

MPLS

Par Mohamed Nassih

SOMMAIRE

- Problématique
- Qualité de service dans IP
- Qu'est ce que MPLS ?
- Label Distribution Protocol
- Exemple d'une commutation MPLS
- MPLS et QoS

SOMMAIRE

➤ Problématique

- Qualité de service dans IP
- Qu'est ce que MPLS ?
- Label Distribution Protocol
- Exemple d'une commutation MPLS
- MPLS et QoS

Problématique

- Dans le monde IP, un flux temps réel (comme le streaming vidéo) et la messagerie sont traités avec le même service: "**Best Effort**".
- Dans des cas, il est nécessaire de faire un contrôle sur le trafic qui transit sur le réseau (Pour transiter un trafic sur des liaisons où on a plus de ressources par exemple).
- Processus de routage = traitement de l'entête IP + consultation de la table de routage + l'acheminement, sur chaque nœud ce qui augmente le temps de latence.

SOMMAIRE

- Problématique
 - *Qualité de service dans IP*
- Qu'est ce que MPLS ?
- Label Distribution Protocol
- Exemple d'une commutation MPLS
- MPLS et QoS

Qualité de service dans IP

Qu'est ce que la QoS ?

- C'est la capacité du réseau IP de transporter les paquets en respectant les exigences des applications.
- L'objectif est d'avoir un service de bout en bout avec : un transfert à débit garanti entre l'émetteur et le récepteur des données, et ce avec un temps de latence, et un taux de perte réduits au minimum.
- Il ne permet pas de créer la bande passante mais seulement de la gérer.

Qualité de service dans IP paramètres ?

- La qualité de service cherche à optimiser les paramètres :
 - La bande passante disponible pour chaque application
 - Taux de perte
 - Temps de latence
 - le nombre maximal de paquets perdus qu'on peut tolérer.
 - ..

Qualité de service dans IP Solutions:

- MPLS avec LDP
- MPLS-TE avec CR-LDP ou RSVP-TE
- Integrated Services (Intserv)
- Differentiated Services (DiffServ)

SOMMAIRE

- Problématique
- Qualité de service dans IP
- **Qu'est ce que MPLS ?**
- Label Distribution Protocol
- Exemple d'une commutation MPLS
- MPLS et QoS

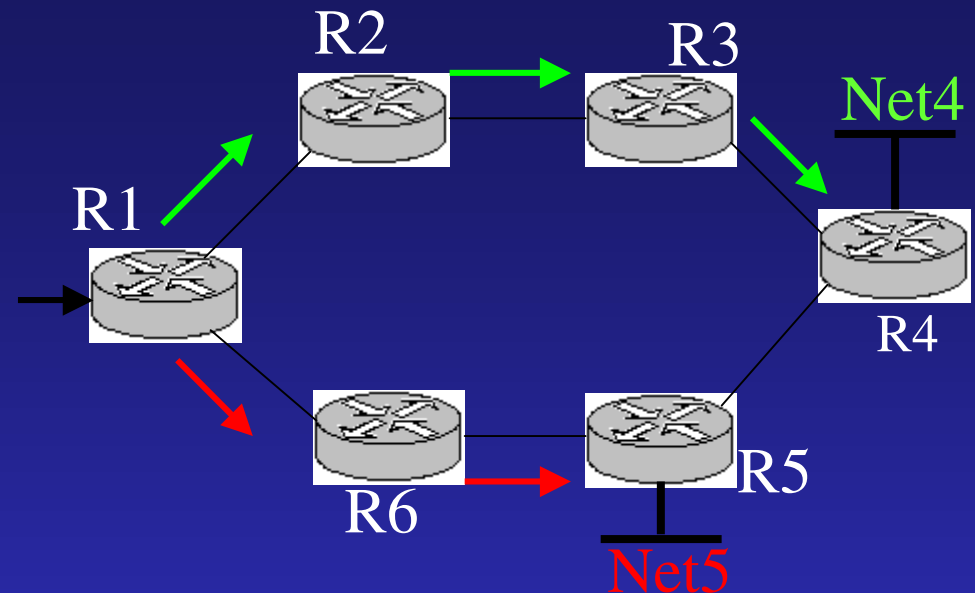
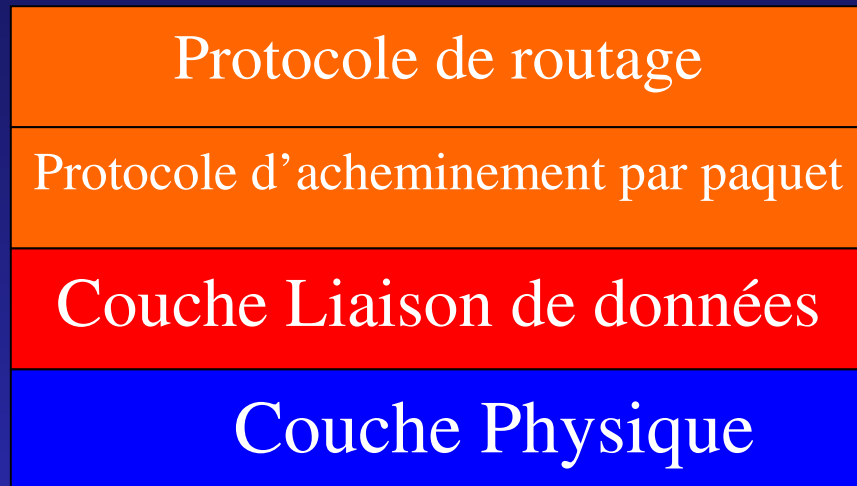
Qu'est ce que MPLS ?

Définition

- MPLS pour MultiProtocol Label Switching
- MPLS est une architecture de commutation qui pourra être implémenté à n'importe quel couche de réseautage au niveau 3.
- Évite que chaque routeur examine l'entête IP au niveau 3 (minimise le temps de latence)
- La possibilité de distribuer le trafic entre plusieurs liaison (Load Balancing) en utilisant le routage explicite
- Possibilité de réservation du ressources (RSVP-TE ou CE-LDP)

Qu'est ce que MPLS ?

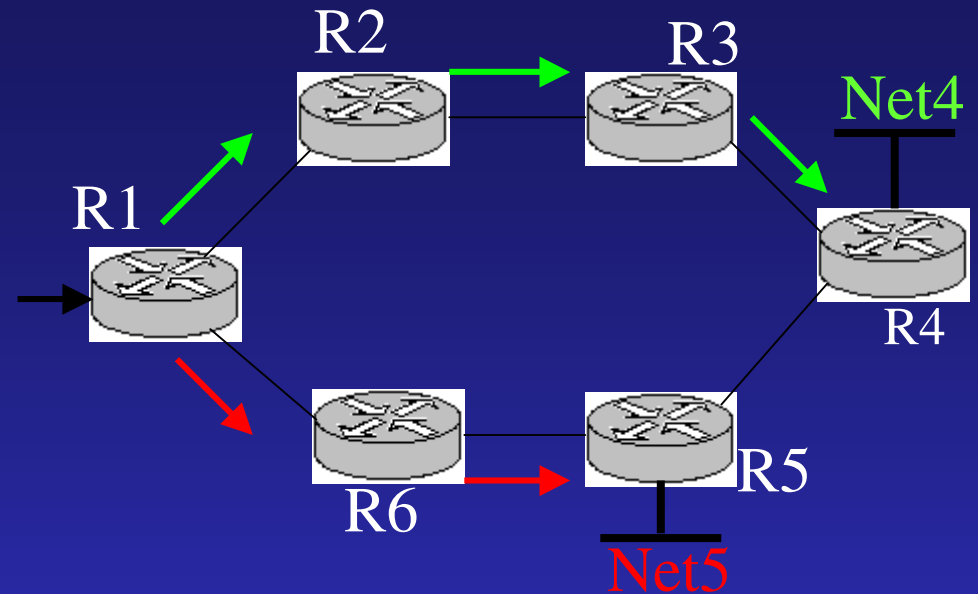
L'architecture IP :



- Au niveau réseau, on trouve : un protocole de routage (OSPF, RIP par exemple) , et un protocole d'acheminement (IP)
- Un paquet voyage d'un routeur à un autre, Le protocole d'acheminement sur chaque routeur analyse l'entête (adresse de destination) du paquet au niveau 3 et choisi le prochain saut indépendamment des autres routeurs en se basant sur la table de routage fournie par le protocole de routage.

Qu'est ce que MPLS ?

- L'architecture MPLS :

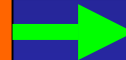
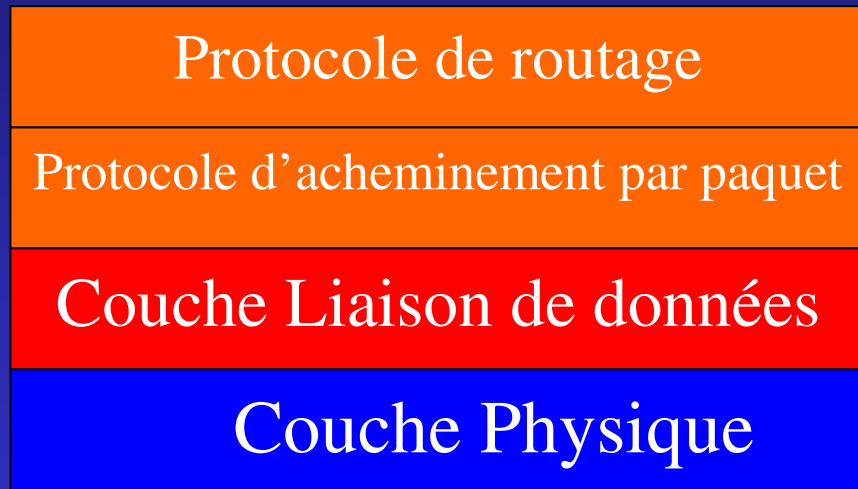


- Au niveau réseau, on trouve : un protocole de routage (OSPF par exemple) , et à la place du protocole d'acheminement (IP), on trouve un module d'acheminement par étiquette et un protocole de signalisation.
- Une étiquette est composé de 32 bits, insérée entre l'entête de la couche liaison de données et la couche réseau.

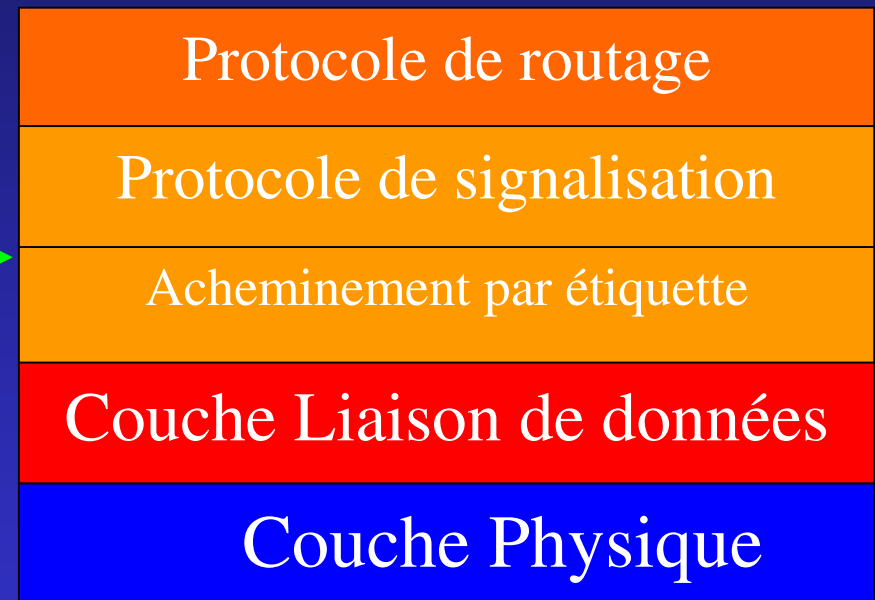
Qu'est ce que MPLS ?

De IP à MPLS

IP

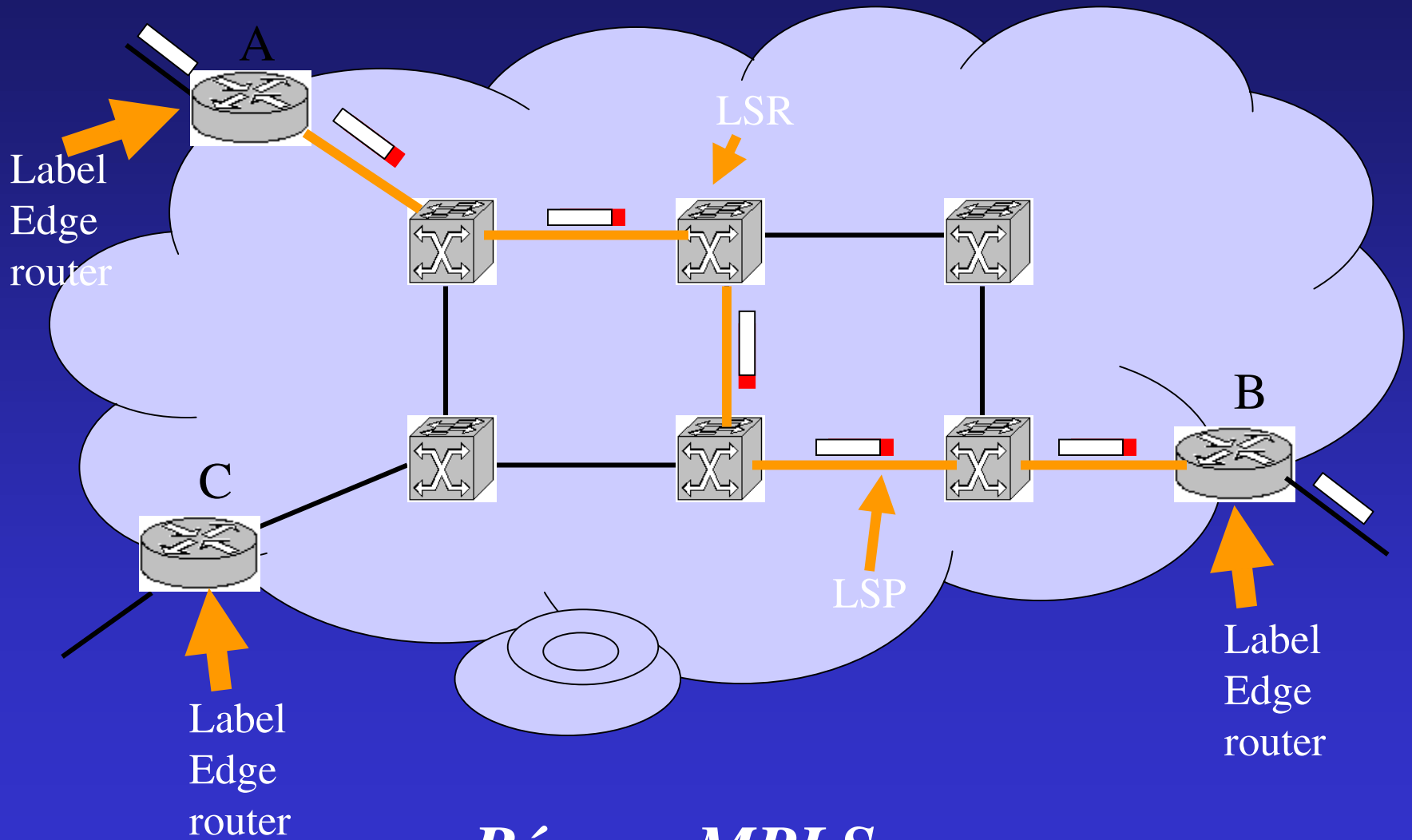


MPLS



Qu'est ce que MPLS ?

Réseau type

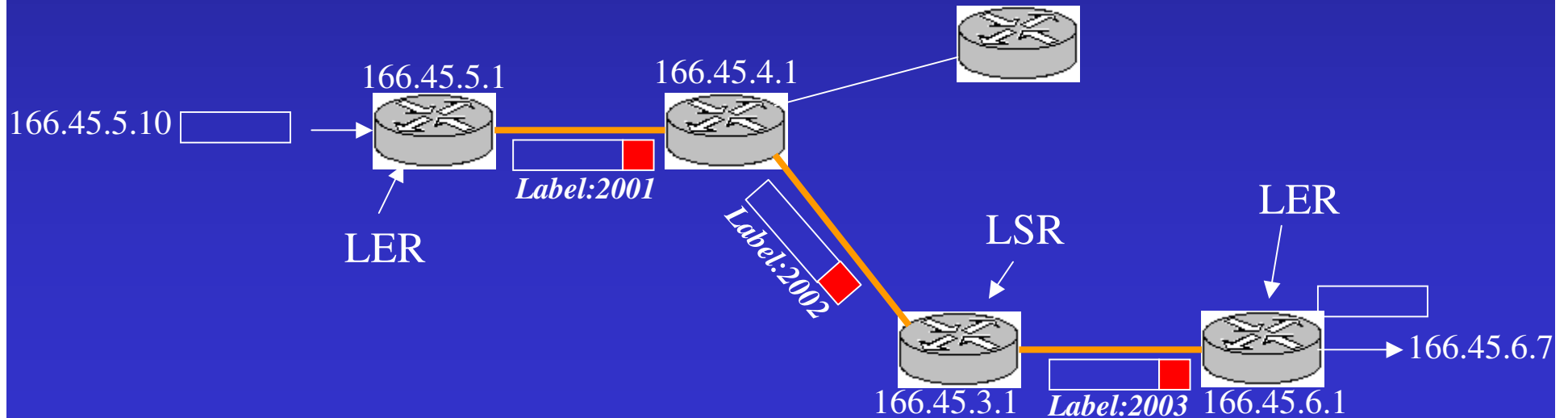


Réseau MPLS

Qu'est ce que MPLS ?

Exemple

```
> traceroute -n -q 1 166.45.2.7
traceroute to 166.45.2.74, 30 hops max
 1 166.45.5.1 101 ms
 2 166.45.4.1 120 ms  mplsLabel=2001
 3 166.45.3.1 130 ms  mplsLabel=2002
 4 166.45.6.1 131 ms  mplsLabel=2003
 5 166.45.2.7 120 ms
```



Qu'est ce que MPLS ?

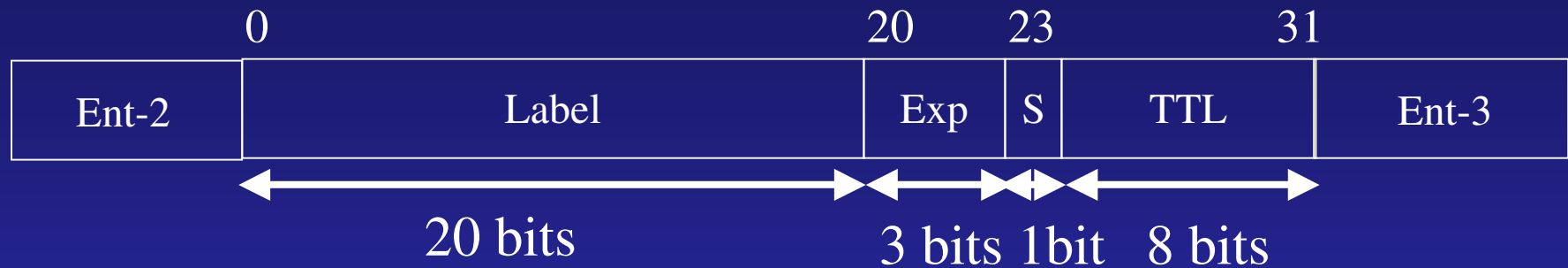
Étiquettes ou labels

- On ajoute à chaque paquet qui arrive sur le réseau une étiquette par un routeur spécial (Label Edge Router), entre l'entête de la couche réseau et l'entête de la couche liaison.
- chaque paquet est routé seulement en fonction de son étiquette.
- L'étiquette est supprimé à la sortie du réseau MPLS.



Qu'est ce que MPLS ?

Encapsulation



- Label (20bits): contient la valeur actuelle de l'étiquette, 20 bits pour coder la valeur du label et permettant $2^{20}-1 = 1048575$ combinaisons (à partir de 0).
- Exp (3bits) : 3 bits expérimentaux .
- S (1bits) : bit pour savoir si le paquet se trouve en bas de la pile d'étiquettes
- TTL (8bits): Time to Live

Qu'est ce que MPLS ?

Commutation par étiquettes.. l'idée

- L'étiquette se trouve au début du paquet,
- Courte
- Longueur fixe
- Sans structure interne



- La recherche dans la table est rapide et simple.

Etiquette



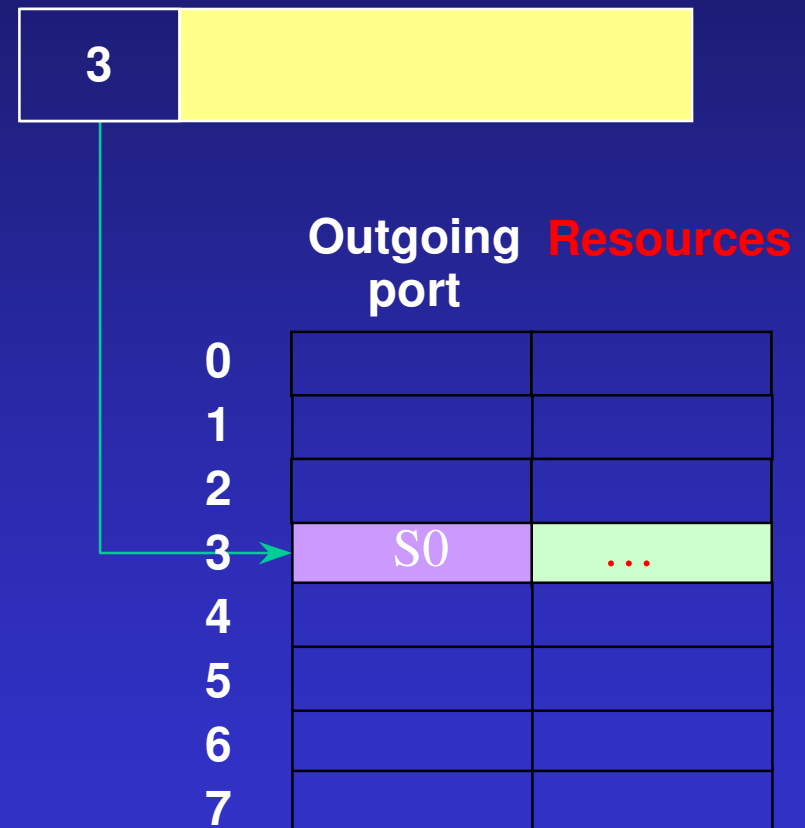
Outgoing Port

| | |
|---|----|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | S0 |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |

Une ligne de la table **LIB**
(Label Information Base)

Qu'est ce que MPLS ? Et QoS ?

- Une entrée dans la table pourra contenir aussi les ressources que les paquets avec une telle étiquette pourra utiliser

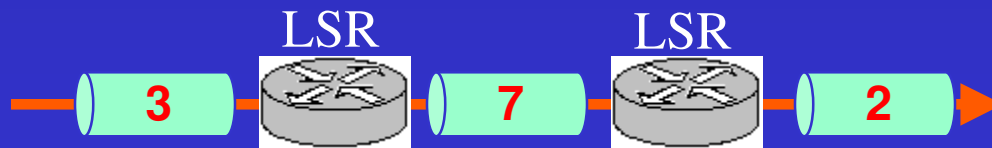


Une ligne de la table LIB
(Label Information Base)

Qu'est ce que MPLS ?

Label switching routers (LSR)

- Dans un réseau MPLS, les noeuds qui sont capables de faire la commutation par étiquettes sont appelés Label switching routers (LSR)
- Un LSR est un routeur normal, un commutateur ATM ou un commutateur normal avec des fonctionnalités MPLS



Qu'est ce que MPLS ?

Label Edge Router (LER)

- Un LER est un élément à l'extrémité du réseau MPLS.. Le LER joue un rôle fondamental dans : l'établissement du chemin LSP, l'assignation et la suppression des labels, au fur et à mesure que le trafic entre et sort du réseau MPLS.
- Un LER est l'interface entre le monde IP et le réseau MPLS, il supporte donc les deux types d'acheminement

Qu'est ce que MPLS ?

Label Switched Path (LSP)

- Constitue le chemin suivi par les paquets
- Choisir un LSP pour un type de trafic :
 - Dans le routage saut par saut, chaque nœud choisi le prochain saut indépendamment des autres. (LDP)
 - Dans le routage explicite, un trafic pourra être distribuer sur plusieurs LSP, ce qui équilibre le trafic sur les différentes liaison du Backbone. (autre protocoles de signalisation)

Qu'est ce que MPLS ?

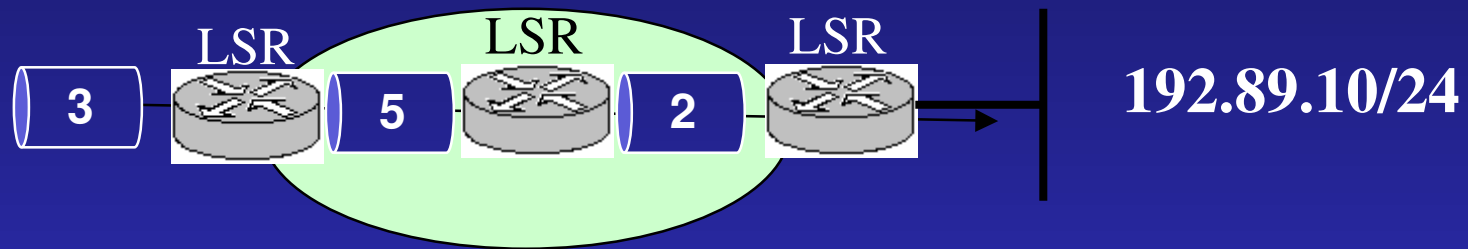
Forwarding Equivalence Classes (FEC)

- La Forward Equivalence Class (FEC) est la représentation d'un groupe de paquet qui ont en commun les mêmes besoins à leur transport.
- Tous les paquets d'un FEC reçoivent le même traitement au cours de leur acheminement et suivent le même chemin LSP
- Une étiquette identifie un FEC

Qu'est ce que MPLS ?

Forwarding Equivalence Classes (FEC)

Exemple



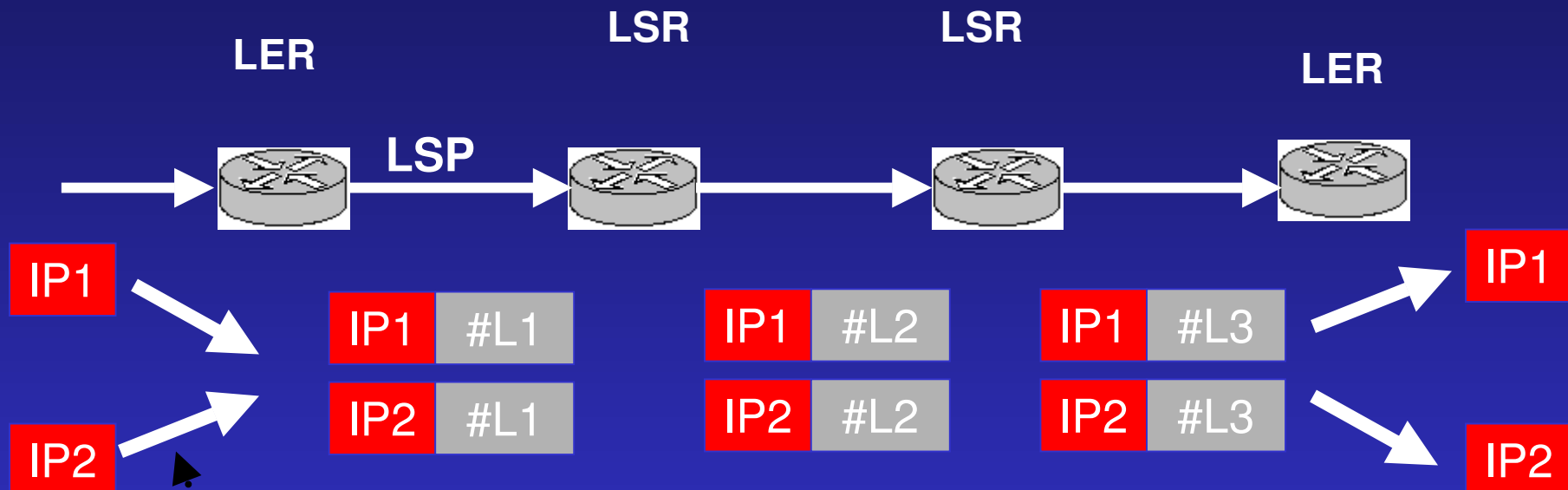
FEC = 192.89.10/24 (préfixe)

Exemple de liaison entre l'étiquette et FEC

Les FEC sont basés sur des préfixe des adresses de réseaux de destination plus des besoins en terme de service pour certains groupes de paquets.

Qu'est ce que MPLS ?

Forwarding Equivalence Classes (FEC)



Deux paquets ont deux destinations différents (Préfixes différents donc FEC différents), mais peuvent emprunter le même chemin

Qu'est ce que MPLS ?

L'étiquette a seulement une signification Locale

- L'étiquette a seulement une signification locale entre deux LSR.
- Si R1 et R2 sont deux LSRs, ils peuvent être d'accord que lorsque R1 envoie un paquet à R2, R1 va étiquette le paquet avec l'étiquette L, si le paquet est membre d'une FEC particulière
- Le protocole qui se charge de la distribution des étiquettes est le protocole LDP : Label Distribution Protocol



Qu'est ce que MPLS ?

1- Réception du paquet

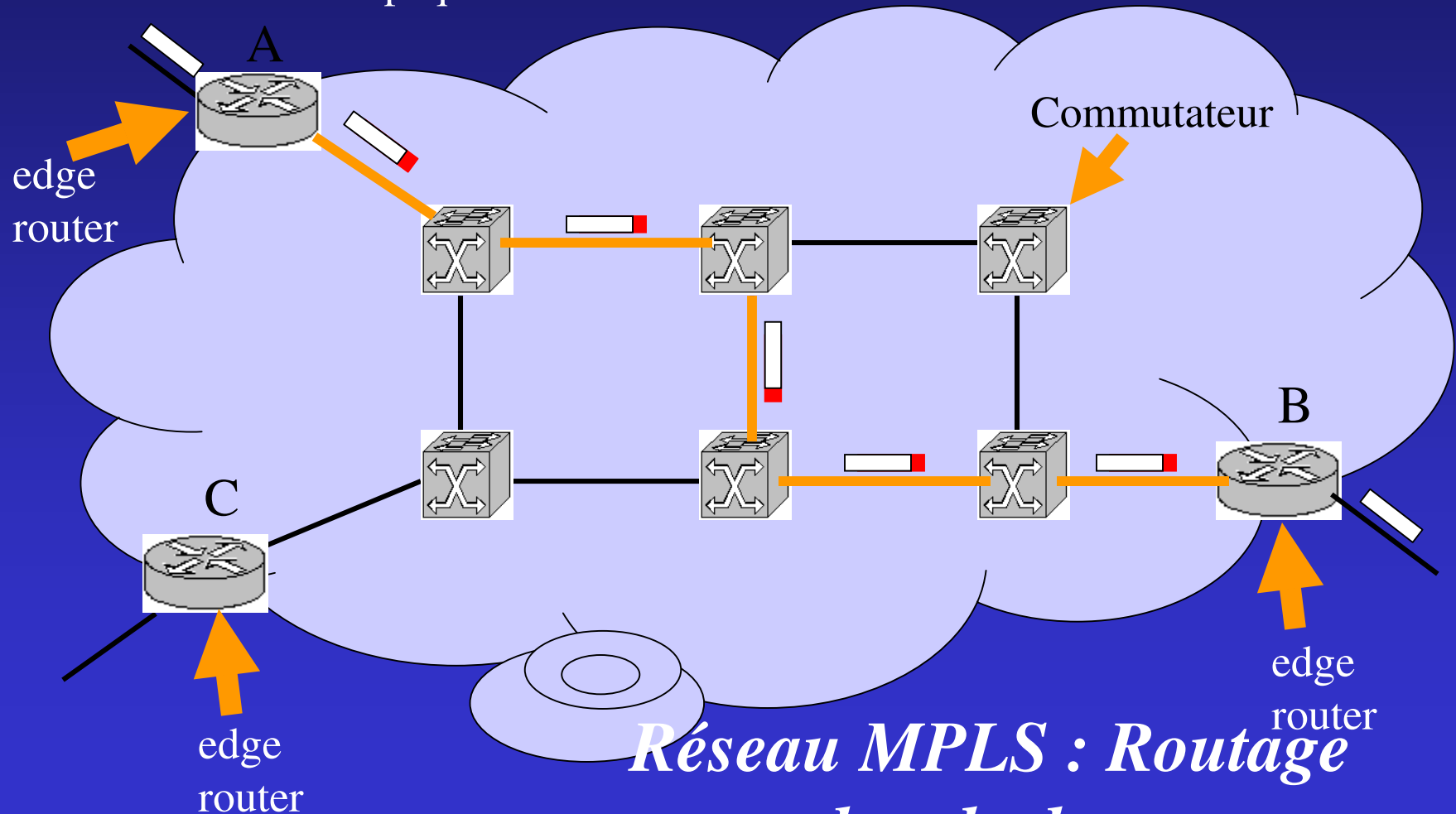
Routage hop by hop

2- Classification du paquet (Liaison à un FEC)

1- Suppression de l'étiquette

3- L'ajout de l'étiquette au paquet

4- Acheminement du paquet



*Réseau MPLS : Routage
hop by hop*

SOMMAIRE

- Problématique
- Qualité de service dans IP
- Qu'est ce que MPLS ?
- **Label Distribution Protocol**
- Exemple d'une commutation MPLS
- MPLS et QoS

Label Distribution Protocol

Les types de messages LDP

- Messages de découverte
- Messages de session
- Messages d'avertissement
- Messages de notification

Label Distribution Protocol

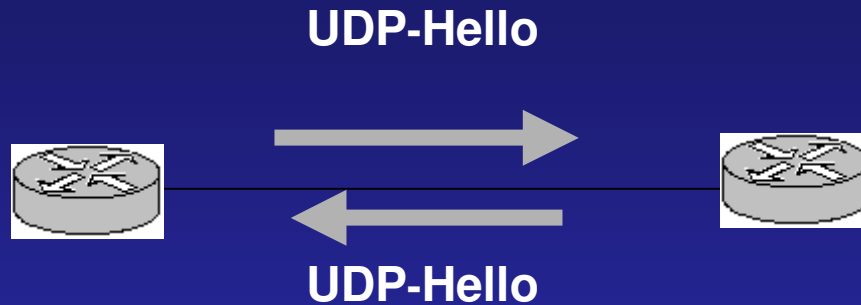
Les types de messages LDP

- Messages de découverte : annoncent et maintiennent la présence d'un LSR dans le réseau en utilisant des messages HELLO. Ce type de message LDP est encapsulé dans un datagramme UDP.
- Messages de session : Établissent, maintiennent et terminent les sessions LDP.
- Messages d'avertissement : Créent, changent et effacent des associations entre FEC et labels.
- Messages de notification : Permettent d'apporter d'autres informations comme signaler une erreur
- Ces 3 types de messages sont encapsulés dans TCP

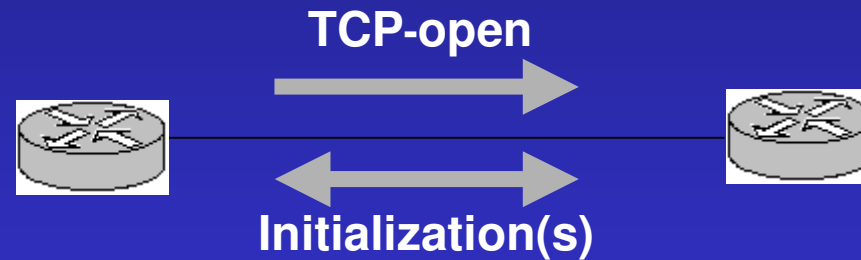
Label Distribution Protocol

Une session d'échange

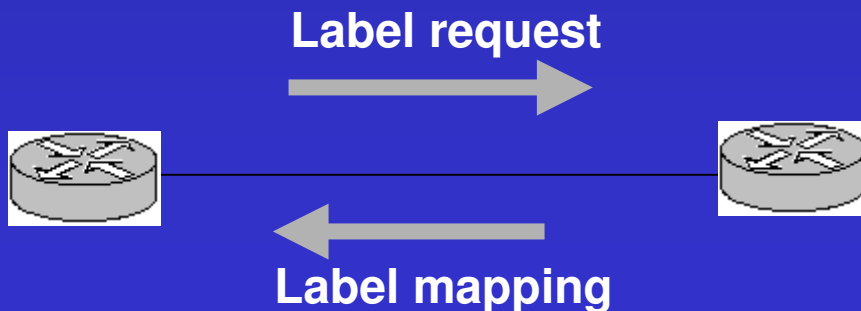
TEMPS



Messages de découverte



Messages de session



Messages d'avertissement

Label Distribution Protocol

Les méthodes de distribution des étiquettes

Distribution non sollicité :

- R2 découvre le prochain saut pour un FEC, F
- R2 génère une nouvelle étiquette pour la FEC F et communique l'information à R1
- R1 fait la mise à jour de sa table de commutation.

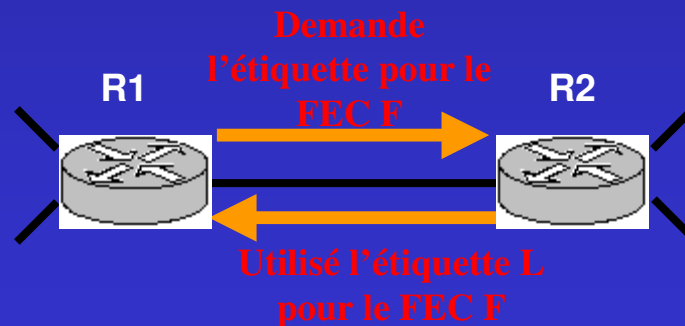


Label Distribution Protocol

Les méthodes de distribution des étiquettes

Distribution sur demande :

- R1 découvre que R2 est son prochain saut pour la FEC F.
- Une demande d'étiquette est faite à R2 pour la FEC F
- Si R2 a déjà la FEC F dans sa table LIB, il répond avec une valeur d'étiquette et mis à jour sa table de commutation



SOMMAIRE

- Problématique
- Qualité de service dans IP
- Qu'est ce que MPLS ?
- Label Distribution Protocol
- Exemple d'une commutation MPLS
- MPLS et QoS

C

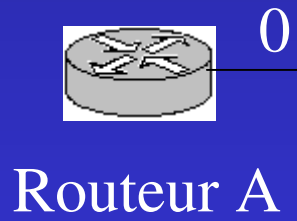
| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

B

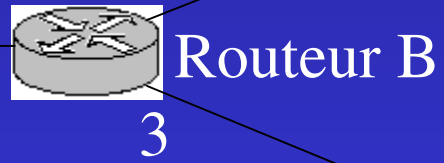
| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

A

| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

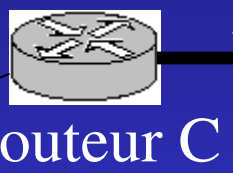


0

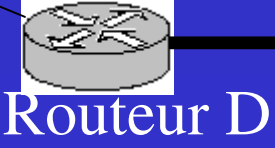


2

3

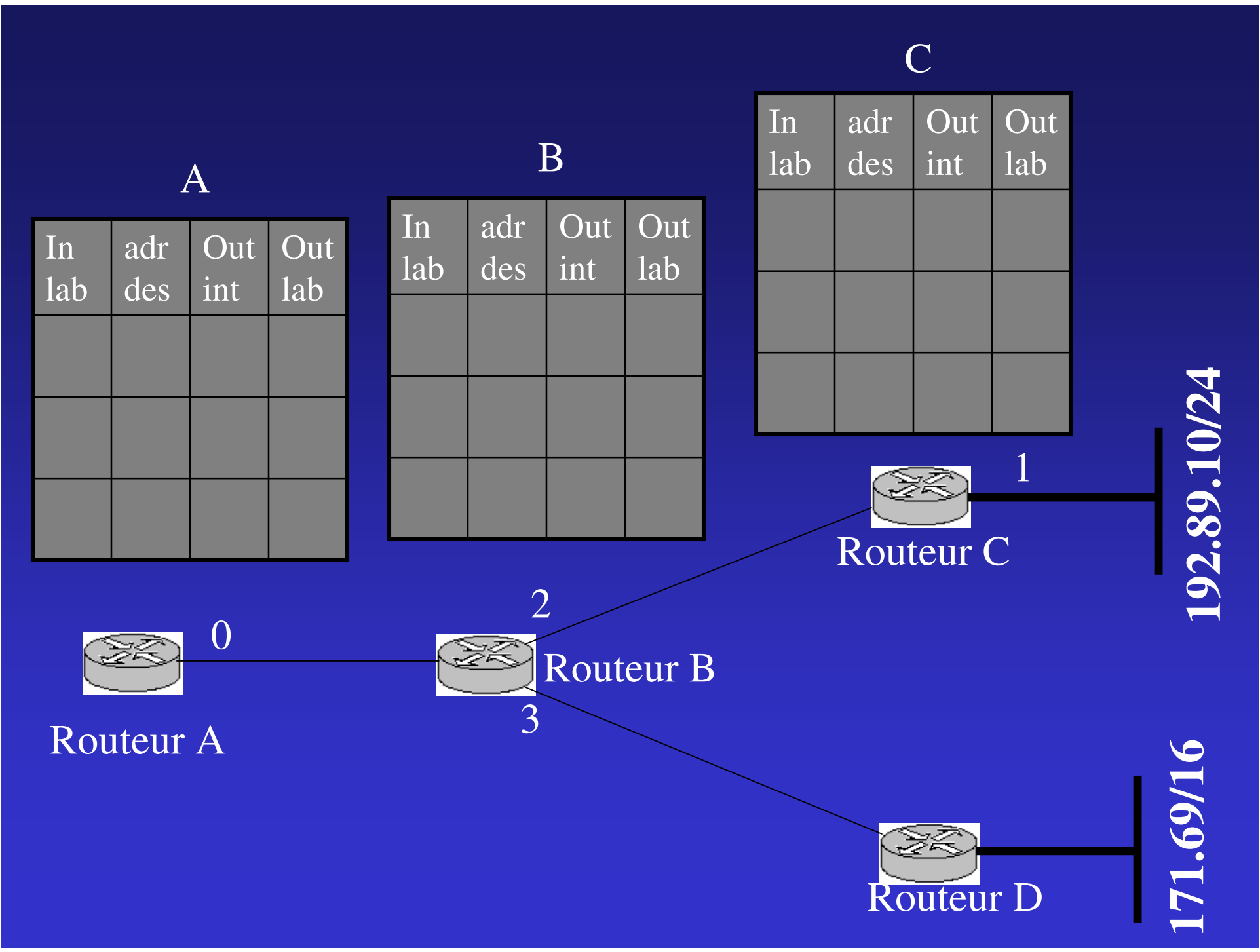


1



192.89.10/24

171.69/16



Echange des informations de routage

A

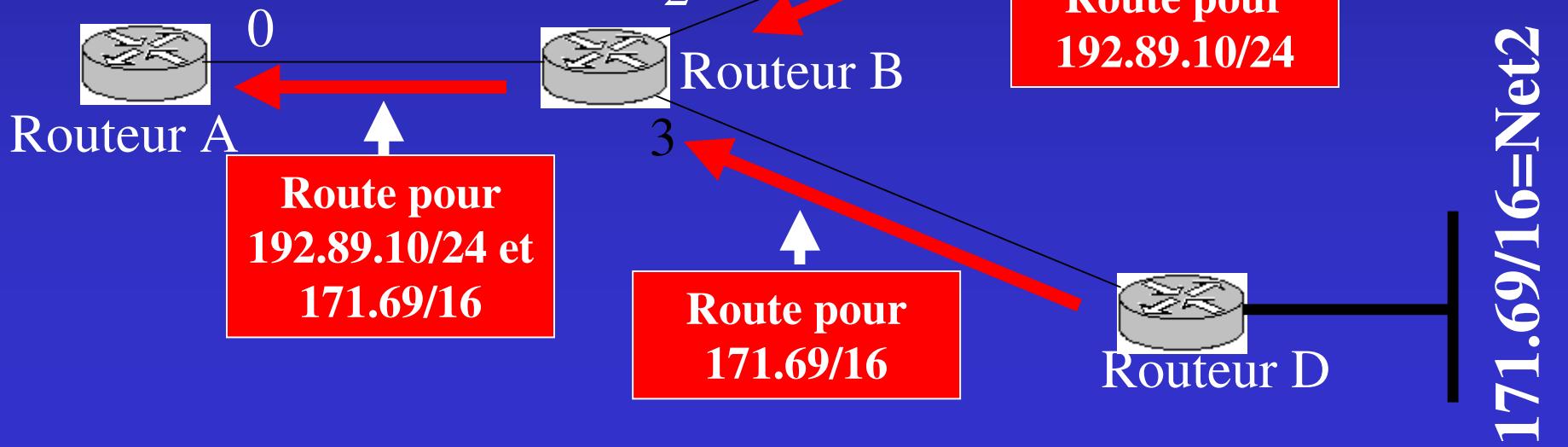
| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| | Net1 | 0 | |
| | Net2 | 0 | |
| | | | |

B

| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| | Net1 | 2 | |
| | Net2 | 3 | |
| | | | |

C

| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| | Net1 | 1 | |
| | | | |
| | | | |



La Distribution par LDP

FECs = Net1 et Net2

A

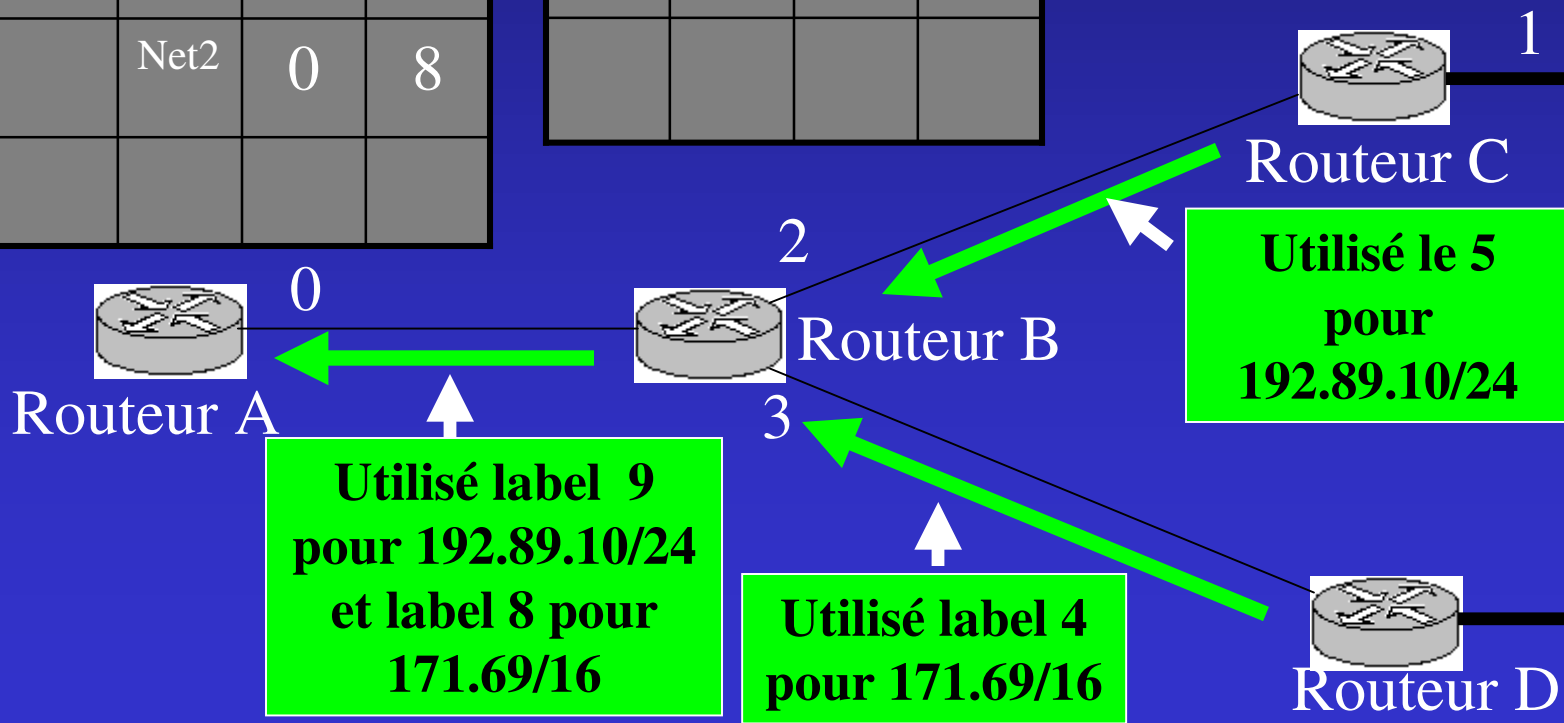
| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| | Net1 | 0 | 9 |
| | Net2 | 0 | 8 |
| | | | |
| | | | |

B

| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| 9 | Net1 | 2 | 5 |
| 8 | Net2 | 3 | 4 |
| | | | |
| | | | |

C

| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| 5 | Net1 | 1 | |
| | | | |
| | | | |



192.89.10/24=Net1

171.69/16=Net2

L'acheminement d'un paquet

A

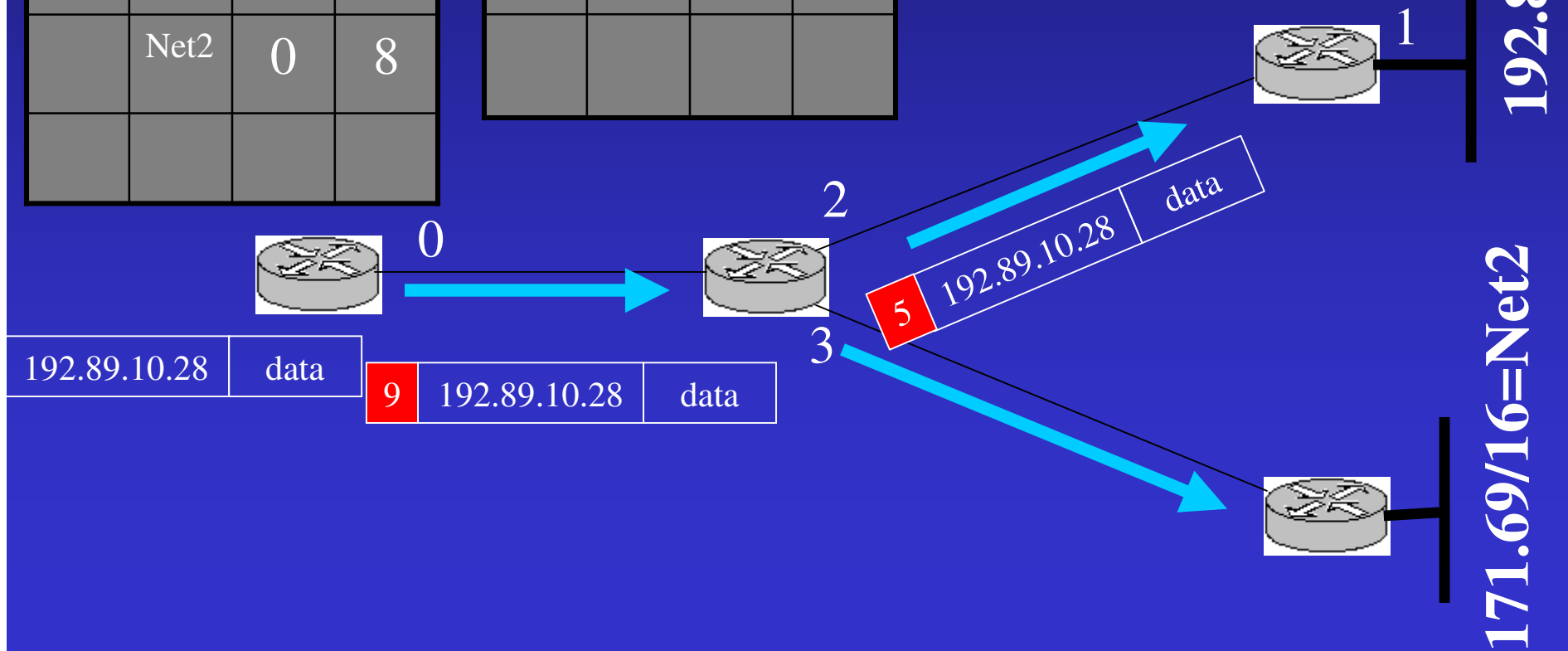
| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| | Net1 | 0 | 9 |
| | Net2 | 0 | 8 |
| | | | |
| | | | |

B

| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| 9 | Net1 | 2 | 5 |
| 8 | Net2 | 3 | 4 |
| | | | |
| | | | |

C

| In lab | adr des | Out int | Out lab |
|--------|---------|---------|---------|
| 5 | Net1 | 1 | |
| | | | |
| | | | |



SOMMAIRE

- Problématique
- Qualité de service dans IP
- Qu'est ce que MPLS ?
- Label Distribution Protocol
- Exemple d'une commutation MPLS
- **MPLS et QoS**

MPLS et la QoS

- Commutation plus simple et plus rapide.
- Concentrer le processus de routage les routeurs d'extrémité.
- Les routeurs à l'intérieur du réseau ne font que l'acheminement
- Un commutateur (qui est capable de faire la commutation par étiquettes) pourra agir comme LSR

MPLS et la QoS

- Le chemin LSP est établi en se basant sur les informations fournis par le protocole de routage
- Les informations suivent le même chemin comme dans la commutation IP traditionnelle, c'est plus rapidement mais le trafic n'est pas distribué d'une façon équilibré sur les liaisons. (un FEC = un LSP)
- LDP ne permet pas la réservation des ressources sur le chemin LSP, ni le routage explicite.
- Pour résoudre ce problème MPLS utilisent CR-LDP ou RSVP-TE comme protocole de signalisation.

MPLS et la QoS

- MPLS utilise deux protocoles signalisations pour assurer la QoS: CR-LDP, RSVP-TE :
 - CR-LDP = Label Distribution Protocol (LDP) + Routage Explicite
 - RSVP-TE = Traditional Resource Reservation Protocol (RSVP) + Explicit Route.