

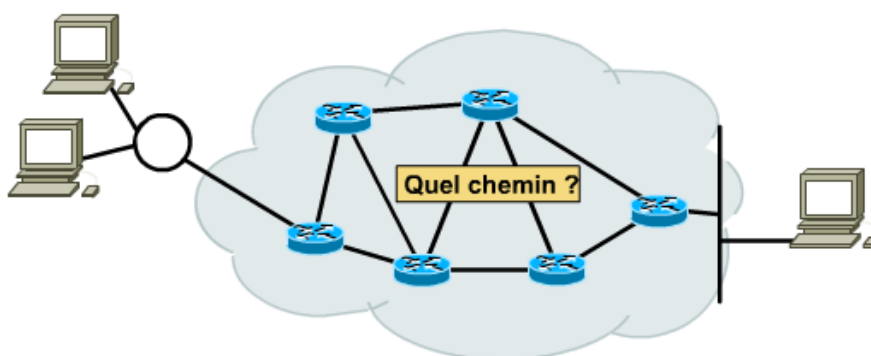
Chapitre 10

Comprendre le concept de routage

1. Notions de base sur le routage

1.1. Routage, c'est quoi ?

- Le **routage** fait passer les informations de la source à la destination dans le cadre d'un inter-réseau, et consiste à sélectionner le **meilleur chemin** que le trafic doit emprunter dans le nuage de réseaux.
- Le routage s'effectue au niveau de la **couche 3** du modèle OSI via les routeurs (ou les commutateurs multicouches) qui assurent le transfert de paquets d'un réseau vers le réseau suivant.

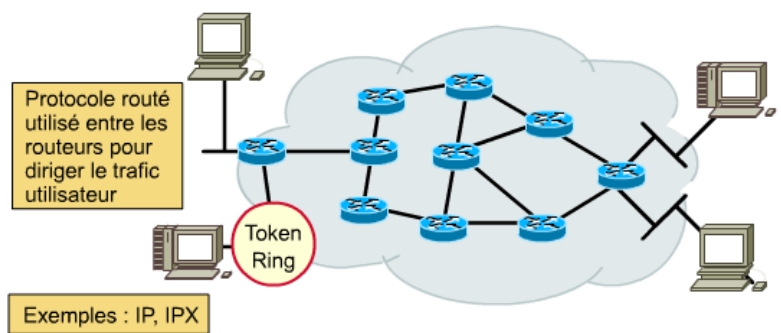


- Un routeur peut apprendre des réseaux distants de deux manières différentes :

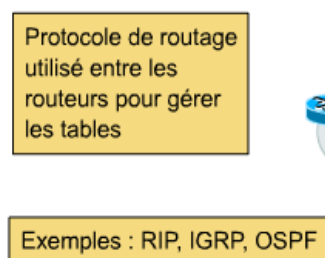
Routage statique	<ul style="list-style-type: none"> Les réseaux distants sont saisis manuellement dans la table de routage à l'aide de routes statiques. Tout est géré manuellement par un administrateur réseau qui enregistre toutes les informations dans la configuration d'un routeur. Il doit mettre à jour manuellement les entrées de route statique chaque fois qu'une modification de la topologie le nécessite.
Routage dynamique	<ul style="list-style-type: none"> Les routes distantes sont automatiquement acquises via un protocole de routage dynamique. Une fois qu'un administrateur réseau a entré les commandes de configuration pour lancer le routage dynamique, les informations relatives aux routes sont mises à jour automatiquement, par le processus de routage.

1.2. Protocoles de routage ou protocoles routés ?

- Un protocole de routage est différent du **protocole routé**.
- Un **protocole routé** est un protocole dont l'adresse de couche réseau fournit suffisamment d'informations pour permettre d'acheminer un paquet d'une machine vers une autre. Les protocoles routés définissent le format des champs d'un paquet.



- IP, IPX et SPX sont des exemples de protocoles routés.
- Un **protocole de routage** supporte un protocole routé en fournissant les mécanismes de partage des informations de routage.
- Un protocole de routage permet aux routeurs de communiquer entre eux pour mettre à jour et gérer leurs tables.
- RIP, OSPF et EIGRP sont des exemples de protocoles de routage.



1.3. Comparaison des routages statique et dynamique

	Routage statique	Routage dynamique
Complexité de la configuration	Généralement indépendant de la taille du réseau	Augmente avec la taille du réseau
Modification de topologie	S'adapte automatiquement aux modifications de la topologie	Intervention de l'administrateur requise
Evolutivité	Idéal pour les topologies simples et complexes	Idéal pour les topologies simples
Sécurité	Moins sécurisé	Plus sécurisé
Utilisation des ressources	Utilise le processeur, la mémoire, la bande passante de la liaison.	Aucune ressource supplémentaire n'est requise
Prévisibilité	La route dépend de la topologie en cours	La route menant à la destination est toujours la même.

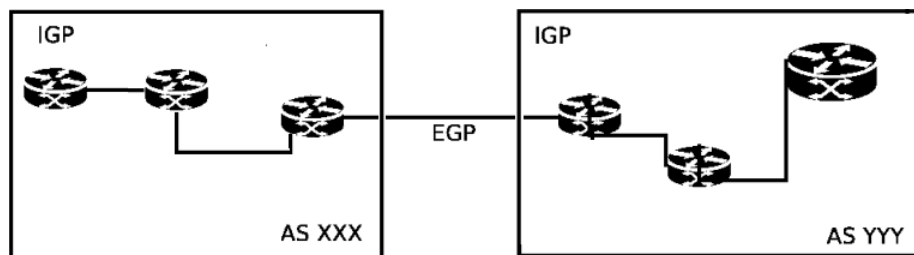
1.4. Classification des protocoles de routage

- Les protocoles de routage peuvent être classés selon l'algorithme qu'ils utilisent :

Algorithme de vecteur de distance	RIP et BGP
Algorithme à état de liens	OSPF
Algorithme hybride	EIGRP

- Ainsi, la notion de **système autonome (Autonomous System abrégé en AS)** crée une nouvelle distinction entre les protocoles de routage.
- Par définition, un AS est un ensemble cohérent de réseaux et de routeurs sous la responsabilité d'une autorité administrative.

Protocoles de routage intérieurs (IGP pour Interior Gateway Protocol)	Protocoles ayant pour mission principale le routage à l'intérieur d'un AS. Exemple : RIP, EIGRP, OSPF et IS-IS.
Protocoles de routage extérieurs (EGP pour Exterior Gateway Protocol)	Protocoles permettant le routage entre les systèmes autonomes. Exemple : BGP

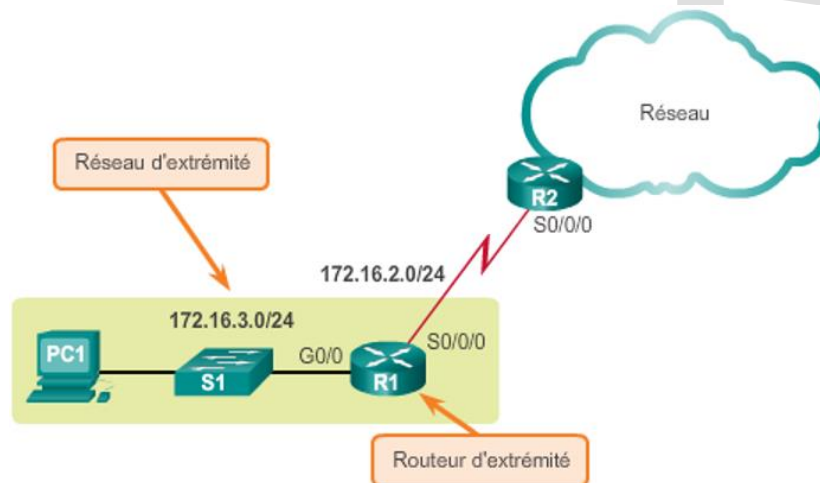


1.5. Pourquoi utiliser le routage statique ?

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> La configuration initiale et la maintenance prennent du temps. La configuration présente des risques d'erreurs, tout particulièrement dans les grands réseaux. L'intervention de l'administrateur est requise pour assurer la mise à jour des informations relatives aux routes. N'évolue pas bien avec les réseaux en expansion et la maintenance devient fastidieuse. Exige une connaissance complète de l'ensemble du réseau pour une implémentation correcte.

1.6. Quand utiliser le routage statique ?

- Le routage statique a trois fonctions principales :
 - Faciliter la maintenance des tables de routage dans les réseaux de petite taille qui ne sont pas amenés à se développer de manière significative.
 - Routage entre les réseaux d'extrémité (un réseau d'extrémité est un réseau accessible par une seule route, et le routeur a un seul voisin.
 - Utilisation d'une seule route par défaut, servant à représenter un chemin vers tout réseau ne présentant aucune correspondance plus spécifique avec une autre route figurant dans la table de routage. Les routes par défaut sont utilisées pour envoyer du trafic vers toute destination au-delà du routeur en amont.
- Exemple : réseaux d'extrémité et routeurs d'extrémité



1.7. Types des routes statiques

- Les routes statiques peuvent également avoir les fonctions suivantes :
 - Réduction du nombre de routes annoncées par la récapitulation de plusieurs réseaux contigus dans une seule route statique.
 - Création d'une route de secours en cas de panne d'un lien de route principale
- Les types de routes statiques IPv4 et IPv6 sont :

Route statique standard	Route statique par défaut	Route statique récapitulative	Route statique flottante
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	-----------------------------

2. Configuration des routes statiques standards et par défaut

2.1. Options de tronçon suivant

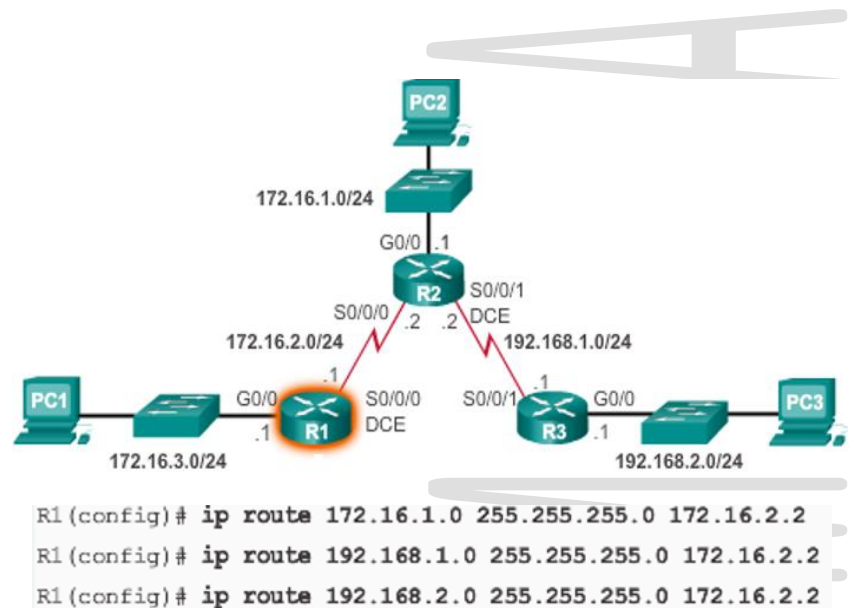
- Le tronçon suivant peut être identifié par une adresse IP, une interface de sortie, ou les deux. La manière dont la destination est spécifiée crée un des trois types de route suivants :

- **Route de tronçon suivant** : seule l'adresse IP du tronçon suivant est spécifiée.
- **Route statique connectée directement** : seule l'interface de sortie du routeur est spécifiée.
- **Route statique entièrement spécifiée** : l'adresse IP de tronçon suivant et l'interface de sortie sont spécifiées.

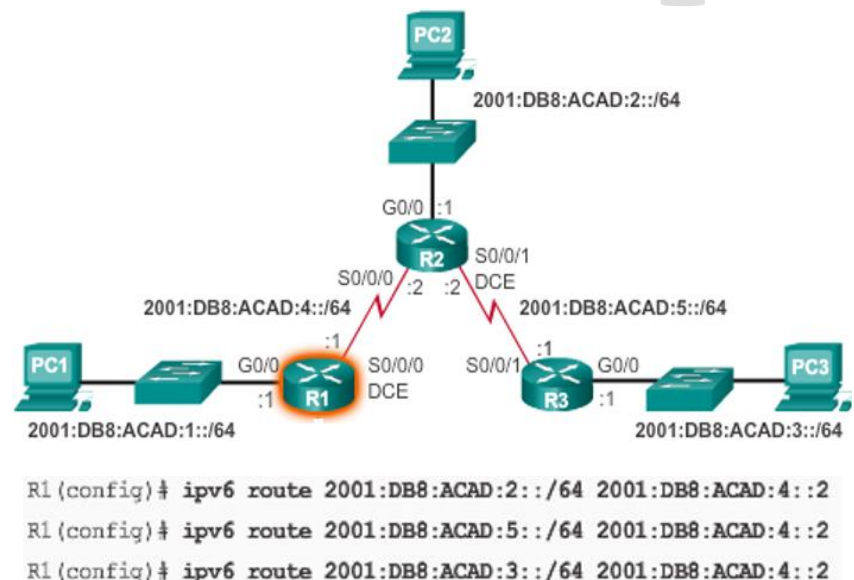
2.2. Configuration d'une route statique de tronçon suivant

- Dans une route statique de tronçon suivant, seule l'adresse IP de tronçon suivant est spécifiée. L'interface de sortie est dérivée du tronçon suivant.

- Exemple de configuration des routes statiques IPv4 de tronçon suivant sur R1.



- Exemple de configuration des routes statiques IPv6 de tronçon suivant sur R1.

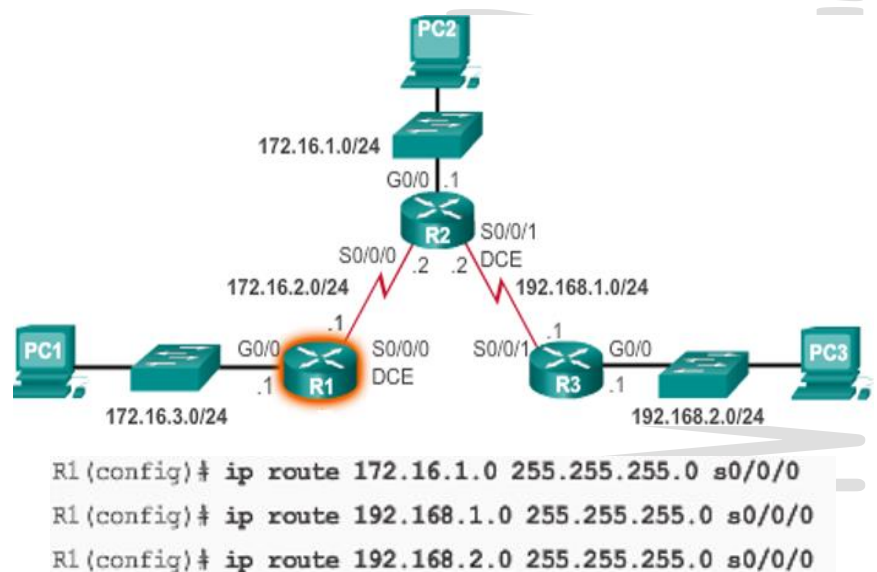


- Avant qu'un routeur ne transfère un paquet, le processus de la table de routage doit déterminer l'interface de sortie à utiliser pour transférer le paquet. C'est ce que l'on appelle la **résolvabilité** d'une route. Le processus de résolvabilité de route dépend du type du mécanisme de transfert utilisé par le routeur.

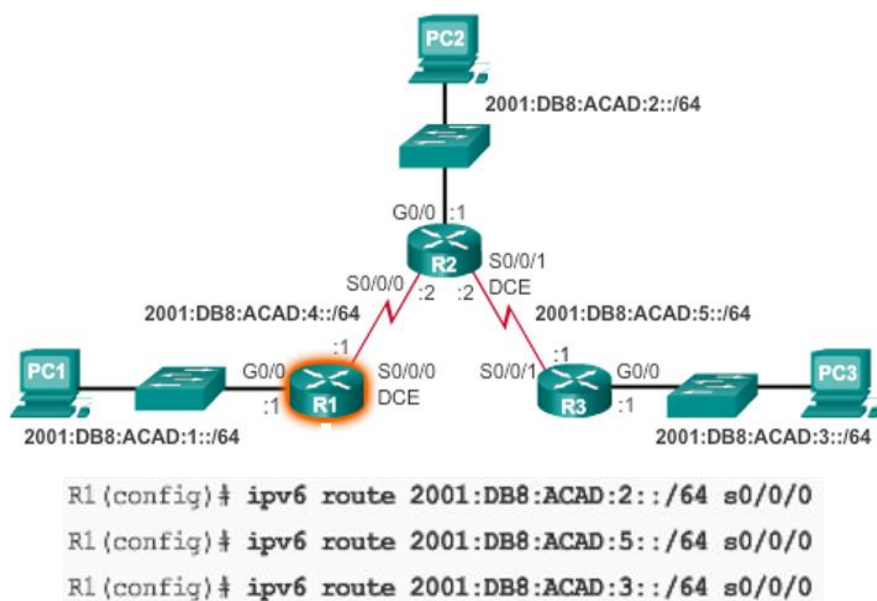
- Lorsque le routeur effectue plusieurs recherches dans la table de routage avant de transférer un paquet, il exécute un processus appelé **recherche récursive**.
- Une route statique récursive est valide (c'est-à-dire qu'elle convient pour une insertion dans la table de routage) uniquement lors de la résolution du tronçon suivant spécifié, directement ou indirectement, vers une interface valide de sortie.

2.3. Configuration d'une route statique connectée directement

- Lors de la configuration d'une route statique, une autre possibilité consiste à utiliser l'interface de sortie pour spécifier l'adresse du tronçon suivant.
- Exemple de configuration des routes statiques IPv4 directement connectées sur R1



- Exemple de configuration des routes statiques IPv6 directement connectées sur R1



- La configuration d'une route statique directement connectée à une interface de sortie permet à la table de routage de résoudre l'interface de sortie en une seule recherche, au lieu de deux recherches. Bien que l'entrée

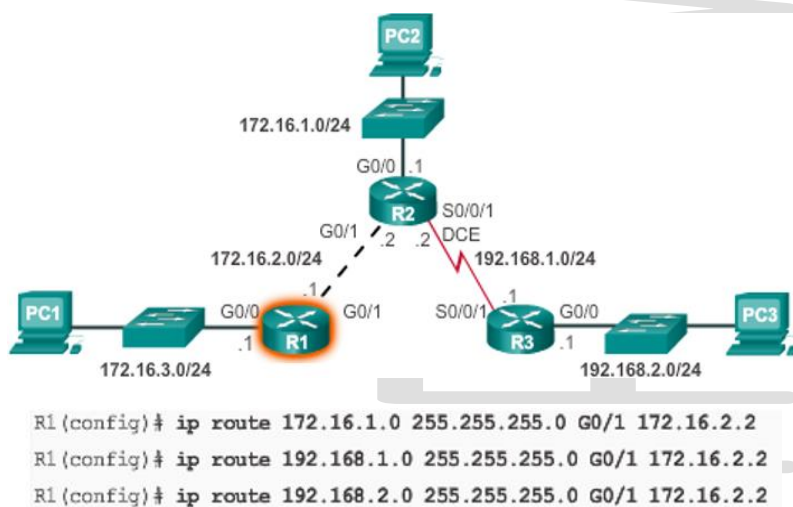
de table de routage indique « directement connecté », la distance administrative de la route statique correspond toujours à 1. Seule une interface directement connectée peut avoir une distance administrative de 0.

- **Remarque :** pour les interfaces de point à point, vous pouvez utiliser des routes statiques qui pointent vers l'interface de sortie ou l'adresse de tronçon suivant. Pour les interfaces multipoint/diffusion, il est conseillé d'utiliser des routes statiques qui pointent vers une adresse de tronçon suivant.

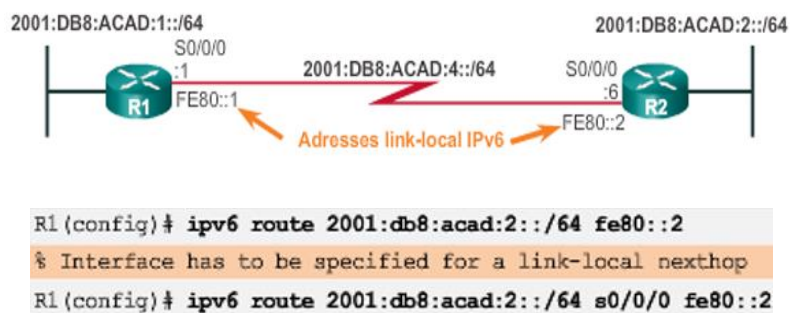
2.4. Configuration d'une route statique entièrement spécifiée

- Dans une route statique entièrement spécifiée, l'interface de sortie et l'adresse IP de tronçon suivant sont spécifiées. C'est un autre type de route statique qui est utilisé dans les systèmes d'exploitation IOS plus anciens, avant le protocole CEF.
- Cette forme de route statique est utilisée lorsque l'interface de sortie est une interface à accès multiple et il est nécessaire d'identifier explicitement le tronçon suivant. Le tronçon suivant doit être connecté directement à l'interface de sortie spécifique.
- **Remarque :** grâce à l'utilisation du protocole CEF, une route statique entièrement spécifiée n'est plus nécessaire. Une route statique utilisant une adresse de tronçon suivant doit être utilisée.

- Exemple de configuration des routes statiques IPv4 entièrement indiquées sur le routeur R1



- Exemple de configuration des routes statiques IPv6 entièrement indiquées sur R1



- Contrairement au protocole IPv4, il y a des circonstances avec le protocole IPv6 dans lesquelles une route statique entièrement spécifiée doit être utilisée. Si la route IPv6 statique utilise une adresse link-local IPv6 comme adresse de tronçon suivant, une route statique entièrement spécifiée incluant l'interface de sortie doit être utilisée.
- Une route statique entièrement spécifiée doit être utilisée parce que les adresses link-local IPv6 ne figurent pas dans la table de routage IPv6. Les adresses link-local sont uniquement uniques sur une liaison ou un réseau donné. L'adresse link-local de tronçon suivant peut être une adresse valide sur plusieurs réseaux connectés au routeur. Par conséquent, il est nécessaire d'inclure l'interface de sortie.

2.5. Vérification d'une route statique

- En plus de **ping**, **tracert** et **show running-config**, les commandes pour vérifier les routes statiques sont les suivantes :

show ip route	show ipv6 route
show ip route static	show ipv6 route static
show ip route <i>network</i>	show ipv6 route <i>network</i>

2.6. Configuration d'une route statique par défaut

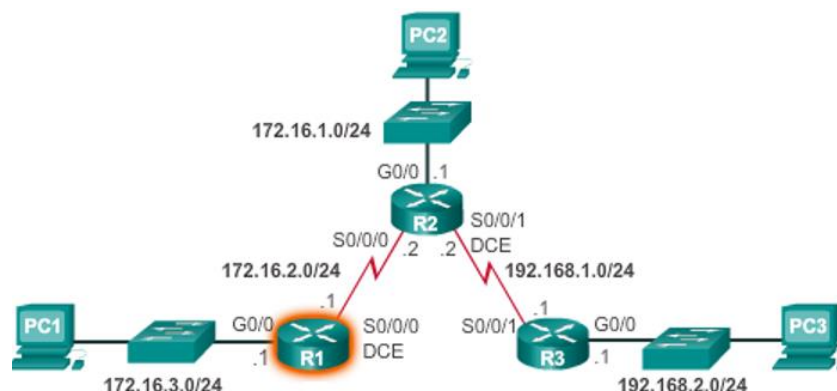
- Une route par défaut est une route statique qui correspond à tous les paquets.
- Au lieu de stocker toutes les routes vers tous les réseaux dans la table de routage, un routeur peut stocker une route par défaut unique pour représenter n'importe quel réseau ne figurant pas dans la table de routage.
- Les routes statiques par défaut sont communément utilisées lors de la connexion :
 - D'un routeur de périphérie au réseau d'un fournisseur de services.
 - D'un routeur d'extrémité (un routeur avec un seul routeur voisin en amont).
- La syntaxe de création d'une route statique IPv4 par défaut est la suivante :

```
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {ip-address | exit-intf}
```

Paramètre	Description
0.0.0.0	Il correspond à toute adresse réseau.
0.0.0.0	Il correspond à n'importe quel masque de sous-réseau.
ip-address	Elle correspond à l'adresse IP du routeur de tronçon suivant. Elle crée généralement une recherche récursive.
Exit-intf	On utilise l'interface de sortie pour transférer les paquets vers le réseau de destination. On parle d'une route statique reliée directement.

- **Remarque** : une route statique par défaut IPv4 est généralement appelée « route à quatre zéros ».

- **Exemple** : R1 peut être configuré avec trois routes statiques pour atteindre tous les réseaux distants dans cet exemple de topologie. Toutefois, R1 est un routeur d'extrémité car il est uniquement connecté à R2. Par conséquent, il serait plus efficace de configurer une route statique par défaut.



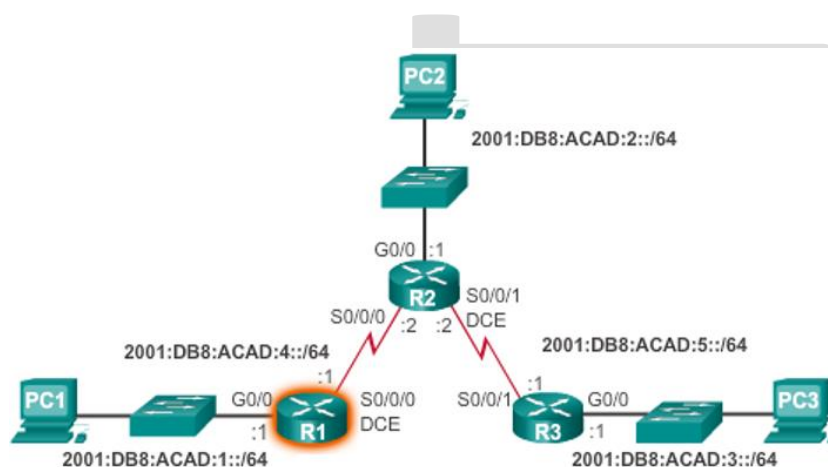
```
R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.2.2
```

- La syntaxe de configuration d'une route statique IPv6 par défaut est la suivante :

```
Router(config)#ipv6 route ::/0 {ipv6-address | exit-intf}
```

Paramètre	Description
::/0	Il correspond à n'importe quel préfixe IPv6 indépendamment de longueur du préfixe.
ipv6-address	Elle correspond à l'adresse IPv6 du routeur de tronçon suivant. Elle crée généralement une recherche récursive.
Exit-intf	On utilise l'interface de sortie pour transférer les paquets vers le réseau de destination. On parle d'une route statique reliée directement.

- Exemple de configuration d'une route statique IPv6 par défaut.



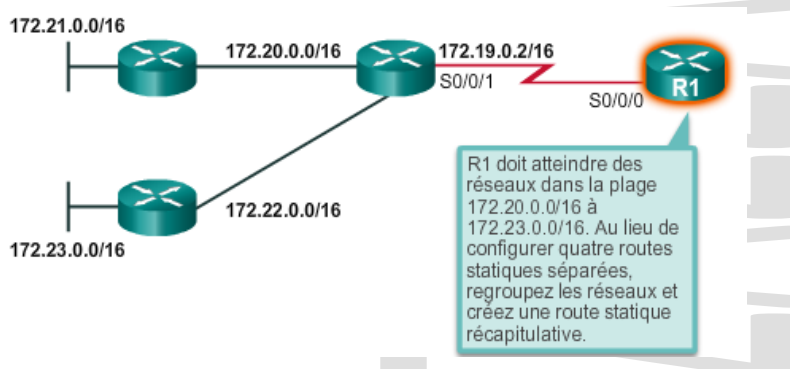
```
R1(config)# ipv6 route ::/0 2001:DB8:ACAD:4::2
```

3. Configuration des routes récapitulatives et flottantes

3.1. Récapitulation de routes IPv4

- La **récapitulation de route** (ou **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.
- Plusieurs routes statiques peuvent être récapitulées en une seule route statique si :
 - Les réseaux de destination sont contigus et peuvent être récapitulés dans une adresse réseau unique.
 - Les multiples routes statiques utilisent toutes la même interface de sortie ou adresse IP de tronçon suivant.

- Exemple :** le routeur R1 nécessite une route statique récapitulative pour atteindre les réseaux de la plage comprise entre 172.20.0.0/16 et 172.23.0.0/16.



Etape 01 : 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

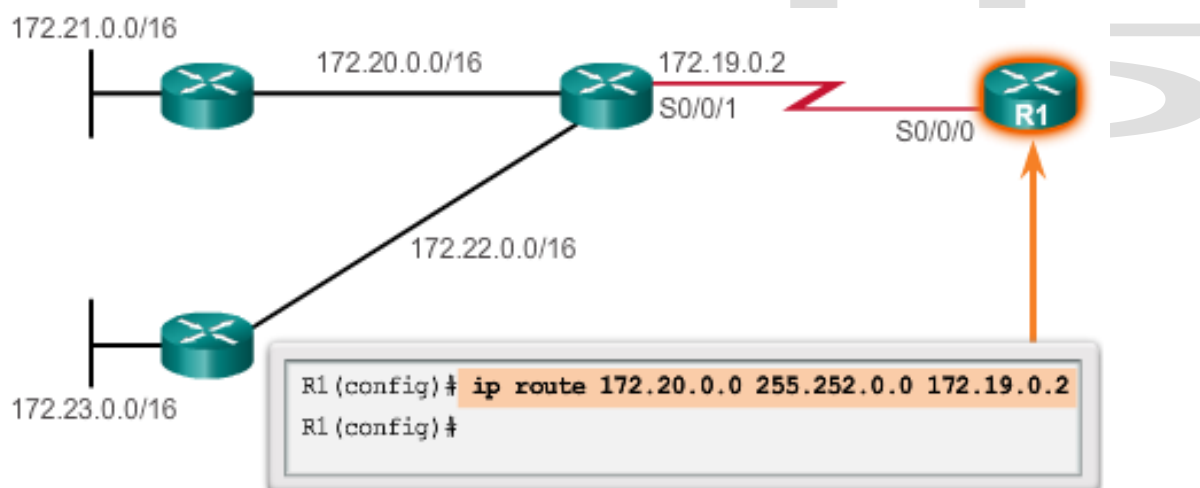
Etape 02 : Comptez le nombre de bits correspondants à gauche pour déterminer le masque.

Réponse : 14 bits correspondants = /14 ou 255.252.0.0

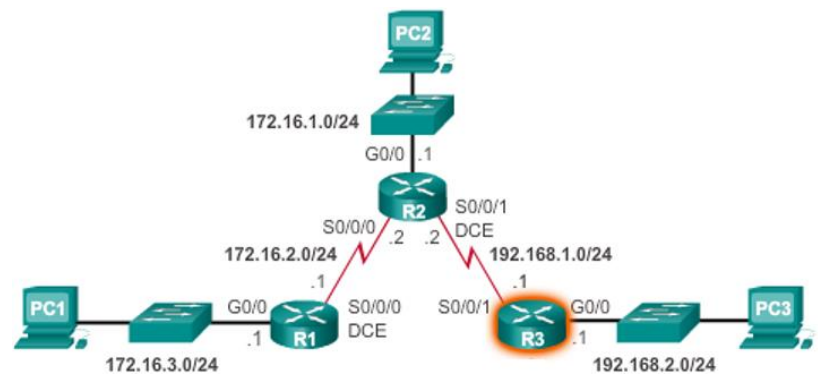
Etape 3 : copiez les bits correspondants, puis ajoutez les bits zéro pour déterminer l'adresse réseau récapitulée (préfixe).

10101100	. 00010100	. 00000000	. 00000000
Copier	Ajouter les bits 0		

Réponse : 172.20.0.0

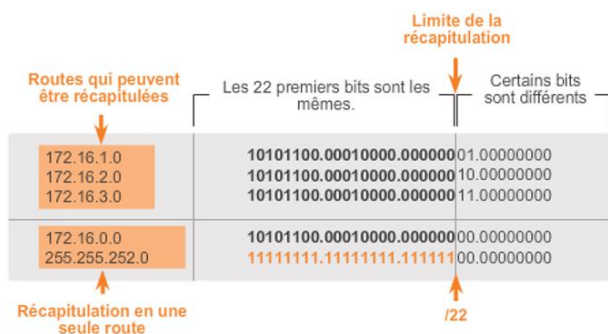


- Exemple de suppression des routes existantes et calcul de la nouvelle route statique récapitulative



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

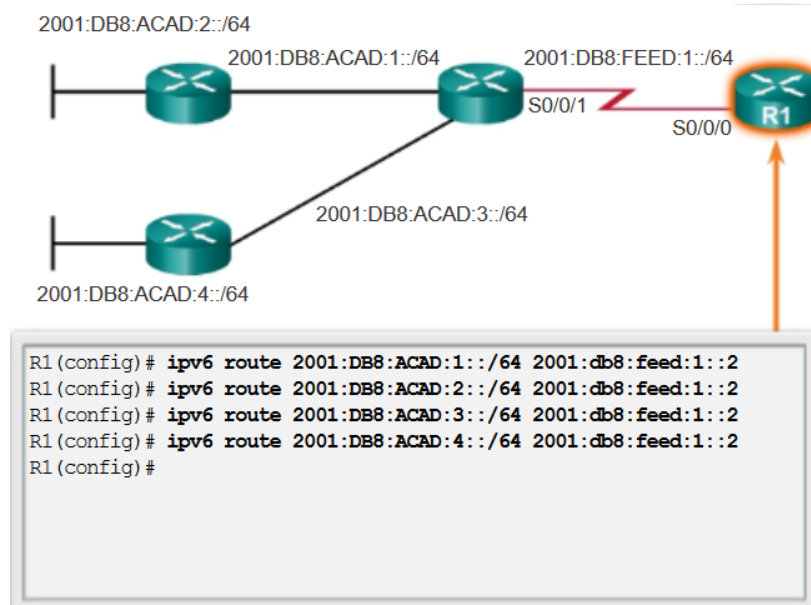
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S    172.16.1.0 [1/0] via 192.168.1.2
S    172.16.2.0 [1/0] via 192.168.1.2
S    172.16.3.0 [1/0] via 192.168.1.2
```



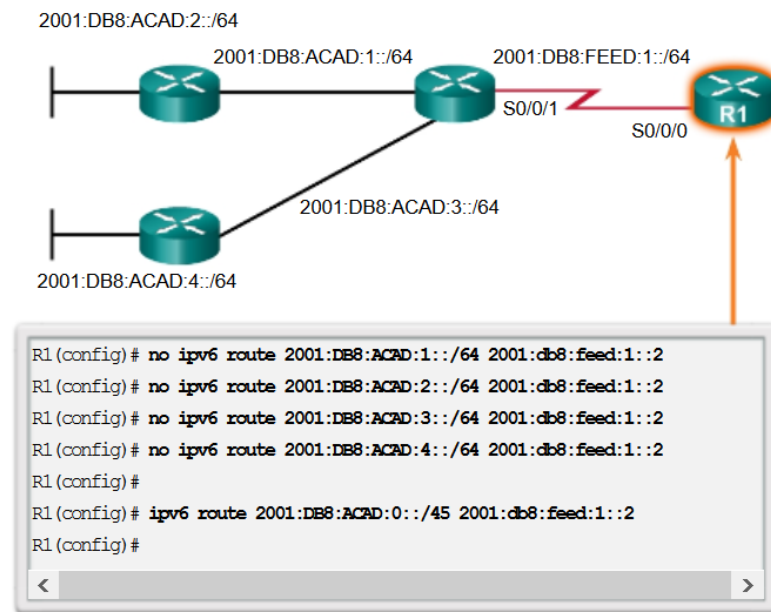
```
R3(config)# no ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.1.2
R3(config)# no ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 192.168.1.2
R3(config)# no ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 192.168.1.2
R3(config)# ip route 172.16.0.0 255.255.252.0 192.168.1.2
```

3.2. Récapitulation de routes IPv6

- La récapitulation des adresses IPv6 est réellement similaire à celle des adresses IPv4.
- Exemple : R1 dispose actuellement de quatre routes IPv6 statiques pour atteindre les réseaux 2001:DB8:ACAD:1::/64 à 2001:DB8:ACAD:4::/64.

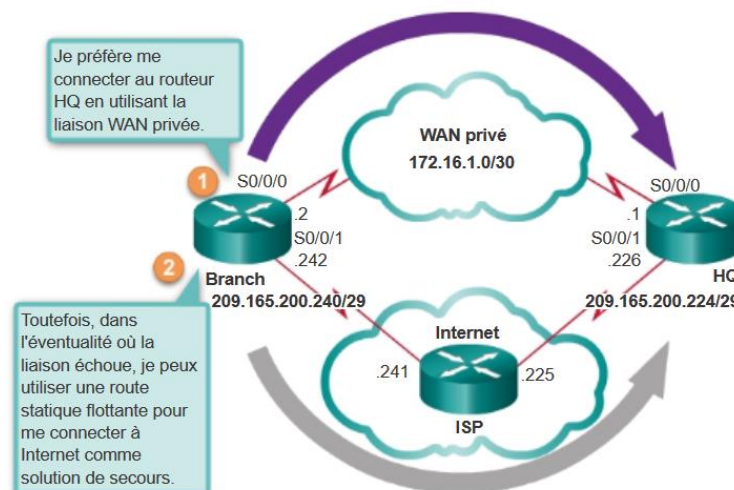


- Une fois la route récapitulative identifiée, remplacez les routes existantes par une route récapitulative unique.



3.3. Routes statiques flottantes

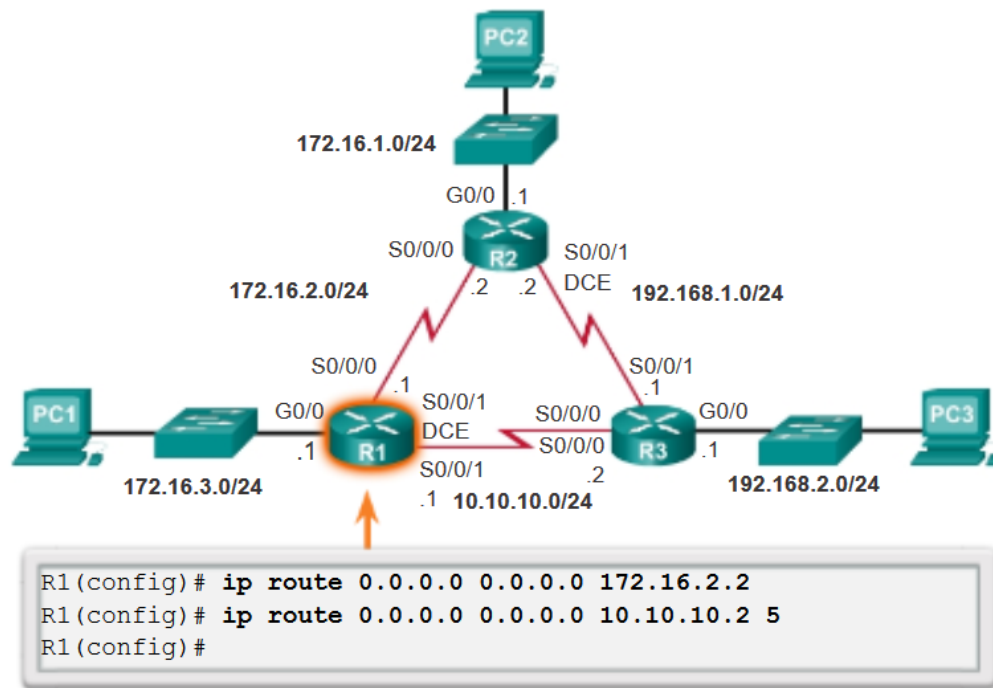
- Les routes statiques flottantes sont des routes statiques qui ont une **distance administrative supérieure** à la distance administrative d'une autre route statique ou de routes dynamiques.
- Elles sont très utiles comme routes de secours pour une liaison principale.



- Par défaut, les routes statiques ont une distance administrative égale à 1, ce qui les rend préférables aux routes acquises à partir des protocoles de routage dynamique.
- Voici les distances administratives par défaut de certains protocoles de routage dynamique :

Protocole	Distance administrative
EIGRP	90
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120

- La distance administrative d'une route statique peut être augmentée pour rendre la route moins souhaitable que celle d'une autre route statique ou d'une route apprise via un protocole de routage dynamique.
- Une route statique flottante peut être utilisée pour fournir une route de secours à plusieurs interfaces ou réseaux sur un routeur.
- Exemple** : configuration d'une route statique flottante IPv4 à R3



- Remarque** : les routes statiques flottantes IPv6 se configurent de la même manière que celles du IPv4.