

Chapitre 1 : Introduction aux réseaux informatiques

/udd/bcousin/Pages-web-Armor/Enseignement/Reseaux-generalites/Cours/1.fm - 1 juin 2001 09:17

Plan

- 1. Introduction p13
- 2. Structure des réseaux p14
- 3. Les supports de communication p16
- 4. Caractéristiques de la liaison p24
- 5. Grandeurs caractéristiques p30
- 6. Conclusion p34
- 7. Quelques infrastructures françaises de télécommunication p35

Bibliographie

- A.Tanenbaum, Réseaux, InterEditions, 1997.
- H. Nussbaumer, Téléinformatique - tome 1, Presses polytechniques romandes, 1987.

1. Introduction

1.1. Définition

La **téléinformatique** est la science des méthodes, des techniques, des équipements permettant l'échange d'informations numériques entre plusieurs systèmes informatiques.

- des méthodes
- des techniques
- des équipements
- transmission d'informations numériques
- entre plusieurs systèmes informatiques

Télécommunication :

- domaine où les systèmes communicants ne sont pas nécessairement informatiques : traitement du signal, transmission analogique, etc.

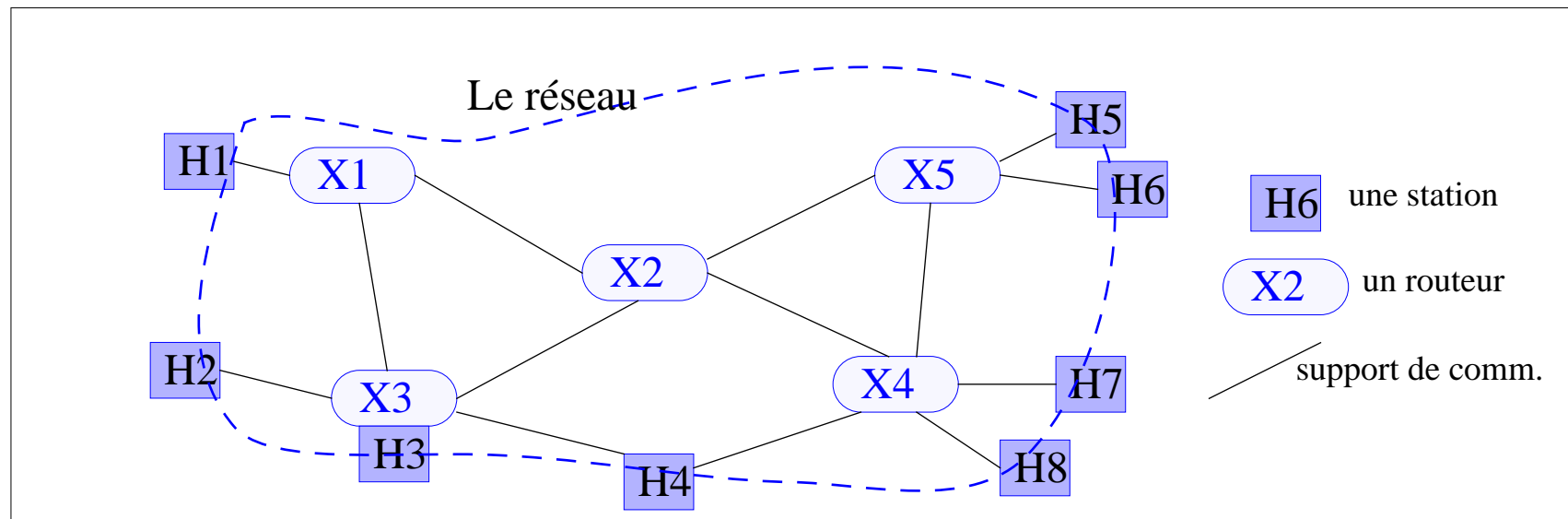
Applications informatiques réparties

- domaine où les caractéristiques des équipements et des techniques de transmission sont masquées.

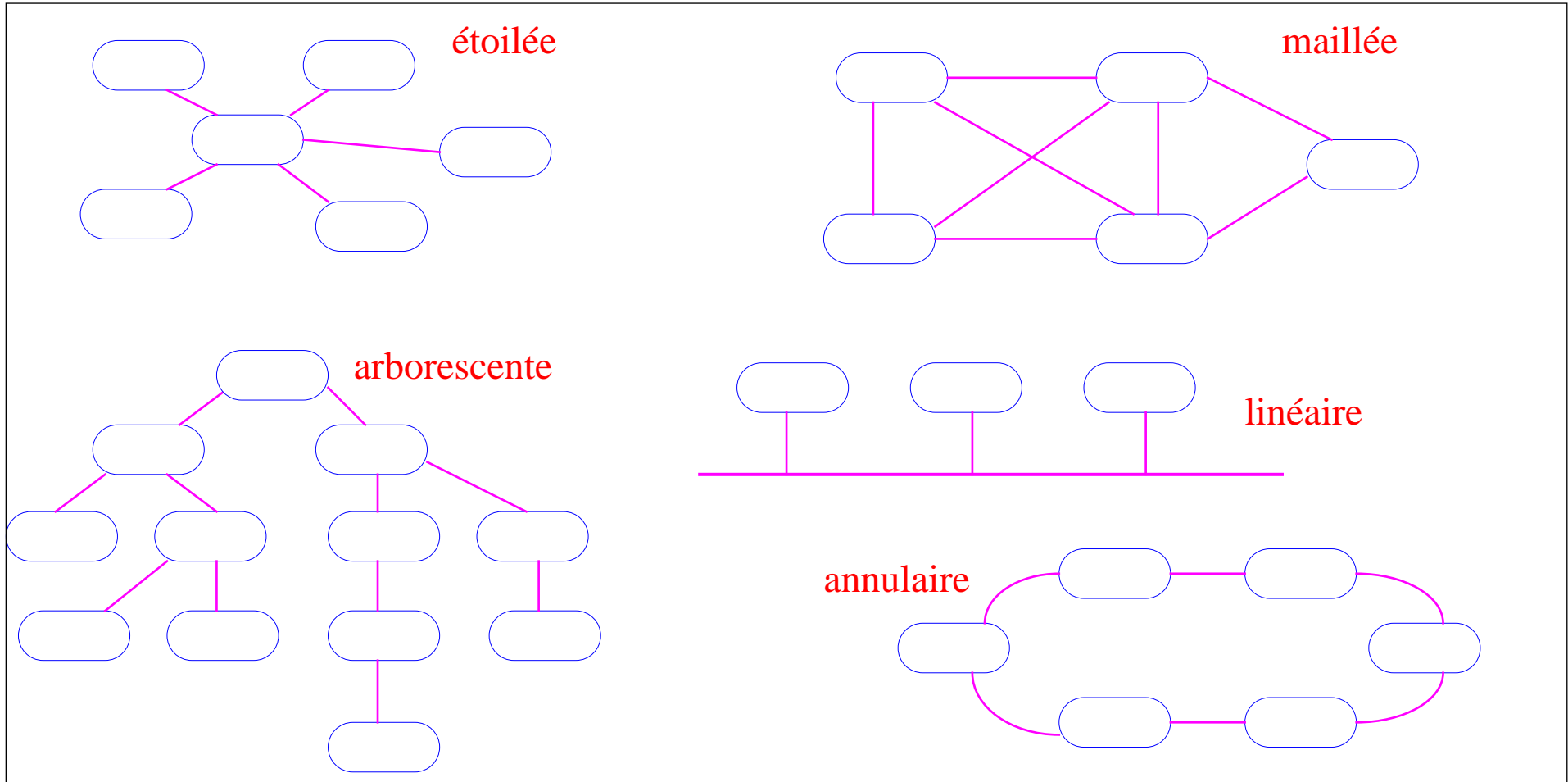
2. Structure des réseaux

2.1. La structuration physique

- Trois types d'éléments :
 - les **supports de communication** (câbles, fibres, faisceaux, liaisons physiques, lignes de transmission, médium, etc.)
 - les **équipements d'interconnexion** (noeuds, routeurs, ponts, passerelles, etc.)
 - les **équipements terminaux** (ordinateurs, stations, serveurs, périphériques, machines hôtes, stations, etc.)



2.2. Quelques topologies d'interconnexion



Toutes les combinaisons sont possibles !

3. Les supports de communication

Trois types d'agents de communication (physique) :

- l'électron
- les ondes électromagnétiques
- le photon

Deux grandes classes de supports de transmission :

- les **supports à guide physique**
 - . les paires torsadées, les câbles coaxiaux, les fibres optiques, etc.
- les **supports sans guide physique**
 - . les ondes hertziennes, radio-électriques, ultraviolettes, lumineuses, infrarouge, ...

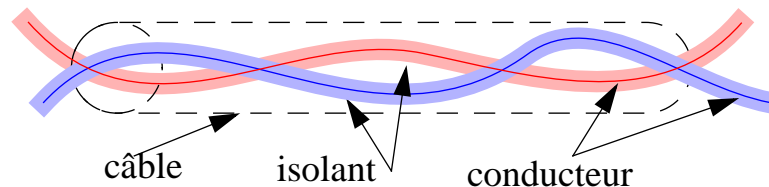
Les supports :

- la paire métallique
- le câble coaxial
- la fibre optique
- les faisceaux hertziens (et autres)

3.1. La paire métallique

Une paire de conducteurs (alliage de Cu) entourés d'un isolant (plastique).

- diamètres courants du conducteur :
 - . 0,4; 0,6; 0,8; 1 mm
 - . les distorsions croissent en sens inverse du diamètre (circule sur la circonférence) !
- en paires :
 - . différence de potentiel
- torsadées :
 - . diminution des phénomènes électromagnétiques (atténuation, diaphonie).
- (pupinisées [Pupin]) :
 - . des inductances luttent contre les distorsions du signal
- isolées de l'environnement : blindée pour chaque conducteur ou par câble



Il existe plusieurs qualités de paires métalliques :

- plus l'impédance est élevée plus l'atténuation est faible
- 100 Ohm (normalisé EIA/TIA 586A et IEC/ISO 11801), bande passante sur 100 m.
 - . catégorie 3 : 16 Mhz; catégorie 4 : 20 Mhz; catégorie 5 : 100 Mhz.
- 120 Ohm (normalisé par France Télécom et DT : COREL L120)
- 150 Ohm (IBM) :
 - . type 1 : 2 paires torsadées blindées (STP: "shielded twisted pair"), 16 Mbit/s; type 3 : 4 paires torsadées non blindées (UTP : "unshielded twisted pair") équivalent de la catégorie 3; type 2 : type 1+type 3, type 6 : type 1 à conducteurs multibrins.

Les câbles téléphoniques :

- . constitués de multiples paires torsadées,
- . paires identifiables grâce à la mise en place d'un système de colorisation de l'isolant de chaque fil de la paire (blanc/rouge, blanc/bleu,..., noir/rouge, noir/bleu,...)

Caractéristiques principales :

- débit : qq 1 Mbit/s sur une longueur d'environ un km.
- prix : faible
- diamètre : > qq mm

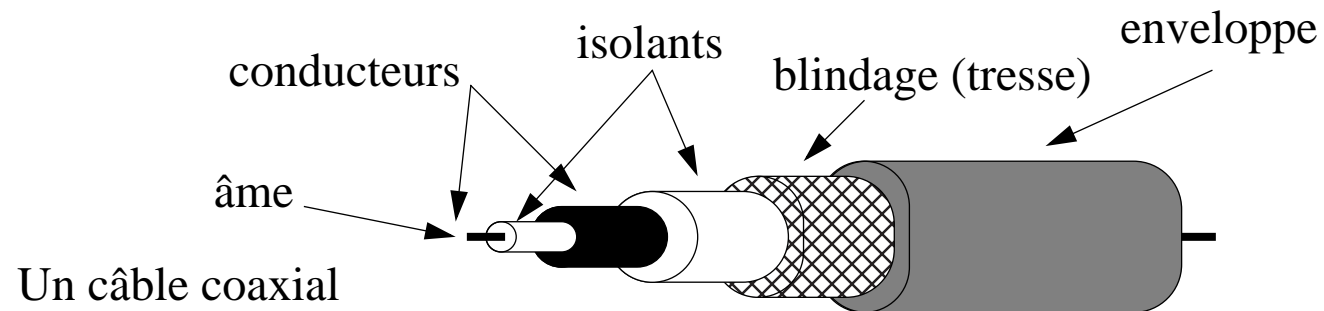
3.2. Le câble coaxial

Deux conducteurs ayant le même axe.

- réduit les distorsions électromagnétiques
- rapport entre les diamètres des 2 conducteurs = 3,6.

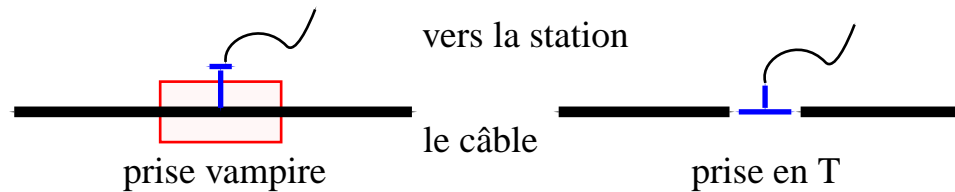
Diamètres courants :

- 2,6/9,5 ou 1,2/4,4 mm.



Connecteurs :

- prise vampire ;
 - . perce le câble
- prise en T :
 - . nécessite la coupure du câble (prise BNC)



Caractéristiques :

- impédance :
 - . 50 Ohm - type Ethernet,
 - . 75 Ohm - type TV (CATV : “Community Antenna TeleVision”)
- débit : qq 100 Mbit/s
- encombrant : diamètre > 1 cm, et peu flexible
- coût plus élevé

3.3. La fibre optique

Fibre de silicium (ou plastique !)

- très grande largeur de bande

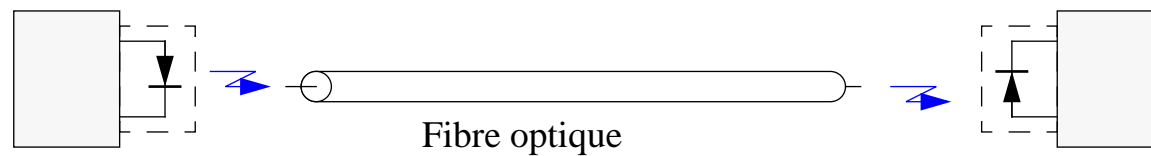
Emission optique : 850, 1280 ou 1550 nm

- diode électroluminescente (en AsGa)
- laser (+ puissant, coût + élevé, + faible durée de vie, mono fréquentiel)

Principe d'émission/réception

émetteur électro-photonique

récepteur photo-électronique

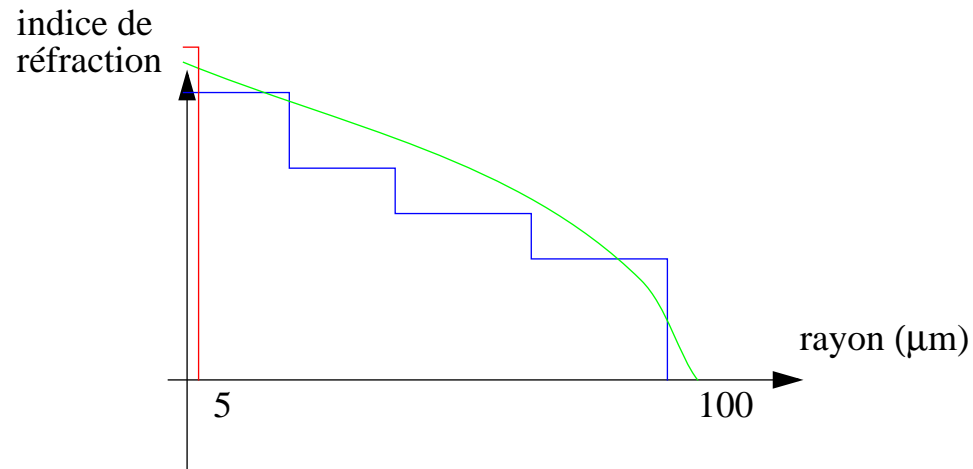


Caractéristiques :

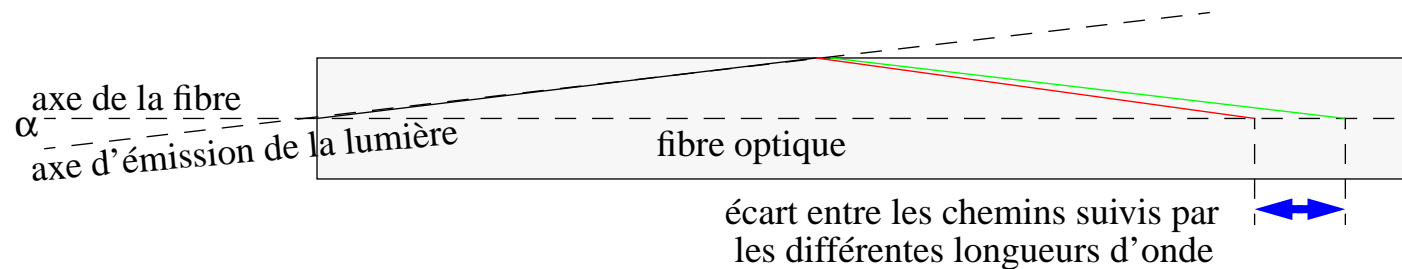
- débit : qq Gbit/s par km
- encombrement d'une fibre : <100 micro-m, <5 g/km
- les fibres sont rassemblées au sein d'un câble

Trois types de fibres (bande passante):

- multimode à saut d'indice (50 Mhz.km)
- multimode à gradient d'indice (500 Mhz.km) - 65/125 micro-m
- monomode (50 Ghz.km)



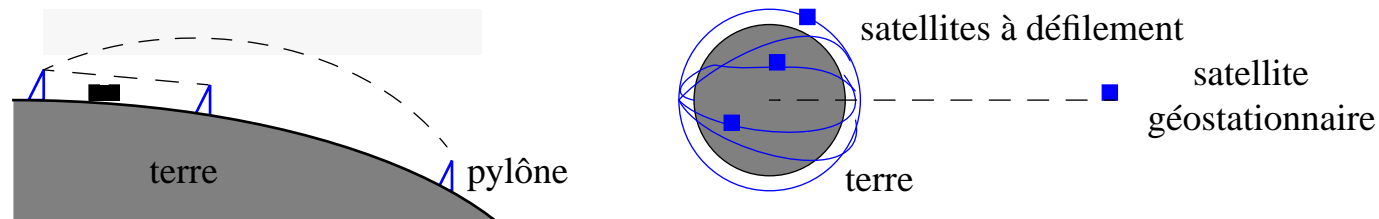
- dispersion : défaut d'alignement + émission non mono-chromatique :



3.4. Les faisceaux hertziens

Deux types d'utilisation :

- transmission terrestre (direct ou par réflexion) - portée : 50 à 1000 km
- transmission satellitaire - (géostationnaire ou à défilement, hauteur : 36000 ou 800 km)
 - . VSAT (“very small aperture terminal”)
 - . LEO (“low earth orbit”), ex : système de satellites Iridium (Motorola)



Visibilité directe :

- perturbation atmosphérique

Guide d'onde :

- modulation par transposition en fréquence
- très grande largeur de bande passante : plusieurs Ghz

Diffusion naturelle.

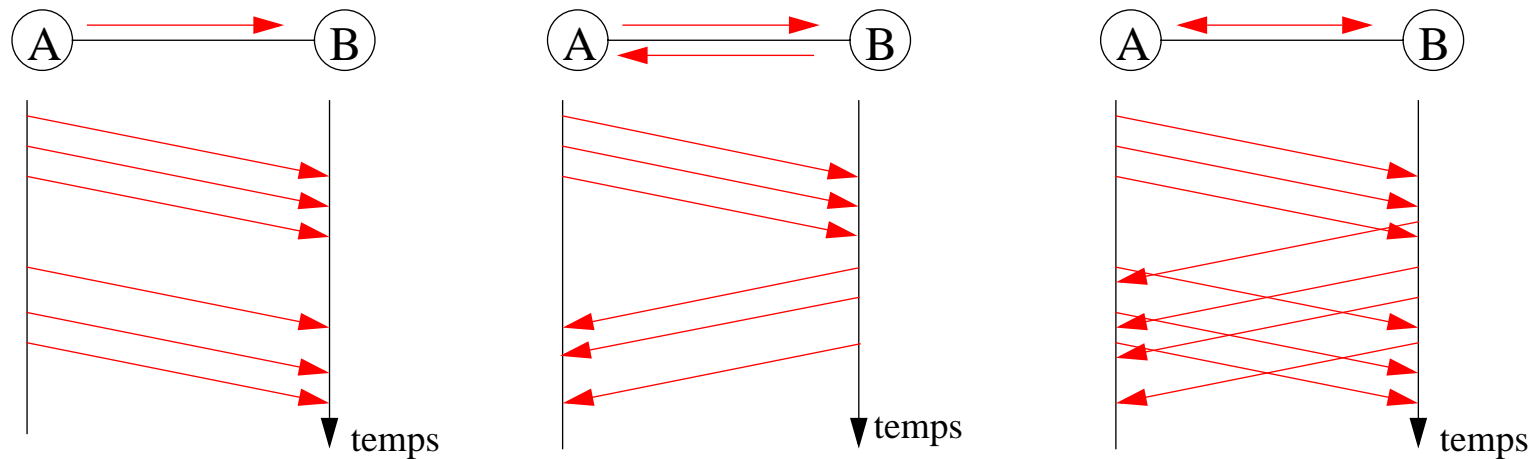
Autres longueurs d'ondes : infrarouge (+ directionnel)

4. Caractéristiques de la liaison

Une liaison est une vision logique utilisant un ou plusieurs supports de communication

4.1. Type de communication de la liaison

- Unidirectionnelle (“simplex”)
- Bidirectionnelle à l’alternat (“half duplex”)
- Bidirectionnelle (“full duplex”)

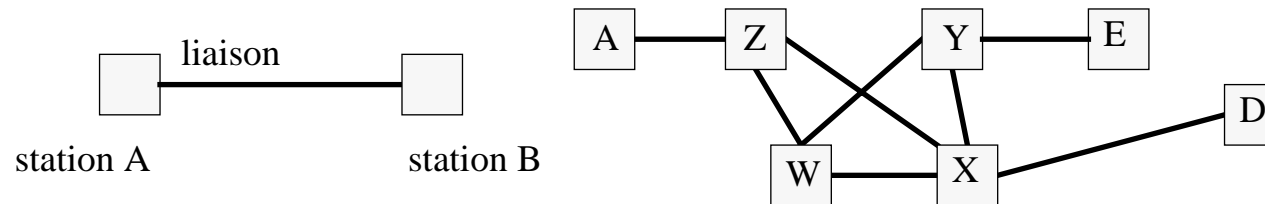


La plupart des liaisons utilisent deux supports de communication : un dans chaque sens, chacun des supports étant utilisé unidirectionnellement (par exemple : 2 paires métalliques).

4.2. Le mode de communication de la liaison

Mode point-à-point (bi-point) : les deux équipements sont interconnectés directement via une même et unique liaison.

- l'interconnexion de plus de deux équipements nécessite des équipements intermédiaires



Mode multipoint : plusieurs équipements sont interconnectés directement via une même et unique liaison

- les informations envoyées par un équipement sont reçues par tous les autres équipements
- conflit d'accès au support, identification du destinataire
- exemple : les réseaux locaux



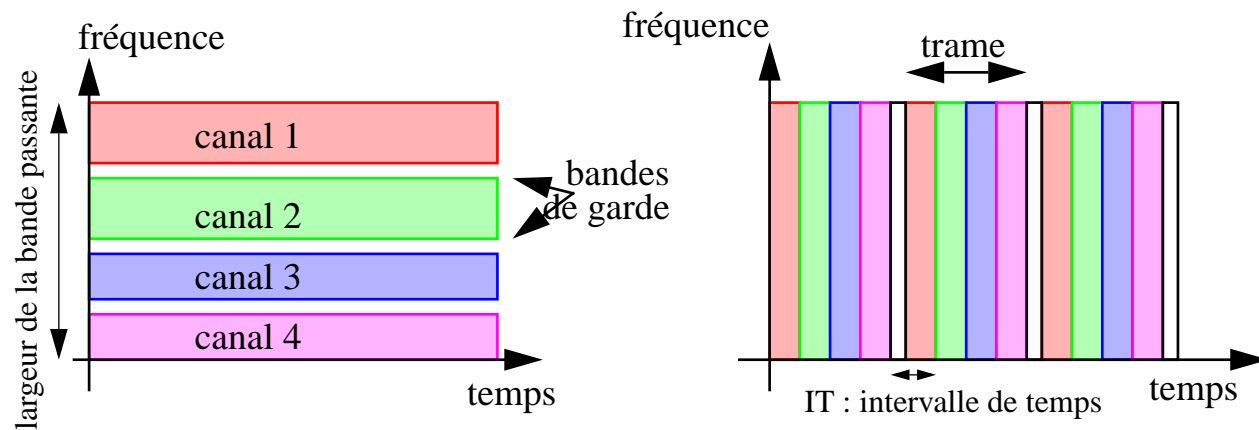
4.3. Multiplexage d'une liaison

Fonction :

- Partage d'une même liaison entre plusieurs communications simultanées.

Deux types de multiplexage :

- **Fréquentiel** (FDMA : "Frequency division multiple access") :
 - . répartition en fréquence,
 - . adapté aux transmissions analogiques.
- **Temporel** (TDMA : "Time division multiple access") :
 - . répartition en temps,
 - . plus souple/adaptatif,
 - . uniquement pour les données numériques.



3 types de multiplexage temporel

- Statique

- . accès réservé - périodique.
- . un intervalle de temps (IT) est implicitement et périodiquement réservé pour chaque canal
- . une trame est formée d'IT. Un IT au moins pour chacun des canaux
- . ex : MIC (modulation par impulsions codées)
 - . une trame de 30+2 octets toutes les 125 micro-s
 - . canal = 1 octet toutes les 125 micro-s => 64 Kbit/s

- Dynamique

- . multiplexage adaptatif,
- . le nombre d'IT attribués à un canal dépend de la demande (peut être nul !),
- . l'identification IT/canal est souvent explicite.

- (Méthode d'accès ?)

- . + souple : contrôle a priori ou a posteriori,
- . **risque de collisions !**
- . employée par les réseaux locaux.

4.4. Techniques de commutation

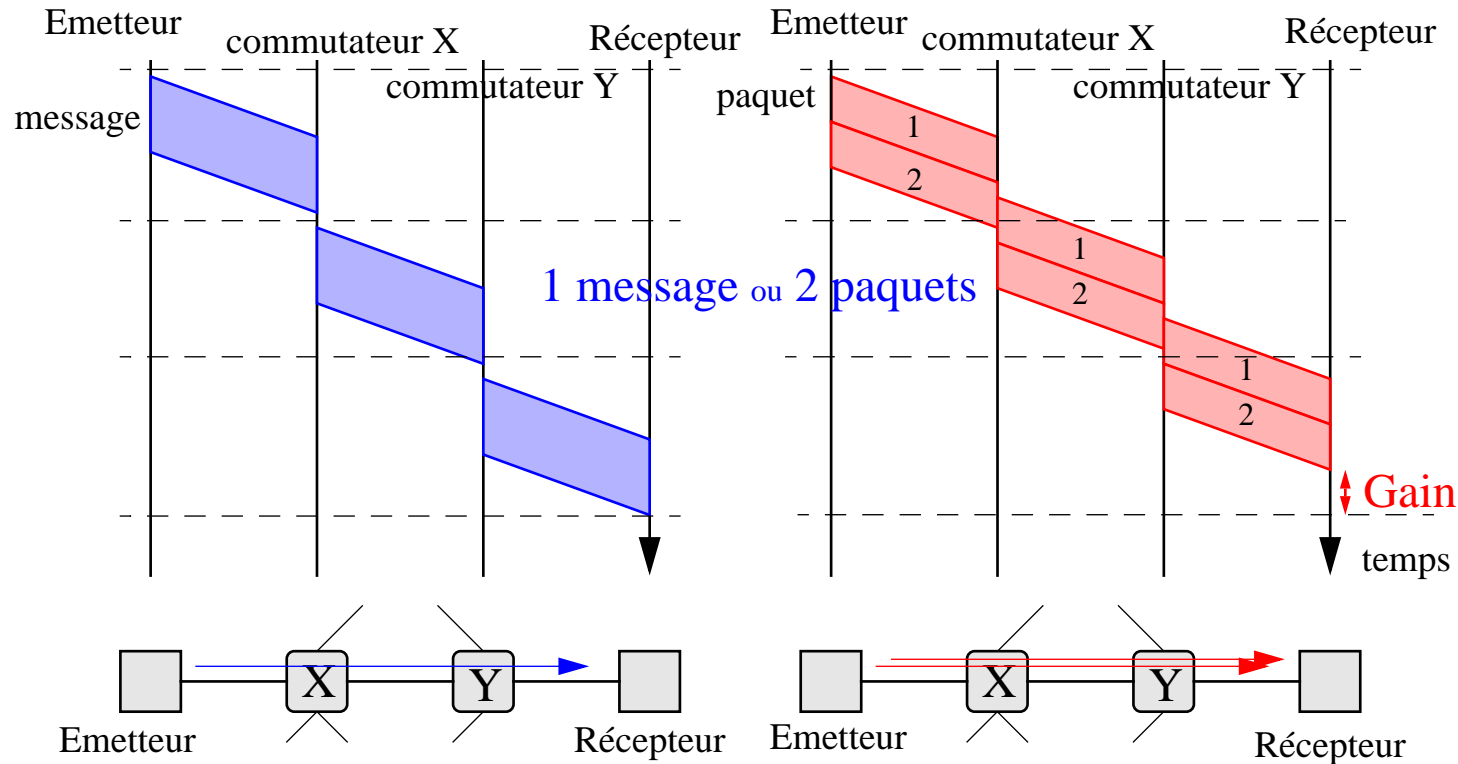
La commutation est nécessaire lorsqu'une communication emprunte successivement plusieurs liaisons. Les équipements intermédiaires associent une liaison (entrante) à une autre liaison (sortante) parmi celles disponibles.

Trois grandes techniques de commutation (définies par l'unité de commutation) :

- **commutation de circuits** (procédé analogique) :
 - . l'ensemble des liaisons (le circuit) utilisées pour une communication est réservé à cette communication pendant toute sa durée.
 - . indépendance vis-à-vis de la technique de modulation
- **commutation de messages** (procédé numérique) :
 - . la communication est constituée de messages. Une liaison n'est utilisée par une communication que pendant les périodes de transmission de ces messages. D'autres messages appartenant à d'autres communications peuvent utiliser les mêmes liaisons lors de cette communication.
- **commutation de paquets** (procédé numérique) :
 - . Même principe.
 - . Cependant les messages sont constitués d'une succession de paquets dont la taille est parfaitement adaptée à la transmission.

- Optimisation :

- . parallélisation du traitement grâce aux différents équipements intermédiaires
- . dépend du nombre d'équipements intermédiaires



5. Grandeurs caractéristiques

5.1. Débit

Unité : bit/s

Débit nominal : vitesse de transmission du support (débit brut)

- exemple : ligne pour transmission asynchrone à 19,2 Kbit/s

Débit utile : débit nominal moins le débit affecté au contrôle de la liaison

- exemple : protocole Start/Stop sur ligne précédente = 8/11 du débit nominal

Evolution actuelle : Kbit/s => Gbit/s

Exemples :

- RTC (+modem) : 9.6, 19.2, 38.4 Kbit/s => 56 Kbit/s
- Ethernet : 10, 100 Mbit/s => 1000 Mbit/s
- Token Ring : 1, 4, 16 Mbit/s
- FDDI : 100 Mbit/s
- ATM : 25, 155, 620 Mbit/s => 2,5 Mbit/s

5.2. Délai

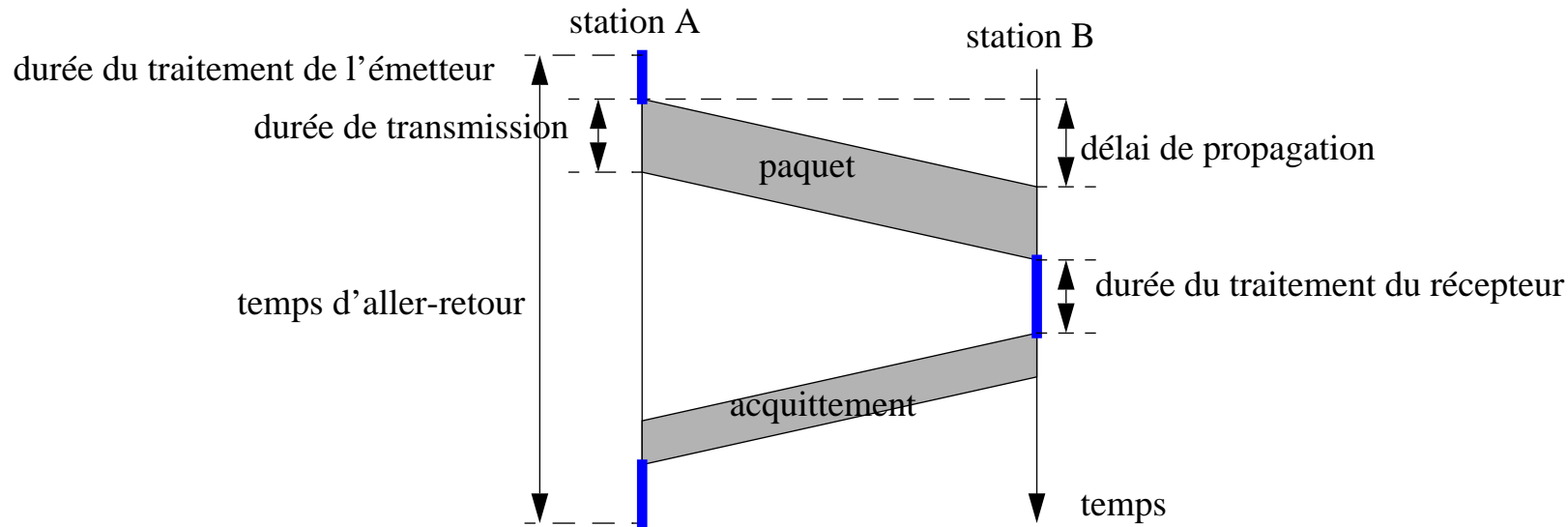
Unité : s

Délai de propagation (D_p): éloignement (L), équipements intermédiaires (D_i), vitesse de propagation (V)

Durée de transmission (D_t): quantité de données (Q), débit (D)

$$D_p = L/V + \sum_{i \in N} D_i \quad ; \quad D_t = Q/D$$

Temps d'aller-retour = (transmission + propagation + traitements) *2 , si la liaison est symétrique !



Exemples : env. 1 ms sur les réseaux locaux, env. 100 ms sur les réseaux internationaux

5.3. Taux d'erreurs

BER (“Bit error rate”)

- probabilité qu'un bit soit erroné pendant la transmission

Dépend de la qualité de la transmission, de la charge du réseau, etc.

Exemples :

- 10^{-3} = très mauvaise liaison
- 10^{-13} = réseau de faible étendue avec un support de très bonne qualité.

PER (“Packet error rate”)

- probabilité qu'un paquet soit erroné lors de la transmission
- dépend du BER et de la longueur des paquets

Autres taux d'erreurs :

- taux d'erreurs du message
- taux d'établissement de la connexion
- taux de disponibilité : MTBF (“Mean Time Between Failure”)

5.4. Différents types de réseaux

Critères	Bus interne	Réseau local	Réseau d'interconnexion
Utilisation	personnelle (machine)	entreprise (bâtiment)	nationale (internationale)
Mode de commutation	sans	sans (sauf pont)	par paquets (équipements intermédiaires)
Type de transmission	parallèle	série	série
Etendue	10 m	1 km	10000 km
Débit	1 Gbit/s	10 Mbit/s	100 Kbit/s
Délai	1 ns	1 ms	100 ms
Taux d'erreurs (BER)		10^{-10}	10^{-6}

Ces valeurs ne sont données qu'à titre indicatif, l'évolution des techniques les fait progresser tous les jours

- Quelques acronymes : LAN, MAN & WAN (“Local, Metropolitan or Wide area networks”)

6. Conclusion

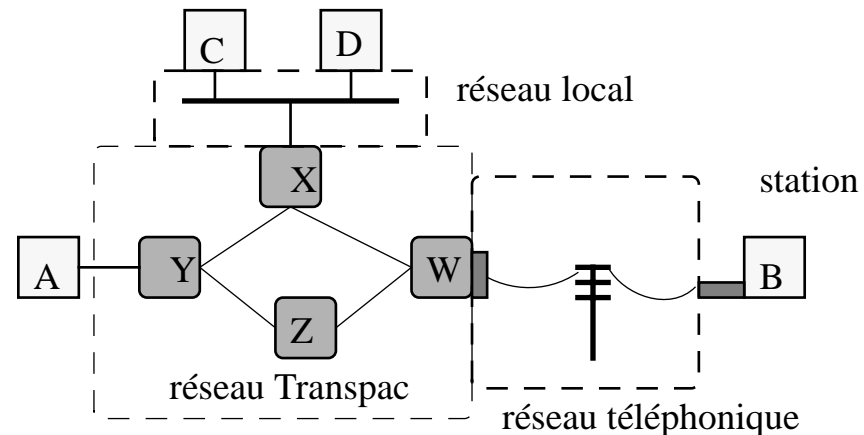
Le but de la téléinformatique est de masquer les caractéristiques de la communication : la topologie, les équipements intermédiaires, les limitations des supports physiques, l'hétérogénéité des stations et celle des applications, etc.

La téléinformatique ne se limite pas uniquement aux caractéristiques physiques de la communication, elle propose des services de traitements répartis et de communication de données : fiabilité, cohérence, chiffrement (cryptage), authentification, intégrité, etc.

- Quelques problèmes à résoudre :
 - adaptation du signal au support
 - contrôle des erreurs de transmission
 - accès au support
 - contrôle de flux
 - technique de routage
 - préservation de l'ordre
 - contrôle de congestion
 - représentation des informations
 - etc.

7. Quelques infrastructures françaises de télécommunication

- Transpac (78) : réseau de données à commutation de paquets - 2,4 Kbit/s à 2 Mbit/s, norme X25. [quantité de données]
- Numéris (90) : réseau à intégration de service (données informatiques + téléphone numérique) - T0 : 2 canaux B₆₄ Kbit/s (+1 canal D₁₆ Kbit/s), norme (HDLC) LAB-D [durée]
- Transfix : liaison numérique (jusqu'à 2 Mbit/s) [forfaitaire]
- LS : liaison (analogique) spécialisée + modem ! [forfaitaire]
- Réseaux téléphoniques + modem (jusqu'à 56 Kbit/s) [durée]



- ATM, Frame Relay, Internet, ADSL, etc : des technologies !
- FranceTelecom, AT&T, etc : des opérateurs !
- Transpac, AOL, etc : des fournisseurs de services (des ISP) !