour, colline) pour éviter les obstacles

on les utilise pour la transmission par satellite, pour les chaînes de télévision, ou pour constituer des artères de transmission longue distance dans les réseaux téléphoniques

Les ondes radioélectriques

elles reposent sur des petites fréquences de moins de 2 Ghz

les émetteurs et les récepteurs sont dispersés géographiquement. Pas nécessaire d'avoir une visibilité entre émetteur et récepteur.

la répartition des bandes de fréquences varie suivant les continents et fait l'objet d'accords internationaux.

la qualité des transmissions est moindre et la puissance de transmission est plus faible

Caractéristiques des supports

la bande passante : C'est la bande de fréquence dans laquelle les signaux appliqués à l'entrée du support ont une puissance de sortie supérieure à un seuil donné

bruits et distorsions : les signaux transmis subissent des déformations au cours de la transmission dues aux perturbations de l'environnement (foudre, orages, champs électromagnétiques). Les distorsions peuvent empêcher la bonne reconnaissance du signal

Caractéristiques des supports

capacité des liens :

Elle mesure la quantité d'informations transportée par unité de temps.

La capacité d'un support est toujours limitée.

NB : En informatique, la capacité est souvent appelée **bande passante**

Représentation de l'information

L'information binaire est représentée par des niveaux de tension. La convention la plus utilisée est le **codage NRZ** (no return to zero). Dans ce codage :

- un niveau de tension $+a$ représente le 1 logique
- un niveau de tension $-a$ représente le zéro logique

NB : La durée d'une information binaire est le temps de cycle horloge.

Représentation de l'information

Avec le codage NRZ, un récepteur qui reçoit une séquence de bits identiques, ne sera pas capable de connaître le nombre de bits transmis, à moins que l'on n'ait transmis aussi le signal horloge.

Codage Manchester (code biphase):

le bit 1 est représenté par une variation de la tension de $+a$ à $-a$

le bit 0 est représenté par une variation de $-a$ à $+a$

Techniques de transmission

L'ETTD traite des données binaires et l'ETCD traite des signaux.

Le point de raccordement d'un ETTD et d'un ETCD doit être capable de transformer les données binaires en signaux (électriques, électromagnétiques, lumineux) et vice versa.

Techniques de transmission

Le modem (modulateur – démodulateur) fait partie des ETCD pouvant servir de point de raccordement avec un ETTD.

Un circuit de données est un dispositif capable de transmettre ou de recevoir une suite de données binaires, à un débit donné, dans un délai donné et avec un taux d'erreur dépendant du support de transmission.

Techniques de transmission

La transmission peut être en mode :

- simplex (un seul sens prédéfini)

- duplex (transmission simultanée dans les deux sens)

- semi-duplex (transmission possible dans les deux sens, mais pas simultanément. A un moment dans un seul sens)

Techniques de transmission

Transmission en bande de base : L'ETCD effectue un simple transcodage des données à transmettre en signaux compatibles avec le support de transmission.

La limitation de la bande passante peut être un problème pour ce genre de transmission.

Techniques de transmission

Transmission par modulation :

Consiste à envoyer une onde sinusoïdale appelée porteuse dont l'équation est de la forme :

$$a \cos(2\pi f_0 t + \Phi)$$

En fonction de la donnée binaire à transmettre, l'ETCD modifie un paramètre de la porteuse.

Techniques de transmission

Modulation d'amplitude :

le bit 0 est représenté par $(a-k) \cos(2\pi f_0 t + \Phi)$

le bit 1 est représenté par
 $(a+k) \cos(2\pi f_0 t + \Phi)$

NB : Pendant un intervalle de temps $[t, t+\Delta t[$

Techniques de transmission

Modulation de fréquence :

le bit 0 est représenté par $a \cos(2\pi (f_0 - h)t + \Phi)$

le bit 1 est représenté par $a \cos(2\pi (f_0 + h)t + \Phi)$

NB : Pendant un intervalle de temps $[t, t + \Delta t[$

Techniques de transmission

Modulation de phase :

le bit 0 est représenté par $a \cos(2\pi f_0 t + \Phi)$

le bit 1 est représenté par $a \cos(2\pi f_0 t + (\Phi + \pi))$

NB : Pendant un intervalle de temps $[t, t + \Delta t[$

Valence = nombre de valeurs possibles du signal notée V .

La qualité du circuit de données

taux d'erreurs : rapport entre nombre de bits erronés par nombre bits transmis

disponibilité : proportion de temps pendant lequel la transmission est possible

débit binaire : nombre de bits transmis par seconde

$$D=R*\log_2 V$$

rapidité de modulation : $R=1/\Delta$ bauds, où Δ est la durée d'un signal

délai de propagation : temps nécessaire au signal pour traverser le support.

Interface série ETTD/ETCD

L'interface la plus courante est la jonction V24. Elle correspond à un connecteur ISO 2111 à 25 broches, dont la portée est au plus 50m.

Chaque fil (circuit) joue un rôle spécifique dans la communication.

Interface série ETTD/ETCD

N° broche	N° circuit	Rôle	Sens	Type
2	103	Données émises	ETTD->ETCD	Données
3	104	Données reçues	ETCD->ETTD	Données
4	105	Demande émission	ETTD->ETCD	Commande
5	106	Prêt à émettre	ETCD->ETTD	Commande
6	107	Poste de données prêt	ETCD->ETTD	Commande
8	109	Détection porteuse	ETCD->ETTD	Commande
20	108.2	Equipement de données	ETTD->ETCD	Commande

Exemple de réseaux : Le réseau téléphonique commuté

- Au début, chaque abonné est lié à ces différents correspondants par une liaison directe.
- des correspondants achètent chacun un téléphone, et les relient par un câble en cuivre (paire torsadée)

Exemple de réseaux : Le réseau téléphonique commuté

- création du premier centre téléphonique
- les abonnés sont désormais connecté directement au centre
- desserte locale (ou boucle locale) : liaison entre abonné et son centre.(quelques kilomètres au plus $<10\text{km}$)
- Pour chaque appel, c'est un opérateur se trouvant au centre téléphonique qui manuellement relie les deux correspondants

Exemple de réseaux : Le réseau téléphonique

commuté

- plusieurs villes créent leurs centraux pour connecter leurs habitants : commutateurs locaux (CL)
- Dans une grande ville, les fils deviennent très encombrants.
- création d'un centre spécial équipé d'un commutateur à autonomie d'acheminement (CAA)
- Chaque CL dispose d'un nombre de lignes le liant à un CAA, permettant ainsi de relier deux abonnés liés directement à des CL différents
- un CL peut être lié à plusieurs CAA
- un abonné peut aussi être lié directement à un CAA

Exemple de réseaux : Le réseau téléphonique commuté

- Les CL sont reliés aux CAA par des lignes appelées : artères principales ou artères interurbaines.
- un ensemble de CL reliés à un même CAA représente une zone à autonomie d'acheminement (ZAA)
- pour faire communiquer des abonnés se trouvant sur deux zones à autonomie d'acheminement voisines, on va utiliser les services d'un CTS (commutateur de transit secondaire)

Exemple de réseaux : Le réseau téléphonique

commuté

- les CTS à leur tour sont reliés à des commutateurs de transit principal (CTP) par des liaisons dites artères à très haut débit.

On a donc quatre niveaux de commutation :

- CL
- CAA
- CTS
- CTP

Exemple de réseaux : Le réseau téléphonique commuté

- les boucles locales ou dorsales reliant les abonnés à leur CL ou CAA, sont des paires torsadées
- les artères interurbaines reliant les différents commutateurs sont des liaisons à haut débit à base de fibre optique ou de faisceaux hertziens.
- L'ensemble des commutateurs et des liaisons à haut débit entre eux forment : le réseau national téléphonique.

Exemple de réseaux : Le réseau téléphonique commuté

- un CL peut prendre en charge jusqu'à 10000 dorsales ou boucles locales.
- Ces lignes transportent des signaux analogiques.
- un ETTD pour transmettre des signaux sur une dorsale doit les convertir du numérique en analogique : d'où l'insertion entre ETTD et du CL ou CAA d'un MODEM (modulateur-démodulateur).

Exemple de réseaux : Le réseau téléphonique commuté

un modem sait transformer des signaux numériques en signaux analogiques et vice versa

- les liaisons longues distance sont en général numériques, et donc les CL et CAA doivent avoir des dispositifs permettant de faire les différentes conversions : CODEC (codeur-décodeur)

Exemple de réseaux : Internet

Regroupement de différents réseaux :

utilisant les mêmes protocoles

partageant les mêmes services

n'est vraiment contrôlé par personne. Les morceaux d'internet ont des propriétaires

Internet est né au USA et s'appelait à l'origine ARPAnet.

Exemple de réseaux : Internet

Le DoD (Department of Defense) des USA voulait avoir un réseau de communication qui pourrait être encore utilisé même en cas de destruction d'une partie de ses installations suite à une attaque nucléaire.

Le réseau téléphonique ne répond pas à cette exigence, car en cas de destruction de quelques CTP ou CTS, il n'y a plus moyen de faire des communications à l'échelle nationale.

Exemple de réseaux : Internet

Le Dod a créé l'ARPA (Advanced Research Projects Agency) et lui a donné les moyens pour financer le projet.

L'Arpa n'est pas un laboratoire, mais plutôt une structure qui lance des appels d'offres pour la réalisation de projets qu'il finance.

Exemple de réseaux : Internet

l'appel d'offre de création de l'ancêtre de l'internet a été gagné en 1968 par une entreprise du Massachusset.

Le premier réseau va voir le jour en 1969, formé de quatre nœuds :

- université de californie à Los Angeles

- université de californie à Santa Barbara

- stanford Research Institute

- université d'Utah

Exemple de réseaux : Internet

Dans chacun de ces sites se trouvait un commutateur constitué d'un mini-ordinateur relié au moins à deux autres commutateurs

ce réseau était un réseau à commutation de paquets

en 1972 Arpanet couvre la plupart des grandes universités américaines

Exemple de réseaux : Internet

l'architecture de réseau utilisée par arpanet est TCP/IP.

En 1983, TCP/IP a été reconnu comme étant la couche de protocole à utiliser pour l'interconnexion de réseau.

A partir de ce moment d'autres réseaux vont être construits à travers le monde suivant le modèle TCP/IP.

Exemple de réseaux : Internet

l'interconnexion des différents réseaux construits suivant l'architecture TCP/IP donne ce que l'on appelle aujourd'hui Internet.

Au niveau de chaque pays, on a des routeurs qui sont connectés à d'autres routeurs dans d'autres pays : Ces routeurs constituent le sous réseau

Exemple de réseaux : Internet

Des fournisseurs d'accès internet (FAI), sont des moyennes ou petites entreprises qui loue une connexion directe vers un routeur.

A partir de ce point d'entrée ils mettent au point un réseau qui peut être un WAN ou un LAN permettant de connecter directement des abonnés

Toute communication d'un abonné passe par son FAI.