

Architecture des Réseaux

Didier DONSEZ

Université Joseph Fourier (Grenoble 1)

IMA – LSR/ADELE

`Didier.Donsez@imag.fr`

Plan

■ Rappel

- Définition, Le modèle OSI
- L'architecture Internet

■ Les Nouveaux Besoins

- Intégration de Service, Multimédia, QoS

■ Les Réseaux Locaux

- Ethernet, Token Ring

■ Les Réseaux Métropolitains

- FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

■ Les Réseaux Etendus

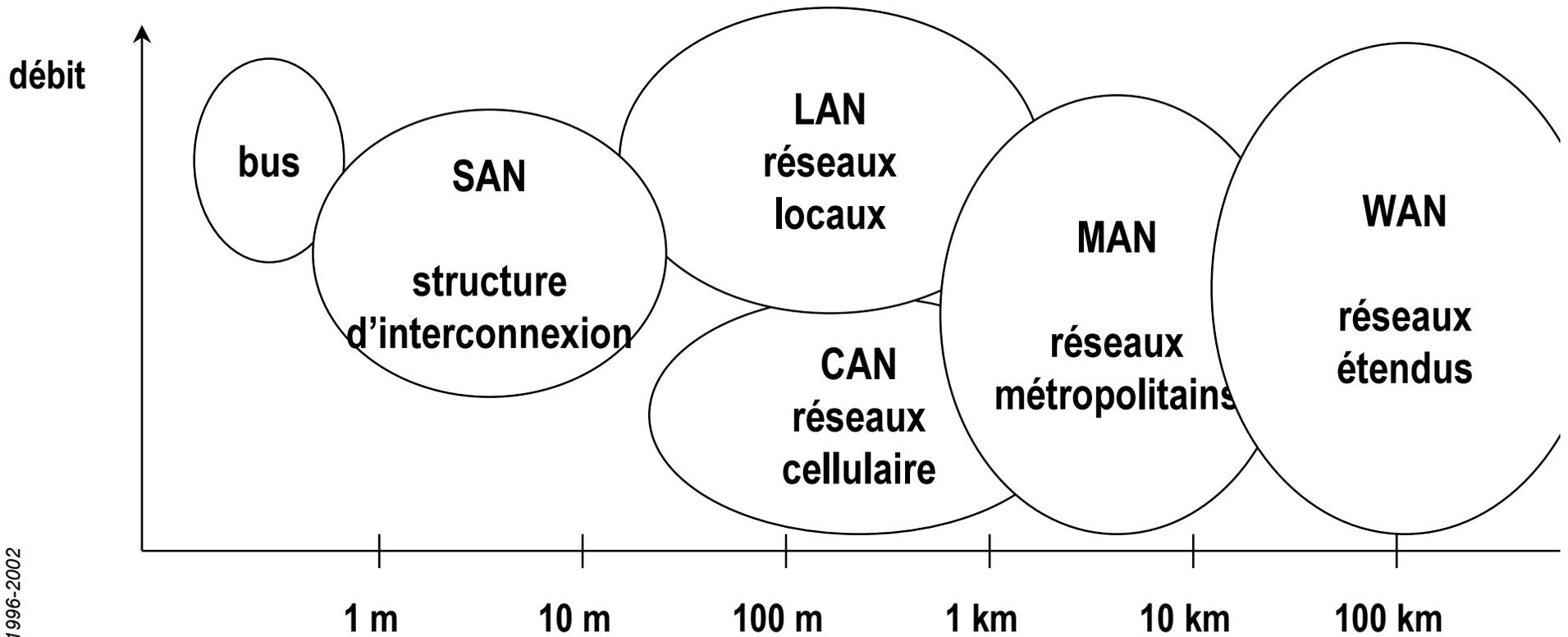
- Rappel X25 et Commutation
- ATM (Asynchronous Transfert Mode)

■ Les Structures d'Interconnexion

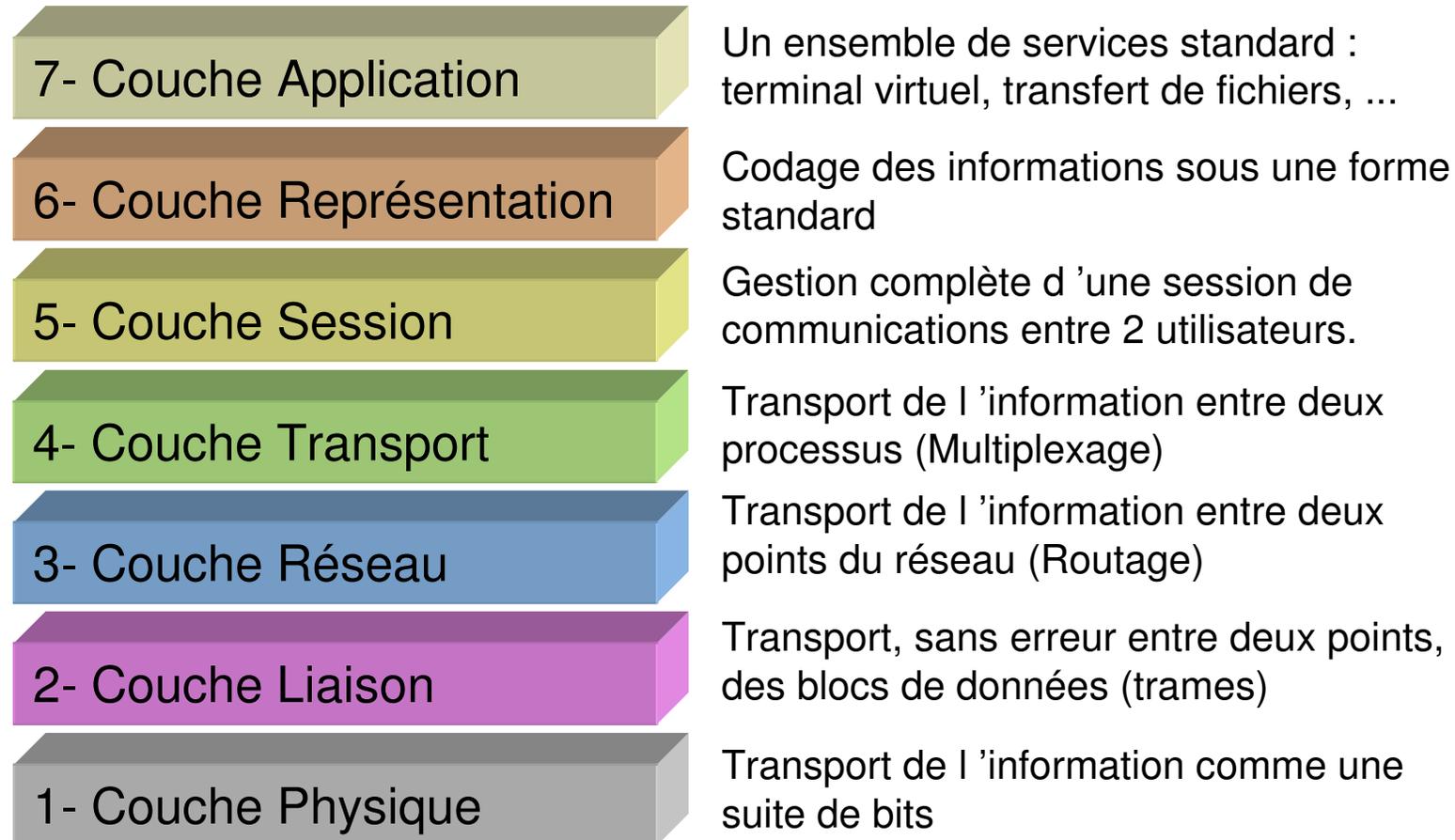
Définition

- Bus
 - VME, PCI, ...
- Bus de capteurs
 - F(ield) AN, C(ontrol) AN
- Structures d'Interconnexion
 - SCSI, Fibre Channel, HPPI, GigaNet, ...
- Les Réseaux Locaux
 - Ethernet, Token Ring
- Les Réseaux sans Fil
 - GSM, CDMA, GPRS, UMTS, ..
- Les Réseaux Métropolitains
 - FDDI (Fiber Distributed Data Interface)
- Les Réseaux Etendus
 - X25, Frame Relay, ATM

Définition

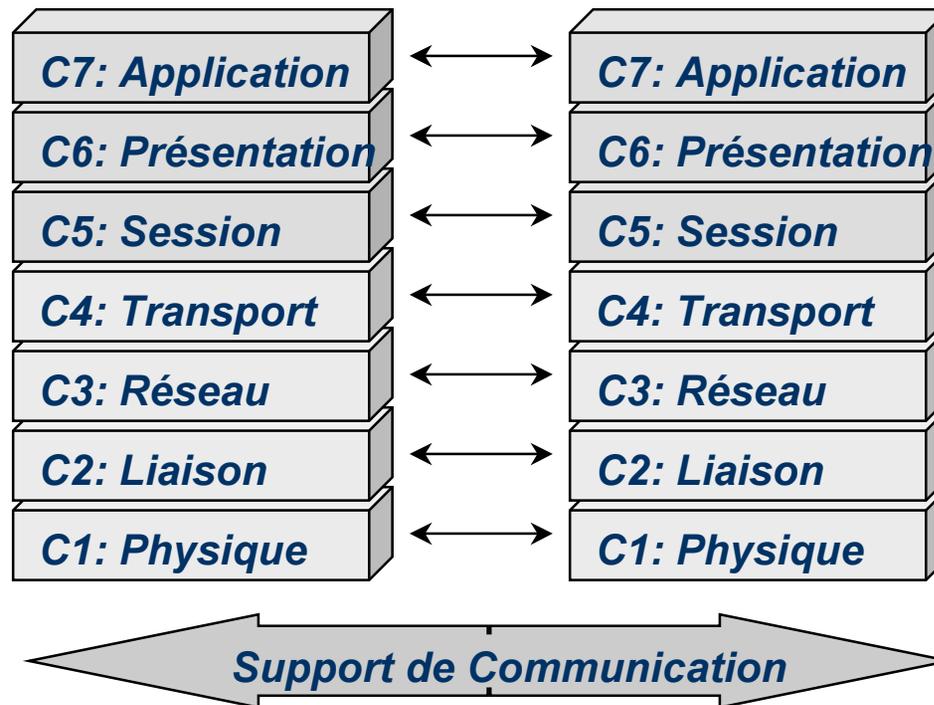


Le modèle OSI (Open System Interconnexion)



Modèle OSI en Couche de Service (i)

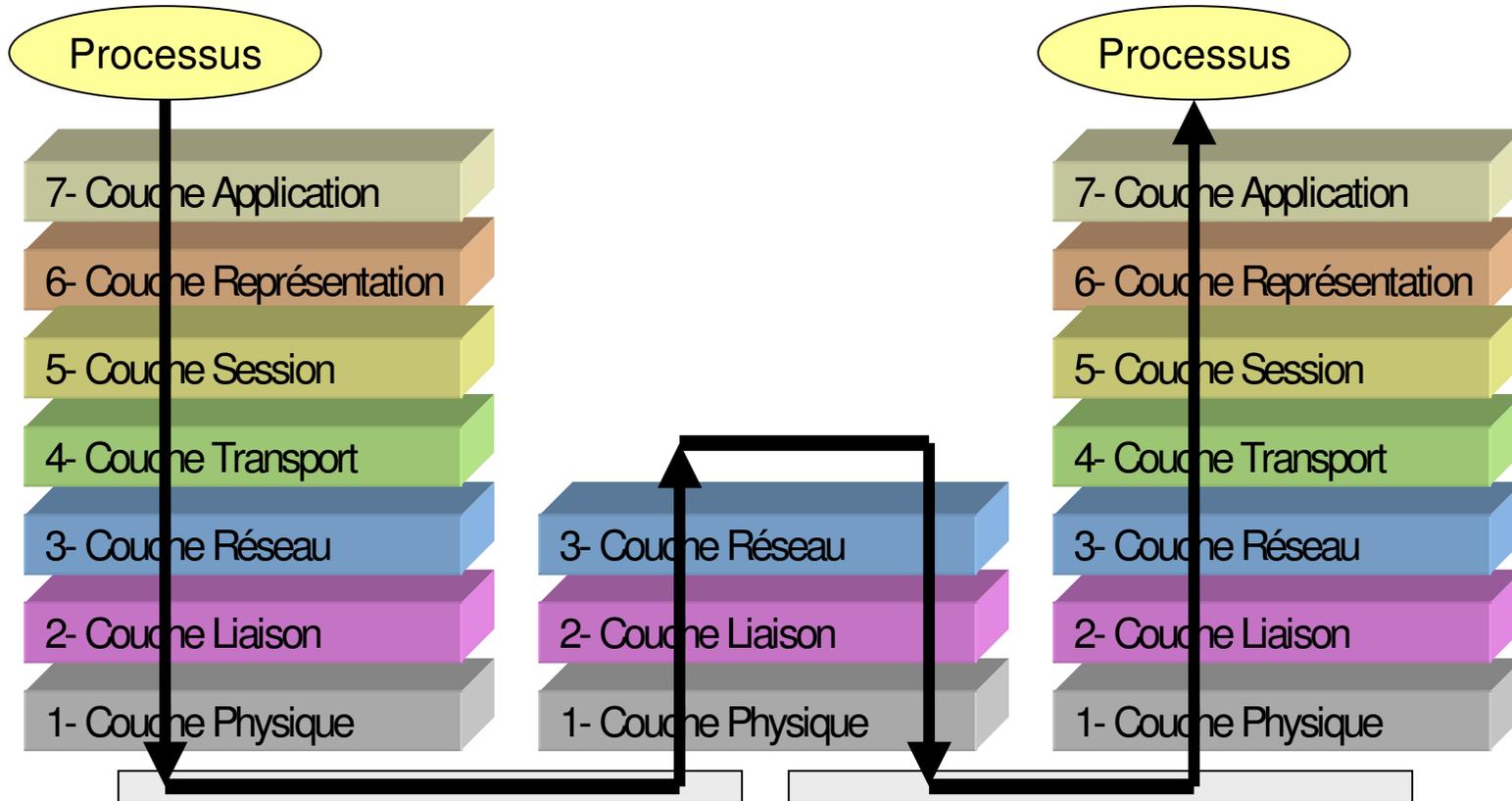
- Service (N) : service rendu au niveau N+1
- Protocole (N) : règles nécessaires au Service (N)
- N-Service Access Point: frontière N et N+1 (paramètre, primitives, ...)



Modèle OSI en Couche de Service (ii)

- C1 (Physique)
 - interface de communication (modem, équipement matériel, logiciel, ...), multiplexage, ...
- C2 (Liaison)
 - Connexion entre entité, Correction des erreurs, partage du support
- C3 (Réseau)
 - Connexion sur système ouvert (passerelles, ...), Adressage, Routage, Contrôle de Flux
- C4 (Transport)
 - Qualité de Service, Assemblage, Reprise sur Perte de Message, Contrôle de Flux
- C5 (Session)
 - Synchronisation du Dialogue
- C6 (Présentation)
 - Représentation des structures de données
- C7 (Application)
 - Applications Normalisées (FTAM, JTM, MHS,..)

Routage et Passerelle



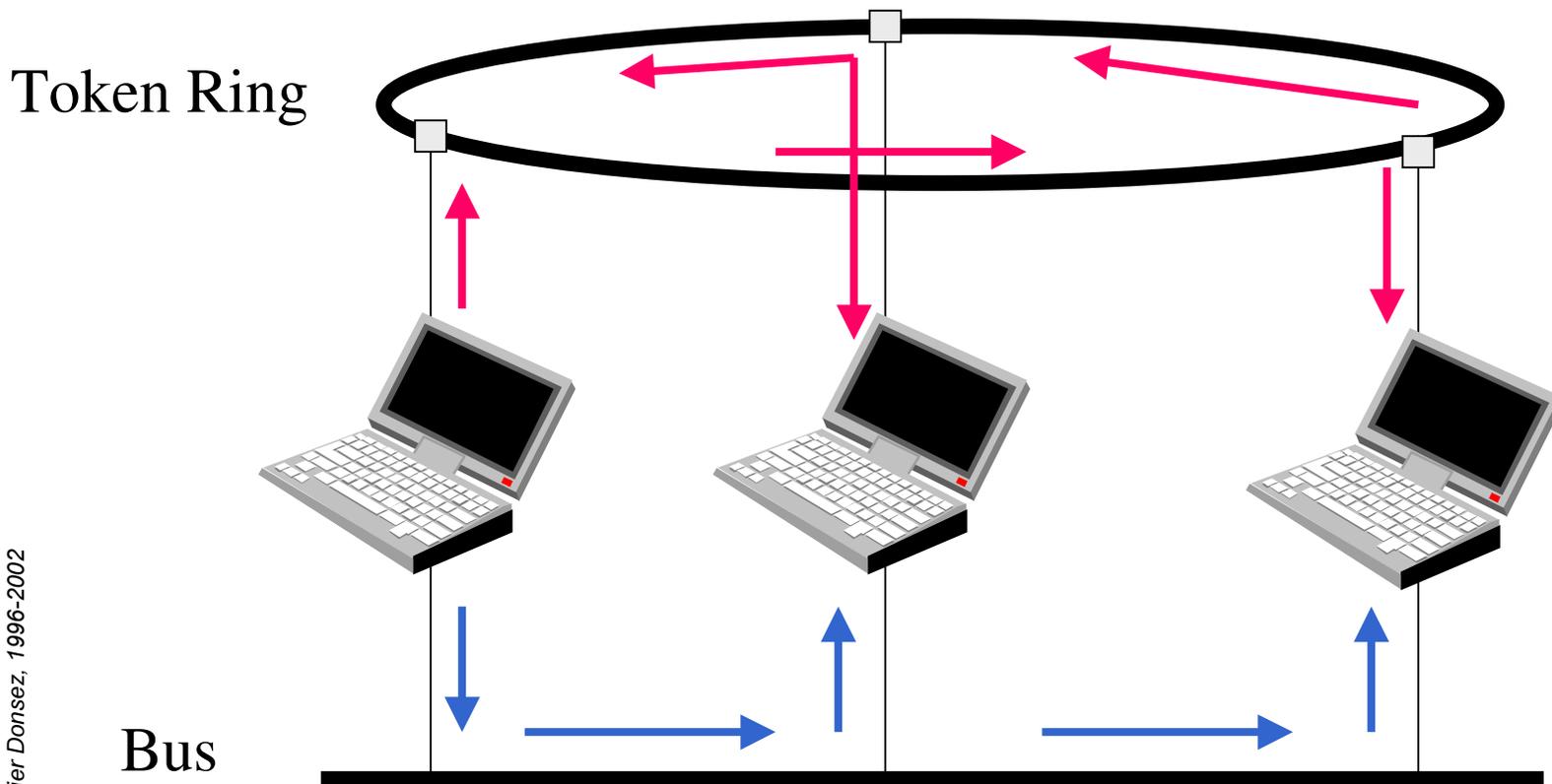
Routage entre plusieurs supports de communication

Les Modes de Communication

- Point à Point
- BroadCast
- MultiCast

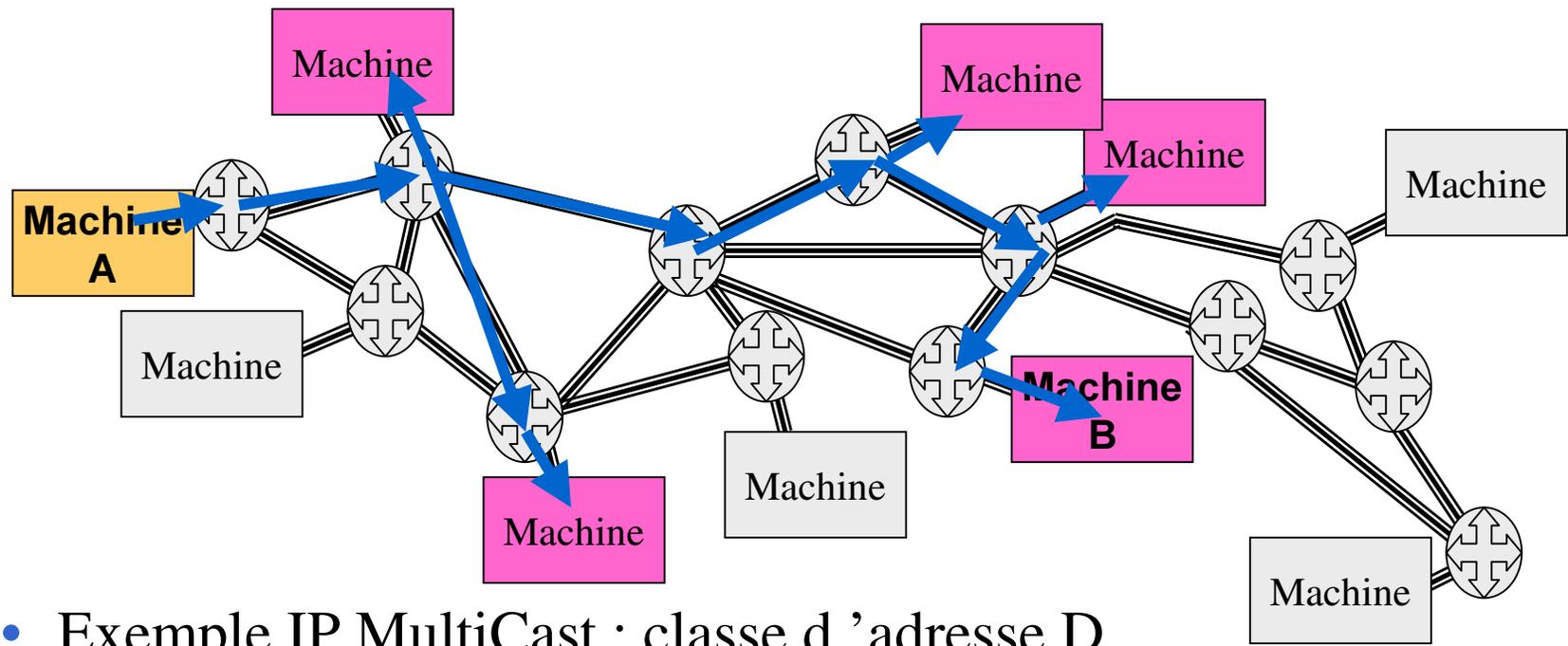
Qu'est ce que le BroadCast ?

- Diffusion de message à toutes les machines du réseau (LAN)
 - Application : recherche d'un serveur de boot, ...



Qu'est ce que le MultiCast ?

- Diffusion de message restreinte à un sous ensemble de machines
 - les routeurs « routent » intelligemment !
 - Applications : WebTV (on live), WebRadio, Diffusion de Cours, ...



- Exemple IP MultiCast : classe d 'adresse D

Quelques Notions de Base

■ Propriété d'un réseau et d'une communication

- Disponibilité (Availability)
- Débit (Throughput)
- Latence (Latency)
 - Délai de propagation : Moyen, Borné/Non Borné
- Taux d'erreur (Packet Loss)
- Gigue (Jitter) : variation de la latence
- Burst

■ QoS : Qualité de Service

- garantie (quantifiée par un pourcentage) des propriétés précédentes pour une communication
 - négociation de la QoS à la connexion

Architecture Internet (i)

■ Historique

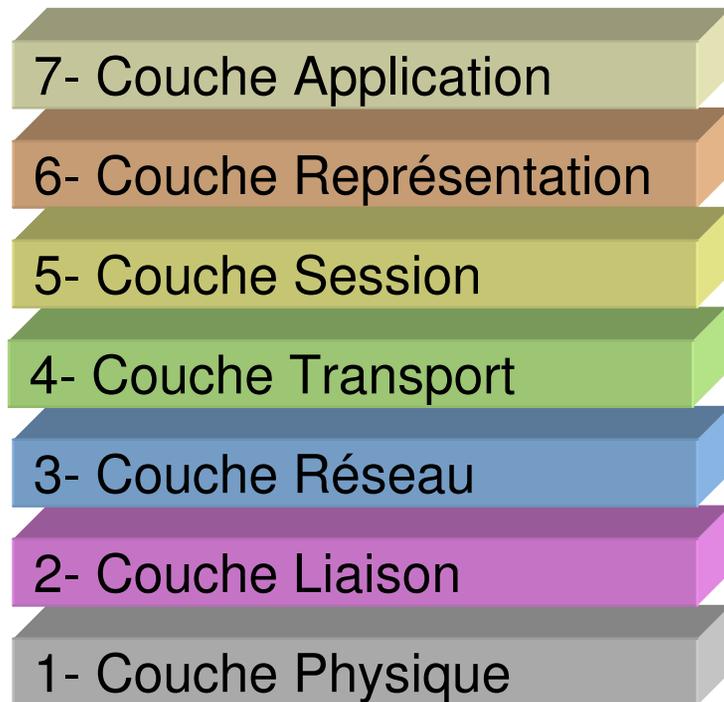
- DoD : standardisation d'un protocole Réseau
Simple, Portable, Peu coûteux

■ Adressage

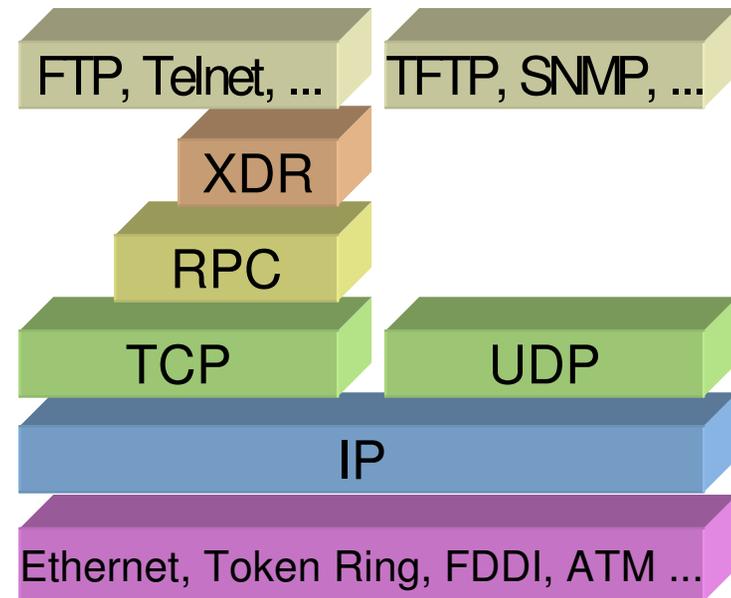
- Codé sur 4 octets : 4 classes d'adresses
 - ⇒ extension IP6
- Domain Name System
 - Nommage hiérarchisé des hôtes Internet / DN officiel
délivré par le NIC
 - Résolution DNS vers @ IP

Architecture Internet (ii)

Le modèle OSI



Internet



Les Nouveaux Besoins

■ Intégration de Service

- Données + Voix + Vidéo

■ Nouvelles Contraintes

- Différents Débits
 - 64 Kb/s RNIS-SE, 10 à 100 Mb/s pour les données
 - 1,5 à 25 Mb/s pour l'image
- Qualité de Service (QoS)
 - Sensibilité aux Pertes, Sensibilité aux Délais
- Trafic
 - Continu / Sporadique (Burst)
- Mode d'exploitation
 - Point à Point, Multipoint

■ Nouvelles Interfaces

- Négocier la QoS avec le réseau

Différents Types de Réseaux

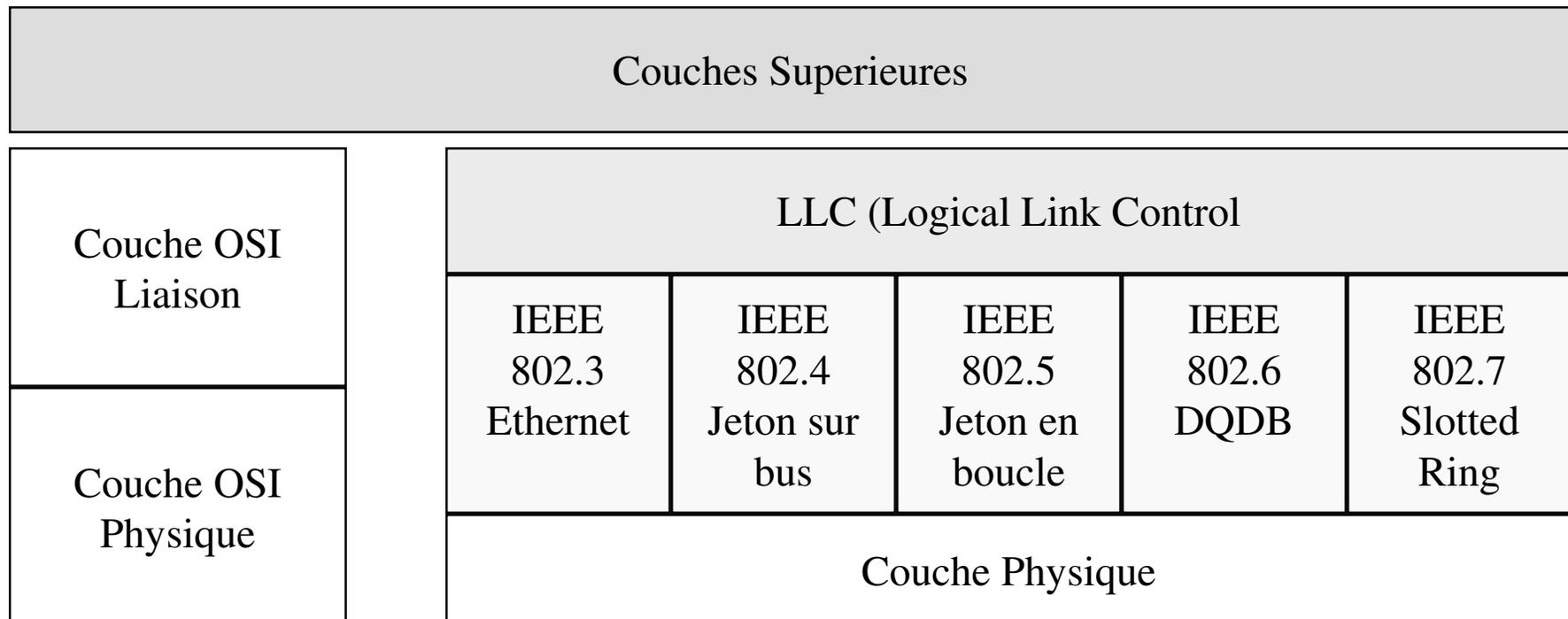
- Structures d'Interconnexion (*System Area Networks*)
 - Faible distance, Très faible taux d'erreur
 - Très haut débits
 - SCSI, Fibre Channel, HIPPI, Giganet, Myrinet, Q-Link, ...
- Réseaux Locaux (*Local Area Networks*)
 - Faible distance, Faible taux d'erreur
 - Ethernet, Token Ring
- Réseaux Métropolitains (*Metropolitan Area Networks*)
 - Fédération de Réseaux Locaux
 - FDDI : Fiber Distributed Data Interface
- Réseaux Etendus (*Wide Area Networks*)
 - ATM : Asynchronous Transfer Mode

Les Réseaux Locaux (LAN)

■ Propriétés des Réseaux Locaux

- Multipoint, faible taux d'erreur, délai faible
 - ↪ réorganisation des couches 1 et 2 par IEEE

■ Le Modèle en couche IEEE 802



Le Modèle en couche IEEE 802

■ Couche Physique

- Coaxial, Fibre Optique, Paire Torsadée, Hertzien, ...

■ Couche MAC (Medium Access Control)

- codage des données, synchronisation, reconnaissance des trames

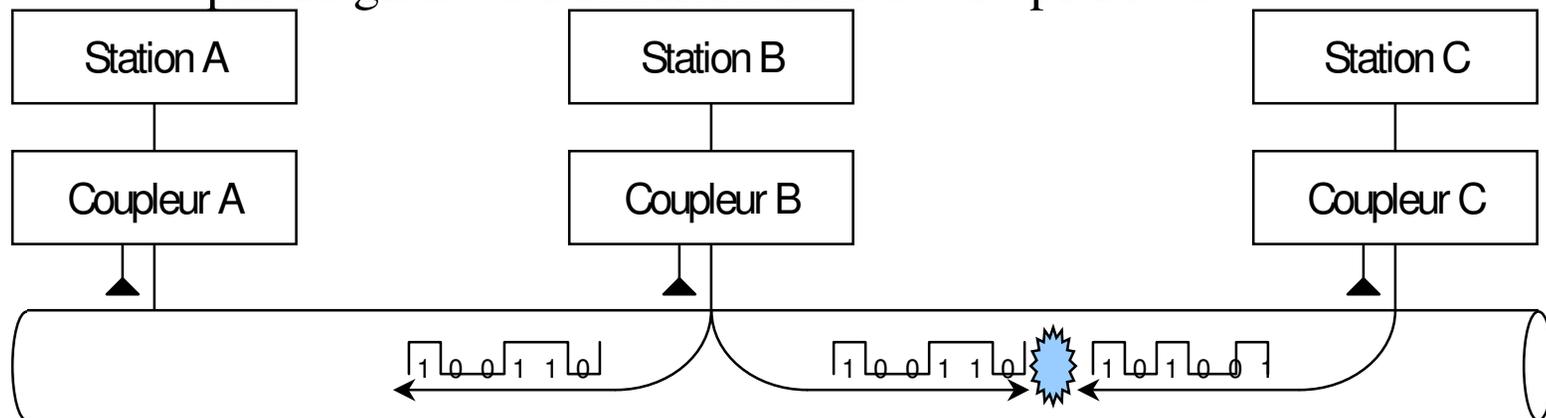
■ Couche LLC (Logical Link Control) IEEE 802.2 & ISO8802.2

- LLC1 : pas de reprise d'erreur, sans connexion
- LLC2 : reprise d'erreur, avec connexion
- LLC3 (industriel) : sans connexion, reprise d'erreur possible si données temporellement valide)

Réseaux Locaux : IEEE 802.3

■ CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*)

- Support physique partagé / Accès Aléatoire
- Le coupleur émet un message si le support n'est pas occupé :
Intervalle d'incertitude sur l'occupation du support →
Collision des 2 (ou +) signaux.
- Ecoute du support pour détecter les collisions
 - ⇒ Code Manchester Différentiel
- Ré-émission ultérieure
 - ⇒ pas de garantie d'émission dans un temps borné



Ethernet

■ IEEE 802.3 / CSMA-CD

- Travaux de Xerox (10BaseT, 10Base10, ...)
- Brin de 500 mètres
- 3 répéteurs du signal (1 Km au max. entre 2 brins)

■ Evolution d'Ethernet

- Partage du support
 - Ethernet 100base10 (100 Mbit/s par station)
- Commutation des trames
 - Switched Ethernet (100Mbit/s par station)
 - Giga Ethernet

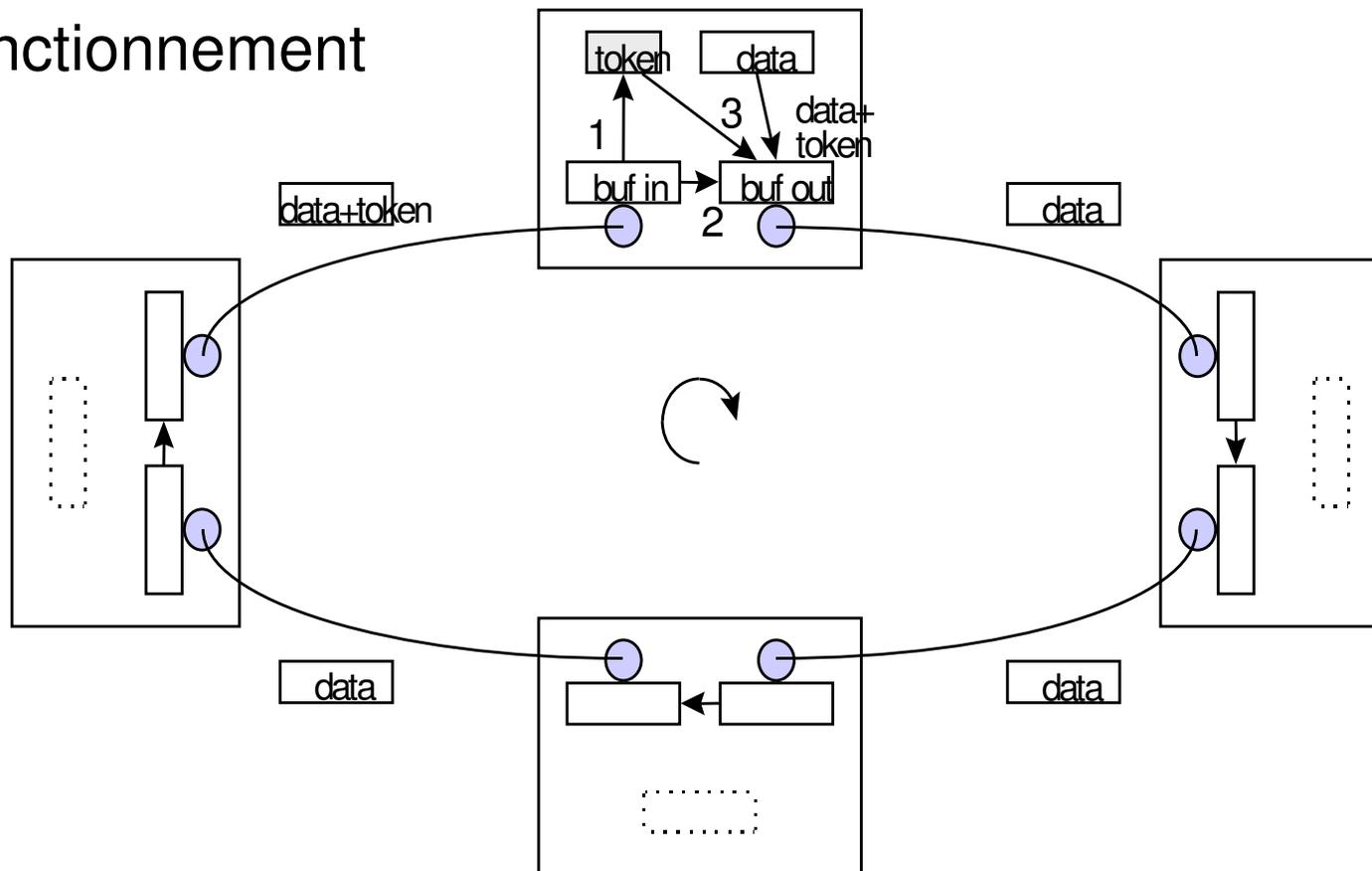
commutation de trames Ethernet 100BaseT
1Gbit/s entre commutateurs 1000BaseSX

Réseaux Locaux : IEEE 802.5

■ Token Ring (Jeton sur Anneau)

- Anneau de N stations = N communications point à point
- Jeton = Droit d'insertion d'une trame pour émission

■ Fonctionnement



Réseaux Locaux : IEEE 802.5

■ Anneau à 4 Mbit/s (802.5)

- Le jeton circule librement dans une trame libre
- Il est capté par la station qui veut émettre.
- Le jeton est relâché quand la trame est revenue à l'émetteur

■ Anneau à 16 Mbit/s

- Le jeton est relâché immédiatement

■ Station de Gestion du Jeton

- Perte du jeton, Duplication du Jeton
- Trame sans destinataire ou sans émetteur

FDDI

(Fiber Distributed Data Interface)

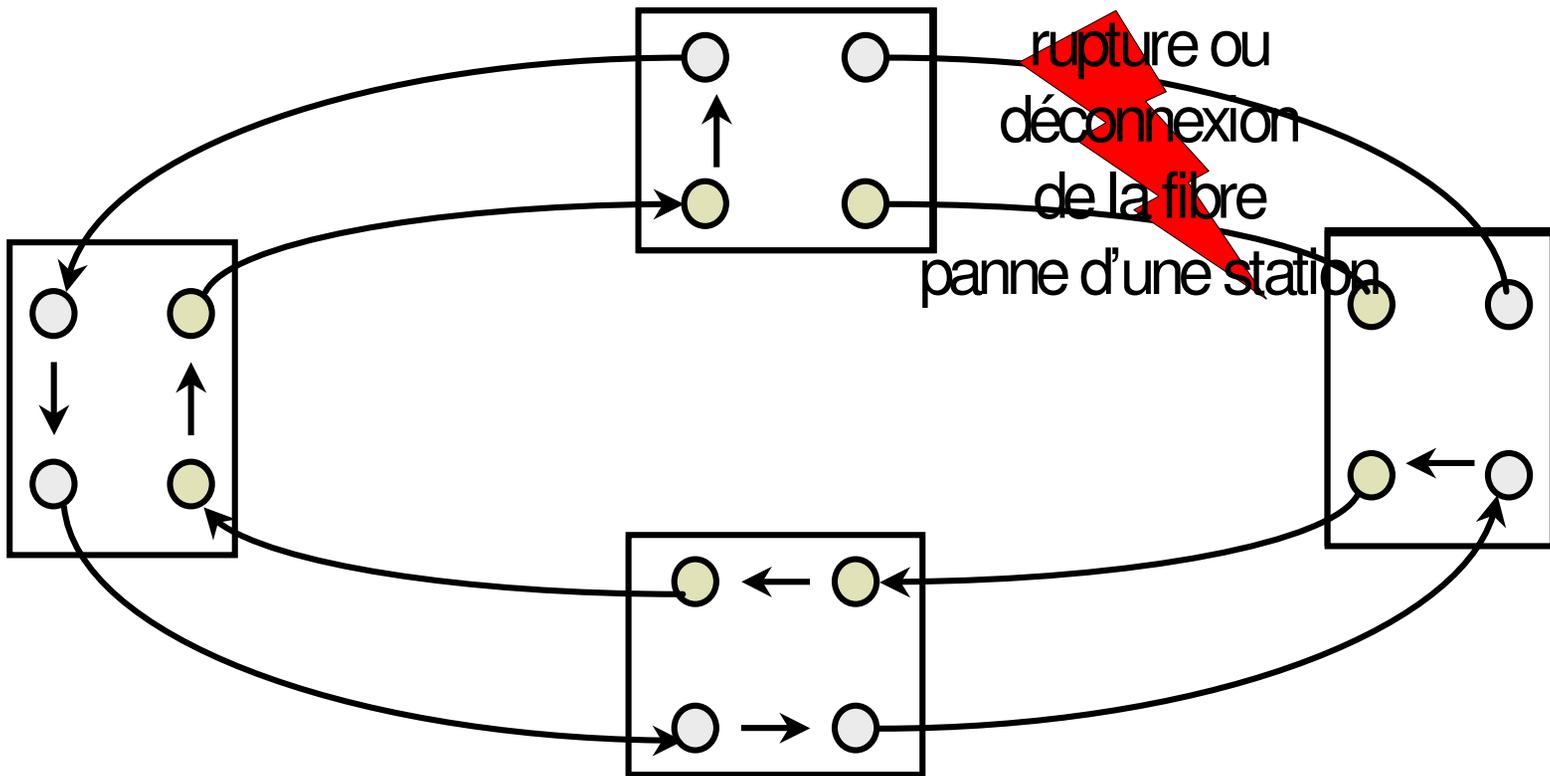
■ Réseau Métropolitain

- Double Anneaux contre rotatifs (résistance à une rupture)
 - 100 Mbit/s par anneau, Jeton temporisé sur boucle
 - 100 kms de circonférence
 - 500 stations écartées de 2kms avec fibre multimode et 60 kms en fibre monomode
 - 2 classes de station
 - A (sur le double anneau)
 - B (sur un seul anneau + concentrateur)

■ Conclusion

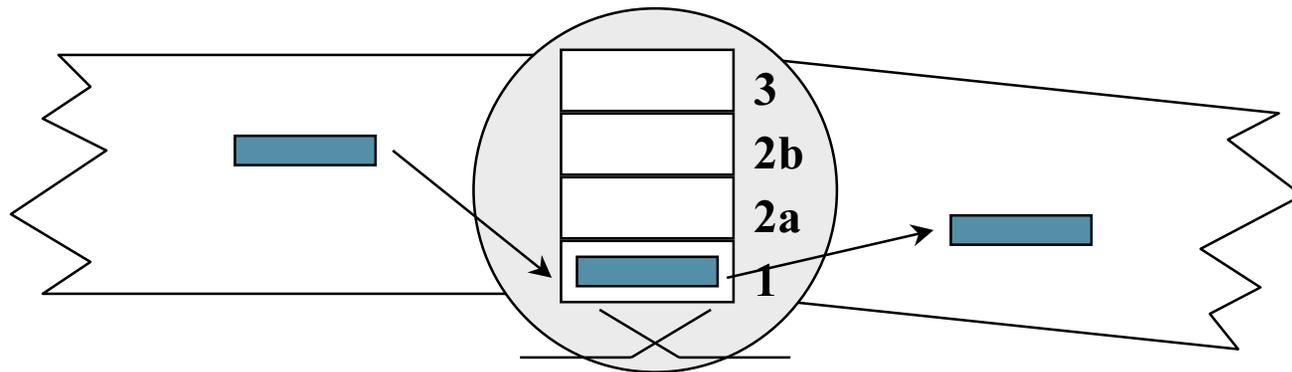
- Architecture fédératrice de réseaux locaux
- FDDI-2 (canaux isochrones pour la voix)
- TPDDI (Twisted Pair DDI) à 2 Mbit/s à l'étude

Tolérance aux pannes dans FDDI

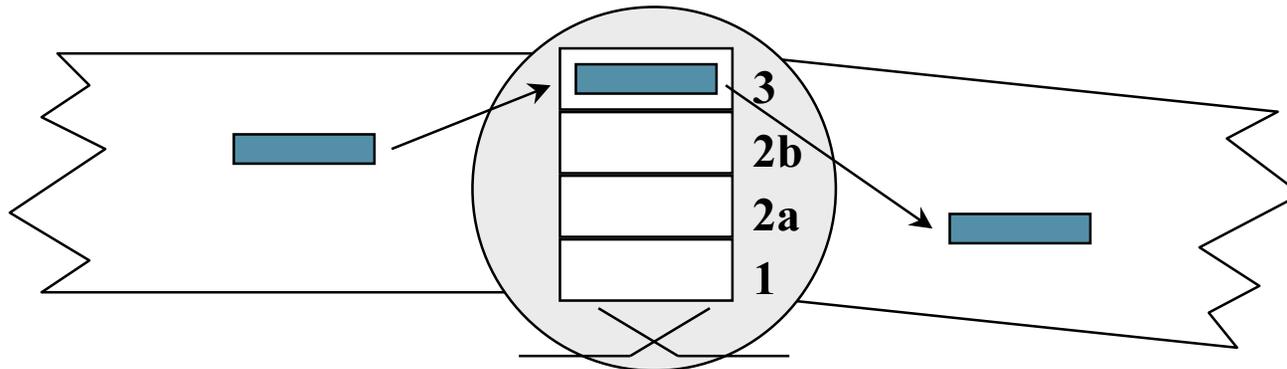


Rappel sur la Commutation

■ Commutation de Circuit

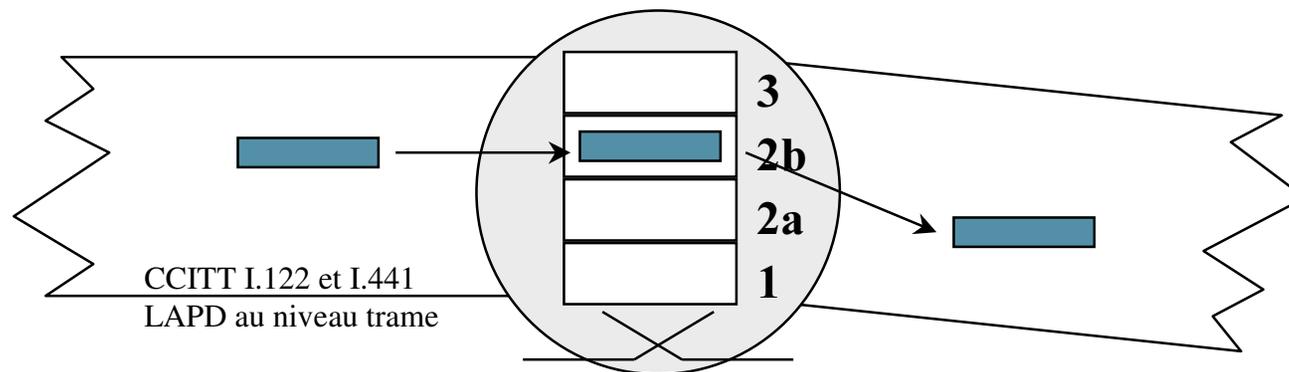


■ Commutation de Paquet

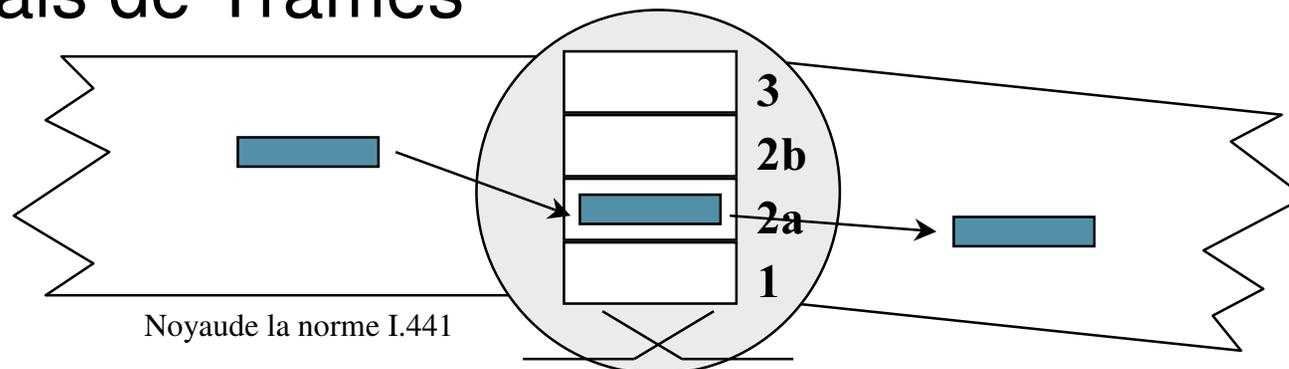


Rappel sur la Commutation

■ Commutation de Trames



■ Relais de Trames



Rappel sur X25

■ Commutation de Paquets de Taille Variable sur Circuit Virtuel

- contexte 70-80 : liaisons longue distance
avec fort d'erreur de bout en bout
- Contrôle des erreurs au Niveau Liaison
- Fenêtre d'Emission/Validation des paquets

■ Limitations :

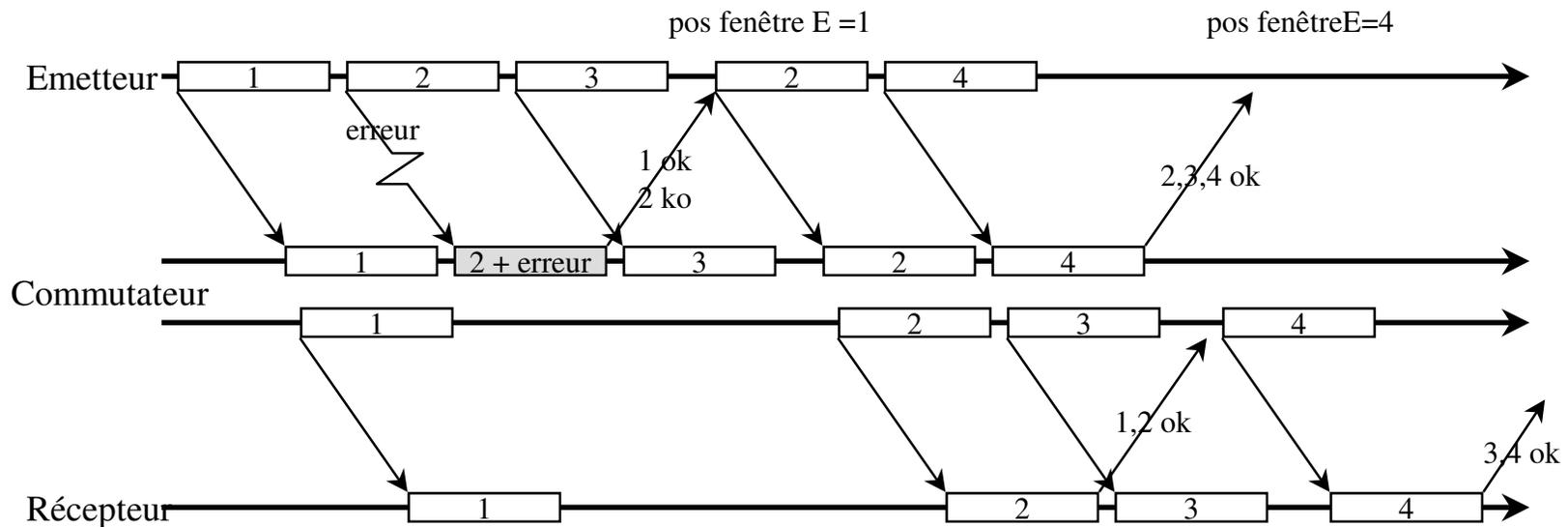
- Temps de Traversée du Réseau Important
- Liaisons fiables \Rightarrow Contrôles devenus lourds

■ Améliorations :

- Frame Relay : réduit les contrôles
(commutateurs plus rapides)

Fenêtre d'émission dans X25

■ Contrôle d'erreur



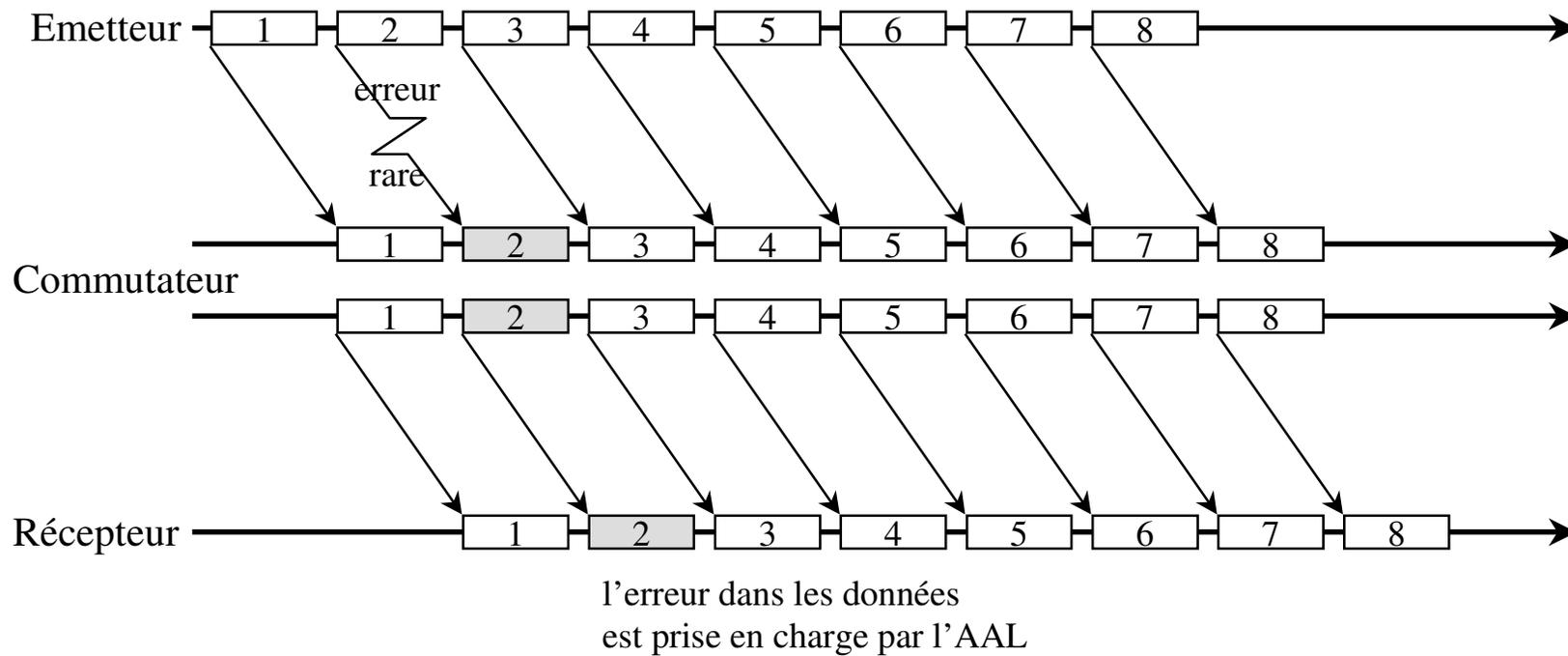
ATM

Asynchronous Transfer Mode

■ Commutation Rapide de petites cellules de taille fixe

- Petites Cellules : 53 octets (5 d'en-tête et 48 de données)
 - compromis Europe/USA pour le transfert de la voix
 $1 \text{ octet}/125 \mu\text{s} = 64 \text{ kbit/s}$
- Taille fixe : simplification des couches 1 et 2
 - commutateur rapide implanté en VLSI
- Pas de contrôle de flux, ni d'erreur (sauf header)
- Circuit Virtuel :
 - mode connecté, routage par étiquette, route unique, cellules délivrées en séquence
- Entêtes (5 octets) : interfaces UNI et NMI
 - VPI, VCI, Payload, Priority (CLP), HEC (Header Error Control)
- 2 types de commutateurs
 - Brasseurs ATM : VCI
 - Commutateurs ATM : VPI + VCI

Commutation de Cellules



AAL (ATM Adaptation Layer)

■ Classes de Communication

Classe	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Débit	Constant	Variable		
Contrainte Temporelle	avec		sans	
Connexion	avec			sans
Applications	Circuit (voix, vidéo H261)	Vidéo à débit variable MPEG	Données en mode connecté	Messages

■ AAL :

- Offrir des services correspondants aux différentes classes de communication au dessus de la couche ATM.
 - Segmentation/Réassemblage, Contrôle d'Erreur, Reprise sur Erreur, Négociation QoS
 - Actuellement, seul AAL5 est normalisée par l'ATM Forum

Types d'AAL (II)

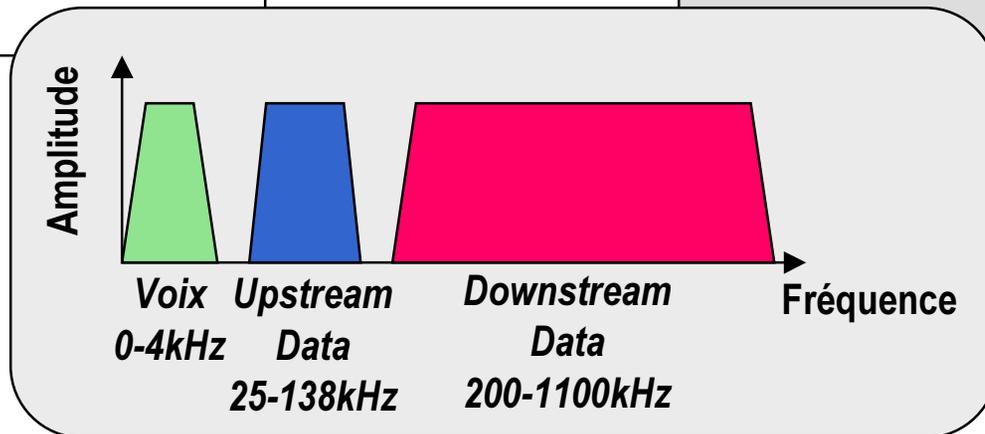
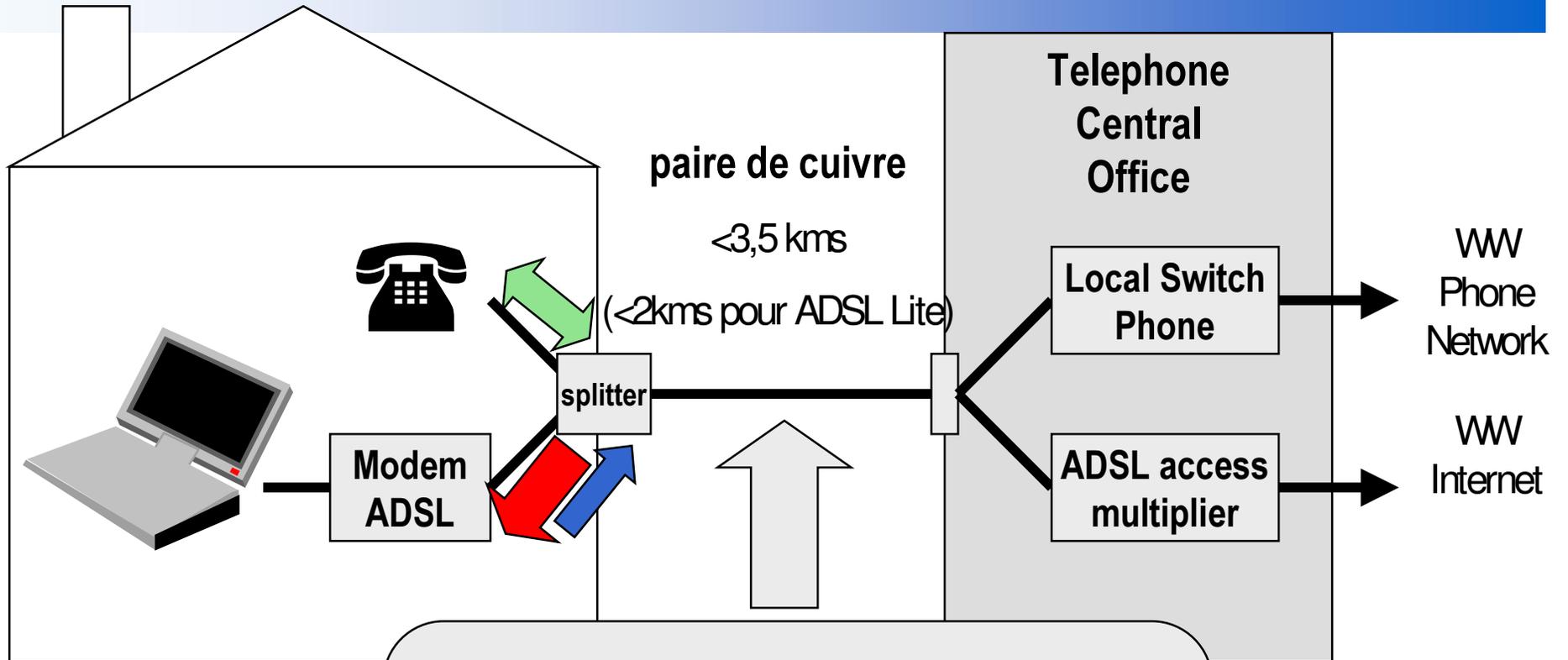
- **AAL Type 1 : Contraintes Temporelles & Débit Constant**
 - service d'émulation de circuit
 - contrôle de la gigue, séquençement, contrôle d'erreur
 - ↳ dépend du service traité (circuit, voix, vidéo, audio)
- **AAL Type 2 : Contraintes Temporelles & Débit Variable**
 - transfert de données à émission variable
 - information temporelle entre la source et la destination
 - indication de perte/erreur, non récupération
- **AAL Type 3/4 : sans Contraintes Temporelles, Débit Variables**
 - service de données orienté ou non connexion
 - choix d'une QoS, service message/service continu, point-à-point/multipoint, mode assuré/non assuré
- **AAL Type 5 : Transfert de Données (Simple and Efficient AL)**
 - service de données simplifié (par rapport à AAL3/4)
 - message d'au plus 65535 octets (avec CRC)
 - gestion de la priorité à la perte et de congestion

SDH

DSL (Digital Subscriber Line)

- Transmission Haut débit sur fil de cuivre
 - infrastructure existante
 - mais frein des opérateurs (rentabilisation des LS)
- modem au coût élevé
 - moins pour la version sans splitter

DSL (Digital Subscriber Line) Principes



Déclinaison de la technologie xDSL

■ ADSL (Asymmetric)

- 1,5-8 Mbs $S_v \Rightarrow C_l$ / 16-640 Kbs $S_v \Leftarrow C_l$
- Accès internet
- G-Lite (G.992.2) version allégée d 'ADSL (sans splitter)

■ HDSL (High Speed)

- 1,544 Mbs $S_v \Leftrightarrow C_l$
- Remplacement des Liaisons Spécialisées

■ SDSL (Single Pair)

- 1-2 Mbs $S_v \Leftrightarrow C_l$
- Remplacement des Liaisons Spécialisées

■ VDSL (Very High Speed)

- 13-52 Mbs $S_v \Rightarrow C_l$ / 1,5-2,3 Mbs $S_v \Leftarrow C_l$
- HDTV, Internet multimédia

Structures d'Interconnexion

System Area Networks

■ Caractéristiques

- Interconnexion de machines à très haut débit et très faible latence (très faible taux d'erreur)

■ Modèles de partage

- Cluster partage de disques
- Echange mémoire-mémoire
 - NUMA : Non Uniform Memory Access

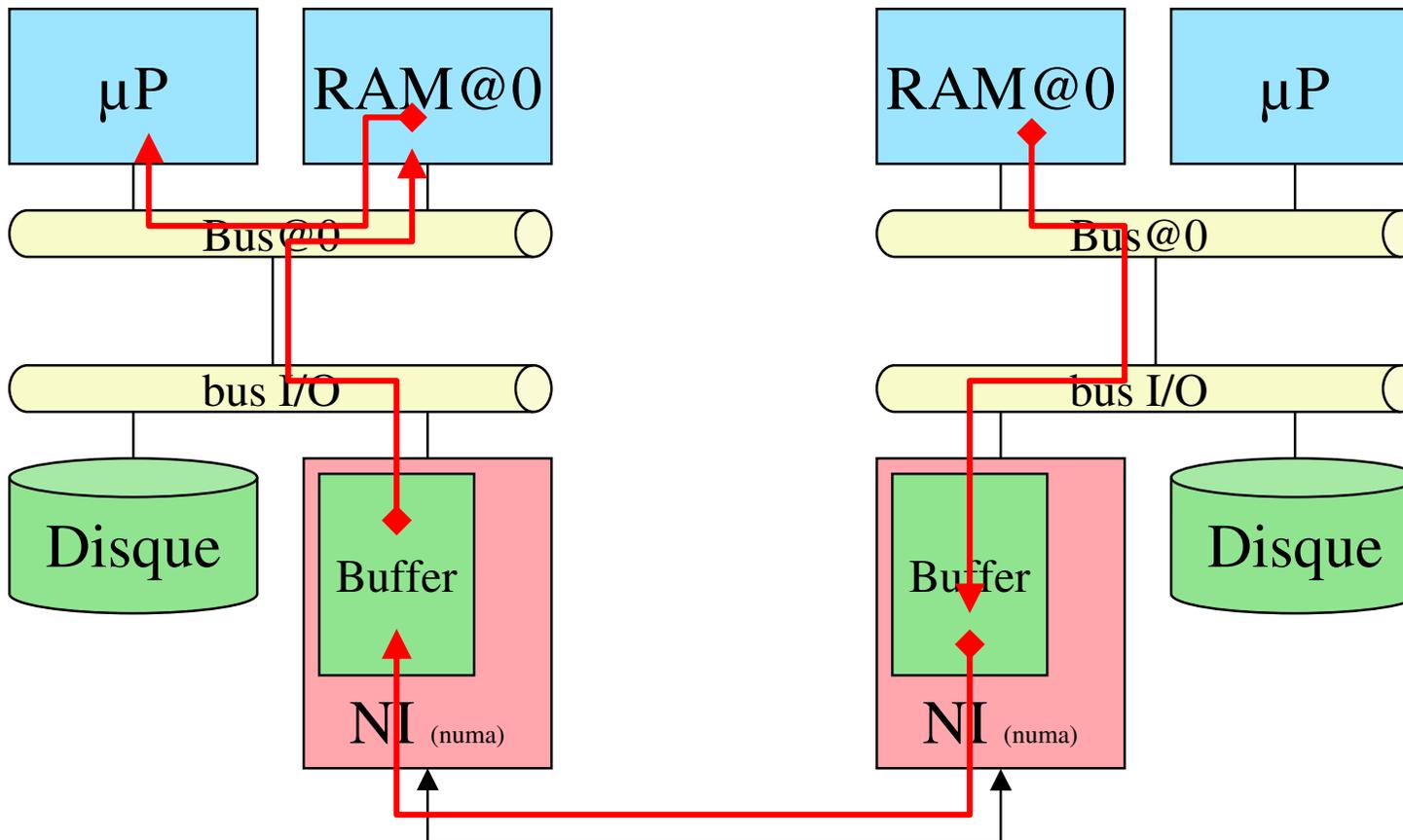
■ Marché émergent

- Liaisons
 - Fibre Channel, HIPPI, Gigaset, Synfinity, Myrinet, Sequent Q-Link, ...
- Exploitation par les OS et les SGBDs
 - WinNT, Unix, VMS, OS390 ...
 - Oracle, DB2, Informix, Sybase, ...

Principe de la NI (*Network Interface*) dans les LAN

La NI est considérée comme un organe d'I/O

Temps de latence important, Nombreux cycle CPU, ...

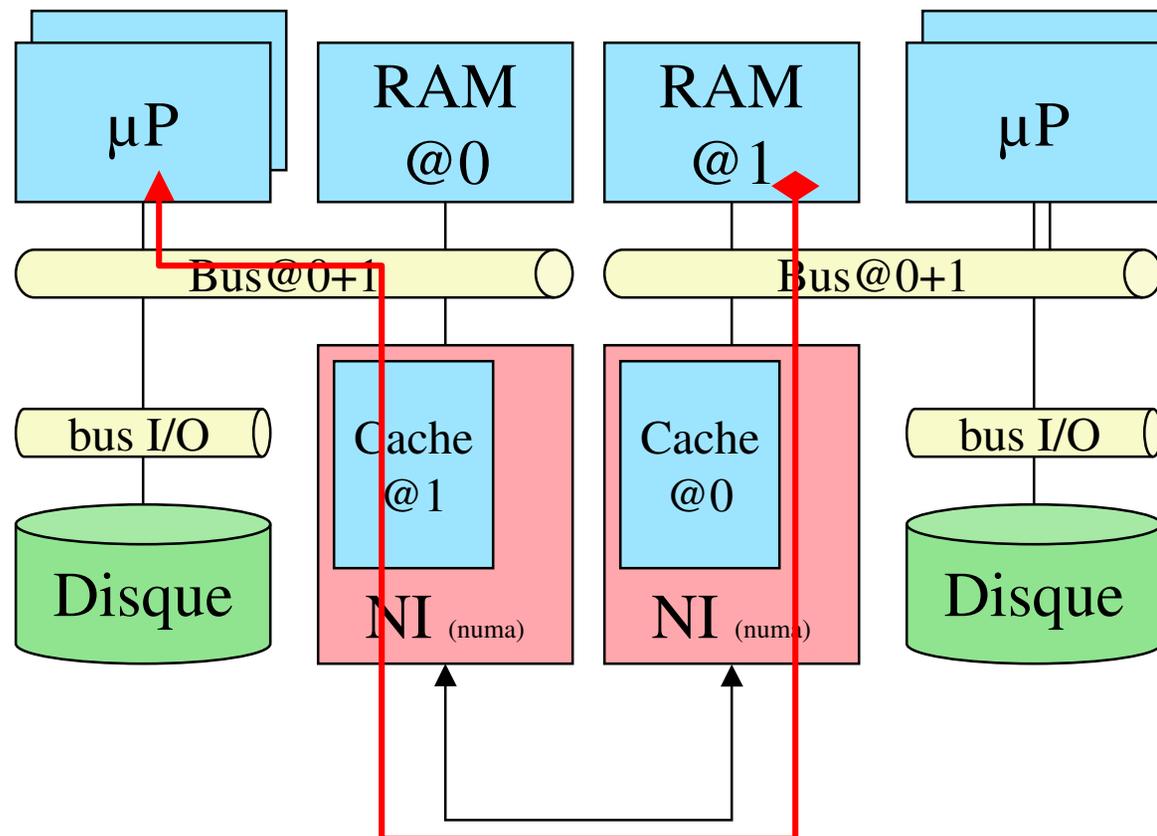


Principe de la NI (*Network Interface*) dans une Mémoire NUMA

La NI n'est plus considérée comme un organe d'I/O

C'est une mémoire adressable directement par le(s) processeur(s)

cc:NUMA : Cache Coherence for NUMA



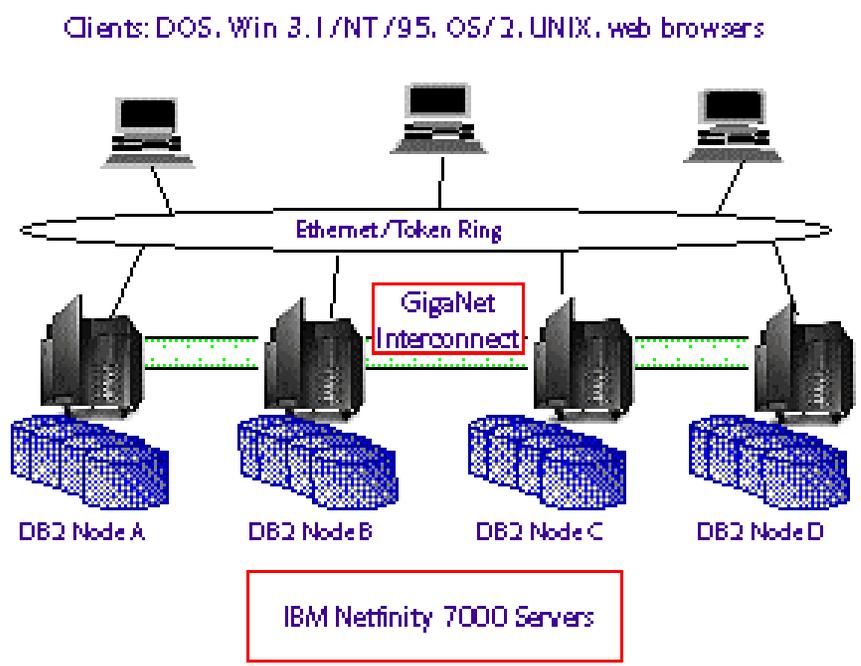
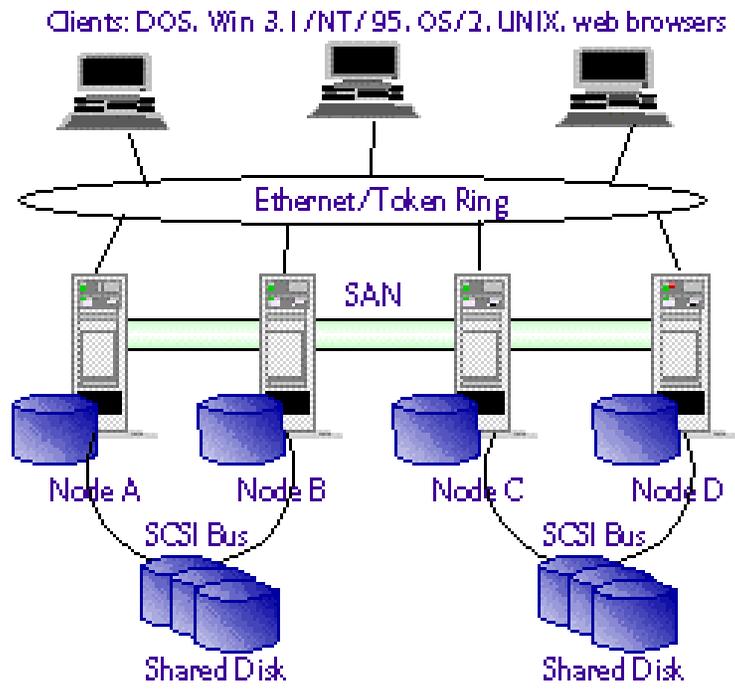
VIA : Virtual Interface Architecture

- Initiative de Intel, Compaq et MicroSoft
www.viarch.org

■ Produits

- GigaNet (www.giganet.com)
- ...

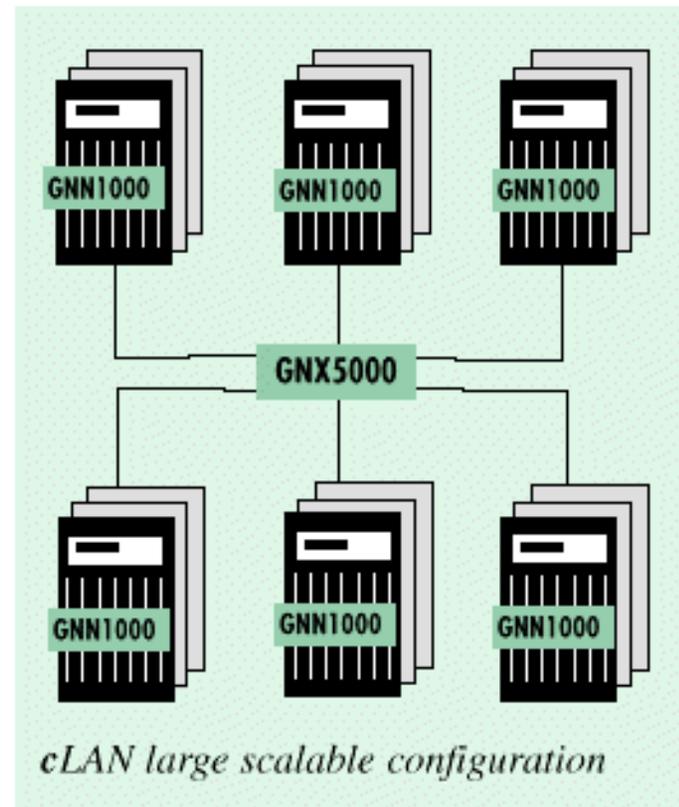
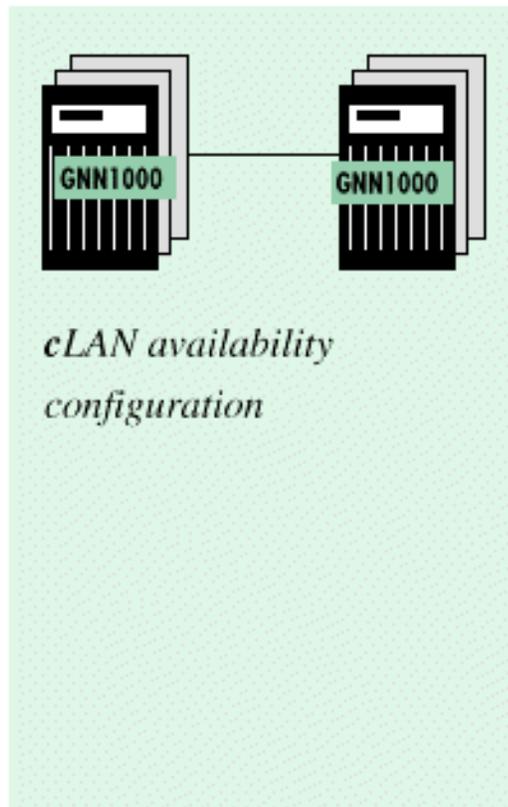
Exemple de SAN



GigaNet (www.giganet.com)

■ Produits VIA

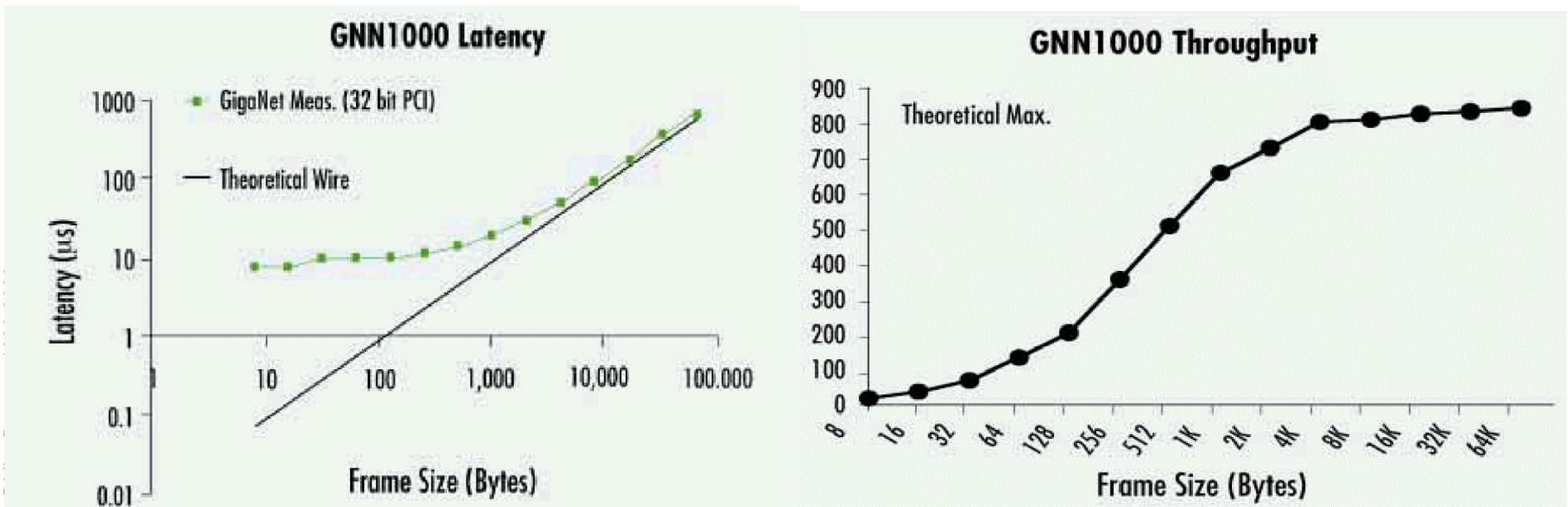
- Carte PCI (1,25 Gbits/s pour chaque direction)
- Commutateurs imbriquables 8 liens (20 Gbits/s)



GigaNet (www.giganet.com)

■ Performances

- Débit
 - 1,25 Gbits/s pour chaque direction
- Temps de latence bas
 - 8 μ s (150 μ s for GigaEthernet)
- Utilisation CPU légère
 - 50 instructions par envoi ou réception (7000 pour la stack NT)



Les Fibres Optiques

- Monomode
- Multimode à saut d'indice
- Multimode à gradient d'indice
- Voir
<http://michelhubin.multimania.com/DOTECSI/DOTECSI8/chap83.htm#fibre>

Bibliographie

- Pujolle, “ Les Réseaux ”, Ed Eyrolles.
- Andrew Tanenbaum, Réseaux, 4e édition, Ed Pearson Education, 1000 pages, Mai 2003, ISBN 2-7440-7001-7
- Boisseau, Demange, Munier, “ Réseaux ATM ”, Ed Eyrolle.
- « Les réseaux cellulaires », Ed Hermes.
- International Telecommunication Union (ITU : ex CCITT)
<http://www.itu.ch>
- ATM Forum
<http://www.atmforum.com>
- Communication Society
<http://www.comsoc.org>