

CHAPITRE 8 : Concepts de Routage "Routing" & Routage statique

Mohammed SABER

Département Électronique, Informatique et Télécommunications
École Nationale des Sciences Appliquées "ENSA"
Université Mohammed Premier OUJDA

Année Universitaire : 2017-2018

- 1 Introduction
- 2 Classification des formes de routage
- 3 Routage Statique
- 4 Routage Dynamique
- 5 Système autonome (Domaines de routage)

Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Classification des formes de routage
- 3 Routage Statique
- 4 Routage Dynamique
- 5 Système autonome (Domaines de routage)

Routage

Le routage consiste à assurer l'acheminement de paquets à travers un réseau grâce à des équipements relais **routeurs**, et ce d'un expéditeur à un destinataire ; pour cela, les routeurs s'appuient sur une table de routage.

- Dans le modèle OSI : fonction de la couche réseau (couche 3).
- Dans le modèle TCP/IP : fonction de la couche Internet (couche 2).

Table de routage

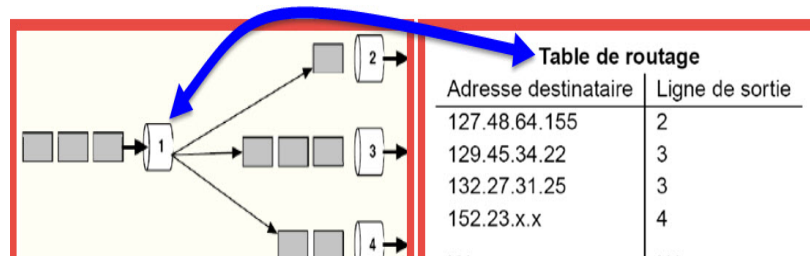
Le routage consiste à assurer l'acheminement de paquets à travers un réseau grâce à des équipements relais **routeurs**, et ce d'un expéditeur à un destinataire ; pour cela, les routeurs s'appuient sur une table de routage.

- Présente sur toutes les stations et routeurs.
- **Contenu minimal** : le réseau auquel on se raccorde (la passerelle) ; une route par défaut (sauf consignes de sécurité).

Principe de routage

Principe

- 1 L'émetteur transmet le paquet à un routeur de son réseau.
- 2 Le routeur consulte la table de routage et déduit, à partir de l'adresse du destinataire du paquet, la voie de sortie appropriée.
- 3 Le paquet est transmis, soit au destinataire final, soit à un autre routeur qui réitère la procédure.



Problème

Problème

- 1 Comment **construire** la table de routage ?.
- 2 Comment **tenir à jour** la table de routage pour refléter l'évolution du réseau (ajout et retrait de station, défaillance de liaison, congestion d'un routeur, etc....) ?.

Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 **Classification des formes de routage**
- 3 Routage Statique
- 4 Routage Dynamique
- 5 Système autonome (Domaines de routage)

Classification des formes de routage

Déterministe

- Une seule route est possible par rapport à la destination.
- Les tables de routage peuvent être fixées à la configuration du réseau.

Adaptative

Aucun chemin n'est prédéterminé, le chemin sera fixé au moment du routage en fonction de données sur l'état du réseau (charge, indisponibilité d'un nœud, panne d'une liaison, panne d'un nœud, ...).

Routage statique

- Mise à jour manuelle de tous les équipements réseau.
- Pour les réseaux les plus stables.
- Complexe et risque d'erreur pour les grands réseaux (> 10 routeurs).

Routage Dynamique

- Adaptation dynamique à l'évolution du réseau :
 - Changement de la topologie réseau.
 - Changement des conditions réseau (paramètres de qualité de service).
- Nécessite un protocole de routage.

Routage Statique

Une route statique est basée sur :

- L'adresse du réseau + Le masque de sous-réseau du réseau distant.
- L'adresse du routeur du tronçon suivant (**Next-Hop**) + l'interface de sortie.

Route par défaut :

- Facilite la circulation des données sur un réseau de grande taille.
- Pour atteindre une destination inconnue.
- Utilisée si le prochain saut ne figure pas explicitement dans la table de routage.

- 1 Introduction
- 2 Classification des formes de routage
- 3 Routage Statique
- 4 Routage Dynamique
- 5 Système autonome (Domaines de routage)

Configuration de routes statiques

- Pour configurer une route statique, utilisez la commande suivante :

```
Router(config)# ip route AdresseIPRéseauDistant Masque-De-Réseau
Adresse-Passerelle | Interface
```

- Pour supprimer une route statique, utilisez la commande suivante :

```
Router(config)# no ip route AdresseIPRéseauDistant Masque-De-Réseau
Adresse-Passerelle | Interface
```

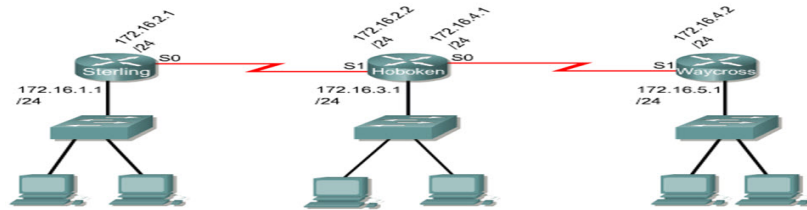
- Pour configurer une route par défaut, utilisez la commande suivante :

```
Router(config)# ip route default Adresse-Passerelle
```

- Pour visualiser la table de routage, utilisez la commande suivante :

```
Router# show ip route
```

Exemple de configuration de routes statiques



```
Hoboken(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 s1
commande réseau de destination masque de sous-réseau passerelle
```

```
Hoboken(config)#ip route 172.16.5.0 255.255.255.0 s0
commande réseau de destination masque de sous-réseau passerelle
```

```
Hoboken(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.1
commande réseau de destination masque de sous-réseau passerelle
```

```
Hoboken(config)#ip route 172.16.5.0 255.255.255.0 172.16.4.2
commande réseau de destination masque de sous-réseau passerelle
```

Table de routage

Table de routage

- Une table de routage indique pour chaque destination (réseau ou sous-réseau) la route (interface ou passerelle) qu'il faut prendre.
- Le routage est effectué à partir du numéro de réseau (adresse réseau) de l'adresse IP de l'hôte de destination.
- La table contient, pour chaque numéro de réseau à atteindre, l'adresse IP du routeur auquel il faut envoyer le paquet.

Table de routage

Pour afficher la table de routage, utilisez la commande suivante :

Router# show ip route

```
R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C 172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C 172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
S 172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/0
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
S 192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.1
```

Table de routage

```
R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C 172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C 172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
S 172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/0
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
S 192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.1
```

- **Partie A** : Les informations sur les codes des routes.
- **Partie B** : Les informations sur les routes de table de routage.

■ Les routes non directement connectées

- Que représente les informations pour chaque route ?
- Comment lire les informations pour chaque route ?

- **Colonne 1** : type de protocole de routage (voir partie A).
- **Colonne 2** : réseau de destination.
- **Colonne 3** : distance administrative / valeur de la métrique (coût), pour le cas de **routage statique, le coût (métrique) = 0**.
- **Colonne 4** : joignable par telle prochaine interface.
- **Colonne 5** : âge de la route apprise.
- **Colonne 6** : interface de sortie du routeur.

- La **distance administrative (DA)** définit la préférence d'une source de routage.
- La distance administrative est une valeur entière comprise entre 0 et 255. Plus la valeur est faible, plus la source de la route est privilégiée.
- Par exemple, une route apprise en OSPF, qui a une distance administrative de **110**, est préférée à une route apprise en RIP dont la distance administrative est **120** et une route apprise en statique, qui a une distance administrative de **1**, est préférée à une route apprise en OSPF dont la distance administrative est **110**.
- Autre exemple :



Table de routage

Distance Administrative d'une Route

Le tableau ci-dessous liste les distances administratives de plusieurs protocoles de routages grandement utilisés :

Origine de la route	Distance administrative
Connecté	0
Statique	1
Récapitulatif de routage du protocole EIGRP	5
Protocole BGP externe	20
EIGRP interne	90
Protocole IGRP	100
Protocole OSPF	110
Protocole de routage IS-IS	115
Protocole RIP	120
Protocole EIGRP externe	170
Protocole BGP interne	200

Table de routage

Recherche de route récursive

Lorsque le routeur doit effectuer plusieurs recherches dans la table de routage avant de transférer un paquet, il exécute un processus appelé **recherche ré-
cursive**.

- 1 Le routeur doit déterminer comment atteindre l'adresse IP de tronçon suivant.
- 2 Il va effectuer une deuxième recherche en quête d'une correspondance pour cette route par un réseau directement connecté.

```

R1#show ip route
(**résultat omis**)
    172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S    172.16.1.0 [1/0] via 172.16.2.2
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0   Étape 1
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S    192.168.1.0/24 [1/0] via 172.16.2.2
S    192.168.2.0/24 [1/0] via 172.16.2.2   Étape 2

```

Étape 1 : recherche d'une route

Étape 2 : recherche d'une interface de sortie

Table de routage

Route Statique par Défaut

La route statique par défaut correspond à tous les paquets. Les routes statiques par défaut sont utilisées :

- Quand aucune autre route de la table de routage ne correspond à l'adresse IP de destination du paquet.
- Elles sont couramment utilisées lors de la connexion d'un routeur de périphérie d'une société au réseau FAI (ISP).
- Lorsqu'un routeur n'est connecté qu'à un seul autre routeur. Ce cas est appelé « routeur d'extrémité ».
- Similaire à toute autre route statique à l'exception du fait que l'adresse réseau est 0.0.0.0 et que le masque de sous-réseau est 0.0.0.0.

Table de routage

Route Statique par Défaut

- Pour configurer une route statique par défaut, utilisez la commande suivante :

```
Router(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Adresse-Passerelle / Interface
```

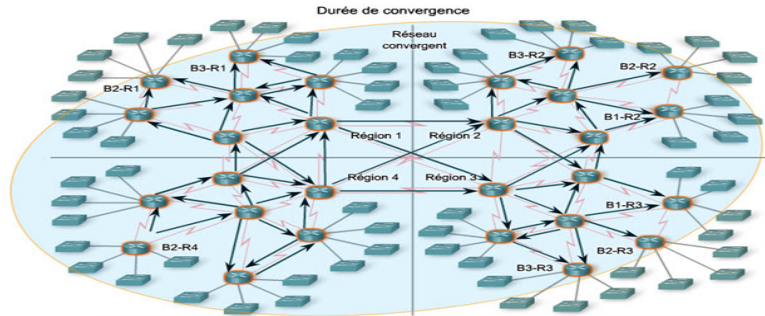
```
R1#show ip route
      * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
      P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C      172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S*    0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/0
R1#
```


Problèmes de routage statique

- Mise à jour manuelle de tous les équipements du réseau.
- Une station ne peut atteindre que les réseaux qu'on lui indique par la commande route.
- Boucles de routage.



- Comment assurer la maintenance du routage statique avec une telle architecture réseau ?

Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Classification des formes de routage
- 3 Routage Statique
- 4 **Routage Dynamique**
- 5 Système autonome (Domaines de routage)

Routage Dynamique

Routage Dynamique

Routage dynamique (adaptatif, évolutif) : utilise des **protocoles de routage**.

- Afin de maintenir la cohérence des informations associées aux routes.
 - Son rôle n'est pas de router ... ce rôle là revient à l'**algorithme** mis en place par le protocole retenu.
-
- Indispensable dès que la topologie devient complexe.

Routage Dynamique

Routage selon le chemin à moindre coût

Principe

Chaque nœud (routeur) tient à jour des tables indiquant le chemin à plus faible coût (plus court) pour atteindre le nœud destination.

Coût

Coût (ou métrique) :

- Temps.
- Nombre de sauts.
- Distance réelle.
- Délai de transmission.
- Fiabilité.
- ...

Routage Dynamique

Routage selon le chemin à moindre coût

Algorithmes de calcul le chemin à moindre coût

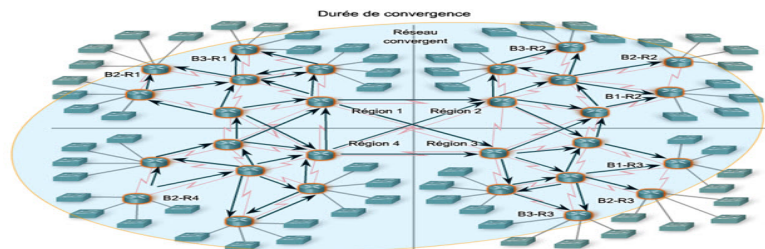
Deux algorithmes de calcul de la table de routage :

- **À vecteur de distance de Bellman-Ford (distance vector) :** Chaque routeur met à jour sa table de routage pas à pas, par échange d'information de routage (**vecteurs de distance**) avec ses voisins directs.
- **À état des liens de Dijkstra (link state) :** Chaque routeur communique à tous les routeurs l'**état de ses liens** avec ses voisins directs.

Système autonome

Problème

Plus le réseau est plus grand
.... plus le trafic de mise à jour, les tables de routage, le temps de calculs des routes sont importants !



Solution

Découpage en domaines appelés **systèmes autonomes (AS, Autonomous System)**.

Plan de chapitre

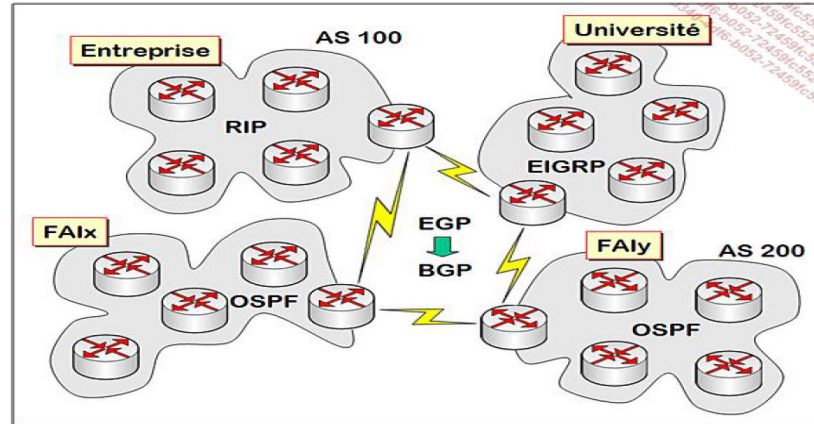
- 1 Introduction
- 2 Classification des formes de routage
- 3 Routage Statique
- 4 Routage Dynamique
- 5 Système autonome (Domaines de routage)

Système autonome

- Le réseau mondial résulte d'un assemblage de systèmes autonomes.
- Un système autonome (AS : Autonomous System) est un ensemble de réseaux et de routeurs partageant le même protocole de routage et géré par une même autorité administrative.
- Chaque système autonome possède son propre ensemble de règles et de politiques et un numéro AS unique qui le distinguera des autres systèmes autonomes à travers le monde (Ce numéro est un nombre à 16 bits).
- **Exemple :** 1717 Renater, 1307 Jussieu, 2200 Renater2, 32 Stanford, 71 HP, 17373 MCI Worldcom.
- <http://www.iana.org/assignments/as-numbers>.

Système autonome

Les systèmes autonomes (AS) assurent la division de l'inter-réseau global en réseaux plus petits et plus faciles à gérer.

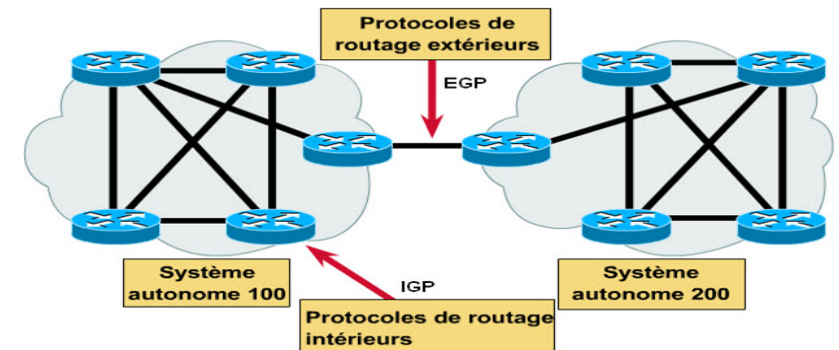


Système autonome

Familles de protocoles

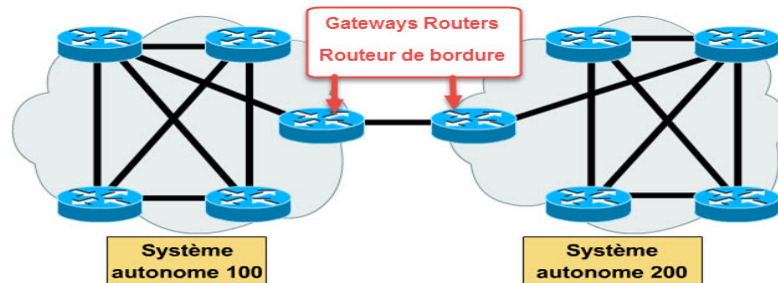
Deux familles de protocole :

- **Interne IGP (Interior Gateway Protocol)** : routage interne et ignorance des noeuds des autres domaines (RIP, IGRP, OSPF, EIGRP).
- **Externe EGP (Exterior Gateway Protocol)** : échange inter-domaines.



Système autonome

- Les AS sont connectés par des routeurs appelés Gateways Routers.



- Il y a un seul point de sortie, on peut donc utiliser un routage par défaut :
 - Chaque routeur connaît tous les IDs au sein d'un AS.
 - Les paquets à destination des autres AS sont envoyés vers le routeur par défaut.
 - Le routeur par défaut est un routeur de bordure vers le prochain AS (Border Gateway).

QUESTIONS ?

