

Concepts du routage



Fonctions d'un routeur

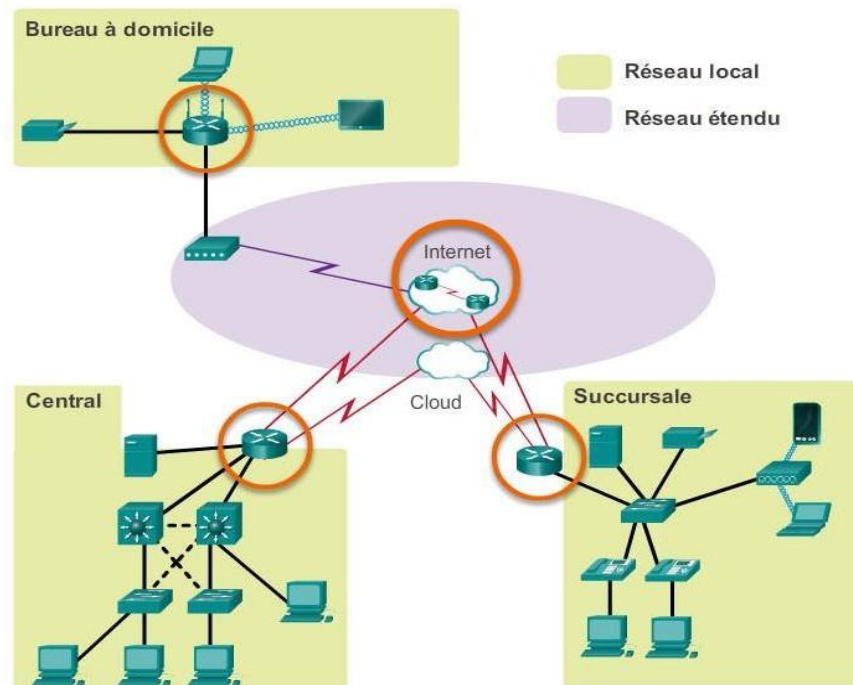
Pourquoi le routage ?

- Le routeur est responsable de la transmission de paquets à travers différents réseaux.
- Les routeurs doivent transmettre ces paquets rapidement.
- L'efficacité des communications inter réseaux dépend, en grande partie, de la capacité des routeurs à transférer des paquets de la manière la plus efficace possible.
- Les périphériques sur différents réseaux ne peuvent communiquer que si le routeur est capable d'acheminer des paquets entre les réseaux.

Fonctions d'un routeur

Les routeurs interconnectent les réseaux

- Un routeur permet de relier un réseau à un autre
- Les routeurs peuvent connecter plusieurs réseaux.
- Ils ont plusieurs interfaces, chacune sur un réseau IP différent.



Fonctions d'un routeur

- Un routeur relie plusieurs réseaux. Il dispose de plusieurs interfaces, chacune appartenant à un réseau IP différent.
- Chaque réseau auquel un routeur se connecte nécessite généralement une interface séparée. Ces interfaces sont utilisées pour: se connecter à une combinaison de réseaux locaux et réseaux étendus.
- Les réseaux locaux sont généralement des réseaux Ethernet comportant des périphériques tels que des PC, imprimantes et serveurs.
- Les réseaux étendus sont utilisés pour relier des réseaux dans une zone pour relier un réseau local au réseau du fournisseur de services Internet.

Lorsqu'un routeur reçoit un paquet IP sur une interface, il détermine quelle interface utiliser pour transférer le paquet vers sa destination.

Principe de base du routage

- Le principe de base du routage est synthétisé par les deux étapes suivantes :
 - **Détermination du chemin** : La couche réseau utilise une table de routage pour déterminer quel est le meilleur chemin à emprunter pour atteindre le réseau de destination. Le principe de métrique est utilisé afin d'offrir une mesure de qualité pour un chemin.
 - **Commutation** : La fonction de commutation permet à un routeur d'accepter un paquet d'une interface et de le transmettre par le biais d'une autre interface. Le paquet pris en charge à une interface est retransmis via une autre interface représentant le meilleur chemin vers le réseau de destination.

Métrique

- La métrique est une mesure de la « distance » qui sépare un routeur d'un réseau de destination.

Elle peut correspondre :

- au nombre de sauts IP nécessaires pour atteindre le réseau destination, comme dans RIP ;
- à un coût numérique qui dépend de la bande passante des liens franchis, comme dans OSPF ;
- au résultat d'un calcul plus complexe, qui tient compte de la charge, du délai, du MTU, etc.
- Le protocole EIGRP (propriétaire Cisco) n'utilise pas MTU pour le calcul des métriques.

Quand plusieurs chemins vers une même destination sont possibles, le protocole préférera celui dont la métrique est la plus faible

Les routeurs choisissent les meilleurs chemins

- Ils déterminent le meilleur chemin pour l'envoi des paquets.
Ils utilisent leur table de routage pour déterminer le chemin.
- Ils transfèrent les paquets vers leur destination.
Ils transmettent les paquets vers l'interface indiquée dans la table de routage.
Ils encapsulent les paquets et les transfèrent vers leur destination.
- Ils utilisent des routes statiques et des protocoles de routage dynamique pour découvrir les réseaux distants et créer leurs tables de routage.

Les routeurs choisissent

Le routeur examine l'adresse **destination** pour transmettre le paquet vers la bonne destination. Le routeur consulte le contenu de sa **table de routage** pour déterminer le chemin du paquet.

La table de routage comporte alors :

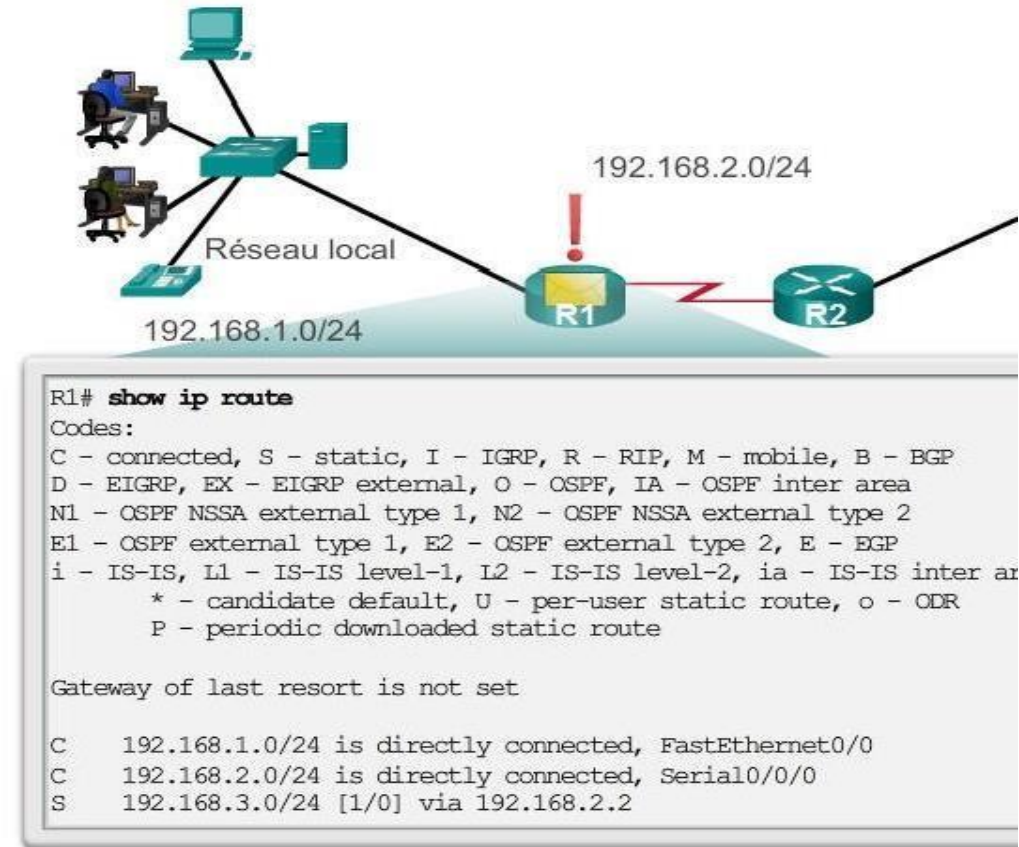
Des routes directement connectées

Elles sont les premières à apparaître dans la table. Elles sont obligatoires. Elles n'apparaissent que si les interfaces auxquelles elles sont associées sont actives

Des routes statiques, Des routes dynamiques

Remarques: Seules les routes statiques et dynamiques concernent les réseaux distants. À chaque route sont associées les deux valeurs [DA/Métrique]. Quand la métrique permet de choisir la route la plus pertinente, la distance administrative permet d'établir le mode d'apprentissage de route préféré. Sa valeur est comprise entre 0 et 255, le routeur privilégie la route à distance administrative la plus faible. Route directement connectée : DA = 0 (une confiance absolue). Route statique : DA = 1. Route issue de RIP : DA = 120. DA = 255 → source non fiable, la route n'est pas installée dans la table de routage.

Comment fonctionne le routeur



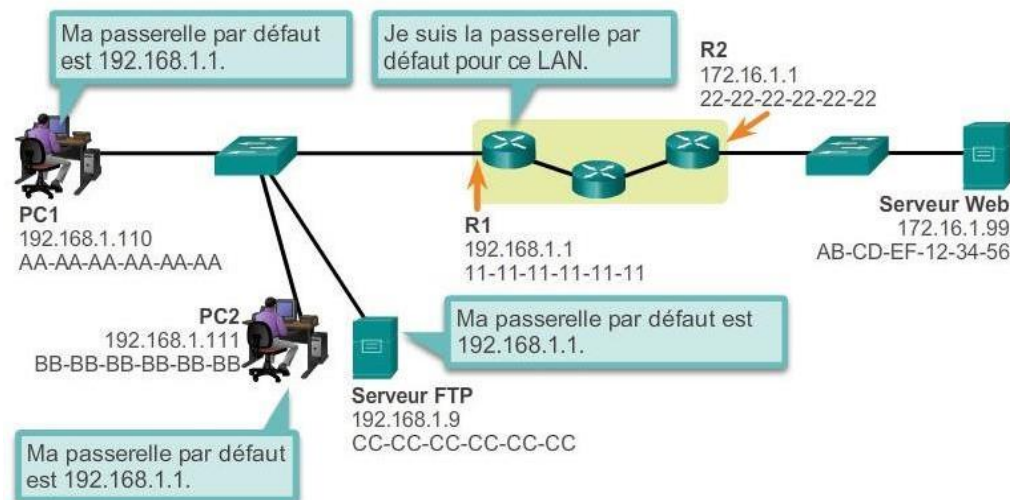
Connexion des périphériques

Passerelles par défaut

Pour permettre l'accès au réseau, il faut configurer les périphériques avec les informations d'adresse IP suivantes.

- **Adresse IP** : identifie un hôte unique sur un réseau local.
- **Masque de sous-réseau** : identifie le sous-réseau du réseau de l'hôte.
- **Passerelle par défaut** : identifie le routeur auquel un paquet est envoyé lorsque la destination n'est pas sur le même sous-réseau du réseau local.

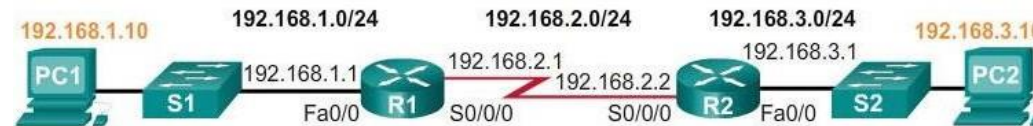
Adresse MAC de destination	Adresse MAC source	Adresse IP source	Adresse IP de destination	Données
11-11-11-11-11-11	AA-AA-AA-AA-AA-AA	192.168.1.110	172.16.1.99	



Documentation de l'adressage réseau

La documentation réseau doit inclure au moins les éléments suivants dans une table d'adressage et un schéma de topologie :

- Noms des périphériques
- Interfaces
- Adresses IP et masque de sous-réseau
- Passerelles par défaut



Périphérique	Interface	Adresse IP	Masque de sous-réseau	Passerelle par défaut
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	NA
	S0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	NA
R2	Fa0/0	192.168.3.1	255.255.255.0	NA
	S0/0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	NA
PC1	NA	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	NA	192.168.3.10	255.255.255.0	192.168.3.1

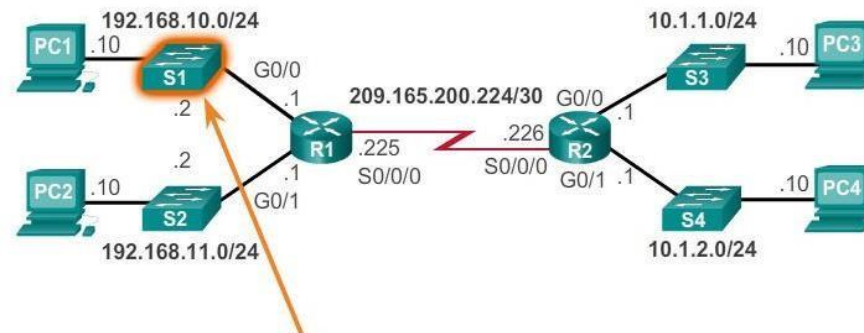
Activation de l'IP sur un hôte

- **Adresse IP attribuée de manière statique** : l'adresse IP, le masque de sous-réseau et la passerelle par défaut sont attribués manuellement à l'hôte. L'adresse IP du serveur DNS peut également être attribuée.
 - Elle sert à identifier les ressources réseau spécifiques telles que les serveurs et les imprimantes.
 - Elle peut être utilisée dans les tout petits réseaux ne comportant que quelques hôtes.
- **Adresse IP attribuée dynamiquement** : les informations d'adresse IP sont attribuées dynamiquement par un serveur via le protocole DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).
 - La plupart des hôtes reçoivent ces informations via DHCP.
 - Les services DHCP peuvent être fournis par les routeurs Cisco.

Activation de l'IP sur un commutateur

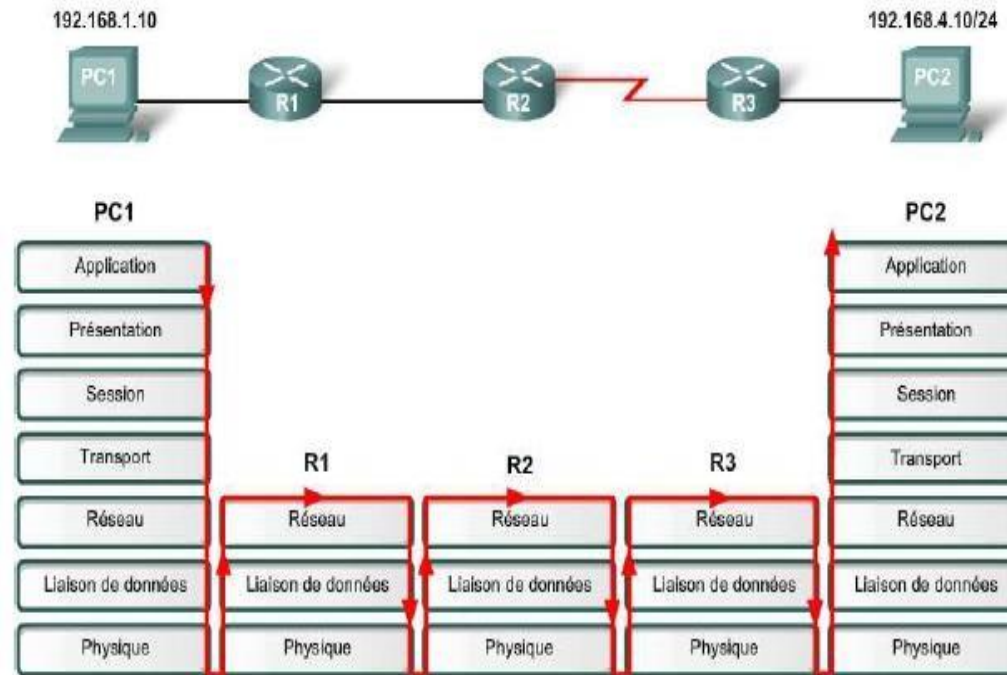
- Les périphériques d'infrastructure réseau nécessitent des adresses IP pour activer la gestion à distance.
- Sur un commutateur, l'adresse IP de gestion est attribuée à une interface virtuelle.

Configuration de l'interface de gestion du commutateur



```
S1(config)# interface vlan 1
S1(config-if)# ip address 192.168.10.2 255.255.255.0
S1(config-if)# no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan1, changed state to up
S1(config-if)# exit
S1(config)#
S1(config)# ip default-gateway 192.168.10.1
S1(config)#
```

Fonctions de commutation du routeur

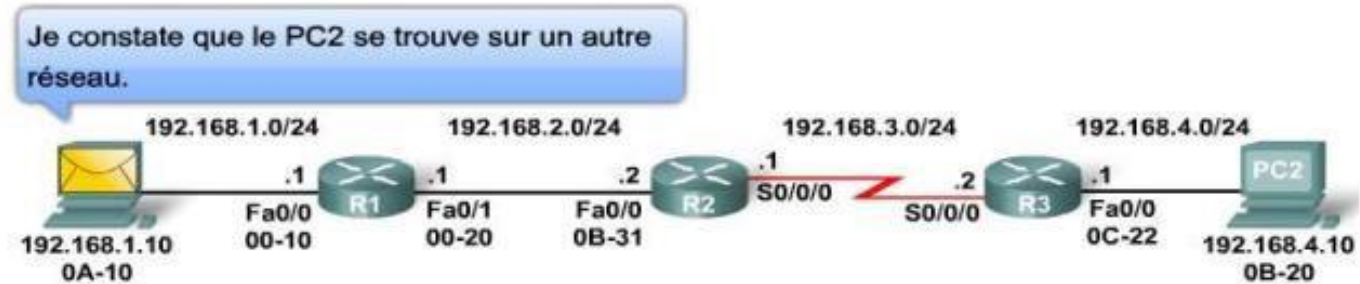


le routeur R1 reçoit le paquet encapsulé dans une trame Ethernet. Après avoir décapsulé le paquet, R1 **utilise l'adresse IP de destination du paquet pour rechercher dans sa table de routage une adresse réseau correspondante.**

Une fois qu'une adresse réseau de destination est trouvée dans cette table, **R1 encapsule le paquet dans une trame PPP et transfère le paquet à R2.** Un processus similaire est effectué par R2.

Envoi d'un paquet

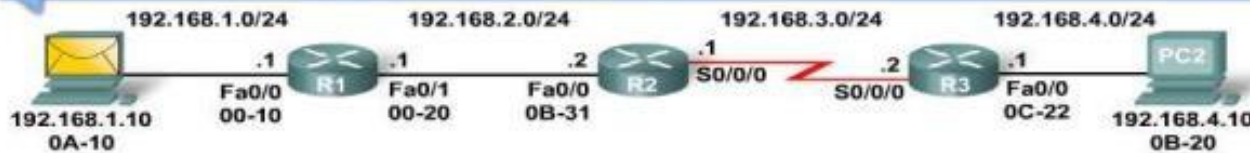
Le PC1 envoie un paquet au PC2



Données de couche 3 du paquet

IP dest.	IP source	Champs IP	Données
192.168.4.10	192.168.1.10		

Puisque le PC2 se trouve sur un autre réseau, je vais encapsuler le paquet et l'envoyer au routeur sur MON réseau. Il faut que je choisisse une adresse MAC.



Trame de liaison de données de couche 2

MAC dest.	MAC source	Type
00-10	0A-10	800

Données de couche 3 du paquet

IP dest.	IP source	Champs IP	Données	Queue de bande
192.168.4.10	192.168.1.10			

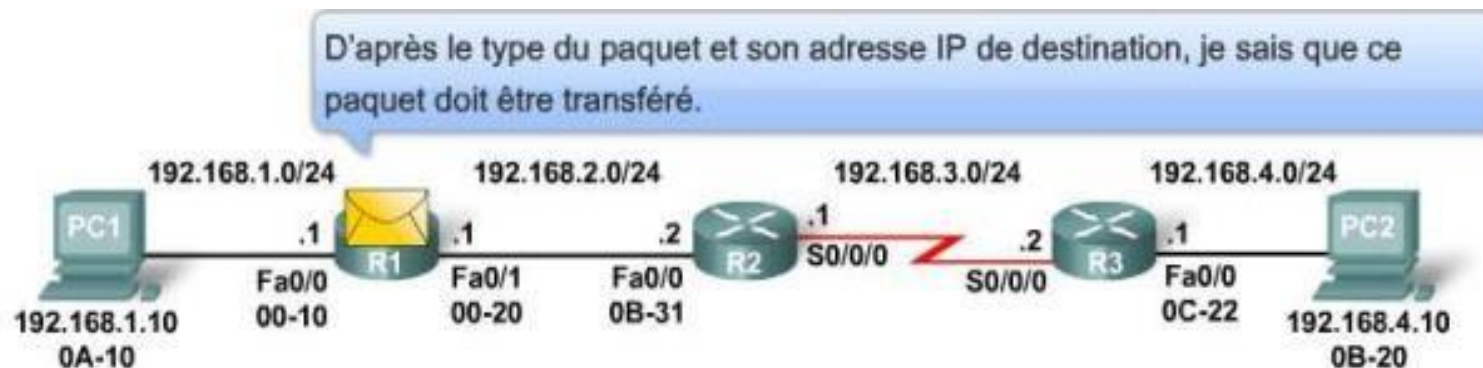
Cache ARP du PC1 pour le routeur R1

Adresse IP	Adresse MAC
192.168.1.1	00-10

Commutation des paquets entre les réseaux

Transfert vers le tronçon suivant

Le routeur R1 transfère le paquet au PC2



Trame de liaison de données de couche 2

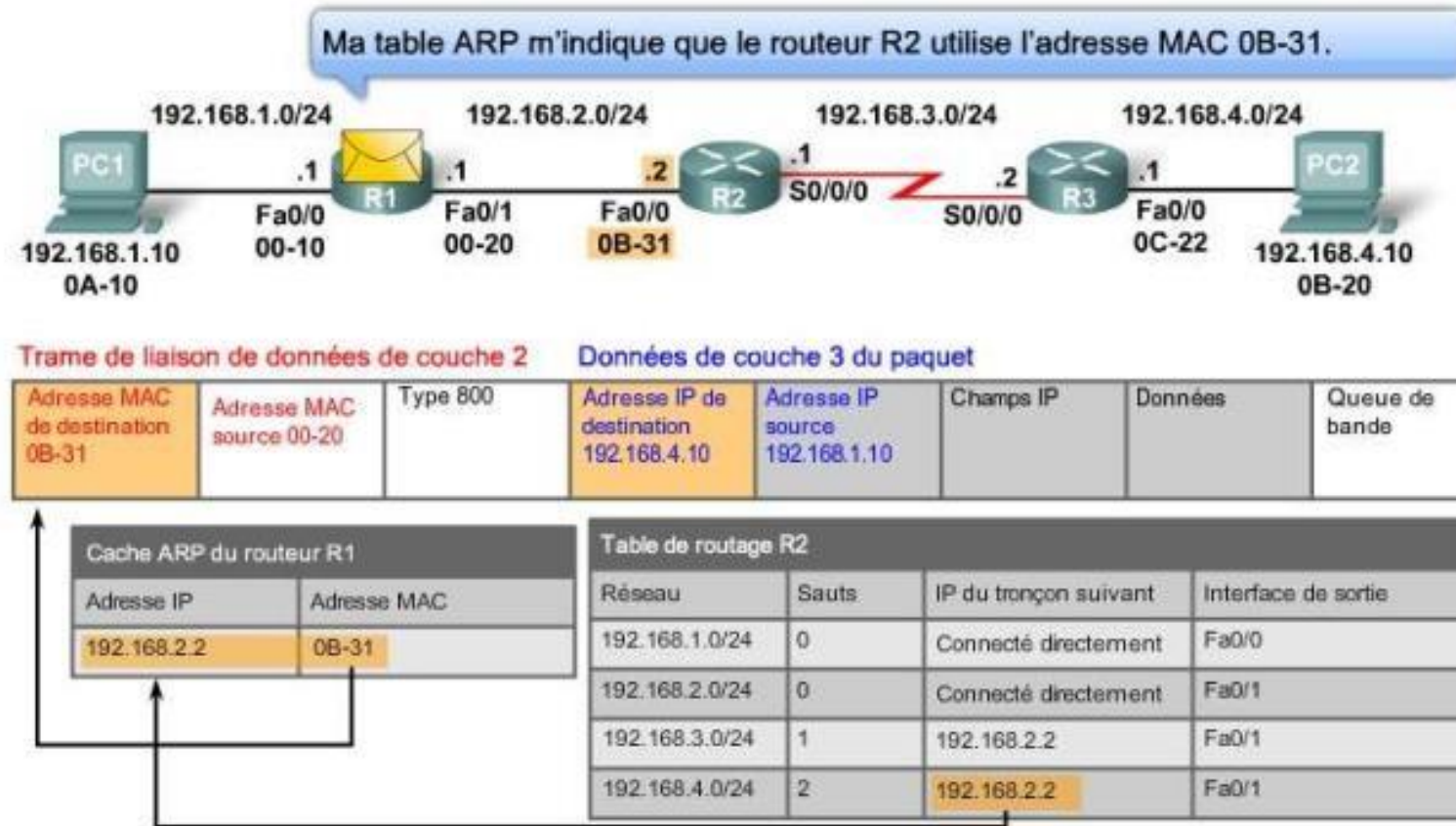
Données de couche 3 du paquet

		Type 800	Adresse IP de destination 192.168.4.10	Adresse IP source 192.168.1.10	Champs IP	Données	Queue de bande
--	--	----------	---	-----------------------------------	-----------	---------	----------------

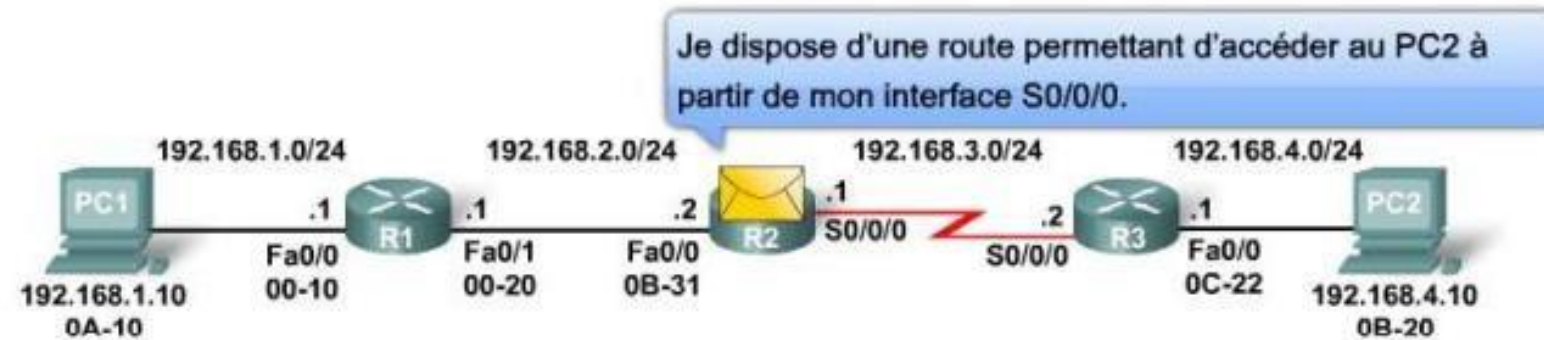
Table de routage R1

Réseau	Sauts	IP du tronçon suivant	Interface de sortie
192.168.1.0/24	0	Connecté directement	Fa0/0
192.168.2.0/24	0	Connecté directement	Fa0/1
192.168.3.0/24	1	192.168.2.2	Fa0/1
192.168.4.0/24	2	192.168.2.2	Fa0/1

Routage des paquets



Routage des paquets



Trame de liaison de données de couche 2

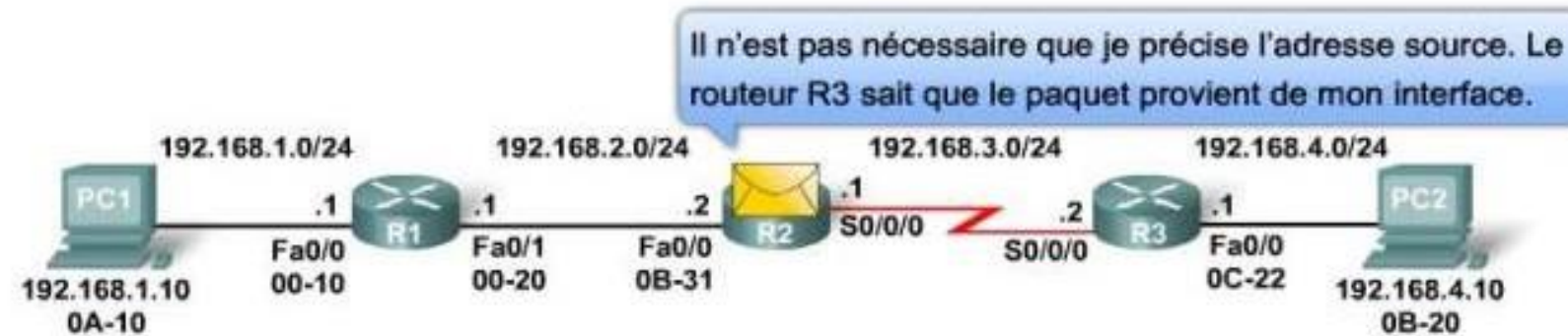
Données de couche 3 du paquet

			Adresse IP de destination 192.168.4.10	Adresse IP source 192.168.1.10	Champs IP	Données	Queue de bande
--	--	--	---	-----------------------------------	-----------	---------	----------------

Table de routage R2

Réseau	Sauts	IP du tronçon suivant	Interface de sortie
192.168.1.0/24	1	192.168.2.1	Fa0/0
192.168.2.0/24	0	Connecté directement	Fa0/0
192.168.3.0/24	0	Connecté directement	S0/0/0
192.168.4.0/24	1	192.168.3.2	S0/0/0

Routage des paquets



Trame de liaison de données de couche 2

Adresse 0x8F	Contrôle 0x00	Protocole 800
-----------------	------------------	------------------

Données de couche 3 du paquet

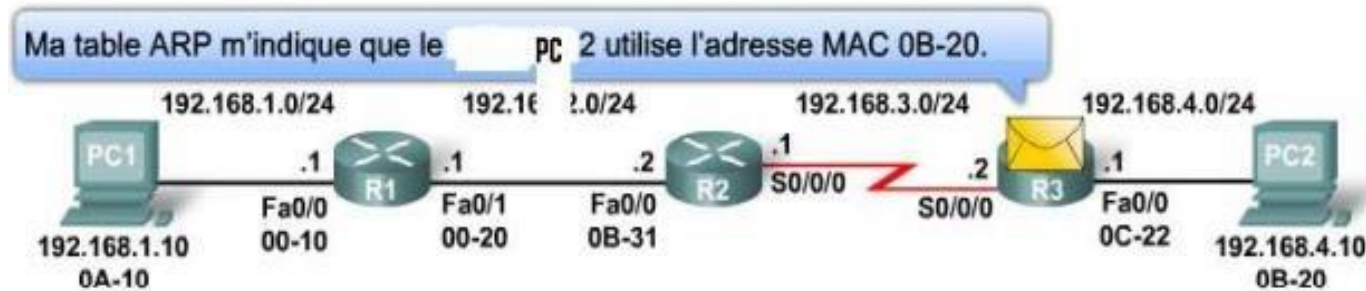
Adresse IP de destination 192.168.4.10	Adresse IP source 192.168.1.10	Champs IP	Données	Queue de bande
---	-----------------------------------	-----------	---------	----------------

Le paquet étant envoyé par le biais d'une connexion série j'utiliserai une adresse de destination de diffusion.

Table de routage R2

Réseau	Sauts	IP du tronçon suivant	Interface de sortie
192.168.1.0/24	1	192.168.2.1	Fa0/0
192.168.2.0/24	0	Connecté directement	Fa0/0
192.168.3.0/24	0	Connecté directement	S0/0/0
192.168.4.0/24	1	192.168.3.2	S0/0/0

Routage des paquets



Trame de liaison de données de couche 2

Données de couche 3 du paquet

Adresse MAC de destination	Adresse MAC source	Type	Adresse IP de destination	Adresse IP source	Champs IP	Données	Queue de bande
0B-20	0C-22	800	192.168.4.10	192.168.1.10			

Cache ARP du routeur R3

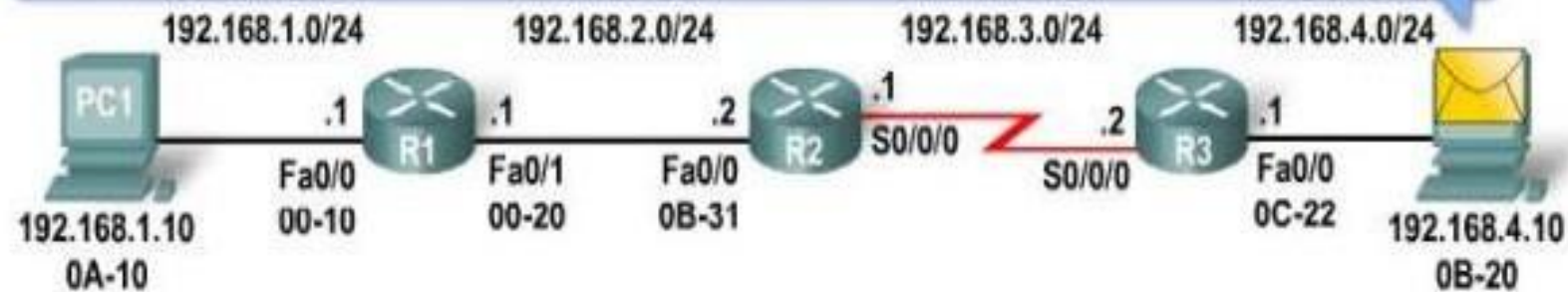
Adresse IP	Adresse MAC
192.168.4.10	0B-20

Table de routage R3

Réseau	Sauts	IP du tronçon suivant	Interface de sortie
192.168.1.0/24	2	192.168.3.1	S0/0/0
192.168.2.0/24	1	192.162.3.1	S0/0/0
192.168.3.0/24	0	Connecté directement	S0/0/0
192.168.4.0/24	0	Connecté directement	Fa0/0

Atteindre la destination

Oh regardez, une frame envoyée à mon adresse MAC, laissez-moi la traiter. Le paquet correspond également à mon adresse IP, ce DOIT donc être à moi.



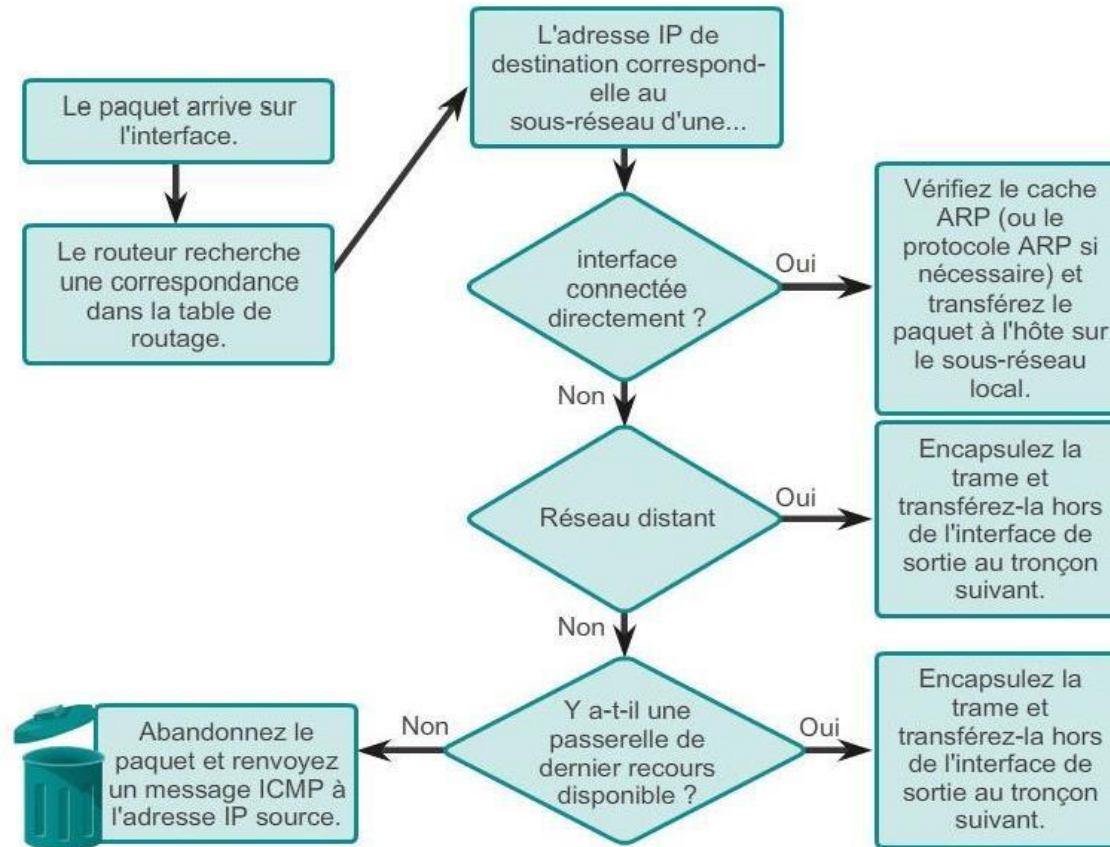
Trame de liaison de données de couche 2

Données de couche 3 du paquet

Adresse MAC de destination 0B-20	Adresse MAC source 0C-22	Type 800	Adresse IP de destination 192.168.4.10	Adresse IP source 192.168.1.10	Champs IP	Données	
-------------------------------------	-----------------------------	-------------	---	-----------------------------------	-----------	---------	--

Décisions relatives au routage

Processus de prise de décisions relatives à la transmission de paquets



Détermination du chemin

Meilleur chemin

- Le meilleur chemin est sélectionné par un protocole de routage en fonction d'une valeur ou d'une métrique qu'il utilise pour déterminer la distance à parcourir pour atteindre un réseau.
- Une métrique est la valeur utilisée pour mesurer la distance par rapport à un réseau donné.
- Le meilleur chemin pour atteindre un réseau est celui dont la métrique est la plus faible.
- Les protocoles de routage dynamique utilisent leurs propres règles et métriques pour créer et gérer les tables de routage. Par exemple :
 - Protocole RIP (Routing Information Protocol)** : nombre de sauts
 - Protocole OSPF (Open Shortest Path First)** : coût basé sur la bande passante cumulée entre la source et la destination
 - Protocole EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)** : bande passante, délai, charge, fiabilité

Détermination du chemin

Équilibrage de la charge

- Lorsqu'un routeur contient deux chemins ou plus vers une destination avec des métriques à coût égal, le routeur transmet les paquets en utilisant de manière égale les deux chemins.

Détermination du chemin de la route

Distance administrative

- Si plusieurs chemins pour une même destination sont configurés sur un routeur, celui de la table de routage possède la meilleure distance administrative (AD).
- La distance administrative indique la « fiabilité ».
- Plus la distance administrative est faible, plus la route est fiable.

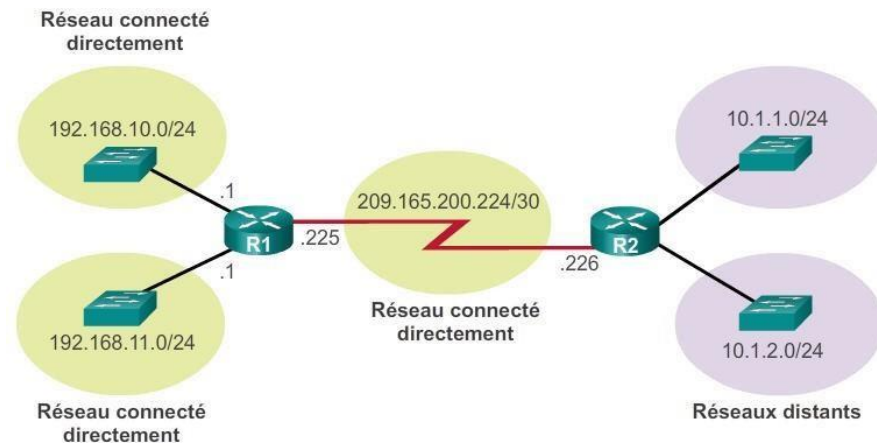
Distances administratives par défaut

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

La table de routage

La table de routage

- La table de routage est un fichier stocké dans la mémoire vive (RAM). Celui-ci contient des informations sur les éléments suivants :
 - Routes connectées directement
 - Routes distantes
 - Réseau ou associations réseau/tronçon suivant



La table de routage

Sources de la table de routage

- La commande show IP route affiche le contenu de la table de routage.
- **Interfaces de liaisons locales** : ajoutées à la table de routage lors de leur configuration (affichées dans IOS 15 ou version plus récente)
- **Interfaces connectées directement** : ajoutées à la table de routage lorsqu'elles sont configurées et actives.
- **Routes statiques** : ajoutées lors de leur configuration manuelle et quand l'interface de sortie est active.
- **Protocole de routage dynamique** : ajouté lorsque le protocole EIGRP ou OSPF est mis en œuvre et que les réseaux sont identifiés.

Routage statique



Routage Statique

Définition

- Programmé par l'administrateur de réseau afin de déterminer le chemin que doit emprunter un paquet pour atteindre sa destination.
- Les tables de routage sont remplies manuellement.
- Les chemins statiques ne s'adaptent pas aux modifications des environnements réseau.
- Il est utilisé sur des petits réseaux ou sur des réseaux d'extrémité.
- Pour les réseaux très stable
- Fastidieux et risque d'erreur important si grand réseau (> 10 routeurs)

Routage Statique

Quand utiliser les routes statiques ?

Les routes statiques doivent être utilisées dans les cas suivants:

- **Un réseau ne comporte que quelques routeurs.** Dans ce cas, l'utilisation d'un protocole de routage dynamique ne présente aucun bénéfice substantiel. Au contraire, le routage dynamique risque d'accroître la charge administrative.
- **Un réseau est connecté à Internet par le biais d'un seul FAI:** Il n'est pas nécessaire d'utiliser un protocole de routage dynamique sur ce lien car le FAI représente le seul point de sortie vers Internet.

Table de routage

Un routeur utilise une table de routage pour déterminer le lieu d'expédition des paquets.

La table de routage contient un ensemble de routes.

Chaque route décrit la passerelle ou l'interface utilisée par le routeur pour atteindre un réseau donné.

Une route possède quatre composants principaux :

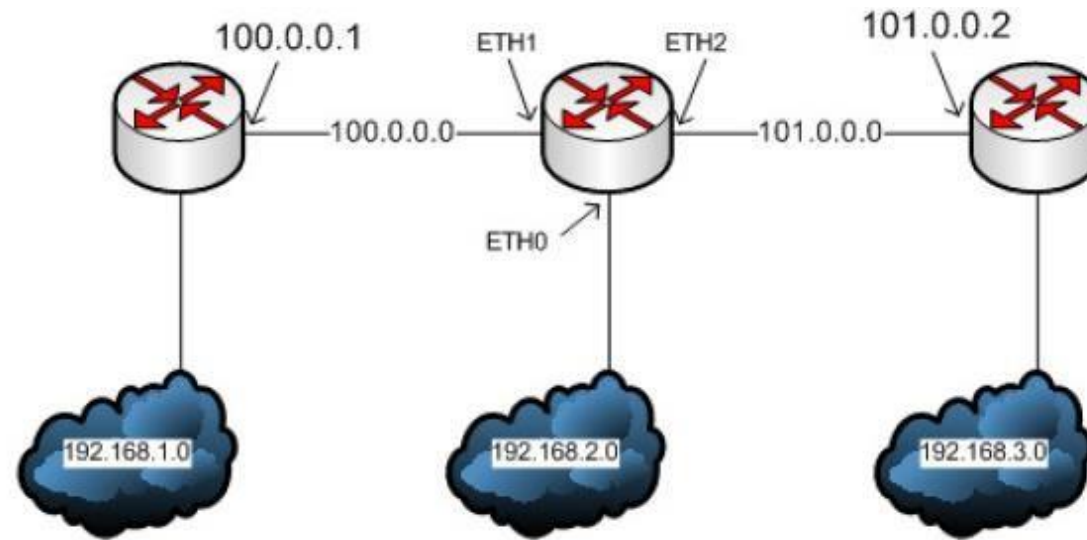
- Les réseau de destination

- Le masque de sous-réseau

- L'adresse de passerelle ou d'interface

- La métrique

Table de routage: Exemple



Par exemple, pour atteindre le réseau 192.168.1.0, le routeur central devra transmettre le message à l'adresse 100.0.0.1 via l'interface Eth1 et devra franchir 1 autre routeur avant d'arriver à destination.

Réseau	Masque	Moyen de l'atteindre	Métrique
192.168.2.0	255.255.255.0	eth0	0
100.0.0.0	255.0.0.0	eth1	0
101.0.0.0	255.0.0.0	eth2	0
192.168.1.0	255.255.255.0	100.0.0.1	1
192.168.3.0	255.255.255.0	101.0.0.2	1 ₃₁

Routage statique: Avantages

- ✓ Le routage statique offre plusieurs **avantages** par rapport au routage dynamique, notamment :
- ✓ Les routes statiques ne sont pas annoncées sur le réseau, pour une meilleure sécurité.
- ✓ Les routes statiques utilisent moins de bande passante que les protocoles de routage dynamique, aucun cycle de processeur n'est utilisé pour calculer et communiquer des routes.
- ✓ Le chemin qu'une route statique utilise pour envoyer des données est connu.

Routage statique: inconvénients

Le routage statique présente les **inconvénients** suivants :

- La configuration et la maintenance prennent du temps.
- La configuration présente des risques d'erreur, tout particulièrement dans les grands réseaux.
- L'intervention de l'administrateur est requise pour assurer la mise à jour des informations relatives aux routes.
- Il a du mal à suivre l'évolution des réseaux et la maintenance devient fastidieuse.
- Il exige une connaissance complète de l'ensemble du réseau pour une implémentation correcte.

Routage statique

Quand utiliser les routes statiques ?

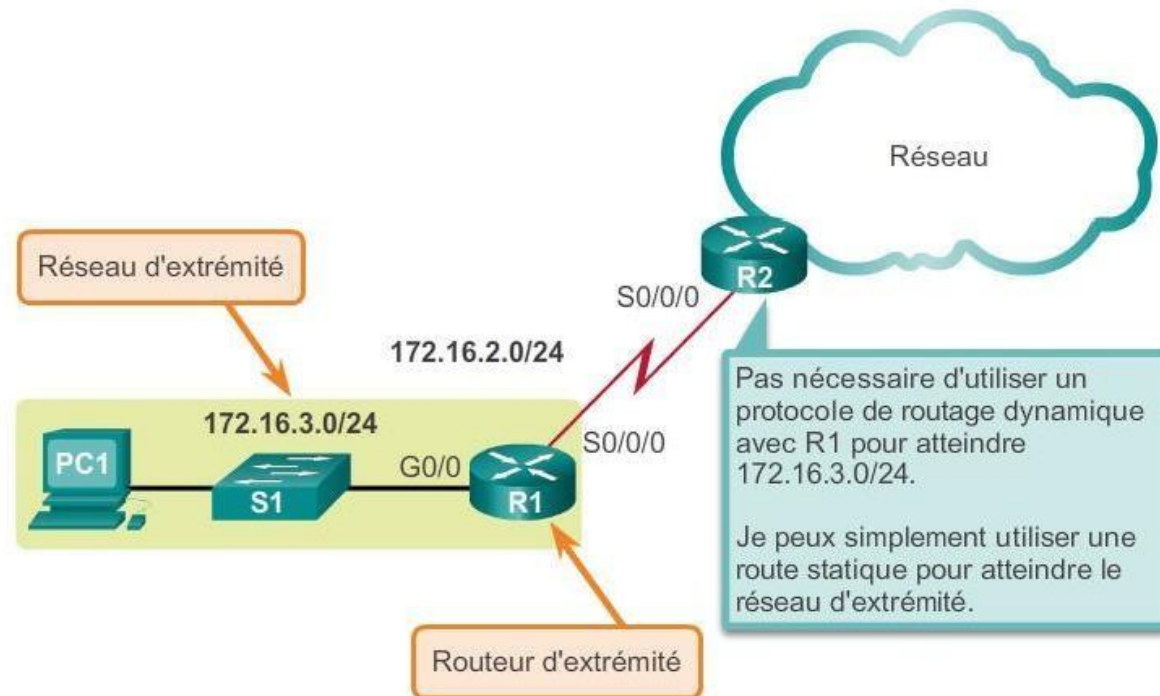
Les routes statiques sont souvent utilisées pour :

- La connexion à un réseau spécifique
- Définir une route par défaut (Une seule route par défaut est utilisée pour représenter un chemin vers tout réseau ne présentant aucune correspondance plus spécifique)
- Réduire le nombre de routes annoncées en récapitulant plusieurs réseaux contigus sous la forme d'une seule route statique
- Créer une route de secours en cas de panne d'une route principale

Types de routes statiques

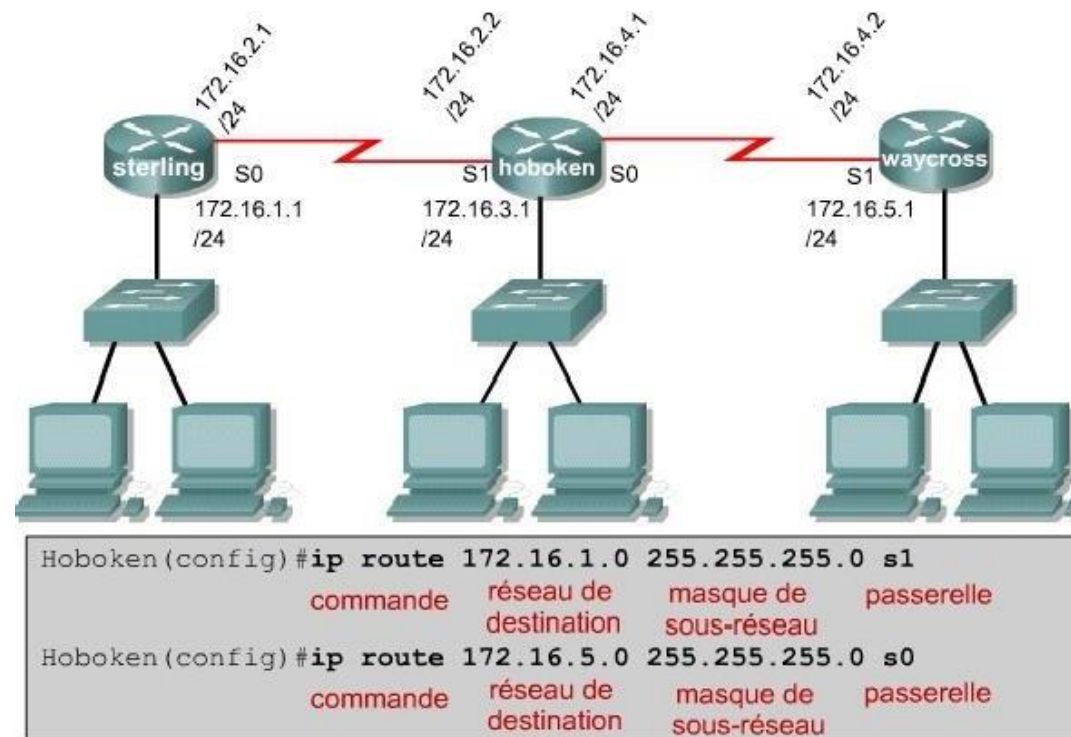
Route statique standard

Connexion à un réseau d'extrémité



Configuration

Routage statique



Route statique par défaut

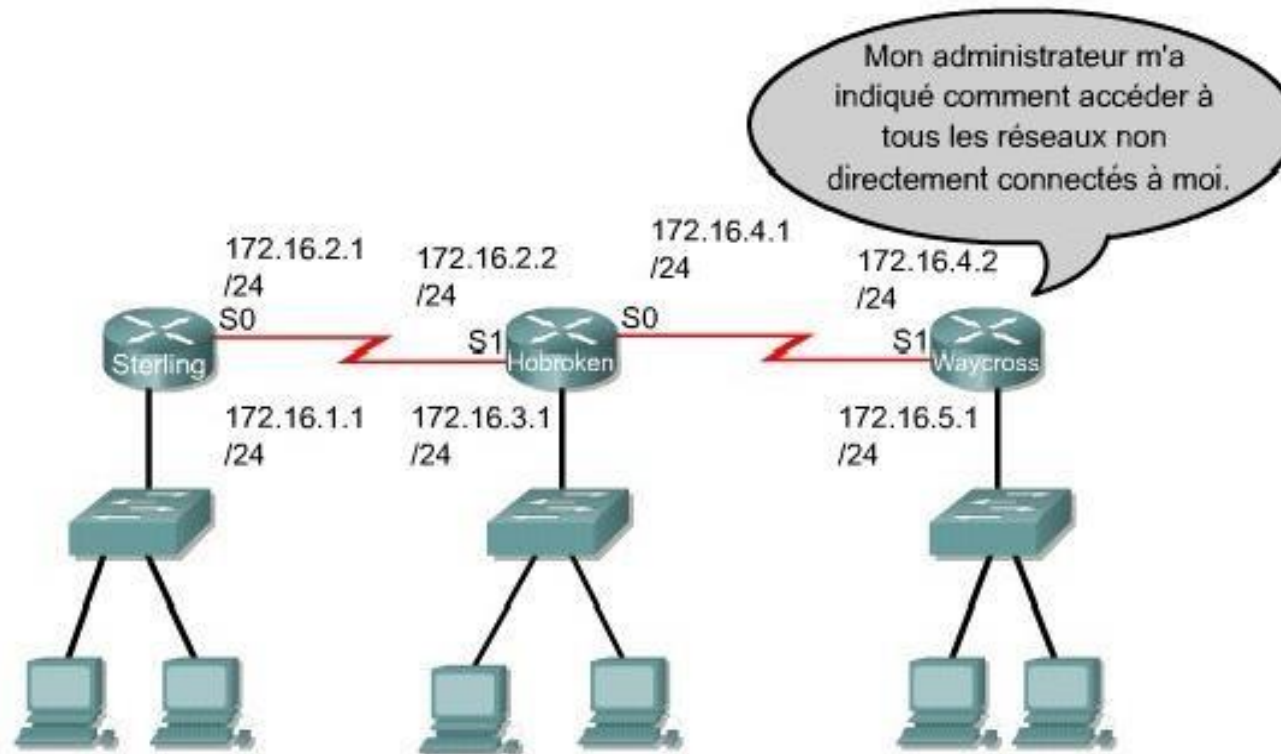
- Une route statique par défaut est une route qui correspond à tous les paquets.

Une route par défaut identifie l'adresse IP de la passerelle à laquelle **le routeur envoie tous les paquets IP qui n'ont pas de route apprise ou statique.**

- Une route statique par défaut est simplement une route statique avec 0.0.0.0/0 comme adresse IPv4 de destination.

Configuration

Routage statique par défaut



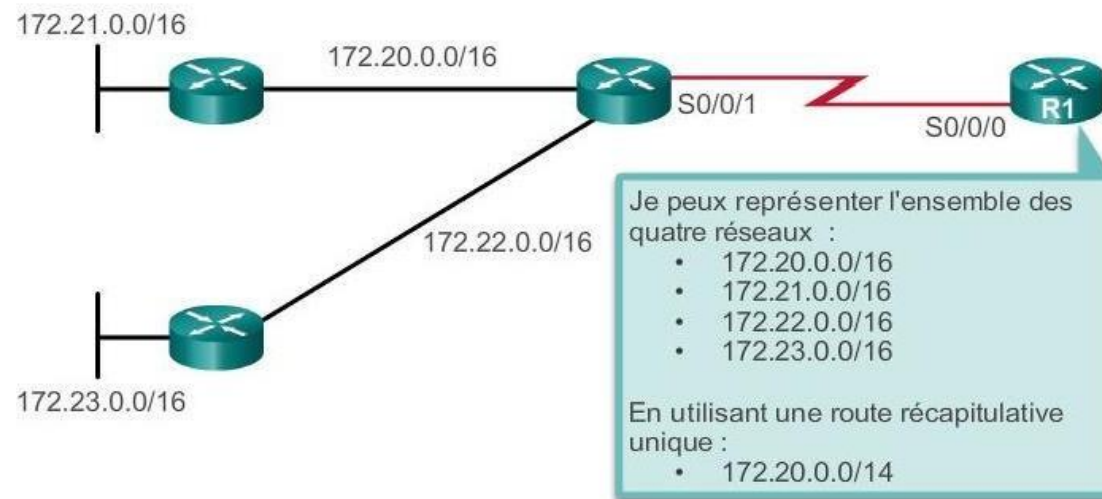
```
Waycross(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 S1
```

Cette commande pointe vers tous les réseaux non directement connectés

Types de routes statiques

Route statique récapitulative

Utilisation d'une route statique récapitulative



Le routage interdomaine sans classe (CIDR)

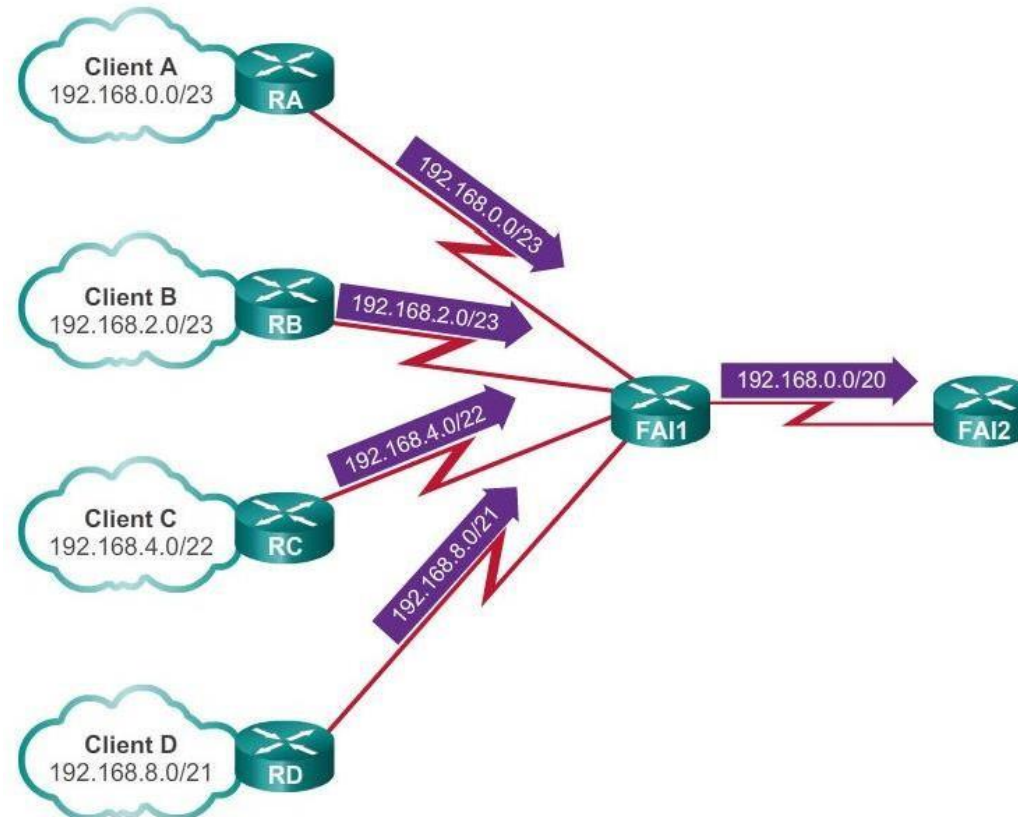
Configuration des routes récapitulatives IPv4

La récapitulation de route, également connue sous le nom d'agrégation de routes, est le processus de notification d'un ensemble contigu d'adresses par **une seule adresse avec un masque de sous-réseau plus court et moins spécifique**. Le routage interdomaine sans classe (CIDR) est une forme de récapitulation de route et il est synonyme de création d'un super-réseau. Le CIDR ignore les limitations des classes et autorise la récapitulation avec les masques inférieurs à celui du masque par classe par défaut. Ce type de récapitulation permet de réduire le nombre d'entrées dans les mises à jour de routage et de diminuer le nombre d'entrées dans les tables de routage locales. Il contribue également à réduire la consommation de bande passante par les mises à jour de routage et accélère les recherches dans les tables de routage.

CIDR

CIDR et récapitulation de route

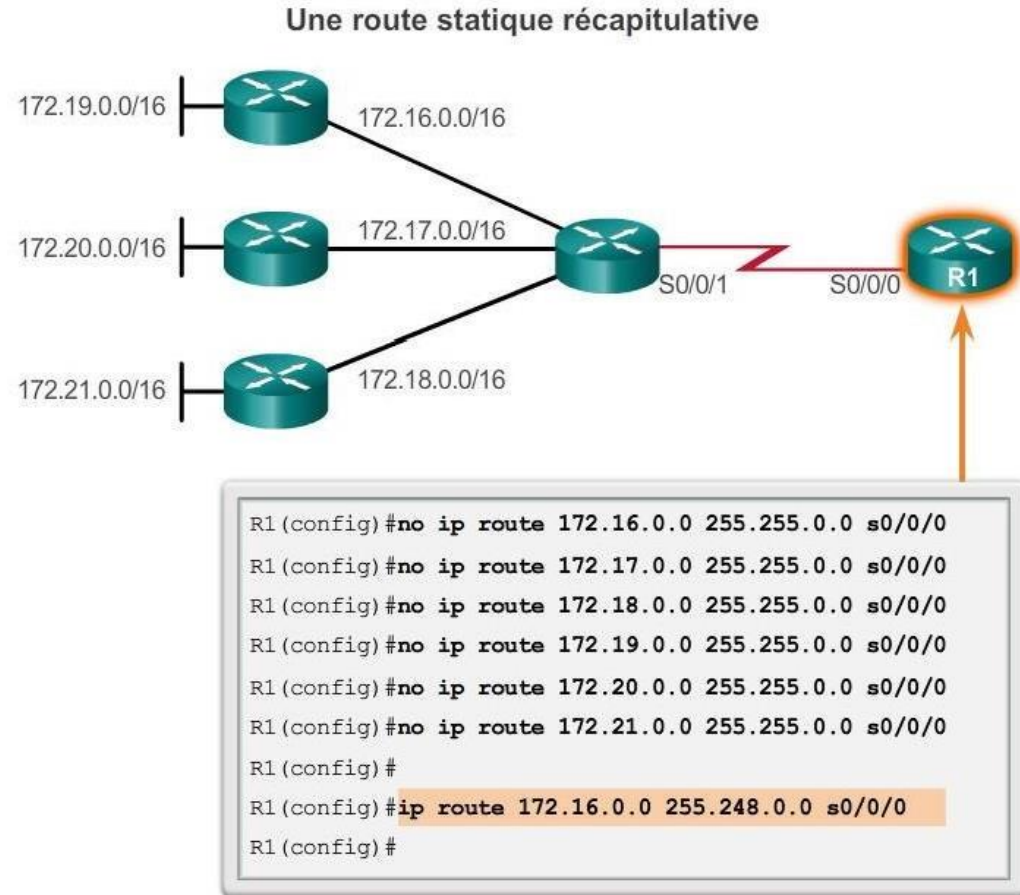
Récapitulation des routes de super-réseau



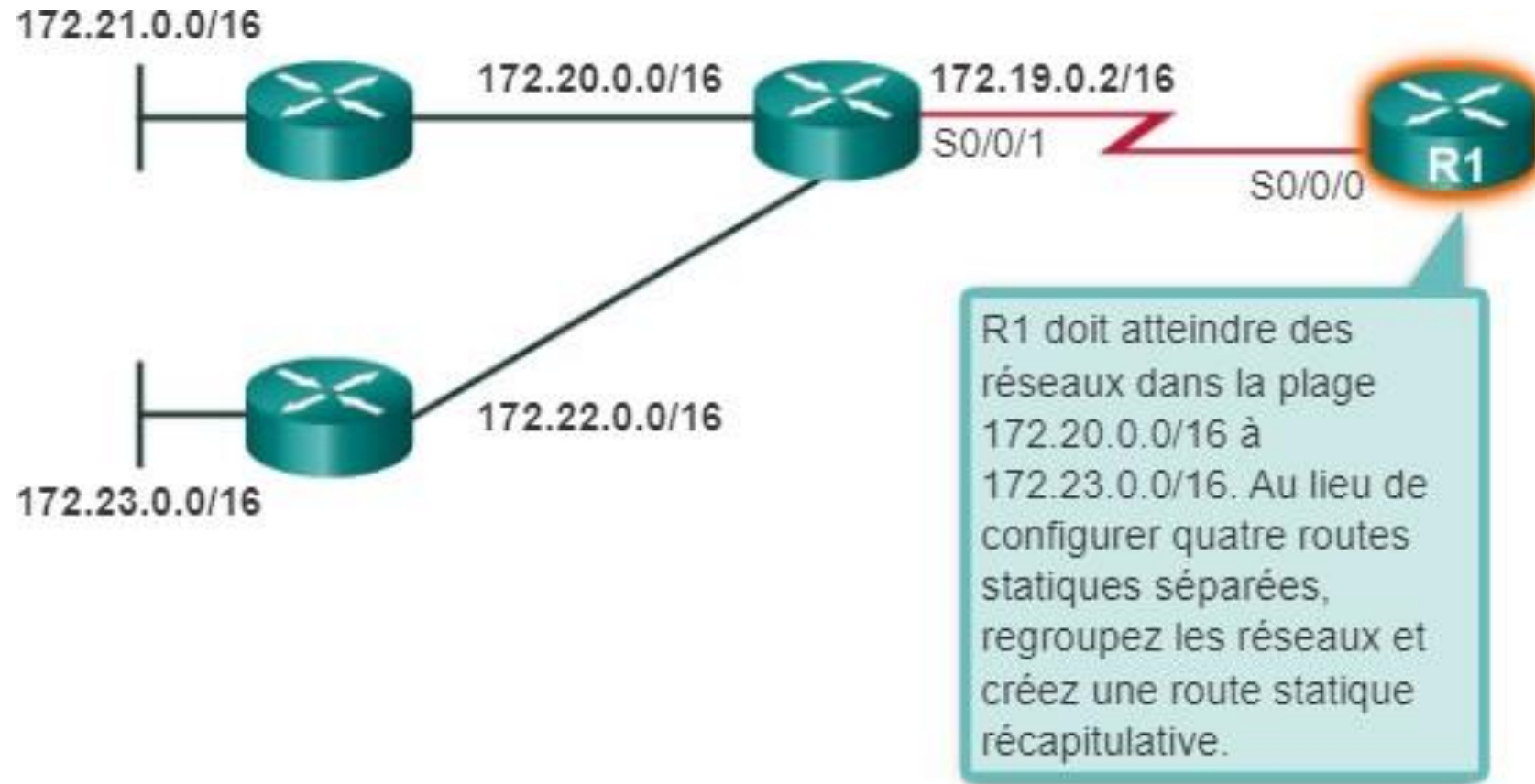
CIDR

Exemple d'utilisation du CIDR dans le routage statique

Dans la figure, R1 nécessite une route statique récapitulative pour atteindre les réseaux de la plage comprise entre 172.16.0.0/16 et 172.21.0.0/16.



Exemple de calcul



Calcul d'une route récapitulative

Calcul d'une récapitulation de route

Étape 1 : indiquez les réseaux au format binaire.

172.20.0.0	10101100 . 00010100	. 00000000 . 00000000
172.21.0.0	10101100 . 00010101	. 00000000 . 00000000
172.22.0.0	10101100 . 00010110	. 00000000 . 00000000
172.23.0.0	10101100 . 00010111	. 00000000 . 00000000

Étape 2 : comptez le nombre de bits correspondants à gauche pour déterminer le masque.

Réponse : 14 bits correspondants = /14 ou 255.252.0.0

Étape 3 : copiez les bits correspondants, puis ajoutez les bits zéro pour déterminer l'adresse réseau récapitulée (préfixe).

10101100 . 00010100	. 00000000 . 00000000
└─ Copier ─┘	└─ Ajouter les bits 0 ─┘

Réponse : 172.20.0.0

Types de routes statiques

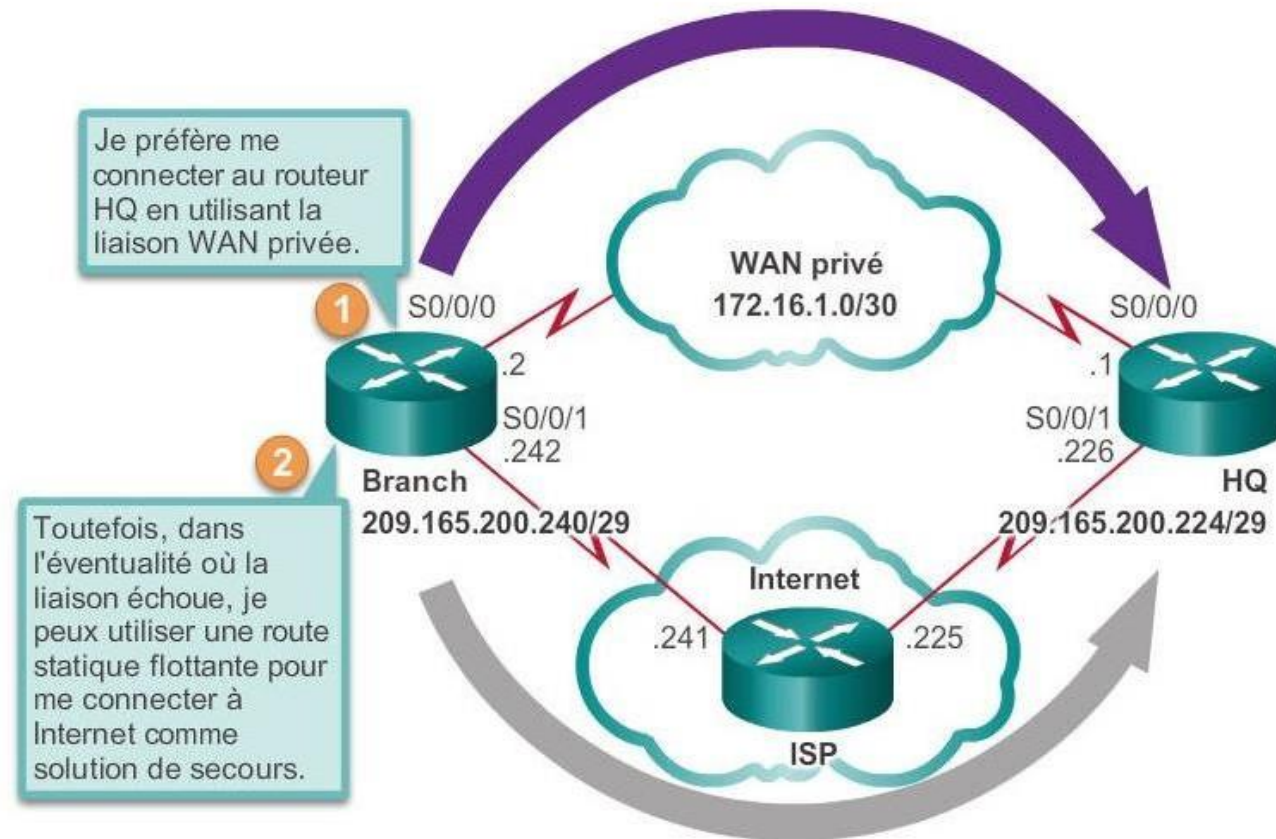
Route statique flottante

- Les routes statiques flottantes sont des routes statiques utilisées pour fournir un chemin de secours à une route statique ou une route dynamique principale, en cas de défaillance de la liaison.
- La route statique flottante est utilisée uniquement lorsque la route principale n'est pas disponible.
- Pour cela, la route statique flottante doit être configurée avec une distance administrative supérieure à celle de la route principale.

Types de routes statiques

Route statique flottante

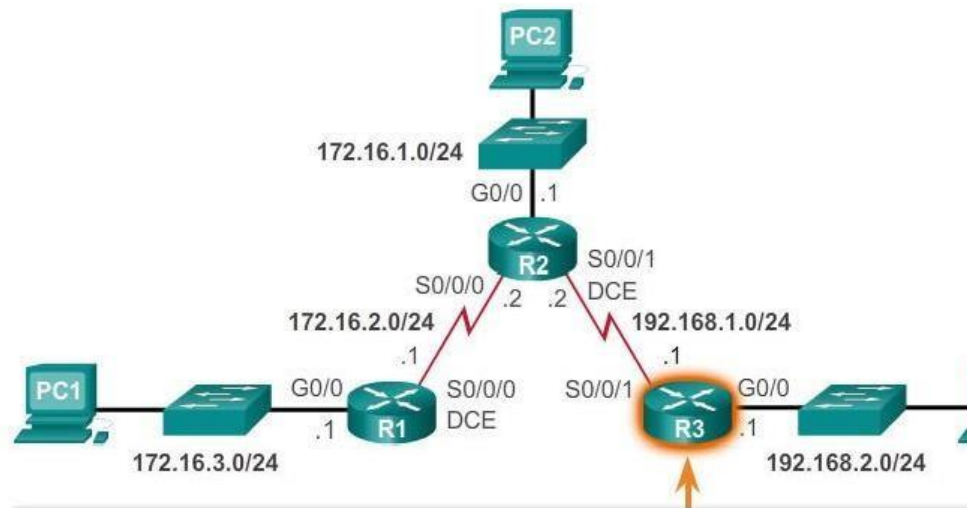
Configuration d'une route de secours



Configuration des routes récapitulatives IPv4

Exemple de route statique récapitulative

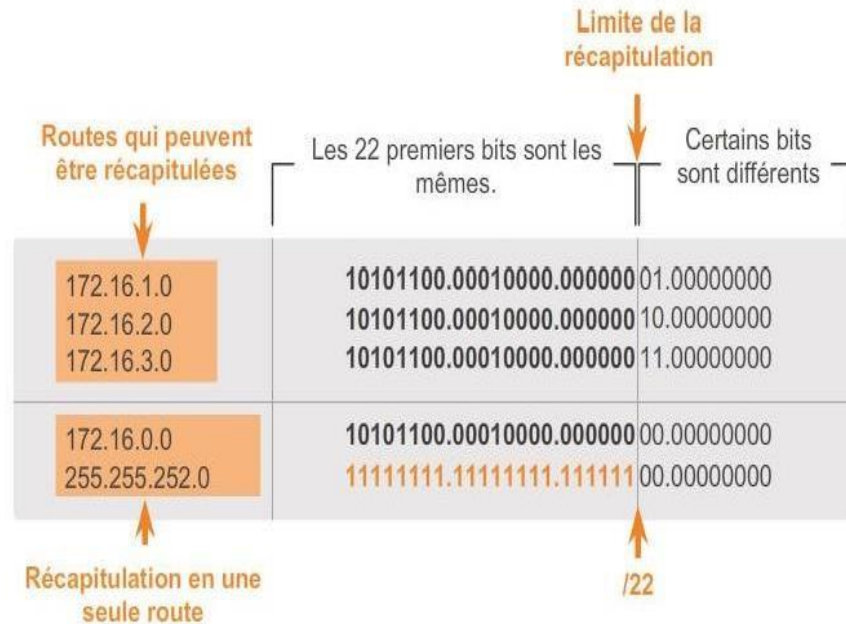
Vérification de la table de routage



```
R3# show ip route static | begin Gateway
Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S       172.16.1.0 [1/0] via 192.168.1.2
S       172.16.2.0 [1/0] via 192.168.1.2
S       172.16.3.0 [1/0] via 192.168.1.2

R3#
```



172.16.0.0	255.255.252.0
------------	---------------

Limites du routage statique

Si une route est défectueuse, **le routeur continue à vouloir l'utiliser.**
C'est une des limites du routage statique.



Solution :

Routage dynamique

Routage dynamique



Routage Statique/Routage Dynamique

Routage Statique :

Routage statique (prédéterminé, non adaptatif) : Mise à jour manuelle à chaque modification topologique de l'inter-réseau. Sécurité par masquage de certaines parties d'un inter-réseau. Moins de surcharge par rapport au routage dynamique. Pour les réseaux très stable.

Fastidieux et risque d'erreur important si grand réseau.

- Convient uniquement pour réseaux de taille modeste.

Routage Dynamique :

Routage dynamique (adaptatif, évolutif) : Adaptatif à l'évolution du réseau : changement topologique et/ou changement des conditions de la qualité de service.

Nécessité d'un protocole de routage.

- Solution indispensable dès que la topologie devient complexe.

Fonctionnement des protocoles de routage dynamique

L'évolution des protocoles de routage dynamique

- Les protocoles de routage dynamique utilisés dans les réseaux depuis la fin des années 1980
- Les versions plus récentes prennent en charge les communications IPv6

Classification des protocoles de routage

	ProtocolesIGP				ProtocolesEGP
	Vecteur de distance		État de liens		Vecteur de chemin
IPv4	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS	BGP-4
IPv6	RIPng	EIGRP pour IPv6	OSPFv3	IS-IS pour IPv6	BGP-MP

Fonctionnement des protocoles de routage dynamique

Fonction des protocoles de routage dynamique

- Protocoles de routage
 - Utilisés pour faciliter l'échange d'informations de routage entre les routeurs
- Les protocoles de routage dynamique ont plusieurs fonctions, dont :
 - La détection des réseaux distants
 - L'actualisation des informations de routage
 - Le choix du meilleur chemin vers des réseaux de destination
 - La capacité à trouver un nouveau meilleur chemin si le chemin actuel n'est plus disponible

Fonction des protocoles de routage dynamique

Les protocoles de routage dynamique se composent principalement des éléments suivants :

- **Structures de données** : pour fonctionner, les protocoles de routage utilisent généralement des tables ou des bases de données. Ces informations sont conservées dans la mémoire vive.
- **Messages de protocoles de routage** :
 - les protocoles de routage utilisent différents types de messages pour découvrir les routeurs voisins, échanger des informations de routage et effectuer d'autres tâches afin d'obtenir et de gérer des informations précises relatives au réseau.
- **Algorithme** : responsable de décider sur quelle ligne de sortie et vers quel nœud suivant, un paquet entrant doit être retransmis.
- les protocoles de routage utilisent des algorithmes pour faciliter l'échange d'informations de routage et déterminer le meilleur chemin d'accès.

Le rôle des protocoles de routage dynamique

- **Avantages du routage dynamique**
 - Partage automatique des informations sur les réseaux distants
 - Identification du meilleur chemin vers chaque réseau et ajout de ces informations dans les tables de routage
 - Moins de tâches administratives que le routage statique
 - Pour les administrateurs réseau, gestion plus facile des processus fastidieux de configuration et des routes statiques
- **Inconvénients du routage dynamique**
 - Une partie des ressources des routeurs dédiée au fonctionnement du protocole, notamment le temps processeur et la bande passante de la liaison réseau
- Les réseaux combinent généralement le routage dynamique et le routage statique.

Principes fondamentaux des protocoles de routage

Fonctionnement des protocoles de routage dynamique

Protocole de routage : système de communication entre routeurs pour mettre à jour les tables de routage : RIP, IGRP, OSPF

D'une manière générale, le fonctionnement d'un protocole de routage dynamique peut être décrit de la manière suivante :

1. Le routeur envoie et reçoit des messages de routage sur ses interfaces pour découvrir des réseaux distants.
2. Le routeur partage les messages et les informations de routage avec les autres routeurs qui utilisent le même protocole de routage.
3. Les routeurs calculent les meilleurs chemins vers les réseaux distants
4. Lorsqu'un routeur détecte un changement de topologie, le protocole de routage peut l'annoncer aux autres routeurs afin de définir un autre chemin éventuel

Principes fondamentaux des protocoles de routage

Métriques des protocoles de routage

Une métrique est une valeur mesurable attribuée par le protocole de routage aux différentes routes selon leur utilité.

- Elle sert à déterminer le « coût » global d'un chemin entre la source et la destination.
- Les protocoles de routage déterminent le meilleur chemin en fonction de la route dont la métrique est la plus faible.
- La métrique entre un nœud et chaque réseau directement connecté est égale à 0.
- Un saut est le passage à un autre réseau en traversant un routeur.
- Les mises à jour de la métrique se font par sauts successifs.

Assurer la convergence

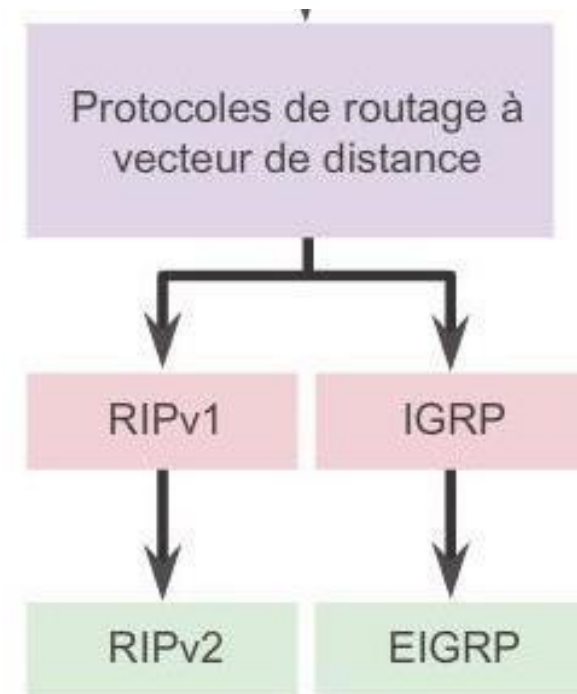
- Le réseau est convergent lorsque tous les routeurs disposent d'informations complètes et précises à son sujet.
- Le temps de convergence est le temps nécessaire aux routeurs pour partager des informations, calculer les meilleurs chemins et mettre à jour leurs tables de routage.
- Les propriétés de convergence incluent la vitesse de propagation des informations de routage et le calcul des chemins optimaux.
- Un réseau n'est pas complètement opérationnel tant qu'il n'est pas convergent.
- En général, les protocoles plus anciens, tels que le protocole RIP, convergent lentement, tandis que les protocoles modernes, tels que les protocoles EIGRP et OSPF, convergent plus rapidement.

Fonctionnement des protocoles de routage à vecteur de distance

Technologies liées au vecteur de distance

Les protocoles de routage à vecteur de distance

- Partagent les mises à jour entre voisins.
- Ne connaissent pas la topologie du réseau.
- Certains envoient des mises à jour régulières pour diffuser l'adresse IP 255.255.255.255 même si la topologie n'a pas changé.
- Les mises à jour consomment de la bande passante et les ressources processeur des périphériques réseau.
- RIPv2 et EIGRP utilisent des adresses de multidiffusion.



Protocole RIP

- ❑ RIP est encapsulé dans le protocole de transport UDP (port 520)
- ❑ Métrique est le nombre de sauts (hop count).
- ❑ Métrique de mesure infinie = 16.
- ❑ Nombre de sauts maximum autorisé = 15 => réseaux de petite taille
- ❑ Mises à jour toutes les 30 secondes.
- ❑ Une route est considérée inaccessible si le routeur n'a pas reçu pendant (180 s) une mise à jour de cette entrée
- ❑ Si pas de mise à jour au bout de 240 s (flush time), RIP enlève de sa table de routage les entrées qui correspondent au routeur qui ne répond pas.
- ❑ distance administrative égale à 120 (sur les routeurs cisco).

Fonctionnement des protocoles de routage à vecteur de distance

Algorithme du vecteur de distance

Fonction des algorithmes de routage

- Envoi et réception des mises à jour
- Calcul du meilleur chemin et route d'installation
- Détection des modifications de topologie et réaction vis-à-vis de celles-ci



Le protocole RIP utilise l'algorithme de Bellman-Ford comme algorithme de routage.

Protocoles de routage à vecteur de distance

Démarrage à froid

Réseaux directement connectés détectés



Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0

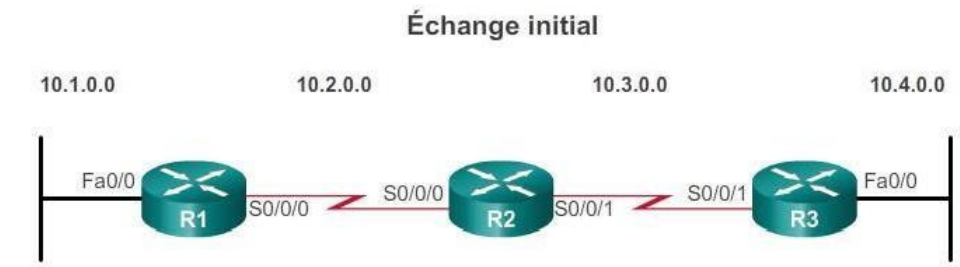
Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0

- R1 ajoute le réseau 10.1.0.0 disponible via l'interface FastEthernet 0/0 et 10.2.0.0 devient alors disponible via l'interface Serial 0/0/0.
- R2 ajoute le réseau 10.2.0.0 disponible via l'interface Serial 0/0/0 et 10.3.0.0 devient alors disponible via l'interface Serial 0/0/1.
- R3 ajoute le réseau 10.3.0.0 disponible via l'interface Serial 0/0/1 et 10.4.0.0 devient alors disponible via l'interface FastEthernet 0/0.

Routeurs exécutant le
protocole RIP

Protocoles de routage à vecteur de distance

Détection de réseau



Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	Fa0/0	0

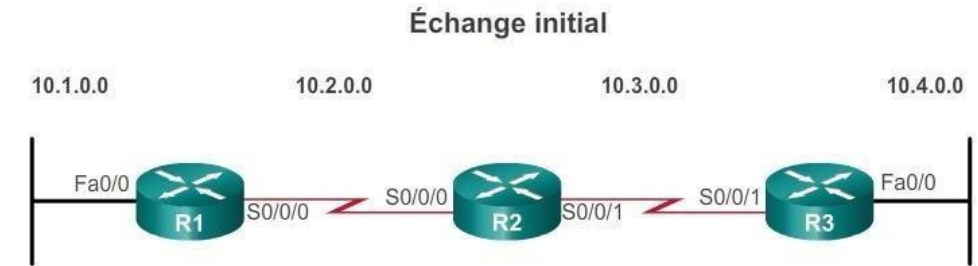
Routeurs exécutant le
protocole RIP

R1 :

- Envoie les dernières informations sur le réseau 10.1.0.0 via l'interface Serial 0/0/0.
- Envoie les dernières informations sur le réseau 10.2.0.0 via l'interface FastEthernet 0/0.
- Reçoit une mise à jour de R2 sur le réseau 10.3.0.0 avec une métrique égale à 1.
- Stocke le réseau 10.3.0.0 dans la table de routage avec une métrique égale à 1.

Protocoles de routage à vecteur de distance

Détection de réseau



Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	Fa0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
			10.4.0.0	S0/0/1	1			

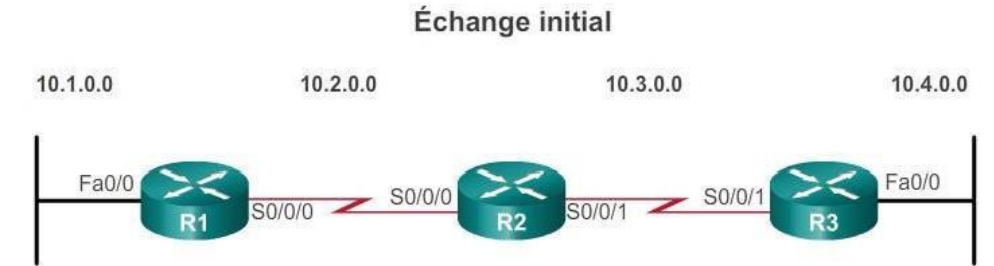
Routeurs exécutant le
protocole RIP

R2 :

- Envoie les dernières informations sur le réseau 10.3.0.0 via l'interface Serial 0/0/0.
- Envoie les dernières informations sur le réseau 10.2.0.0 via l'interface Serial 0/0/1.
- Reçoit une mise à jour de R1 sur le réseau 10.1.0.0 avec une métrique égale à 1.
- Stocke le réseau 10.1.0.0 dans la table de routage avec une métrique égale à 1.
- Reçoit une mise à jour de R3 sur le réseau 10.4.0.0 avec une métrique égale à 1.
- Stocke le réseau 10.4.0.0 dans la table de routage avec une métrique égale à 1.

Protocoles de routage à vecteur de distance

Détection de réseau



Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	Fa0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
			10.4.0.0	S0/0/1	1			

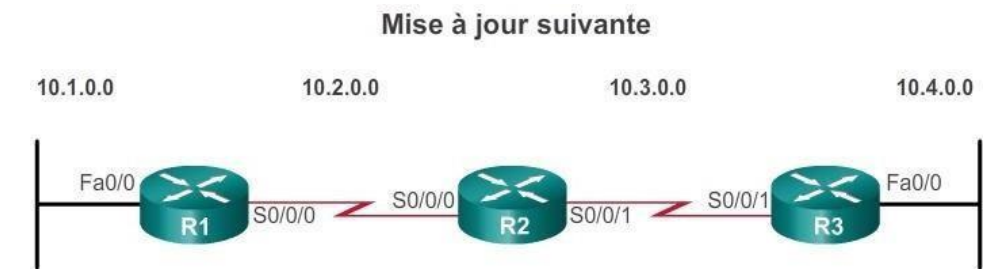
Routeurs exécutant le
protocole RIP

R3 :

- Envoie les dernières informations sur le réseau 10.4.0.0 via l'interface Serial 0/0/1.
- Envoie les dernières informations sur le réseau 10.3.0.0 via l'interface FastEthernet 0/0.
- Reçoit une mise à jour de R2 sur le réseau 10.2.0.0 avec une métrique égale à 1.
- Stocke le réseau 10.2.0.0 dans la table de routage avec une métrique égale à 1.

Protocoles de routage à vecteur de distance

Échange des informations de routage



Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	Fa0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
10.4.0.0	S0/0/0	2	10.4.0.0	S0/0/1	1	10.1.0.0	S0/0/1	2

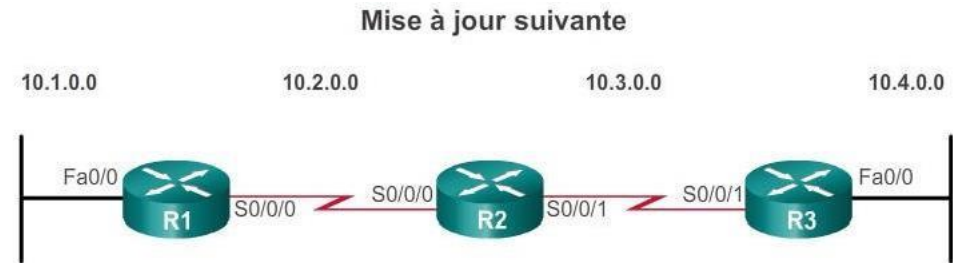
Routeurs exécutant le
protocole RIP

R1 :

- Envoie les dernières informations relatives au réseau 10. 1. 0. 0 via l'interface Serial 0/0/0.
- Envoie les dernières informations relatives aux réseaux 10. 2. 0. 0 et 10. 3. 0. 0 via l'interface FastEthernet 0/0.
- Reçoit les dernières informations envoyées par R2 sur le réseau 10. 4. 0. 0 avec une métrique égale à 2
- Stocke le réseau 10. 4. 0. 0 dans la table de routage avec une métrique égale à 2.
- Une mise à jour identique depuis R2 contient des informations sur le réseau 10. 3. 0. 0 avec une métrique égale à 1. Aucune modification n'est intervenue ; par conséquent, les informations de routage restent les mêmes.

Protocoles de routage à vecteur de distance

Échange des informations de routage



Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	Fa0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
10.4.0.0	S0/0/0	2	10.4.0.0	S0/0/1	1	10.1.0.0	S0/0/1	2

Routeurs exécutant le
protocole RIP

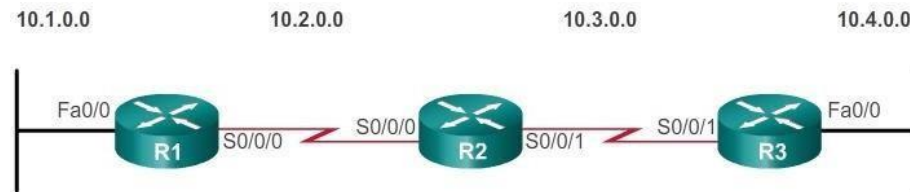
R2 :

- Envoie les dernières informations relatives aux réseaux 10. 3. 0. 0 et 10. 4. 0. 0 via l'interface Serial 0/0/0.
- Envoie les dernières informations relatives aux réseaux 10. 1. 0. 0 et 10. 2. 0. 0 via l'interface Serial 0/0/1.
- Reçoit les dernières informations envoyées par R1 sur le réseau 10.1. 0. 0. Aucune modification n'est intervenue ; par conséquent, les informations de routage restent les mêmes.
- Reçoit les dernières informations envoyées par R3 sur le réseau 10.4. 0. 0. Aucune modification n'est intervenue ; par conséquent, les informations de routage restent les mêmes.

Protocoles de routage à vecteur de distance

Échange des informations de routage

Mise à jour suivante



Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	Fa0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
10.4.0.0	S0/0/0	2	10.4.0.0	S0/0/1	1	10.1.0.0	S0/0/1	2

Routeurs exécutant le
protocole RIP

R3 :

- Envoie les dernières informations relatives au réseau 10. 4. 0. 0 via l'interface Serial 0/0/1.
- Envoie les dernières informations relatives aux réseaux 10. 2. 0. 0 et 10. 3. 0. 0 via l'interface FastEthernet 0/0.
- Reçoit les dernières informations envoyées par R2 sur le réseau 10. 1. 0. 0 avec une métrique égale à 2.
- Stocke le réseau 10. 1. 0. 0 dans la table de routage avec une métrique égale à 2.
- Une mise à jour identique depuis R2 contient des informations sur le réseau 10. 2. 0. 0 avec une métrique égale à 1. Aucune modification n'est intervenue ; par conséquent, les informations de routage restent les mêmes.

RIP v 1

- Protocole de routage par classe
- Tous les masques de sous réseaux doivent être identiques.
- Les messages ne sont pas authentifiés
- Simple et rapide à mettre en œuvre.
- Fonctionne en broadcast
- Activation sur un routeur Cisco: router rip.

RIP v 2:

- Mêmes caractéristiques de base que la version 1
- Permet le routage des sous-réseaux de masque variable VLSM (véhicule le netmask).
- Fonctionne en multicast (224.0.0.9)
- Authentification
- Interopère "raisonnablement" avec RIP v 1 (dans un seul sens: RIPv2 peut envoyer des mises à jour à RIPv1)

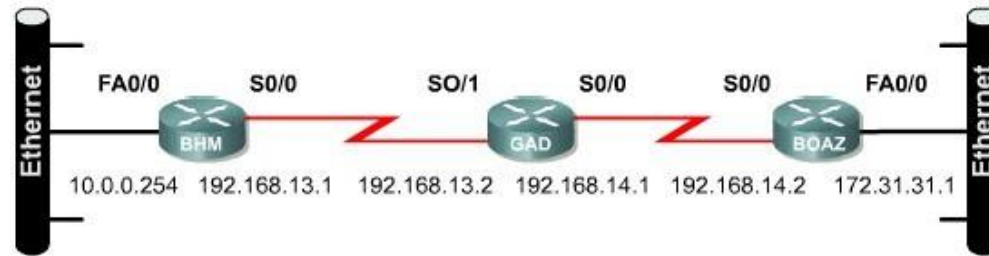
Types de protocoles de routage à vecteur de distance

Protocole RIP (Routing Information Protocol)

Comparaison entre RIPv1 et RIPv2

Caractéristiques et fonctions	RIPv1	RIPv2
Métrique	Les deux technologies utilisent le nombre de sauts comme simple métrique. Le nombre maximal de sauts correspond à 15.	
Mises à jour transmises à l'adresse	255.255.255.255	224.0.0.9
Prise en charge de VLSM	✗	✓
Prise en charge de CIDR	✗	✓
Prise en charge de la récapitulation	✗	✓
Prise en charge de l'authentification	✗	✓

Configuration du protocole RIP



```
BHM(config)#router rip
BHM(config-router)#network 10.0.0.0
BHM(config-router)#network 192.168.13.0
```

```
GAD(config)#router rip
GAD(config-router)#network 192.168.14.0
GAD(config-router)#network 192.168.13.0
```

```
BOAZ(config)#router rip
BOAZ(config-router)#network 192.168.14.0
BOAZ(config-router)#network 172.31.0.0
```

Vérification de la configuration RIP

- ✓ Router# show ip route
- ✓ Router# show ip protocols
- ✓ Router# sh ip interface
- ✓ Router# sh running-config
- ✓ Router# debug ip rip