

# ARCHITECTURES MATÉRIELLES

TODO :

v0.1.2.2 – 13/11/2008

peignotc(at)arqendra(dot)net / peignotc(at)gmail(dot)com



Toute reproduction partielle ou intégrale autorisée selon les termes de la licence Creative Commons (CC) BY-NC-SA : Contrat Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 France, disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/> ou par courrier postal à Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA. *Merci de citer et prévenir l'auteur.*

# TABLE DES MATIÈRES

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | LE MATÉRIEL .....                      | 5  |
| 1.1   | SUPPORT PHYSIQUE DE COMMUNICATION..... | 5  |
| 1.1.1 | <i>Paire torsadée</i> .....            | 5  |
| 1.1.2 | <i>Câble coaxial</i> .....             | 6  |
| 1.1.3 | <i>Fibre optique</i> .....             | 7  |
| 1.1.4 | <i>Hertzien</i> .....                  | 7  |
| 1.1.5 | <i>Dénomination des câblages</i> ..... | 7  |
| 1.2   | RÉPÉTEUR .....                         | 8  |
| 1.3   | CONCENTRATEUR.....                     | 8  |
| 1.4   | PONT .....                             | 9  |
| 1.5   | COMMUTATEUR .....                      | 10 |
| 1.6   | COMMUTATEUR DE NIVEAU 3 .....          | 11 |
| 1.7   | ROUTEUR .....                          | 11 |
| 1.8   | PASSERELLE .....                       | 12 |
| 2     | LIAISONS SÉRIÉ.....                    | 13 |
| 2.1   | RS-232.....                            | 13 |
| 2.2   | RS-422.....                            | 13 |
| 2.3   | RS-485.....                            | 13 |
| 2.4   | USB .....                              | 13 |
| 3     | TECHNOLOGIES DE LAN .....              | 14 |
| 3.1   | ETHERNET .....                         | 14 |
| 3.2   | TOKEN RING.....                        | 14 |
| 3.3   | FDDI.....                              | 15 |
| 3.4   | ATM.....                               | 15 |
| 4     | BUS DE TERRAIN.....                    | 17 |
| 4.1   | CAN .....                              | 17 |
| 4.2   | AS-I .....                             | 17 |
| 4.3   | I2C .....                              | 17 |
| 4.4   | PROFIBUS .....                         | 17 |
| 4.5   | MODBUS.....                            | 17 |
| 4.6   | VME.....                               | 17 |

## TABLE DES ANNEXES

|       |  |    |
|-------|--|----|
| A     | RÉFÉRENCE .....                          | 18 |
| A.1   | NORMALISATION ET STANDARDISATION .....   | 18 |
| A.1.1 | <i>Organismes de normalisation</i> ..... | 18 |
| A.1.2 | <i>Normes et standards</i> .....         | 18 |
| B     | BIBLIOGRAPHIE .....                      | 19 |

---

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

|   |    |
|---|----|
| <i>Figure 2.1 : câble à paires torsadées</i>  | 5  |
| <i>Figure 2.2 : spécification matérielle du connecteur RJ45</i>                                   | 5  |
| <i>Figure 2.3 : brochage du connecteur RJ45 pour câbles droit et croisé</i>                       | 6  |
| <i>Figure 2.4 : câble coaxial</i>   | 6  |
| <i>Figure 2.5 : fibre optique</i>   | 7  |
| <i>Figure 2.6 : topologie d'un segment de réseau utilisant un répéteur</i>                        | 8  |
| <i>Figure 2.7 : topologie d'un segment de réseau utilisant un concentrateur</i>                   | 9  |
| <i>Figure 2.8 : topologie d'un segment de réseau utilisant un pont</i>                            | 9  |
| <i>Figure 2.9 : topologie d'un segment de réseau utilisant un commutateur</i>                     | 10 |
| <i>Figure 2.10 : topologie d'un segment de réseau utilisant un routeur à 2 interfaces</i>         | 11 |
| <i>Figure 2.11 : topologie d'un segment de réseau utilisant un routeur à plus de 2 interfaces</i> | 12 |

---

# 1 LE MATÉRIEL

## 1.1 SUPPORT PHYSIQUE DE COMMUNICATION

À l'heure actuelle, il n'existe que 3 vecteurs physiques de communication :

- l'électron : interconnexion assurée par du fil métallique ;
- le photon : interconnexion assurée par de la fibre optique ;
- l'onde électromagnétique : interconnexion assurée par des ondes hertziennes.

### 1.1.1 Paire torsadée

La **paire torsadée** est constituée d'une paire de fils métalliques <sup>1</sup> gainés séparément et torsadés l'un avec l'autre afin de réduire la sensibilité au bruit. Une seule paire torsadée ne permet la communication que dans un seul sens, et il faut donc 2 paires torsadées pour pouvoir établir une liaison full-duplex :

- une paire TX (Transmission) ;
- une paire RX (Reception).

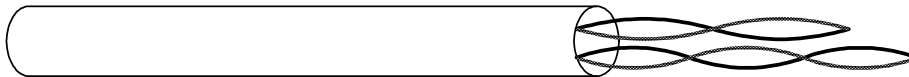


Figure 1.1 : câble à paires torsadées

Un câble constitué de paires torsadées présente généralement une impédance d'environ 100  $\Omega$  et est équipé de connecteurs standards type RJ45 qui propose 8 broches, permettant ainsi de brancher 4 paires de fils. Les connecteurs sont de type mâle pour le câble, et femelle pour les nœuds.

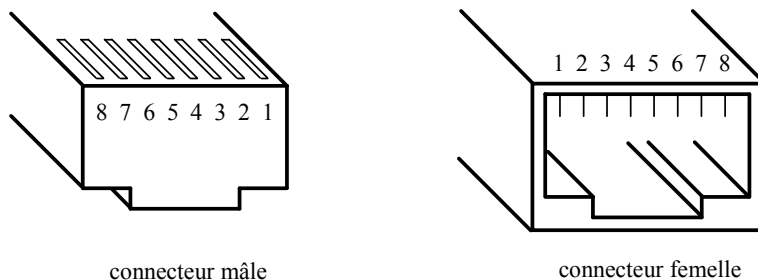


Figure 1.2 : spécification matérielle du connecteur RJ45

En 100 Mbits/s <sup>2</sup>, seules 2 paires (1-2 et 3-6) donc 4 broches parmi les 8 disponibles sont donc nécessaires :

- 1 : TX+ (transmission +) ;
- 2 : TX- (transmission -) ;
- 3 : RX+ (réception +) ;
- 4 : 1+ ;
- 5 : 1- ;
- 6 : RX- (réception 1-) ;
- 7 : 2+ ;
- 8 : 2-.

<sup>1</sup> Généralement du cuivre.

<sup>2</sup> Mbit/s : Mega-bit par seconde ; à ne pas confondre avec Mbps : Mega Byte Per Second (eng)  $\equiv$  Mo/s : Mega-octet par seconde (fr). Il y a donc un rapport de 8 entre le Mbps et le Mbit/s : 1 Mbps = 8 Mbits/s.

En 1000 Mbits/s, les 4 paires sont utilisées et on peut de plus émettre et recevoir simultanément sur une même paire.

Les paires sont généralement repérées par des fils aux couleurs associées (vert + vert/blanc, bleu + bleu/blanc, ...).

Les câbles RJ45 sont utilisés dans les topologies point-à-point, et sont principalement destinés à interconnecter un hôte avec un équipement d'interconnexion matériel (concentrateur, commutateur, routeur, etc.), aussi sont-ils câblés « simplement » : la broche X d'un côté du câble correspond à la broche X de l'autre côté du câble ; on parle de *câble droit*.

Lorsque le câble relie directement deux hôtes (ou deux équipements d'interconnexion), alors le brochage est spécifique car il faut inverser les 2 paires TX/RX entre elles<sup>1</sup> ; on parle de *câble croisé*.

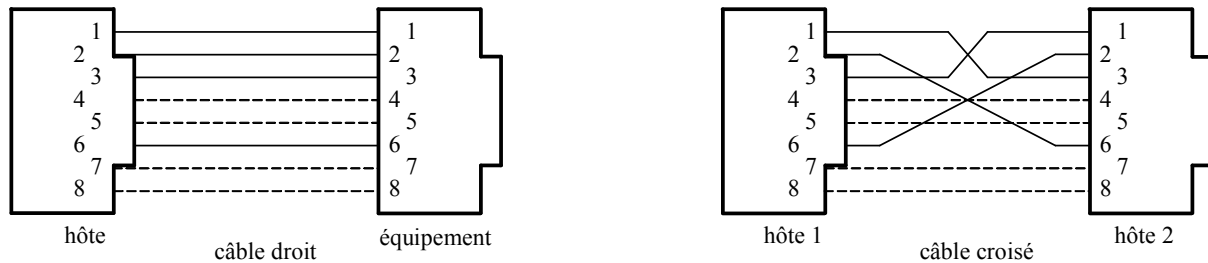


Figure 1.3 : brochage du connecteur RJ45 pour câbles droit et croisé

Cependant, les équipements d'interconnexion peuvent détecter le type de câble (droit/croisé) s'ils sont équipés de la fonction *auto MDI / MDI-X*<sup>2 3</sup>.

La paire torsadée est une solution de câblage à faible coût, mais dont la capacité à transmettre le signal de manière fiable subit diverses influences :

- affaiblissement (/atténuation) : déformations (principalement en amplitude) du signal le long du conducteur induites par la résistivité du matériau du conducteur ainsi que le rayonnement électromagnétique en hautes fréquences ; augmente avec la longueur du câble et la fréquence du signal ;
- diaphonie : perturbations du signal induites par le couplage capacitif entre des conducteurs parallèles (sur une seule paire ou bien entre plusieurs paires) ; augmente avec la longueur du câble et la fréquence du signal, ainsi qu'au passage du connecteur RJ45.

Le torsadage tend à réduire les effets électromagnétiques ; c'est pourquoi chacune des paires est torsadée et que de plus le pas de torsadage de chacune d'entre elles est différent.

Afin d'affaiblir la sensibilité au bruit, différentes qualités de câbles à paires torsadées existent (du plus sensible au moins sensible) :

- câble à paires torsadées simple : UTP, Unshielded Twisted Pairs ;
- câble à paires torsadées écrané (blindage métallique autour de l'ensemble des paires) : FTP, Foiled Twisted Pairs ( $\equiv$  S/UTP) ;
- câble à paires torsadées blindé (blindage métallique autour de chacune des paires) : STP, Shielded Twisted Pairs ;
- câble à paires torsadées écrané et blindé (blindage métallique autour de chacune des paires doublé d'un blindage métallique autour de l'ensemble des paires) : SFTP, Shielded Foiled Twisted Pairs ( $\equiv$  S/STP).

### 1.1.2 Câble coaxial

Le **câble coaxial** est constitué d'une unique âme en métal<sup>4</sup> gainée, entourée par une tresse métallique afin de l'isoler des perturbations électromagnétiques.

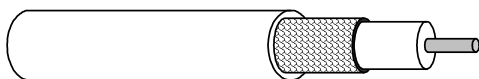


Figure 1.4 : câble coaxial

<sup>1</sup> Ce qui est émis d'un côté du câble doit être reçu de l'autre côté du câble.

<sup>2</sup> Media Dependent Interface (eng)  $\equiv$  Interface Dépendante du Média (fr).

<sup>3</sup> Le X de MDI-X représentant deux câbles qui se croisent et non la lettre X, afin de désigner une connectivité croisée ; la connectivité droite, notée MDI, peut être aussi notée MDI-||, le || représentant 2 câbles qui ne se croisent pas.

<sup>4</sup> Généralement du cuivre.

Le blindage peut être amélioré avec l'ajout d'une feuille d'aluminium entre la tresse métallique et la gaine de l'âme en cuivre.

Les câbles coaxiaux « ethernet »<sup>1</sup> standard présentent généralement une impédance de 50  $\Omega$  et sont équipés de connecteurs BNC, type baïonnette, ou de prises vampires pour la liaison au nœud. Ils sont utilisés dans les topologies multi-points, où chaque nœud est connecté avec un connecteur BNC en T, et chacune des deux extrémités est équipée d'un bouchon (résistance de 50  $\Omega$ ).

Différentes qualité de câble coaxial existent :

- câble coaxial fin (thin ethernet) : 6 millimètres de diamètre, 50  $\Omega$  d'impédance ;
- câble coaxial épais (thick ethernet) : 10 millimètres de diamètre, 50  $\Omega$  d'impédance.

### 1.1.3 Fibre optique

Rsx\_Introduction aux réseaux Master IC2A-DCISS\_C.Bulfone.pdf (p41)

Rsx\_Formation matériel informatique 2\_Ybet Informatique.chm (§3.3)

Rsx\_Introduction aux réseaux informatiques\_B.Cousin.pdf (p10)

Rsx\_Réseaux haut débit\_G.Desgeorge.pdf (p32)

<http://www.httr.ups-tlse.fr/pedagogie/cours/fibre/welcome.htm>

Rsx\_Réseaux\_E.Lalitte.pdf (p13 et p81)

La **fibre optique** est constituée d'une âme en verre ou en matière plastique entourée d'une gaine optique, dans laquelle circule un signal lumineux ; celui-ci se propage en se réfléchissant dans l'épaisseur de la gaine optique, par phénomène dit de réflexion totale, dû à un indice de réfraction de l'âme légèrement plus important que celui de la gaine optique.

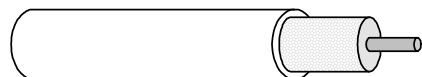


Figure 1.5 : fibre optique

Il existe deux principales catégories de fibres optiques :

Fibre monomode : une seule longueur d'onde lumineuse peut transiter ;

Fibre multimode : plusieurs longueurs d'ondes lumineuses peuvent transiter (la fibre est adaptée à la lumière blanche).

### 1.1.4 Hertzien

Rsx\_Cours réseaux Master1 Info\_P.Nicolas.pdf (p26)

Rsx\_Formation matériel informatique 2\_Ybet Informatique.chm (§11)

Rsx\_Réseaux\_E.Lalitte.pdf (p13)

### 1.1.5 Dénomination des câblages

Au fur et à mesure du développement des technologies réseau, le câblage s'est adapté pour assurer les débits attendus en spécifiant diverses catégories de composants :

- catégorie 3 : 10 à 50 Mbits/s ;
- catégorie 4 : 50 Mbits/s ;
- catégorie 5 : 100 Mbits/s ;
- catégorie 5e : 1000 Mbits/s (en half-duplex) ;
- catégorie 6 : 1 Gbits/s ;
- catégorie 6a : 1 à 5 Gbits/s ;
- catégorie 7 : 10 Gbits/s.

De plus, à chaque catégorie sont associées des classes correspondant à l'installation, suivant la fréquence nominale maximum d'installation (plus la fréquence est basse, plus longue est la portée) : de A, plus basse fréquence d'utilisation (100 kHz), à F, plus haute fréquence d'utilisation (600 MHz)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Utilisés pour les réseaux téléinformatiques.

<sup>2</sup> Plus haute classe en 2007 ; le nombre de classes et leur dénomination évolue constamment au fur et à mesure des nécessités technologiques pour assurer les débits attendus.

Par exemple, les réseaux de catégorie 5 sont généralement associés à une installation de classe D.

De plus, tout câble physique est spécifié et dénommé de la manière suivante : <débit> base <type> :

- <débit> : 10 (Mbits/s, ethernet) / 100 (Mbits/s, fast ethernet) / 1000 (Mbits/s, gigabit ethernet) / 10 Gbits/s ;
- base : codage en bande de base <sup>1</sup>, peut être abrégé en 'B' ;
- <type> : type de câble (et de connexion associée) :
  - T/Tx : paires torsadées (twisted-pair) ;
    - T2 : 2 paires torsadées ;
    - T4 : 4 paires torsadées.
  - 2 : coaxial fin ;
  - 5 : coaxial épais ;
  - F : fibre optique multimode.
    - SX : fibre optique multimode ;
    - SR : fibre optique multimode ;
    - LX4 : fibre optique multimode ;
    - LX : fibre optique monomode ou multimode ;
    - LH : fibre optique monomode.

On dispose ainsi des câblages suivants :

- 10base2 : câblage multi-points avec un câble coaxial fin, longueur maximum de 200 mètres <sup>2</sup>, 30 nœuds maximum, espace entre les nœuds minimum de 0,5 mètres, débit de 10 Mbits/s ;
- 10base5 : câblage multi-points avec un câble coaxial épais, longueur maximum de 500 mètres <sup>3</sup>, 100 nœuds maximum, espace entre les nœuds minimum de 2,5 mètres, débit de 10 Mbits/s ;
- 100baseT : câblage point-à-point avec un câble à paires torsadées de 100  $\Omega$  d'impédance, espace entre les nœuds maximum de 100 mètres, débit de 100 Mbits/s ;
- 1000baseT : câblage point-à-point avec un câble à 4 paires torsadées de 100  $\Omega$  d'impédance, espace entre les nœuds maximum de 100 mètres, débit de 1000 Mbits/s.

Il y a ainsi un rapport direct entre les types de câbles et les catégories :

- cat5 (catégorie 5) : 100baseT ;
- cat5e : 1000baseT ;
- cat6 : 1000baseT ;
- ...

## 1.2 RÉPÉTEUR

Le répéteur est un appareil d'interconnexion physique entre 2 nœuds qui travaille au niveau de la couche 1 du modèle OSI.

Le répéteur retransmet simplement les signaux électriques reçus d'un nœud vers l'autre nœud sans effectuer la moindre analyse ; les fonctions assurées sont donc :

- interconnexion physique entre 2 nœuds ;
- amplification des signaux électriques.

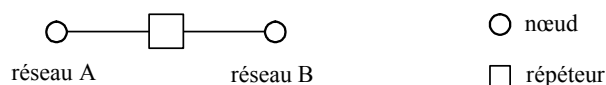


Figure 1.6 : topologie d'un segment de réseau utilisant un répéteur

Le répéteur peut éventuellement proposer 2 types d'interfaces de connexions différentes de part et d'autre et assurer ainsi l'interconnexion de supports physiques différents.

## 1.3 CONCENTRATEUR

Le **concentrateur** (hub (eng)), ou répartiteur <sup>4</sup>, est un appareil d'interconnexion physique entre plusieurs nœuds dans les réseaux multi-points qui travaille au niveau de la couche 1 du modèle OSI.

<sup>1</sup> Pas de modulation.

<sup>2</sup> D'où le 2 de 10base2.

<sup>3</sup> D'où le 5 de 10base5.

<sup>4</sup> Parfois aussi appelé *répéteur multi-ports*.



Le concentrateur retransmet simplement les signaux électriques reçus d'un nœud vers tous les autres nœuds sans effectuer aucune analyse ; les fonctions assurées sont donc :

- interconnexion physique entre plusieurs nœuds ;
- amplification des signaux électriques ;
- retransmission et diffusion des signaux électriques reçus vers tous les nœuds interconnectés.

La topologie physique assurée par un concentrateur se rapproche d'une topologie en étoile ; s'il est défectueux, l'interconnexion n'est plus assurée. Cependant, la simplicité des fonctions assurées ne permet pas de le considérer comme un nœud du réseau ; logiciellement parlant, le segment de réseau constitué par les nœuds interconnectés reste donc un réseau à diffusion, comme si la topologie physique était un bus.

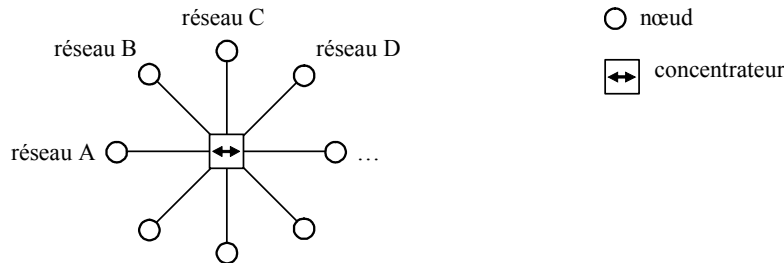


Figure 1.7 : topologie d'un segment de réseau utilisant un concentrateur

Le concentrateur n'assure aucune fonction de filtrage ou de gestion du trafic réseau et des collisions ; tout ce qui est émis par un nœud est reçu par tous les autres. La bande passante instantanée du support de transmission varie donc en fonction du nombre de nœuds en train d'émettre : celle-ci est partagée entre tous les nœuds ; autrement dit, le débit nominal technologique est divisé par le nombre de nœuds en train d'émettre.

Les concentrateurs peuvent être cascades entre eux afin d'augmenter le nombre de nœuds interconnectés sur un même segment ; il suffit pour cela d'utiliser un câble croisé, ou bien un câble droit rebranché d'un côté sur un port spécifique, appelé *uplink*.

Du fait de leur piètre qualité en terme de bande passante garantie, l'usage des concentrateurs tend à disparaître au profit des commutateurs.

## 1.4 PONT

Le **pont** (bridge (eng)) est un appareil d'interconnexion physique et logique entre 2 nœuds dans les réseaux multi-points qui travaille au niveau de la couche 2 du modèle OSI.

Le pont recopie les signaux électriques reçus d'un nœud vers le nœud destinataire uniquement sur l'interface via laquelle ce dernier est joignable ; les fonctions assurées sont donc :

- interconnexion physique entre 2 nœuds ;
- amplification des signaux électriques ;
- retransmission des différents signaux électriques reçus vers le nœud destinataire via l'interface adéquate par analyse des trames et décodage de l'adresse physique<sup>1</sup> de destination ; en d'autres mots, si le nœud destinataire est joignable via la même interface du pont que le nœud source, celui-ci ignore la trame, sinon il transmet la trame via la seconde interface.

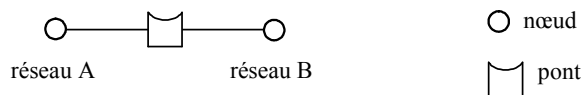


Figure 1.8 : topologie d'un segment de réseau utilisant un pont

L'usage d'un pont permet de segmenter un réseau, et donc d'améliorer le trafic par réduction des collisions ainsi que d'offrir la confidentialité à chacun des 2 segments interconnectés l'un par rapport à l'autre.

Le pont peut permettre aussi d'interconnecter des réseaux de technologies différentes (couches 1 et 2 différentes).

<sup>1</sup> Sur un réseau Ethernet, il s'agit donc de l'adresse MAC.

## 1.5 COMMUTATEUR

Le **commutateur** (switch (eng)) est un appareil d'interconnexion physique et logique entre plusieurs nœuds dans les réseaux multi-points qui travaille au niveau de la couche 2 du modèle OSI.

Le commutateur recopie les signaux électriques reçus d'un nœud vers le nœud destinataire. Il effectue ainsi un travail du même type que celui d'un concentrateur auquel viennent s'ajouter les fonctionnalités de filtrage d'un pont<sup>1</sup> ; les fonctions assurées sont donc :

- interconnexion physique entre plusieurs nœuds ;
- amplification des signaux électriques ;
- retransmission des signaux électriques reçus d'un nœud source vers le nœud destinataire adéquat par analyse des trames et décodage de l'adresse physique de destination.

Tout comme le concentrateur, la topologie physique assurée par un commutateur se rapproche d'une topologie en étoile, mais on ne peut le considérer comme un nœud du réseau et la topologie logique est donc en bus.

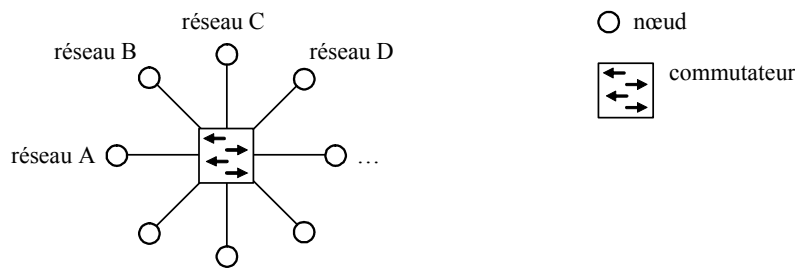


Figure 1.9 : topologie d'un segment de réseau utilisant un commutateur

Par rapport au concentrateur, le commutateur permet donc de ne pas diviser la bande passante totale par le nombre de nœuds en cours d'émission et offre ainsi une bande passante garantie proche des nominaux technologiques.

Pour permettre les fonctions de filtrage, le commutateur décode donc l'adresse physique du nœud destinataire, et utilise cette information en parallèle avec une table dynamique de correspondance numéro de port / adresse physique :

- Si l'adresse physique est dans la table, la trame est envoyée directement via le port correct ;
- Si l'adresse physique n'est pas dans la table, la trame est diffusée sur tous les ports ; lorsque le nœud destinataire répond, son adresse physique est alors identifiée via le port correspondant et elle est stockée dans la table.

Les fonctions de filtrage proposées par un commutateur peuvent être réalisées selon divers modes :

- *Store & forward* : stockage de l'intégralité du paquet, décodage de l'adresse physique et retransmission vers le nœud destinataire uniquement si le paquet est exempt d'erreur ; ce stockage permet aussi de conserver le paquet si le nœud est déjà en cours de communication ;
- *Cut through* : décodage de l'adresse physique située en en-tête du paquet dès qu'elle est reçue et avant la réception du reste du paquet, et retransmission vers le nœud destinataire sans aucune vérification ; les trames incomplètes ou résiduelles de collisions sont donc tout de même retransmises ;
- *Cut through runt free* : amélioration du mode *Cut through*, dans lequel on attend de réceptionner les 64 premiers octets avant de commencer la retransmission, ce qui permet de ne pas propager la plupart des paquets erronés ou collisions, appelés paquets *runt*, ceux-ci étant généralement des paquets de petite taille, inférieurs à 64 octets (longueur minimale d'une trame Ethernet) ;
- *Early cut through / Fragment free* : dérivé du mode *Cut through*, dans lequel les trames sont retransmises directement conformément à la table statique de correspondance pré-remplie (pas de recherche et d'association automatique numéro de port / adresse physique) ;
- *Adaptative cut through* : mélange entre les modes *Cut through* et *Store & forward*, dans lequel le mode *Cut through* est utilisé alors qu'on garde trace du taux d'erreurs ; lorsque ce taux dépasse un certain seuil, le mode *Store & Forward* est alors automatiquement utilisé.

Les commutateurs fonctionnant en mode *Cut through* peuvent implémenter la fonctionnalité appelée *meshing* ; celle-ci permet de cascader plusieurs commutateurs de même marque via une connectique propriétaire, l'ensemble fonctionnant alors de manière transparente comme un seul commutateur avec une seule table de correspondance.

<sup>1</sup> Ce qui vaut au commutateur d'être parfois qualifié de *pont multi-ports*.

## 1.6 COMMUTATEUR DE NIVEAU 3

Le **commutateur de niveau 3** (manageable switch (eng)), est un appareil d'interconnexion physique et logique entre plusieurs nœuds dans les réseaux multi-points qui travaille au niveau 3 du modèle OSI.

Le commutateur de niveau 3 est un commutateur classique qui possède en plus des capacités d'analyse de la couche réseau, et est donc capable d'interpréter les données de cette couche. Il effectue ainsi un travail du même type que celui d'un commutateur auquel viennent s'ajouter des fonctionnalités de filtrage basées sur l'identifiant logique<sup>1</sup> ; les fonctions assurées sont donc :

- interconnexion physique entre plusieurs nœuds ;
- amplification des signaux électriques ;
- retransmission des différents signaux électriques reçus d'un nœud source vers le nœud destinataire adéquat par analyse des trames et décodage de l'adresse physique de destination ;
- filtrage logiciel par analyse des datagrammes et décodage des adresses logiques source et destination ;
- constitution de groupes logiques autonomes et indépendants (VLAN : Virtual Local Area Network (eng) ≡ Réseau Local Virtuel).

Il faut noter qu'un commutateur de niveau 3 rend certains services dépendant de la couche 3 mais n'est pas en mesure d'assurer l'interconnexion entre des réseaux de couche 3 différente. Néanmoins, il possède un identifiant logique par lequel il peut être joint (ce qui permet notamment sa configuration), et en ce sens peut être considéré comme un nœud du réseau.

Nb : On parle aussi parfois de commutateur de niveau 4 ; il s'agit d'un abus de langage, il faut dire commutateur de niveau 7, car il s'agit de commutateurs qui travaillent au niveau 7 du modèle OSI, et sont donc capables d'effectuer du filtrage selon les données applicatives.

## 1.7 ROUTEUR

Le **routeur** (router (eng)) est un appareil d'interconnexion physique et logique entre 2 nœuds ou plus dans les réseaux multi-points qui travaille au niveau de la couche 3 du modèle OSI.

Le routeur recopie les signaux électriques reçus d'un nœud via une interface vers l'autre interface uniquement si le nœud destinataire correspond au réseau connecté via cette interface. Un routeur permet donc d'interconnecter au moins 2 réseaux de couche 3 différentes et d'effectuer du filtrage en se basant sur l'identifiant logique ; les fonctions assurées sont donc :

- interconnexion physique entre 2 nœuds ou plus ;
- amplification des signaux électriques ;
- retransmission des signaux électriques reçus vers le nœud destinataire adéquat par analyse des trames et décodage de l'adresse physique de destination.
- retransmission des signaux électriques reçus vers le nœud destinataire via l'interface adéquate par analyse des trames et décodage de l'adresse logique de destination ;
- filtrage logiciel par analyse des datagrammes et décodage des adresses logiques source et destination.

Le routeur remplit l'intégralité des services de la couche 3 ; par conséquent, il constitue un nœud, et possède lui aussi un identifiant logique associé à chacune de ses interfaces, soit donc autant que de réseaux qu'il interconnecte.

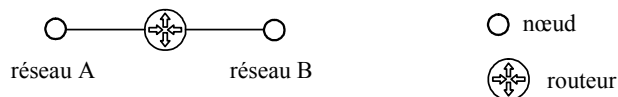


Figure 1.10 : topologie d'un segment de réseau utilisant un routeur à 2 interfaces

Un routeur qui possède plus de 2 interfaces peut ainsi permettre de déterminer le chemin le plus adéquat à utiliser pour joindre une destination. Il use pour cela de ses tables de routages (correspondance destination / interface), remplies statiquement ou dynamiquement via des protocoles de routage (RIP, OSPF, etc.).

<sup>1</sup> Sur un réseau TPC/IP, il s'agit donc de l'adresse IP.

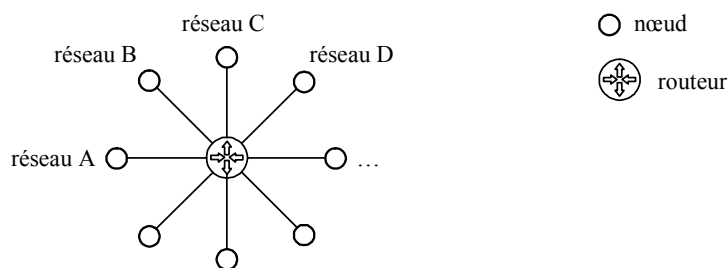


Figure 1.11 : topologie d'un segment de réseau utilisant un routeur à plus de 2 interfaces

Nb : Les routeurs grand public disponibles sur le marché sont des routeurs à 2 interfaces, dont l'une des 2 – la partie LAN – est associée à un commutateur intégré, et en aucun cas de routeurs proposant 4 ou 5 interfaces différentes<sup>1</sup>.

## 1.8 PASSERELLE

La **passerelle** (gateway (eng)) est un nom générique pour désigner tout appareil d'interconnexion physique et logique entre 2 nœuds ou plus qui travaille au niveau des couches applicatives (5-7).

Ce type de matériel permet donc d'interconnecter des réseaux totalement différents.

<sup>1</sup> Y compris les « box » fournies par les FAI.

## 2 LIAISONS SÉRIE

Rsx\_Support cours EISTI\_B.Péan.pdf (p34)

Rsx\_Introduction aux réseaux Master IC2A-DCISS\_C.Bulfone.pdf (p8)

2.1 RS-232

2.2 RS-422

2.3 RS-485

2.4 USB

---

## 3 TECHNOLOGIES DE LAN

Rsx\_Support cours EISTI\_B.Péan.pdf (p34)

Rsx\_Réseaux\_E.Lalitte.pdf (p19)

### 3.1 ETHERNET

Rsx\_Cours réseaux Master1 Info\_P.Nicolas.pdf (p22)

Rsx\_Cours réseaux Master1 Info\_P.Nicolas.pdf (p28) (ARP, RARP)

Rsx\_Formation matériel informatique 2\_Ybet Informatique.chm (§4)

Rsx\_Introduction aux réseaux Master IC2A-DCISS\_C.Bulfone.pdf (p54)

Rsx\_Introduction TCP-IP\_F.Laissus.pdf (p25)

Rsx\_Réseaux haut débit\_G.Desgeorge.pdf (p22)

Rsx\_Réseaux informatiques\_5 - Réseaux locaux\_A.Aoun.pdf (p5)

Rsx\_Réseaux informatiques\_9 - TCP-IP\_A.Aoun.pdf (p11)

Rsx\_Réseaux\_E.Lalitte.pdf (p22)

Rsx\_Routage\_E.Lalitte.pdf (p6)

Rsx\_Support cours EISTI\_B.Péan.pdf (p15)

Rsx\_Réseaux informatiques\_M.Madeth

SDU : 46 à 1500 octets

En-tête de 14 octets

Trame : adresse destination (6), adresse source (6), type (2), 46-1500, CRC (4)

Remorque Ethernet de 4 octets : CRC ?

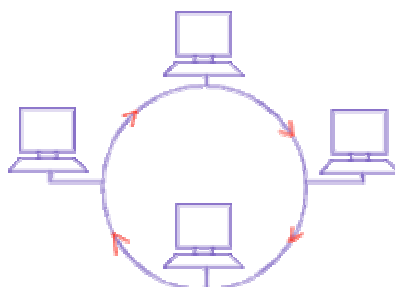
Adresses physiques Ethernet = MAC (Medium Access Control) : codé sur 6 octets

### 3.2 TOKEN RING

Rsx\_Formation matériel informatique 2\_Ybet Informatique.chm (§3.7)

Anneau à jeton

L'anneau à jeton (en anglais *token ring*) est une technologie d'accès au réseau basé sur le principe de la communication au tour à tour, c'est-à-dire que chaque ordinateur du réseau a la possibilité de parler à son tour. C'est un jeton (un paquet de données), circulant en boucle d'un ordinateur à un autre, qui détermine quel ordinateur a le droit d'émettre des informations. Lorsqu'un ordinateur est en possession du jeton il peut émettre pendant un temps déterminé, après lequel il remet le jeton à l'ordinateur suivant.



### 3.3 FDDI

Rsx\_Réseaux haut débit\_G.Desgeorge.pdf (p13)

Anneau à jeton

La technologie LAN FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) est une technologie d'accès au réseau sur des lignes de type  *fibre optique* . Il s'agit en fait d'une paire d'anneau (un est dit primaire, l'autre, permettant de rattraper les erreurs du premier, est dit secondaire). Le FDDI est un anneau à jeton à détection et correction d'erreurs (c'est là que l'anneau secondaire prend son importance).

Le jeton circule entre les machines à une vitesse très élevée. Si celui-ci n'arrive pas au bout d'un certain délai, la machine considère qu'il y a eu une erreur sur le réseau.

La topologie FDDI ressemble de près à celle de [token ring](#) à la différence près qu'un ordinateur faisant partie d'un réseau FDDI peut aussi être relié à un concentrateur MAU d'un second réseau. On parle alors de  *système biconnecté* .

### 3.4 ATM

Rsx\_Réseaux haut débit\_G.Desgeorge.pdf (p28)

Rsx\_Formation matériel informatique 2\_Ybet Informatique.chm (§6.4)

Rsx\_Introduction aux réseaux Master IC2A-DCISS\_C.Bulfone.pdf (p76)

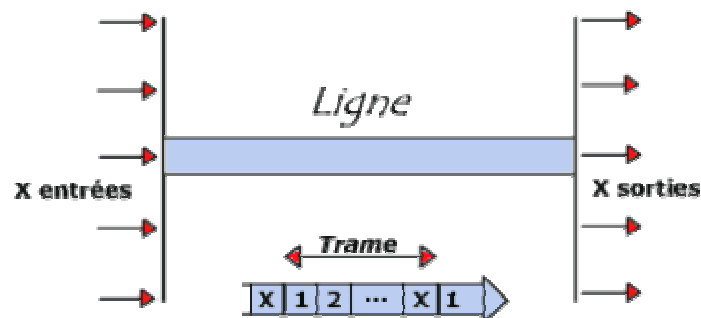
Asynchronous Transfer Mode

MTU : 9180

#### \* ATM (Asynchronous Transfer Mode)

C'est une technologie de réseau récente, qui, contrairement à ethernet, token ring, et FDDI, permet de transférer simultanément sur une même ligne de données et de la voix.

L'ATM a été mis au point au CNET. Contrairement aux réseaux synchrones (comme les réseaux téléphoniques) où les données sont émises de façon synchrone c'est-à-dire que la bande passante est répartie (multiplexée) entre les utilisateurs selon un découpage temporel, le réseau ATM transfère les données de façon asynchrone, ce qui signifie qu'il transmet dès qu'il le peut. Alors que les réseaux synchrones n'émettent rien lorsqu'un utilisateur n'a rien à émettre, le réseau ATM va utiliser ces blancs pour transmettre d'autres données, garantissant ainsi une meilleure bande-passante!



#### \* Multiplexage temporel

De plus, les réseaux ATM émettent uniquement des paquets sous forme de cellules d'une longueur de 53 octets (5 octets d'en\*tête et 48 octets de données) et comprenant des identificateurs permettant de connaître entre autres la qualité de service (QOS, *Quality of service*). La qualité de service représente un indicateur de priorité des paquets selon le débit actuel du réseau.

L'ATM permet ainsi de transférer des données à une vitesse allant de 25Mbps à plus de 622Mbps (il est même prévu d'obtenir plus de 2Gbps sur fibre optique). Les équipements nécessaires pour ce type d'équipement étant chers, ceux-ci sont essentiellement utilisés par les opérateurs de télécommunication sur des lignes longue distance.

---



## 4 BUS DE TERRAIN

### 4.1 CAN

Control Area Network

### 4.2 AS-I

Actual Sensor Interface

### 4.3 I2C

Inter Integrated Circuit

### 4.4 PROFIBUS

### 4.5 MODBUS

### 4.6 VME

---

# A RÉFÉRENCE

## A.1 NORMALISATION ET STANDARDISATION

### A.1.1 *Organismes de normalisation*

ISO : International Standardization Organisation (eng) ≡ Organisation Internationale de Standardisation (fr)

IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers (eng) ≡ Institut d'Ingénierie Électrique et Électronique (fr)

ITU : International Telecommunication Union (eng) ≡ Union Internationale des Télécommunications (fr)

TIA : Telecommunications Industry Association (eng) ≡ Association de l'Industrie des Télécommunications (fr)

EIA : Electronic Industries Alliance (eng) ≡ Alliances des Industries de l'Électronique (fr)

### A.1.2 *Normes et standards*

IEEE 802.1p : tags de priorités

IEEE 802.1q : Virtual Local Area Network : VLAN (eng) ≡ Réseau Privé Virtuel (fr)

IEEE 802.1x : contrôle de flux full duplex

IEEE 802.2 : Logical Link Control (LLC)

IEEE 802.3 : Ethernet

IEEE 802.3i : Ethernet 10Base-T

IEEE 802.3u : Fast Ethernet 100Base-Tx / 100Base-T4 / 100-BaseFx

IEEE 802.3ab : Gigabit Ethernet 1000Base-T

IEEE 802.3af : Power over Ethernet (eng) ≡ Courant Porteur en Ligne : CPL (fr)

IEEE 802.4 : Standard Token Bus

IEEE 802.5 : Standard Token Ring

IEEE 802.6 : Metropolitan Area Network : MAN

IEEE 802.8 : fibre optique

IEEE 802.9 : intégration voix/données

IEEE 802.10 : sécurité

IEEE 802.11 : WiFi

IEEE 802.11a : WiFi 54Mb/s (5GHz)

IEEE 802.11b : WiFi 11Mb/s (2.4GHz)

IEEE 802.11g : WiFi 54Mb/s (2.4GHz)

IEEE 802.11n : WiFi 300Mb/s (?GHz)

IEEE 802.15.1 : Bluetooth

IEEE 802.15.4 : Zigbee

## B BIBLIOGRAPHIE

**Feneuil Bruno**, *Réseaux*, Lycée Louis Rascol – Albi, 1998 ;

**Nicolas Pascal**, *Cours de réseaux Master 1 informatique*, <http://www.info.univ-angers.fr/pub/pn/>, UFR Sciences de l'Université d'Angers, 2006 ;

**Péan Bruno**, *Support de cours Réseaux EISTI*, EISTI – Cergy, 2001 ;

**Aoun André**, *Réseaux informatiques*, <http://www.htrr.ups-tlse.fr/pedagogie/cours/>, Université Paul Sabatier – Toulouse III, 2005 ;

**Lalitte Éric** dactylo. **Vigneau François-Régis**, *Cours réseau*, <http://www.lalitte.com/faqs.html>, InTech INFO – Institut privé des nouvelles technologies de l'information – Groupe ESIEA, 2005 ;

**Cousin Bernard**, *Réseaux – généralités*, <http://www.irisa.fr/armor/lesmembres/cousin/Enseignement/enseignement.html>, IRISA – Campus de Beaulieu – Rennes, 2002 ;

**Laissus François**, *Cours d'introduction à TCP/IP*, <http://www.laissus.fr>, Master SIO – École Centrale Paris, 2007 ;

**Bulfone Christian**, *Administration système et réseau*, <http://www.icp.inpg.fr/~bulfone/enseignement.php>, Master IC2A/DCISS – Institut National Polytechnique de Grenoble, 2007 ;

**Hardware.fr**, *Forum Windows, software & réseaux*, [http://forum.hardware.fr/hfr/WindowsSoftwareReseaux/Reseaux/liste\\_sujet-1.htm](http://forum.hardware.fr/hfr/WindowsSoftwareReseaux/Reseaux/liste_sujet-1.htm), 2007 ;

**YBET Informatique**, *Formation matériel informatique 2*, <http://www.ybet.be/hardware/hardware2.htm/>, 2005 ;

**Tanenbaum Andrew**, *Réseaux – cours et exercices 3<sup>e</sup> édition*, Dunod, 1996 ;

**Pique Jean-François**, *Cours réseaux et systèmes*, <http://www.dil.univ-mrs.fr/~jfp/>, Master 1 – Département d'Informatique – Faculté des Sciences de Luminy – Université de la Méditerranée, 2008 ;

**Saccavini Luc**, *Câblage Gigabit sur paires torsadées*, Atelier ISOC du Bénin – Cotonou – INRIA, 2001 ;

**Madeth May**, *Réseaux informatiques*, [http://www.kh.refer.org/cours\\_en\\_lignes/cours\\_reseau/Page/Index.htm](http://www.kh.refer.org/cours_en_lignes/cours_reseau/Page/Index.htm), Institut de Technologie du Cambodge – Département Génie Informatique et Communication, 2005 ;

**Lehmann Guillaume**, *Comprendre le fonctionnement de la commutation Ethernet*, <http://lehmann.free.fr/>, 2004 ;

**CommentÇaMarche.net**, <http://www.commentcamarche.net/>, 2008 ;

**Wikipédia – l'encyclopédie libre**, <http://fr.wikipedia.org/>, 2007.