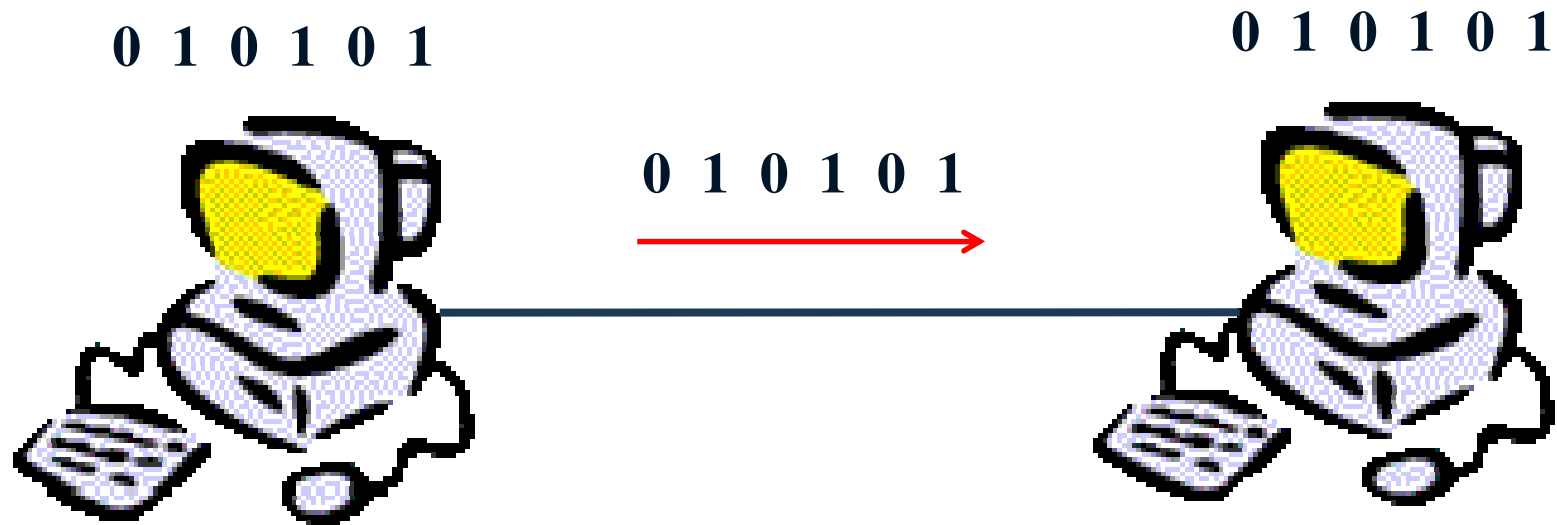


# **Les réseaux informatiques**

## **Couches 1 et 2**

### **Liaison entre 2 machines**

# Liaison entre deux machines

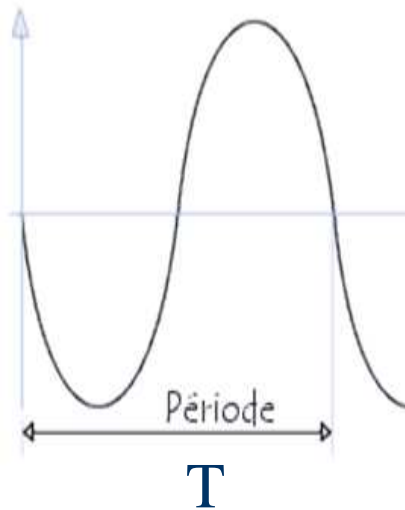


OBJECTIF : Propager, sans erreurs, une suite binaire  
entre deux machines

# 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.

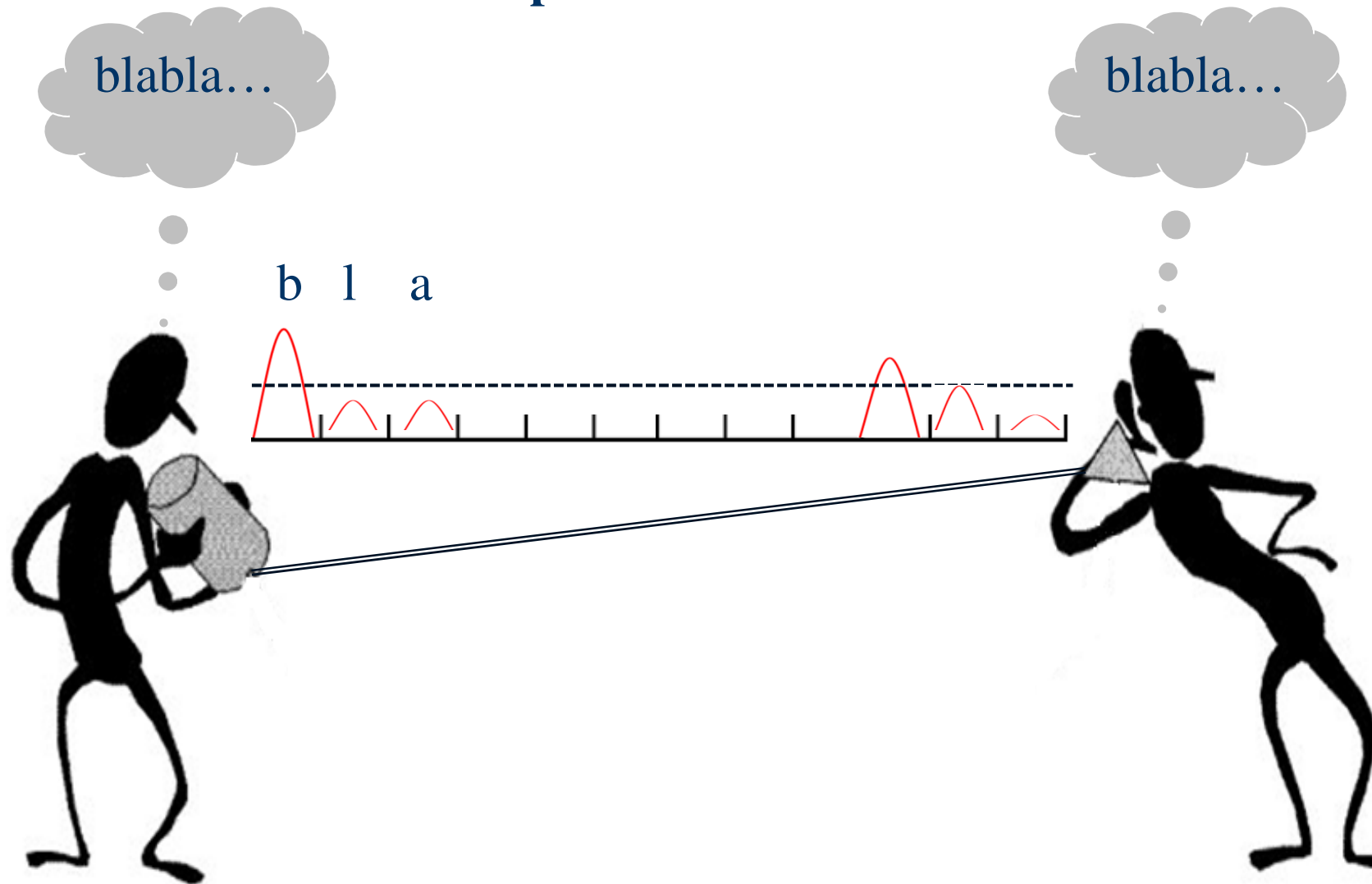


Signal : onde exprimée par une sinusoïde

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

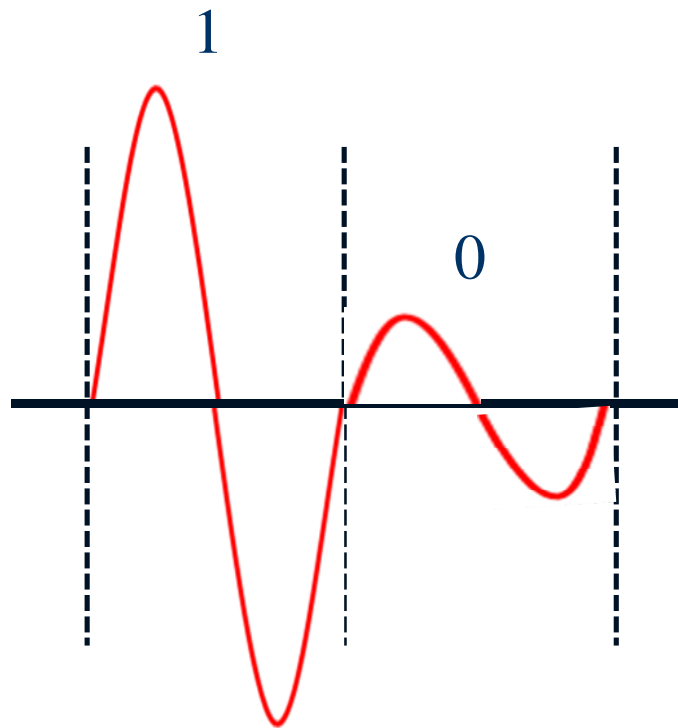
# Liaison entre deux machines

## Principe de fonctionnement



# Liaison entre deux machines

## Propriétés du signal binaire

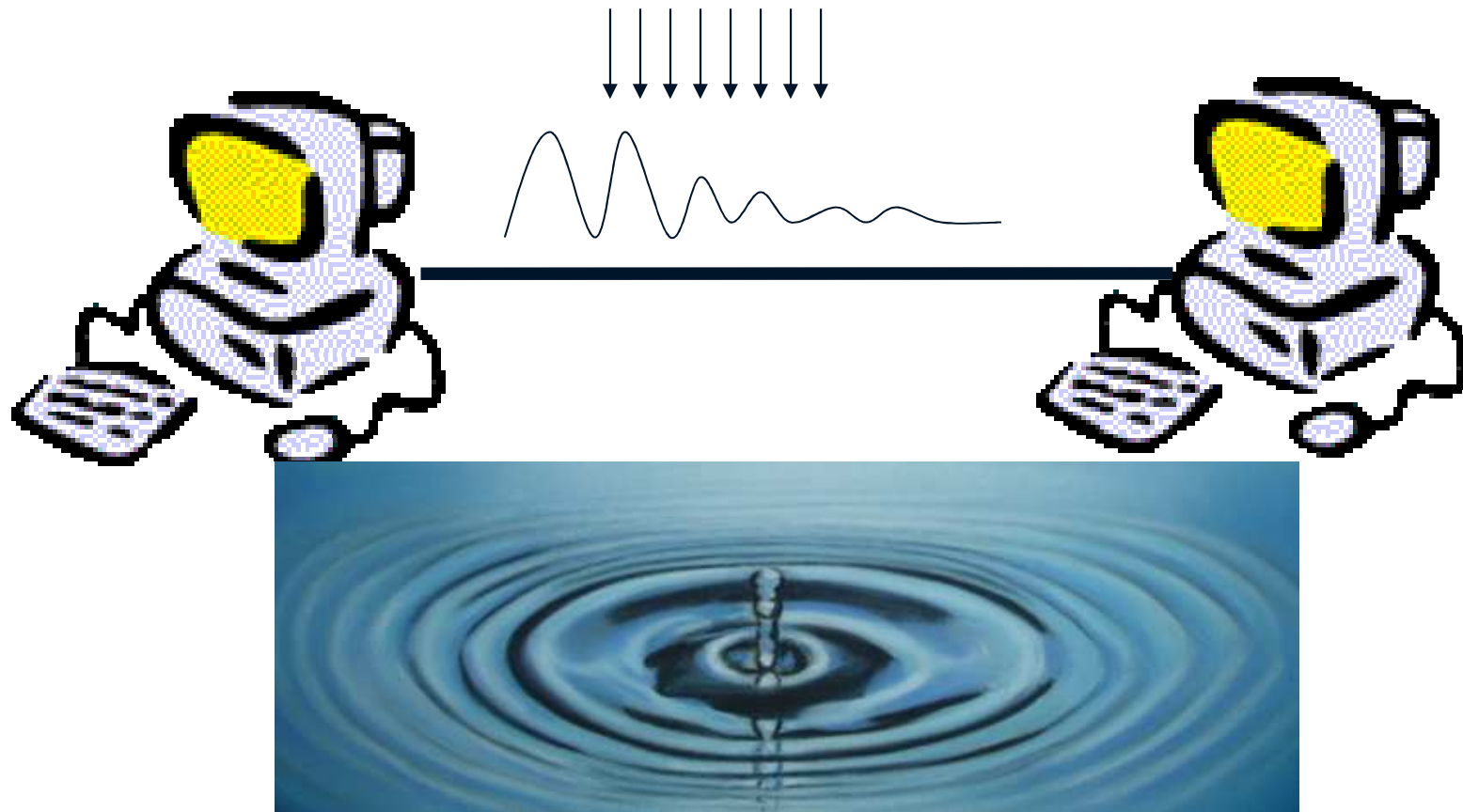


Principe : Générer des signaux différents et associer à chaque signal des valeurs binaires

**Codage du signal**

# Liaison entre deux machines

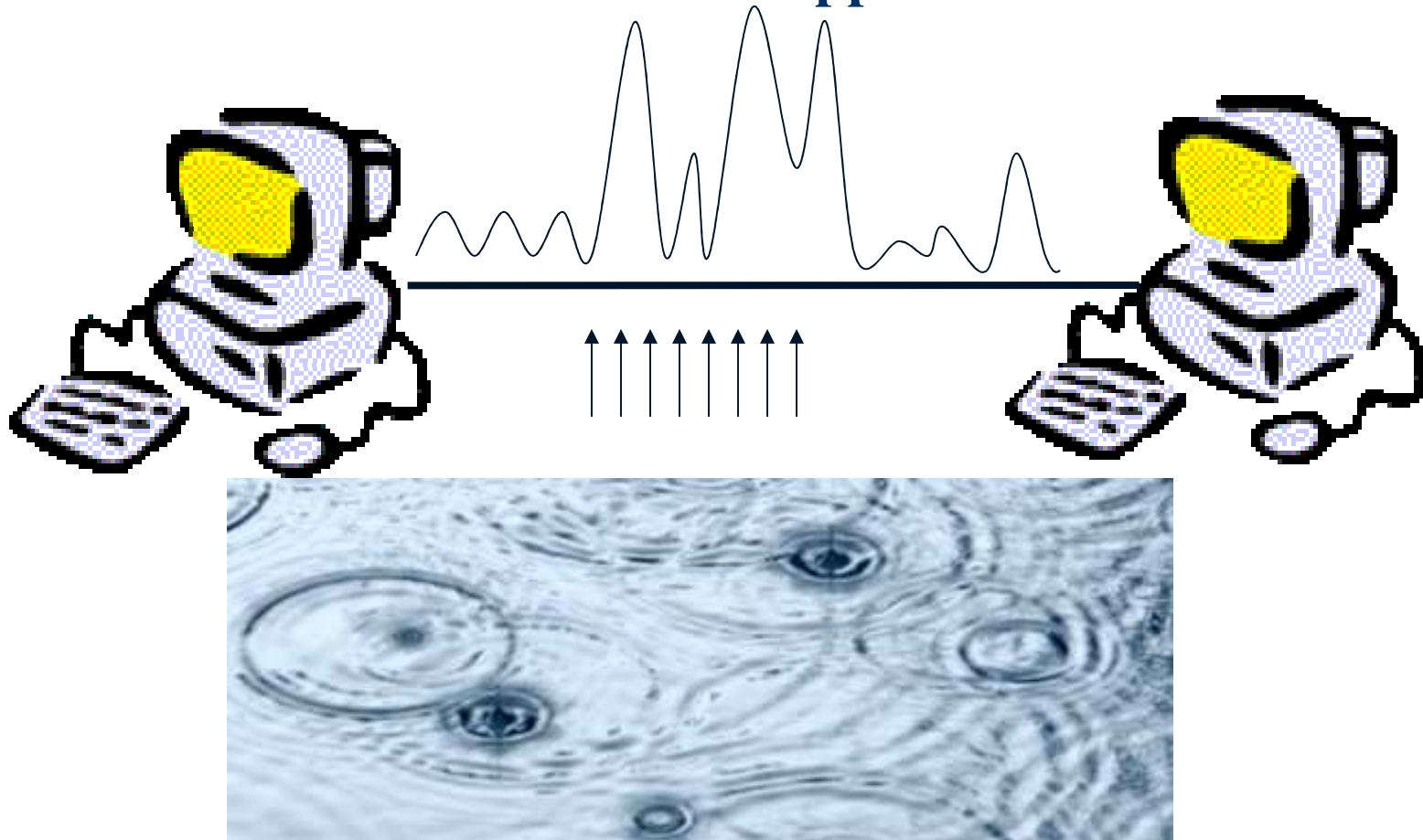
## Limites des supports



Problème 1 : Atténuation du signal  
→ la distance entre les machines est limitée.

# Liaison entre deux machines

## Limites des supports



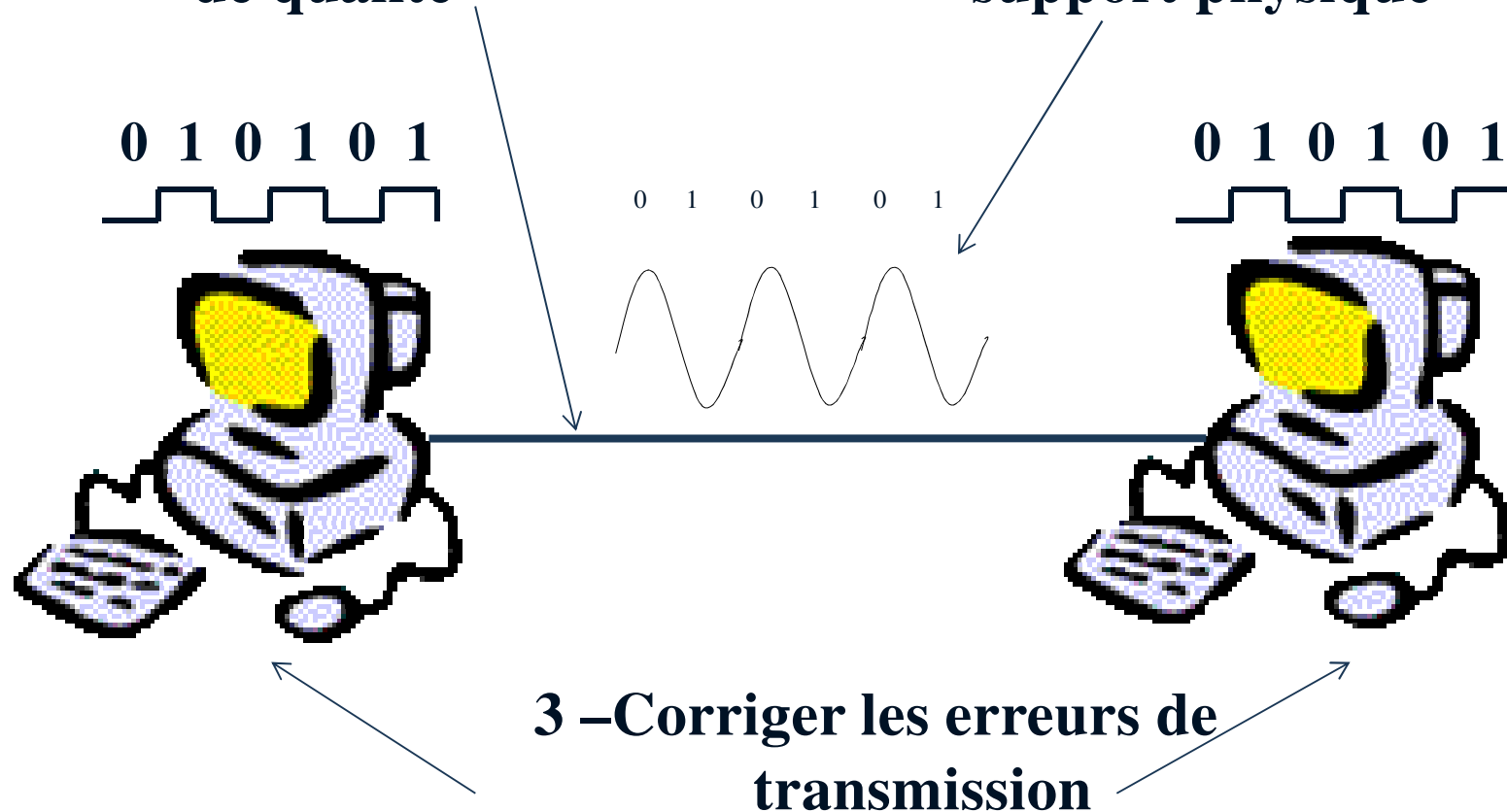
Problème 2 : Le signal physique est soumis à des perturbations ponctuelles (bruit) qui peuvent altérer le sens du message initial  
→ Il faut prévoir des procédures pour détecter et corriger ces erreurs

# Liaison entre deux machines

Pour mettre en place une liaison de qualité il faut :

1 - Choisir un support de qualité

2 – Adapter le signal au support physique





# Liaison entre deux machines

Toutes ces fonctionnalités concernent les couches 1 et 2 de l'OSI

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

# **Liaison entre deux machines**

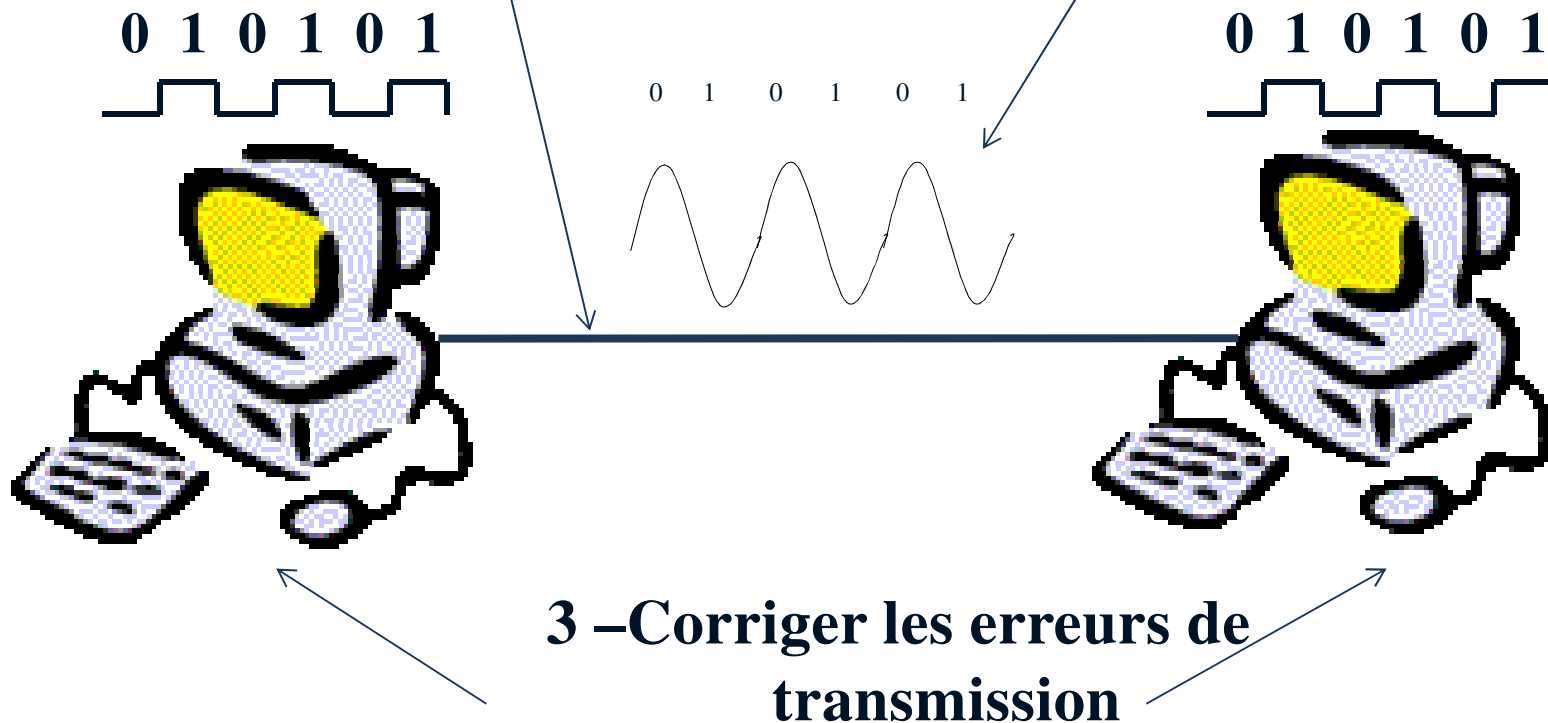
## **A – Supports de transmission et codage du signal**

### **Couche 1**

# Liaison entre deux machines

**1 - Choisir un support de qualité**

**2 – Adapter le signal au support physique**



# Liaison entre deux machines

## Supports

### **Paire torsadée (RJ45)**

débit de 100 Mb/s à 10 Gb/s  
→ 1 DVD de 5Go en 4 secondes



### **Fibre optique**

400Gb/s sur une distance de 12 000 Km → 10 DVD de 5 Go/s

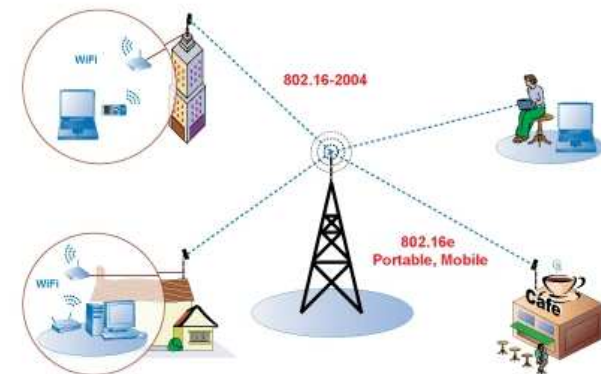


### **Les ondes radioélectriques (WiFi)**

50 à 100 Mb/s (normes 802.11 g et n)

### **Les ondes grandes distances (WiMax)**

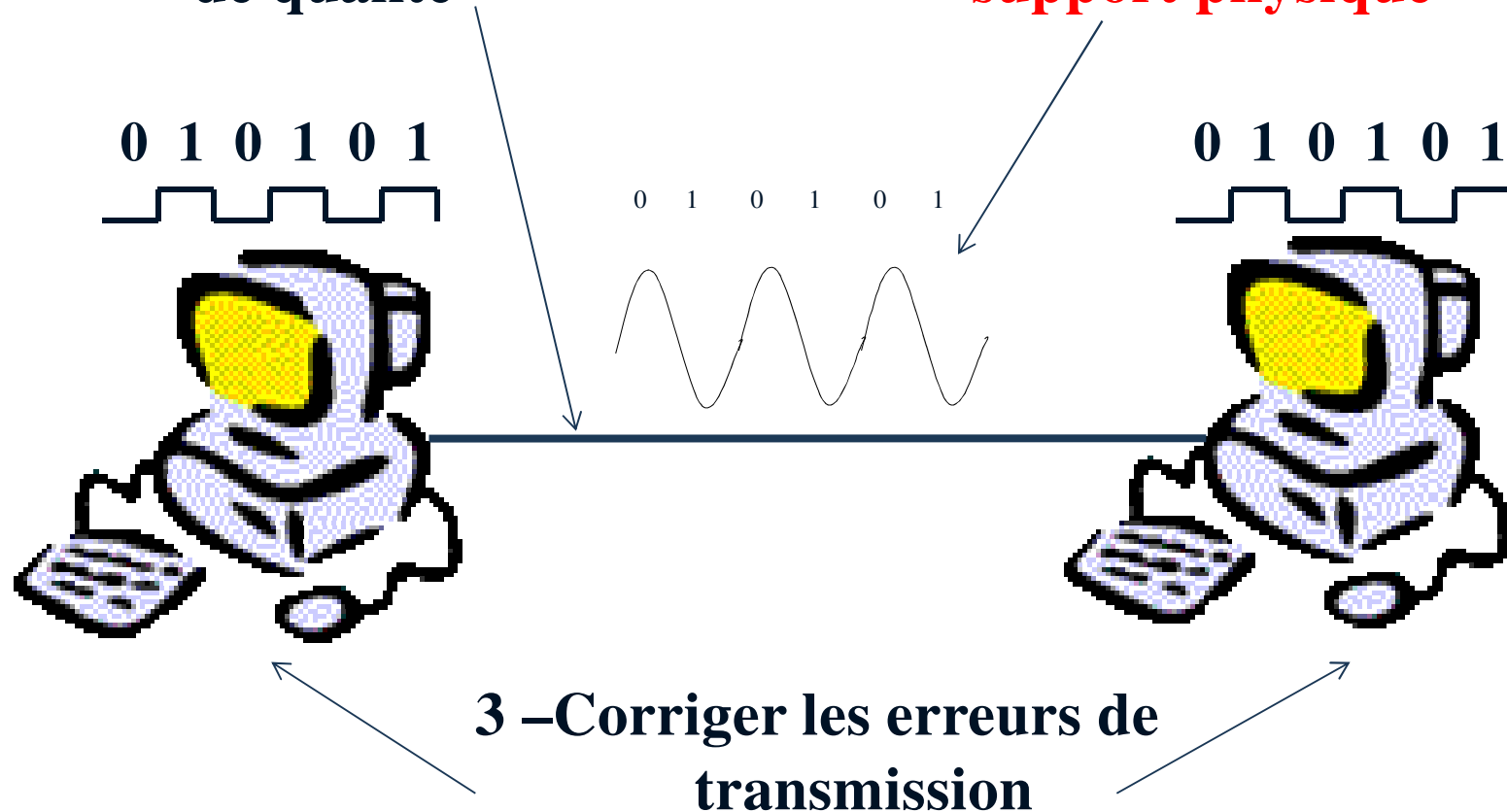
10 Mb/s sur 20 à 30 km



# Liaison entre deux machines

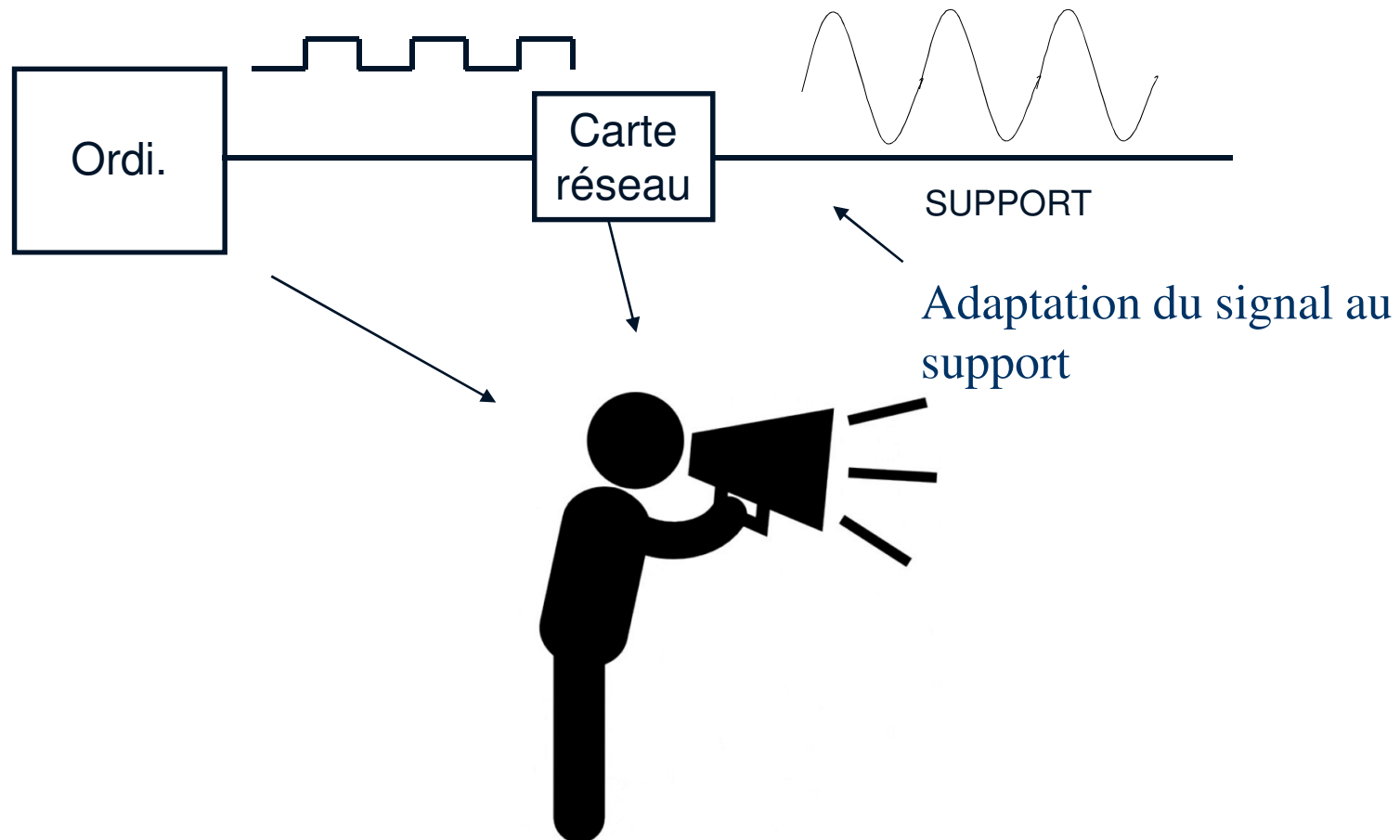
**1 - Choisir un support de qualité**

**2 – Adapter le signal au support physique**



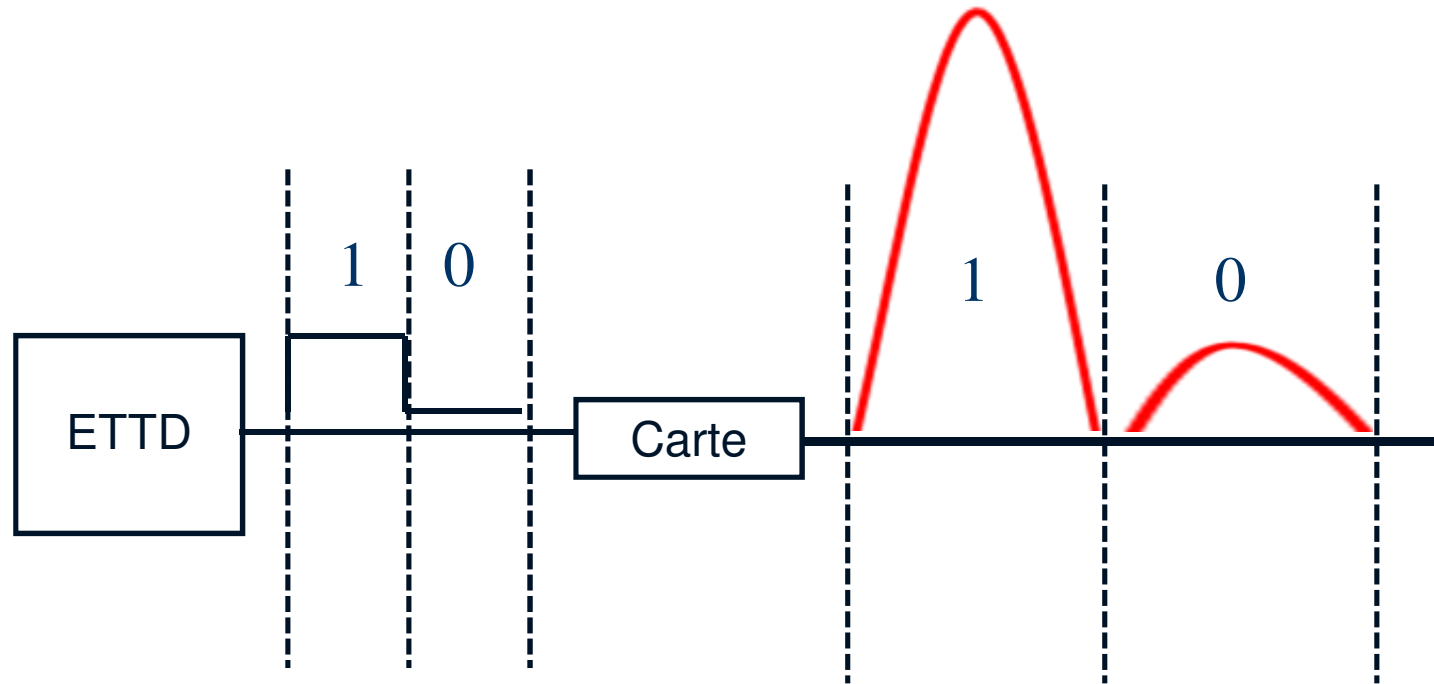
# Liaison entre deux machines

Pourquoi adapter le signal ?



# Liaison entre deux machines

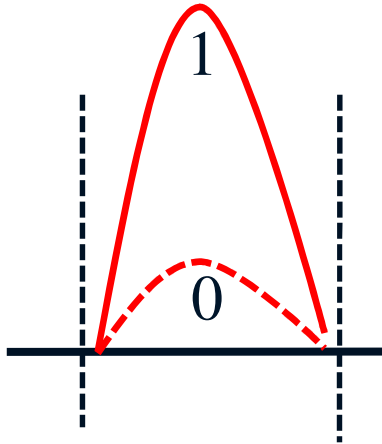
## Adaptation des signaux



Il est nécessaire d'amplifier les signaux, pour que , malgré l'atténuation, ils atteignent leur destination, en bon état.  
Plusieurs techniques existent à ce jour : NRZ, Manchester, Miller, ...

# Liaison entre deux machines

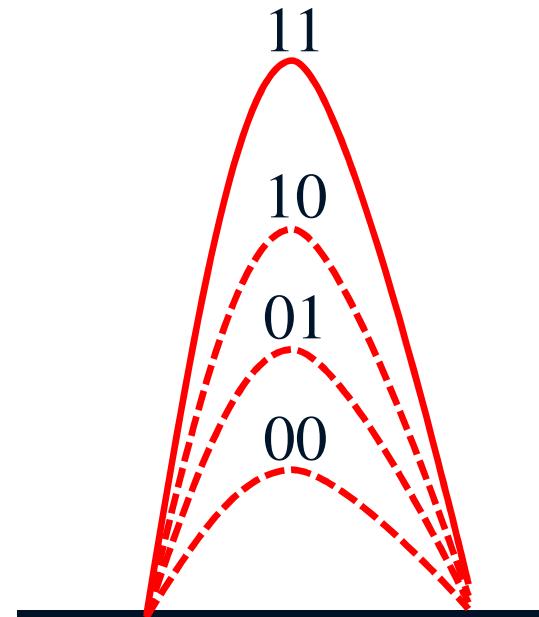
## Notion de débit de transmission



Un signal ayant plusieurs propriétés : exemple des niveaux d'amplitudes différents, on associe à un niveau une valeur binaire : **Le codage**

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

Idée = coder chaque niveau par une valeur binaire correspondant à son rang.

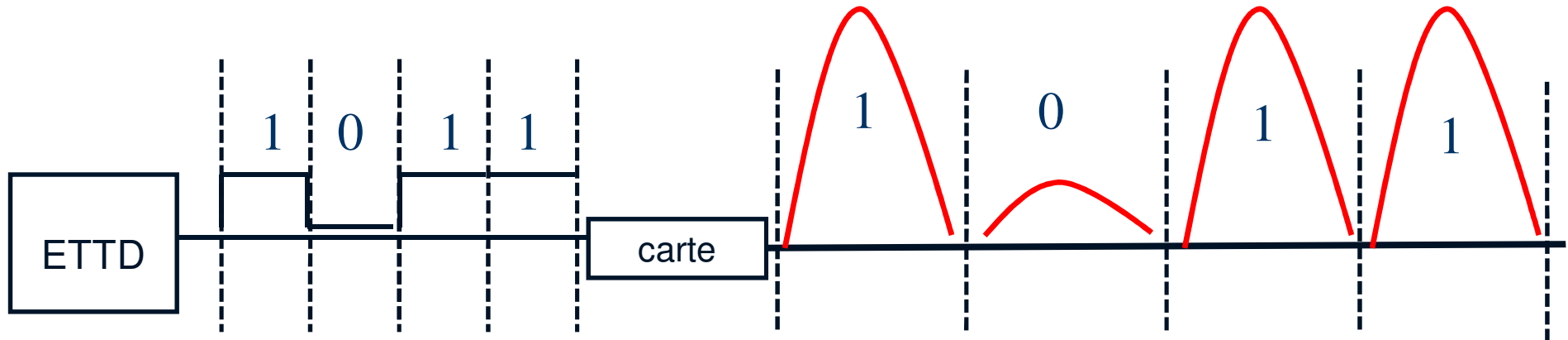


Par exemple si on a 4 niveaux, on peut les numéroté de 0 à 3 en binaire: soit deux bits.

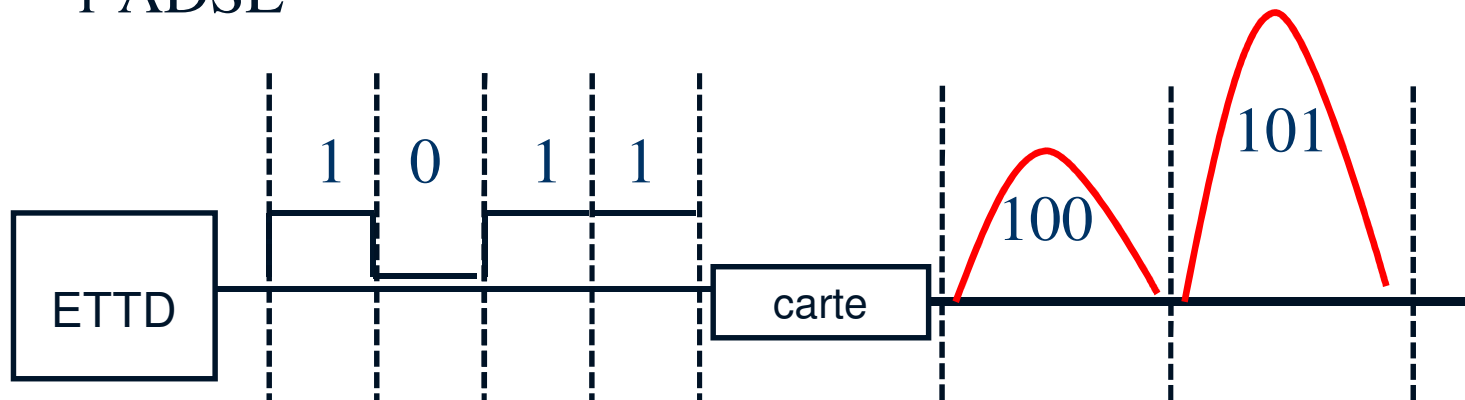


# Liaison entre deux machines

## Notion de débit de transmission



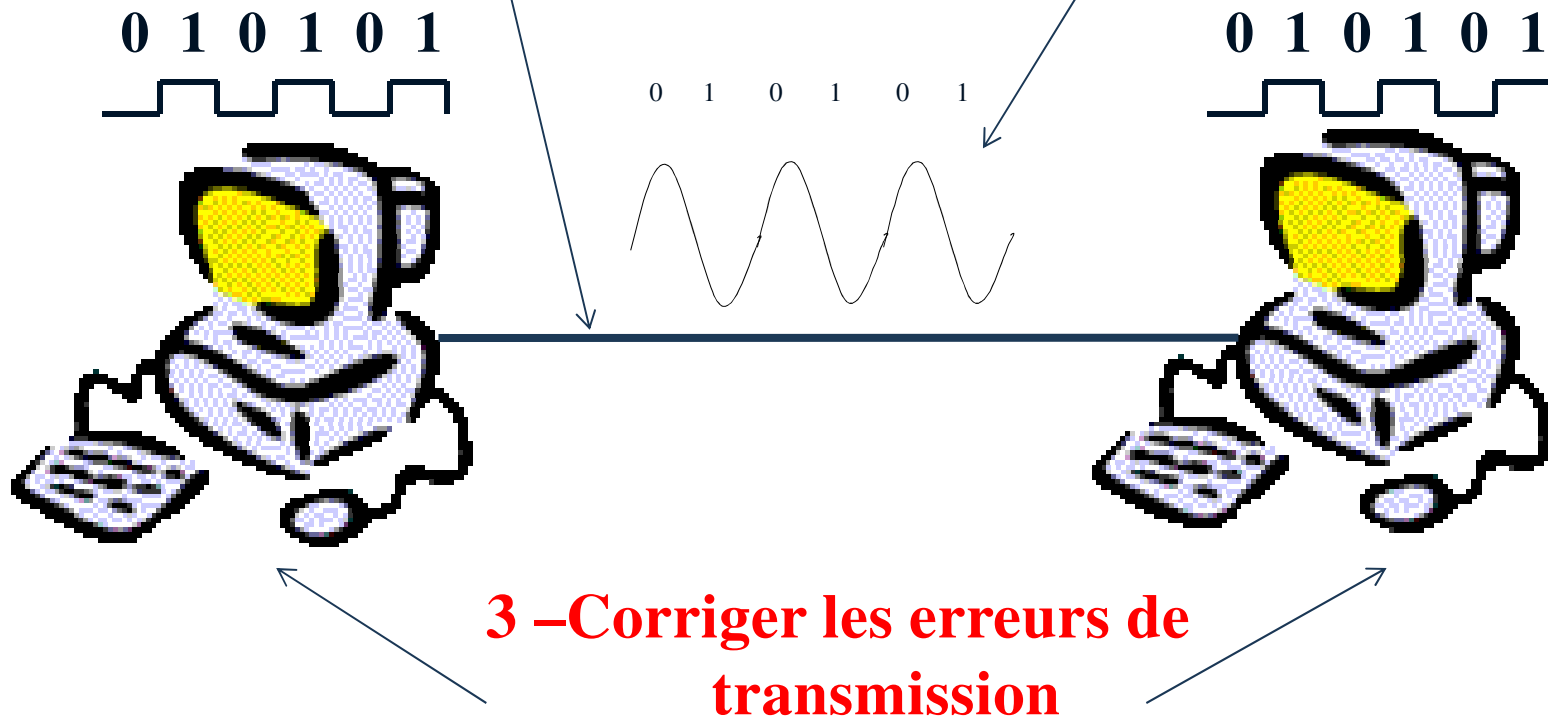
Finalement avec cette technique on compense la réduction de la vitesse de transmission en augmentant la quantité de bits envoyés à chaque signal. C'est cette technique qui est utilisée dans vos Box : l'ADSL



# Liaison entre deux machines

**1 - Choisir un support de qualité**

**2 – Adapter le signal au support physique**



# Liaison entre deux machines

## Contrôle des erreurs

Assurer une liaison de qualité, consiste, avant tout, à réduire le nombre d'erreurs de transmission. Pour cela, 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).

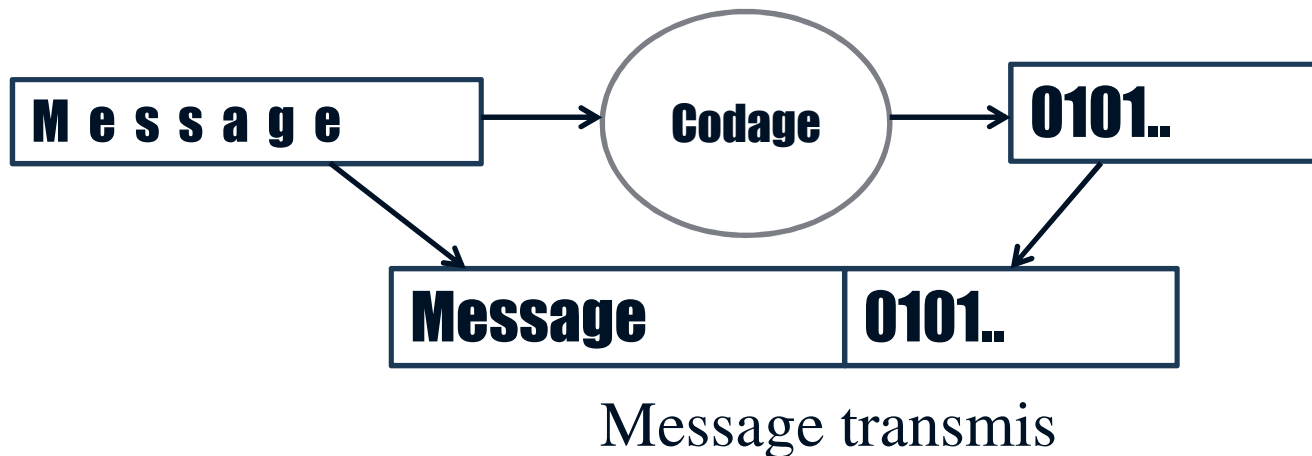
2 - Mise en place des mécanismes logiques de détection et de correction des erreurs.

# Liaison entre deux machines

## Contrôle 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

## Contrôle 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

## Contrôle 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**

## **Contrôle 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 :**

**$\text{CRC} = \text{Reste} (\text{message à transmettre} / \text{code binaire connu de l'émetteur et du récepteur})$**

# Liaison entre deux machines

## Contrôle des erreurs

### 2 - La correction des erreurs

Il existe deux modes de correction :

- Correction automatique, évite la retransmission des données  
Le codage à triple répétition : répète trois fois la transmission de chaque message, mais est très coûteux, puisqu'il multiplie par 3 la taille des données, donc réduit la vitesse de transmission
- Accusé de réception et retransmission :  
Méthode la plus fréquente , dans la transmission des données, mais très pénalisante, car elle implique beaucoup d'échanges de données.



# **Liaison entre deux machines**

## **Contrôle des erreurs**

### **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**

# Protocoles de liaison

Dans les années 80 l'informatique commence à envahir les entreprises, mais son développement est difficile, car les réseaux existants s'appuient sur le réseau téléphonique, très lent ...

L'IEEE, s'aventure à faire l'état des lieux et à proposer ce que pourrait être un réseau local, plus adapté aux besoins des entreprises, donc plus rapides ...

# Protocoles de liaison

Pourquoi le réseau téléphonique est lent :

- Car conçu pour de grandes distances et le transport de la voix;
  - Le support physique n'est pas de bonne qualité pour la transmission des données (bande passante et fréquence très basse), donc pas très fiable;
  - Pour fiabiliser, on utilise la connexion entre les machines et des techniques de contrôles des erreurs et de correction très pénalisantes.
- Conséquences : les débits ne dépassent pas 9600 bit/s

# Protocoles de liaison

Par contre dans un réseau local :

- Les distances sont plus courtes;
  - On peut utiliser des supports de meilleure qualité, même si le coût au mètres est plus élevé;
  - La qualité de la transmission est meilleure;
  - On a besoin de moins de contrôles.
- Conséquences : les débits peuvent atteindre plusieurs Mb/s

# Protocoles de liaison

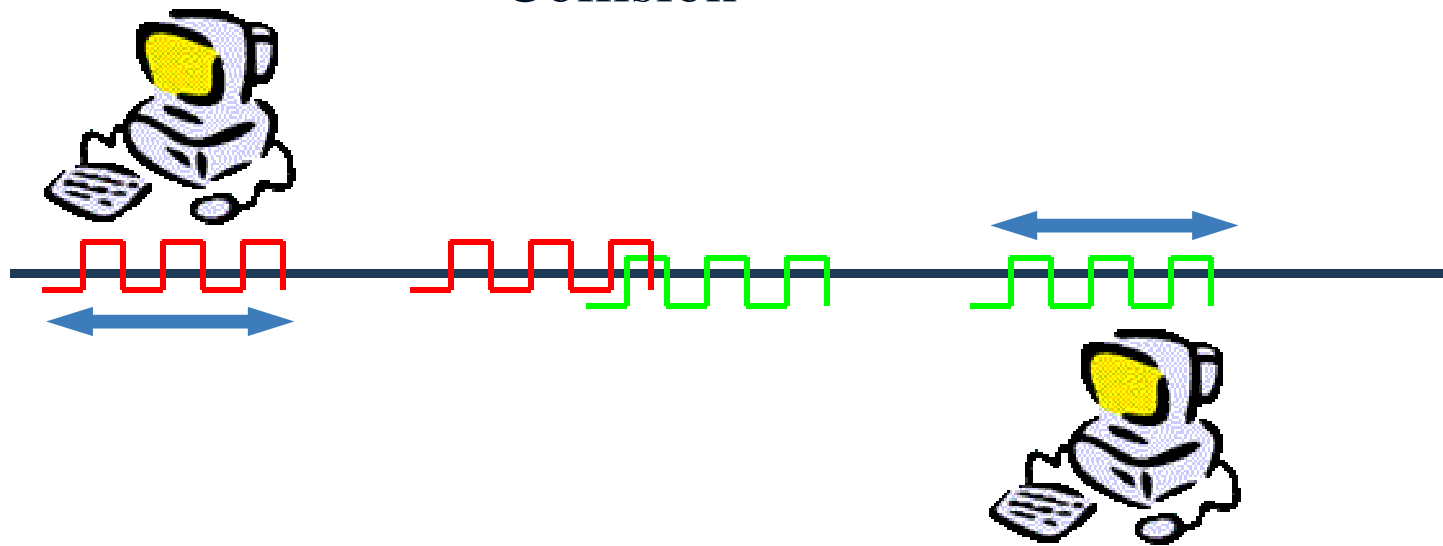
## La normalisation : le modèle IEEE 802.x (réseaux locaux)

<b>802.1</b> Protocole sans accusé de réception demandé											
<b>802.2</b> LLC (Liaison de données)											
<b>Type 1 (sans connexion)</b> Diffusion (Datagramme) Pas de lien logique établi Pas d'acquittement	<b>Type 2 (orienté connexion)</b> Lien logique Acquittement Contrôle de flux et d'erreurs	<b>Type 3 (trame simple)</b> Datagramme Acquittement									
<table><tr><td colspan="4">A C C E S      A U      M E D I A</td></tr><tr><td><b>802.3</b>  CSMA/CD ETHERNET</td><td><b>802.4</b>  BUS JETON</td><td><b>802.5</b>  ANNEAU JETON</td><td><b>802.11</b>  CSMA/CA</td></tr></table>				A C C E S      A U      M E D I A				<b>802.3</b>  CSMA/CD ETHERNET	<b>802.4</b>  BUS JETON	<b>802.5</b>  ANNEAU JETON	<b>802.11</b>  CSMA/CA
A C C E S      A U      M E D I A											
<b>802.3</b>  CSMA/CD ETHERNET	<b>802.4</b>  BUS JETON	<b>802.5</b>  ANNEAU JETON	<b>802.11</b>  CSMA/CA								

# Protocoles de liaison

## IEEE 802.3

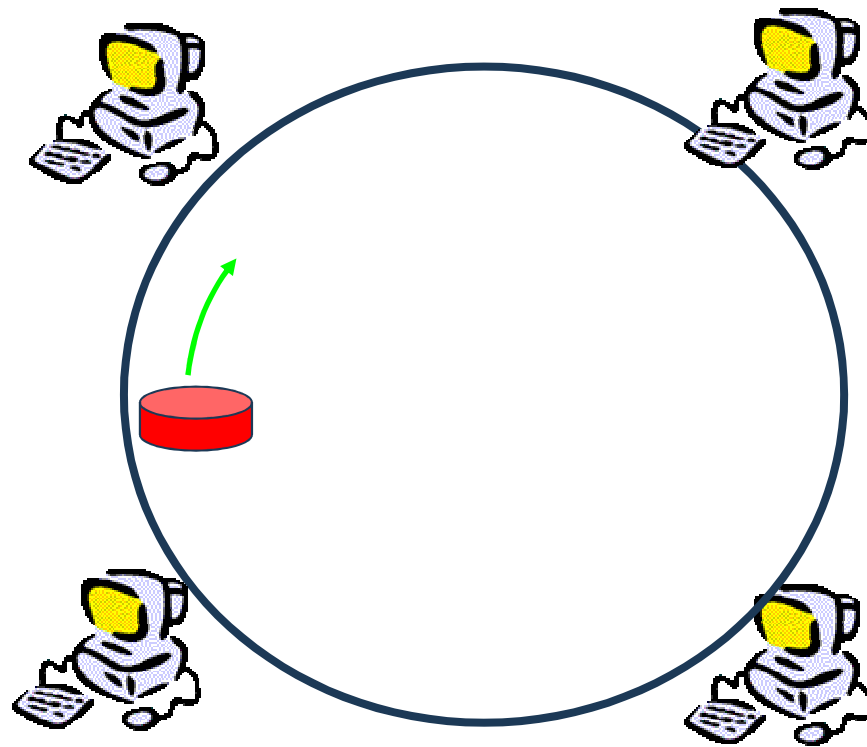
Collision



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

# Protocoles de liaison

## IEEE 802.5

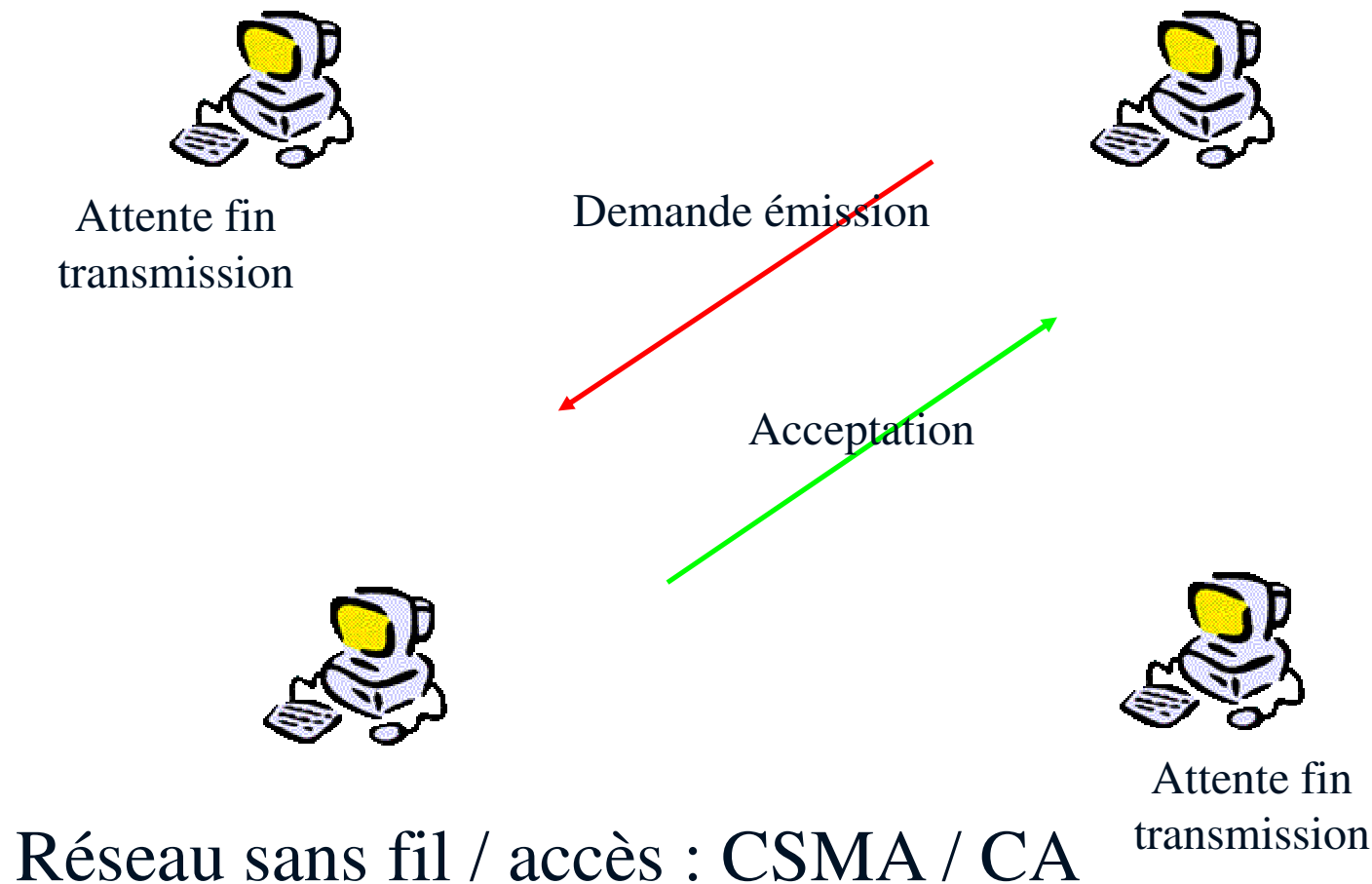


Réseau anneau / technique d'accès : Jeton



# Protocoles de liaison

## IEEE 802.11



# Protocoles de liaison

La normalisation :

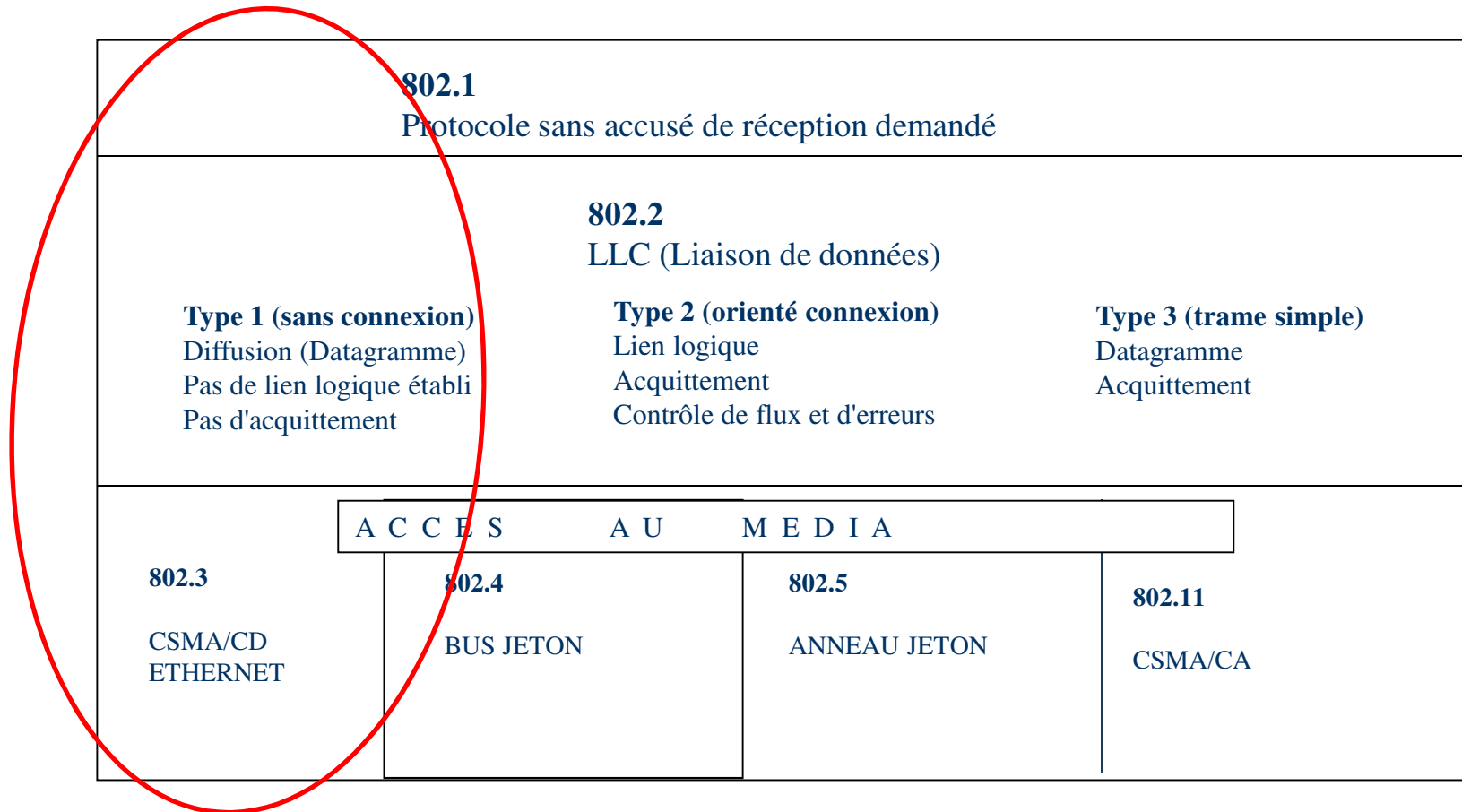
le modèle IEEE 802.x (réseaux locaux)

Type de problème	Couche	Rôle
Fonctions de transport	<b>4 Transport</b>	Transport et contrôle de routage
Techniques et algorithmes de routage	<b>3 Réseau</b>	Routage des paquets dans plusieurs réseaux
Echange entre 2 machines	<b>2 Liaison</b>	IEEE 802.1 ----- IEEE 802.2
Matériel de connexion	<b>1 Physique</b>	IEEE 802.3 / 802.4 / 802.5 ----- Câbles et signaux électriques

**Liaison entre deux machines**

**C- Protocole Ethernet**

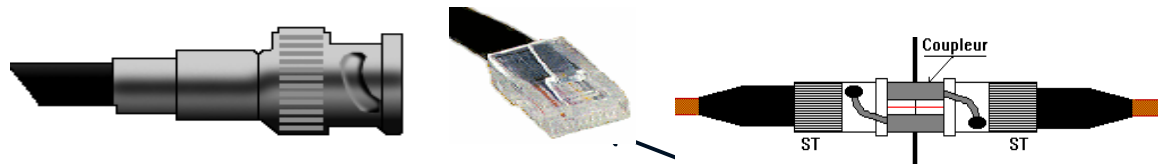
# Protocole Ethernet



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

# Protocole Ethernet

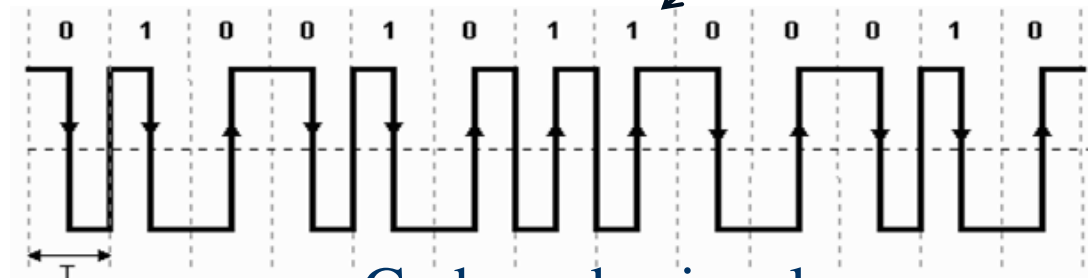
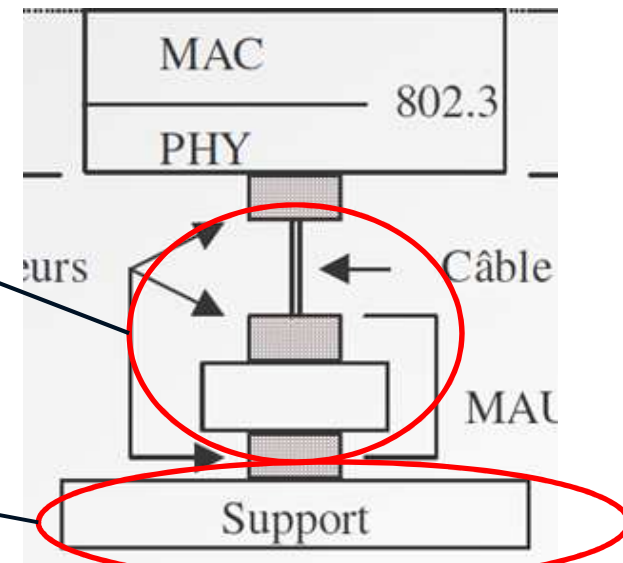
## Caractéristiques



Connecteurs

<b>Fibre optique</b>	
<b>Paire torsadée</b>	
<b>Sans fil</b>	

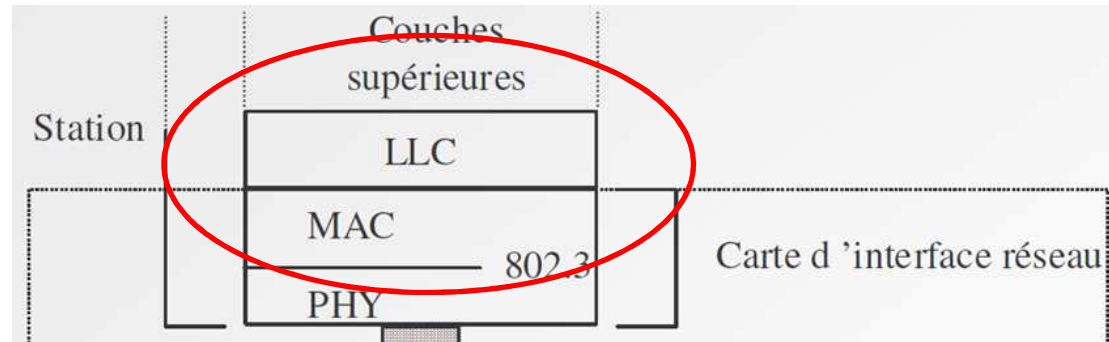
Support



Codage du signal

# 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



# Protocole Ethernet

## 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  
```

Longueur totale  
de la trame :  
64 octets à  
1518 octets

# Protocole Ethernet

## Fonctionnement

### **Emission d'une frame :**

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

### **Traitement d'une frame à la réception :**

- 1 – Vérification longueur frame , 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



# Protocole Ethernet

## 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

**Message transmis**

1 1 0 1 1 0 0

# Protocole Ethernet

## Le CRC – Principe du codage

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \oplus 1 \ 0 \ 0 \ 1 \phantom{000} \\ \hline 0 \ 1 \ 0 \ 0 \phantom{000} \\ \phantom{0} 1 \ 0 \ 0 \ 0 \phantom{00} \\ \oplus 1 \ 0 \ 0 \ 1 \phantom{000} \\ \hline 0 \ 0 \ 0 \ 1 \phantom{000} \\ \phantom{0} 1 \ 0 \phantom{000} \end{array}$$

$10 < 1100$   
 $100 < 1100$  et plus rien a diviser

Reste

### 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 a diviser et le diviseur.

# 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 :

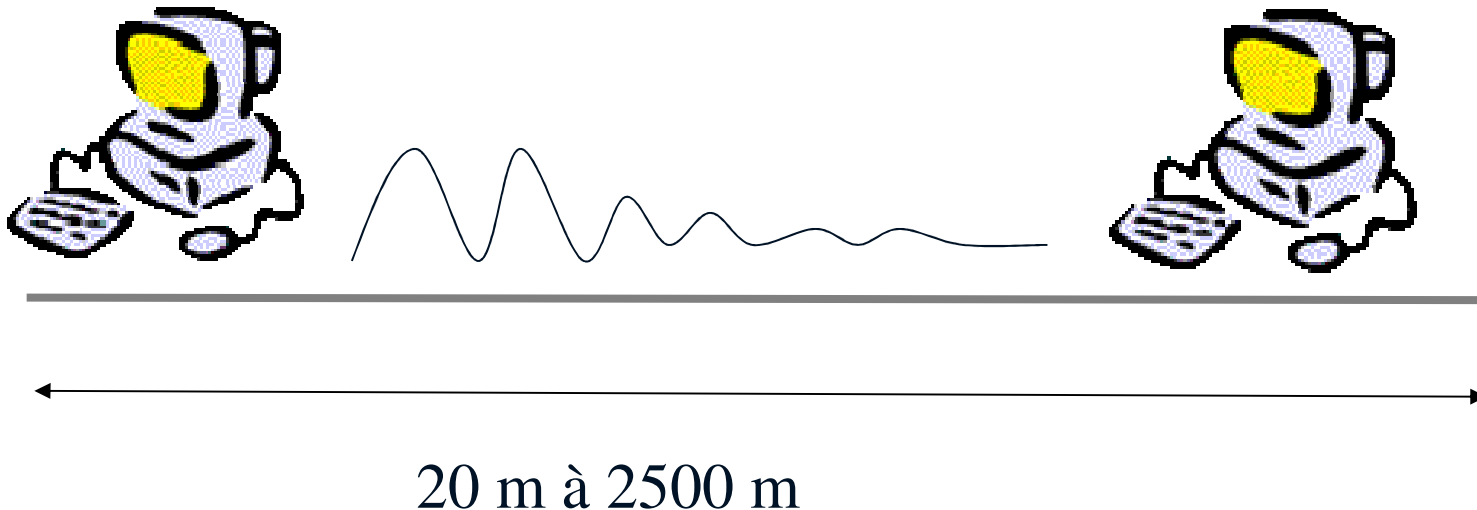
- 100 / 1000 Mb/s (standard)
- atteint aujourd'hui les 10 Gigabits (dernières normes)
- 40 Gb/s (future norme)

**Liaison entre deux machines**

**D - Equipements  
d'interconnexion**

# Équipements d'interconnexion


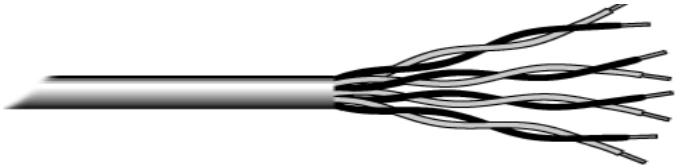
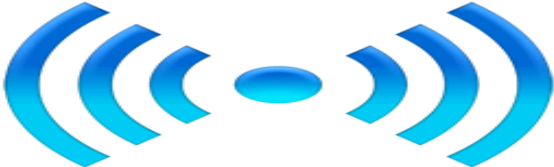
Pourquoi des équipements d'interconnexion ?



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 ré-amplifier les signaux.

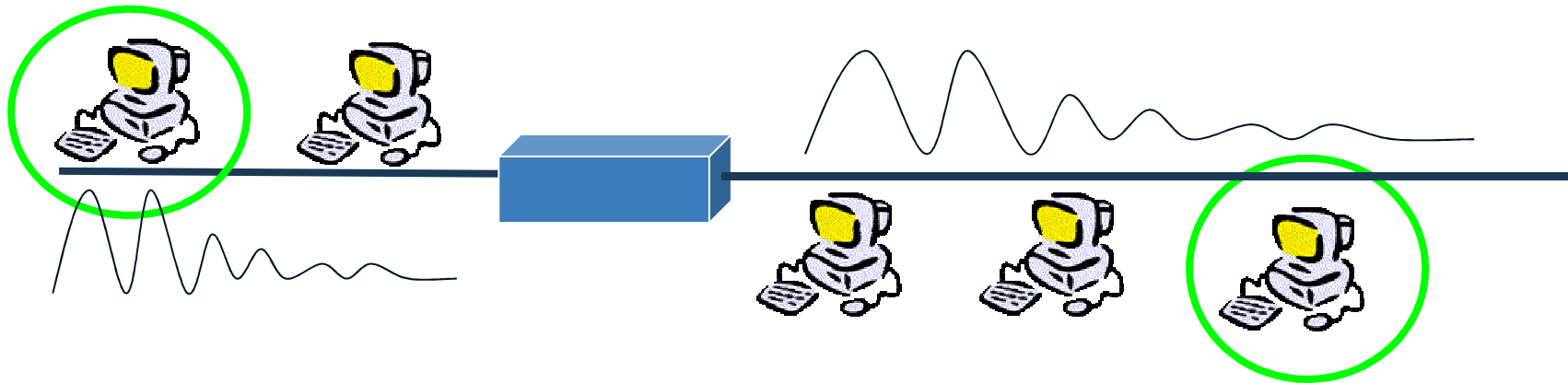
# Equipements d'interconnexion

Quelles ont les distances maximales par support ?

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

# Equipements d'interconnexion

Pour augmenter les distances : plusieurs solutions



➤ Le répéteur

➤ Le Hub

➤ Le switch

➤ Le Routeur

Couche 1

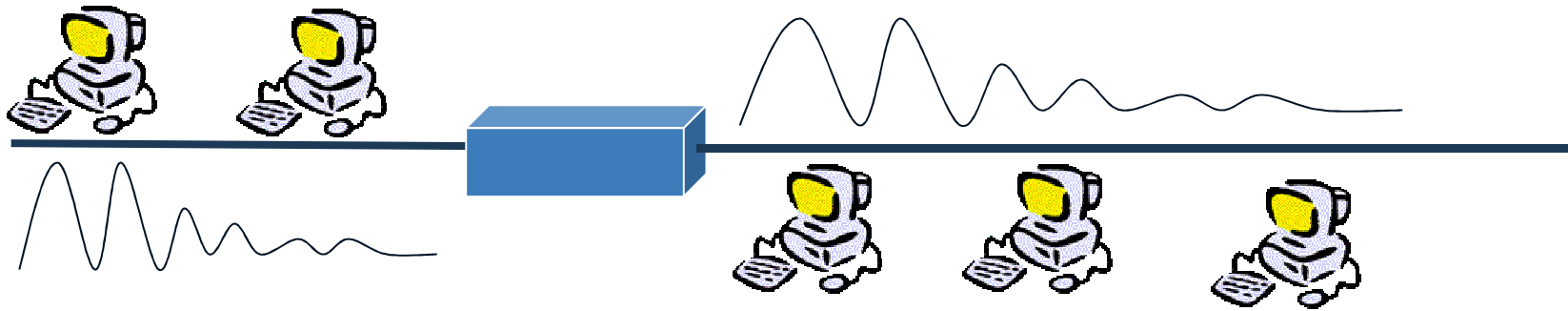
Couche 2

Couche 3

**Equipements  
d'interconnexion**

# Equipements d'interconnexion

Le répéteur (*repeater*) :

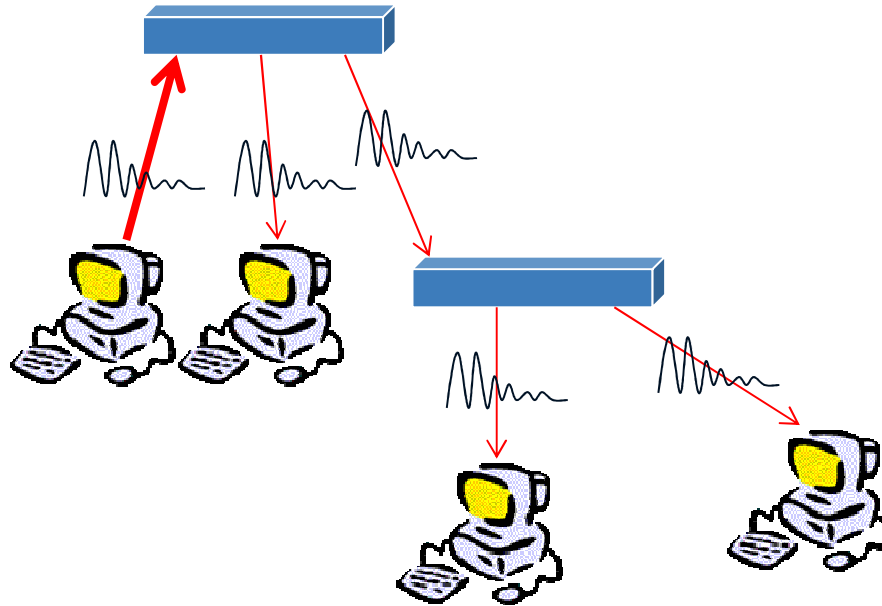


Equipement simple permettant de régénérer un signal entre deux noeuds du réseau, afin d'étendre la distance de câblage d'un réseau. Le répéteur travaille uniquement au niveau des informations binaires circulant sur la ligne de transmission, il n'est pas capable d'interpréter les paquets d'informations.



# Equipements d'interconnexion

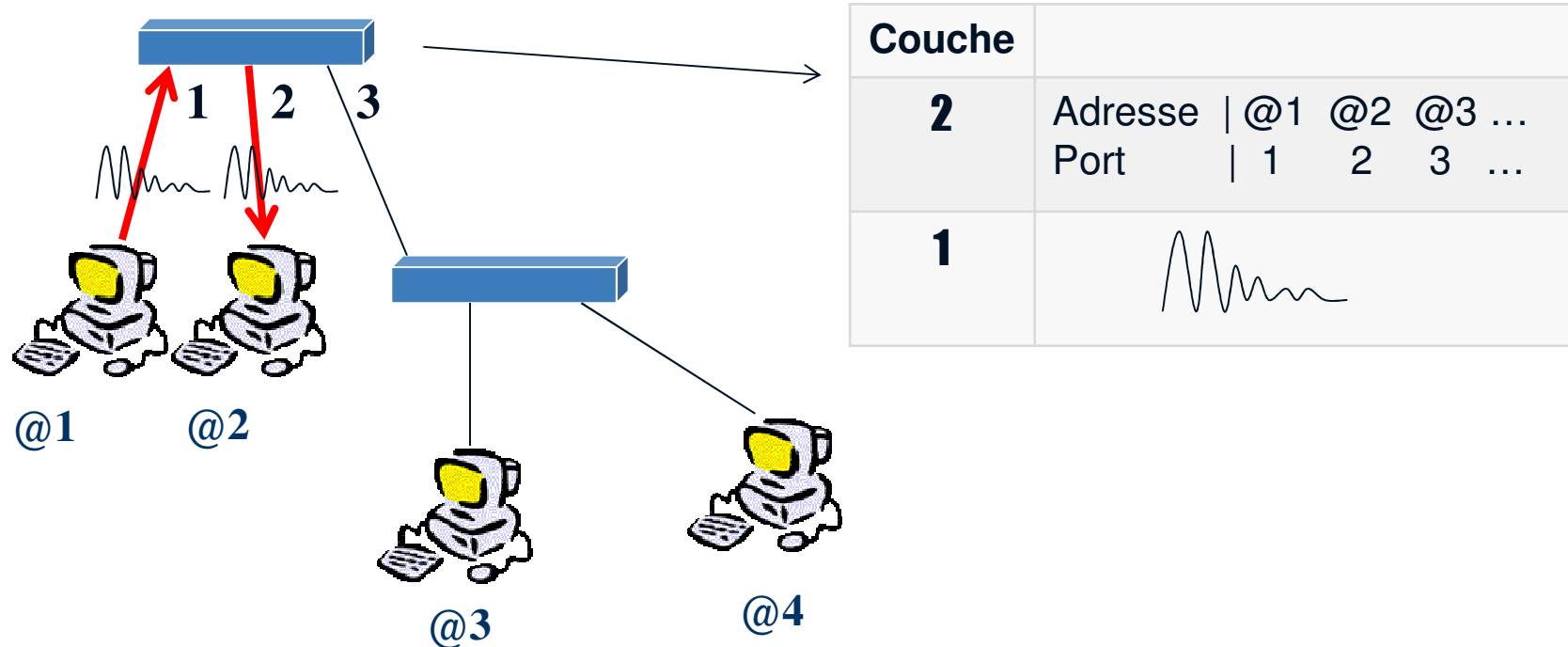
Le **concentrateur**, répéteur multiports ou hub :



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

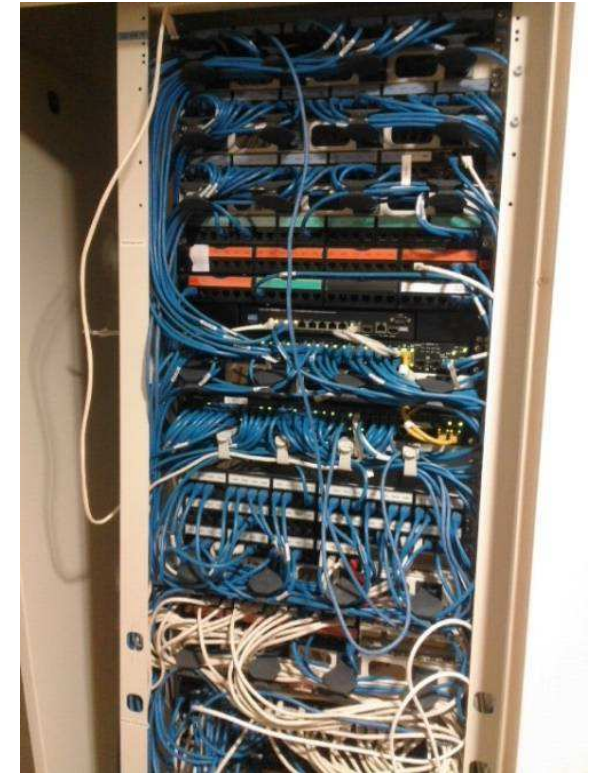
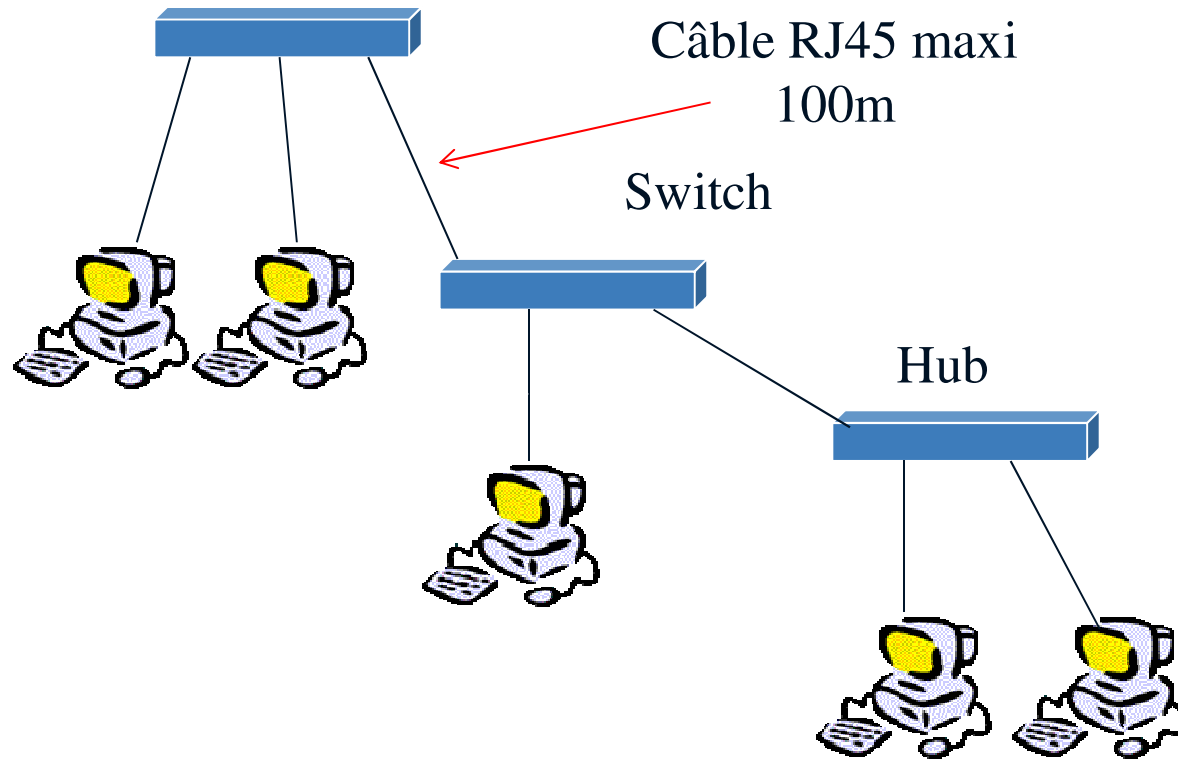


Analyse les trames arrivant sur ses ports d'entrée et filtre les données afin de les aiguiller uniquement sur les ports adéquats (on parle de **commutation** ou de **réseaux commutés**).

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

# Equipements d'interconnexion

## Exemple de câblage



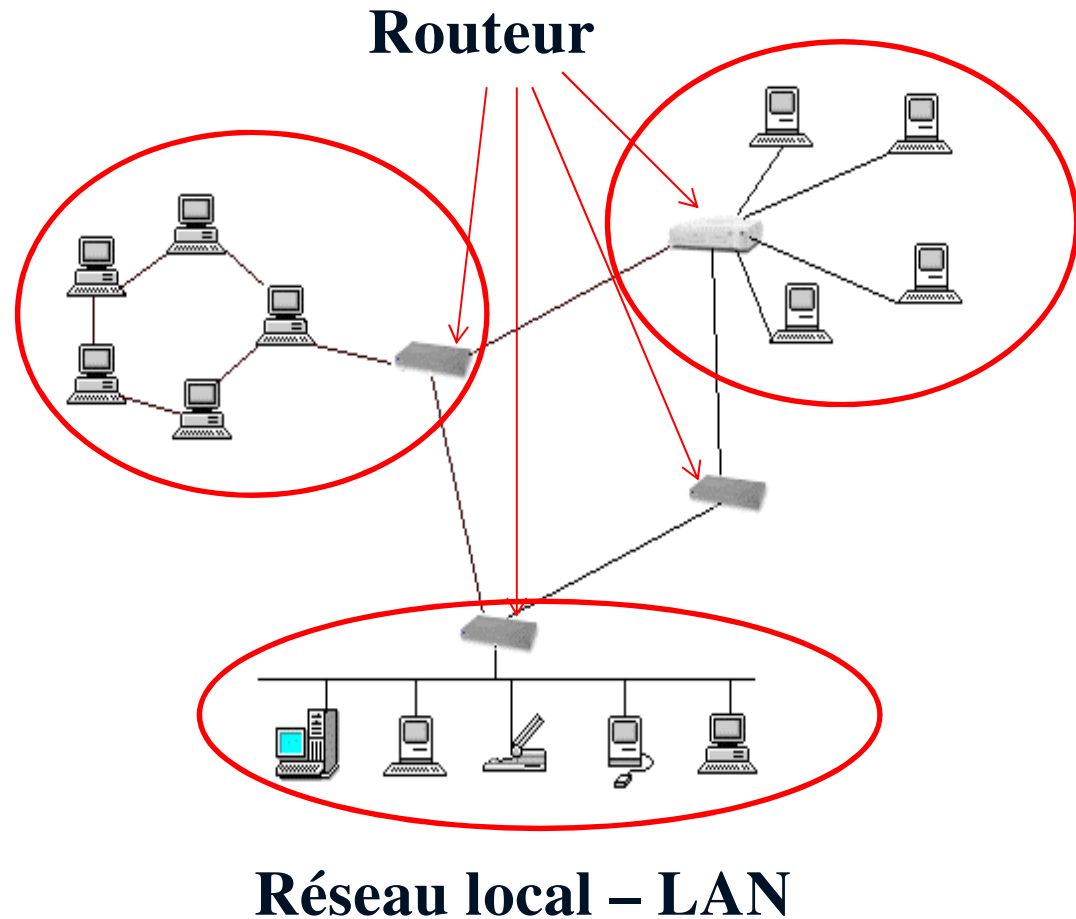
Paires torsadées : maxi 4 Hub (ou Switch) entre deux machines

# Équipements d'interconnexion

**Le routeur :**

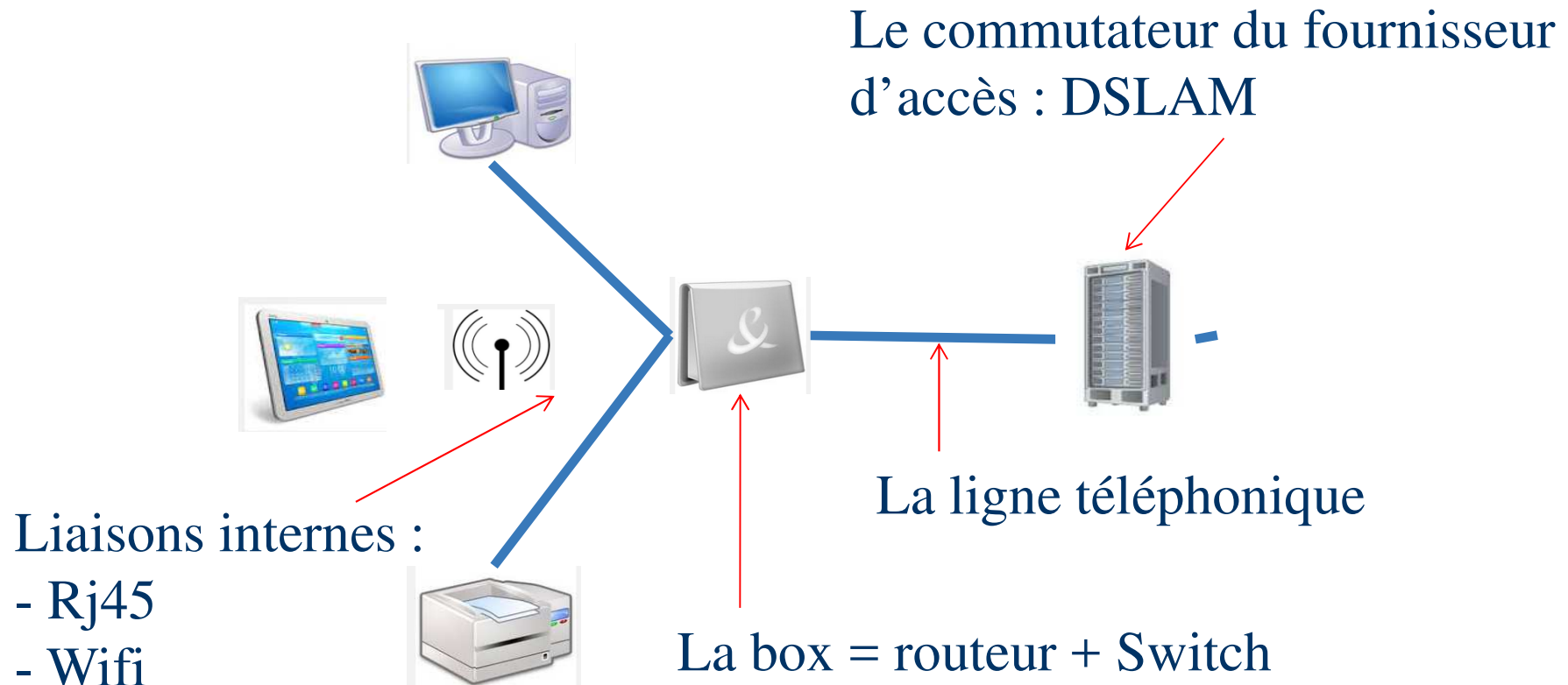
Équipement

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.



# Equipements d'interconnexion

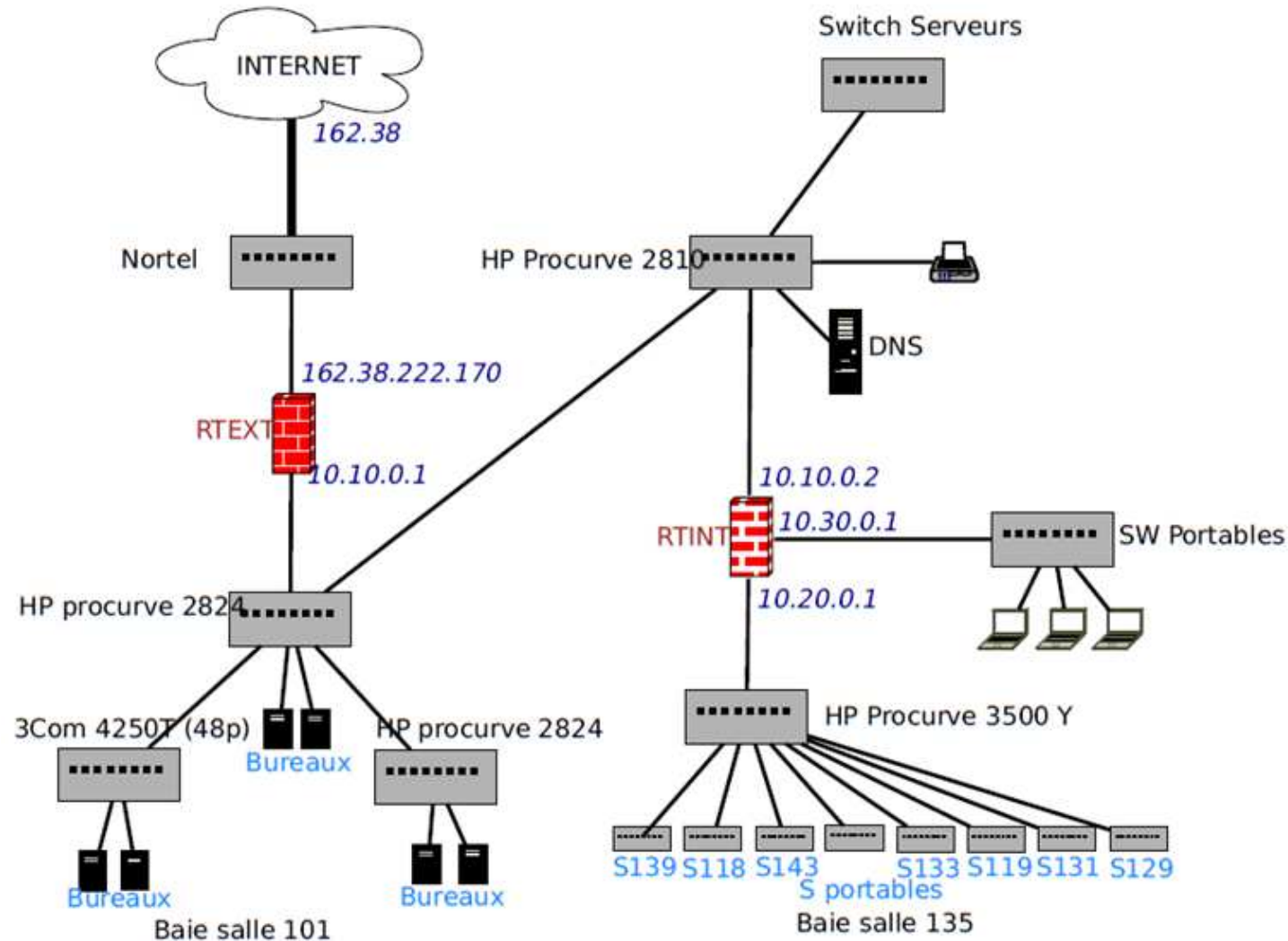
## Exemple de réseau



## Réseaux d'un particulier

# Equipements d'interconnexion

## Exemple de réseau

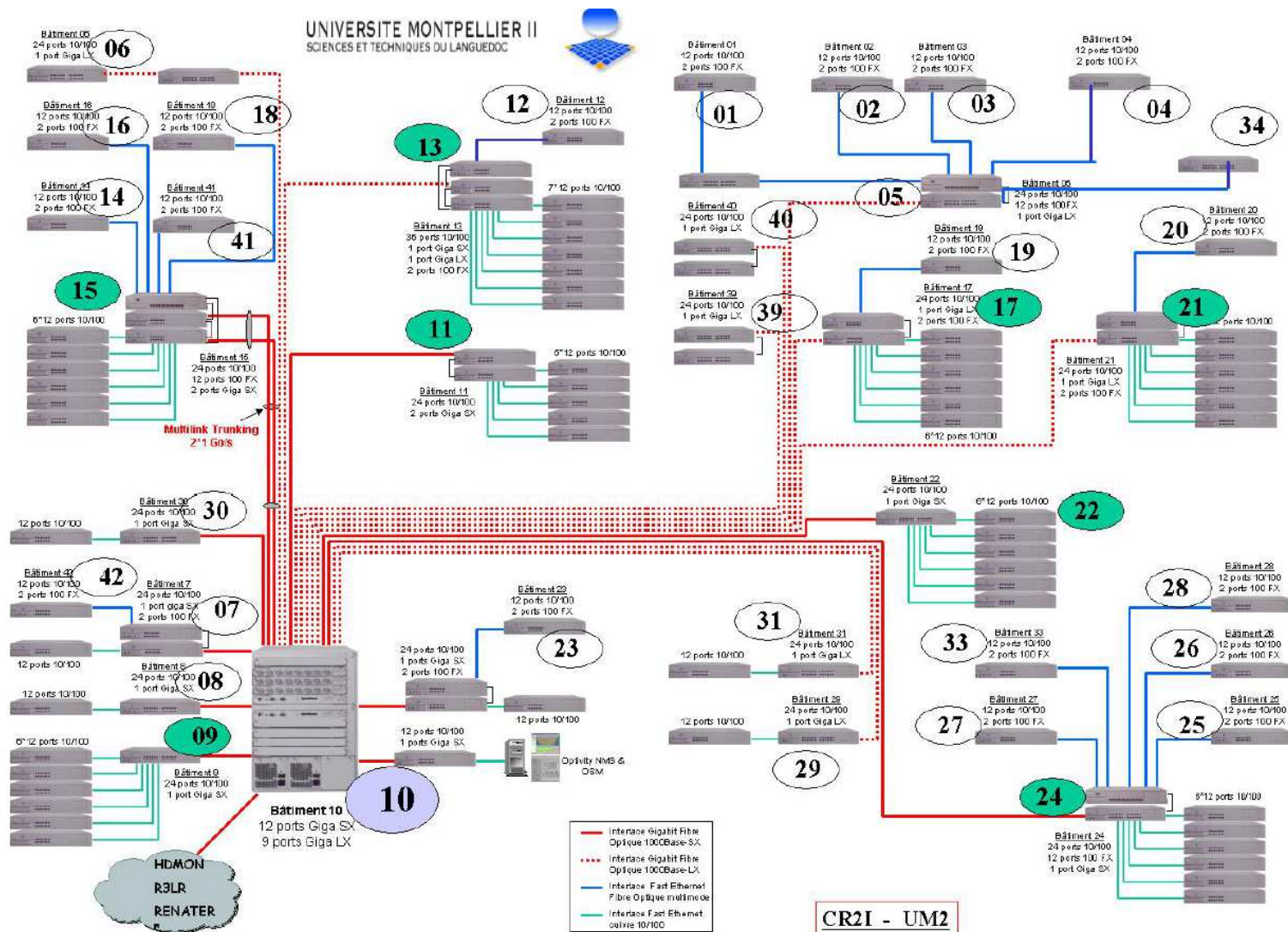


Réseaux du département informatique



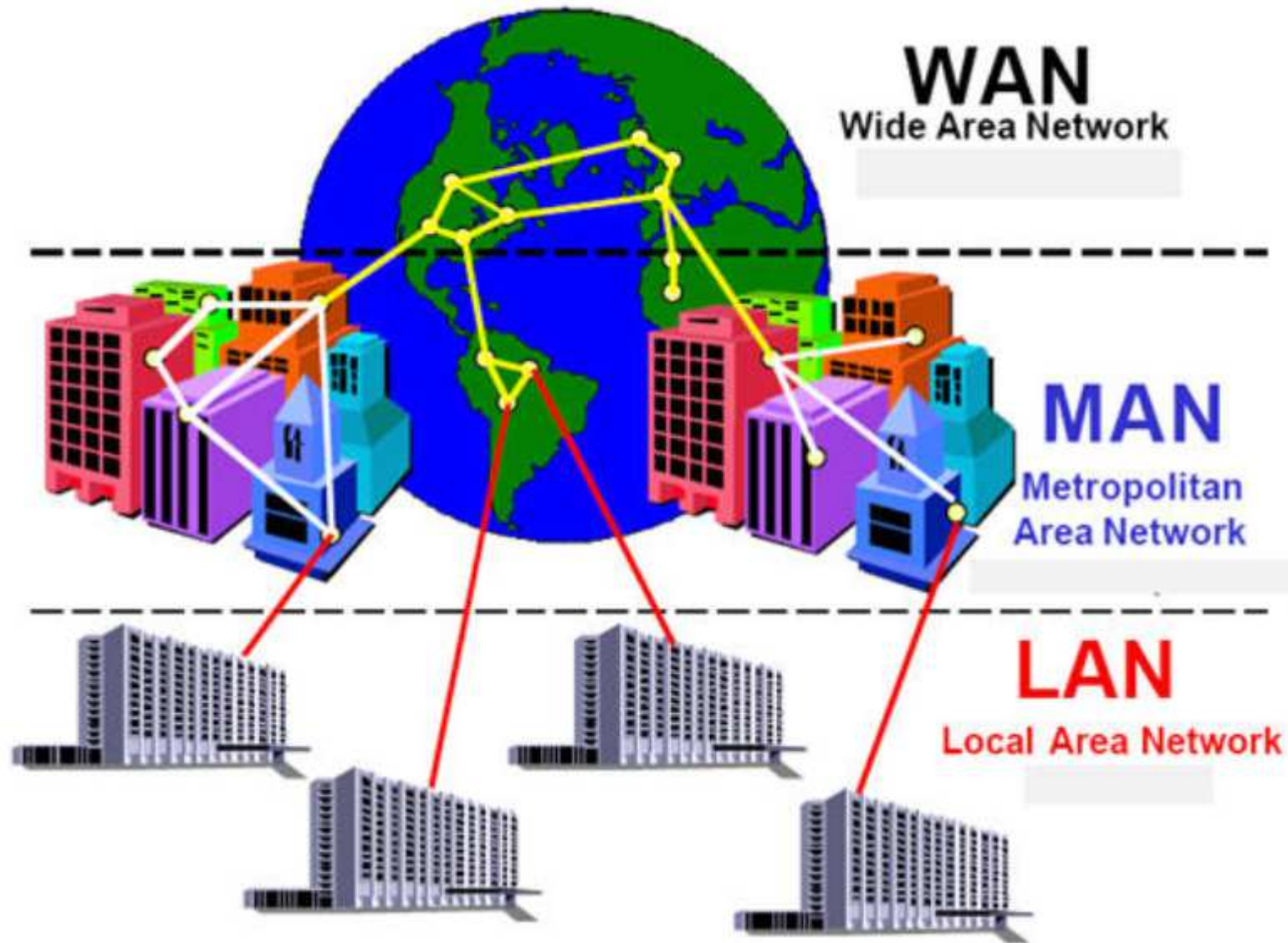
# Equipements d'interconnexion

## Exemple de réseau



Réseaux du campus FDS

# Equipements d'interconnexion

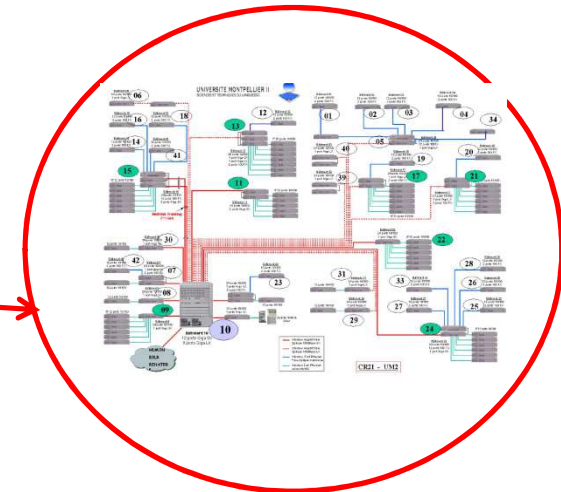
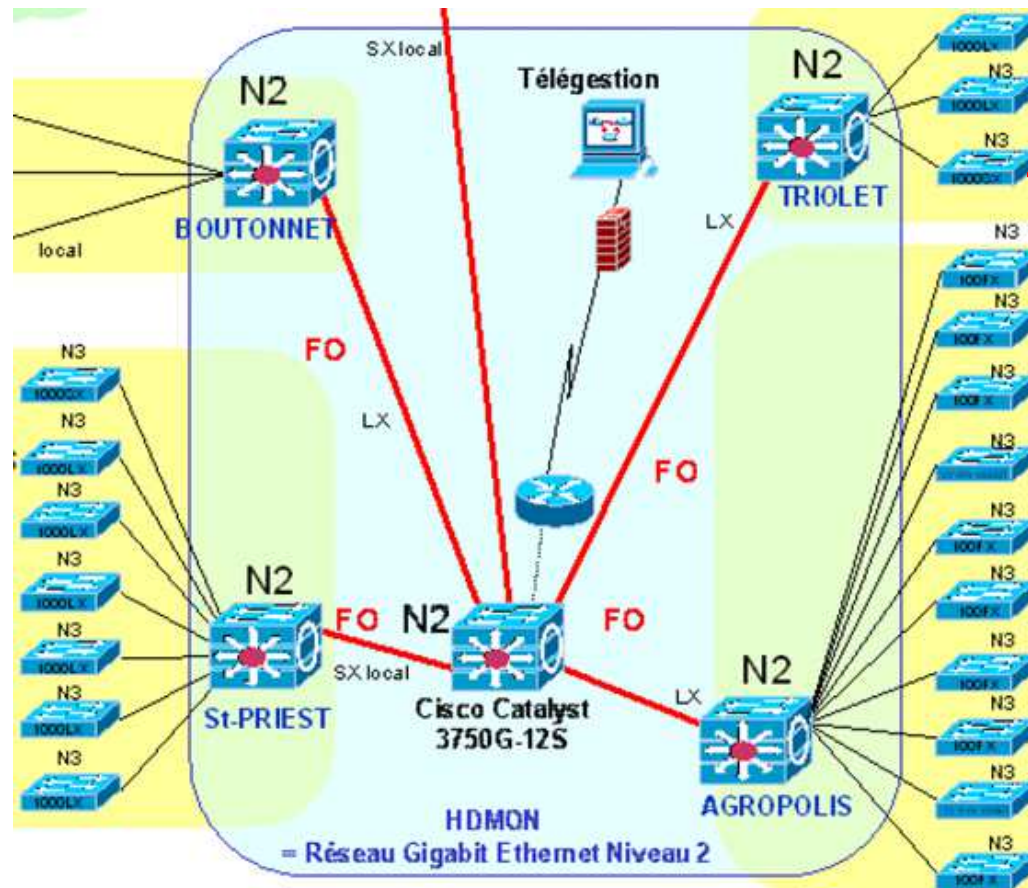


Source : [www.iifa.fr/reseaux](http://www.iifa.fr/reseaux)



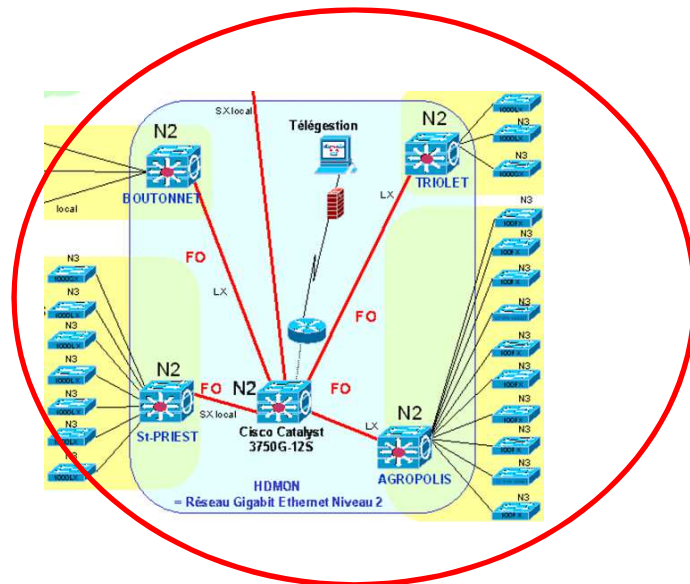
# Equipements d'interconnexion

## Un MAN



# Equipements d'interconnexion

## Un WAN



# Equipements d'interconnexion

## Un autre WAN

