

ASR Semestre 2

Architecture des Réseaux M2102

Les réseaux informatiques

Couches 1 et 2

Liaison entre 2 machines

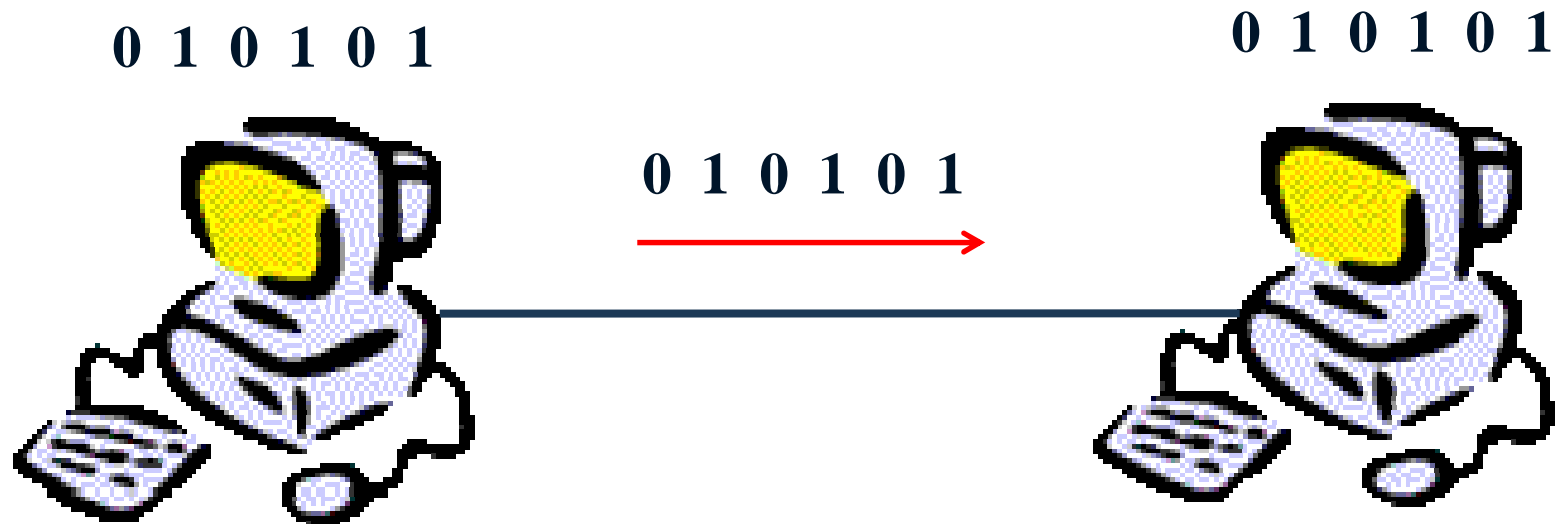
Liaison entre deux machines

Type de problème	Couche	Rôle	Norme
Echange entre processus	7 Application	Applications réseau	Http, Ftp, Ftam, X400
	6 Présentation	Format des données	ISO 8823, Nfs, Asn-1
	5 Session	Accès aux données	X225,
Fonctions de transport	4 Transport	Transport et contrôle de routage	X224, TCP, UDP
Techniques et algorithmes de routage	3 Réseau	Routage des paquets dans plusieurs réseaux	X25, IP, SNA, IPX,
Echange entre 2 machines	2 Liaison	Contrôle de l'échange entre deux machines	HDLC, LAP, BSC, IEEE 802.x
Matériel de connexion	1 Physique	Transmission de signaux binaires	X21, Vx, Ethernet,

Liaison entre deux machines

A – Supports de transmission et codage du signal

Liaison entre deux machines

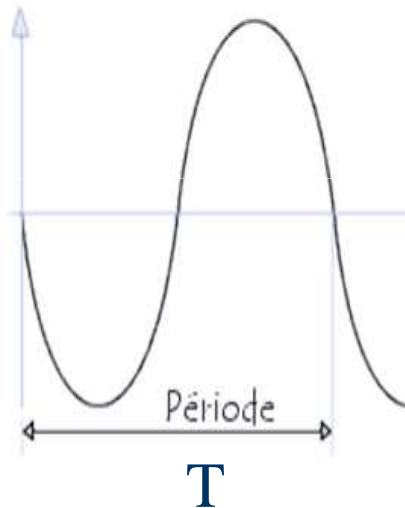


OBJECTIF : Propager, sans erreurs, une suite binaire
entre deux machines

Liaison entre deux machines

Propriétés du signal

La transmission de données sur un support physique se fait par propagation d'un phénomène vibratoire. Il en résulte un signal ondulatoire.

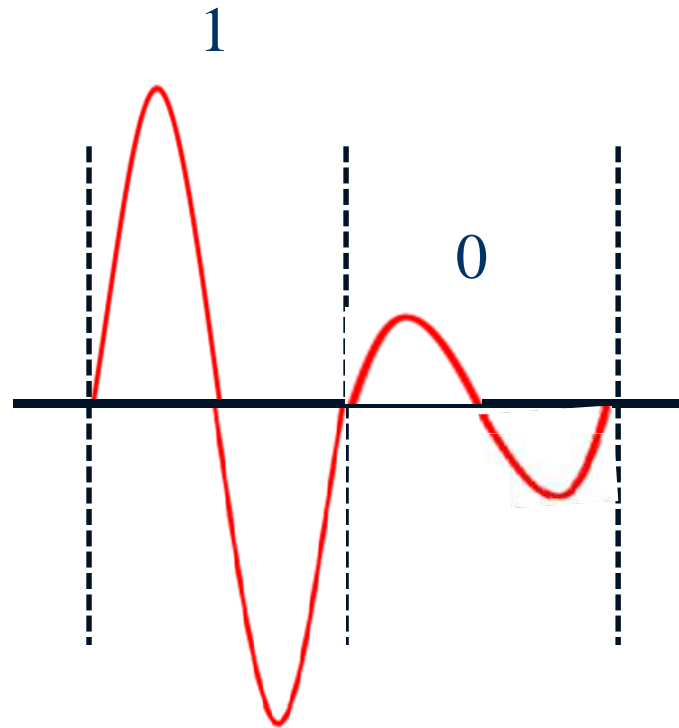


Signal : onde exprimée par une sinusoïde

Moment (T) ou période = temps mis pour générer un signal

Liaison entre deux machines

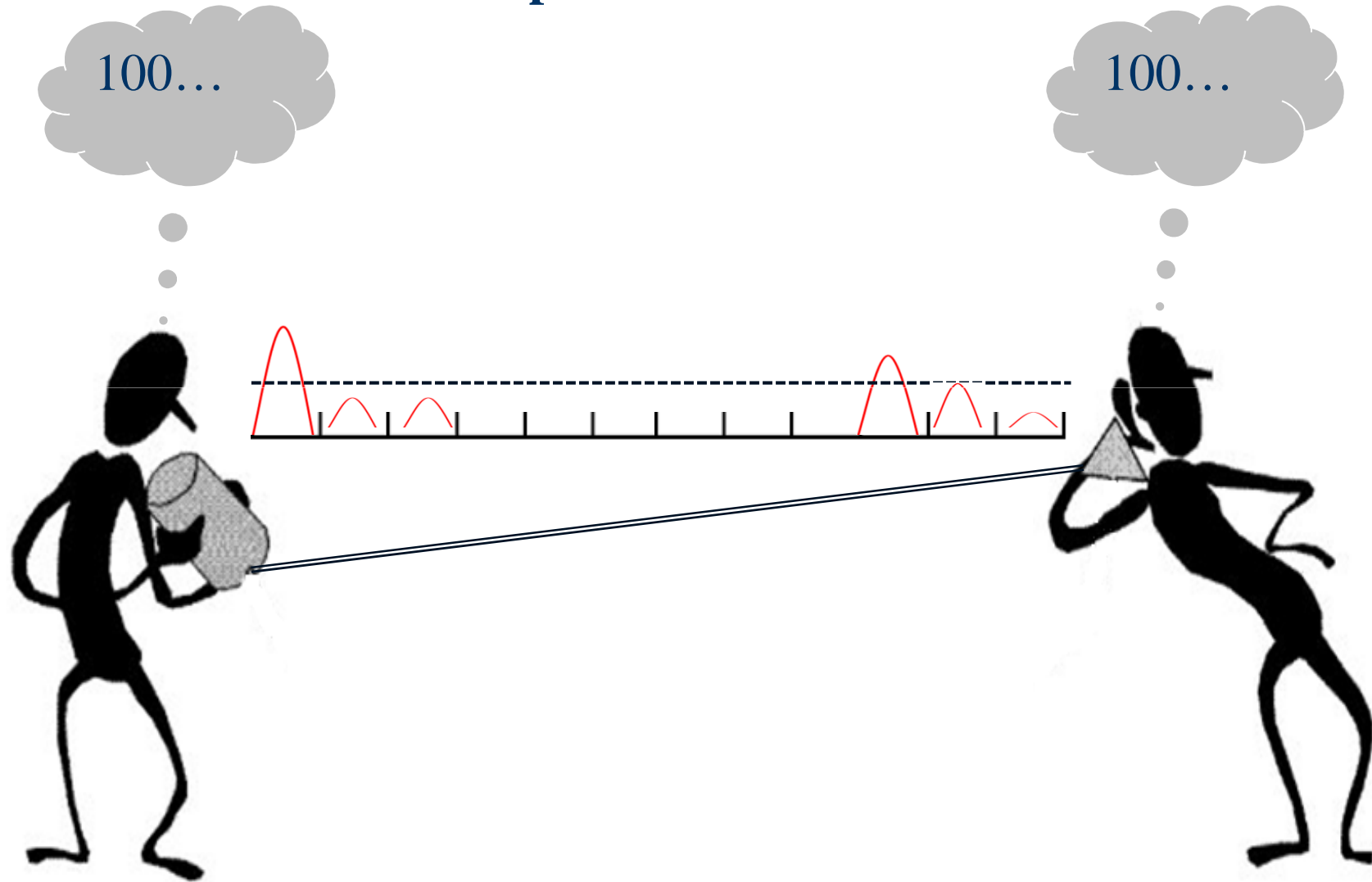
Propriétés du signal



Principe : Générer plusieurs signaux différents et associer à chaque signal électrique une ou plusieurs valeurs binaires

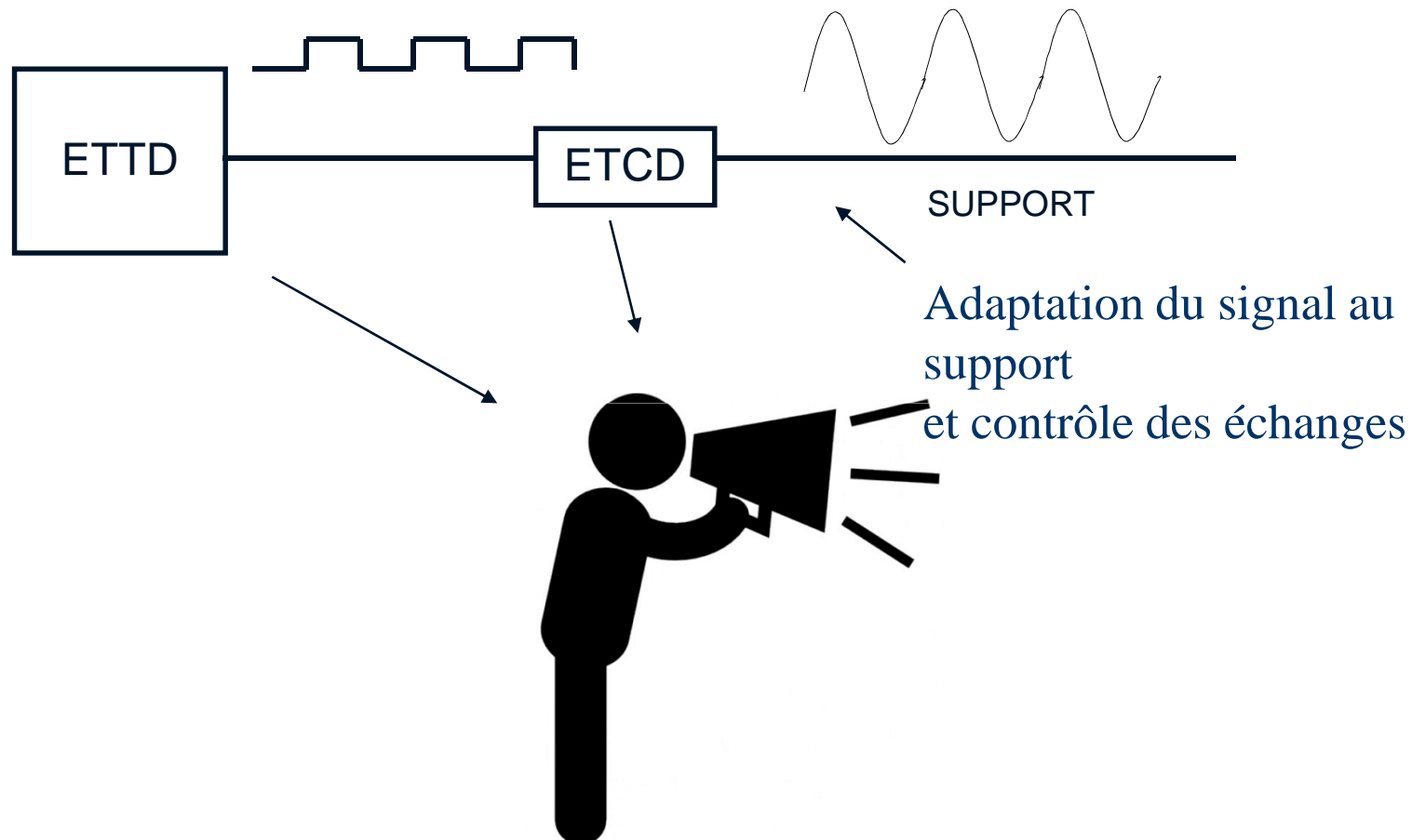
Liaison entre deux machines

Principe de fonctionnement



Liaison entre deux machines

Quelques définitions

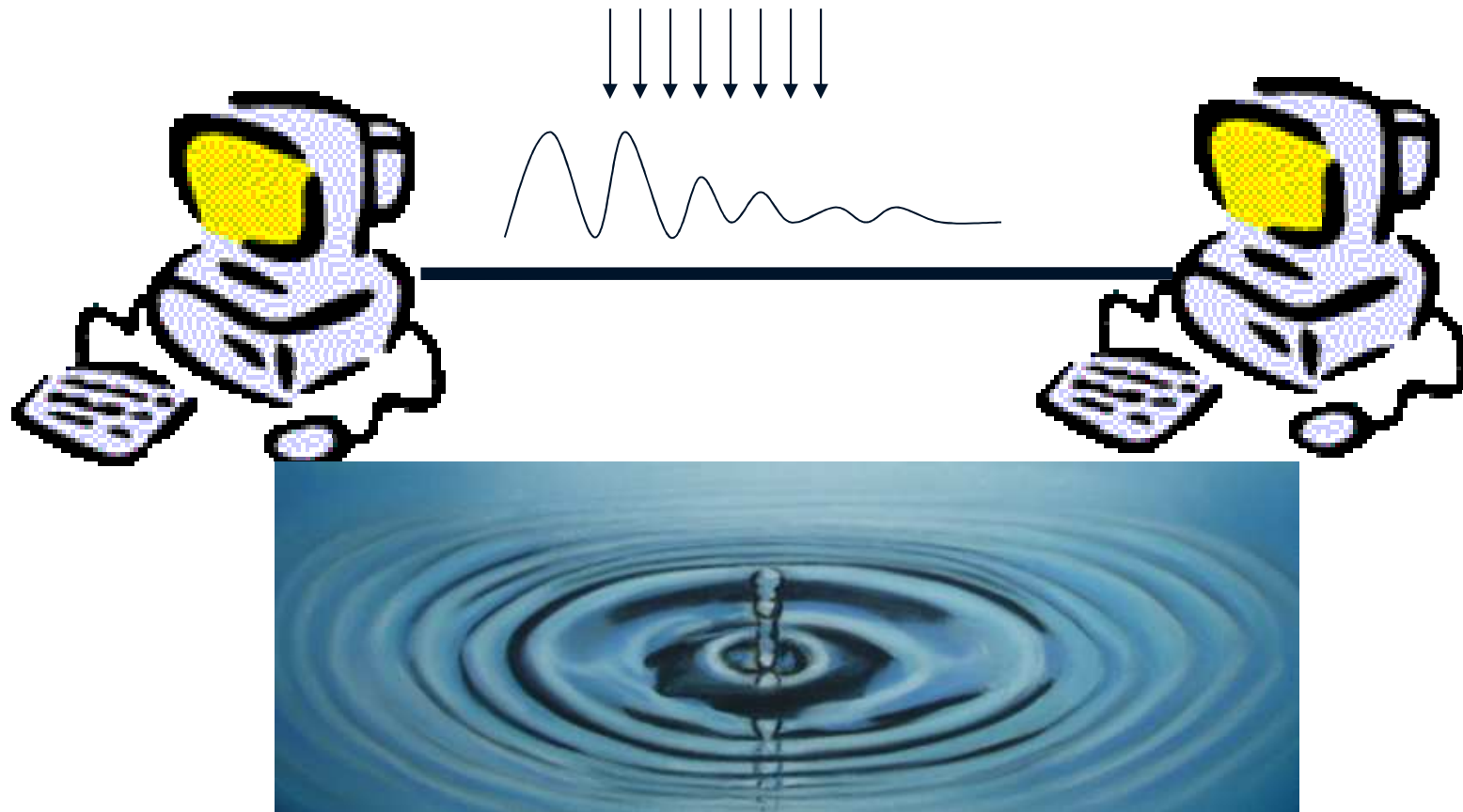


ETTD : équipement terminal de traitement de données

ETCD : équipement terminal de circuit de données

Liaison entre deux machines

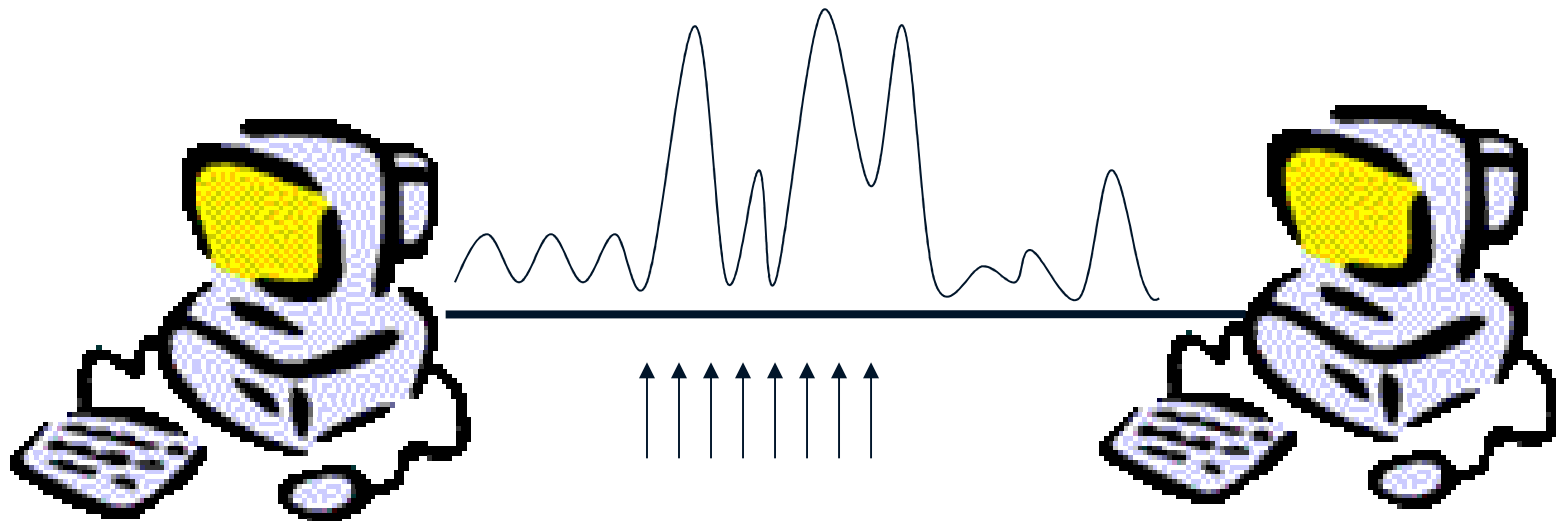
Limites des supports



Problème 1 : Atténuation du signal

Liaison entre deux machines

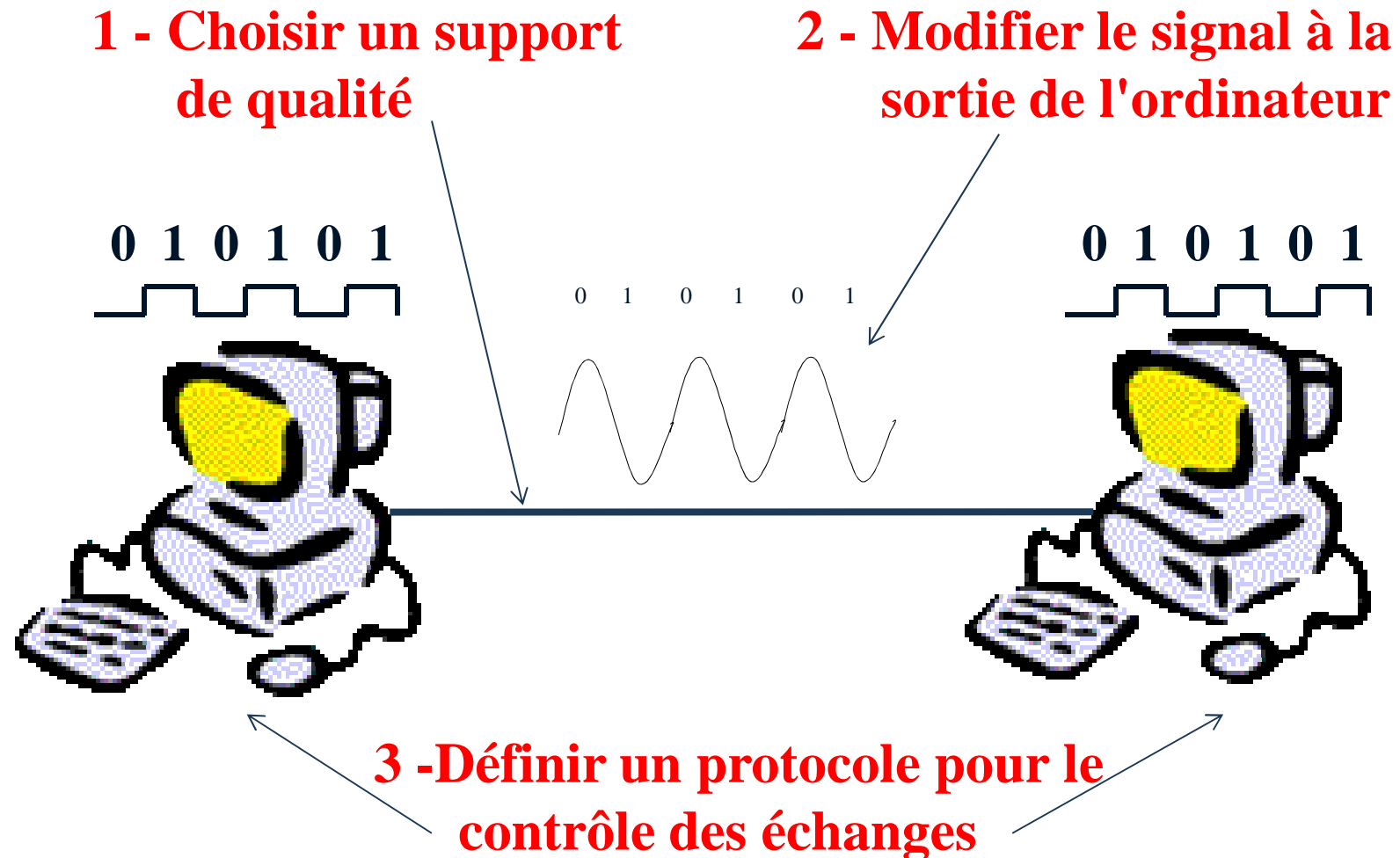
Limites des supports



Problème 2 : Le signal physique est soumis à des perturbations ponctuelles (bruit) qui peuvent altérer le sens du message initial

Liaison entre deux machines

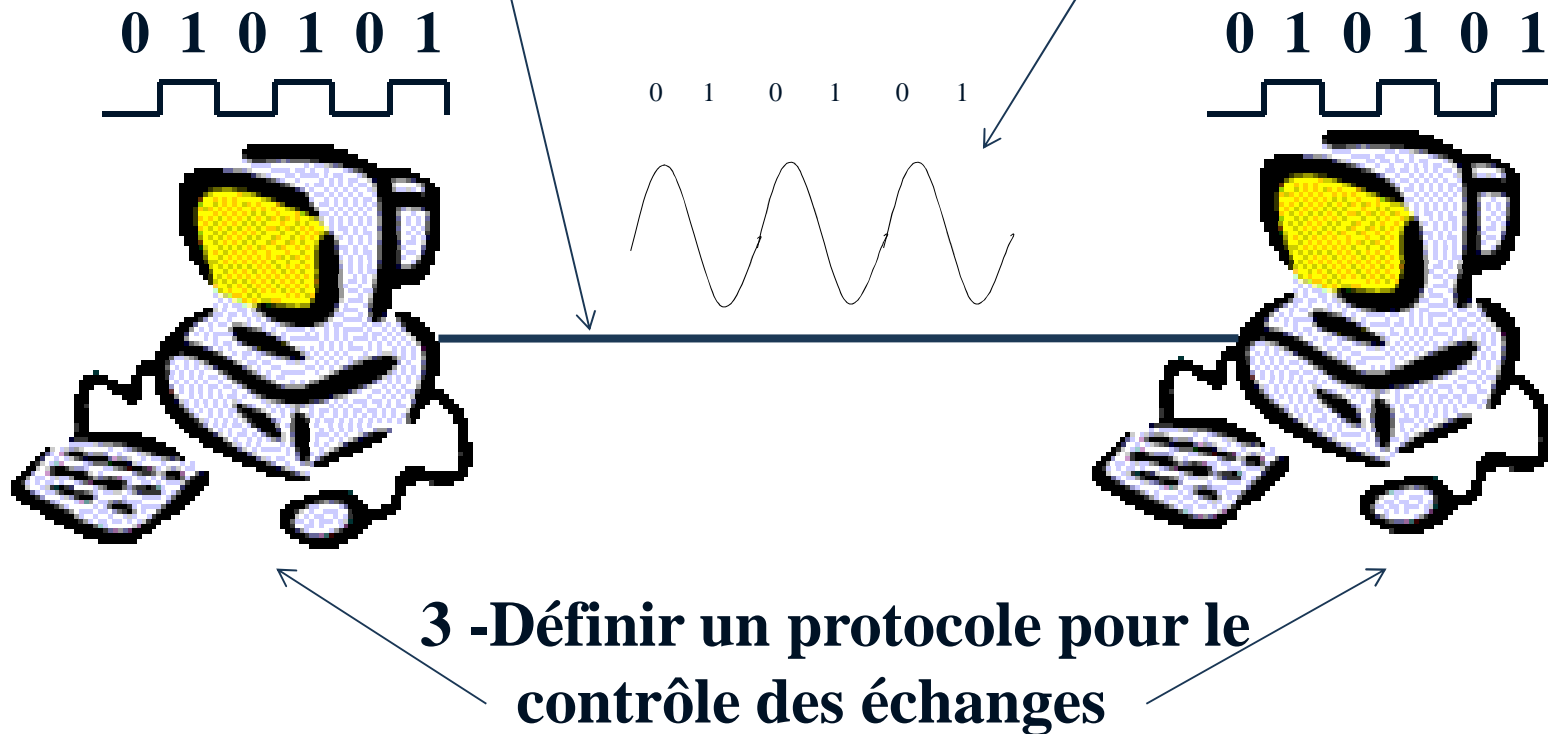
Conséquences



Liaison entre deux machines

1 - Choisir un support de qualité

2 - Modifier le signal à la sortie de l'ordinateur



Liaison entre deux machines

Cablage

Support filaires

- Paire torsadée (RJ45)
- Fibre optique

Support non filaires

- Les ondes radioélectriques (WiFi)
- Les ondes grandes distances (WiMax)

Liaison entre deux machines

Câble à paires torsadées – RJ 45

Le câble à paire torsadée reste le support le plus utilisé à l'intérieur d'un bâtiment.

Quelques normes utilisées ou à venir :

CAT5 (UTP) et CAT5e (FTP) : débit de 10 à 100 Mb/s

→ 1 DVD de 5Go en 400 secondes ou 6.5 minutes

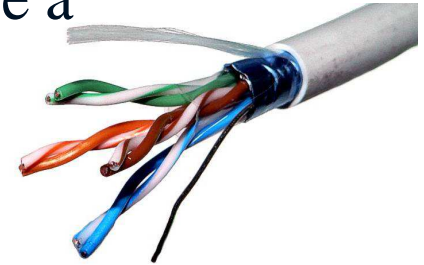
CAT6 et CAT6a (STP/FTP) : débit de 100 Mb/s à 10 Gb/s

→ 1 DVD de 5Go en 4 secondes

CAT7 et CAT7a (SSTP) : débit de 10 Gb/s à 40 Gb/s

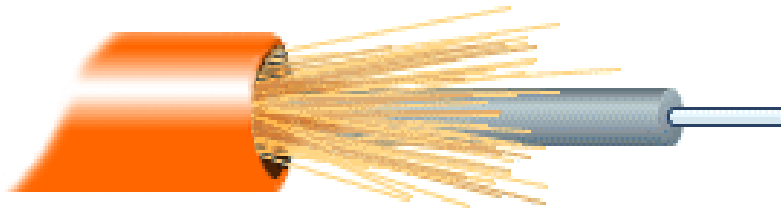
CAT8 (SSTP) : débits > 100 Gb/s

→ 1 DVD de 5Go en 0.4 secondes

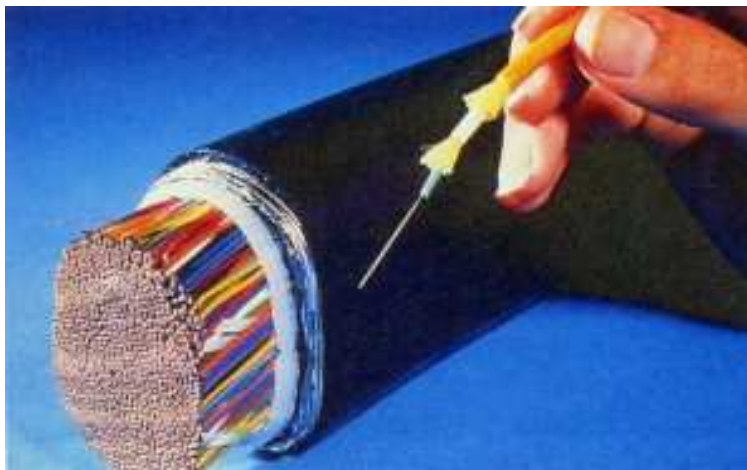
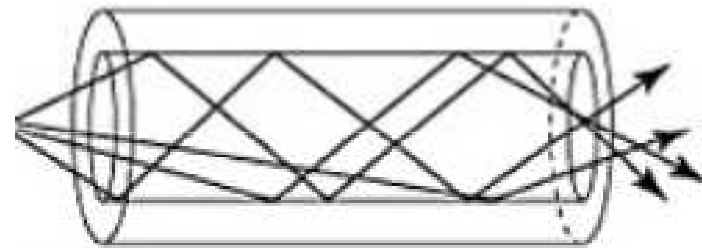


Liaison entre deux machines

Fibre optique



Les messages sont codés numériquement en impulsions lumineuses et transmis sur de grandes distances.



Caractéristiques :

Préforme de verre de 1 m et d'un diamètre de 10 cm = 150 Km de fibre.

Liaison entre deux machines

Fibre optique

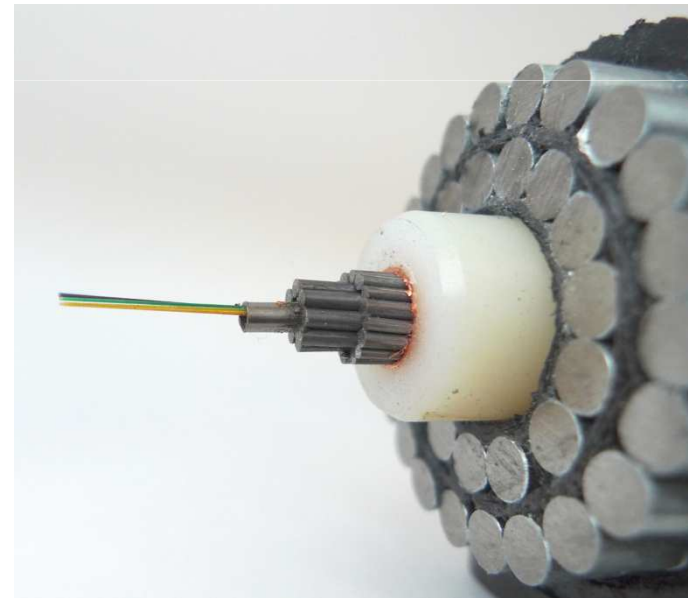
Débits actuels :

400Gb/s sur une distance de 12 000 Km : **10 DVD de 5 Go / seconde**

109 Tbit/s sur une distance de 16 Km : **3000 DVD de 5Go / seconde**



u16961800 www.fotoresearch.fr



Ces câbles sont utilisés pour les artères centrales de l'internet (backbone)

Liaison entre deux machines

WiFi

Le terme « Wi-Fi » est connu pour être la contraction de « *Wireless Fidelity* ». Il s'agit d'une liaison par ondes radio-electriques sur une distance de 300 m



802.11g

Haut débit (54 Mbit/s théoriques, 25 Mbit/s réels).

802.11n

WWiSE (World-Wide Spectrum Efficiency)

Disponible depuis le 11 septembre 2009. Le débit théorique atteint les 300 Mbit/s (débit réel de 100 Mbit/s dans un rayon de 100 mètres)

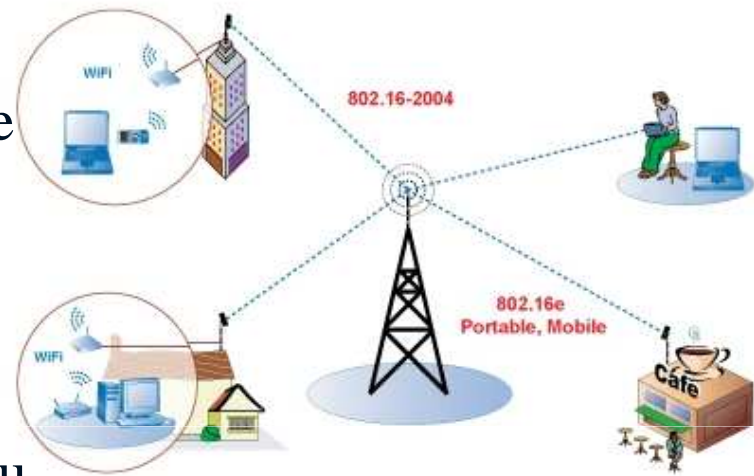
Liaison entre deux machines

Wimax

WiMAX est une famille de normes (IEEE 802.16) qui définissent les transmissions de données à haut débit (plusieurs Mb/s), par voie hertzienne, donc sur de longues (distances 20 à 30 km).

2009 : IEEE 802.16m Débits en nomade ou stationnaire jusqu'à 1 Gbit/s et 100 Mbit/s en mobile grande vitesse. Convergence des technologies WiMAX, Wi-Fi et 4G

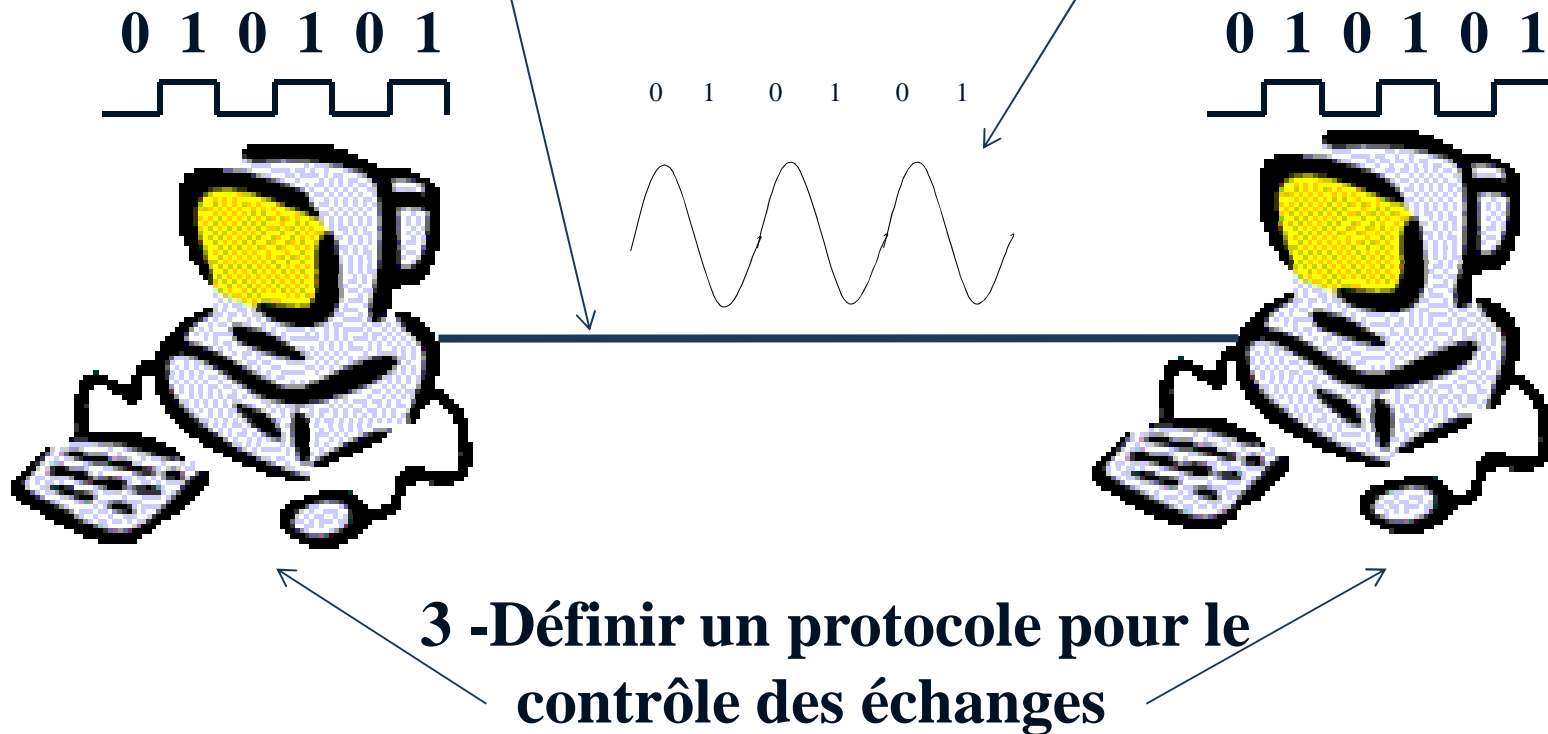
Fin 2011, Axione fait monter ses réseaux WiMax à 10 Mbit/s en réception dans le Finistère et les Hautes-Pyrénées



Liaison entre deux machines

1 - Choisir un support de qualité

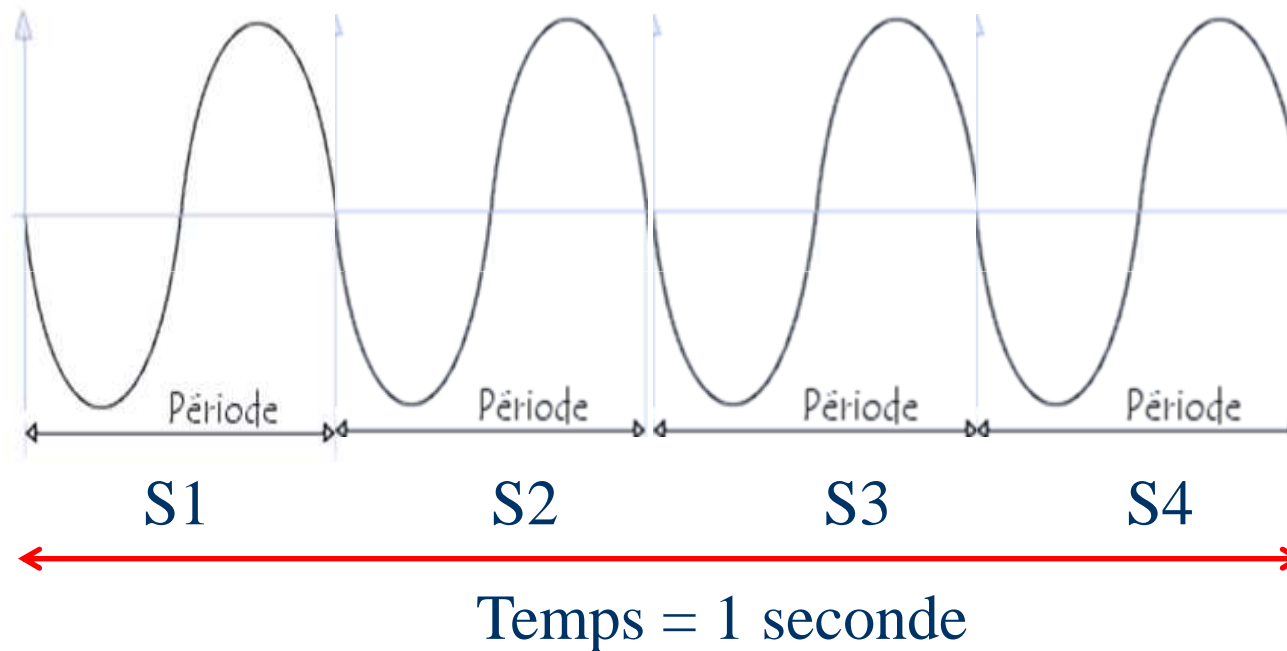
2 - Modifier le signal à la sortie de l'ordinateur



Liaison entre deux machines

Chaque support de transmission possède ses propres caractéristiques physiques.

1 – La fréquence



Fréquence (F) = nombre de signaux émis en une seconde.

Valeur exprimée en Hertz (Hz) : **ici $F = 4 \text{ Hz}$**

En général on compte en Méga Hertz (MHz)

Liaison entre deux machines

2 - Sa qualité (ou bande passante) (N) qui dépend du rapport :
Puissance de signal (PS) / Puissance du bruit (PB).

Il est possible de déterminer , par le calcul, la bande passante (N) :

$$N = 10 \log_{10} (PS/PB)$$

N = nombre de décibels (dB)

PS = Puissance signal en watt

PB = Puissance bruit en watt

Plus la bande passante est élevée meilleure sera la transmission.

Exemple de bandes passantes: $N > 30$ dB (téléphonie) , $N > 70-80$ dB (haute fidélité)

Liaison entre deux machines

Exemple : on veut construire une route



Largeur de la voie:
Puissance du signal

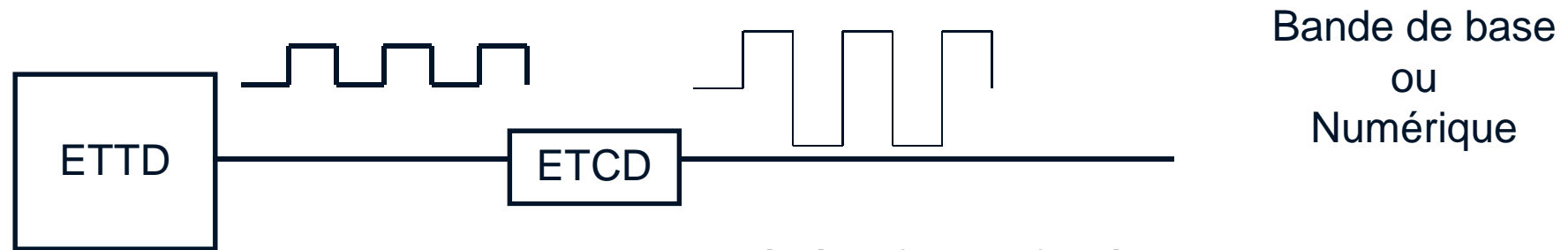


Zone non exploitable : Bruit

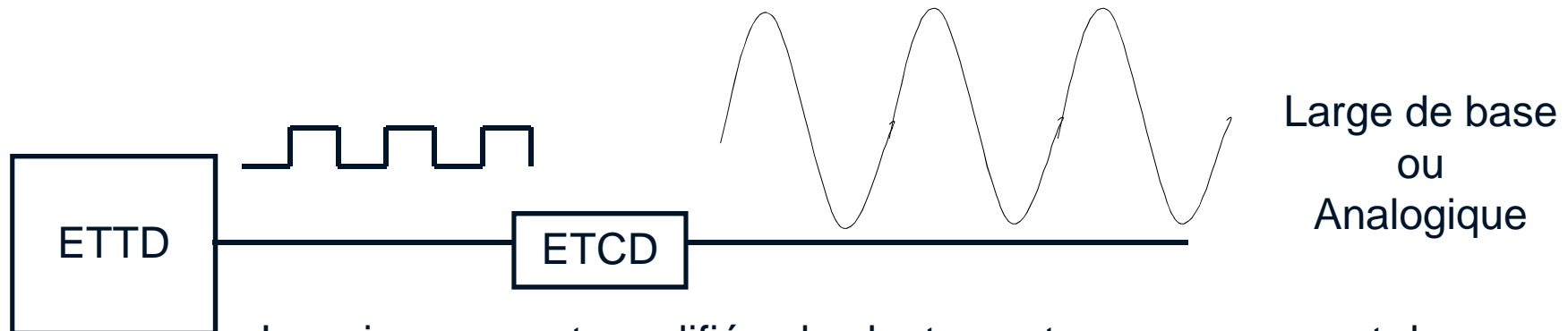
Zone exploitable
: Bande passante

Liaison entre deux machines

Pour coder un signal il y a plusieurs possibilités



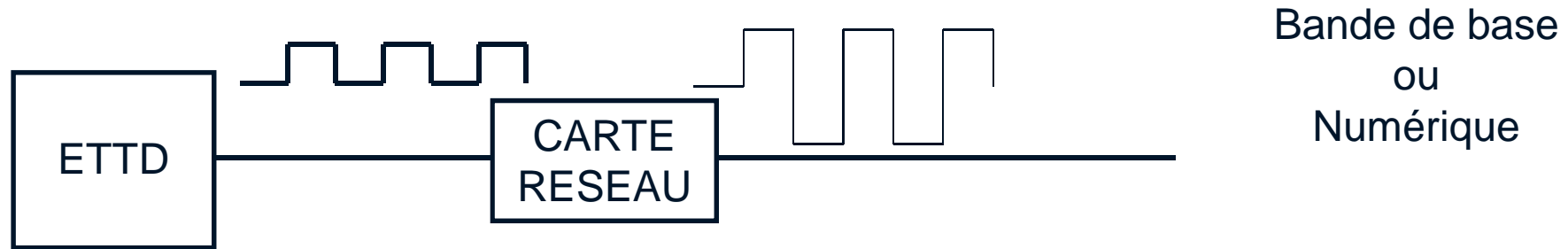
Les signaux sont amplifiés à la (vitesse) fréquence de l'ordinateur



Les signaux sont amplifiés plus lentement que ceux venant de l'ordinateur

Liaison entre deux machines

Codage du signal et débit en bande de base



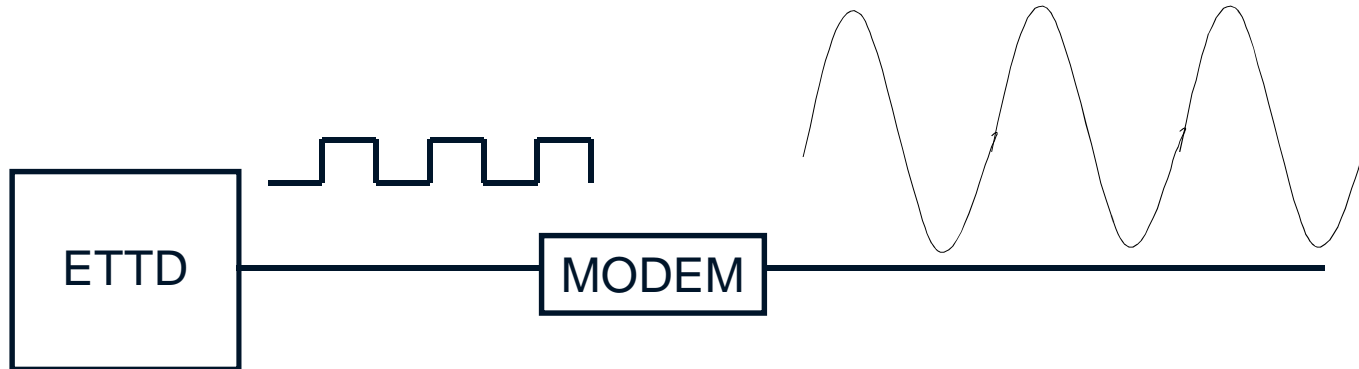
Ici la distance séparant les machines est faible (< 1 km).

Comme les signaux sont amplifiés à la (vitesse) fréquence de l'ordinateur (R), chaque signal représente un élément binaire (0 ou 1).

Le débit (D) (exprimé en Bits/s) sera égal à la fréquence du signal.
($D=R$)

Liaison entre deux machines

Notion de débit de transmission – Large bande



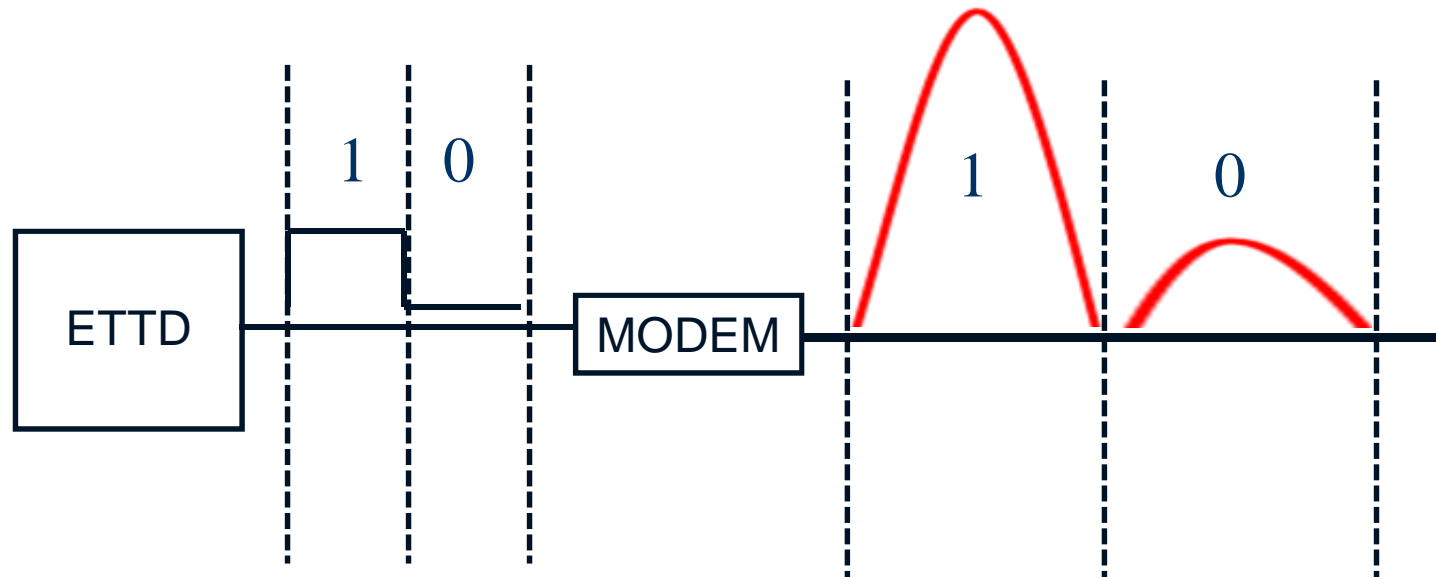
Ici la distance séparant les machines est grande (> 1 km).

Il faut amplifier fortement le signal venant de l'ordinateur, ce qui prend du temps. La période du signal généré (T) est plus grande que celle venant de l'ordinateur.

Vitesse de modulation $R = 1 / T$ bauds, est le nombre de signaux modulés toutes les secondes.

Liaison entre deux machines

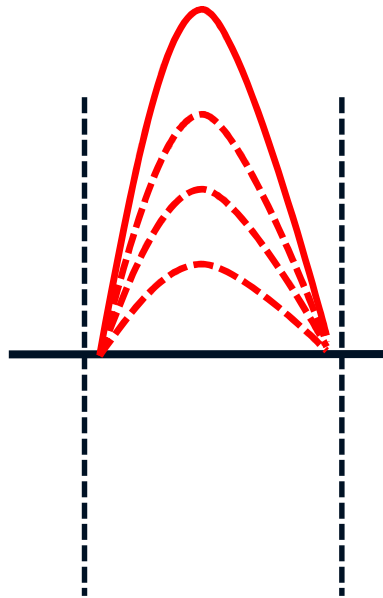
Notion de débit de transmission – Large bande



Si on associe a chaque signal codé une valeur binaire la vitesse de transmission sur le support sera inférieure a celle venant de l'ordinateur.

Liaison entre deux machines

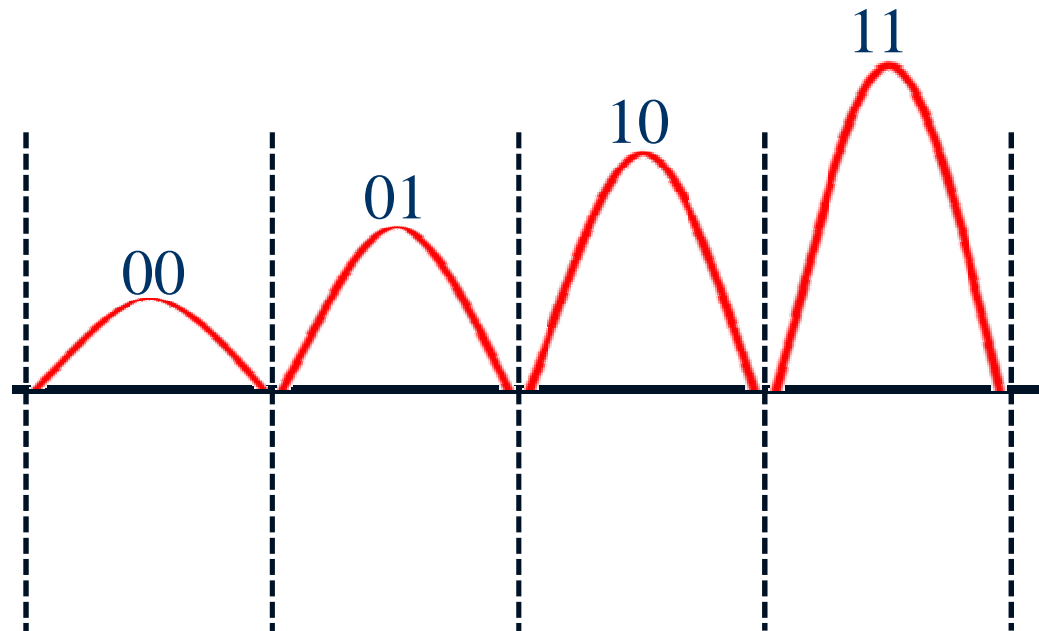
Notion de débit de transmission – Large bande



Si les qualités du support et des signaux sont bonnes, on peut générer plusieurs niveaux de signaux différents : la Valence (V)

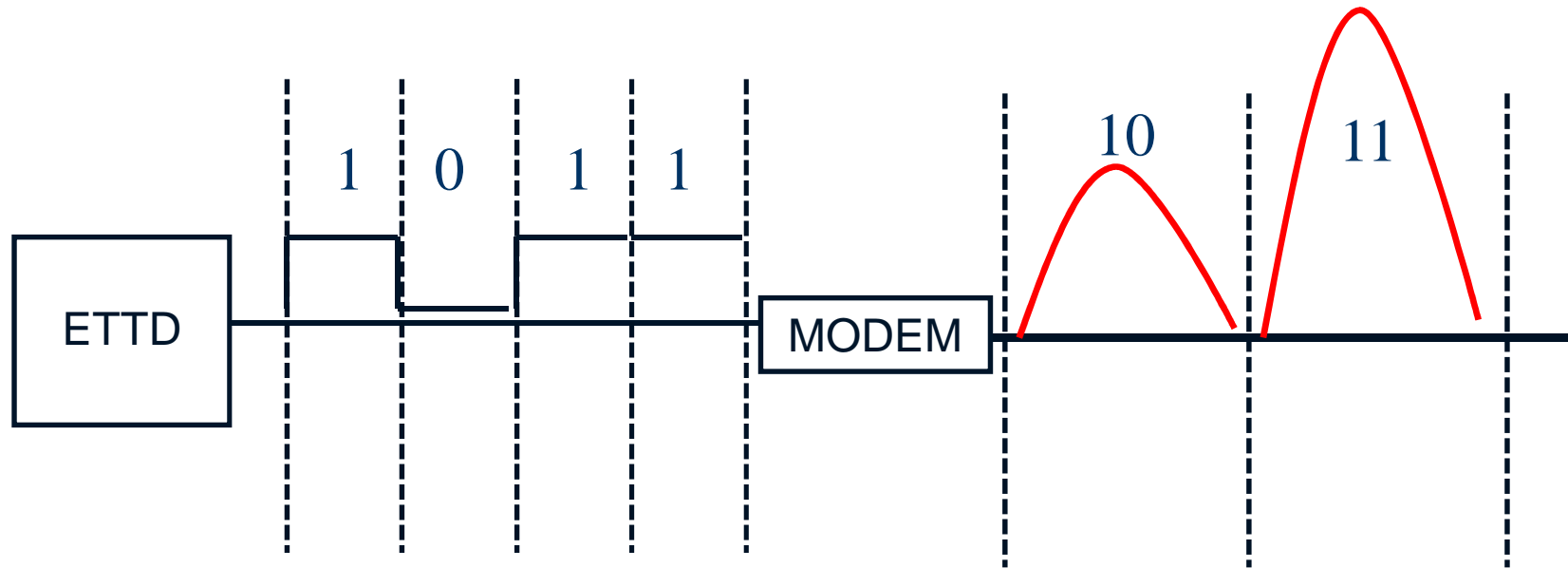
Idée = coder chaque signal par une suite de bits.

Par exemple si on a 4 niveaux, on peut les numéroté de 0 à 3 en binaire.



Liaison entre deux machines

Notion de débit de transmission – Large bande



Ainsi le débit (D) canal modulé :

$D = n R$ (n= nombre de bits codés) \rightarrow Pour la figure 2 , n=2

ou

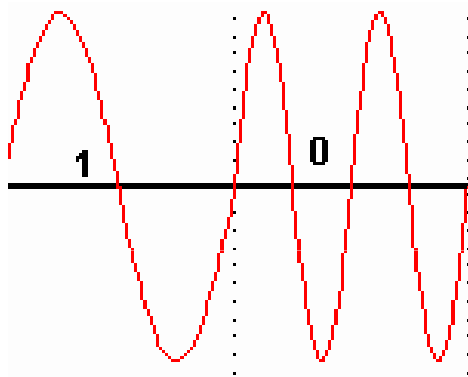
$D = R \log_2 (V)$ (V= Valence : nombre d'états binaires codées)

Pour la figure 2 , V=4 $\rightarrow \log_2 (4) = 2 = n$

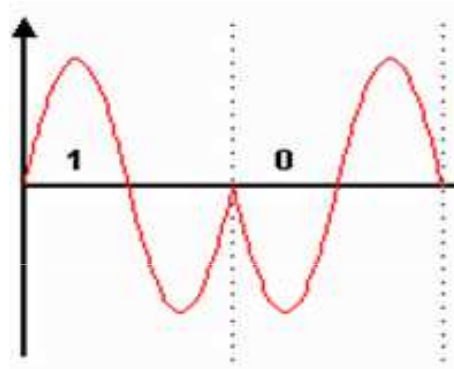
Liaison entre deux machines

Notion de débit de transmission – Large bande

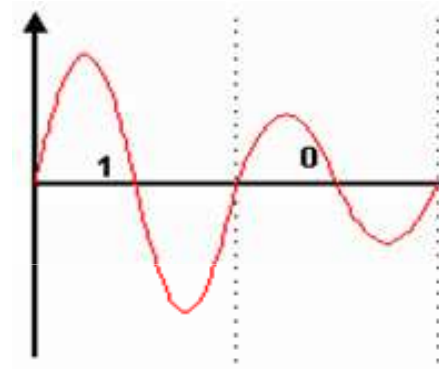
Pour augmenter les débits de transmission on va utiliser toutes ces propriétés pour multiplier le nombre d'états de codage.



La fréquence,



la phase,



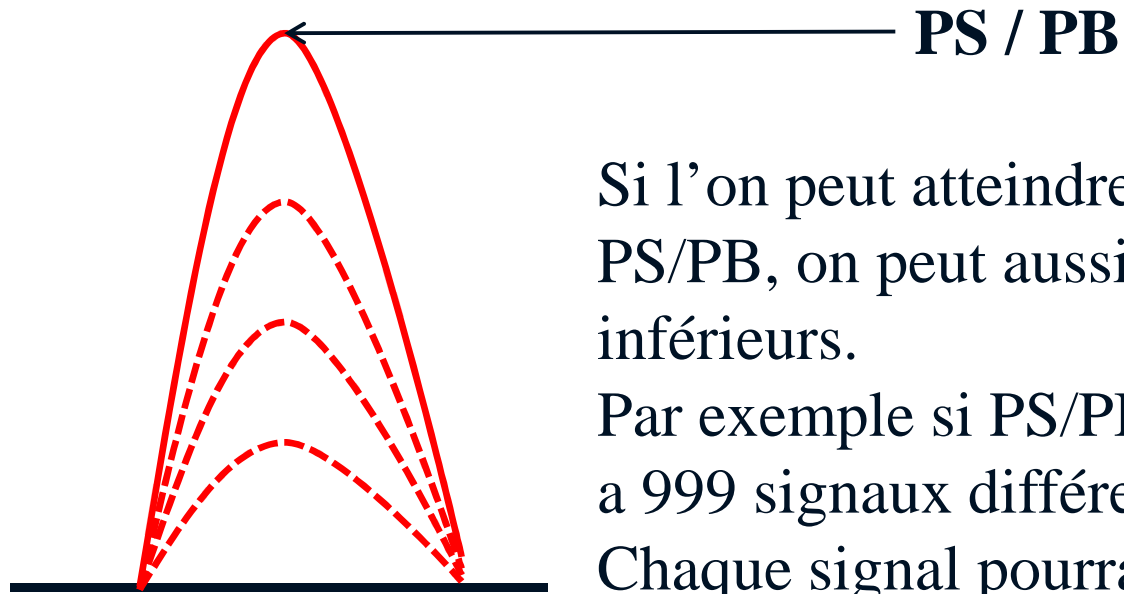
l'amplitude.

Ce type de technique est largement employée par les modems pour leur permettre d'offrir des débits binaires élevés.

Par exemple pour l'ADSL on peut coder 2^{15} signaux différents pour associer à chaque code 15 bits à la fois.

Liaison entre deux machines

Notion de débit de transmission



Si l'on peut atteindre un niveau de puissance de PS/PB, on peut aussi atteindre tous les niveaux inférieurs.

Par exemple si $PS/PB = 1000$ on peut coder de 0 à 999 signaux différents (valence).

Chaque signal pourra coder 10 bits.

Le débit théorique de ligne (D) aura comme valeur :

$$D = W \log_2 (1 + PS / PB) \quad (\text{formule de Shanon})$$

Avec W = Bande de Fréquences (nombre de signaux/seconde)

PS / PB = Rapport puissance/bruit

Liaison entre deux machines

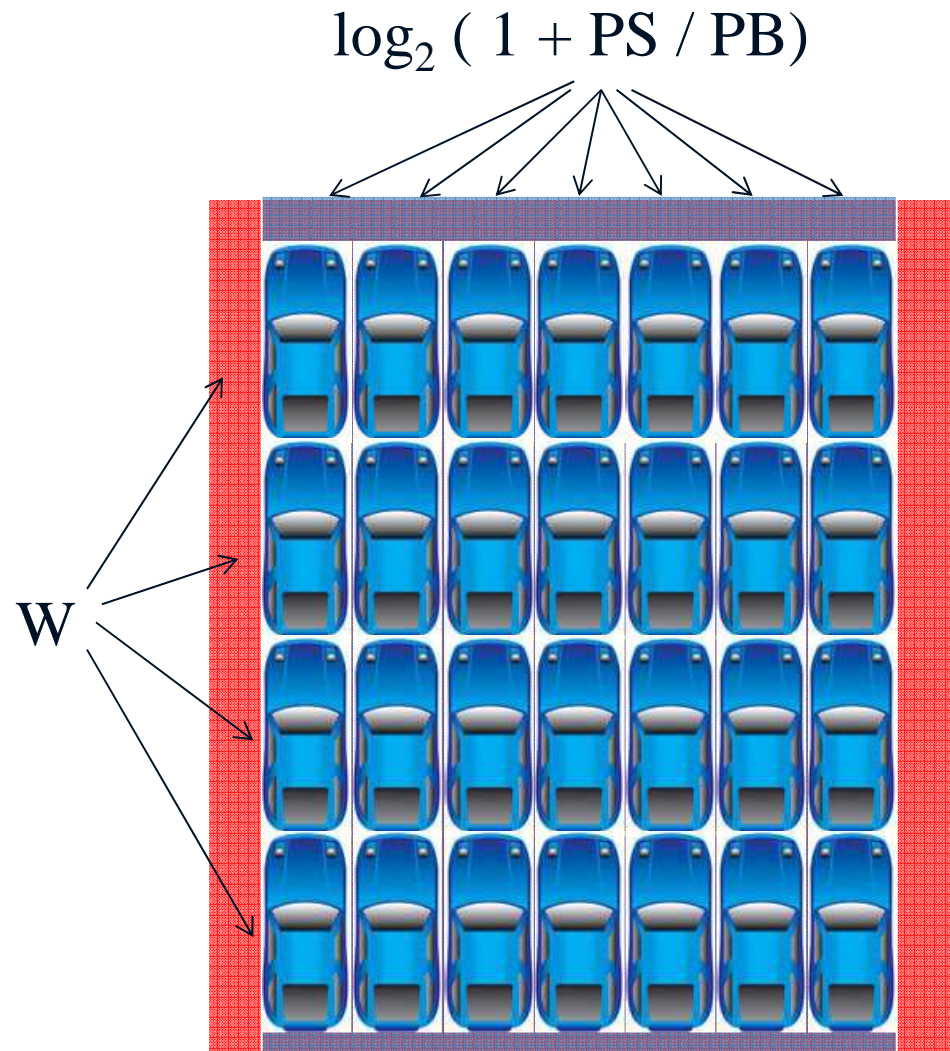
Notion de débit de transmission

Remarque :

La formule de Shanon :
 $W \log_2 (1 + PS / PB)$
donne le débit théorique.

Pour l'ADSL
 $\log_2 (1 + PS / PB) = 15$
soit 32768 niveaux différents

**Que faire si la qualité des
signaux n'est pas bonne ?**



Liaison entre deux machines

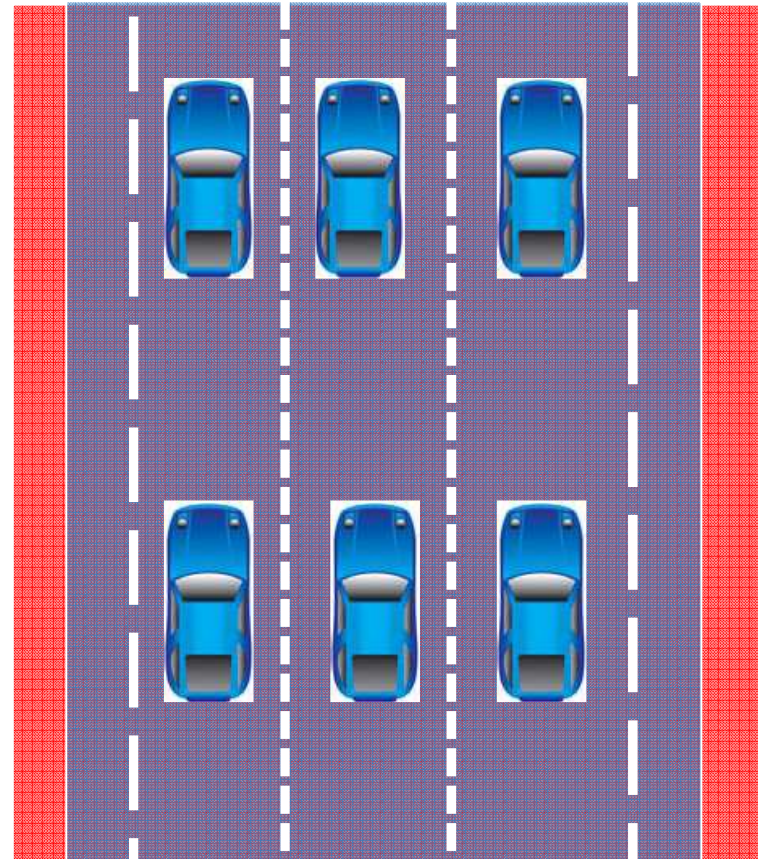
Notion de débit de transmission

S'il y a des problèmes dans la transmission on va :

Réduire le nombre de niveaux ainsi que la fréquence !

Ceci entrainera une réduction du débit.

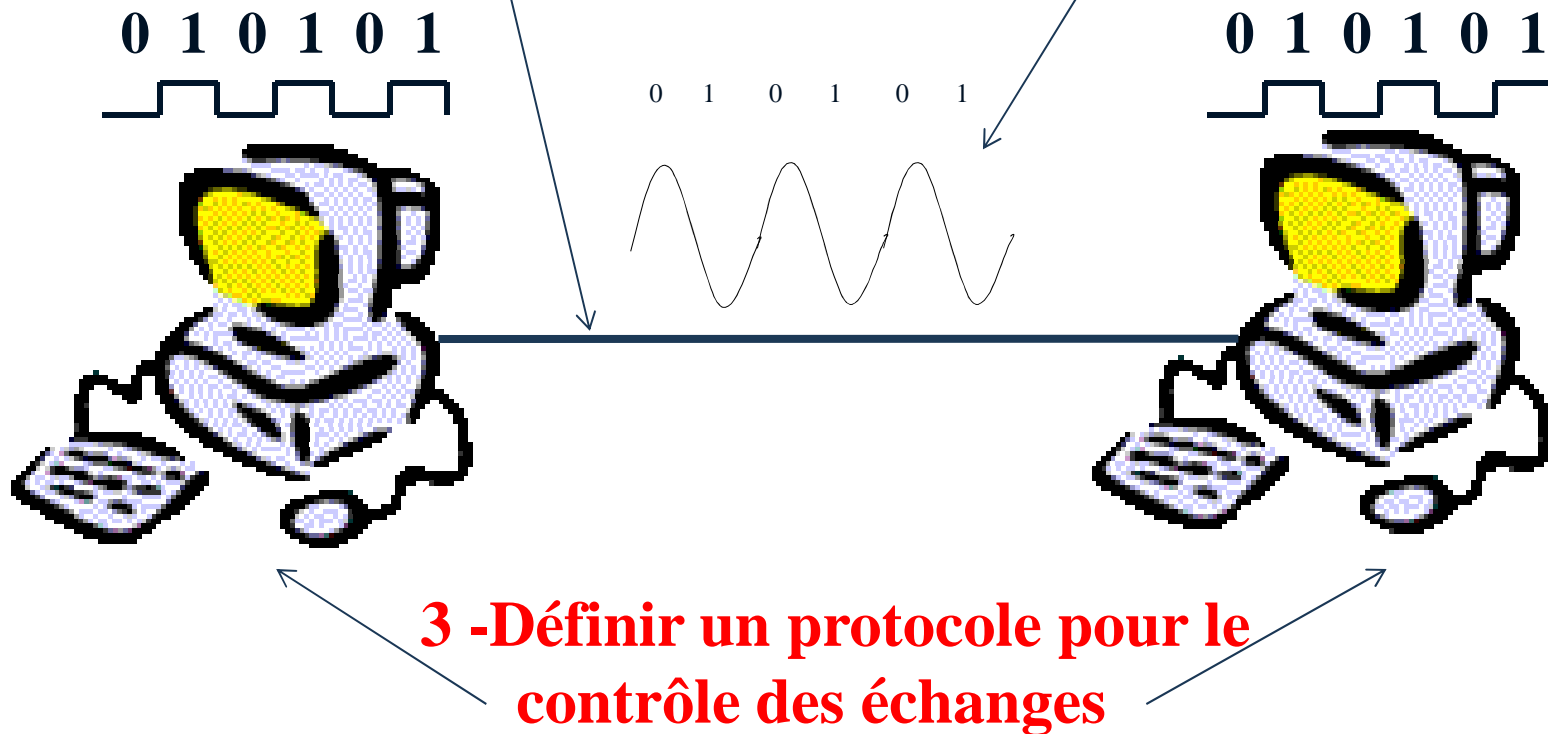
Ceci explique pourquoi avec l'ADSL, certains ont un débit $>20\text{Mb/s}$ et d'autres arrivent péniblement au 1 Mb/s



Liaison entre deux machines

1 - Choisir un support de qualité

2 - Modifier le signal à la sortie de l'ordinateur



Liaison entre deux machines

Contrôle des erreurs

Pour se protéger contre les erreurs on travaille sur 2 niveaux :

1 - Fiabilisation du support de transmission (amélioration du câblage)

Malgré cela une liaison conventionnelle a généralement un taux d'erreur compris entre 10^{-5} et 10^{-9} (paire torsadée) et jusqu'à 10^{-12} (fibre optique).

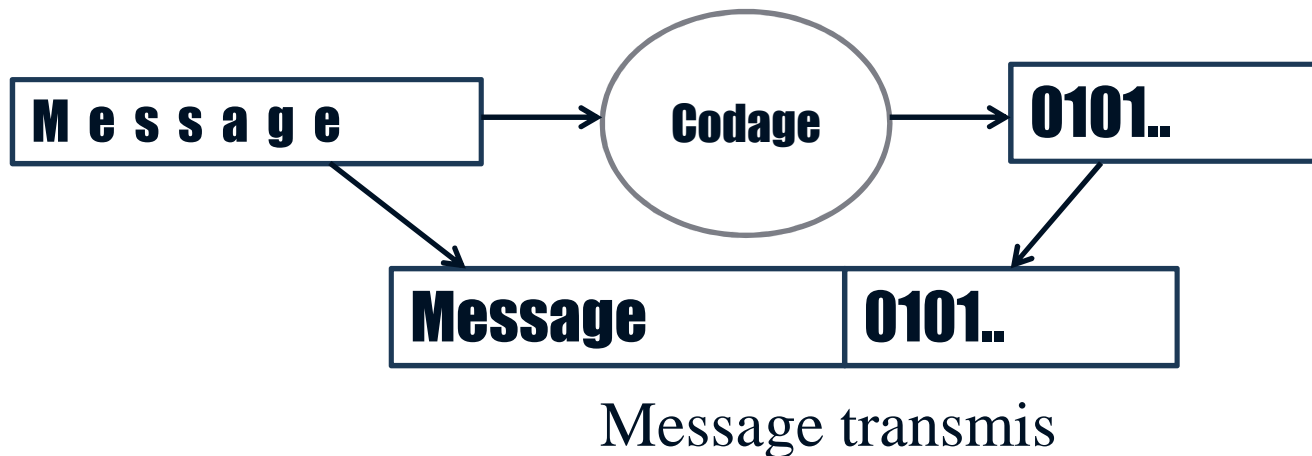
2 - Mise en place des mécanismes logiques de détection et de correction des erreurs.

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

1 - La détection des erreurs

Principe de base : Redondance = ajout d'information (checksum) pour la vérification de la validité des données.



Principales méthodes de codage :

- Le contrôle de parité

- Le contrôle de parité croisé

- Le contrôle de redondance cyclique

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le contrôle de parité (VRC = Vertical Redundancy Check)

Principe de codage : Ajout d'un bit supplémentaire (bit de parité) à un certain nombre de bits de données (7 ou 8 bits)

Par exemple : ajout d'un 1 si le nombre de bits du mot est impair, 0 dans le cas contraire.

Exemple : B 1000010 0

Contrôle : A la réception, si le bit de parité ne correspond pas à la parité de l'octet reçu : une erreur est signalée.

Limite : Si deux bits (ou un nombre pair de bits) venaient à se modifier simultanément lors du transport de données, aucune erreur ne serait alors détectée...

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le contrôle de parité croisé

Le contrôle de parité croisé (LRC = Contrôle de Redondance Longitudinale) , contrôle l'intégrité des bits de parité d'un bloc de caractères.

Exemple :

B	1000010	0
I	1001001	1
T	1010100	1
	1011111	0

Limite : Méthode plus efficace que le bit de parité → détection de plusieurs bits erronés. En cas d'erreur il faudra retransmettre tout le bloc.

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le Contrôle de Redondance Cyclique (CRC)

Le CRC permet le contrôle des erreurs des blocs de données de plusieurs centaines d'octets (appelés trames ou frames en anglais ou FCS (Frame Check Sequence)).

Ainsi à chaque trame est ajouté un CRC dont la valeur dépend des données transmises.

Principe de base :

CRC = Reste (message à transmettre / code binaire connu de l'émetteur et du récepteur)

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le CRC – Principe du codage

On veut transmettre le message suivant : 1 1 0 1

Le code diviseur sera : 1 0 0 1

Le message transmit sera sous la forme : 1 1 0 1 x x x

xxx représentent les 3 bits possibles du reste de la division.

Calcul du bloc
de contrôle

1 1 0 1 0 0 0

1 0 0 1

1 0 0

1 1 0 0

Constitution du
message final

1 1 0 1 0 0 0 + 1 0 0 = 1 1 0 1 1 0 0

Message transmis

1 1 0 1 1 0 0

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0 \\ \oplus 1\ 0\ 0\ 1 \\ \hline 0\ 1\ 0\ 0 \\ \downarrow \\ 1\ 0\ 0\ 0 \\ \oplus 1\ 0\ 0\ 1 \\ \hline 0\ 0\ 0\ 1 \\ \downarrow \\ 1\ 0 \end{array}$$

ATTENTION :

Il ne s'agit pas d'une vraie division, mais d'une division modulo 1.

Ce qui revient à faire une suite de ou exclusifs entre le nombre à diviser et le diviseur.

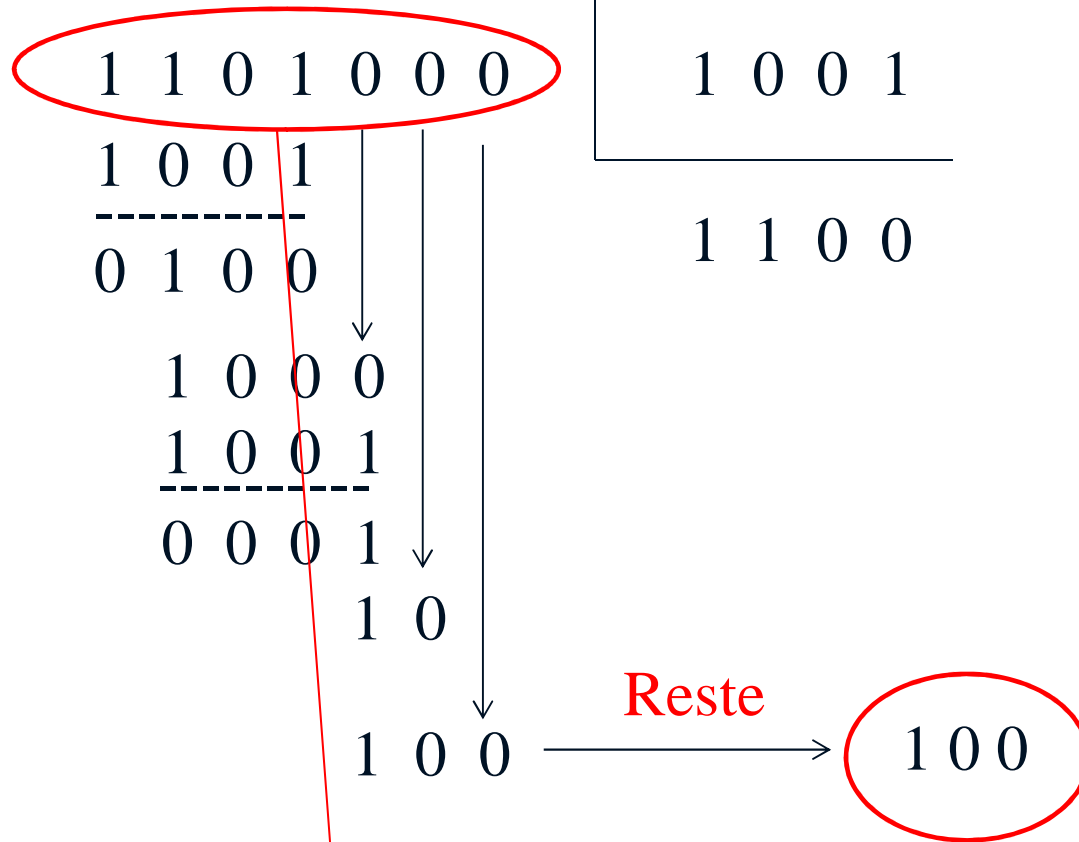
$10 < 1100$

$1\ 0\ 0$ $100 < 1100$ et plus rien à diviser

Reste

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs



Message final 1 1 0 1 0 0 0 + 1 0 0 = 1 1 0 1 1 0 0

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le CRC – Contrôle des erreurs

Avec cette technique le message binaire transmis est un multiple du code diviseur.

Par exemple : 1 1 0 1 1 0 0 / 1 0 0 1 \rightarrow reste 0

Ainsi , si le récepteur connaît le code diviseur, le contrôle des erreurs consistera donc à vérifier si le reste de la division est égal à zéro.

Cette technique est très performant.

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le CRC - avis V41 du CCITT

Pour expliquer le principe, le CCITT propose de traiter les séquences binaires comme des polynômes binaires, c'est-à-dire des polynômes dont les coefficients correspondent à la séquence binaire.

2 Processus de codage et de vérification

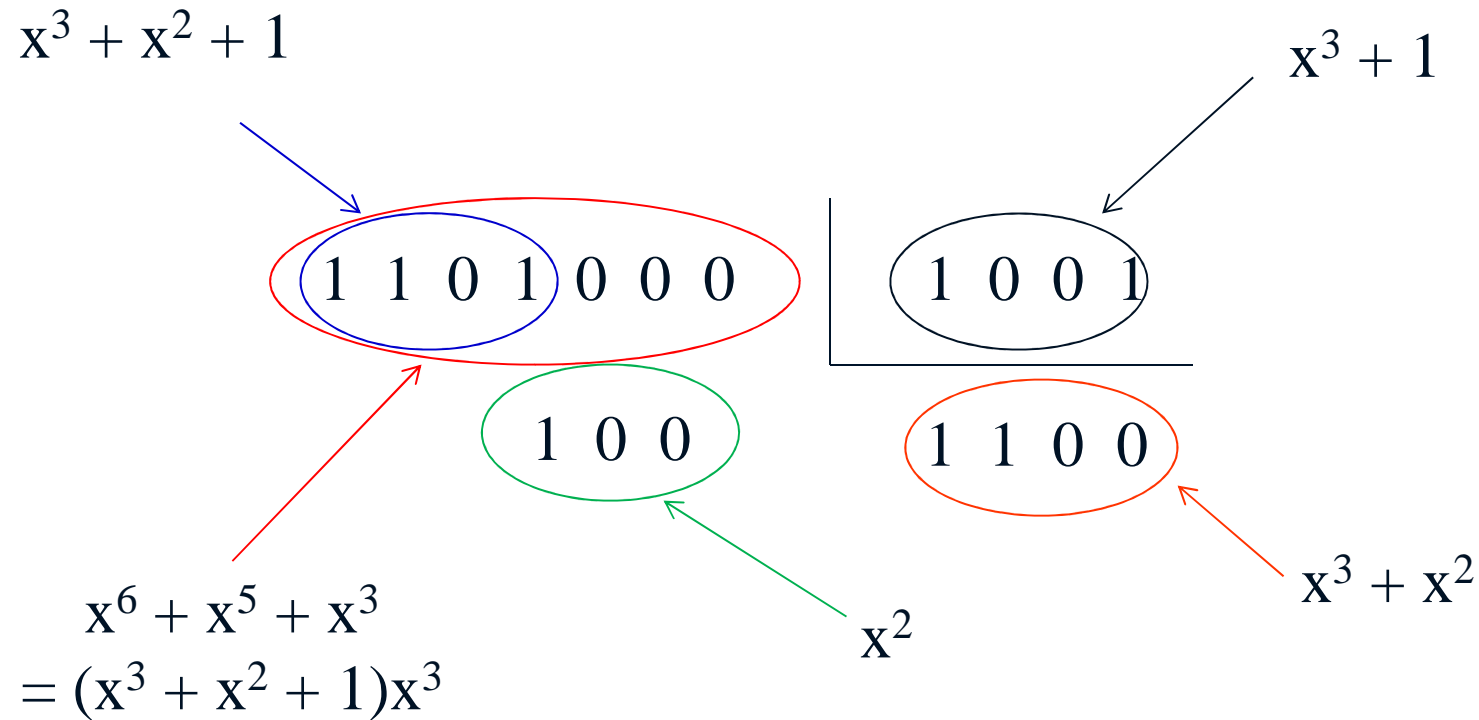
Considérés comme un tout, les bits de service et les bits d'information correspondant numériquement aux coefficients d'un polynôme de message ayant des termes allant de x^{n-1} (n = nombre total de bits dans un bloc ou une séquence) à x^0 , dans l'ordre décroissant. On soumet ce polynôme à une division, modulo 2, par le polynôme générateur $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$. Les bits de contrôle correspondent numériquement aux coefficients des termes allant de x^{15} à x^0 du polynôme trouvé comme reste à cette division. Le bloc complet, composé des bits de service et des bits d'information suivis des bits de contrôle, correspond numériquement aux coefficients d'un polynôme parfaitement divisible par le polynôme générateur selon le procédé modulo 2.

En effet , la suite binaire 1 1 0 1 peut s'écrire : $1x^3 + 1x^2 + 0x^1 + 1x^0$
ou $x^3 + x^2 + 1$

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le CRC – Principe avec les polynômes



Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le CRC – Principe avec les polynômes

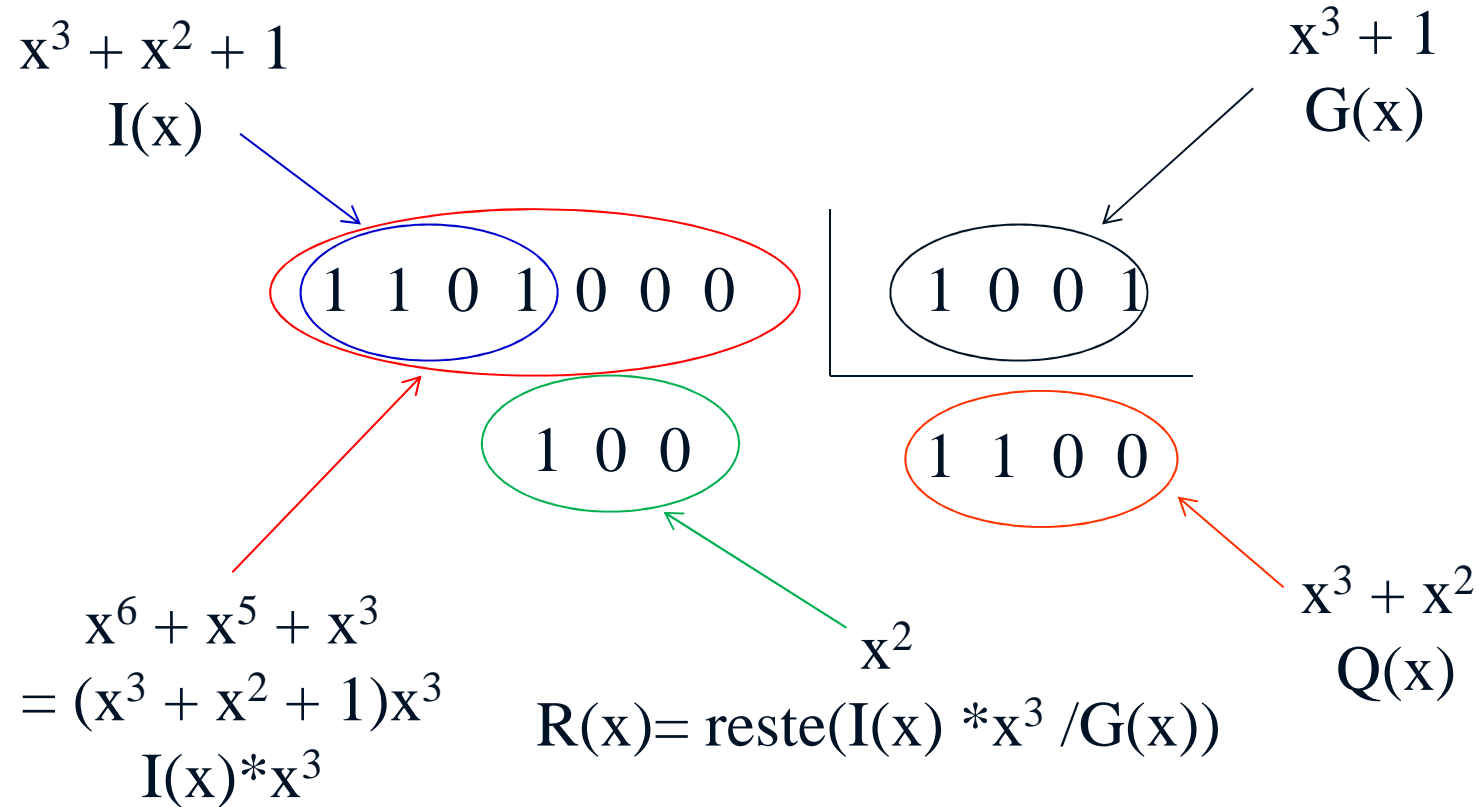
$$\begin{array}{r}
 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \\
 x^6 + x^5 + x^3 \\
 -x^6 \qquad -x^3 \\
 \hline
 \qquad x^5 \\
 -x^5 \quad -x^2 \\
 \hline
 \qquad \qquad x^2 \\
 1 \ 0 \ 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 x^3 + 1 \\
 \hline
 x^3 + x^2 \\
 1 \ 1 \ 0 \ 0
 \end{array}$$

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le CRC – Principe avec les polynômes



$$1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0 + 1\ 0\ 0 = 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0$$

$$M(x) = I(x) * x^3 + R(x)$$

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le CRC – Principe avec les polynômes

1 - Soient :

$I(x)$ = bloc à transmettre écrit sous forme de polynôme

$G(x)$ = polynôme dit générateur (diviseur connu par l'émetteur et le récepteur)

2 - On calcule : $R(x) = \text{reste}(I(x) * x^n / G(x))$

et $Q(x) = I(x) * x^n / G(x)$

3 - On transmet $M(x) = I(x) * x^n + R(x)$

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le CRC – Principe avec les polynômes - Décodage

Les opérations binaires se font Modulo 2

D'où $M(x) = I(x) * x^n + R(x) = I(x) * x^n - R(x) = (G(x) * Q(x) + R(x)) - R(x)$

Soit $M(x) = G(x) * Q(x)$ donc $M(x)$ est un multiple de $G(x)$

En conclusion, à la réception on calcule $M(x)/G(x)$

Si (reste ($M(x)/G(x)$))=0)

alors il n'y a pas d'erreur

sinon on signale une erreur

Liaison entre deux machines

Détection des erreurs

Le CRC – Principaux polynômes générateurs

Code CCITT V41: $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ (HDLC réseaux publics)

Code CRC 16 : $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$ (BSC, avec codage EBCDIC)

Code Ethernet: $X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8$
 $+ X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$

Liaison entre deux machines

Correction des erreurs

2 - La correction des erreurs

Il existe deux modes de correction :

- Correction automatique, évite la retransmission des données
- Accusé de réception et retransmission

Liaison entre deux machines

Correction des erreurs

1 - La correction automatique

- Codes de Hamming

Chaque mot envoyé appartient à une table de référence (Ex : Ascii)

A la réception, en cas d'erreur, on recherche le mot de la table le plus proche.

- Le codage à triple répétition

Méthode : répéter trois fois la transmission de chaque mot.

Il permet évidemment de corriger une erreur dans chaque symbole de donnée, mais est très coûteux, puisqu'il multiplie par 3 la taille des données, donc réduit la vitesse de transmission.

Liaison entre deux machines

Correction des erreurs

2 - Accusé de réception et retransmission

Méthode la plus fréquente , dans la transmission des données.

En conclusion

La protection contre les erreurs de transmission nécessite :

- La définition de procédures normalisées
- La création d'un format structuré pour les données échangées

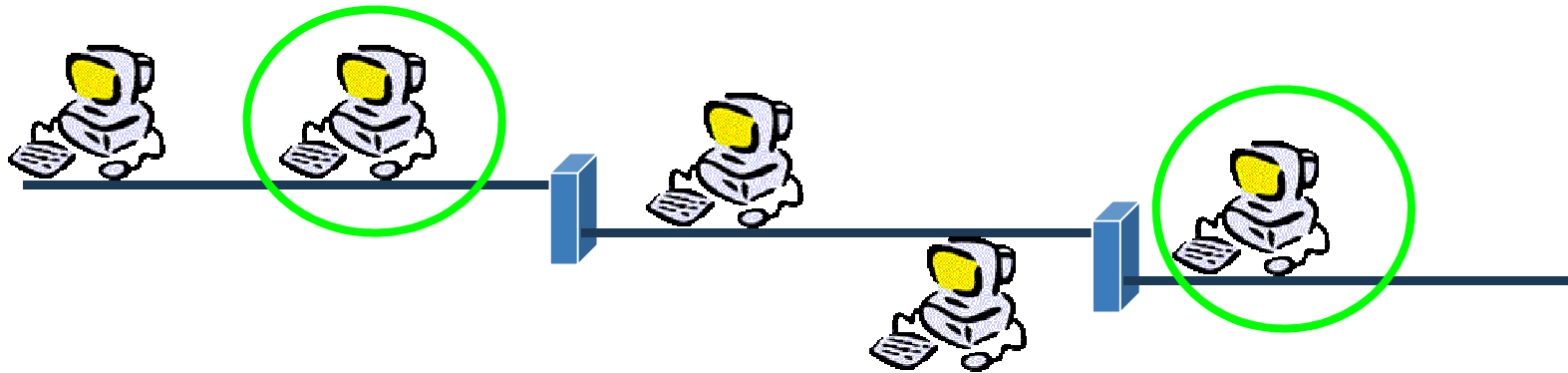
➔ On devra définir un PROTOCOLE

Liaison entre deux machines

B- Protocoles de liaison

Liaison entre deux machines

Objectif : échange de suites binaires



Il faut pouvoir:

- Adresser chaque machine : adresse Physique ou adresse MAC (Media Access Control)
- Organiser et contrôler les échanges : Mettre en relation deux machines et synchroniser leur échange
- Récupérer les erreurs de transmission : mettre en œuvre les techniques du CRC

Liaison entre deux machines

Différents protocoles

Il existe plusieurs solutions aux problèmes évoqués, mais il faut normaliser ces solutions.

Aujourd'hui on trouve 2 grandes familles de solutions :

Réseaux publics (mode connecté) :

HDLC → LAP, LAP-B, LAP-D, PPP, ...

Réseaux locaux (non connecté) :

LLC (IEEE802.2) → Ethernet

Liaison entre deux machines

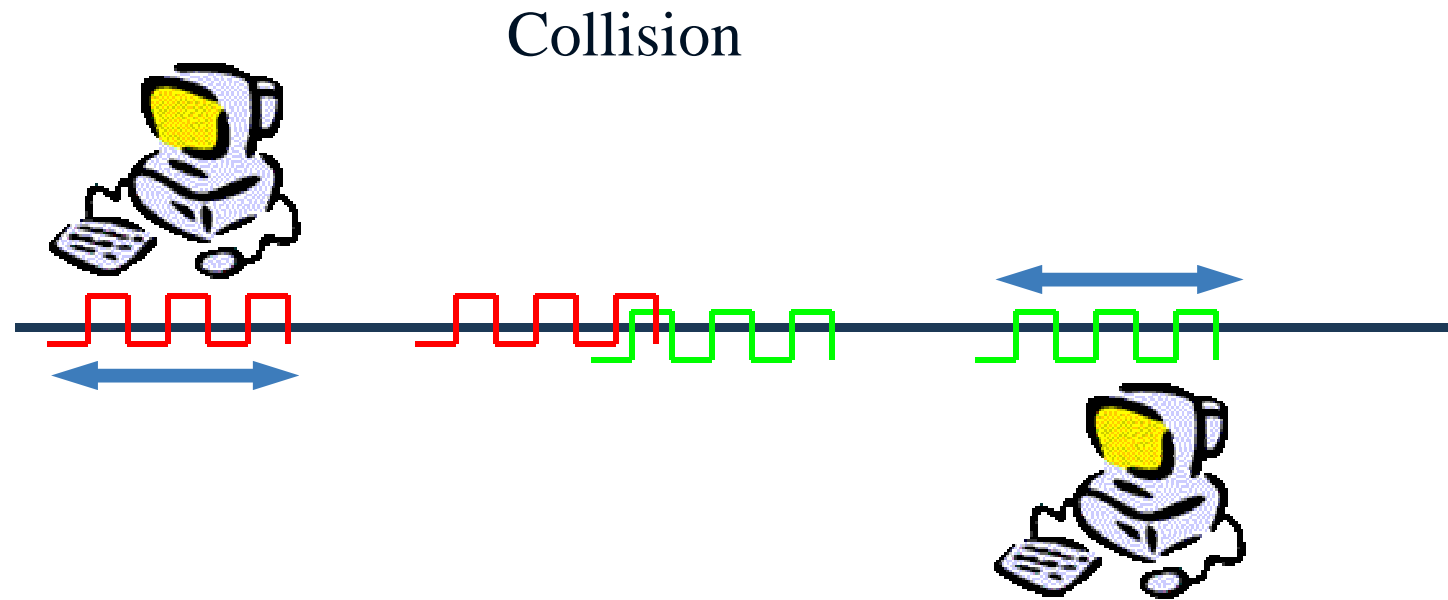
Le modèle IEEE 802.x ou les réseaux locaux

<div>802.1</div> <div>Protocole sans accusé de réception demandé</div>							
<div>802.2</div> <div>LLC (Liaison de données)</div> <table><tr><td><div>Type 1 (sans connexion)</div><div>Diffusion (Datagramme)</div><div>Pas de lien logique établi</div><div>Pas d'acquittement</div></td><td><div>Type 2 (orienté connexion)</div><div>Lien logique</div><div>Acquittement</div><div>Contrôle de flux et d'erreurs</div></td><td colspan="2"><div>Type 3 (trame simple)</div><div>Datagramme</div><div>Acquittement</div></td></tr></table>				<div>Type 1 (sans connexion)</div> <div>Diffusion (Datagramme)</div> <div>Pas de lien logique établi</div> <div>Pas d'acquittement</div>	<div>Type 2 (orienté connexion)</div> <div>Lien logique</div> <div>Acquittement</div> <div>Contrôle de flux et d'erreurs</div>	<div>Type 3 (trame simple)</div> <div>Datagramme</div> <div>Acquittement</div>	
<div>Type 1 (sans connexion)</div> <div>Diffusion (Datagramme)</div> <div>Pas de lien logique établi</div> <div>Pas d'acquittement</div>	<div>Type 2 (orienté connexion)</div> <div>Lien logique</div> <div>Acquittement</div> <div>Contrôle de flux et d'erreurs</div>	<div>Type 3 (trame simple)</div> <div>Datagramme</div> <div>Acquittement</div>					
<div>802.3</div> <div>CSMA/CD</div> <div>ETHERNET</div>	<div>802.4</div> <div>BUS JETON</div>	<div>802.5</div> <div>ANNEAU JETON</div>	<div>802.11</div> <div>CSMA/CA</div>				

Avant ce modèle, la seule référence était :
le réseau téléphonique commuté

Liaison entre deux machines

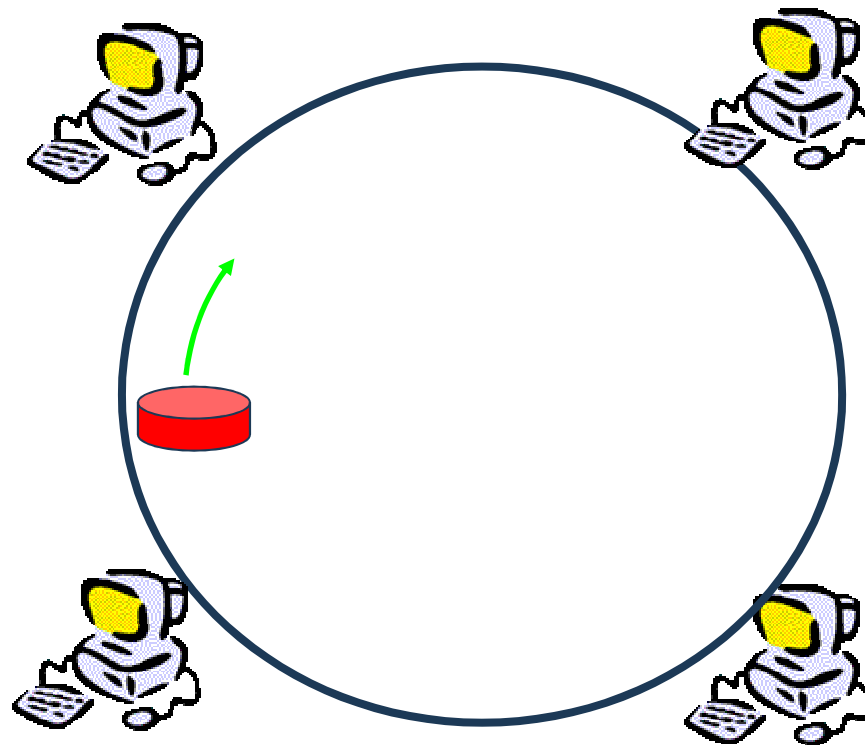
IEEE 802.3



Réseau en bus / technique d'accès : CSMA/CD

Liaison entre deux machines

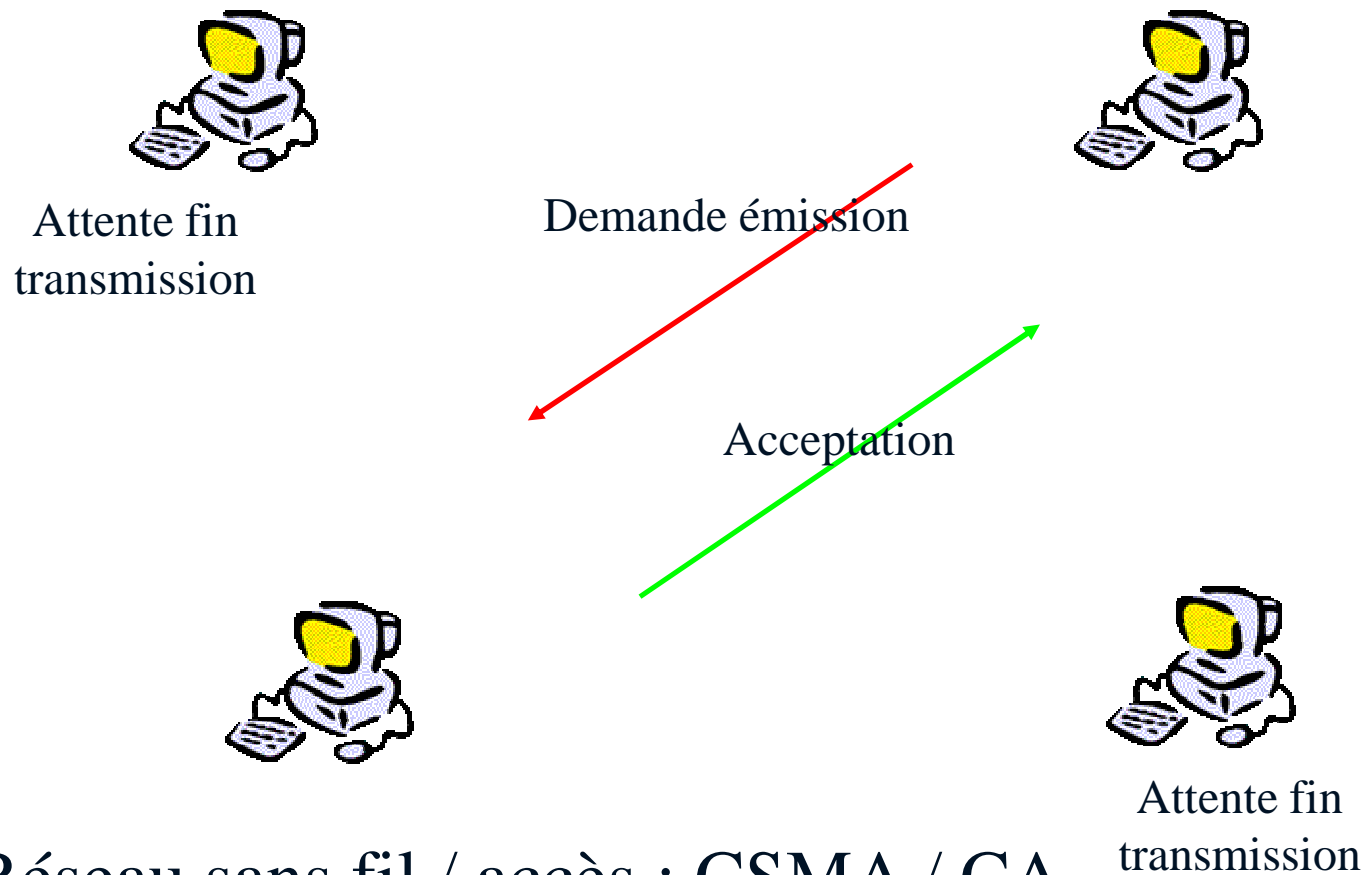
IEEE 802.5



Réseau anneau / technique d'accès : Jeton

Liaison entre deux machines

IEEE 802.11



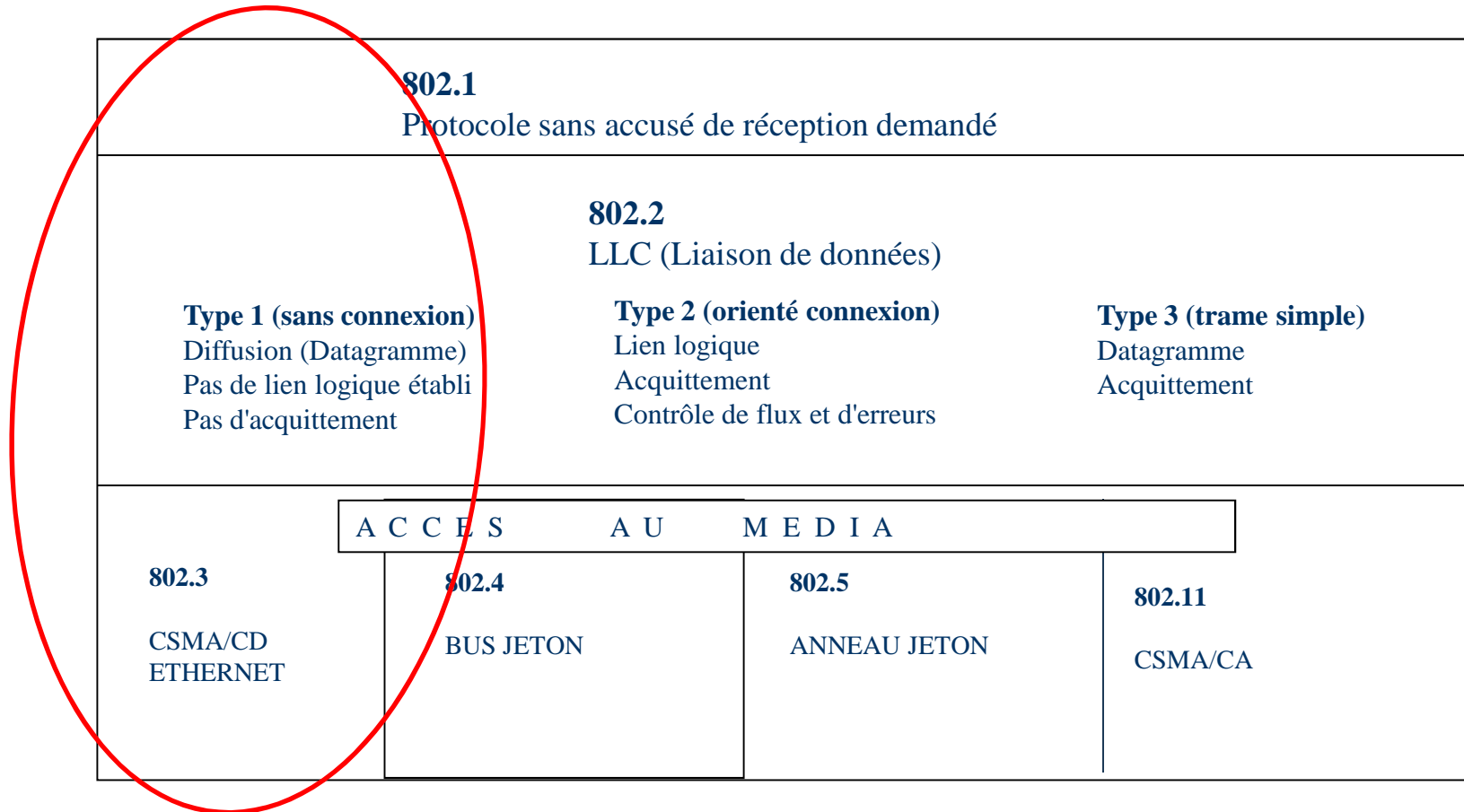
Réseau sans fil / accès : CSMA / CA

Liaison entre deux machines

C- Protocole Ethernet

Liaison entre deux machines

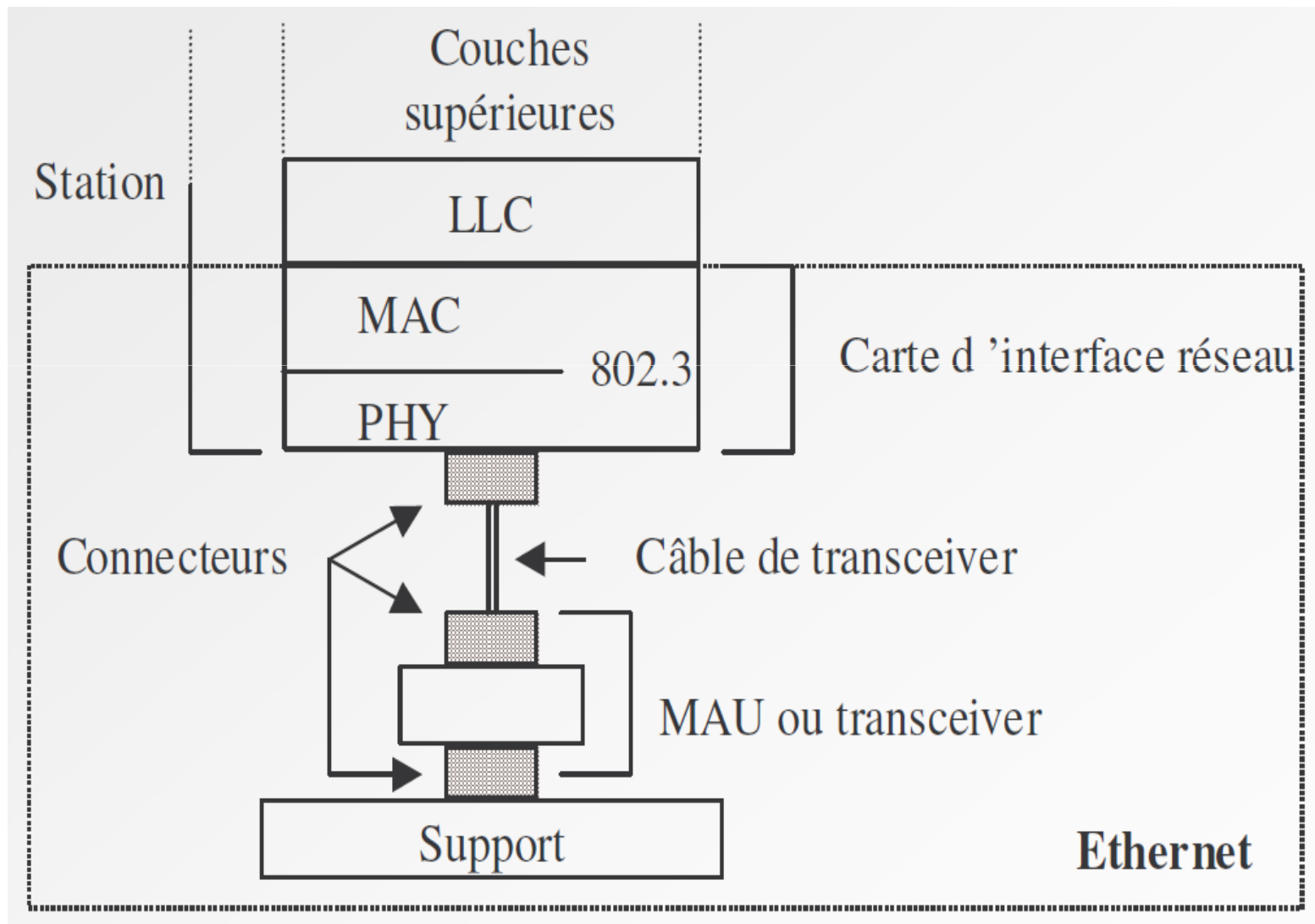
Le protocole Ethernet



Le protocole Ethernet a été conçu pour les réseaux locaux.
Objectif = Faire communiquer deux machines.

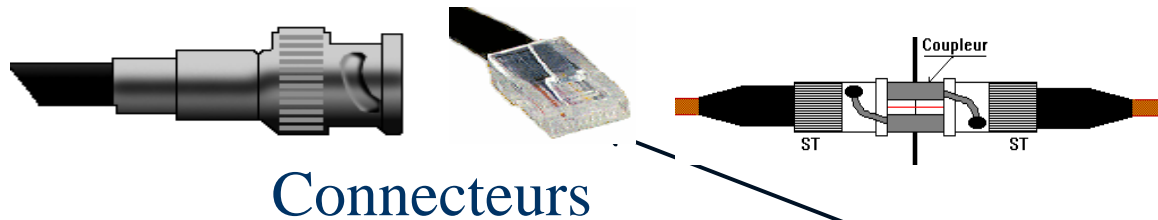
Liaison entre deux machines

Le protocole Ethernet - Caractéristiques



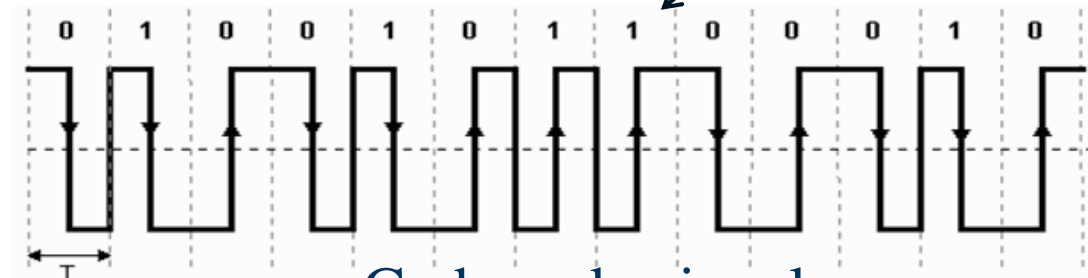
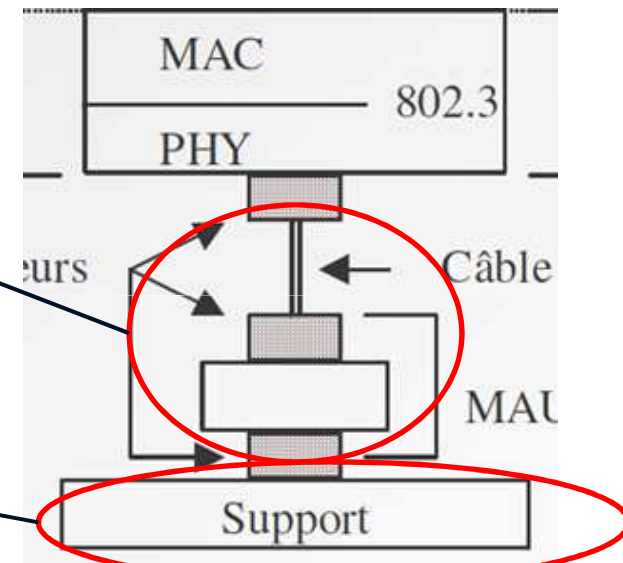
Liaison entre deux machines

Le protocole Ethernet - Caractéristiques



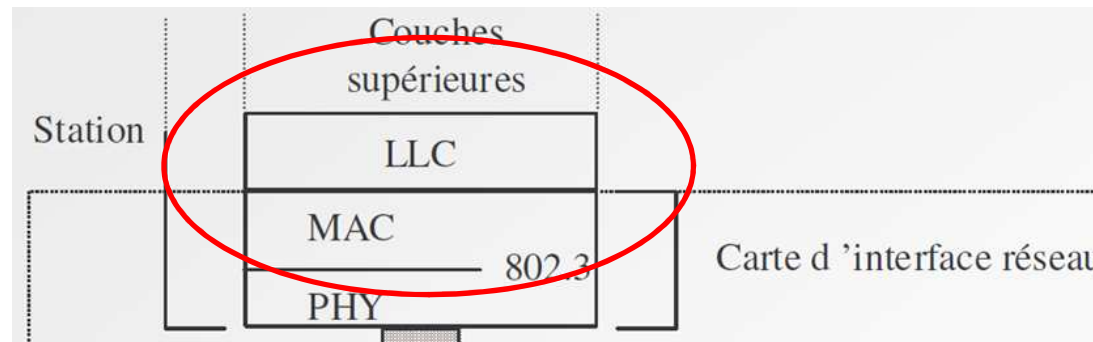
Fibre optique	
Paire torsadée	
Sans fil	

Support



Liaison entre deux machines

Le protocole Ethernet - Caractéristiques



1 – Adressage : 6 octets = Adresse MAC ou adresse physique

2 – Méthode d'accès : CSMA/CD

3 - Echange des données : Trame précédée d'un fanion

4 - Contrôle des erreurs : CRC

5 - Contrôle de la liaison : Rien de prévu



Liaison entre deux machines

La trame Ethernet

@destination 6 octets	@source 6 octets	protocole 2 octets	données 46 à 1500 octets	PAD	CRC 4 octets
--------------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------------	-----	-----------------

280 000 Giga adresses

niveau supérieur associé au paquet

```
Ethernet II, Src: Sfr_2a:d6:bc (e0:a1:d7:2a:d6:bc), Dst: IPv4mcast_7f:ff:fa
  Destination: IPv4mcast_7f:ff:fa (01:00:5e:7f:ff:fa)
  Source: Sfr_2a:d6:bc (e0:a1:d7:2a:d6:bc)
  Type: IP (0x0800)
```

0x0800 = IP,
0x0600 = XNS,
0x0806 = ARP,
0x8035 = RARP

```
0000 01 00 5e 7f ff fa e0 a1 d7 2a d6 bc 08 00 45 00 ..^.....*.E.
0010 01 2a 00 00 40 00 01 11 c7 1f c0 a8 01 01 ef ff *...@...
0020 ff fa 92 89 07 6c 01 16 9f e4 4e 4f 54 49 46 59 .....l...NOTIFY
0030 20 2a 20 48 54 54 50 2f 31 2e 31 0d 0a 48 4f 53 * HTTP/ 1.1..HOS
0040 54 3a 32 33 39 2e 32 35 35 2e 32 35 35 2e 32 35 T:239.25 5.255.25
0050 30 3a 31 39 30 30 0d 0a 43 61 63 68 65 2d 43 6f 0:1900..Cache-Co
0060 6e 74 72 6f 6c 3a 6d 61 78 2d 61 67 65 3d 36 30 ntrol:ma x-age=60
0070 0d 0a 4c 6f 63 61 74 69 6f 6e 3a 68 74 74 70 3a ..Locati on:http:
0080 2f 2f 31 39 32 2e 31 36 38 2e 31 2e 31 3a 34 39 //192.16 8.1.1:49
0090 31 35 32 2f 72 6f 6f 74 44 65 73 63 2e 78 6d 6c 152/root Desc.xml
00a0 0d 0a 53 65 72 76 65 72 3a 20 6e 65 75 66 62 6f ..Server : neufbo
00b0 78 2f 6e 65 75 66 62 6f 78 20 55 50 6e 50 2f 31 x/neufbo x UPnP/1
00c0 2e 30 20 4d 69 6e 69 55 50 6e 50 64 2f 31 2e 35 .0 MiniU PnPd/1.5
00d0 0d 0a 4e 54 3a 75 70 6e 70 3a 72 6f 6f 74 64 65 ..NT:upn p:rootde
00e0 76 69 63 65 0d 0a 55 53 4e 3a 75 75 69 64 3a 35 vice..US N:uuid:5
00f0 35 36 65 31 36 32 30 2d 33 65 65 34 2d 34 61 39 56e1620- 3ee4-4a9
0100 39 2d 38 38 33 37 2d 39 33 36 61 65 36 61 31 32 9-8837-9 36ae6a12
0110 35 31 39 3a 3a 75 70 6e 70 3a 72 6f 6f 74 64 65 519::upn p:rootde
0120 76 69 63 65 0d 0a 4e 54 53 3a 73 73 64 70 3a 61 vice..NT S:ssdp:a
0130 6c 69 76 65 0d 0a 0d 0a live....
```

Longueur totale
de la trame :
64 octets à
1518 octets

Liaison entre deux machines

Le protocole Ethernet - Fonctionnement

Emission d'une trame :

1. Construction de la trame,
2. Calcul CRC,
3. Transmission (Technique utilisée CSMA-CD)

Traitement d'une trame à la réception :

- 1 – Vérification longueur trame , si < 64 octets alors rejet
- 2 – Vérification CRC , si erreur détecté alors rejet
- 3 – Vérification @destinataire , si @ différente alors rejet
- 4 – Extraction protocole, si protocole non actif alors rejet
- 5 – Transfert des données vers couche supérieure

Liaison entre deux machines

Le protocole Ethernet

Ethernet est utilisé aujourd'hui :

- sur tous les supports de transmission : paires de cuivre, fibre optique, réseaux sans fil,
- dans les réseaux locaux domestiques : courant électrique (CPL).

Ethernet est un standard pour l'entreprise :

- >90% des réseaux = Ethernet
- 80 millions de cartes vendues chaque année

La vitesse de l'Ethernet :

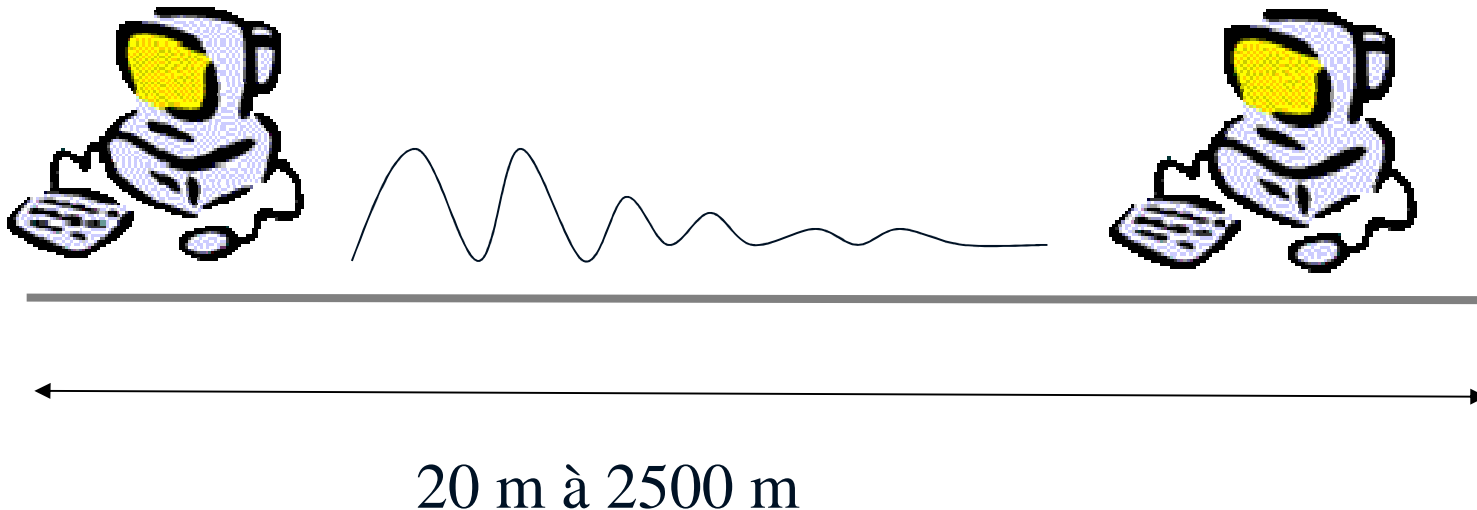
- 100 / 1000 Mb/s (standard)
- atteint aujourd'hui les 10 Gigabits (dernières normes)
- 40 Gb/s (future norme)

Liaison entre deux machines

**D - Equipements
d'interconnexion**

Liaison entre deux machines

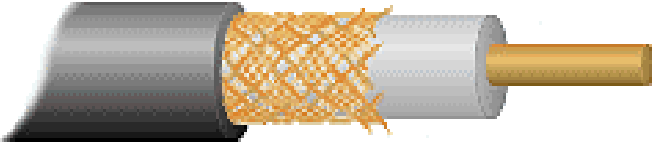
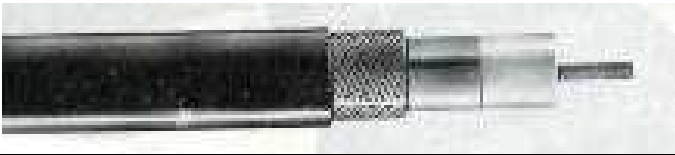
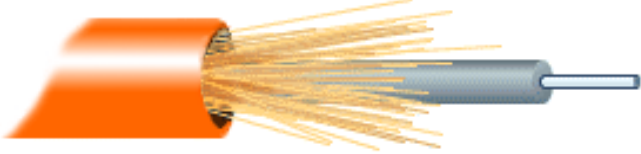
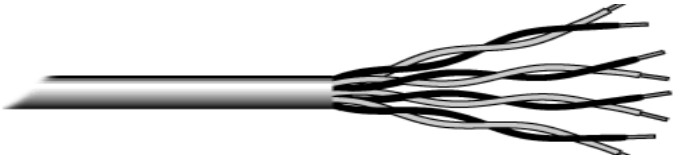
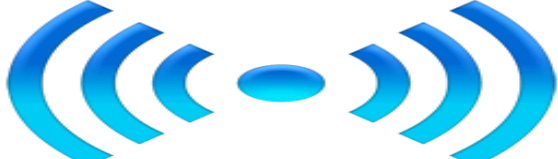
Pourquoi des équipements d'interconnexion ?



Comme le signal électrique s'atténue avec la distance, la longueur maximale d'un segment de câble dépend du support utilisé.
Si l'on veut créer des réseaux sur une grande surface géographique, il sera nécessaire de le ré-amplifier.

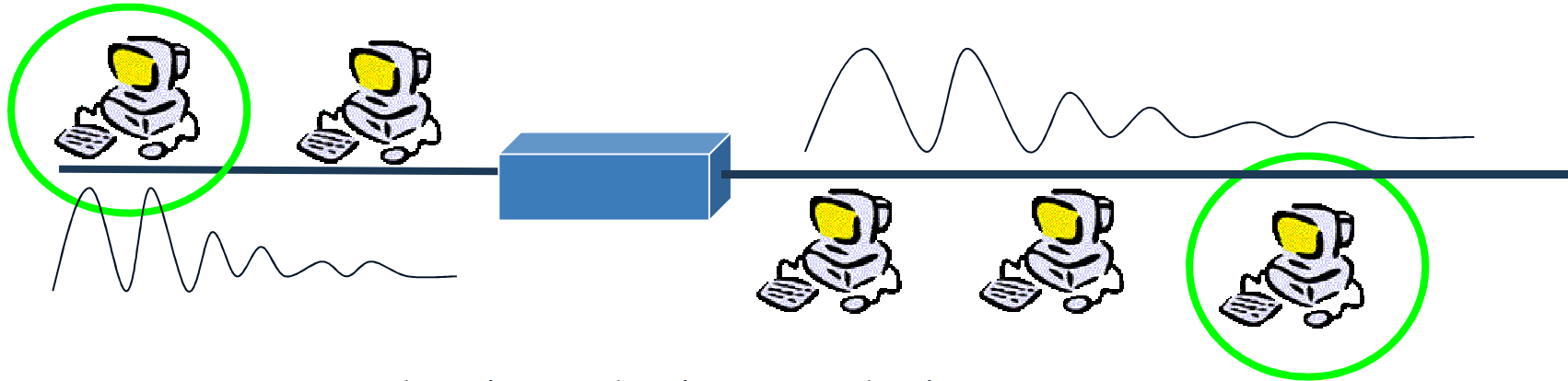
Liaison entre deux machines

Quelles ont les distances maximales par support ?

Support	Schéma	Longueur
Coaxial Thin		200 m
Coaxial Thick		500 m
Fibre optique		2500 m
Paire torsadée		100 m à 100mbs 50m à 1gbs 20m à 10gbs
Sans fil		300 m

Liaison entre deux machines

Equipements d'interconnexion

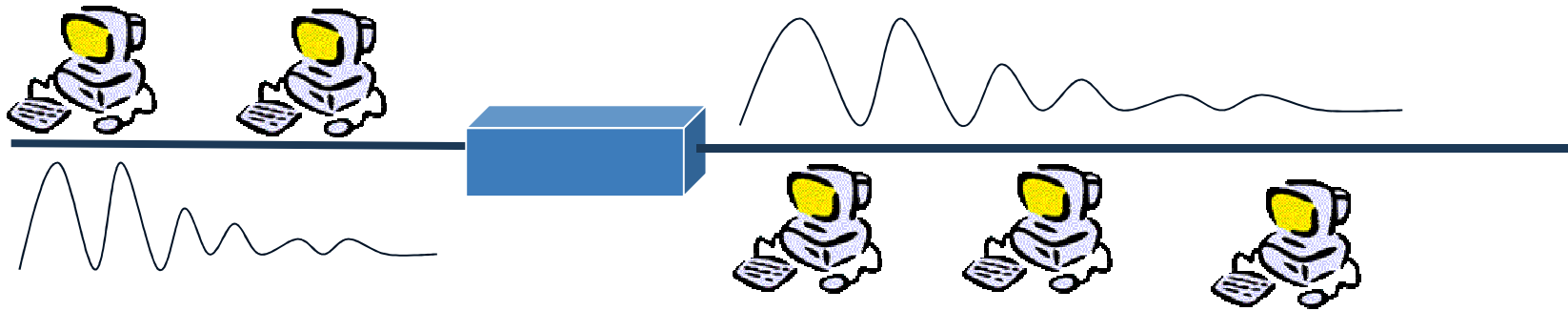


Il existe plusieurs solutions :

- Le répéteur
- Le Hub
- Le switch
- ...
- Le Routeur

Equipements d'interconnexion

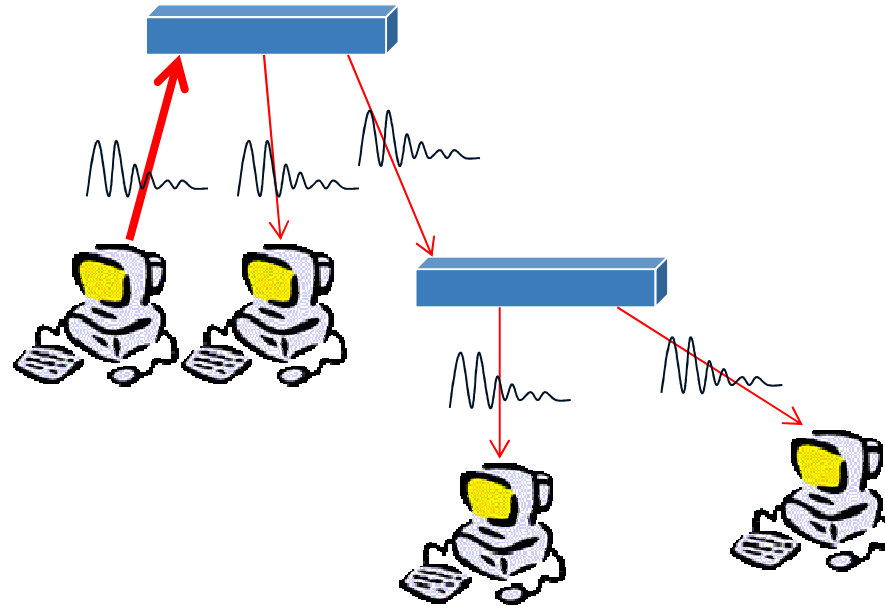
Le répéteur (*repeater*) :



Equipement simple permettant de régénérer un signal entre deux noeuds du réseau, afin d'étendre la distance de câblage d'un réseau. Le répéteur travaille uniquement au niveau des informations binaires circulant sur la ligne de transmission, il n'est pas capable d'interpréter les paquets d'informations.

Equipements d'interconnexion

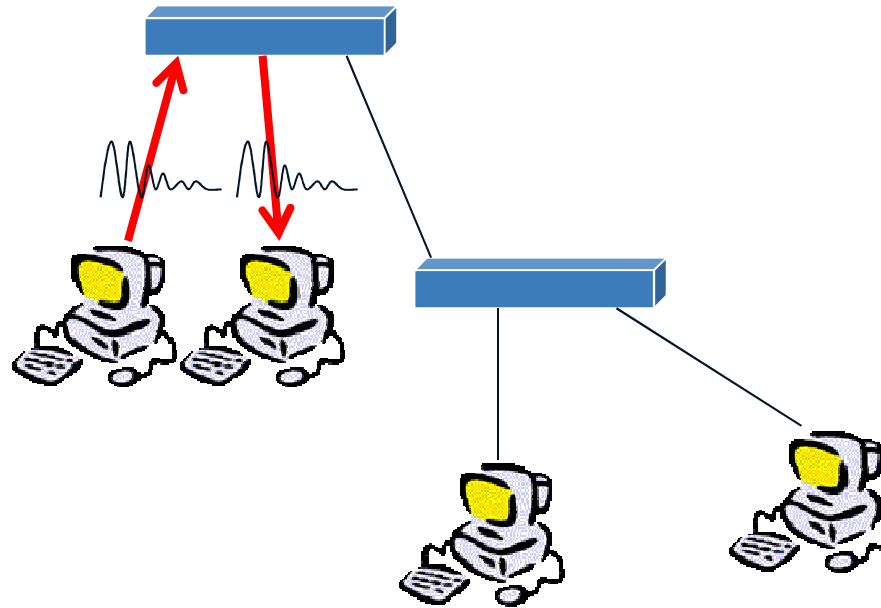
Le **concentrateur**, répéteur multiports ou hub :



Elément matériel permettant de concentrer le trafic réseau provenant de plusieurs hôtes. Son unique but est de récupérer les données binaires parvenant sur un port et de les diffuser sur l'ensemble des ports (généralement 4, 8, 16 ou 32).

Equipements d'interconnexion

Le commutateur (*switch*) = pont multiports



Analyse les trames arrivant sur ses ports d'entrée et filtre les données afin de les aiguiller uniquement sur les ports adéquats (on parle de **commutation** ou de **réseaux commutés**).

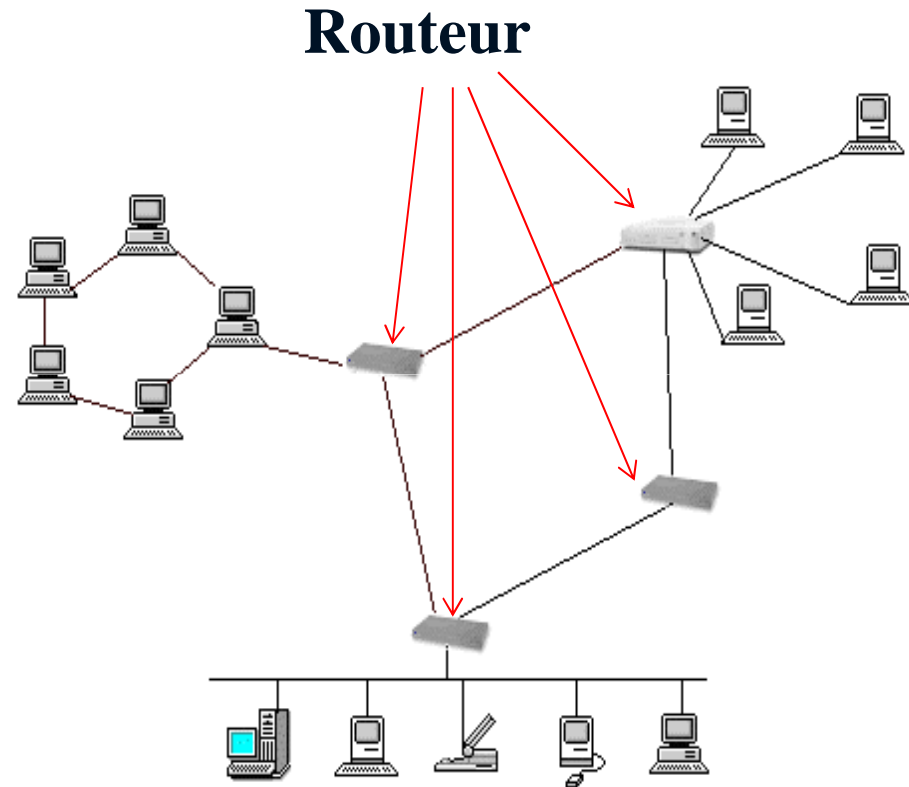
Le filtrage des données se fait sur la base de l'adresse de la machine (adresse physique ou MAC)

Liaison entre deux machines

Le routeur :

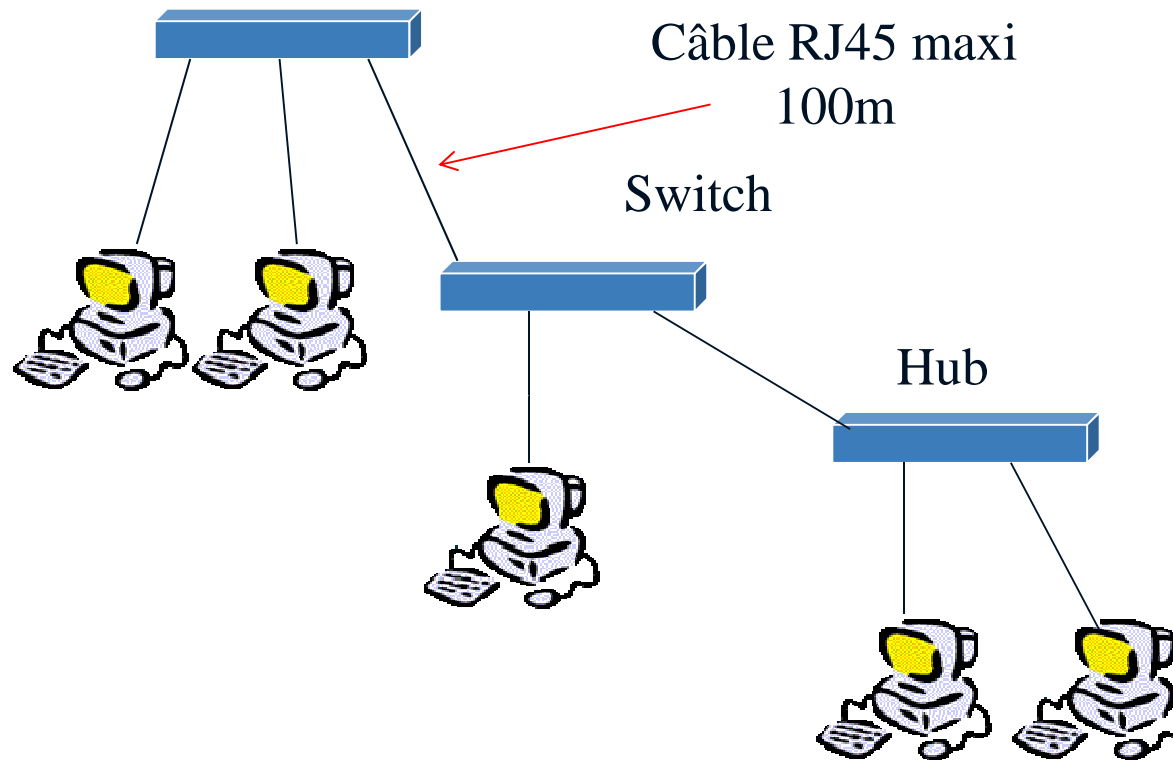
Equipement

d'interconnexion de réseaux informatiques permettant d'assurer le routage des paquets entre deux réseaux ou plus afin de déterminer le chemin qu'un paquet de données va emprunter.



Liaison entre deux machines

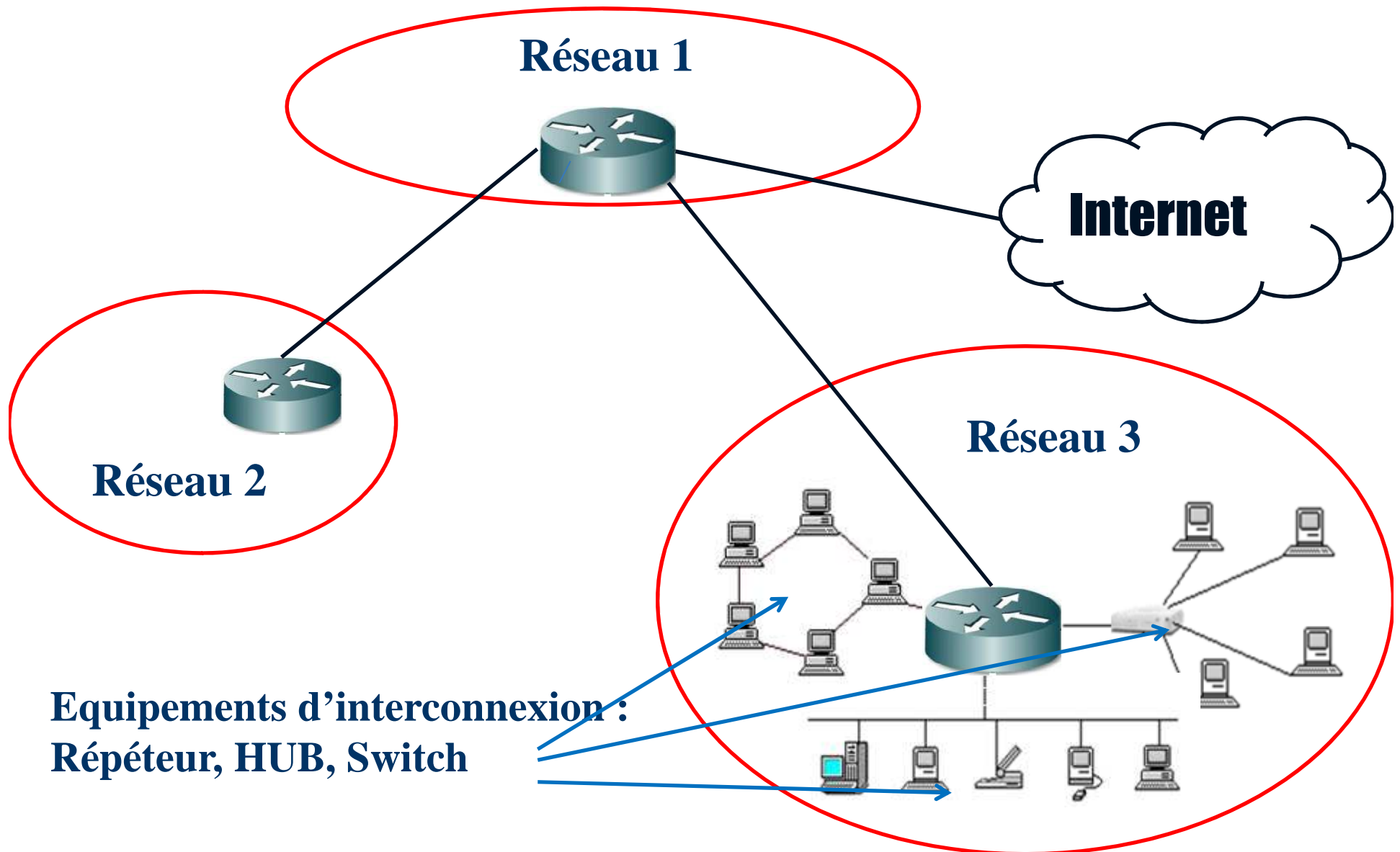
Exemple de câblage



Paires torsadées : maxi 4 Hub (ou Switch) entre deux machines

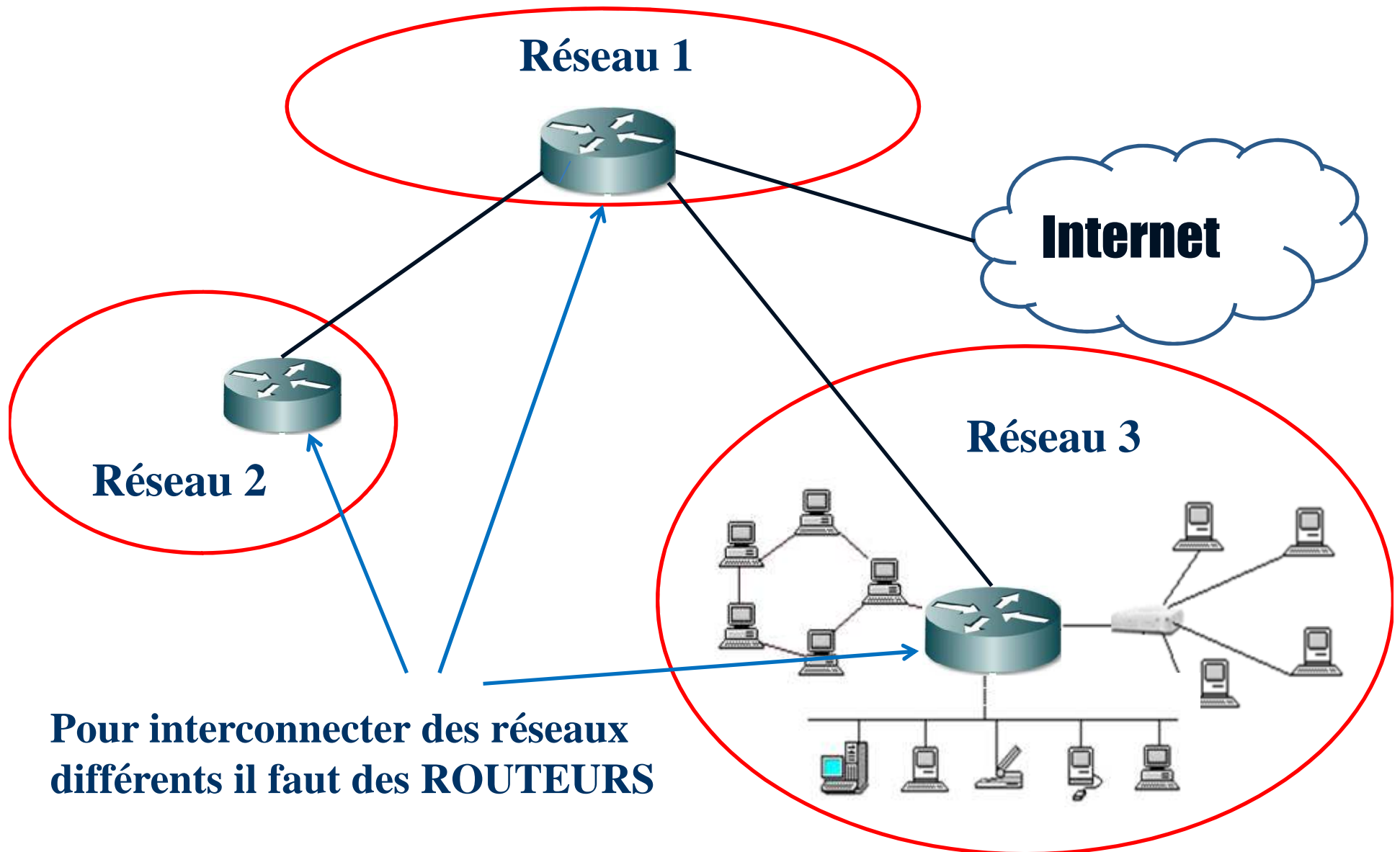
Liaison entre deux machines

Résumé



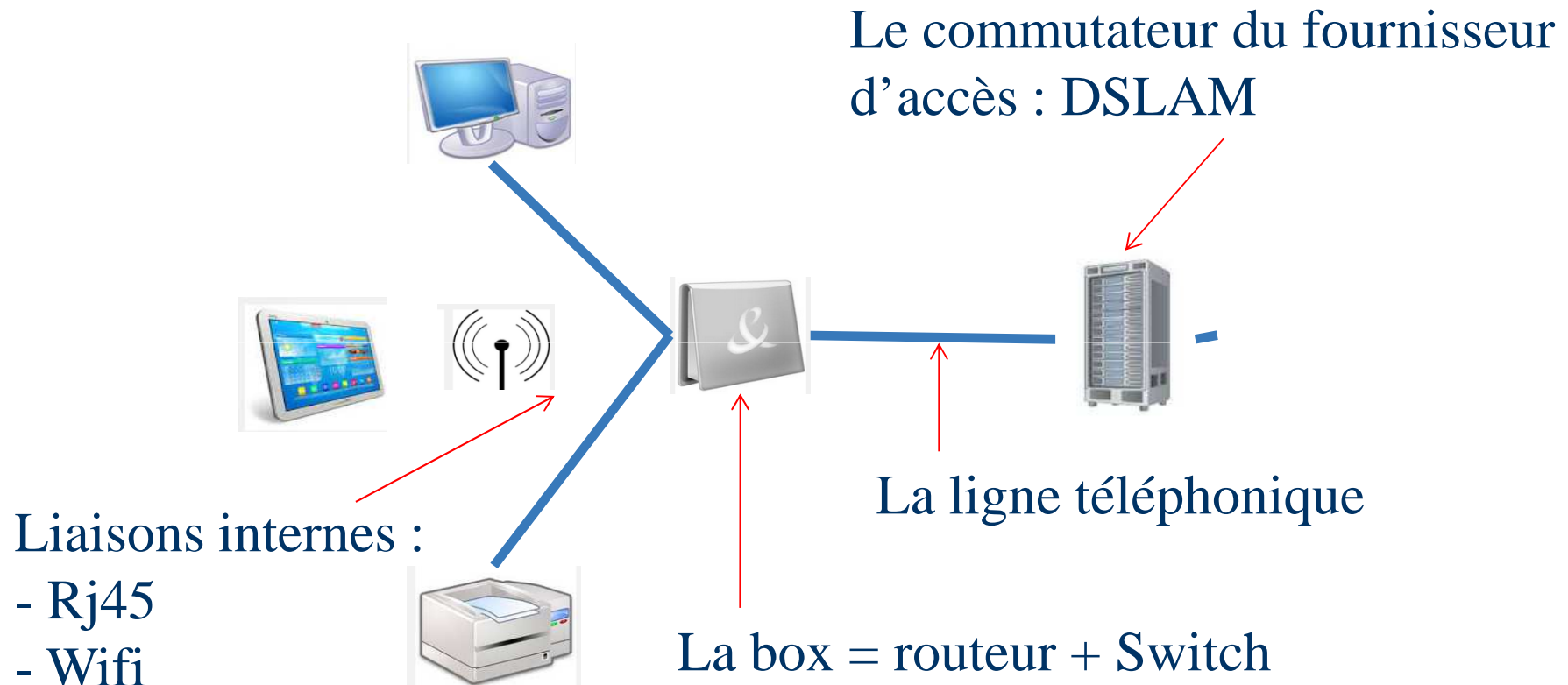
Liaison entre deux machines

Résumé



Liaison entre deux machines

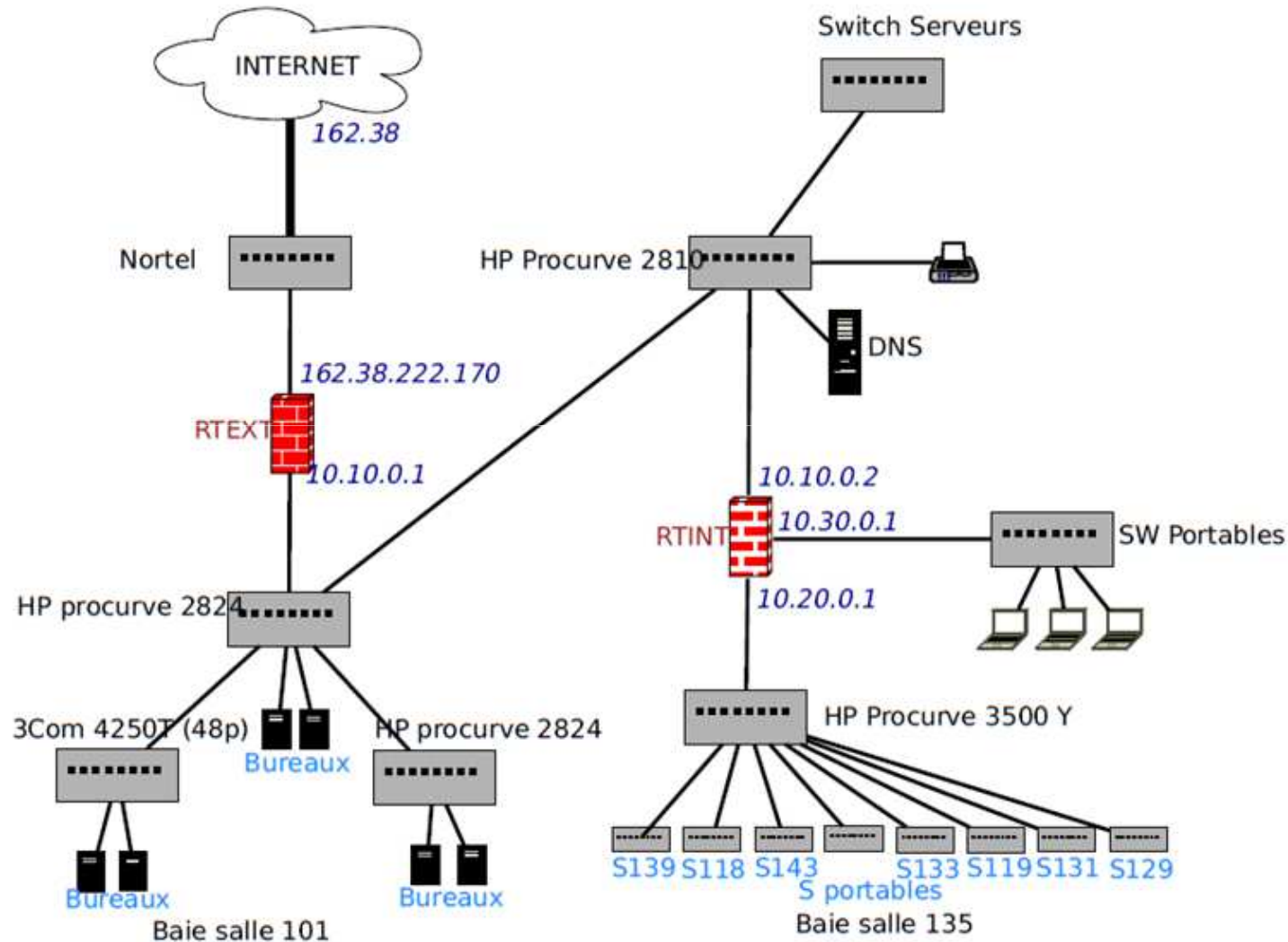
Exemple de réseau



Réseaux d'un particulier

Liaison entre deux machines

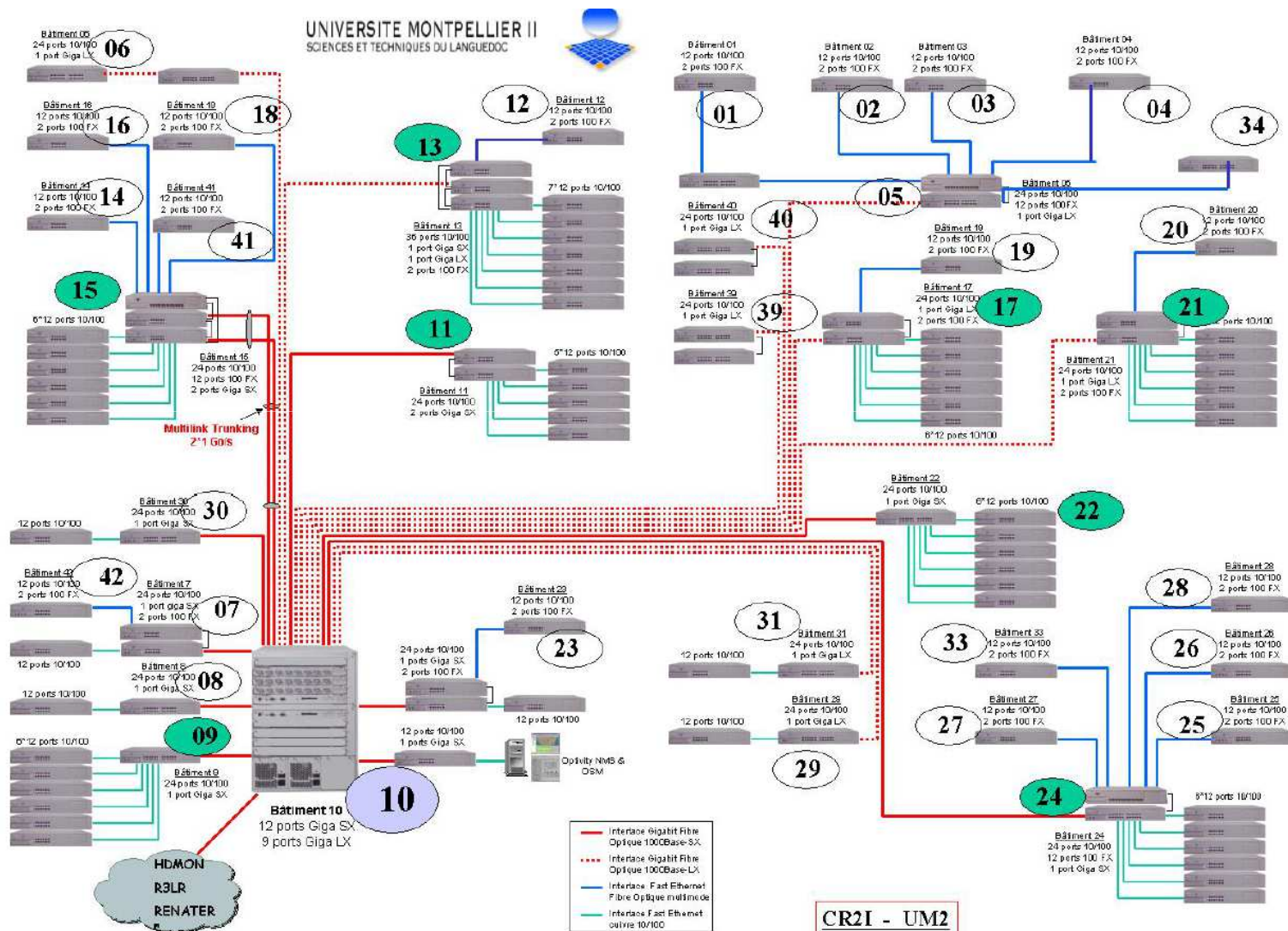
Exemple de réseau



Réseaux du département informatique

Liaison entre deux machines

Exemple de réseau



Réseaux du campus UM2