

Module 4 : Routage et protocoles de routage

Module [Vue d'ensemble](#)

4.1 Introduction au routage statique

[4.1.1](#) Présentation du routage

[4.1.2](#) Utilisation de la route statique

[4.1.3](#) Configuration de routes statiques

[4.1.4](#) Configuration de l'acheminement par défaut

[4.1.5](#) Vérification de la configuration de route statique

[4.1.6](#) Dépannage de la configuration de route statique

4.2 Vue d'ensemble du routage dynamique

[4.2.1](#) Introduction aux protocoles de routage

[4.2.2](#) Systèmes autonomes

[4.2.3](#) Objet d'un protocole de routage et de systèmes autonomes

[4.2.4](#) Identification des classes des protocoles de routage

[4.2.5](#) Fonctions du protocole de routage à vecteur de distance

[4.2.6](#) Fonctions du protocole de routage à état de liens

4.3 Vue d'ensemble des protocoles de routage

[4.3.1](#) Détermination du chemin

[4.3.2](#) Configuration de routage

[4.3.3](#) Protocoles de routage

[4.3.4](#) Systèmes autonomes et comparatif IGP - EGP

Module: [Résumé](#)

Le routage n'est rien d'autre que la spécification de directions pour naviguer de réseau en réseau. Ces directions, également appelées routes, peuvent être indiquées de façon dynamique par un autre routeur ou attribuées de façon statique par un administrateur.

Ce module introduit le concept de protocoles de routage dynamique. Il décrit les classes du protocole de routage dynamique et donne des exemples de protocoles dans chacune de ces classes.

Un administrateur réseau choisit un protocole de routage dynamique en fonction de nombreuses considérations. La taille du réseau, la bande passante des liaisons disponibles, la puissance de traitement des routeurs du réseau, les marques et les modèles de routeurs sur le réseau ainsi que les protocoles déjà utilisés sont autant de facteurs à prendre en compte. Ce module détaille les différences entre des protocoles de routage afin d'aider les administrateurs réseau à faire leur choix.

À la fin de ce module, les étudiants doivent être en mesure de:

- Expliquer la signification du routage statique
- Configurer les routes statiques et les routes par défaut
- Vérifier et dépanner les routes statiques et les routes par défaut
- Identifier les classes de protocoles de routage
- Identifier les protocoles de routage à vecteur de distance
- Identifier les protocoles de routage à état de liens
- Décrire les caractéristiques de base des protocoles de routage communs
- Identifier les protocoles IGP
- Identifier les protocoles EGP
- Activer le protocole RIP (Routing Information Protocol) sur un routeur

4.1 Introduction au routage statique

4.1.1 Présentation du routage

Le routage est le processus qu'un routeur utilise pour transmettre des paquets vers un réseau de destination. Un routeur prend des décisions en fonction de l'adresse IP de destination d'un paquet. Tout le long du chemin, les divers équipements se servent de l'adresse IP de destination pour orienter le paquet dans la bonne direction afin qu'il arrive à destination. Pour prendre les bonnes décisions, les routeurs doivent connaître la direction à prendre jusqu'aux réseaux distants. Lorsque les routeurs utilisent le routage dynamique, ces informations sont fournies par les autres routeurs. Lorsque le routage statique est utilisé, un administrateur réseau configure manuellement les informations sur les réseaux distants.

Statique
Utilise une route programmée dans le routeur par un administrateur réseau.

Étant donné que les routes statiques doivent être configurées manuellement, toute modification de la topologie réseau oblige l'administrateur à ajouter et supprimer des routes statiques pour tenir compte des modifications. Dans un grand réseau, cette maintenance manuelle des tables de routage peut générer une forte charge de travail administratif. Sur les petits réseaux où peu de modifications sont possibles, les routes statiques ne requièrent que très peu de maintenance. En raison des impératifs administratifs, le routage statique n'offre pas la même évolutivité que le routage dynamique. Même dans les grands réseaux, les routes statiques qui sont prévues pour atteindre un but précis sont souvent configurées en conjonction avec un protocole de routage dynamique.

Dynamique
Utilise une route qu'un protocole de routage modifie automatiquement en fonction des changements de topologie ou de trafic.

4.1.2 Utilisation de la route statique

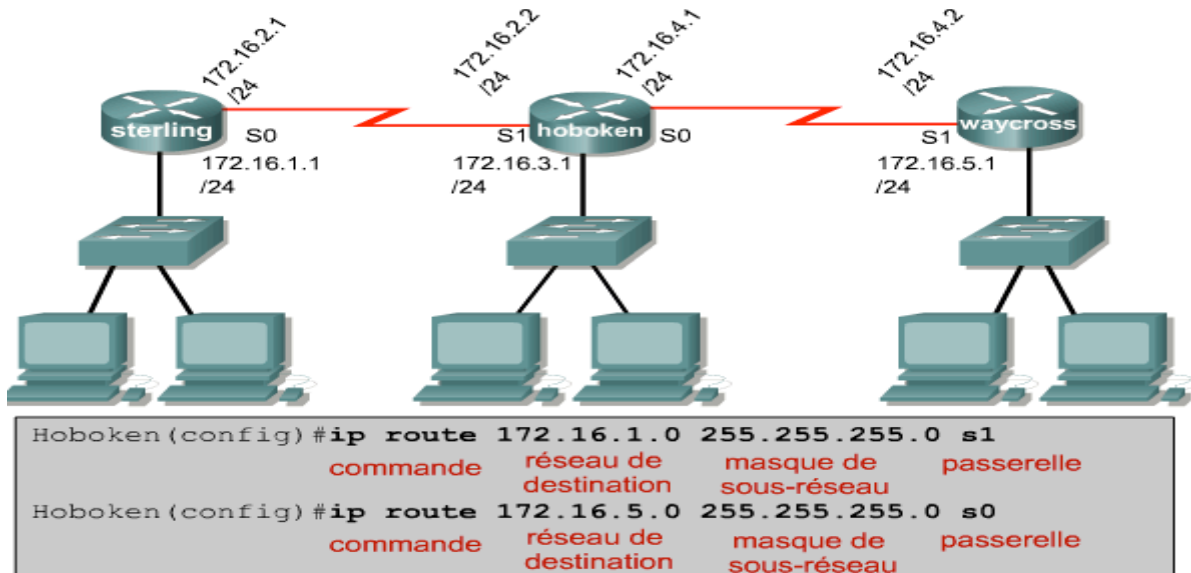
Les opérations de routage statique s'articulent en trois parties:

- L'administrateur réseau configure la route
- Le routeur insère la route dans la table de routage
- Les paquets sont acheminés à l'aide de la route statique

Puisqu'une route statique est configurée manuellement, l'administrateur doit la configurer sur le routeur à l'aide de la commande **ip route**. La syntaxe correcte de la commande **ip route** est illustrée à la figure.

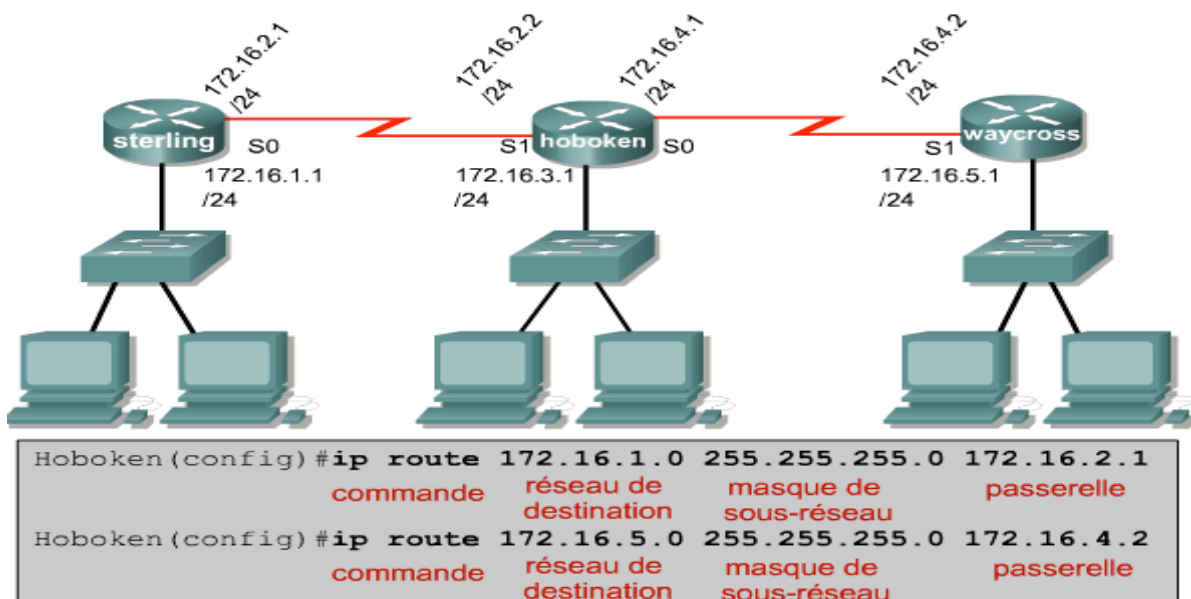
```
Hoboken(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 s0
commande
```

Dans les figures et, l'administrateur réseau du routeur Hoboken doit configurer une route statique qui pointe sur les réseaux 172.16.1.0/24 et 172.16.5.0/24 liés aux autres routeurs. L'administrateur peut entrer l'une ou l'autre des deux commandes pour atteindre cet objectif. La méthode de la figure spécifie l'interface sortante. La méthode de la figure spécifie l'adresse IP du saut suivant du routeur adjacent. L'une ou l'autre des commandes insérera une route statique dans la table de routage du routeur Hoboken.



La distance administrative est un paramètre optionnel qui donne une mesure de la fiabilité de la route. Plus la valeur de la distance administrative est faible et plus la route est fiable. Ainsi, une route dont la distance administrative est faible sera insérée avant une route identique dont la distance administrative est élevée. La distance administrative par défaut est 1 quand on utilise une route statique. Dans la table de routage, cela implique que l'interface de sortie vers la route statique apparaîtra comme étant directement connectée. Ceci peut parfois porter à confusion, car une route vraiment directement connectée a une distance administrative de 0. Pour vérifier la distance administrative d'une route donnée. Utilisez la commande **show ip route adresse**, où l'option adresse est l'adresse IP de cette route. Si l'on souhaite une distance administrative autre que celle par défaut, il faut entrer une valeur comprise entre 0 et 255 après le saut suivant ou l'interface sortante:

```
waycross(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 172.16.4.1 130
```



Si le routeur ne peut pas atteindre l'interface sortante qui est empruntée sur la route, la route n'est pas installée dans la table de routage. Cela veut dire que si cette interface est arrêtée, la route n'est pas insérée dans la table de routage.

Les routes statiques sont quelques fois utilisées à des fins de sauvegarde. Il est possible de configurer sur un routeur une route statique qui ne sera utilisée qu'en cas d'échec de la route acquise de façon dynamique. Pour utiliser une route statique de cette manière, attribuez simplement une valeur de distance administrative supérieure à celle du protocole de routage dynamique utilisé.

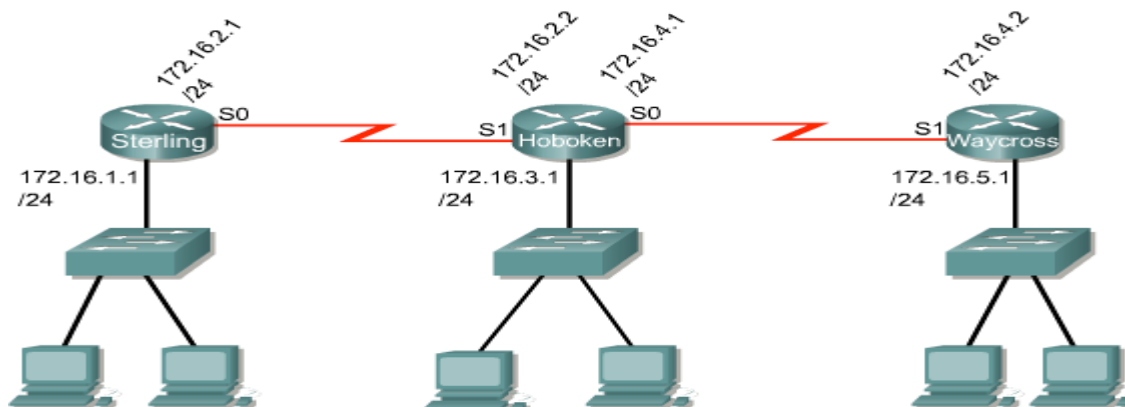
4.1.3 Configuration de routes statiques

Cette section décrit les étapes de configuration des routes statiques et donne un exemple de réseau simple pour lequel des routes statiques peuvent être configurées.

Pour configurer des routes statiques, procédez comme suit:

- Étape 1:** Déterminez tous les préfixes, masques et adresses désirés. Les adresses peuvent être soit une adresse locale, soit une adresse de saut suivant qui mène à l'adresse désirée.
- Étape 2:** Passez en mode de configuration globale.
- Étape 3:** Tapez la commande **ip route** avec une adresse de destination et un masque de sous-réseau, suivis de la passerelle correspondante de l'étape 1. L'inclusion d'une distance administrative est facultative.
- Étape 4:** Répétez l'étape 3 pour autant de réseaux de destination que définis à l'étape 1.
- Étape 5:** Quittez le mode de configuration globale.
- Étape 6:** Enregistrez la configuration courante en mémoire NVRAM en utilisant la commande **copy running-config startup-config**.

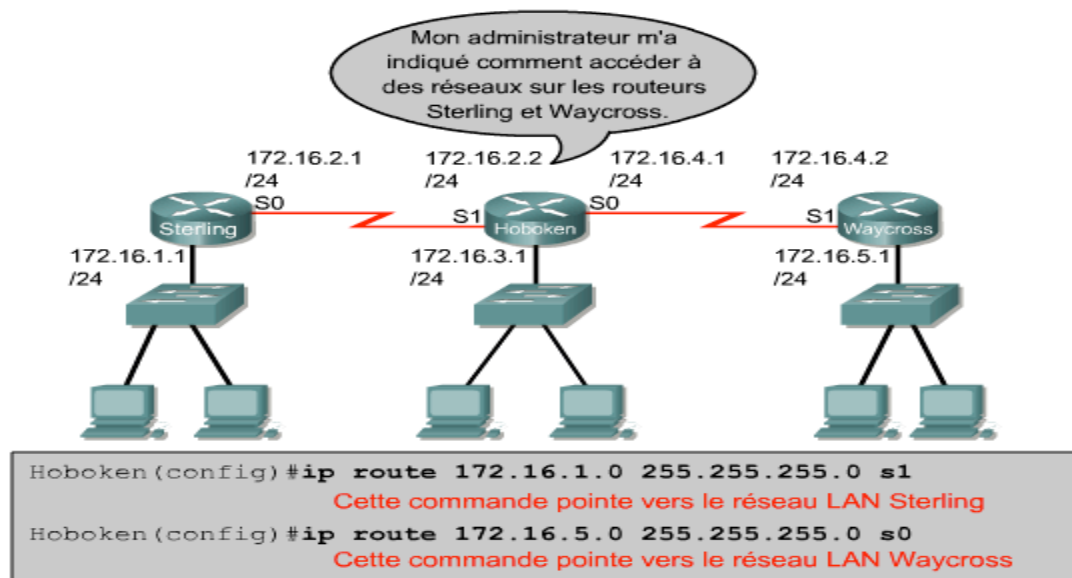
Le réseau de l'exemple est une configuration simple comportant trois routeurs.



Hoboken doit être configuré de façon à pouvoir atteindre le réseau 172.16.1.0 et le réseau 172.16.5.0. Ces deux réseaux possèdent un masque de sous-réseau 255.255.255.0.

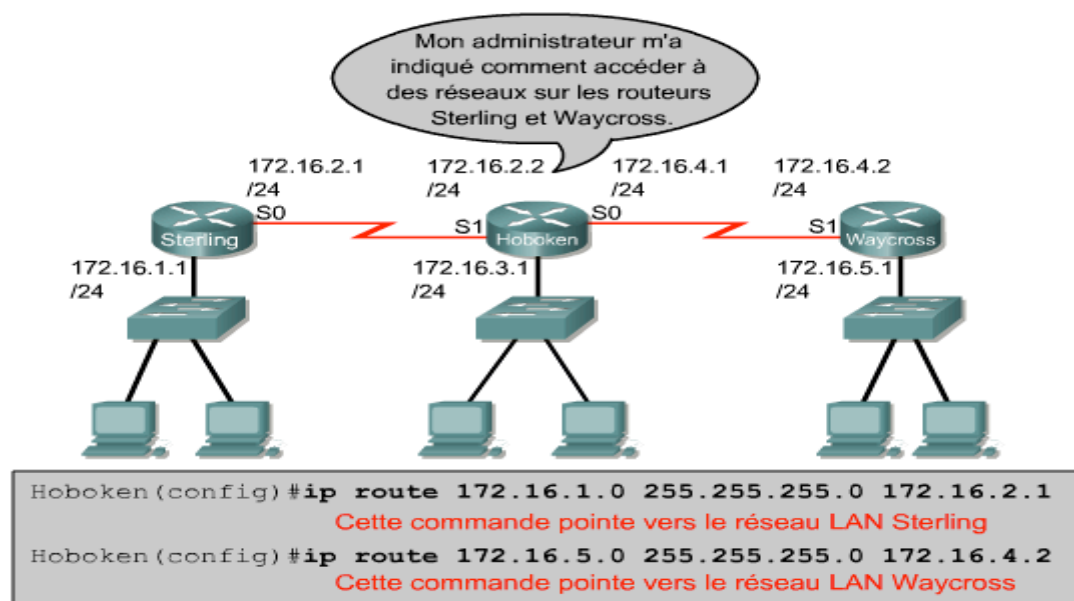
Les paquets dont le réseau de destination est 172.16.1.0 doivent être acheminés vers Sterling et ceux dont l'adresse de destination est 172.16.5.0 doivent être routés vers Waycross. Vous pouvez configurer des routes statiques pour accomplir cette tâche.

Les deux routes statiques seront d'abord configurées pour utiliser une interface locale comme passerelle vers les réseaux de destination.



Comme l'adresse administrative n'a pas été spécifiée, elle prendra la valeur 1 par défaut quand la route est installée dans la table de routage.

Les deux mêmes routes statiques peuvent également être configurées à l'aide d'une adresse du saut suivant comme passerelle.



La première route vers le réseau 172.16.1.0 possède une passerelle 172.16.2.1. La deuxième route vers le réseau 172.16.5.0 a une passerelle 172.16.4.2. Puisque la distance administrative n'a pas été spécifiée, elle a par défaut la valeur 1.

4.1.4 Configuration de l'acheminement par défaut

Les routes par défaut permettent de router des paquets dont les destinations ne correspondent à aucune autre route de la table de routage. Les routeurs sont généralement configurés avec une route par défaut pour le trafic destiné à Internet, puisqu'il est souvent incommode et inutile de maintenir des routes vers tous les réseaux d'Internet. Une route par défaut est en fait une route statique spéciale qui utilise le format:

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 [adresse de saut suivant | interface de sortie]

Le masque 0.0.0.0, lorsque lié par un ET logique à l'adresse IP de destination du paquet à acheminer, générera toujours le réseau 0.0.0.0. Si le paquet ne correspond pas à une route plus spécifique de la table de routage, il sera acheminé vers le réseau 0.0.0.0.

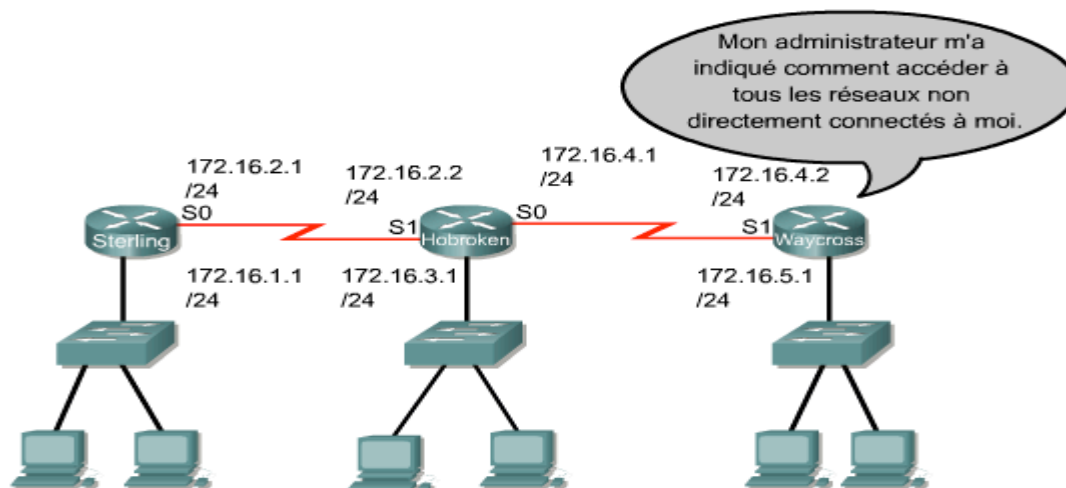
Pour configurer des routes par défaut, procédez comme suit:

Étape 1 Passez en mode de configuration globale.

- Étape 2** Entrez la commande **ip route** avec 0.0.0.0 comme préfixe et 0.0.0.0 comme masque. L'option adresse de la route par défaut peut être soit l'interface du routeur local qui permet de se connecter vers l'extérieur, soit l'adresse IP du routeur dans le saut suivant
- Étape 3** Quittez le mode de configuration globale.
- Étape 4** Enregistrez la configuration courante en mémoire NVRAM en utilisant la commande **copy running-config startup-config**.

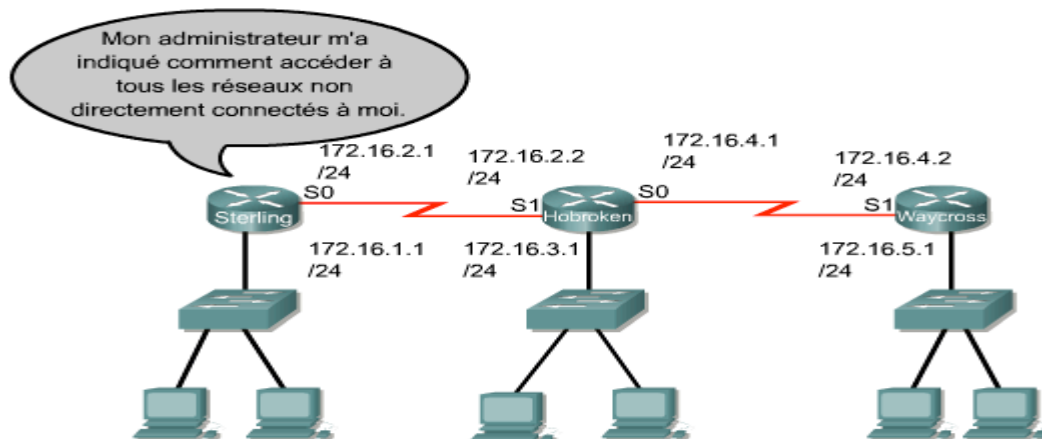
Dans la section Configuration de routes statiques, les routes statiques ont été configurées sur le routeur Hoboken pour rendre accessibles les réseaux 172.16.1.0 sur Sterling et 172.16.5.0 sur Waycross. Il doit à présent être possible d'acheminer des paquets vers ces deux réseaux à partir d'Hoboken. Cependant, ni Sterling ni Waycross ne sauront comment retourner des paquets à un réseau non directement connecté. Une route statique pourrait être configurée sur Sterling et Waycross, pour chacun des réseaux de destination non directement connectés. Cela ne serait pas une solution assez évolutive dans le cas d'un grand réseau.

Le routeur Sterling se connecte à tous les réseaux non directement connectés via l'interface série 0. Le routeur Waycross a uniquement une connexion à tous les réseaux non directement connectés, via l'interface série 1. Une route par défaut sur Sterling et Waycross assurera le routage de tous les paquets qui sont destinés aux réseaux non directement connectés.



```
Waycross(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 S1
```

Cette commande pointe vers tous les réseaux non directement connectés



```
Sterling(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 S0
```

Cette commande pointe vers tous les réseaux non directement connectés

6.1.5 Vérification de la configuration de route statique

Une fois les routes statiques configurées, il est important de vérifier qu'elles figurent dans la table de routage et que le routage fonctionne comme prévu. La commande **show running-config** permet de visualiser la configuration courante en mémoire RAM afin de vérifier que la route statique a été entrée correctement. La commande **show ip route** permet quant à elle de s'assurer que la route statique figure bien dans la table de routage.

Pour vérifier la configuration des routes statiques, procédez comme suit:

- En mode privilégié, entrez la commande **show running-config** pour visualiser la configuration courante.
- Vérifiez que la route statique a été correctement entrée. Si la route n'est pas correcte, il vous faudra repasser en mode de configuration globale pour supprimer la route statique incorrecte et en insérer une correcte.
- Entrez la commande **show ip route**.
- Vérifiez que la route qui a été configurée figure dans la table de routage

```
Router#show running-config
Current configuration : 953 bytes
!
version 12.1
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname Router
!
memory-size iomem 15
ip subnet-zero
no ip finger
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 ip access-group 2 in
!
interface Serial0/0
 ip address 200.200.2.1 255.255.255.0
 ip access-group 101 in
!
access-list 2 deny 172.16.1.1
access-list 2 permit 172.16.1.0 0.0.0.255
access-list 2 deny 172.16.0.0 0.0.255.255
access-list 2 permit 172.0.0.0 0.255.255.255
access-list 101 permit tcp 192.168.6.0 0.0.0.255 any
eq ftp
!
line con 0
 transport input none
line aux 0
line vty 0 4
!
no scheduler allocate
end
```



```
Router#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
```

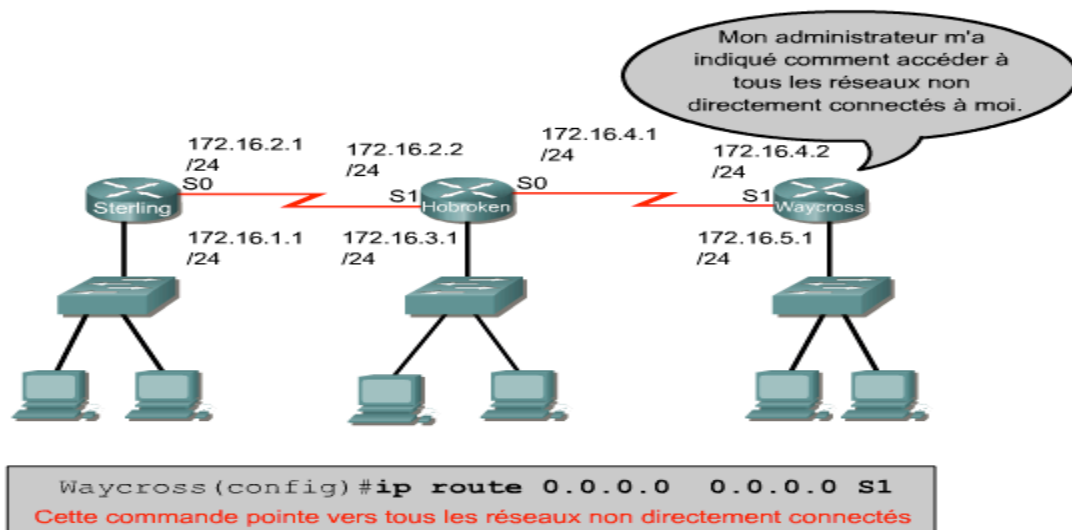
```
Gateway of last resort is not set
```

```
C    200.200.2.0/24 is directly connected, Serial0/0  
S    172.16.0.0/16 [1/0] via 200.200.2.2
```

```
C    192.168.1.0/24 is directly connected,  
FastEthernet0/0
```

6.1.6 Dépannage de la configuration de route statique

Dans la section «Configuration des routes statiques», nous avons configuré des routes statiques sur le routeur Hoboken pour rendre accessibles les réseaux 172.16.1.0 sur Sterling et 172.16.5.0 sur Waycross.



Si nous utilisons cette configuration, les nœuds du réseau 172.16.1.0 de Sterling ne peuvent atteindre ceux du réseau 172.16.5.0. À partir du mode privilégié sur le routeur Sterling, utilisez la commande **ping** vers un nœud du réseau 172.16.5.0. Cette commande échoue.

Maintenant utilisez la commande **tracert** de Sterling vers l'adresse qui a été utilisée précédemment avec la commande **ping**. Prenez note de l'endroit où la commande **tracert** échoue. Elle indique que le paquet ICMP a été renvoyé depuis Hoboken mais pas depuis Waycross.


```
Hoboken#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 type2
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, 5 subnets
C      172.16.4.0 is directly connected, Serial0
S      172.16.5.0 is directly connected, Serial0
S      172.16.1.0 is directly connected, Serial1
C      172.16.2.0 is directly connected, Serial1
C      172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0
Hoboken#
```

Le problème se situe donc au niveau d'Hoboken ou de Waycross. Établissez une connexion Telnet avec le routeur Hoboken. Tentez à nouveau d'exécuter une commande **ping** sur le noeud du réseau 172.16.5.0 connecté au routeur Waycross. Elle doit aboutir, car Hoboken est directement connecté à Waycross.

```
Sterling#ping 172.16.5.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5,100-byte ICMP Echos to 172.16.5.1,timeout is 2
seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)
```

```
Sterling#traceroute 172.16.5.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.16.5.1
 1 172.16.2.2 16 msec 16 msec 16 msec
 2 172.16.4.2 32 msec 28 msec *
 3 * * *
 4 * * *
 5 * * *
 6 * * *
 7 * * *
 8 * * *
```

```

Hoboken#ping 172.16.5.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.5.1, timeout is
2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max
= 32/32/32 ms

Hoboken#ping 172.16.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.1.1, timeout is
2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max
= 32/32/32 ms
Hoboken#

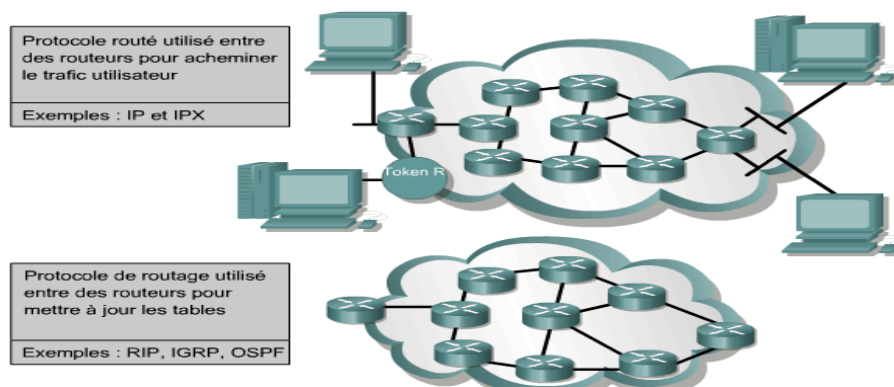
```

6.2 Vue d'ensemble du routage dynamique

4.2.1 Introduction aux protocoles de routage

Les protocoles de routage diffèrent des protocoles routés sur le plan de la fonction comme de la tâche.

Un protocole de routage est le système de communication utilisé entre les routeurs. Le protocole de routage permet à un routeur de partager avec d'autres routeurs des informations sur les réseaux qu'il connaît, ainsi que sur leur proximité avec d'autres routeurs. Les informations qu'un routeur reçoit d'un autre routeur, à l'aide d'un protocole de routage, servent à construire et à mettre à jour une table de routage.



Exemples:

- Protocole d'informations de routage (RIP)
- Protocole IGRP (*Interior Gateway Routing Protocol*)
- Protocole EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)
- Protocole OSPF (Open Shortest Path First)

Un protocole routé sert à diriger le trafic utilisateur. Il fournit suffisamment d'informations dans son adresse de couche réseau pour permettre l'acheminement d'un paquet d'un hôte à un autre en fonction de la méthode d'adressage.

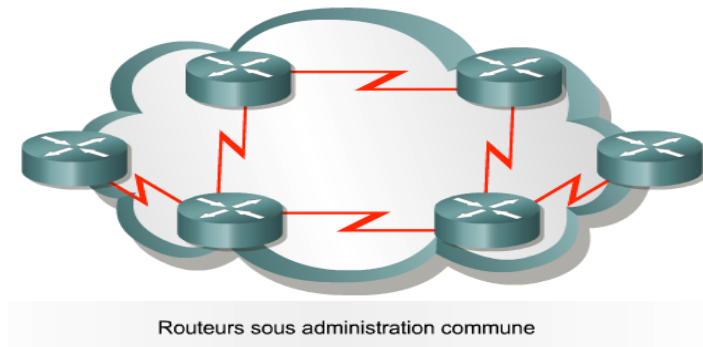
Exemples :

- Le protocole Internet (IP)
- Le protocole IPX (Internetwork Packet Exchange)

4.2.2 Systèmes autonomes

Un système autonome est un ensemble de réseaux gérés par un administrateur commun et partageant une stratégie de routage commune. Pour le monde extérieur, un système autonome est perçu comme une entité unique. Il peut être exécuté par un ou plusieurs opérateurs tout en présentant au monde extérieur une vue cohérente du routage.

L'InterNIC (*Internet Network Information Center*), un fournisseur de services ou encore un administrateur attribue un numéro d'identification à chaque système autonome. Ce numéro est un nombre à 16 bits. Les protocoles de routage, tels que l'IGRP de Cisco, nécessitent l'attribution d'un numéro de système autonome unique.

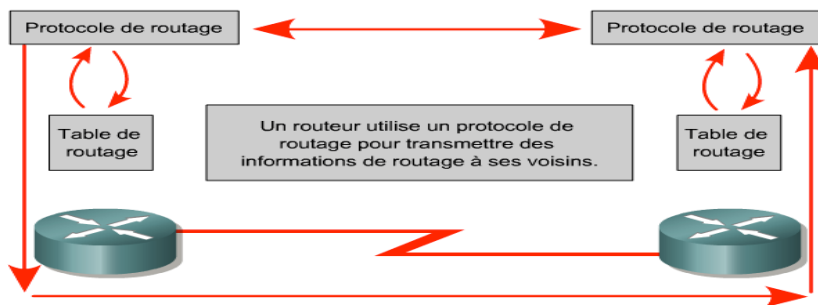


4.2.3 Objet d'un protocole de routage et de systèmes autonomes

L'objet d'un protocole de routage est de construire et mettre à jour la table de routage. Cette table contient les réseaux acquis et les ports associés à ces réseaux. Les routeurs utilisent des protocoles de routage pour gérer des informations reçues d'autres routeurs, les informations acquises de la configuration de ces propres interfaces, ainsi que des routes configurées manuellement.

Le protocole de routage prend connaissance de toutes les routes disponibles. Il insère les meilleures routes dans la table de routage et supprime celles qui ne sont plus valides. Le routeur utilise les informations de la table de routage pour transmettre les paquets de protocole routé.

L'algorithme de routage est une composante essentielle du routage dynamique. Chaque fois que la topologie du réseau est modifiée en raison de la croissance, d'une reconfiguration ou d'une panne, la base de connaissances du réseau doit également être modifiée. La base de connaissances du réseau doit refléter une vue juste et cohérente de la nouvelle topologie.



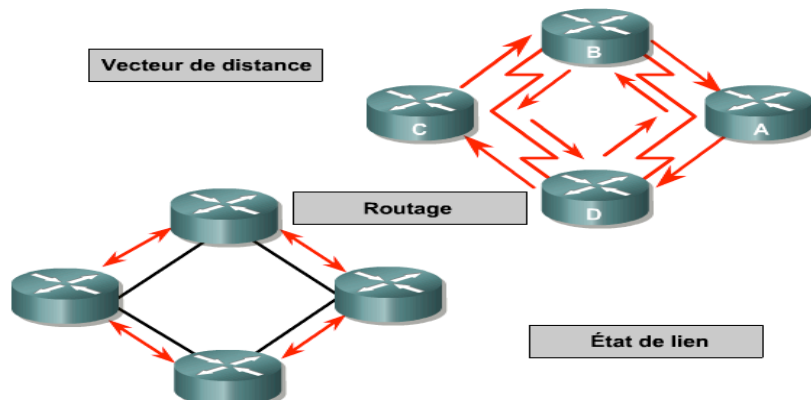
Lorsque tous les routeurs d'un interrégion reposent sur les mêmes connaissances, on dit de l'interrégion qu'il a convergé. Une convergence rapide est préférable, car elle réduit la période au cours de laquelle les routeurs prennent des décisions de routage incorrectes ou inefficaces.

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

4.2.4 Identification des classes des protocoles de routage

La plupart des algorithmes de routage peuvent être rangés dans l'une des catégories suivantes:

- vecteur de distance
- état de liens

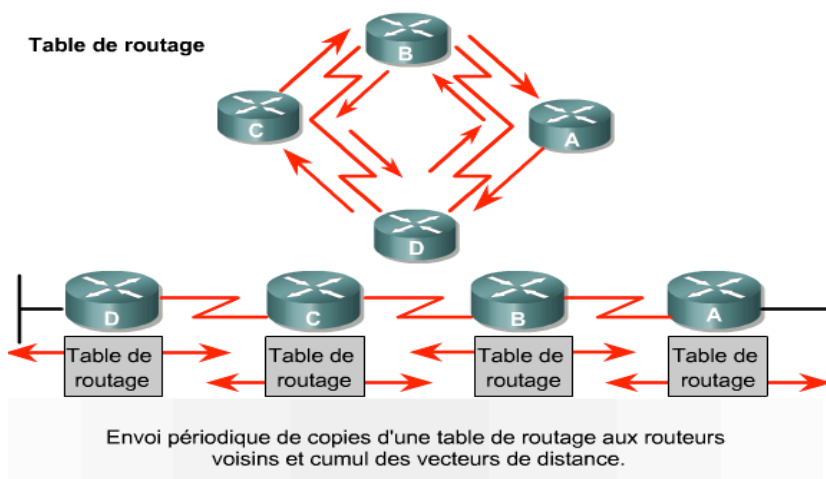


Le routage à vecteur de distance détermine la direction (vecteur) et la distance jusqu'à une liaison quelconque de l'interréseau. L'approche à état de liens, également appelée routage par le chemin le plus court, recrée la topologie exacte de l'intégralité du réseau.

6.2.5 Fonctions du protocole de routage à vecteur de distance

Les algorithmes de routage à vecteur de distance transmettent régulièrement des copies de table de routage d'un routeur à l'autre. Ces mises à jour régulières entre les routeurs permettent de communiquer les modifications topologiques. Les algorithmes de routage à vecteur de distance sont également appelés algorithmes Bellman-Ford.

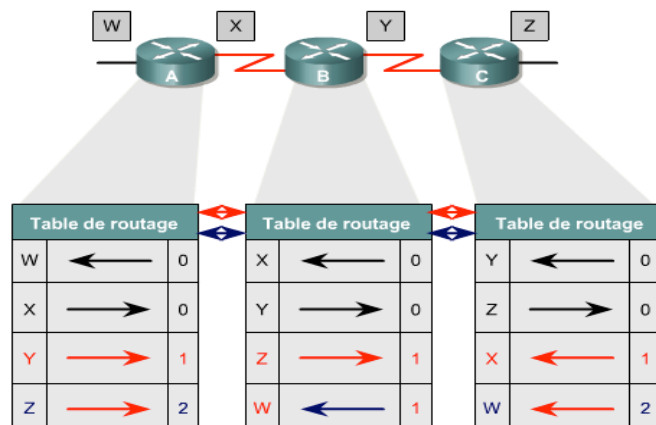
Chaque routeur reçoit une table de routage des routeurs voisins auxquels il est directement connecté.



Le routeur B reçoit des informations du routeur A. Le routeur B ajoute un nombre de vecteurs (par exemple, un nombre de sauts) qui allonge le vecteur de distance. Ensuite, le routeur B transmet la nouvelle table de routage à son voisin, le routeur C. La même procédure est répétée étape par étape dans toutes les directions entre les routeurs directement adjacents.

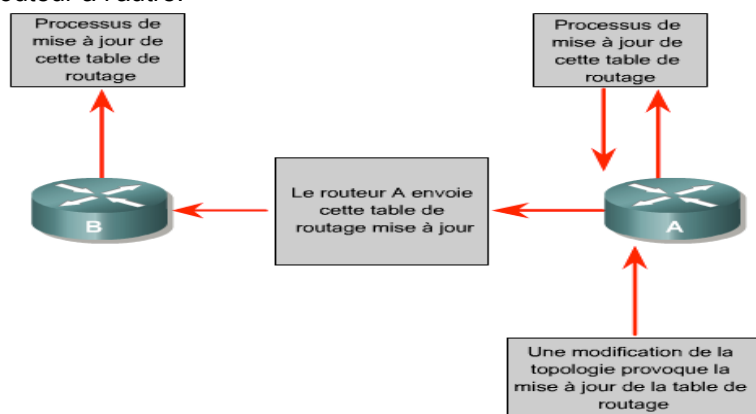
L'algorithme cumule les distances afin de tenir à jour la base de données contenant les informations sur la topologie du réseau. Cependant, les algorithmes de routage à vecteur de distance ne permettent pas à un routeur de connaître la topologie exacte d'un interréseau, étant donné que chaque routeur voit uniquement ses voisins.

Chaque routeur utilisant le routage à vecteur de distance commence par identifier ses voisins.

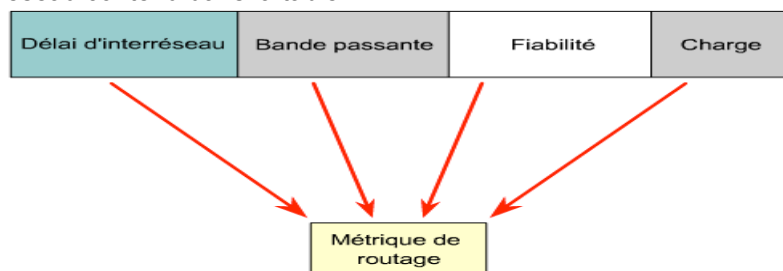


La distance entre l'interface et chaque réseau directement connecté est égale à 0. Au fur et à mesure que le processus de découverte par vecteur de distance se poursuit, les routeurs découvrent le meilleur chemin menant aux réseaux de destination sur la base des informations reçues de chacun de leurs voisins. Le routeur A prend connaissance des autres réseaux grâce aux informations qu'il reçoit du routeur B. Chaque entrée de la table de routage pour chaque réseau correspond à un vecteur de distance cumulé, lequel indique la distance au réseau dans une direction donnée.

Lorsque la topologie change, les tables de routage sont mises à jour. Comme dans le cas du processus de découverte de réseau, la mise à jour des modifications topologiques s'effectue étape par étape, d'un routeur à l'autre.



Les algorithmes à vecteur de distance prévoient que chaque routeur transmettra aux routeurs voisins l'intégralité de sa table de routage. Les tables de routage contiennent des informations sur le coût total du chemin (défini par sa métrique) et l'adresse logique du premier routeur sur le chemin menant à chaque réseau contenu dans la table.



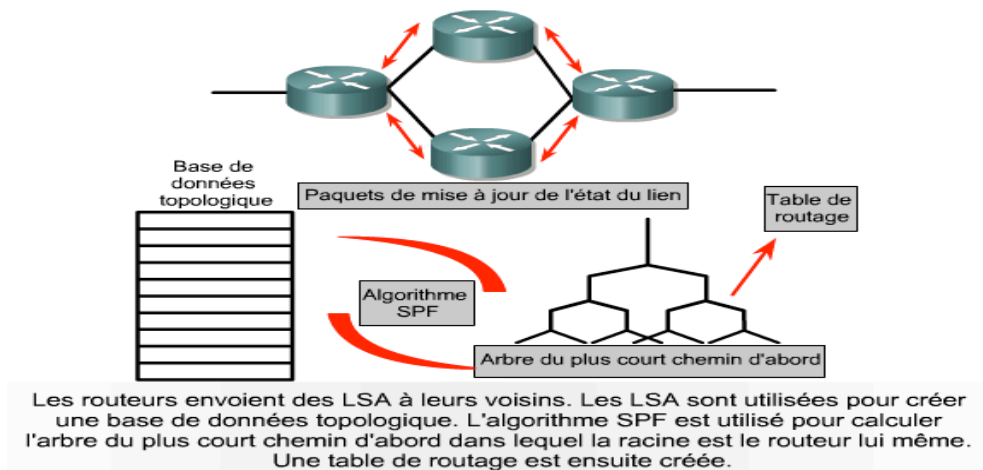
On pourrait comparer un vecteur de distance à la signalisation que l'on trouve aux croisements routiers. Un panneau pointe vers une destination et indique la distance à parcourir pour y parvenir. Plus loin sur la route nationale, un autre panneau montre la destination et indique cette fois une distance plus courte. Tant que la distance diminue, le trafic est sur le bon chemin.

4.2.6 Fonctions du protocole de routage à état de liens

Le deuxième algorithme de base utilisé pour le routage est l'algorithme à état de liens. Ces algorithmes sont également appelés algorithme de Dijkstra ou algorithme SPF (shortest path first ou du plus court chemin d'abord). Ils gèrent une base de données complexe d'informations topologiques. L'algorithme à vecteur de distance comprend des informations non spécifiques sur les réseaux distants et ne fournit

aucune information sur les routeurs distants. Un algorithme de routage à état de liens gère une base de connaissances complète sur les routeurs distants et leurs interconnexions.

Le routage à état de liens utilise les éléments suivants:

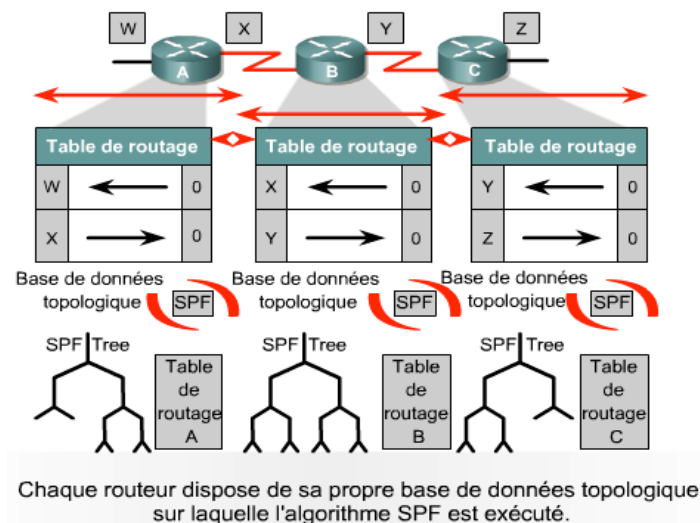


- **Mises à jour de routage à état de liens (LSA)** – Une mise à jour de routage à état de liens (LSA) est un petit paquet d'informations de routage qui est transmis entre les routeurs.
- **Base de données topologique** – Une base de données topologique est un ensemble d'informations rassemblées à partir des mises à jour de routage à état de liens.
- **Algorithme SPF** – L'algorithme du plus court chemin d'abord (SPF) est un calcul effectué sur la base de données qui génère un arbre SPF.
- **Tables de routage** – Une liste des chemins et des interfaces connus.

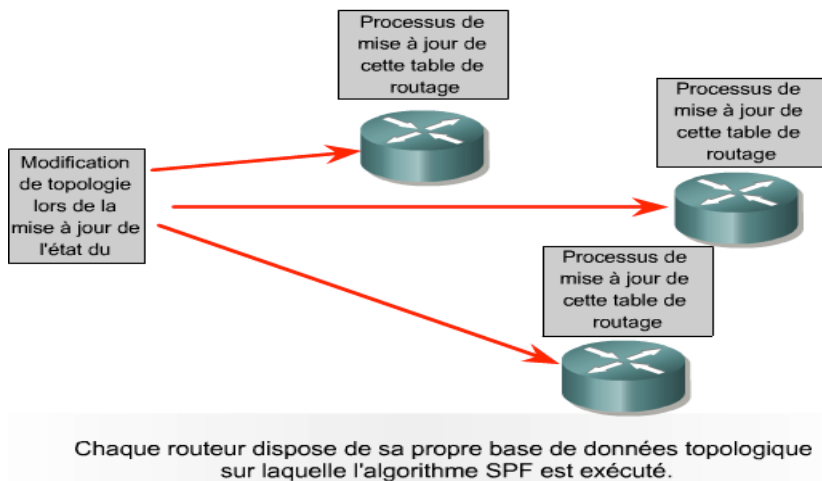
Processus de découverte du réseau pour le routage à état de liens

Les mises à jour de routage à état de liens sont échangées entre routeurs en commençant par les réseaux directement connectés au sujets desquels ils sont directement informés. Parallèlement à ses homologues, chaque routeur génère une base de données topologiques comprenant toutes les mises à jour de routage à état de liens échangées.

L'algorithme du plus court chemin d'abord (SPF) calcule l'accessibilité aux réseaux. Le routeur génère cette topologie logique sous la forme d'un arbre dont il est la racine et qui comporte tous les chemins possibles menant à chaque réseau de l'interréseau utilisant le protocole à état de liens. Ensuite, il trie ces chemins sur la base du chemin le plus court. Le routeur répertorie dans sa table de routage les meilleurs chemins et les interfaces menant aux réseaux de destination. Il met également à jour d'autres bases de données contenant des éléments de topologie et les détails relatifs à leur état.



Le premier routeur informé de la modification de la topologie d'état de liens transmet l'information pour que tous les autres routeurs puissent l'utiliser pour des mises à jour.



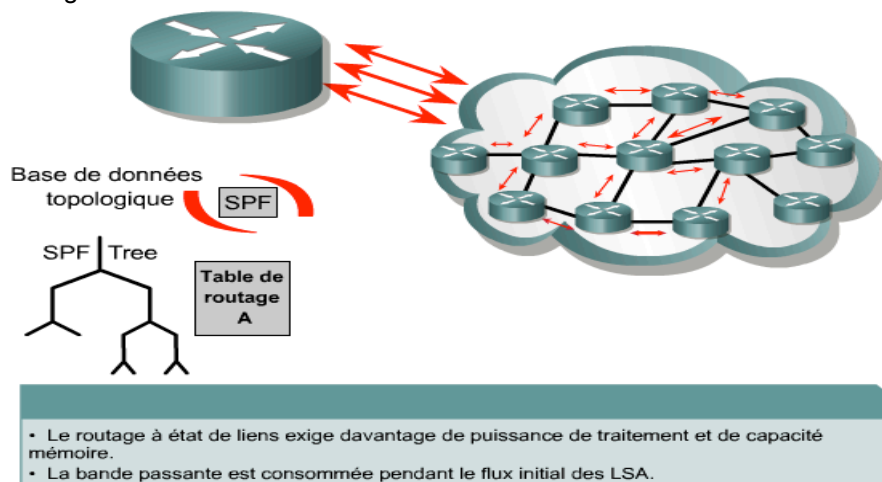
Ainsi, les informations de routage communes sont envoyées à tous les routeurs de l'interréseau. Pour atteindre la convergence, chaque routeur effectue le suivi de ses routeurs voisins, du nom du routeur, de l'état de l'interface, ainsi que du coût de la liaison avec chaque voisin. Le routeur génère un paquet de mise à jour de routage (LSA) qui répertorie ces informations ainsi les noms des nouveaux voisins, les modifications relatives aux coûts de liaison et les liaisons qui ne sont plus valides. Le paquet LSA est ensuite transmis à tous les autres routeurs.

Lorsque le routeur reçoit une LSA, la base de données est mise à jour avec les informations les plus récentes et il génère une carte de l'interréseau à l'aide des données accumulées et détermine les routes vers tous les autres réseaux à l'aide de l'algorithme du plus court chemin d'abord. Chaque fois qu'un paquet de mise à jour de routage à état de liens entraîne une modification dans la base de données d'état de liens, l'algorithme du plus court chemin d'abord recalcule les meilleurs chemins et met à jour la table de routage.

Considérations relatives au routage à état de liens:

- Surcharge du système
- Mémoire requise
- Consommation de bande passante

Les protocoles de routage à état de liens nécessitent davantage de mémoire et de capacités de calcul que les protocoles de routage à vecteur de distance. Les routeurs doivent disposer d'une mémoire suffisante pour stocker toutes les informations des différentes bases de données, l'arbre topologique et la table de routage.



Le flux initial des paquets de mise à jour de routage à état de liens consomme de la bande passante. Durant le processus initial de découverte, tous les routeurs utilisant des protocoles de routage à état de liens transmettent les paquets de mise à jour aux autres routeurs. Cela a pour effet de submerger l'interréseau et de réduire de façon temporaire la bande passante disponible pour le trafic routé des données utilisateur. Par la suite, les protocoles de routage à état de liens ne nécessitent généralement qu'un minimum de bande passante pour envoyer les paquets de mise à jour reflétant les modifications topologiques. L'envoi peut être sporadique ou déclenché par un événement.

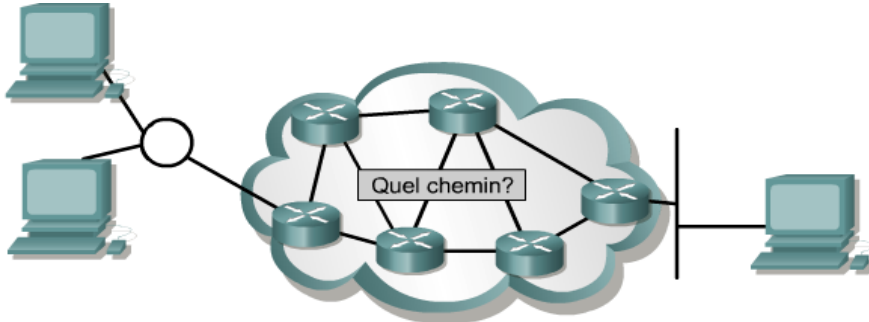
4.3 Vue d'ensemble des protocoles de routage

4.3.1 Détermination du chemin

En règle générale, un routeur détermine le chemin que doit emprunter un paquet entre deux liaisons à l'aide des deux fonctions de base suivantes:

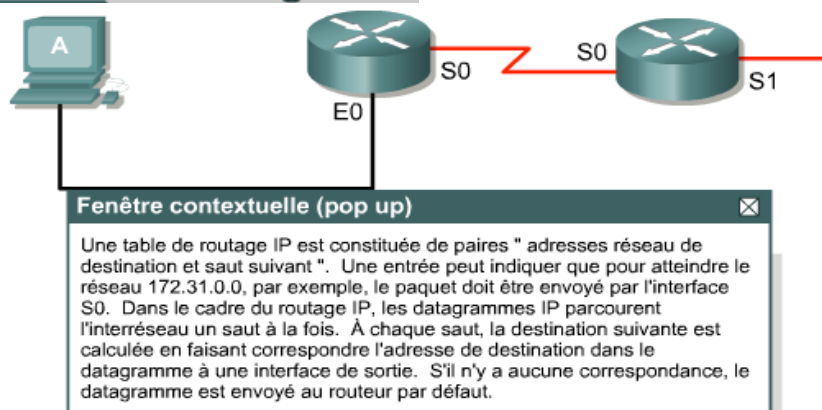
- la détermination du chemin,
- la commutation.

La détermination du chemin se produit au niveau de la couche réseau. La fonction de détermination de chemin permet à un routeur d'évaluer les chemins vers une destination donnée et de définir le meilleur chemin pour traiter un paquet. Le routeur se sert de la table de routage pour déterminer le meilleur chemin et transmet ensuite le paquet en utilisant la fonction de commutation.

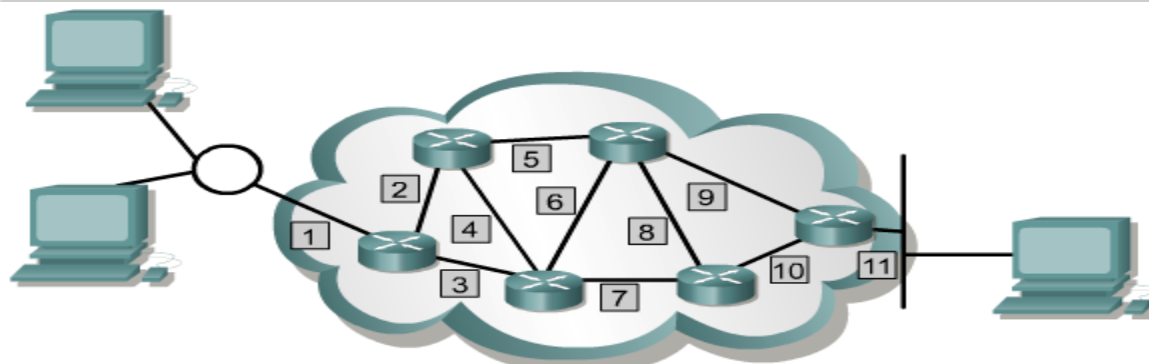


La couche 3 recherche le meilleur chemin dans l'interréseau.

Table de routage IP

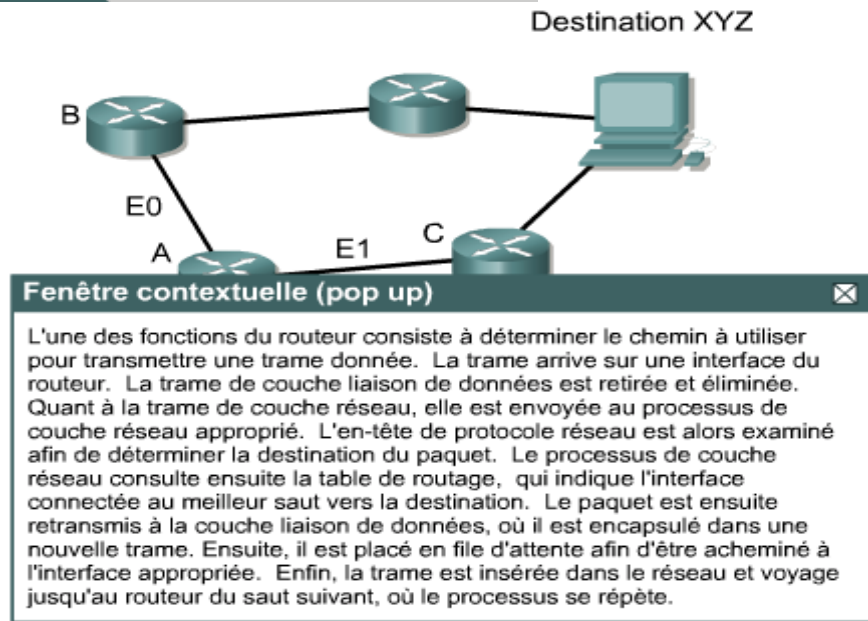


Couche réseau : Communication des informations sur le chemin



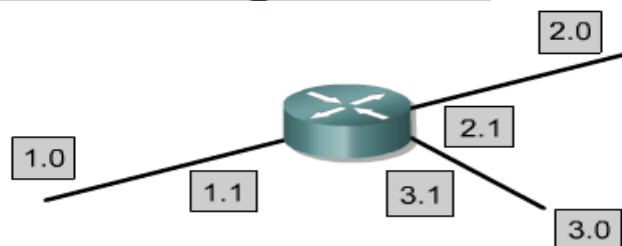
Les adresses représentent le chemin des connexions média.

Détermination du chemin



La fonction de commutation est le processus interne qu'utilise un routeur pour accepter un paquet sur une interface et le transmettre à une deuxième interface sur le même routeur. La fonction de commutation a pour responsabilité principale d'encapsuler les paquets dans le type de trame approprié pour la prochaine liaison.

Routing avec adressage réseau



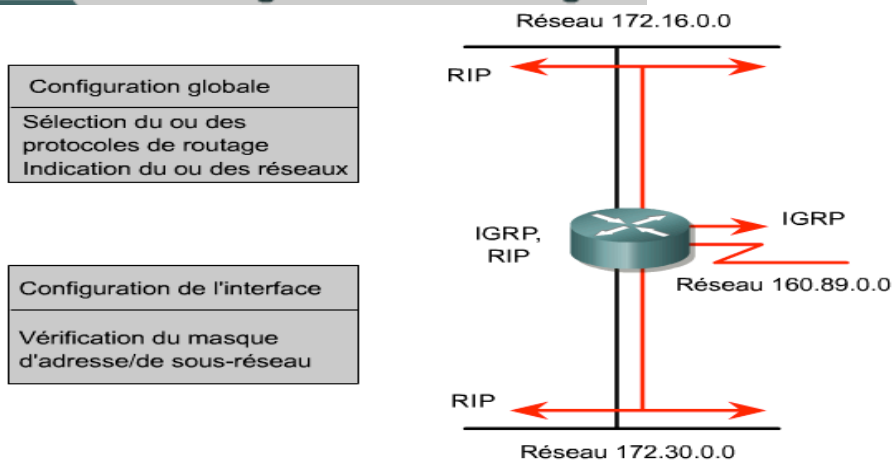
Réseau de destination	Port de routeur et direct
1.0	1.1
2.0	2.1
3.0	3.1
<ul style="list-style-type: none">• La portion réseau de l'adresse sert à sélectionner le chemin.• La portion nœud de l'adresse indique le port du routeur pour le chemin.	

La figure illustre la façon dont les routeurs utilisent l'adressage pour exécuter les fonctions de routage et de commutation. Le routeur utilise la portion réseau de l'adresse pour sélectionner le chemin qui permettra de transmettre le paquet au prochain routeur situé sur le chemin.

4.3.2 Configuration de routage

L'activation d'un protocole de routage IP implique la définition de paramètres généraux et de paramètres de routage. Les tâches globales comprennent la sélection d'un protocole de routage, tel que RIP, IGRP, EIGRP ou OSPF. Les principales tâches dans le mode de configuration consistent à indiquer les numéros de réseau IP. Le routage dynamique utilise des messages de diffusion broadcast et multicast pour communiquer avec les autres routeurs. La métrique de routage aide les routeurs à trouver le meilleur chemin menant à chaque réseau ou sous-réseau.

Tâches de configuration du routage IP



La commande **router** lance le processus de routage.

Utilisation des commandes **router** et **network**

Commande

```
Router(config)#router protocol {options}
```

Définit un protocole de routage.

Commande

```
Router(config-router)#network network-number
```

La sous-commande **network** est obligatoire pour chaque protocole de routage utilisé.

La commande **network** est nécessaire, car elle permet au processus de routage de déterminer les interfaces qui participeront à l'envoi et à la réception des mises à jour du routage.

Commande Router

Commande router	Description
protocole	IGRP, EIGRP, OSPF ou RIP
options	IGRP et EIGRP nécessitent un numéro de système autonome. OSPF nécessite une identification de procédé. RIP n'a besoin d'aucun de ces paramètres.

Commande Network

Commande network	Description
network number	Définit un réseau directement connecté.

Voici un exemple de configuration de routage:

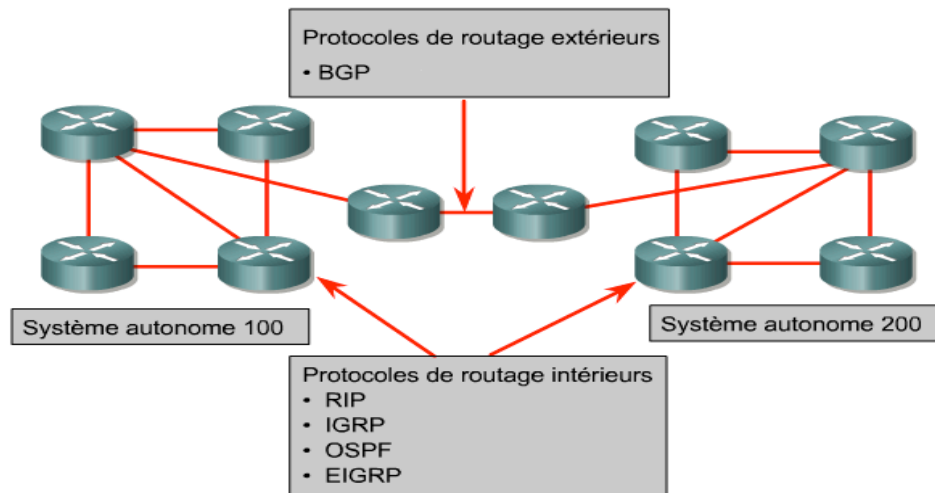
```
GAD(config)#router rip
```

```
GAD(config-router)#network 172.16.0.0
```

Les numéros de réseau sont basés sur les adresses de classe, et non sur les adresses de sous-réseau ou des adresses hôtes. Les principales adresses réseau se limitent aux numéros de réseau des classes A, B et C.

4.3.3 Protocoles de routage

Au niveau de la couche Internet de l'ensemble de protocoles de la pile TCP/IP, un routeur peut utiliser un protocole de routage IP pour réaliser le routage par la mise en oeuvre d'un algorithme de routage particulier. Les protocoles suivants sont des exemples de protocoles de routage IP:



- **RIP** – Protocole de routage interne à vecteur de distance.
- **IGRP** – Protocole de routage interne à vecteur de distance de Cisco.
- **OSPF** – Protocole de routage intérieur à état de liens
- **EIGRP** – Protocole de routage intérieur à vecteur de distance avancé de Cisco.
- **BGP** – Protocole de routage extérieur à vecteur de distance

Le protocole RIP a été initialement défini dans la RFC 1058. Ses principales caractéristiques sont les suivantes:

- Il s'agit d'un protocole de routage à vecteur de distance.
- Il utilise le nombre de sauts comme métrique pour la sélection du chemin.
- Si le nombre de sauts est supérieur à 15, le paquet est éliminé.
- Par défaut, les mises à jour du routage sont diffusées toutes les 30 secondes.

Le protocole IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) est un protocole propriétaire développée par Cisco. De par sa conception, le protocole IGRP est doté, entre autres, des caractéristiques suivantes:

- Il s'agit d'un protocole de routage à vecteur de distance.
- La bande passante, la charge, le délai et la fiabilité sont utilisés pour créer une métrique composite.
- Par défaut, les mises à jour du routage sont diffusées toutes les 90 secondes.

Le protocole OSPF (Open Shortest Path First) est un protocole de routage à état de liens non propriétaire. Les caractéristiques clés de ce protocole sont les suivantes:

- Il s'agit d'un protocole de routage à état de liens.
- C'est un protocole de routage de norme ouverte décrit dans les requêtes pour commentaires RFC 2328.
- Il utilise l'algorithme SPF pour calculer le coût le plus bas vers une destination.
- Les mises à jour du routage sont diffusées à mesure des modifications de topologie.

Le protocole EIGRP est un protocole de routage à vecteur de distance amélioré et propriétaire développé par Cisco. Les caractéristiques clés de ce protocole sont les suivantes:

- Il s'agit d'un protocole de routage à vecteur de distance amélioré.
- Il utilise l'équilibrage de charge en coût différencié.
- Il utilise une combinaison de fonctions à vecteur de distance et à état de liens.
- Il utilise l'algorithme DUAL (Diffused Update Algorithm) pour calculer le chemin le plus court.
- Les mises à jour du routage sont diffusées en mode multicast en utilisant l'adresse 224.0.0.10 et sont déclenchées par des modifications topologiques.

Le protocole BGP (Border Gateway Protocol) est un protocole de routage extérieur. Les caractéristiques clés de ce protocole sont les suivantes:

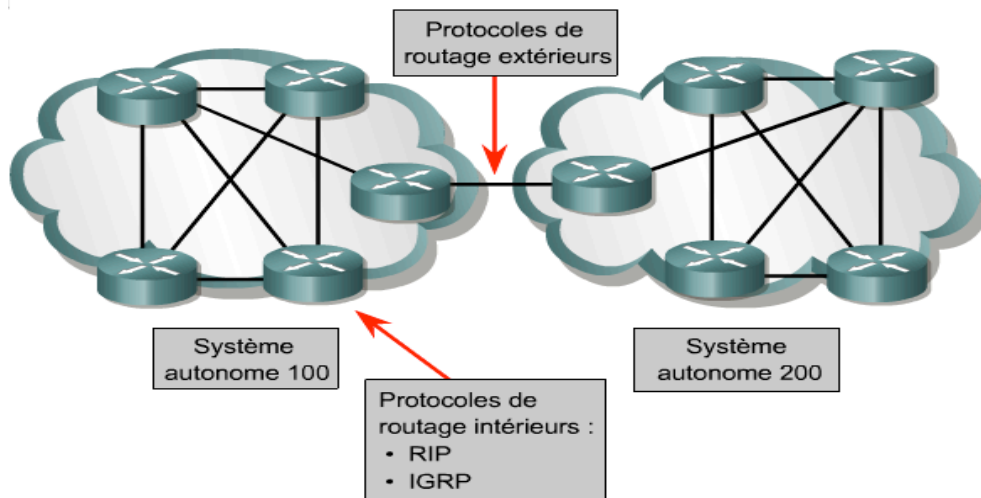
- Il s'agit d'un protocole de routage extérieur à vecteur de distance.
- Il est utilisé pour la connexion entre les FAI ou entre les FAI et les clients.
- Il est utilisé pour acheminer le trafic Internet entre des systèmes autonomes.

4.3.4 Systèmes autonomes et comparatif IGP – EGP

Les protocoles de routage intérieurs sont destinés à être utilisés dans un réseau dont les différentes parties sont sous le contrôle d'une organisation unique. Les critères de conception d'un protocole de routage

intérieur requièrent que celui-ci trouve le meilleur chemin possible sur le réseau. Autrement dit, la métrique et la façon dont cette métrique est utilisée est l'élément le plus important d'un protocole de routage intérieur.

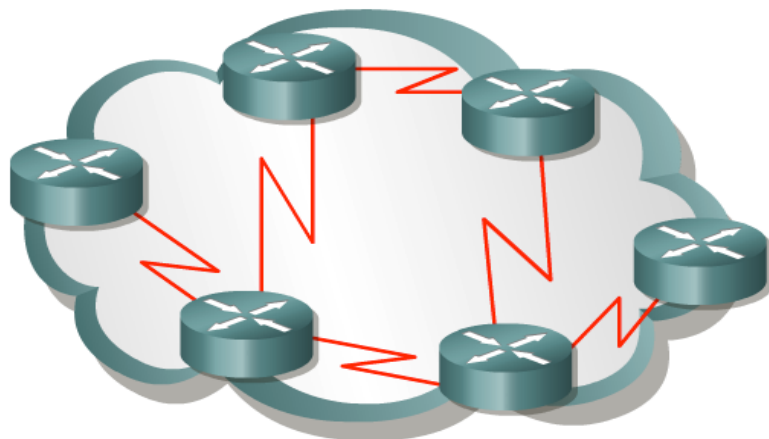
Protocoles de routage intérieurs et extérieurs



Ce protocole de routage est conçu pour une utilisation entre deux réseaux différents qui sont sous le contrôle de deux organisations différentes. En règle générale ils sont utilisés pour la communication entre les fournisseurs d'accès ou entre une société et un FAI. Par exemple, une société pourra exécuter le BGP, un protocole de routage extérieur, entre l'un de ses routeurs et un routeur installé chez un FAI. Les protocoles de passerelle extérieurs IP nécessitent les trois ensembles d'informations suivants pour que le routage puisse commencer:

- Une liste des routeurs voisins avec lesquels échanger des informations de routage.
- Une liste de réseaux à annoncer comme étant directement accessibles.
- Le numéro du système autonome du routeur local.

Un protocole de routage extérieur doit isoler les systèmes autonomes. Souvenez-vous que les systèmes autonomes sont gérés par différentes administrations. Les réseaux doivent disposer d'un protocole pour communiquer entre ces différents systèmes.



Systemes autonomes

Routeurs sous administration commune

Les systèmes autonomes possèdent un numéro d'identification qui leur est attribué par l'InterNIC (Internet Network Information Center) ou par un fournisseur de services. Ce numéro est un nombre à 16 bits. Les protocoles de routage, tels que l'IGRP et l'EIGRP de Cisco, nécessitent l'attribution d'un numéro de système autonome unique.

Résumé

La compréhension des points clés suivants devrait être acquise:

- Un routeur ne peut transmettre un paquet sans connaître de route vers un réseau de destination
- Les administrateurs réseau configurent les routes statiques manuellement
- Les routes par défaut sont des routes statiques spéciales qui fournissent aux routeurs des passerelles de dernier recours
- Les routes statiques et par défaut sont configurées à l'aide de la commande **ip route**
- La configuration d'une route statique ou d'une route par défaut peut être vérifiée à l'aide des commandes **show ip route**, **ping** et **traceroute**
- Vérification et dépannage des routes statiques et des routes par défaut
- Protocoles de routage
- Systèmes autonomes
- Objet des protocoles de routage et des systèmes autonomes
- Classes de protocoles de routage
- Fonctions du protocole de routage à vecteur de distance et exemples
- Fonctions et exemples de protocole à état de liens
- Détermination de route
- Configuration de routage
- Protocoles de routage (RIP, IGRP, OSPF, EIGRP, BGP)
- Systèmes autonomes et comparatif des protocoles IGP et EGP
- Routage à vecteur de distance
- Routage à état de liens.

- Le routage est le processus qu'un routeur utilise pour transmettre des paquets vers le réseau de destination.
- Un protocole de routage est le système de communication utilisé entre les routeurs.
- Le protocole de routage permet à un routeur de partager avec d'autres routeurs des informations sur les réseaux qu'il connaît, ainsi que sur leur proximité.
- Les algorithmes de routage peuvent être de deux types : vecteur de distance ou état de lien.
- Un système autonome est un ensemble de réseaux gérés par un administrateur commun et partageant une stratégie de routage commune.