

Frame Relay

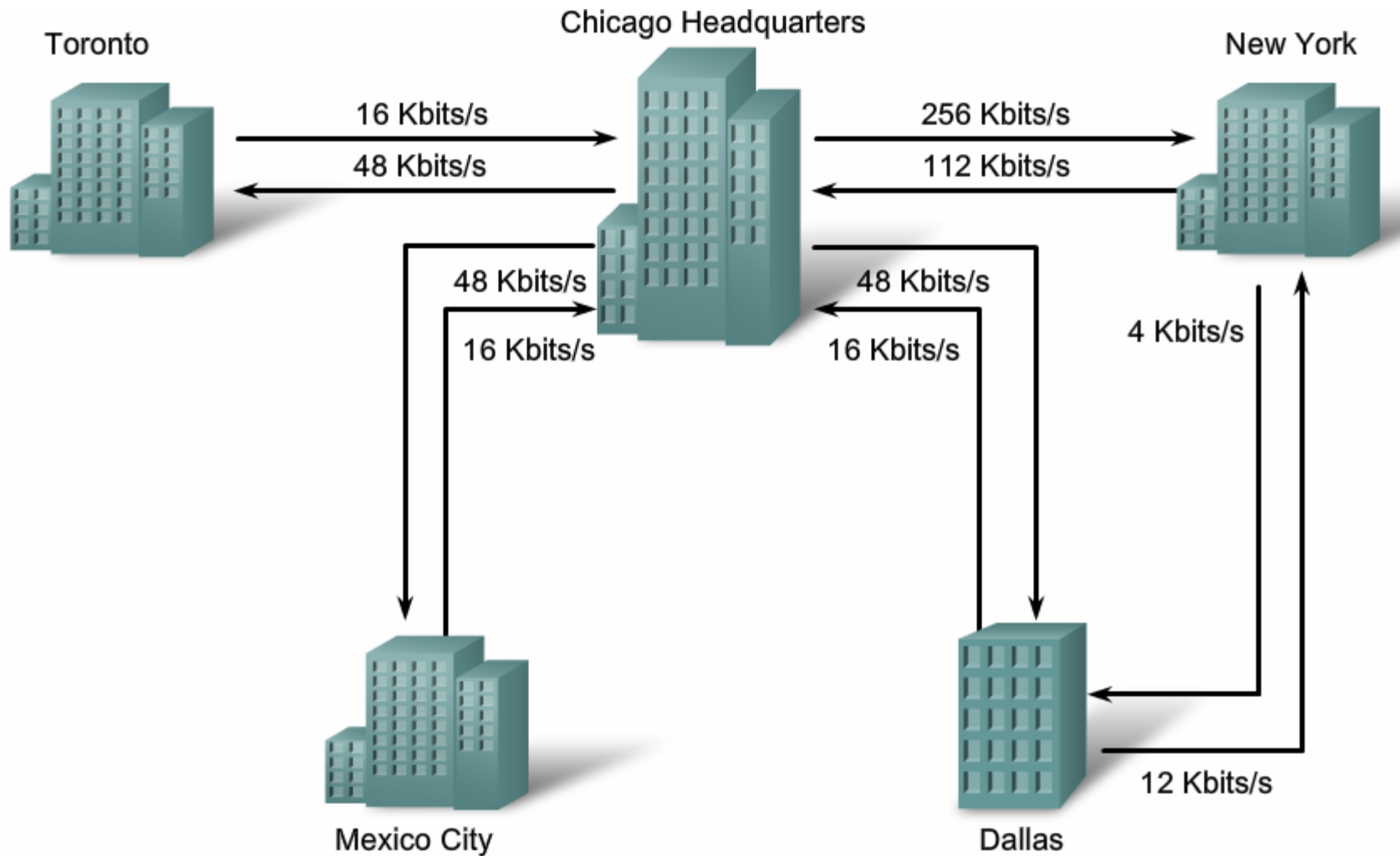
Frame Relay

Introduction

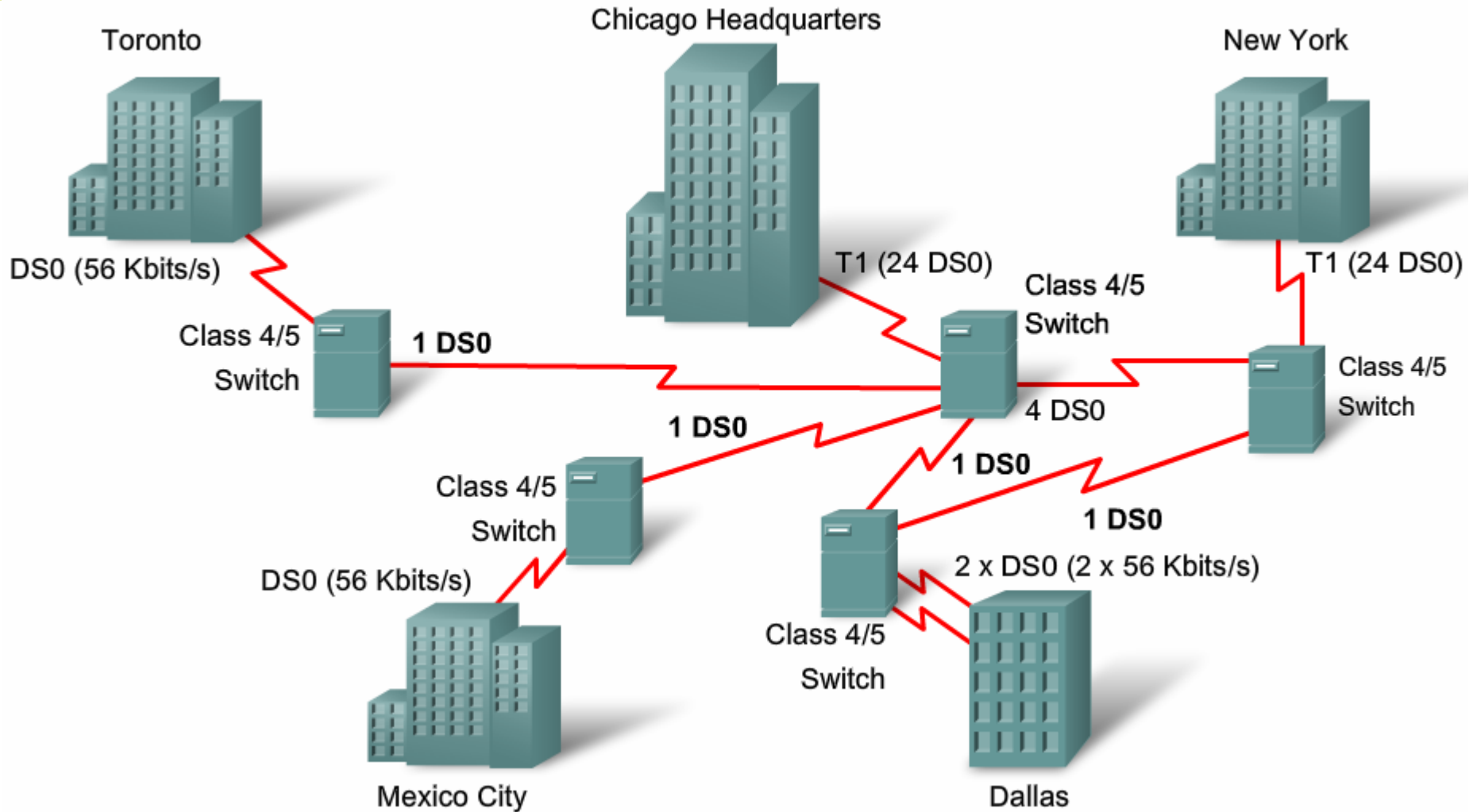
Introduction

- ▶ Les réseaux Frame Relay fournissent plus de fonctionnalités et de bénéfices que les connexions point-à-point
- ▶ Les réseaux Frame Relay sont
 - ▶ des réseaux à accès multiples comme les protocoles des LAN
 - ▶ Plusieurs périphériques peuvent être connectés au réseau
 - ▶ des Nonbroadcast Multiaccess networks (NBMA)
 - ▶ Il est impossible d'envoyer une trame à plusieurs périphériques en une seule fois

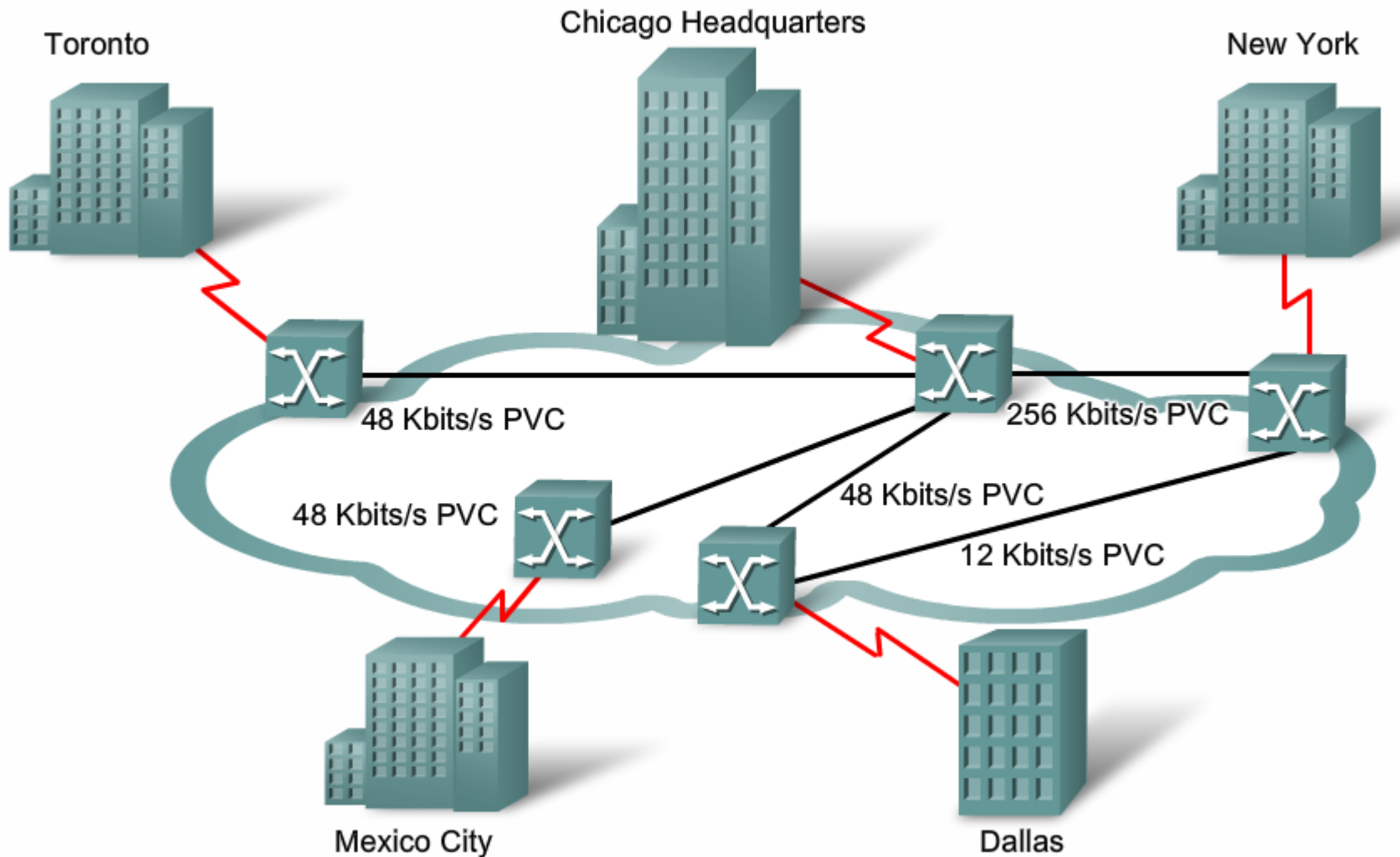
Exemple



Avec des lignes dédiés ?



Avec Frame Relay



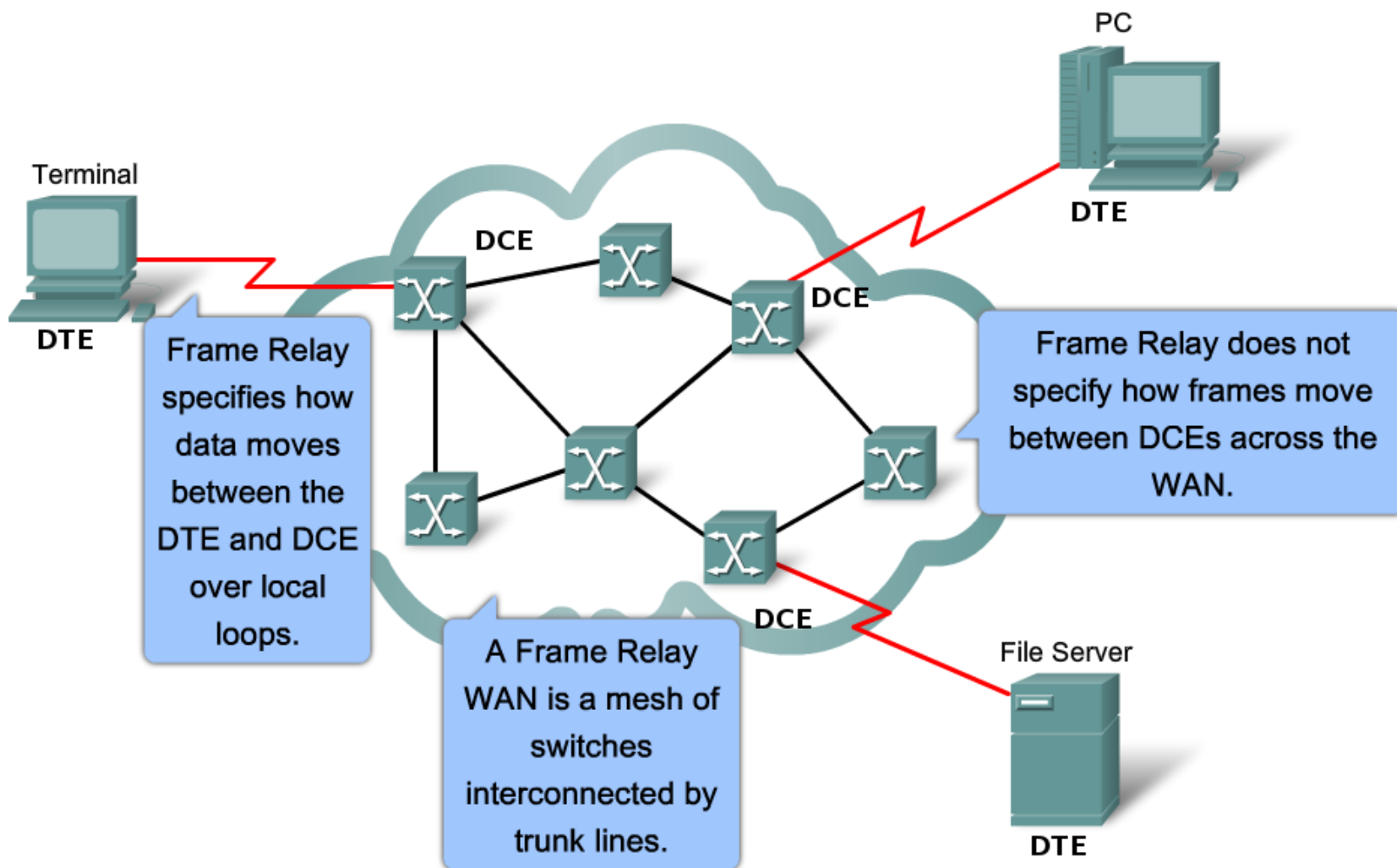
Frame Relay

Présentation

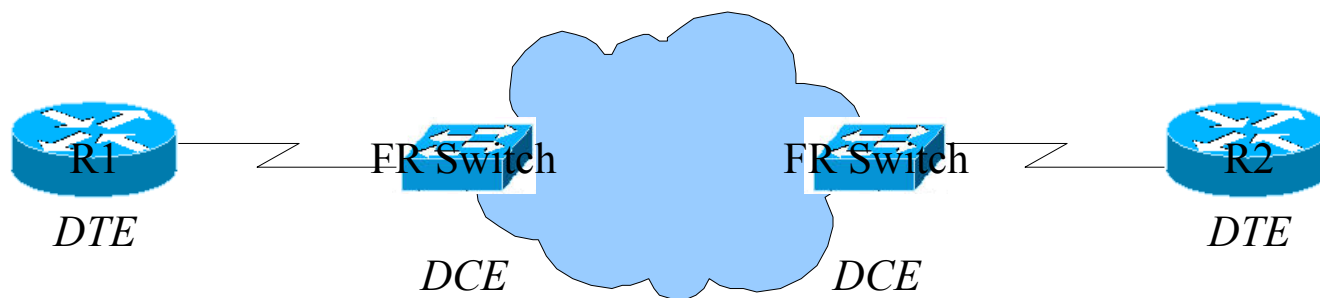
Les périphériques

- ▶ Les périphériques reliés à un WAN sont généralement classés en
 - ▶ DTE : Data Terminal Equipment
 - ▶ Ou DCE : Data Circuit Equipment
- ▶ Les DTEs sont généralement des équipements terminaux placés à l'entrée du réseau du consommateur : routeurs ou Frame Relay Access Devices (FRAD)
 - ▶ FRAD : périphérique spécialisé pour fournir une connexion entre un LAN et un WAN Frame Relay
- ▶ Les DCE sont des équipements situés au cœur du réseau et offre un service de synchronisation entre les équipements et de commutation
- ▶ *Remarque* : Il est courant de rencontrer ATM comme technologie utilisée au sein d'un réseau de fournisseur de réseau Frame Relay

Fonctionnement



Topologie physique



- ▶ R1 et R2 (considérés comme des DTE : *Data Terminal Equipment*) sont connectés à des switchs Frame Relay (FR Switch sur le schéma) (considérés comme des DCE : *Data Communications Equipment*) par des lignes spécialisées
- ▶ Ces liens entre R1, R2 et les switchs Frame Relay sont appelés des liens d'accès sur lesquels sont périodiquement transportés des messages définis par le protocole *Local Management Interface* (LMI)

Avantages de Frame Relay

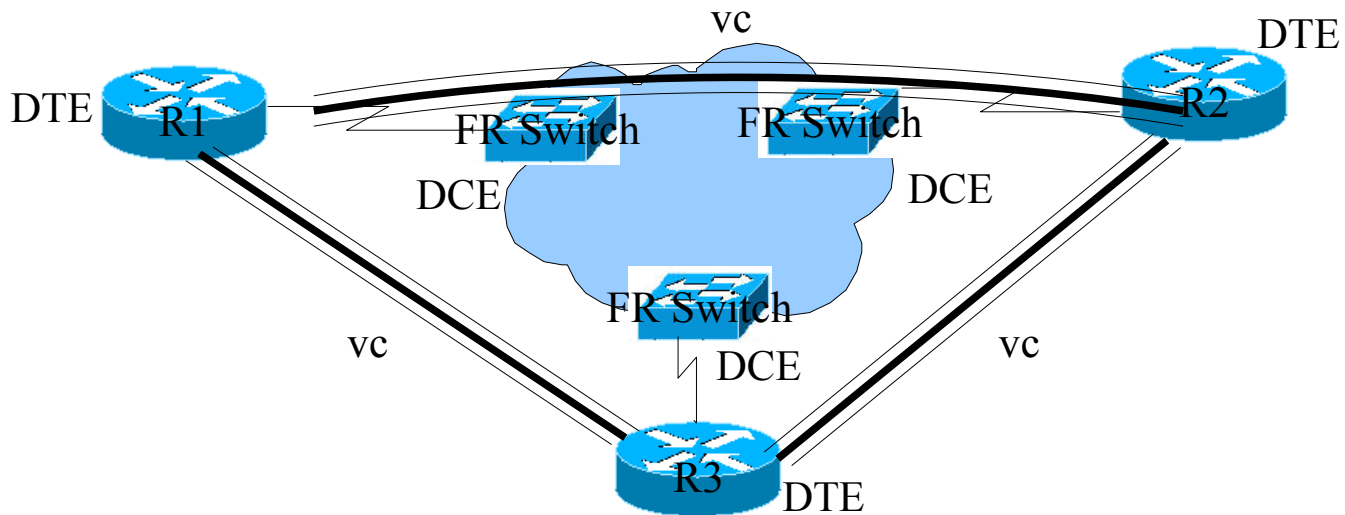
- ▶ Plus la distance couverte par une ligne spécialisée est importante, plus le service est coûteux
 - ▶ Ainsi, maintenir un maillage complet entre tous les sites distants par ce type de ligne est trop coûteux pour la majorité des entreprises
- ▶ Par contre, les réseaux à commutation de paquets fournissent un multiplexage de nombreuses données à travers un seul lien de communication
 - ▶ Une simple connexion à un fournisseur d'accès à un réseau à commutation de paquets est moins coûteux
 - ▶ Les réseaux à commutation de paquets utilisent dans ce cas des circuits virtuels pour acheminer les données entre les utilisateurs, à travers une infrastructure partagée
- ▶ Si 2 sites distants veulent communiquer via Frame Relay, ils ont donc juste à constituer un circuit entre ces sites, à travers le réseau Frame Relay

Les circuits virtuels

- ▶ Les routeurs utilisent des *data-link connection identifier* (DLCI) comme adresses Frame Relay
 - ▶ Les DLCI permettent de désigner les circuits virtuels (VC) qui seront utilisés pour transmettre les données vers la destination
- ▶ Les providers Frame Relay peuvent préconfigurer des circuits virtuels vers des destinations spécifiques. Dans ce cas, nous parlons de circuits virtuels permanent ou *Permanent Virtual Circuits* (PVC)
 - ▶ Ainsi, quand 2 DTE veulent communiquer, les paquets de la couche 3 vont être encapsulés dans une trame Frame Relay portant l'identifiant DLCI du prochain commutateur Frame Relay qui possède un chemin virtuel vers la destination

Les circuits virtuels

- ▶ Un circuit virtuel défini un chemin logique entre 2 extrémités (2 Frame Relay DTE)
- ▶ Comme plusieurs chemins virtuels peuvent emprunter la même connexion entre le DTE et le DCE, il est possible, à moindre coût, de retrouver un comportement équivalent à un graphe complet d'interconnexion avec un nombre de connexions physiques entre les noeuds relativement faible



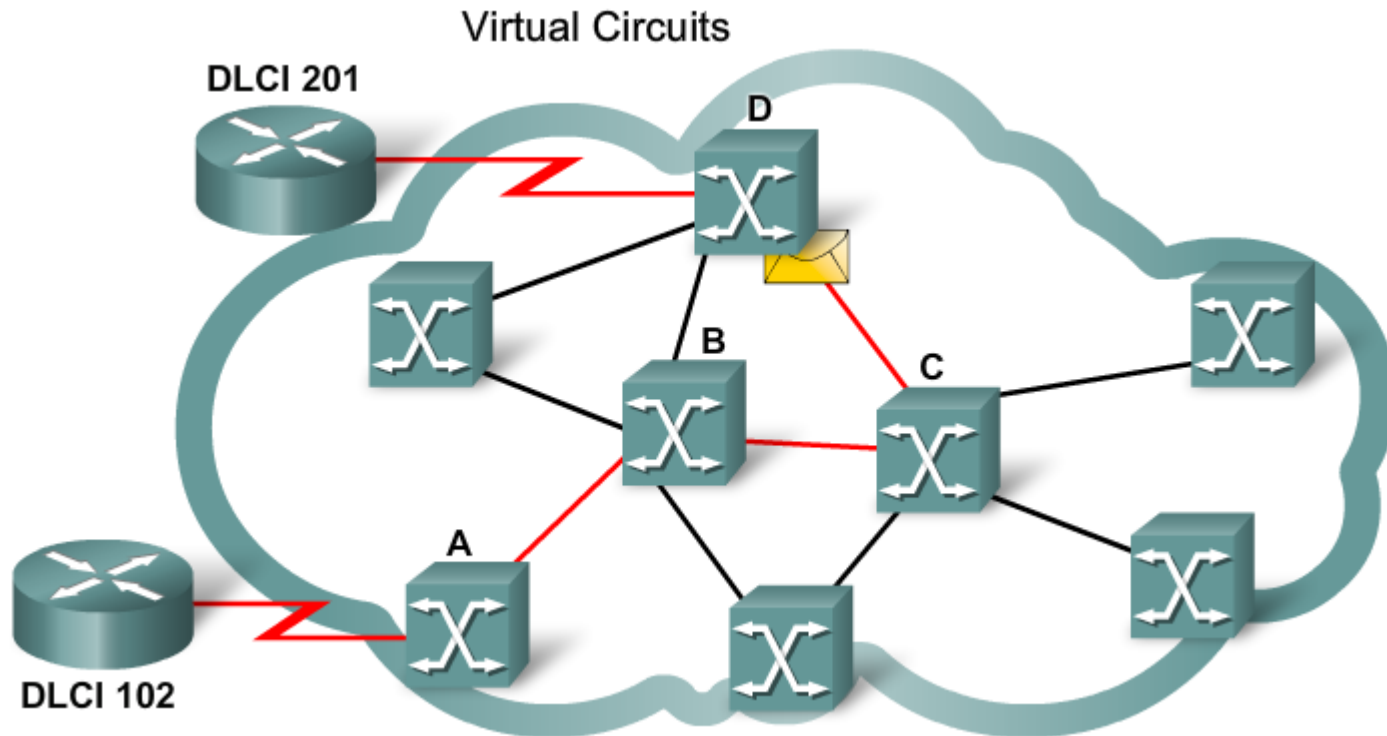
La migration vers Frame Relay

- ▶ Chaque circuit virtuel possède des informations de débits garantis par le provider. Ces informations sont appelés des Committed Information Rate (CIR)
- ▶ Cela permet aux utilisateurs de migrer de lignes louées vers une interconnexion Frame Relay sans crainte. Le provider va être en mesure de garantir un débit minimum équivalent à celui de la ligne louée
- ▶ De plus, si nous devons interconnecter entre-eux 10 routeurs par des connexions point à point dédiées, nous aurions besoin de 45 lignes louées ($9+8+7+\dots+2+1=10*9/2$)
 - ▶ Avec Frame Relay, grâce à la notion de chemin virtuel, nous n'avons besoin que de 10 lignes vers des DCE Frame Relay

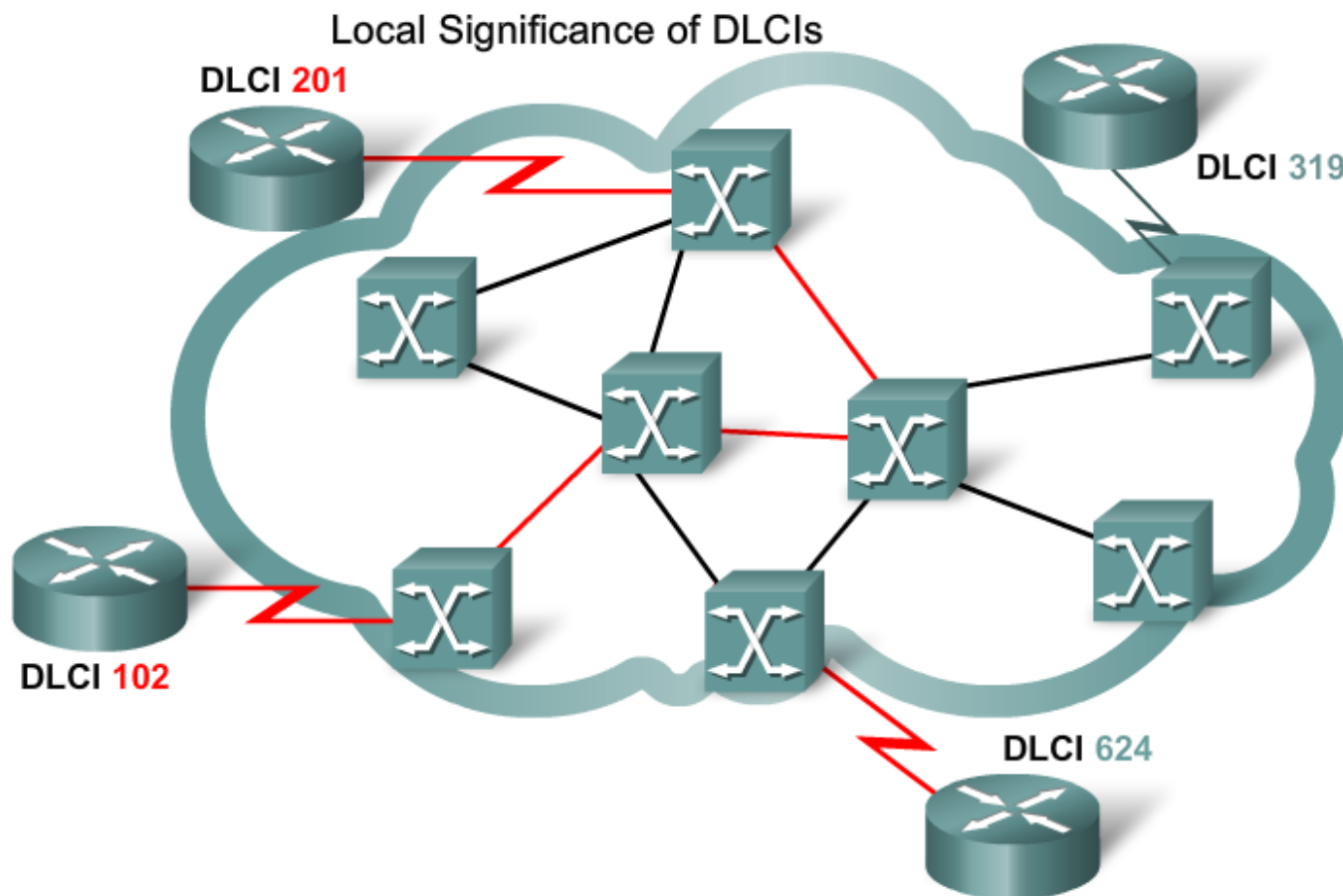
Avantages de Frame Relay

- ▶ Frame Relay, comme X25, supporte donc des circuits virtuels permanents (PVC : Permanent Virtual Circuit) mais aussi des circuits virtuels commutés (SVC : Switched Virtual Circuit)
 - ▶ PVC : le circuit le plus courant dans Frame Relay
 - ▶ Établissement d'un circuit permanent qui est utilisé pour des échanges fréquents de données entre des DTE à travers un réseau Frame Relay. Ils correspondent à des VC préconfigurés.
 - ▶ SVC utilise des circuits temporaires pour des transferts occasionnels entre des DTE. Le caractère temporaire nécessite un établissement de la communication puis une déconnexion pour chaque connexion
- ▶ A chaque circuit virtuel est associé un identifiant de connexion
 - ▶ Une table est utilisé par le provider pour faire le routage vers les bonnes sortie car désigné uniquement l'interface n'est pas suffisant.
 - ▶ Dans les environnements X25, cet identifiant est appelé Logical Channel Identifier (LCI). Dans Frame Relay, c'est un Data-Link Connection Identifier (DLCI)

Les circuits virtuels

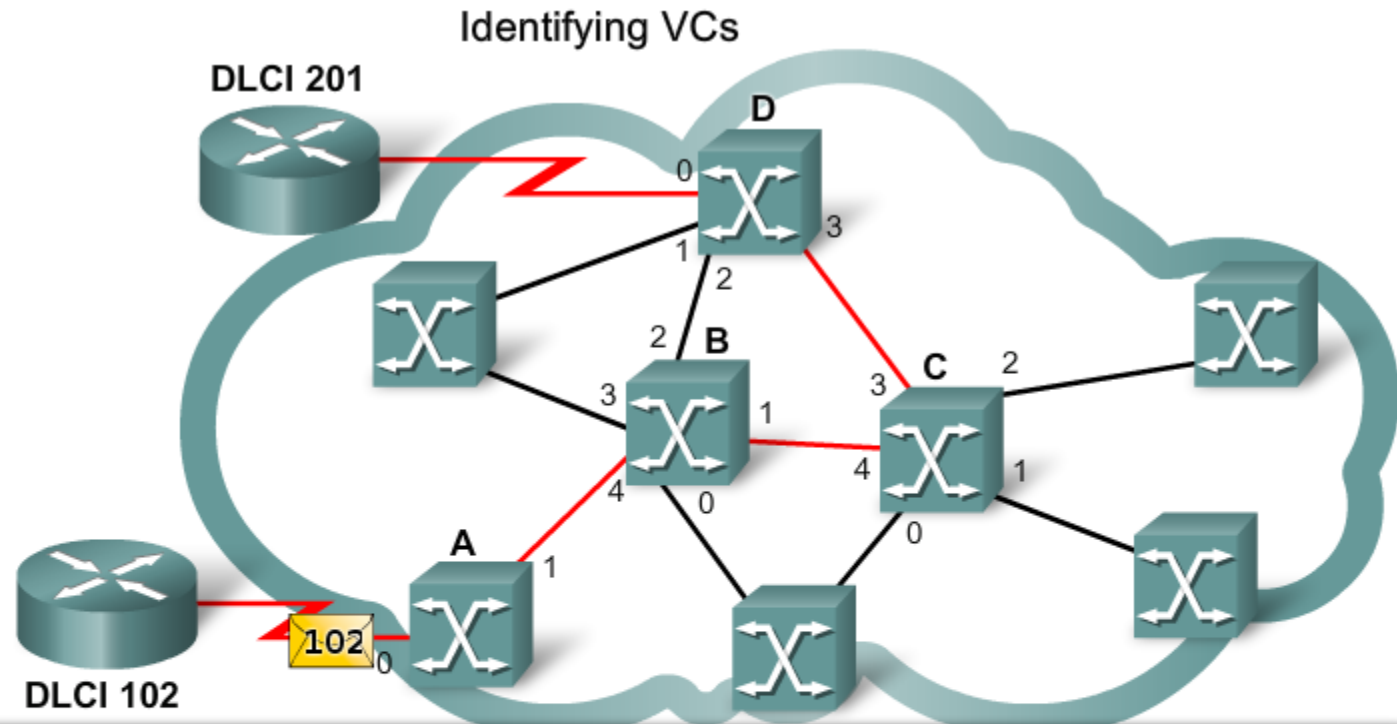


Les DLCI



DLCI values have local significance, which means that they are unique only to the physical channel on which they reside. Therefore, devices at opposite ends of a connection can use the same DLCI values to refer to different virtual circuits.

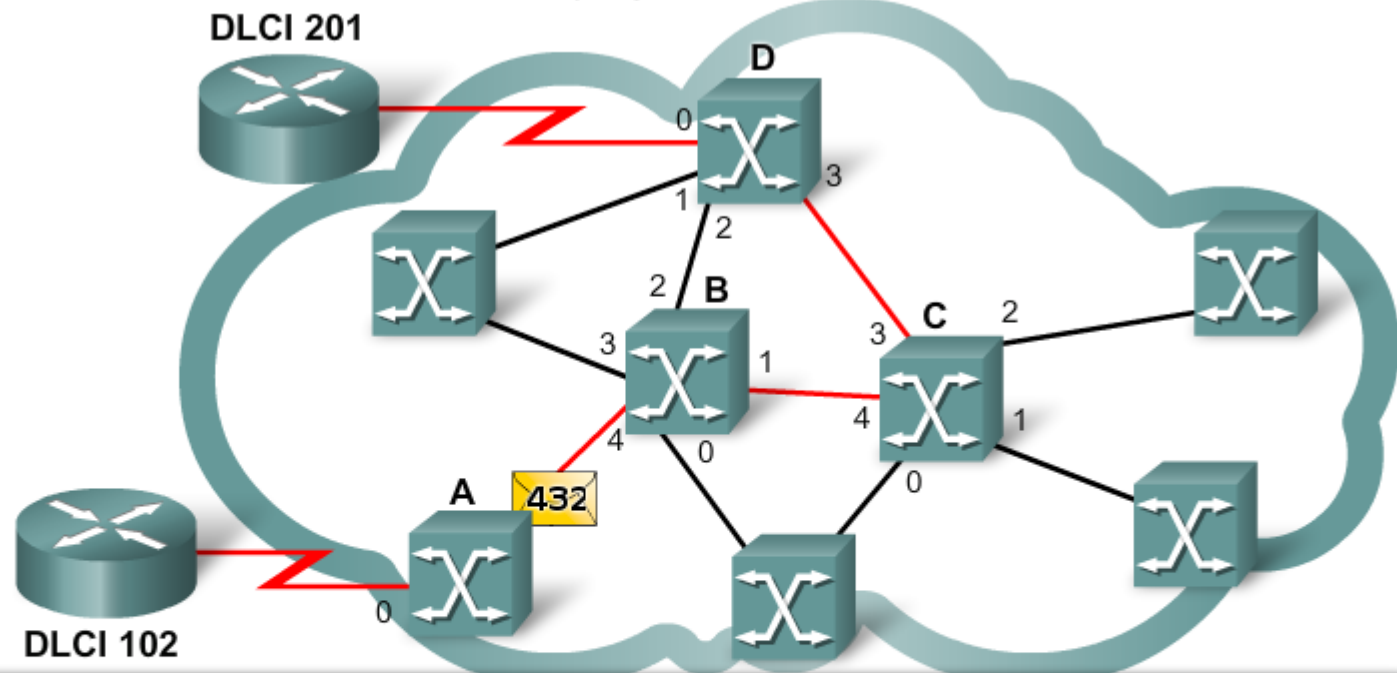
Les DLCI



Leg	VC	Port	VC	Port
A				
B				
C				
D				

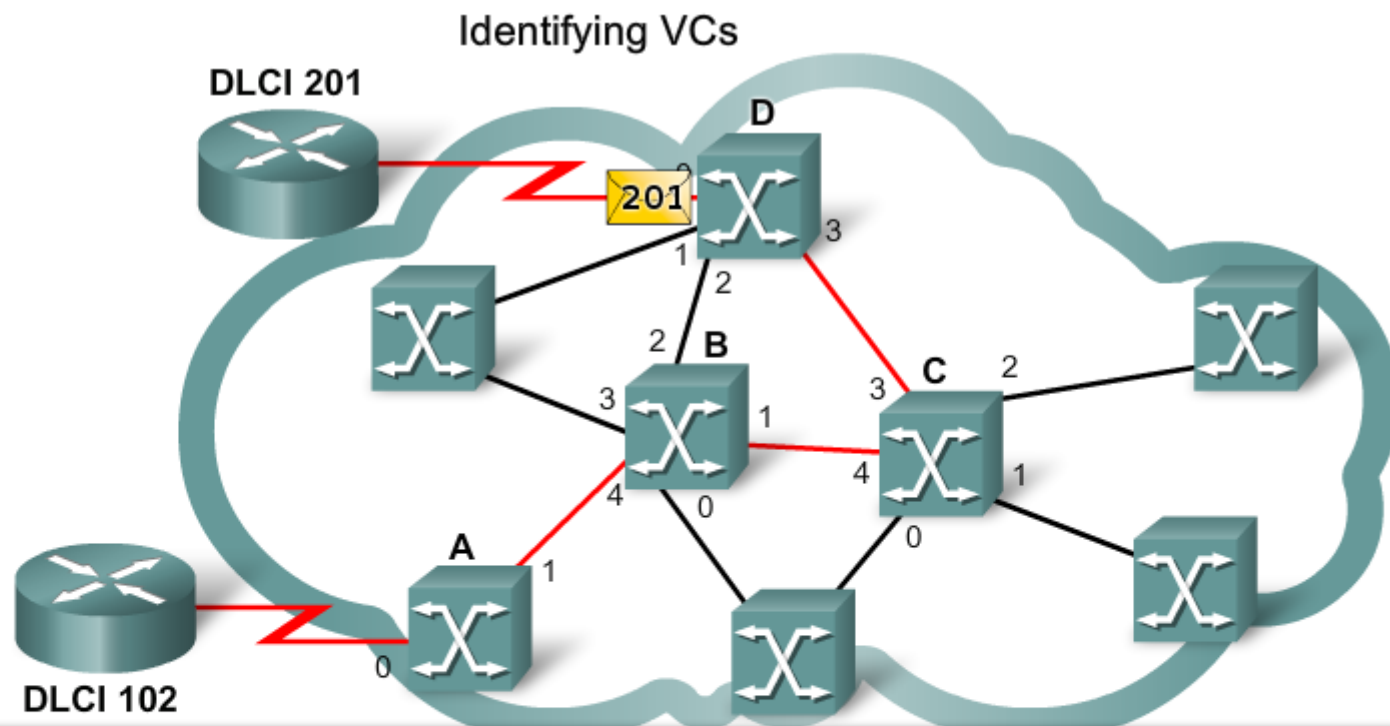
Les DLCI

Identifying VCs



Leg	VC	Port	VC	Port
A	102	0	432	1
B				
C				
D				

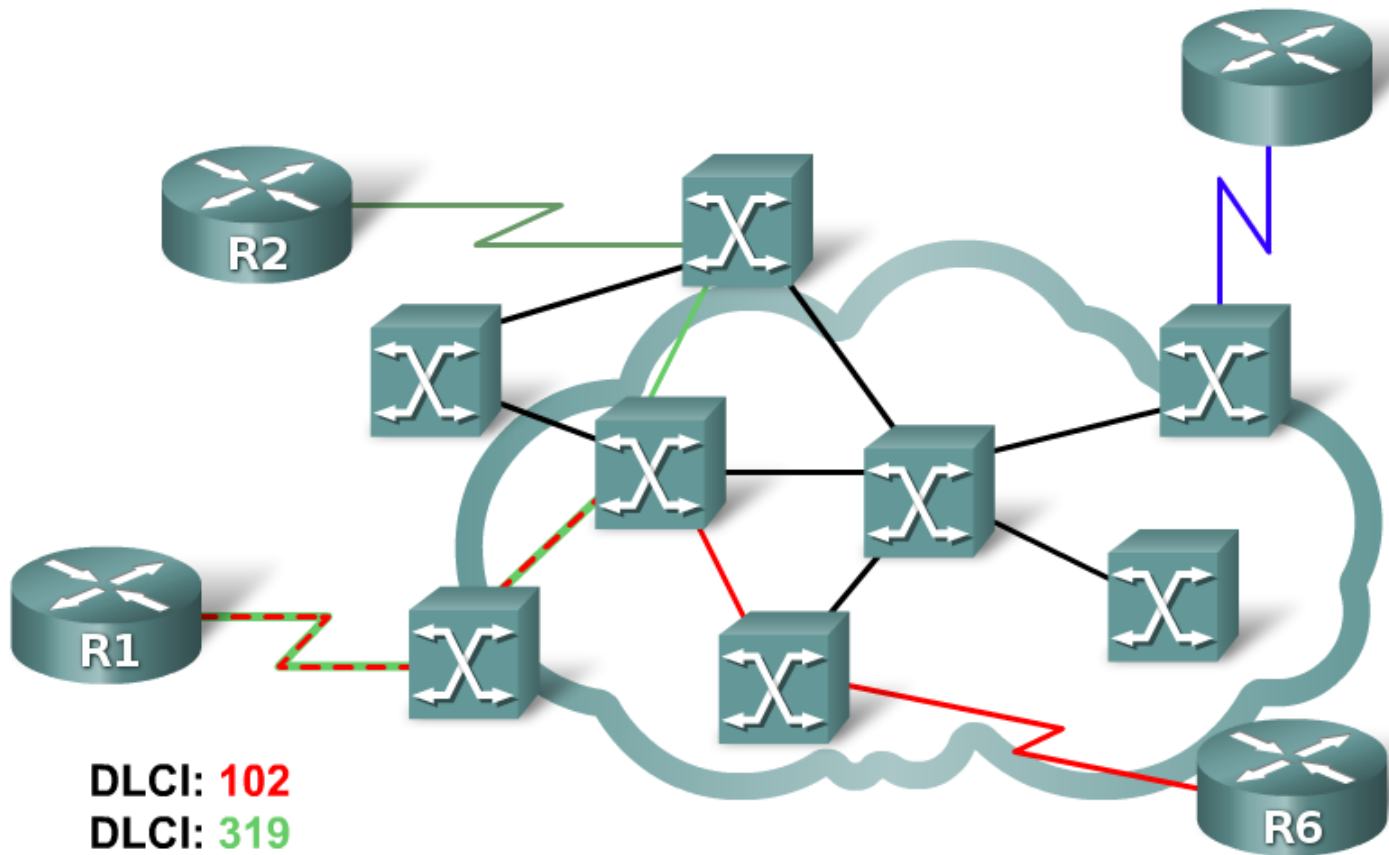
Les DLCI



Leg	VC	Port	VC	Port
A	102	0	432	1
B	432	4	119	1
C	119	4	579	3
D	579	3	201	0

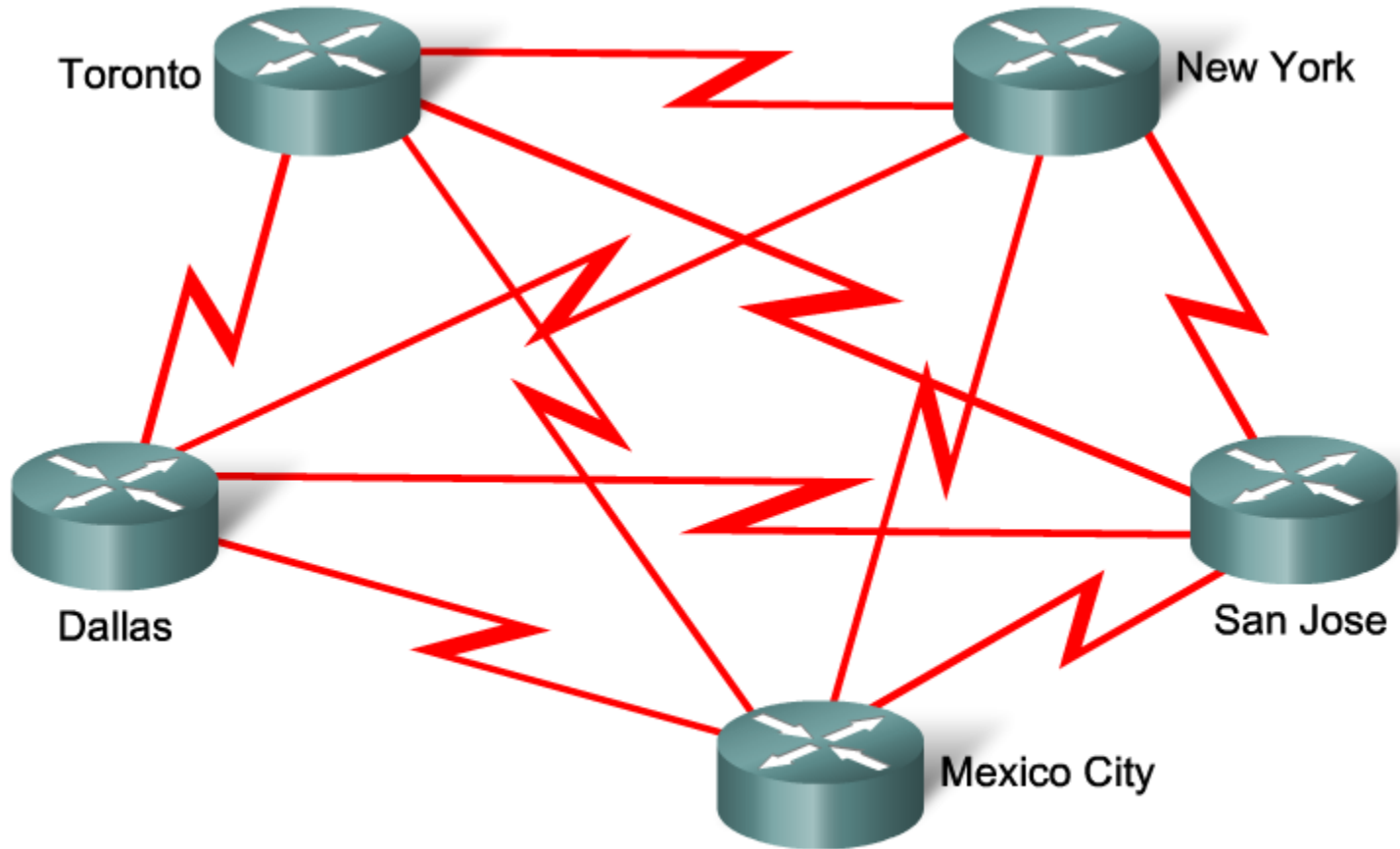
La mutualisation des liens

Multiple VCs on A Single Access Line



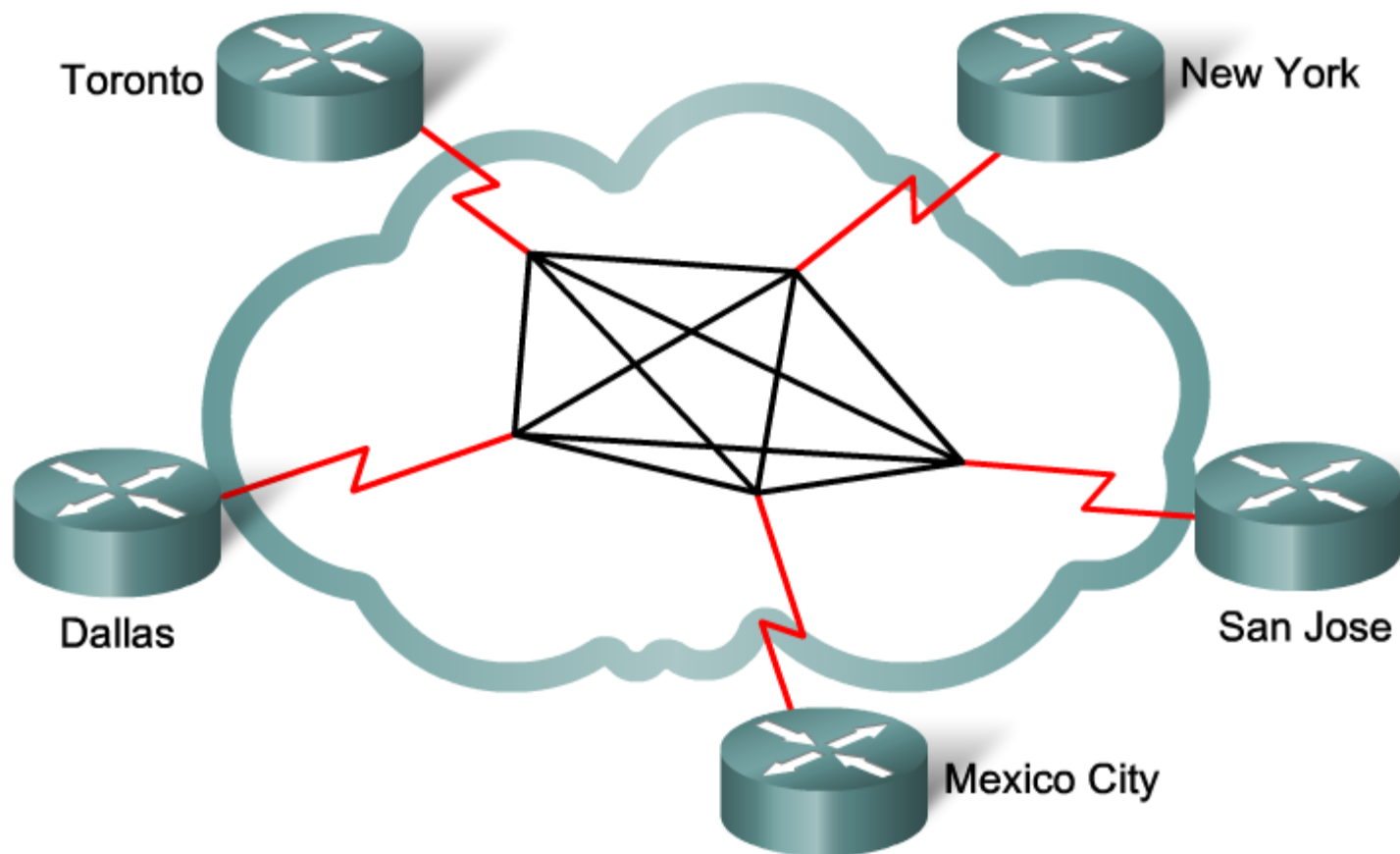
Multiple VCs on the same access link are distinguishable by the DLCI.

La topologie Full Mesh



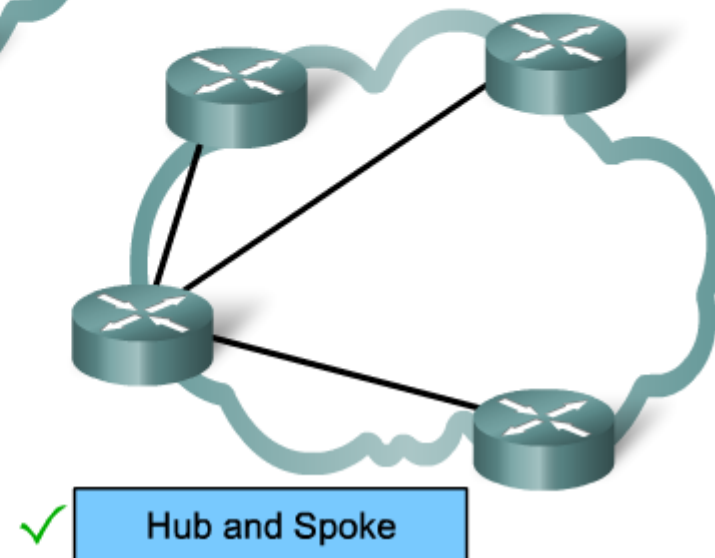
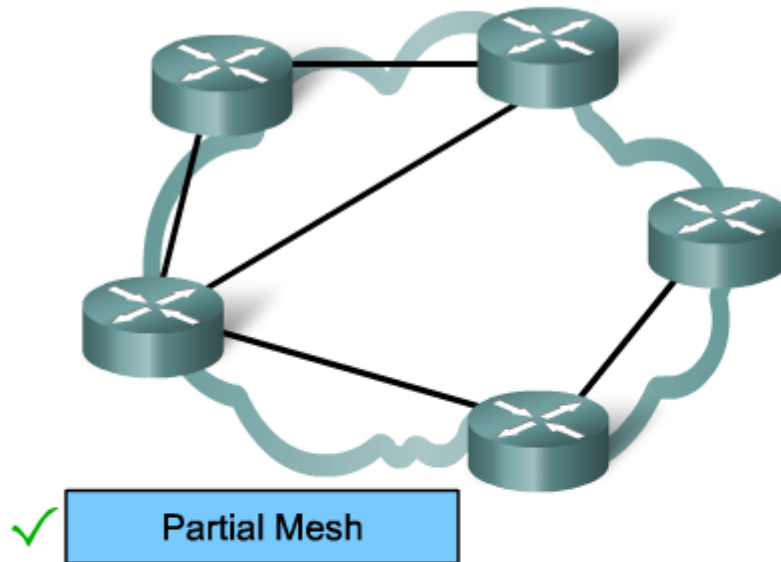
Full Mesh

Topologie Full Mesh Frame Relay



Mesh Topology - each DTE has one physical link carrying 4 VCs

Autres topologies

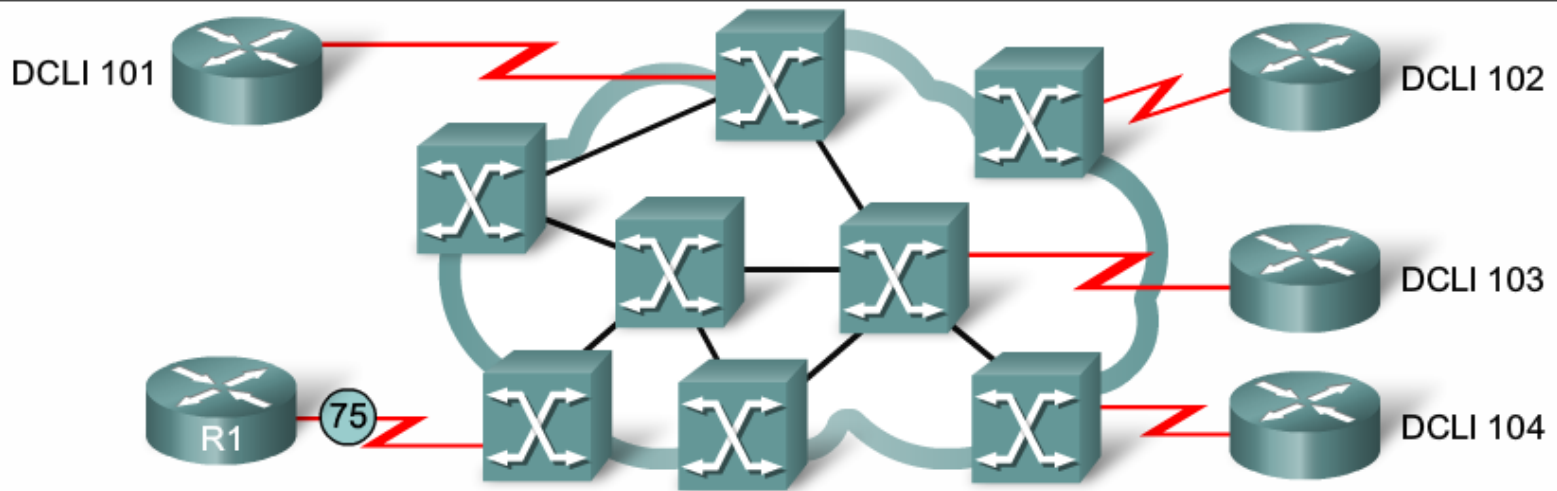


Local Management Interface (LMI)

- ▶ LMI est un standard pour la signalisation entre DTE et les commutateurs Frame Relay
 - ▶ Il est responsable de l'administration des connexions et du maintien du statuts entre les périphériques
- ▶ Il supporte les mécanismes suivants :
 - ▶ Un maintien en vie de la connexion
 - ▶ Des informations sur le status des PVC : existence de nouveaux PVC et suppression des existants, informations d'intégrité sur les PVC
 - ▶ Un mécanisme de multicast
 - ▶ Adressage global : donne une signification global au système d'adressage au lieu d'une signification locale. Ainsi, cela fait ressembler les réseaux Frame Relay au LAN
- ▶ Les LMI ont été développé indépendamment de Frame Relay et mis en place avant. Ainsi il existe 3 LMI (Cisco, ITU, ANSI) incompatibles entre-eux Par défaut, c'est du LMI Cisco sur les équipements Cisco

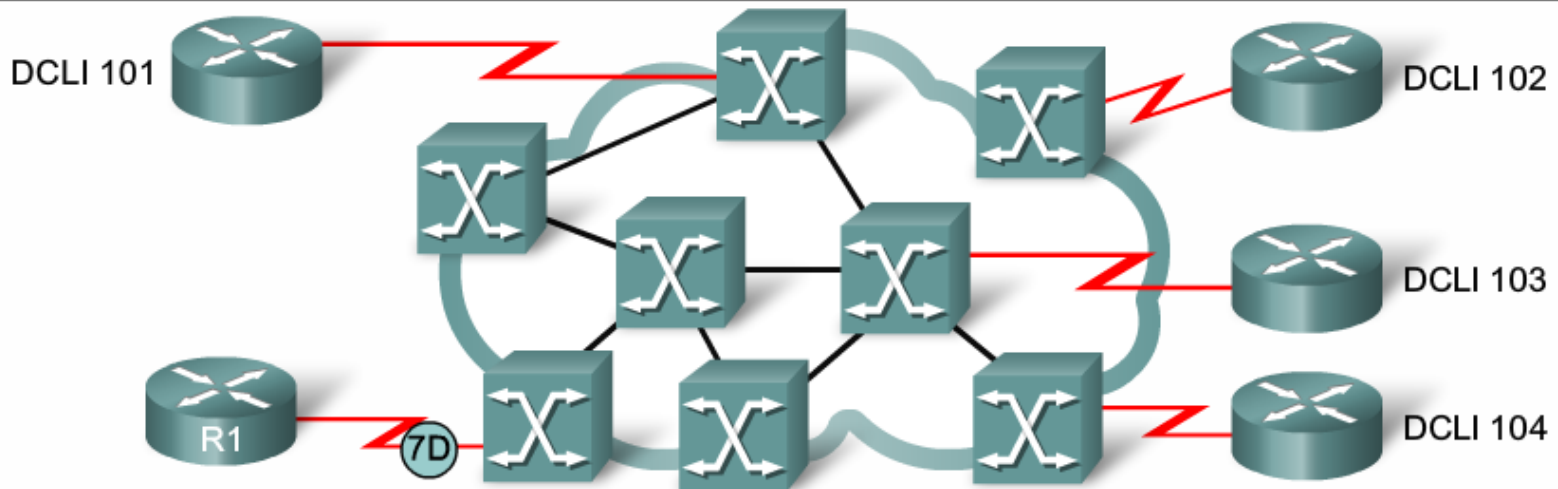
Usage de LMI

DTE sends Status Enquiry Message (75) to DCE



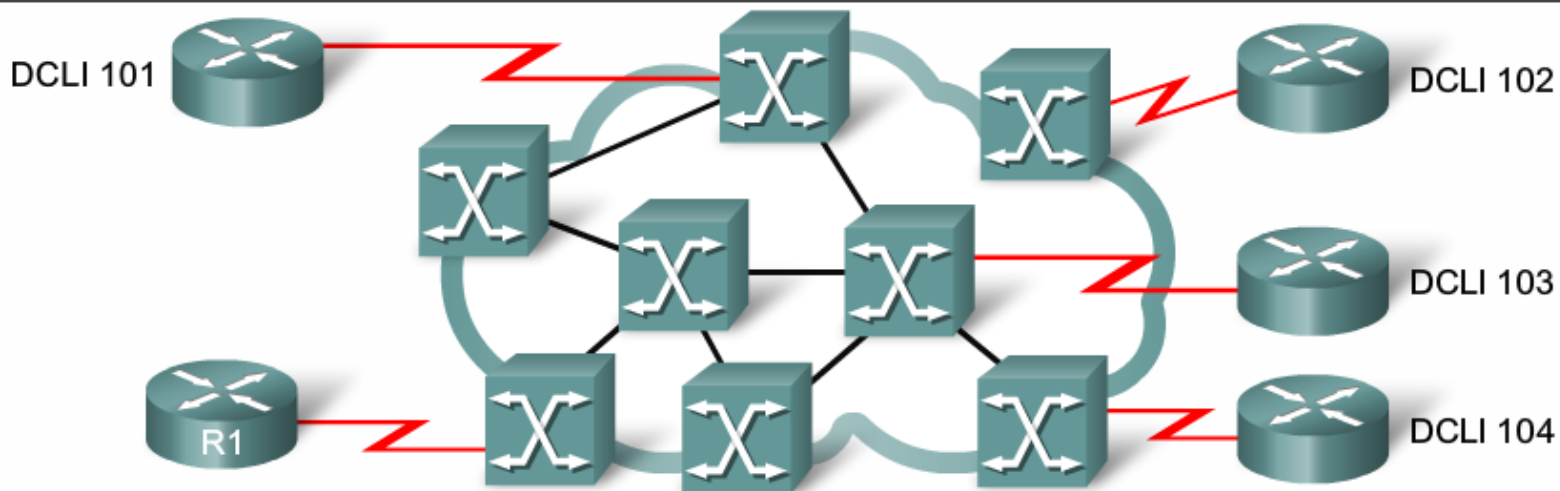
Usage de LMI

DTE sends Status Enquiry Message (75) to DCE
DCE responds with Status Message (7D) - includes configured DLCIs



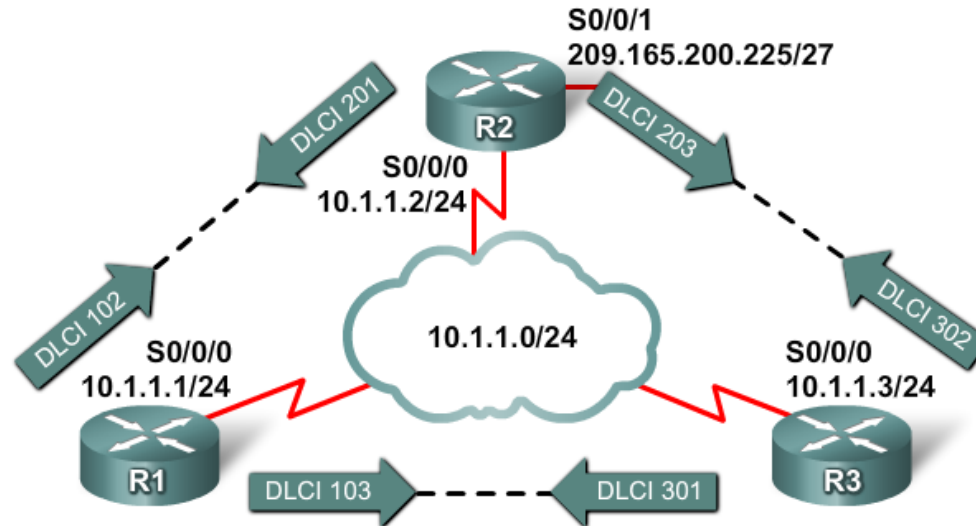
Usage LMI

DTE sends Status Enquiry Message (75) to DCE
 DCE responds with Status Message (7D) - includes configured DLCIs
DTE learns what VCs it has



DLCI	Status
101	Active
102	Active
103	Active
104	Active

show LMI



```
R1#show frame-relay lmi
LMI Statistics for interface Serial0/0/0 (Frame Relay DTE) LMI
TYPE = ANSI
Invalid Unnumbered info 0 Invalid Prot Disc 0
Invalid dummy Call Ref 0 Invalid Msg Type 0
Invalid Status Message 0 Invalid Lock Shift 0
Invalid Information ID 0 Invalid Report IE Len 0
Invalid Report Request 0 Invalid Keep IE Len 0
Num Status Enq. Sent 9 Num Status msgs Rcvd 0
Num Update Status Rcvd 0 Num Status Timeouts 9
```

Configuration LMI

- ▶ En raison des types différents de LMI, il est préconisé de laisser le type par défaut sur l'équipement (DTE et DCE).
- ▶ Grâce à « l'autosense », le DTE va essayer de se mettre d'accord avec le type de LMI du DCE.
- ▶ Si vous optez pour configurer le type du LMI, cela désactive l'autosense

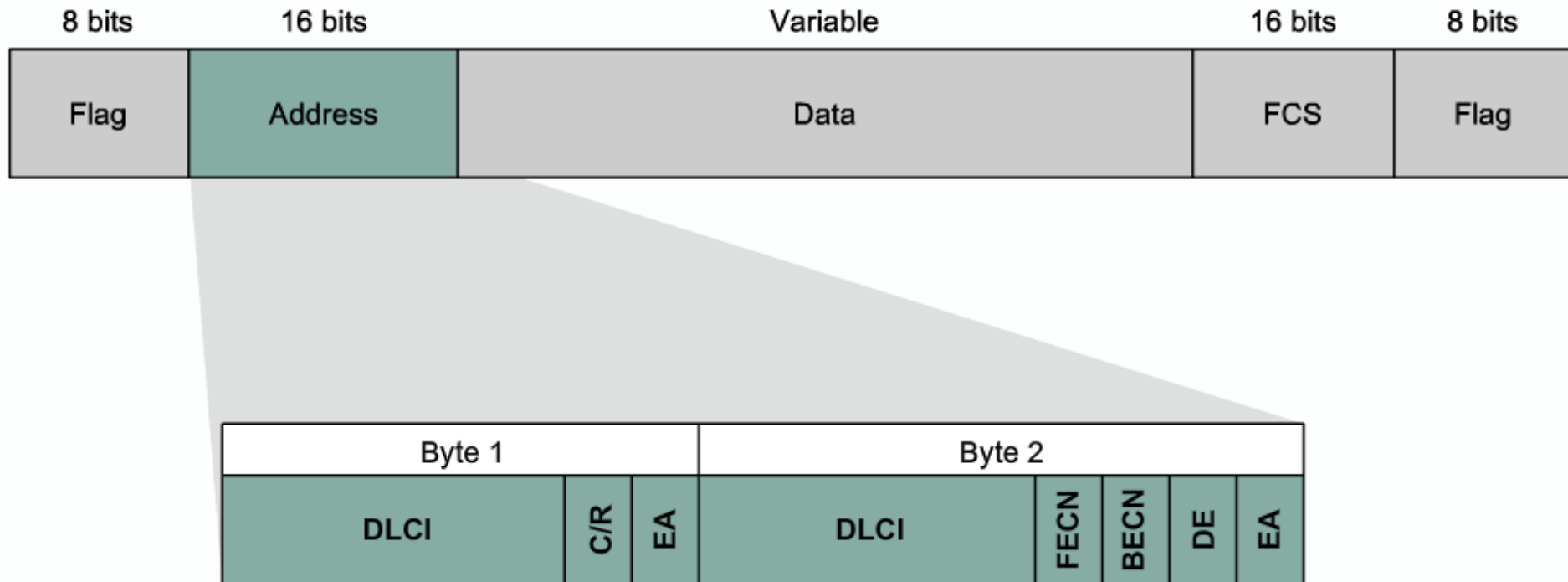
Les en-têtes

- ▶ Chaque paquet de la couche 3 est encapsulé dans la couche 2 entre une en-tête et une en-queue Frame Relay
- ▶ Ces 2 éléments sont définis dans les spécifications du *Link Access Procedure Frame Bearer Services (LAPF)*
- ▶ A la différence d'Ethernet, l'en-tête LAPF ne contient pas de champ d'informations sur le type de protocole de couche 3 encapsulé dans les données
- ▶ Si Frame Relay n'utilise que l'en-tête LAPF, il ne peut donc pas être multi-protocole car le routeur ne peut savoir quel protocole de couche 3 est utilisé !
- ▶ 2 solutions ont alors été trouvées
 - ▶ Cisco, StrataCom, Northern Telecom et Digital Equipment Corporation ont décidé d'inclure 2 bits pour le type de protocole entre l'en-tête et les données
 - ▶ RFC 1490 (puis RFC 2427) définit la même technique
- ▶ Il ne faut pas oublier que les switches Frame Relay ignore ce champ (couche 2 OSI)

Utilisation des DLCI

- ▶ Lors de l'utilisation d'un réseau Frame Relay, il n'est possible d'utiliser qu'un circuit virtuel et donc qu'un DLCI.
- ▶ Il est donc indispensable de faire une association entre les DLCI et les adresses de couche 3 (IP) utilisées.
- ▶ Une trame Frame Relay est composée d'un préambule de 1 octet, d'une en-tête de 2 octets, des données puis d'une en-queue de 3 octets
 - ▶ 1 octet pour un flag en tête de trame pour la délimiter (comme pour Ethernet)
 - ▶ 2 octets d'en-tête
 - ▶ Les données
 - ▶ 2 octets en fin de trame pour le FCS (Frame Check Sequence)
 - ▶ 1 octet pour un flag en queue de trame pour la délimiter

La trame



- 1er champ DLCI (6 bits). Si besoin de plus, Extended Address bit qui permet de rendre utilisable le 2ème champ DLCI de 4 bits. Au total, le DLCI peut donc être d'une longueur de 10 bits.

L'en-tête Frame Relay

- ▶ 6 bits pour la 1ère partie du DLCI
- ▶ 1 bit pour le C/R, usage défini
- ▶ 1 bit pour le EA (Extended address), si la valeur est 1, cela signifie que l'octet est le dernier octet du DLCI. Sinon, utilisation du 2ème champ DLCI
- ▶ 4 bits pour la 2ème partie du DLCI
- ▶ 1 bit pour le FECN (Forward Explicit Congestion Notification) pour signaler qu'une congestion a eu lieu. Ainsi, le matériel actif recevant une telle trame peut faire une demande à un protocole de niveau supérieur pour résoudre ce problème
- ▶ 1 bit pour le BECN (Backward Explicit Congestion Notification) pour signaler à une DTE qu'une procédure d'évitement a été initialisé. Ainsi, un routeur recevant une telle trame va diminuer son taux de transfert de 25%
- ▶ 1 bit pour le DE (Discard Eligibility) est un bit fixé par un DTE pour signaler qu'une trame est moins importante qu'une autre. Une telle trame peut donc être supprimée.
- ▶ 1 bit pour le EA (Extended address)

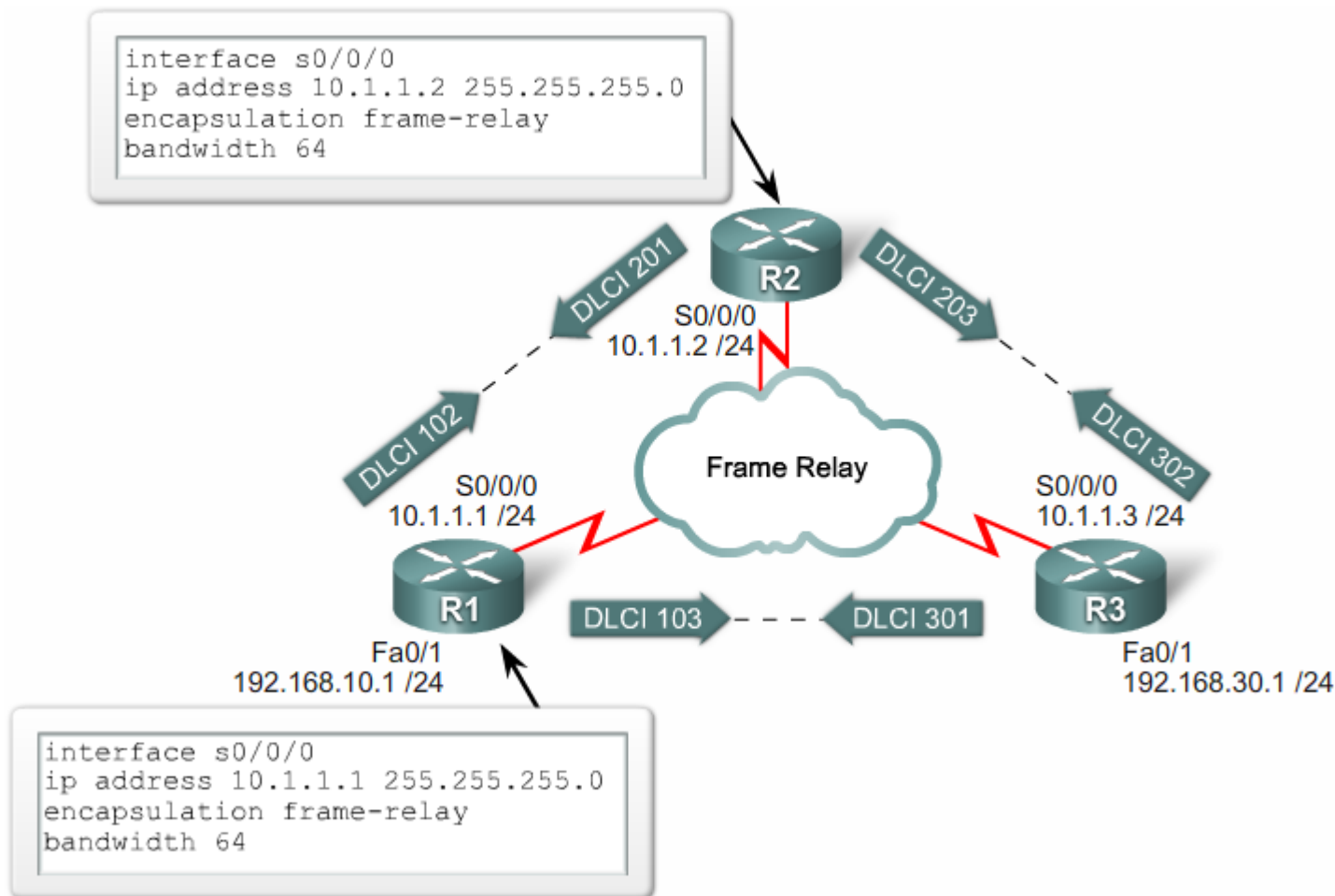
Inverse ARP

- ▶ DLCI peut être manuellement transposé en une adresse de couche 3 par un routeur mais ce n'est pas envisageable dans un réseau complexe
 - ▶ Trop long à faire sur tous les équipements actifs
- ▶ Un commutateur peut annoncer, via LMI, la création d'un nouveau DLCI. Malheureusement, l'adresse de couche 3 n'est pas annoncé en même temps
- ▶ Inverse ARP a été développé pour fournir un mécanisme à l'association de DLCI dynamique à des adresses de couche 3
 - ▶ Fonctionne de la même manière que ARP sur un LAN
 - ▶ Sur IP, avec ARP, le matériel connaît l'adresse IP est souhaite connaître l'adresse MAC
 - ▶ Avec Inverse ARP, le routeur connaît l'adresse de la couche 2 qui est le DLCI et souhaite connaître l'adresse de couche 3

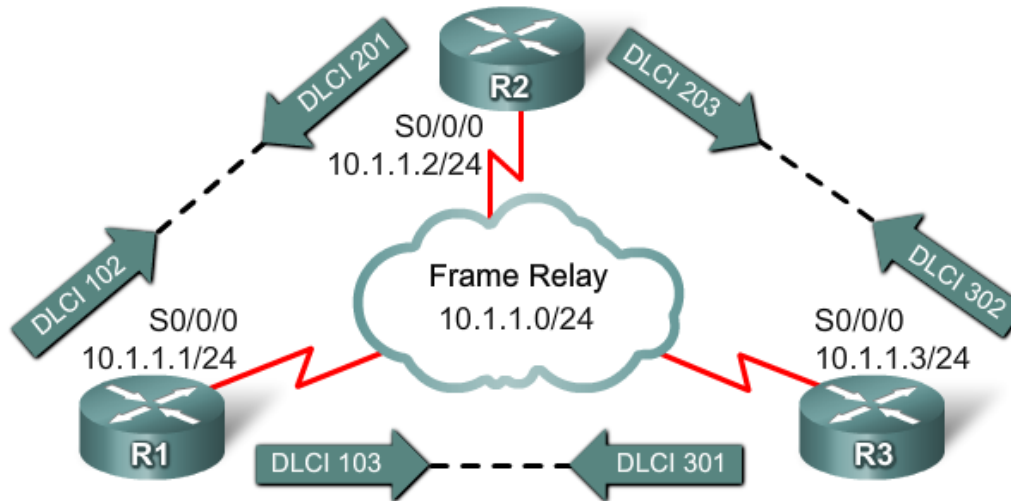
Frame Relay

La configuration

Configuration basique



Static mapping



```
R1(config)# interface s0/0/0
R1(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)# encapsulation frame-relay
R1(config-if)# no frame-relay inverse-arp
R1(config-if)# frame-relay map ip 10.1.1.2 102 broadcast cisco
R1(config-if)# no shut
R1(config-if)#
*Oct 16 02:27:02 2011: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/0/0
```

- ▶ `frame-relay ... broadcast` : permet de supporter OSPF par exemple sinon les broadcast ne sont pas supportés

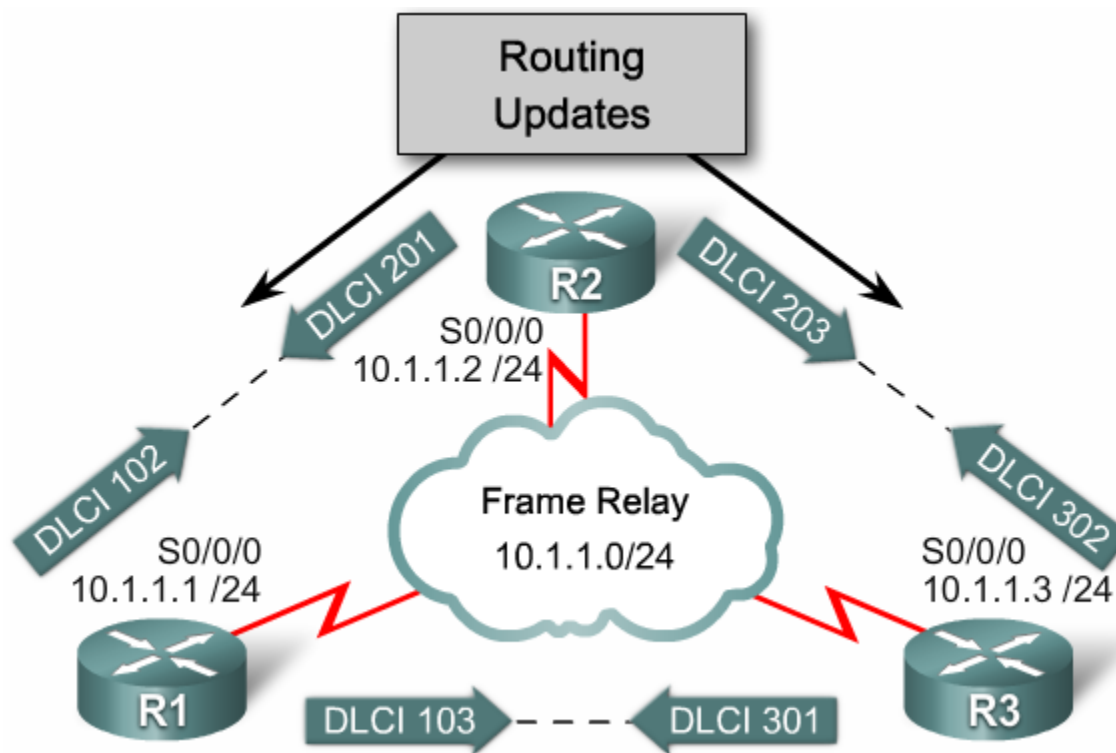
La map frame-relay

```
R1# show frame-relay map  
Serial0/0/0 (up): ip 10.1.1.2 dlci 102(0x66,0x1860), static,  
                broadcast,  
                CISCO, status defined, active  
R1#
```

Frame Relay

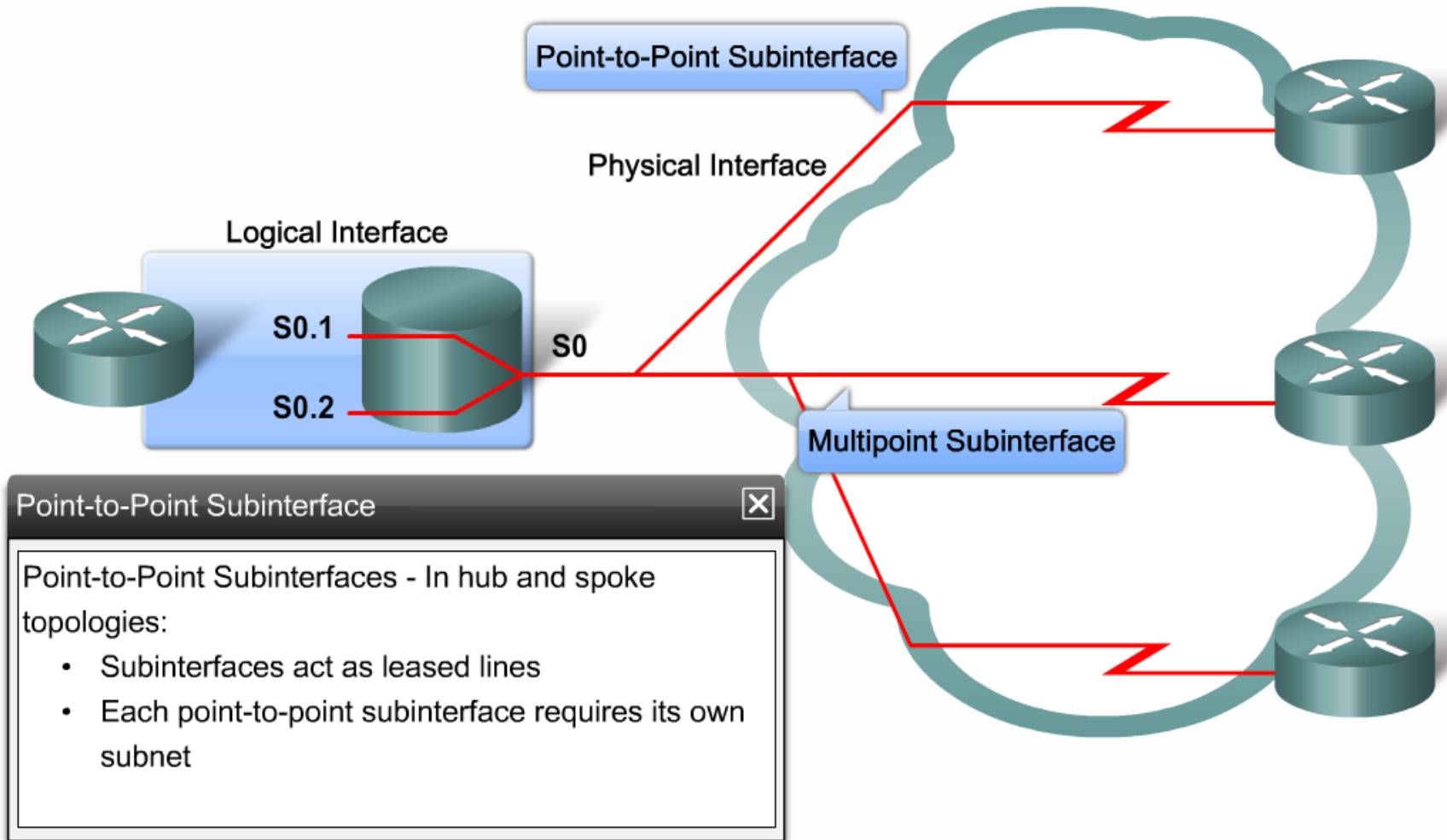
Concepts avancés

Split Horizon

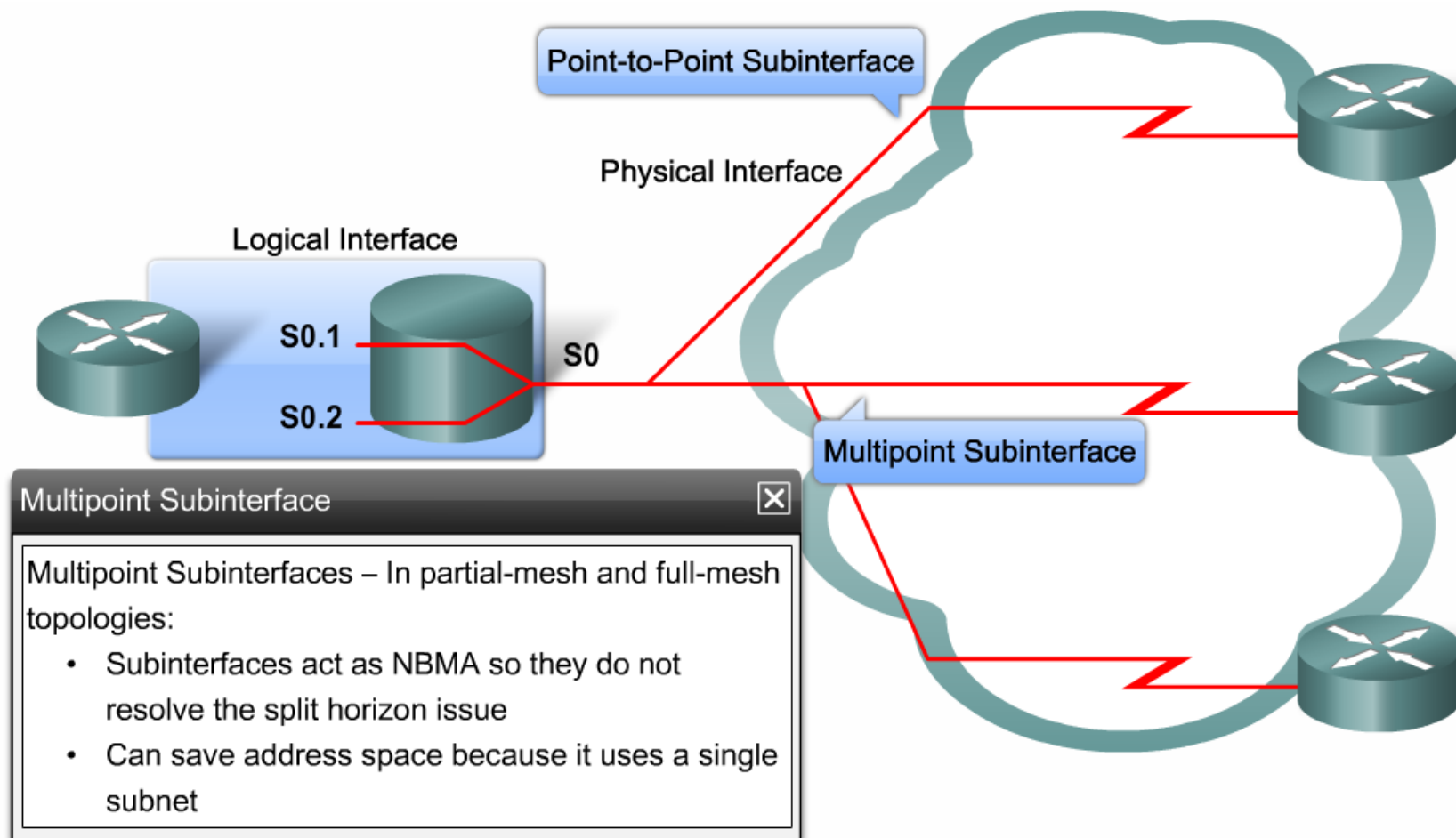


- ▶ Les mises à jour ne seront pas retransmises sur l'interface physique qui a reçu l'information !
- ▶ Solutions
 - ▶ Désactiver Split Horizon
 - ▶ Ou faire un Full Mesh mais couteux

Point-to-Point configuration



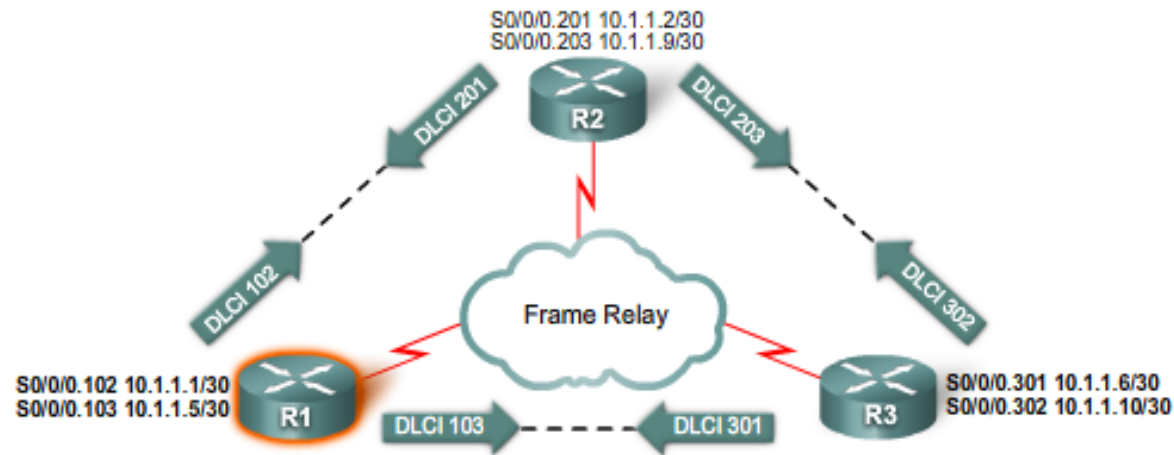
Multipoint configuration



Achat d'une ligne Frame Relay

- ▶ Du point de vue utilisateur, le fournisseur vend un service d'accès à Frame Relay. Les points à prendre en considération :
 - ▶ Débit d'accès (ou vitesse du port) : c'est le débit de la ligne offerte par le service provider
 - ▶ Committed Information Rate (CIR) : l'utilisateur négocie avec le service provider le CIR pour chaque PVC. Le CIR est la quantité de donnée que le réseau pourra recevoir. Le service provider va garantir à l'utilisateur qu'il aura toujours un débit égal au CIR.
- ▶ Si une ligne avec un débit de 64 kb/s est vendue, avec 2 PVC. Il faudra évidemment que $CIR_{PVC_1} + CIR_{PVC_2} \leq 64 \text{ kb/s}$
 - ▶ Bursting : si $CIR_{PVC_1} = 32 \text{ kb/s}$ et $CIR_{PVC_2} = 16 \text{ kb/s}$, occasionnellement il peut être toléré, sans surcoût, un dépassement du CIR d'un PVC
 - ▶ On parle dans ce cas de Committed Burst Information Rate (CBIR) et de Excess Burst (BE). CBIR est le débit négocié, en plus du CIR. Sur les trames ayant atteint le CBIR, le bit DE est mis à 1. Le BE est le débit restant entre le CBIR et le débit de la ligne

Configuration



```
interface s0/0/0
no ip address
encapsulation frame-relay
no shut
exit

interface s0/0/0.102 point-to-point
ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
bandwidth 64
frame-relay interface-dlci 102
exit

interface s0/0/0.103 point-to-point
ip address 10.1.1.5 255.255.255.252
bandwidth 64
frame-relay interface-dlci 103
end
```

Frame Relay

Questions ?