



# Ethernet 100 Mbs

## Commutateurs Ethernet

[cours@urec.cnrs.fr](mailto:cours@urec.cnrs.fr)



## Ethernet 100 Mbs

- 1995 Danielle BARTHE (LAAS), Jean-Paul GAUTIER
- modifications
  - » 1996 Jean-Paul GAUTIER
  - » 1998 Bernard TUY



## Ethernet 100 Mbps

- 1993 Deux approches
  - » CSMA/CD => 100 Base T => Fast Ethernet => IEEE 802.3u
    - Fast Ethernet Alliance (40 constructeurs) pour élaborer la norme
    - IEEE 802.3 approuvé le 14 Juin 1995
  - » 100 VG Anylan (HP) => IEEE 802.12
    - IEEE 802.12 approuvé en Juin 1995
- En 1997 Un vainqueur : Fast Ethernet



## Fast Ethernet

- Principes, mécanismes
- 100 Base ...
- Règles de topologie
- Migration



# Fast Ethernet

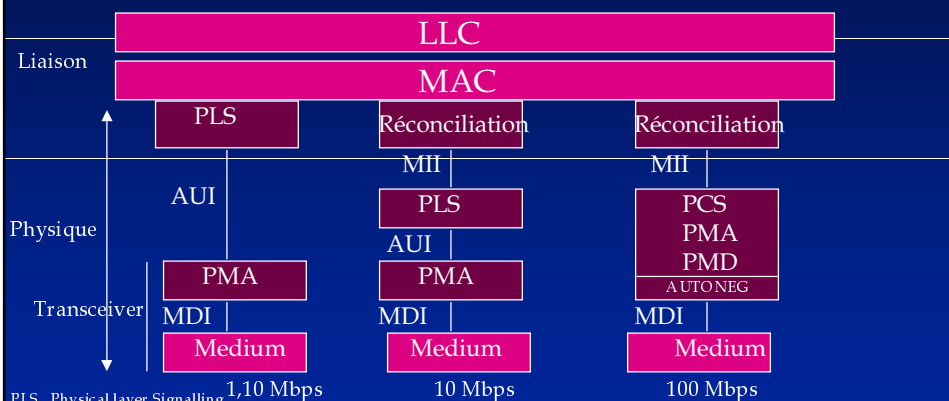
## Principes

- CSMA/CD à 100 Mbps
  - » ex : RTD de 51,2  $\mu$ s à 10 Mbps est de 5,12  $\mu$ s à 100 Mbps
- Supports
  - » Paire torsadée
    - 100 Base TX => catégorie 5 => 2 paires
    - 100 Base T4 =>catégorie 3,4,5 => 4 paires
  - » Fibre optique
    - 100 Base FX => 2 fibres multimode
- Codage 4B/5B pour 100 Base X
  - » 100 Base TX, 100 Base FX



# Fast Ethernet

## Interfaces



PLS Physical Layer Signalling  
PCS Physical Coding Sublayer  
PMD Physical Medium Dependant  
MII Media Attachment Unit  
MAU Media attachment Unit  
MDI Media Independent Interface

MII : Connecteur 40 broches (adaptateur similaire au transceiver), généralement interne  
Electronique assurant le lien entre la couche MAC et la couche physique



## Fast Ethernet

### Répéteurs (hubs)

- Répéteurs de Classe I
  - » répètent les signaux entre segments de "type" différent
    - ex : 100 Base TX et 100 Base T4
    - 100 Base FX et 100 Base T4
  - » Un seul répéteur par domaine de collision
- Répéteurs de Classe II
  - » Relient des segments utilisant le même type de signal
    - ex : 100 Base T4 et 100 Base T4
    - 100 Base TX et 100 Base FX
  - » Deux répéteurs au maximum dans un même domaine de collisions



## Fast Ethernet

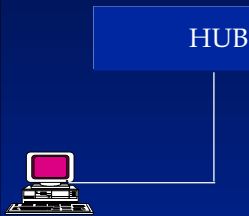
### L'auto-négociation

- Mécanisme optionnel de détection des modes de fonctionnement du partenaire connecté, origine NSC.
  - » 10 Mbps ou 100 Mbps : adaptation automatique sur le port
  - » ne reconnaît pas le type de câble
  - » informer le partenaire de ses propres mécanismes.
- Permet de détecter actuellement
  - » 10 Base T                                    10 Base T Full duplex
  - » 100 Base TX                                100 Base TX Full duplex
  - » 100 Base T4
  - » Non défini pour la fibre optique
- Plusieurs cas
  - » auto-négociation aux deux extrémités : Commutateur <=> station
  - » auto-négociation à une extrémité : hub <=> station



## Fast Ethernet

### Règles de topologie



- » 100 M maximum
- » Câble catégorie 5
- » Câblage RJ45

- droit

- 1 TX +
- 2 TX -
- 3 RX +
- 4
- 5
- 6 RX -
- 7
- 8

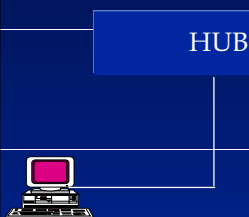
- croisé

- 1 => 3
- 2 => 6
- 3 => 1
- 6 => 2



## Fast Ethernet

### Règles de topologie



#### 100 Base T4

- » 100 M maximum
- » Câble catégorie 3,4,5
- » Câblage RJ45

- droit

- 1 TXD1 +
- 2 TXD1 -
- 3 RXD2 +
- 4 BID3 +
- 5 BID3 -
- 6 RXD2 -
- 7 BID4 +
- 8 BID4 -

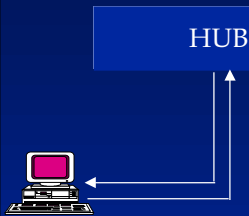
- croisé

- 1 => 3
- 2 => 6
- 3 => 1
- 4 => 2
- 5 => 8
- 7 => 4
- 8 => 5



# Fast Ethernet

## Règles de topologie



### 100 Base FX

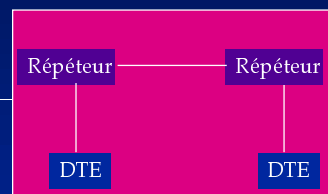
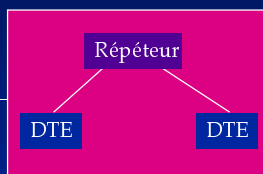
- » 412 M maximum
- » Fibre MM 62,5/125, 1350 nm, perte 11 db Maxi.
- » Connecteurs SC,ST, FDDI type M (Mic)
- » Si répéteur, longueur maxi entre 2 DTE
  - 320 m pour classe II
  - 272 m pour classe I
  - 228 m si deux classe II



# Fast Ethernet

## Règles de topologie

### Diamètre maximum des domaines de collisions



Type	Cuivre	Fibre	T4 & TX	TX & FX
DTE-DTE	100	412		
1 Classe I	200	272	231*	260.8*
1 Classe II	200	320	**	308.8*
2 Classes II	205	228	**	216***

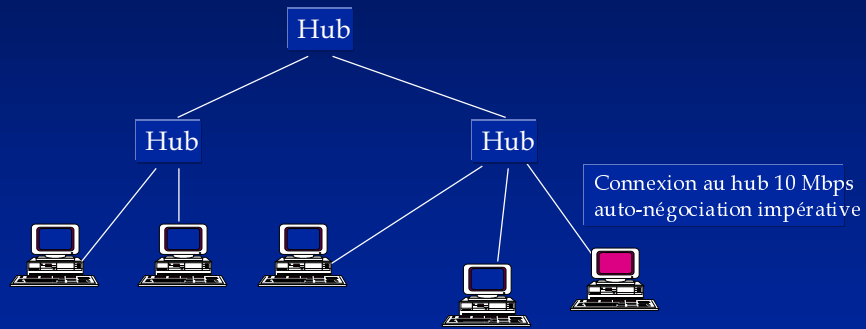
\* avec 100 m de lien cuivre et Fibre optique  
 \*\* impossible de mettre T4 et FX avec répéteur Classe II  
 \*\*\* avec 105 m de cuivre et une fibre optique



# Fast Ethernet

## Migration

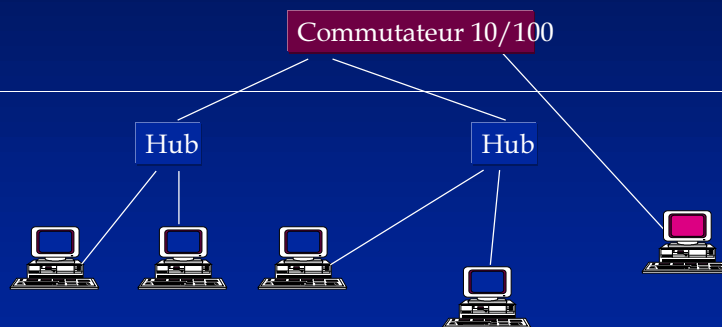
Installation 10 Mbps classique : arrivée d'une station 10/100 Mbps



# Fast Ethernet

## Migration

remplacement d'un Hub 10 Mbps par un commutateur 10/100 Mbps

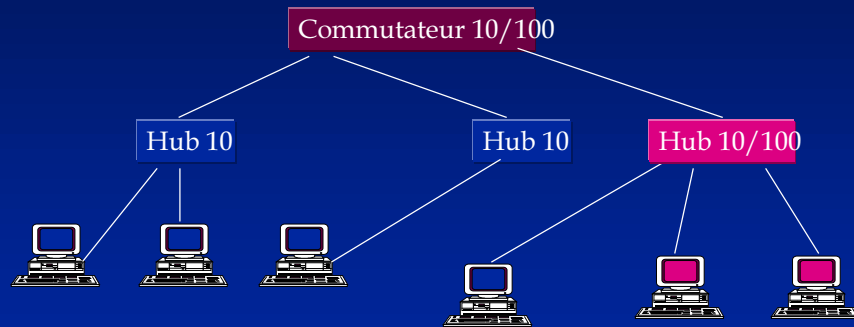




# Fast Ethernet

## Migration

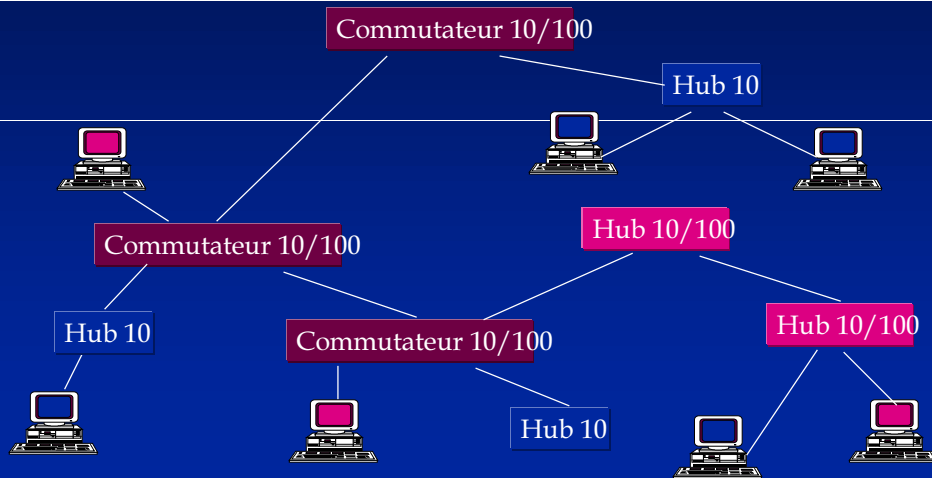
Remplacement d'un Hub 100 Mbps et d'un commutateur 10/100 Mbps



# Fast Ethernet

## Migration

Backbone 100 Mbps





## Commutateurs

Principes

Critères de choix



## Les commutateurs

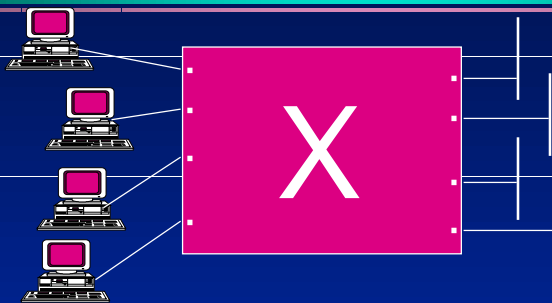
- Accroissement important des besoins en débits
  - » Evolution des applications
  - » Nouveaux services
  - » Habitudes des utilisateurs
  - » Augmentation du parc informatique
- Problèmes à résoudre sur les LANs
  - » Charge
  - » Collision
  - » Broadcasts

## Les commutateurs

- Réponses par les technologies classiques
  - » ponts
  - » routeurs
  - » pont-routeurs
- Réponses par les *nouvelles technologies*
  - » Commutateurs LAN
  - » ATM (Lan Emulation)
  - » Ethernet haut débit
  - » Les réseaux virtuels

## Commutateurs

### Principes



- » Fonctionnement type "ponts"
- » Processeurs spécialisés (ASICs,..)
- » Ports avec bande passante "dédiée" et non partagée
- » Communication port à port parallèles entre elles.



## Commutateurs

### Méthodes de commutations

- La commutation "On the fly" ou "Cut through"
  - » Arrivée de la trame
  - » Lecture des premiers octets de la trame
    - début en-tête Eth
  - » Commute la trame vers le destinataire en fonction de l'adresse destination
- Avantages
  - » temps de latence très faible
    - atteint 15 micro-secondes
    - indépendant de la longueur de la trame
- Inconvénients
  - » Retransmission des erreurs
    - CRC, fragments de collision
  - » Impossibilité de commuter 10/100/uplink ATM



## Commutateurs

### Méthodes de commutations

- La commutation "Store & Forward"
  - » Arrivée de la trame
  - » Stockage de la trame
  - » Commutation vers le port de sortie
- Avantages
  - » Traitement des erreurs
  - » Possibilité de traitements
  - » Adaptée aux commutateurs 10/100/uplink ATM
- Inconvénients
  - » Plus lent que la commutation "on the fly"
  - » Temps de latence fonction de la longueur de la trame



## Commutateurs

### Méthodes de commutations

- Variantes

- » méthode "fragment-free"
  - équivalente de "cut through" mais en enlevant les trames trop courtes (runt)
- » méthode au choix de l'administrateur
  - fixe la méthode par une commande
- » méthode "adaptive"
  - démarrage en mode "cut through"
  - passage en "store & forward" à partir d'un certain seuil du taux d'erreurs
    - paramétrable ou non
  - retour au mode "cut through" en dessous de ce seuil



## Commutation : Récapitulatif

7 octets	1 octet	6 octets	6 octets	2 octets	46 - 1500 octets	4 octets
Préambule	SFD	@ DEST	@ SCE	Lg DATA	DATA	FCS

On the Fly

Fragment free

Store & Forward

après le 64 octet



## Commutateurs

### Critères de choix

- Architecture
  - » "switch fabric"
    - matrice de commutation (Crossbar, Batcher-Banyan)
    - mémoire partagée
    - bus partagé (TDM)
  - » bande passante globale
    - actuellement de 500 Mbps à 4 Gbps
  - » taille des buffers pour les ports I/O
    - en entrée
    - en sortie
    - partagés



## Commutateurs

### Critères de choix

- Performances
  - » Débit
    - vitesse maximale à laquelle le commutateur peut transmettre des paquets sans perte
  - » Taux de perte
    - pourcentage de trames envoyées mais non retransmises par le commutateur dans une fenêtre de temps prédéterminée
  - » Temps de latence
    - "Cut through"                    1er bit entrée - 1er bit sortie
    - "Store & Forward"            dernier bit entrée - 1er bit sortie



## Commutateurs

### Critères de choix

- Nombre d'adresses "MAC" gérées par port
  - » commutateurs de segments
  - » commutateurs de stations
- Mécanisme de contrôle de congestion
  - » en général "back pressure"
    - génération de collision sur le port émetteur
    - parfois controversé car arrête toute communication sur le port concerné
- Conformité à SNMP
- Présence de ports 100 Mbps
- Coût par port



## Commutateurs

### Etudes comparatives

- Evolution rapide de ces équipements
  - » conséquences , la baisse des coûts : équipements à 1000 frs HT/port
- Scott BRADNER (Strategic Networks Consulting Inc)
  - » <http://www.snci.com>
- Bob Mandeville (European network Laboratory) dans Réseaux et Télécommunications

## Ethernet 100VG-Anylan

Principes  
Modes opératoires  
Couche physique

## 100VG-Anylan

- IEEE 802.12 (juin 1995)
- Forum "100VG-Anylan"
  - » HP et ATT, IBM, Banyan, Bytex, Kalpana, Microtest, ODS, Novell, Proteon, UB, Wellfleet



## Technologie 100BaseVG

- 100 Mbps sur :
  - » 4 paires UTP-3
    - Distance max. 100 m
    - 4 paires utilisées pour l'émission ou la réception
    - connecteurs RJ45
  - » UTP catégorie 5 , SFTP
    - distance max. de 200m
  - » STP (150 ohms)
    - -distance 200 m
    - 2 paires
    - connecteurs DB9
  - » fibre optique
    - distance max. de 2000m
    - connectique SC



## Technologie 100BaseVG (2)

- Méthode d'accès : "Demand Priority"
  - » méthode d'accès déterministe
- Pas de diffusion --->sécurité
  - » Tour de rôle
  - » 2 niveaux de priorité pour les applications :
    - normal
    - haute
      - Possibilité de garantie de bande passante (pour le multimédia)
      - Garantie d'accès
  - » Temps de latence fixe
    - Les trames sont transmises directement de la source au destinataire
    - Traversée d'un Hub : 120 micro-seconde

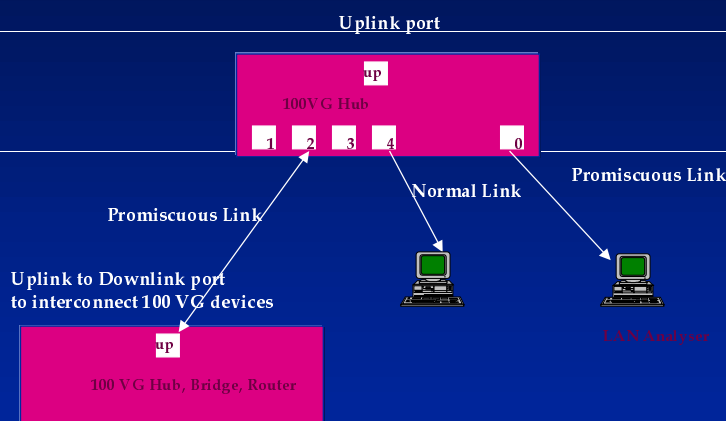


## Technologie 100BaseVG (3)

- Supporte les trames Ethernet et Token Ring
  - » méthode d'accès commune Ethernet et Token Ring
  - » les trames restent différentes, aucune conversion sur les trames Ethernet ou Token Ring.
  - » supporte les applications actuelles
  - » connexion a Ethernet ou Token Ring via un simple pont.
- Les composants du réseau
  - » Hub central qui joue un rôle dans la méthode d'accès
  - » Ponts, des routeurs
  - » Stations
  - » Liens TP, fibre optique



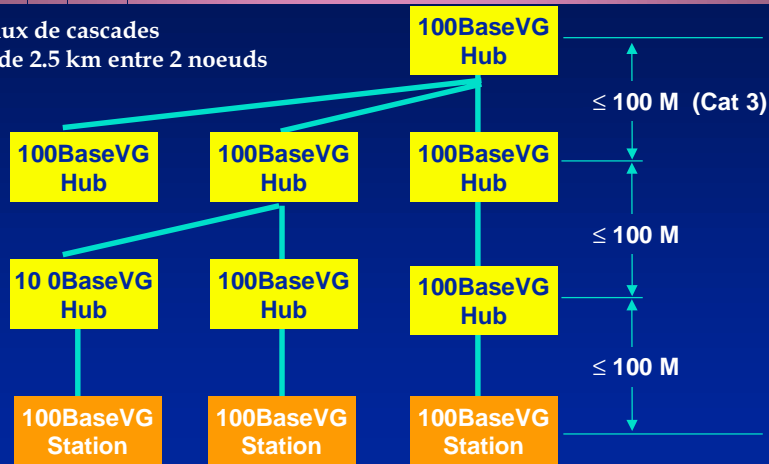
## Topologie du réseau 100 BaseVG





## Topologie du réseau 100 BaseVG

3 niveaux de cascades  
moins de 2.5 km entre 2 noeuds



- Les concentrateurs opèrent comme des commutateurs de trames, pas comme des répéteurs.



## Topologie du réseau 100 BaseVG

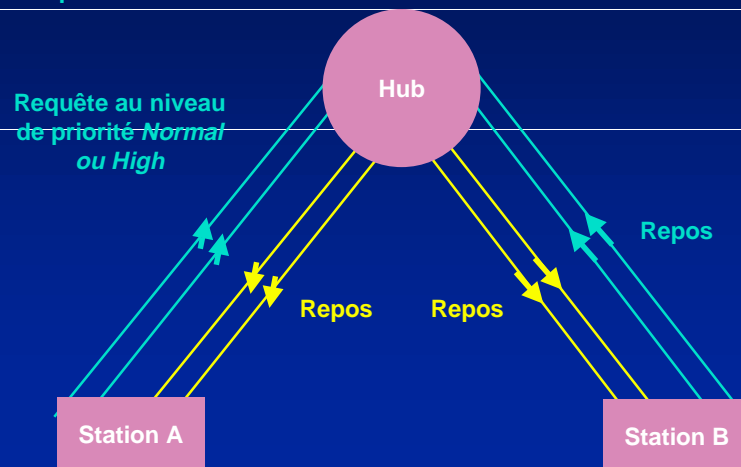
- Topologie en étoile
- Un seul chemin actif entre n'importe quelle paire de hub dans le réseau
- 1024 noeuds sur un segment non bridgé.
  - » 250 semble être la limite idéale
- Tous les noeuds d'un segment doivent être 802.3 ou 802.5.
- Entre 2 noeuds dans un réseau, il y a au maximum 7 ponts.

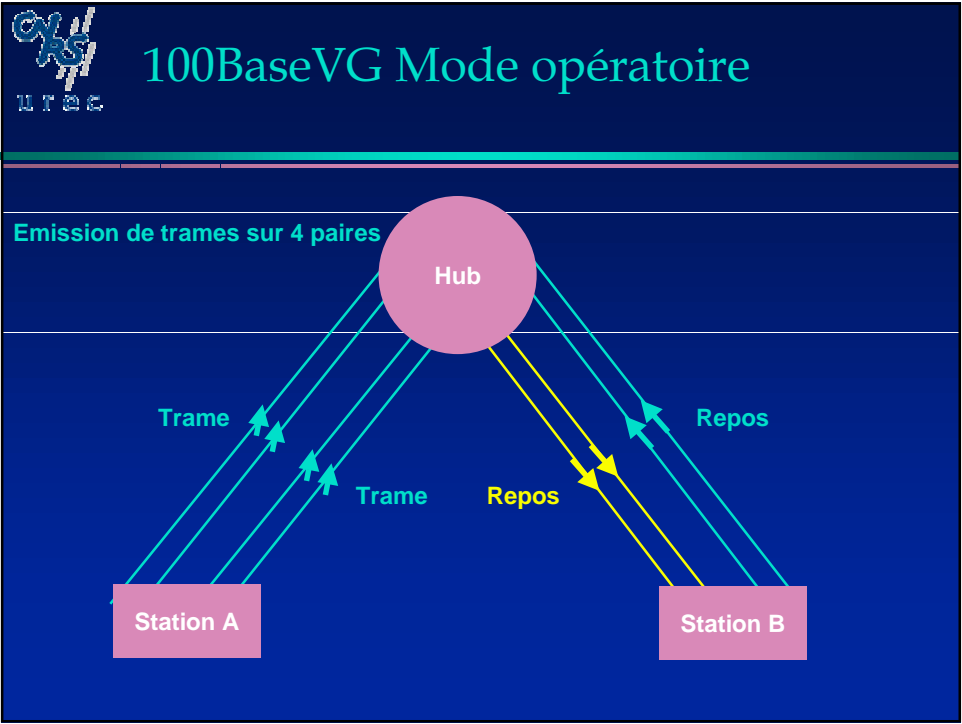
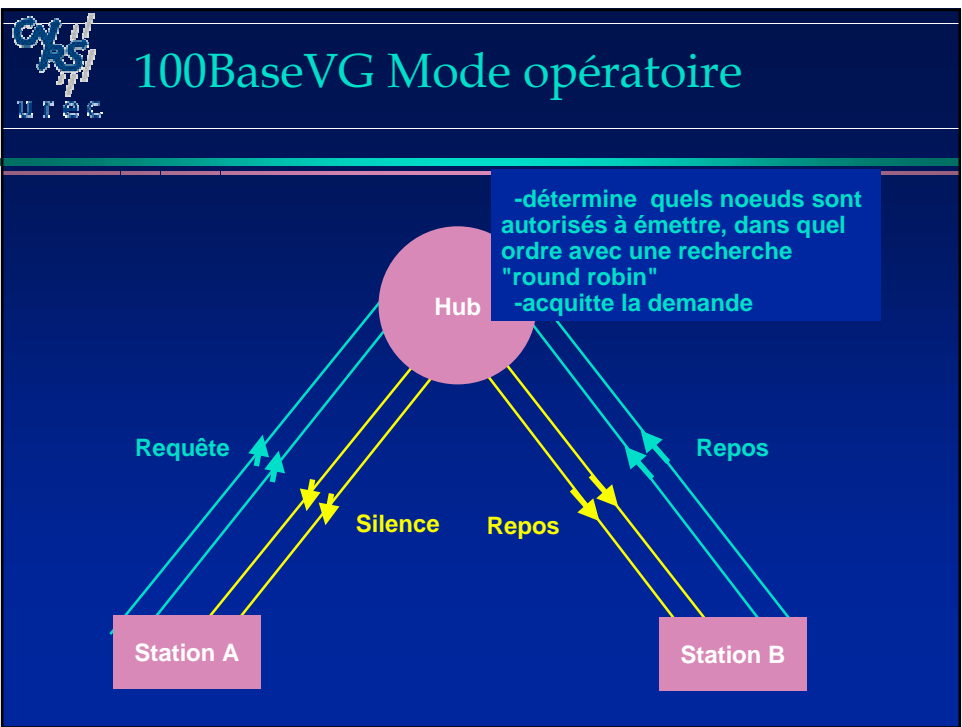
## 100BaseVG Modèle

- La couche MAC :
  - » implémente le "Demand Priority protocol"
  - » le Link Training
  - » la préparation de la trame

## 100BaseVG Mode opératoire

### A : Requête de transmission

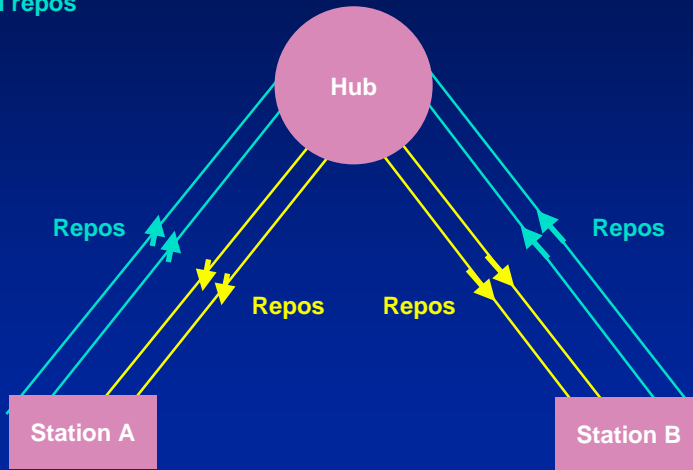






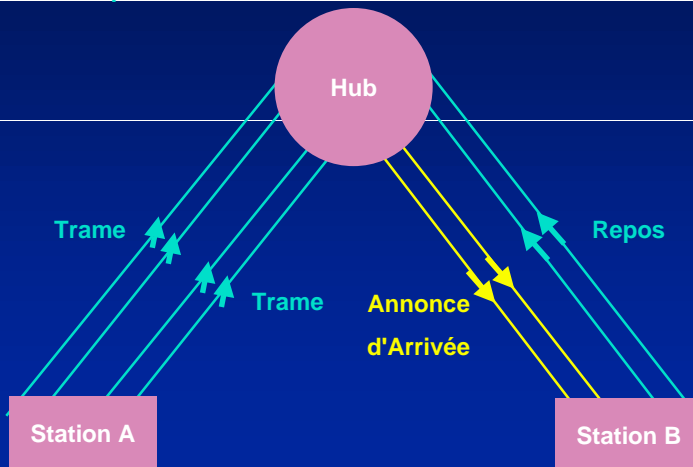
# 100BaseVG Mode opératoire

Etat au repos



# 100BaseVG Mode opératoire

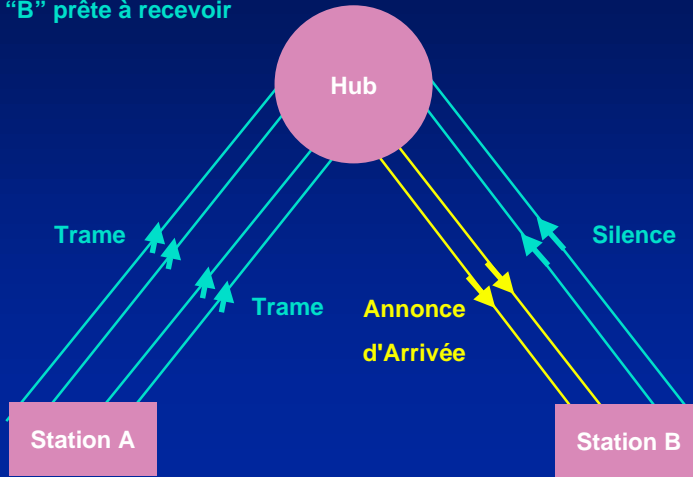
B est informée qu'une trame lui est destinée





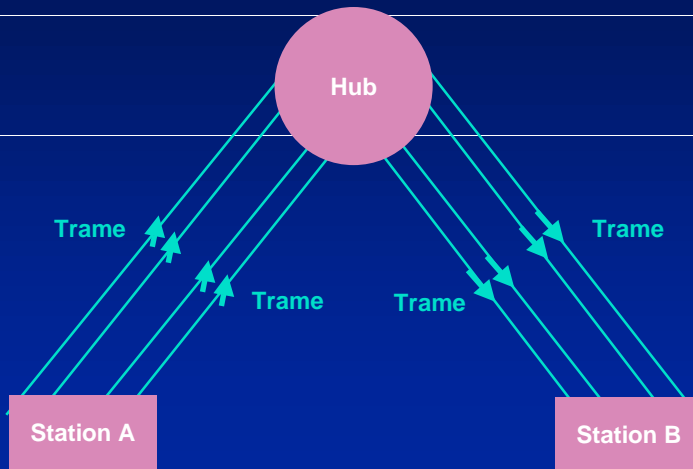
# 100BaseVG Mode opératoire

Station "B" prête à recevoir



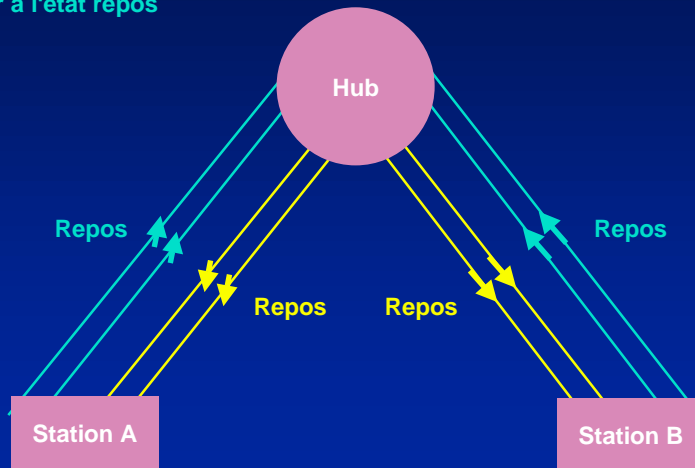
# 100BaseVG Mode opératoire

Réception et émission de la trame



## 100BaseVG Mode opératoire

### Retour à l'état repos



## 100BaseVG Mode opératoire

- le "Root Hub" est le responsable du tour de table
- le hub de 2ème niveau se contente d'annoncer au "root hub" les stations qui veulent causer.
- demande d'accès pour une trame
  - » temps d'attente maximum =  $\text{nb\_de\_stations} \times \text{temps d'émission}$
- tous les hubs voient tout le trafic



## 100BaseVG : "Link Training"

- En parallèle au trafic, il y a des paquets de 48 octets échangés entre les stations et les hubs pour connaître l'état des liens et des équipements
- apprentissage des adresses MAC par les hubs
  - » le type d'équipement connecté : hub 100 VG, station, hub/router
  - » mode opératoire / normal, adjacent (promiscuous)



## 100BaseVG couche MAC

- ajoute l'adresse destination, les bits de padding et calcul le FCS (Frame Check Sequence)
- opère sur :
  - » des trames 802.3 Ethernet
  - » des trames 802.5 Token Ring
  - » des trames d'apprentissage



## 100BaseVG : Couche Physique

- Physical Medium Independent Sublayer (PMI)
  - » Brouillage des données (scrambling)
  - » encodage 5B6B
  - » génération du préambule, Start Frame Delimiter, End Frame Delimiter
    - SFD contient le niveau de priorité
- Physical Medium Dependent Sublayer
  - » multiplexage (STP, fibre)
  - » encodage NRZ
  - » adaptation au média
    - spécifications mécaniques et électriques
  - » contrôle de l'état du lien



## 100BaseVG : Couche Physique

- Chaque quintet est encodé sur 6 bits
  - » chaque groupe de 6 bits est généré de manière à contenir un nombre égal de 0 et de 1.
- Chaque bit de donnée est transmis à chaque cycle d'horloge
- Pour garantir un débit utile de 100 Mbps en NRZ l'horloge est de 30 Mhz, elle génère une fréquence maximum de 15 Mhz sur le câble
- 30 Mhz pour 1 paire donne  $4 \times 30 = 120$  Mhz pour les 4 paires
  - » 6 bits transmis pour 5 bits de données utiles => 100 Mbps.