



La Table de Routage: Examen détaillé



Protocoles de Routage et Concepts – Chapitre 8

Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™

Objectifs

- Décrire les différents types de routes présents dans la structure d'un table de routage.
- Décrire le processus de recherche dans la table de routage.
- Décrire le comportement du routage dans les réseaux routés.

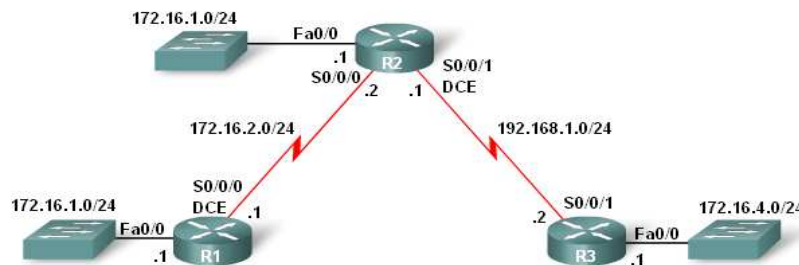
Introduction

- Thèmes du chapitre:
 - Structure de la table de routage.
 - Processus de recherche dans la table de routage.
 - Comportements de routage "classless" et "classful".

Structure de la Table de routage

- Topologie de réseau
- 3 routeurs configurés:
 - R1 et R2 partagent le réseau commun 172.16.0.0/16 avec les sous-réseaux 172.16.0.0/24.
 - R2 et R3 sont connectés par le réseau 192.168.1.0/24.
 - R3 a également le sous-réseau 172.16.4.0/24 qui est déconnecté ou non contigu avec le réseau 172.16.0.0 partagé par R1 R2

Configuration de départ



```
R1(config)#interface FastEthernet0/0
R1(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#interface Serial10/0/0
R1(config-if)#ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
R1(config-if)#clock rate 64000
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#end
R1#copy run start
```

```
R3(config)#interface FastEthernet0/0
R3(config-if)#ip address 172.16.4.1 255.255.255.0
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#interface Serial10/0/1
R3(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
R3(config-if)#clock rate 64000
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#end
R3#copy run start
```

Structure de la Table de routage

- Les entrées d'une table de routage ont les sources suivantes:
 - Réseaux directement connectés
 - Routes statiques
 - Protocoles de routage dynamique

Exemple de table de routage

```

Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile,
<output omitted>

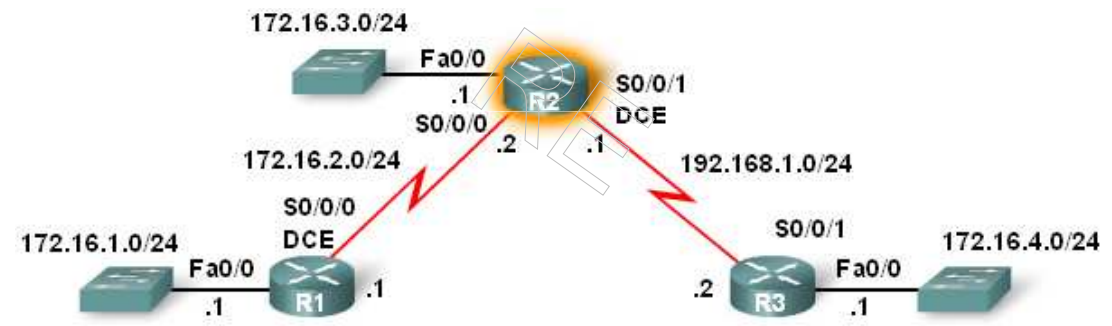
Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/24 is subnetted, 4 subnets
    S       172.16.4.0 is directly connected, Serial0/0/1
    R       172.16.1.0 [120/1] via 172.16.2.1, 00:00:08, Serial0/0/0
    C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
    C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0

    10.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
    S       10.1.0.0 is directly connected, Serial0/0/1
    C       192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
    S       192.168.100.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
Router#
  
```

Structure de la Table de routage

- Routes de premier niveau
- Dès que la commande `no shutdown` est entrée, la route est ajoutée à la table de routage

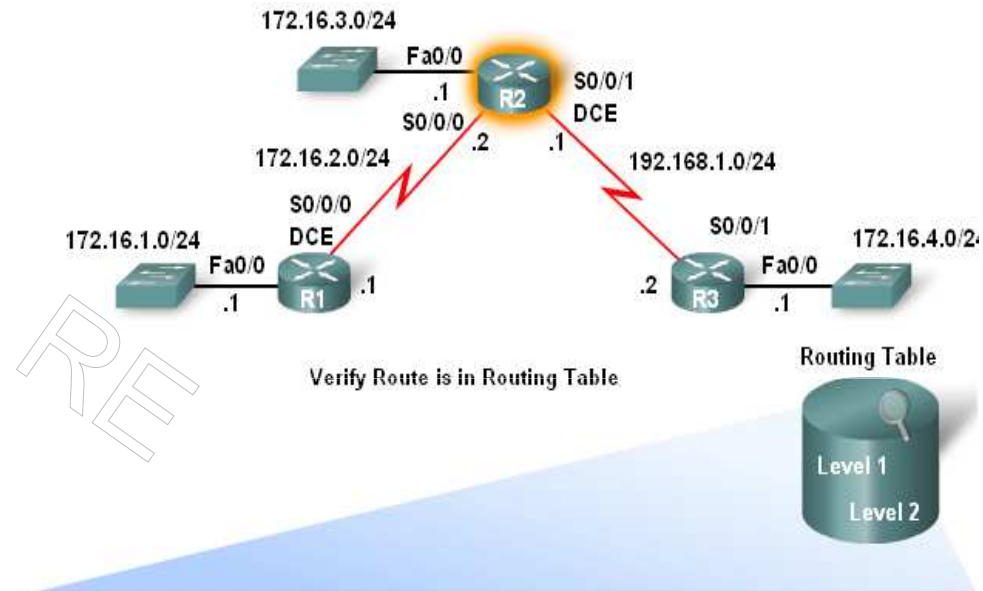


```

R2#debug ip routing
IP routing debugging is on
R2#conf t
R2(config)#interface serial 0/0/1
R2(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R2(config-if)#clock rate 64000
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#
00:11:06: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/0/1, changed state to up
R2(config-if)#
RT: add 192.168.1.0/24 via 0.0.0.0, connected metric [0/0]
RT: interface Serial 0/0/1 added to routing table
R2(config-if)#end
R2#undebug all
All possible debugging has been turned off
  
```

Structure de la Table de routage

- La table routage IP Cisco IP a une structure hiérarchique
- La raison en est un processus de recherche plus rapide



```

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

Gateway of last resort is not set

C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
    
```

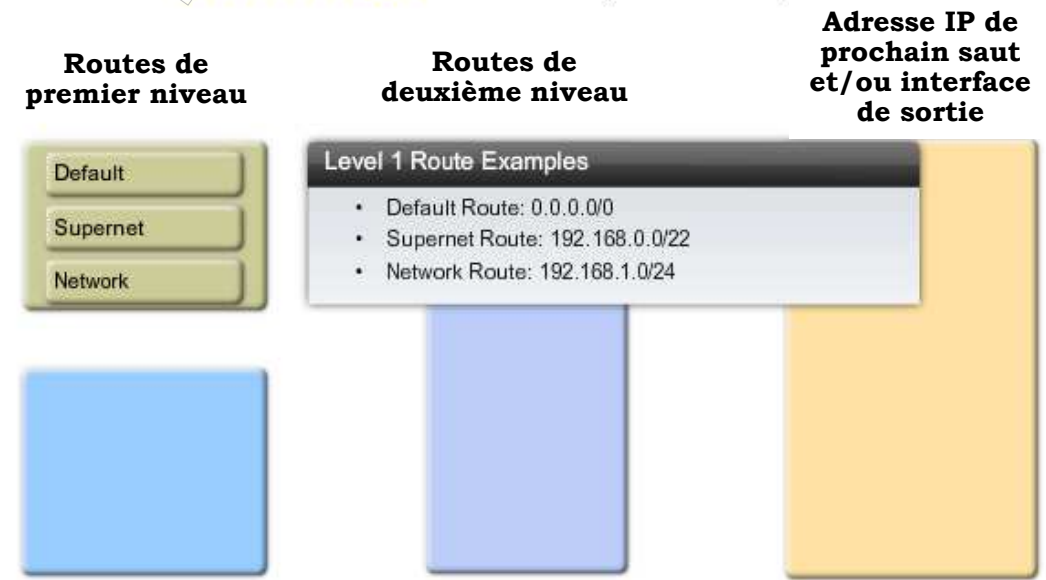
Structure de la Table de routage

- Routes de premier niveau:
 - Elles ont un masque égal ou plus petit que le masque classful de l'adresse du réseau
- Les routes de premier niveau peuvent être des:
 - Routes par défaut
 - Routes de Super-réseau
 - Routes de réseau

REF

Table de routage: Routes de premier niveau

```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
```



Structure de la Table de routage

- Routes de premier niveau:
 - Les routes finales peuvent être:
 - Une adresse de prochain saut
 - OU**
 - Une interface de sortie

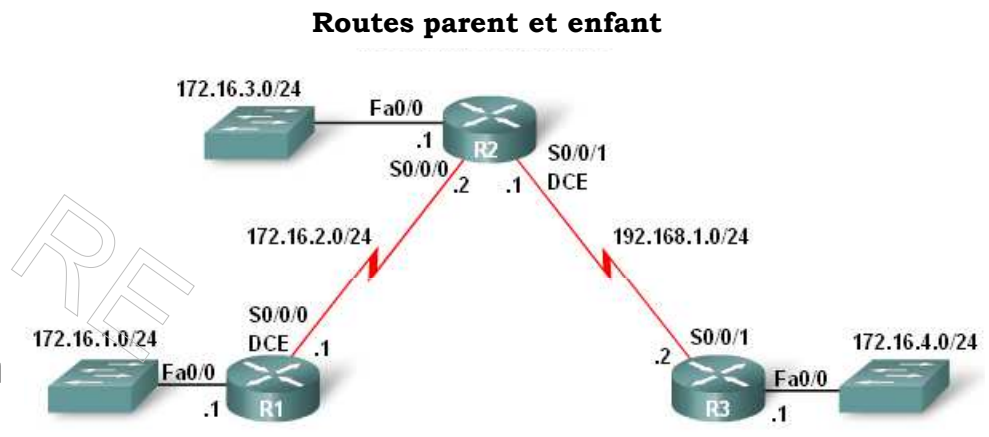
Table de routage: Routes de premier niveau

```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
```



Structure de la Table de routage

- Routes Parent et Enfant:
 - une route parent est une route **de premier niveau**
 - Une route parent ne **contient jamais** une adresse IP de prochain saut **ou** une information d'interface de sortie



Parent and Child Routes

```

R2(config)#interface fastethernet 0/0
R2(config-if)#ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#end
R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile,
<text omitted>

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets  Level 1 Parent Route
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R2#
    
```

Structure de la Table de routage

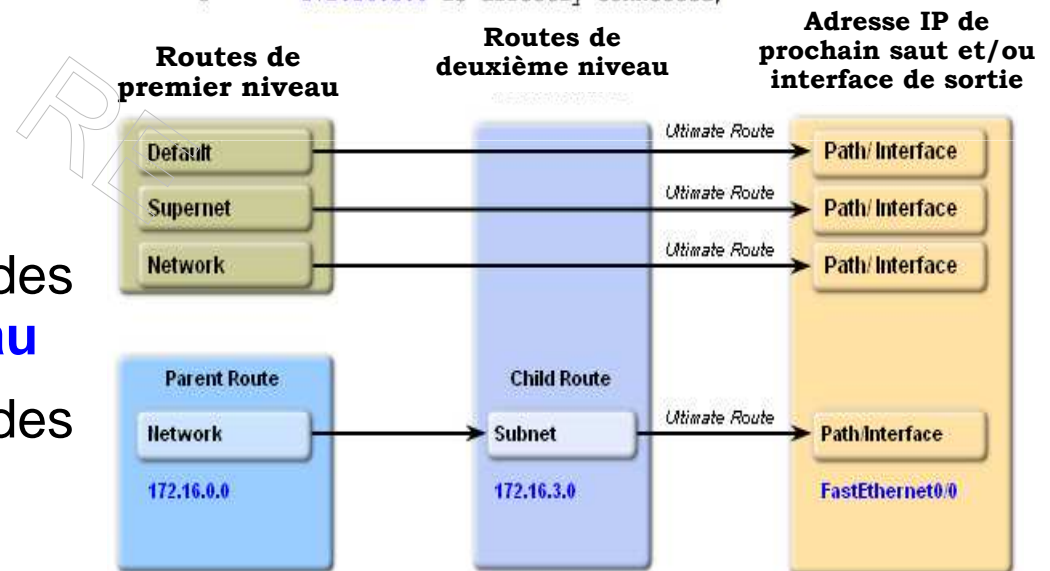
- Création automatique de routes parent:
 - Se produit chaque fois qu'un sous-réseau est ajouté dans la table de routage

- Routes enfant:
 - Les routes enfant sont des routes **deuxième niveau**
 - Les routes enfant sont des **sous-réseaux** d'une adresse de réseau classful

Table de routage: relation Parent/Enfant

```

172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
    
```

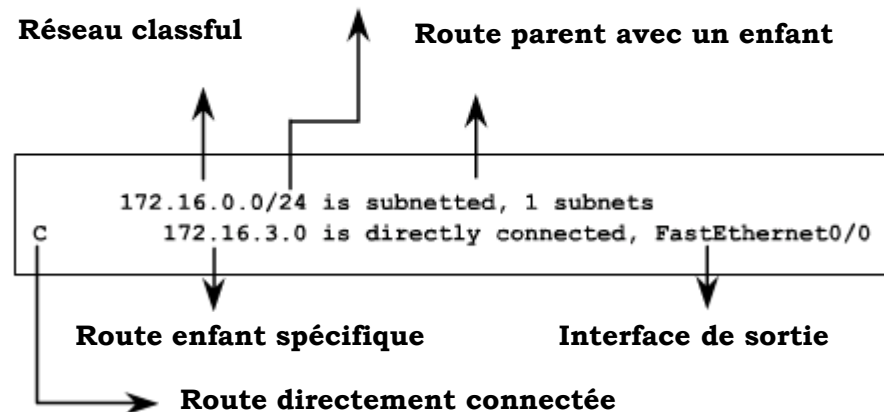


Structure de la Table de routage

- Les routes enfant de deuxième niveau contiennent la source de la route et l'adresse réseau de la route
- Les **routes enfant** de deuxième niveau sont également considérées comme des **routes finales**
 - *Raison:* Elles contiennent l'adresse de prochain saut et/ou l'interface de sortie

Détails route parent et enfant

Masque de sous-réseau de la route enfant



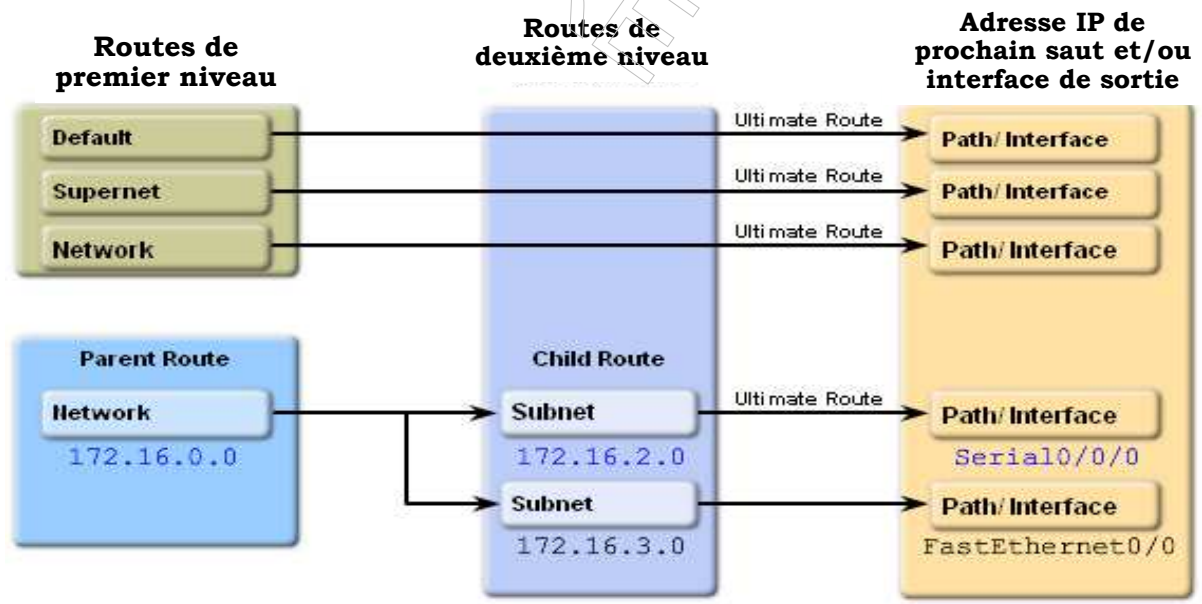
Structure de la Table de routage

- Les deux routes enfant ont le même masque de sous-réseau. Cela signifie que la route parent gère le masque (/24 dans ce cas)

Table de routage: relation Parent/Enfant

```

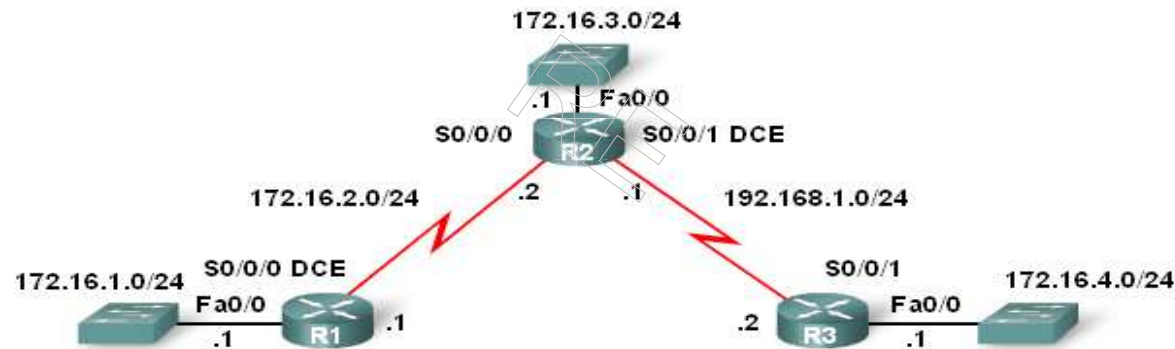
172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
  
```



Structure de la Table de routage

- Ce schéma illustre 2 réseaux enfant appartenant à la route parent 172.16.0.0 / 24:

Ajout d'une autre route enfant



```

R2(config)#interface serial 0/0/0
R2(config-if)#ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#end
R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile,
<text omitted>

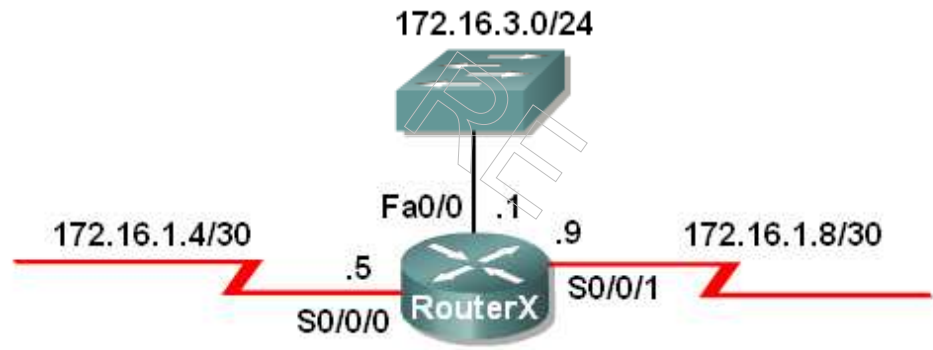
Gateway of last resort is not set:

  172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets    Level 1 Parent Route
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R2#
    
```

Structure de la Table de routage

- Dans les réseaux classless, les routes enfant ne doivent pas partager le même masque de sous-réseau.

Routes Parent et Enfant avec VLSM



Routes Parent et Enfant avec VLSM

```

RouterX#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
<output omitted>

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C    172.16.1.4/30 is directly connected, Serial10/0/0
C    172.16.1.8/30 is directly connected, Serial10/0/1
C    172.16.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
RouterX#
    
```

Route Parent premier niveau

Routes Enfant deuxième niveau

Structure de la Table de routage

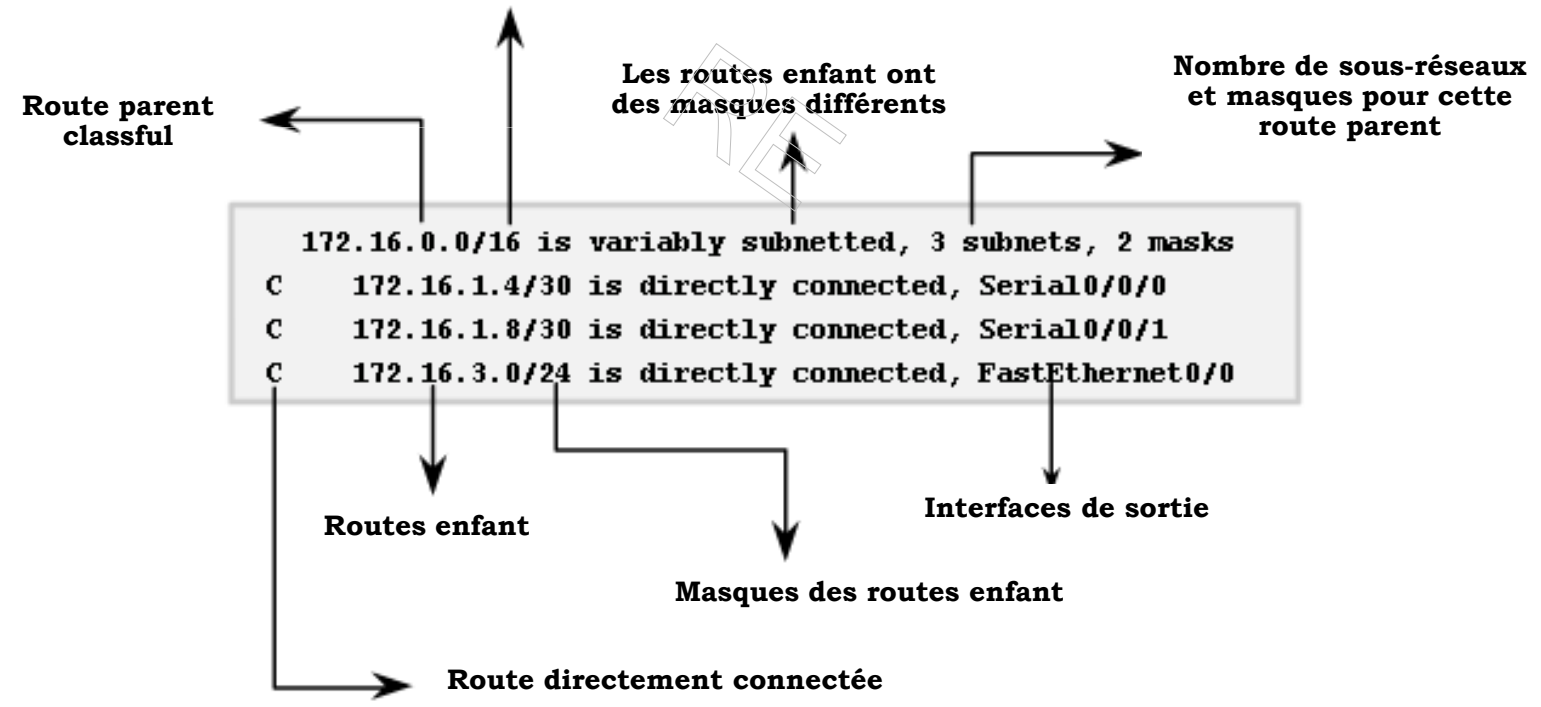
- Routes Parent & Enfant: Réseaux Classless

Type de réseau	Le masque classful de la route parent est affiché	Le terme variably subnetted est vu dans la route parent	Le nombre de masques différents est inclus	le masque de sous-réseau est inclus dans chaque route enfant
Classful	Non	Non	Non	Non
Classless	Oui	Oui	Oui	Oui

Structure de la Table de routage

- Routes Parent & Enfant: Réseaux Classless

Détails route parent et enfant dans un environnement Classless
 Masque de sous-réseau Classful



Processus de recherche dans la Table de Routage

- Le processus de recherche de route
 - **Examen des routes de premier niveau:**
 - Si la route correspond à une route finale de premier niveau et qu'elle n'est pas une route parent, cette route est utilisée pour acheminer le paquet
 - **Examine des routes enfants:**
 - Si il y a une correspondance avec une route enfant alors ce sous-réseau est utilisé pour acheminer le paquet
 - S'il n'y aucune correspondance lors déterminer le comportement de routage
 - **Le Routeur détermine le comportement de routage classful ou classless:**
 - Si c'est classful alors le paquet est éliminé
 - Si c'est classless alors le routeur recherche des routes de super-réseau ou des routes par défaut
 - s'il existe une route de super-réseau ou une route par défaut qui correspond alors le paquet est acheminé sinon il est éliminé

Processus de recherche dans la Table de Routage

- Correspondance la plus longue: Routes de réseau de premier niveau:
 - La meilleure correspondance est également connue la correspondance la plus longue
 - La **meilleure correspondance** est celle qui donne le **plus grand nombre de bits à gauche** dans la correspondance l'adresse IP de destination et la route dans la table de routage

La correspondance la plus longue est la route préférée

IP Packet Destination	172.16.0.10	10101100.00010000.00000000.00001010
Route 1	172.16.0.0/12	10101100.00010000.00000000.00000000
Route 2	172.16.0.0/18	10101100.00010000.00000000.00000000
Route 3	172.16.0.0/26	10101100.00010000.00000000.00000000

Correspondance la plus longue vers la destination



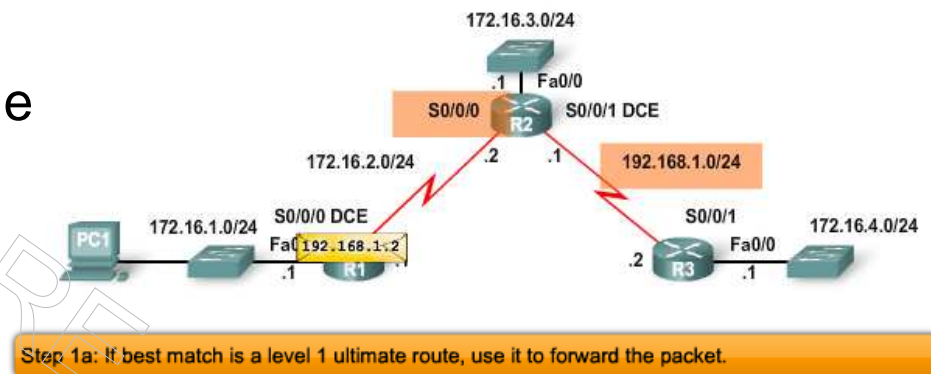
Processus de recherche dans la Table de Routage

- Trouver le masque ce réseau utilisé pour déterminer la correspondance la plus longue

▪ Scénario:

- PC1 "ping" 192.168.1.2
- Le routeur examine la route de premier niveau pour la meilleure correspondance
- Il y correspondance entre 192.168.1.2 et 192.168.1.0 / 24
- Le routeur achemine les paquets sur s0/0/0

Exemple: Route finale de premier niveau



```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B -
BGP
(**output omitted**)

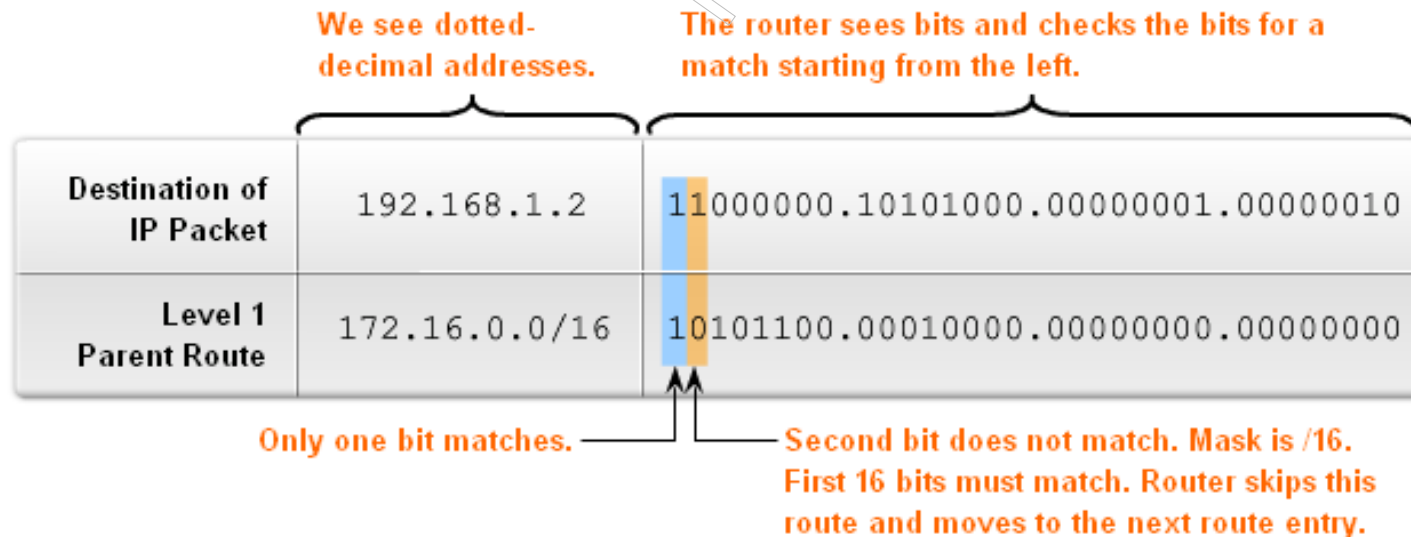
Gateway of last resort is not set

  172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
R    172.16.3.0 [120/1] via 172.16.2.2, 00:00:25, Serial10/0/0
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, 00:00:25, Serial10/0/0
  
```

Processus de recherche dans la Table de Routage

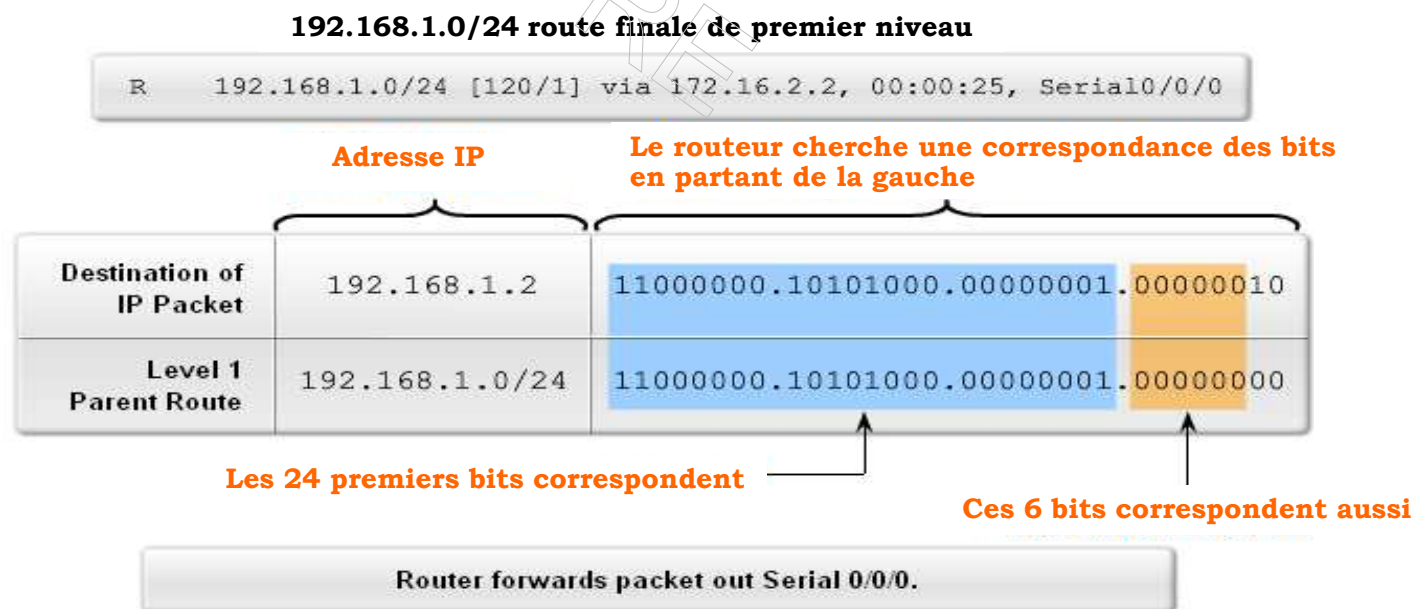
- Le processus de correspondance:
 - Il doit y avoir une correspondance entre la route parent et l'adresse IP de destination
 - Si une correspondance est trouvée alors une tentative pour trouver une correspondance entre l'adresse IP destination et la route enfant est faite.

172.16.0.0/16 Level 1 Parent Route



Processus de recherche dans la Table de Routage

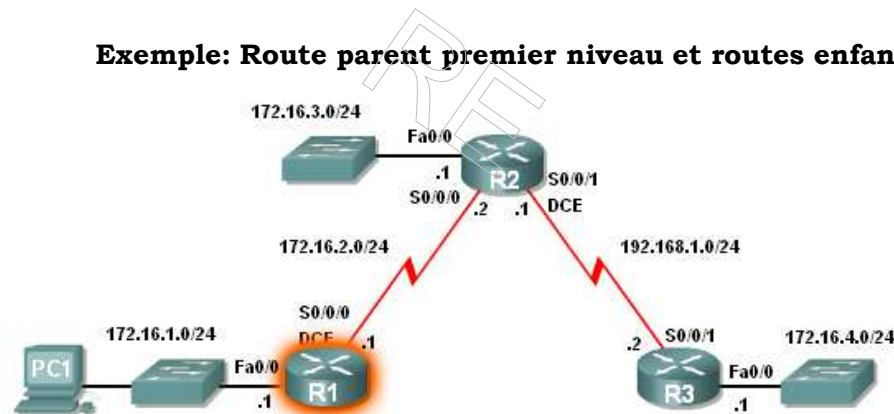
- Trouver une correspondance entre l'adresse IP de destination du paquet et la prochaine route dans la table de routage:
 - La figure montre une correspondance entre l'adresse IP de destination 192.168.1.2 et la route de premier niveau 192.168.1.0 / 24. Le paquet sera acheminé sur s0/0/0.



Processus de recherche dans la Table de Routage

- Routes parent et routes enfant
- Avant que les routes enfant soient examinées
 - Il doit y avoir une correspondance entre la route parent classful et l'adresse IP de destination

Exemple: Route parent premier niveau et routes enfant



```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B -
BGP
      <output omitted>

Gateway of last resort is not set

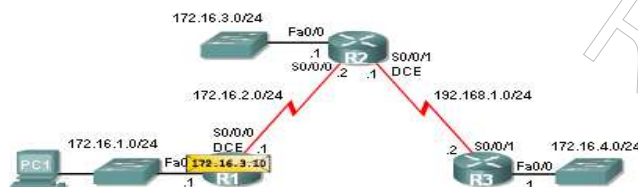
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
  C   172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
  C   172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
  R   172.16.3.0 [120/1] via 172.16.2.2, 00:00:25, Serial0/0/0
  R   192.168.1.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, 00:00:25, Serial0/0/0
    
```

**Level 1 Parent Route
"Header" for Child Routes**

Processus de recherche dans la Table de Routage

- Après la correspondance trouvée avec la route parent, les routes enfant sont examinées
 - Le processus de recherche de route cherche les routes enfant avec l'adresse IP destination

Exemple: Route parent premier niveau et routes enfant



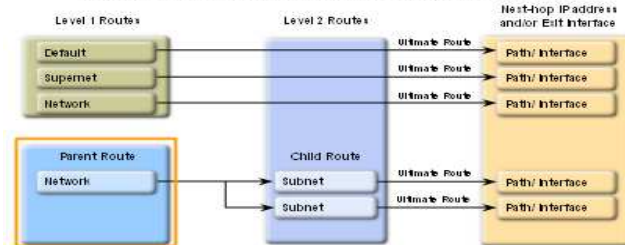
```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, I
       <output omitted>

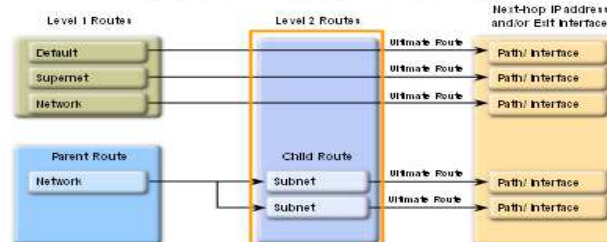
Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C       172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
R       172.16.3.0 [120/1] via 172.16.2.2, 00:00:25, Serial0/0/0
R       192.168.1.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, 00:00:25, Serial0/0/0
    
```

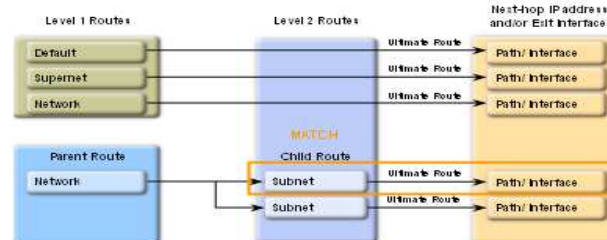
Step 1b: If the best match is a level 1 parent route, proceed to Step 2.



Step 2: Child routes are examined for a best match.



Step 2a: Match! Use this subnet to forward the packet.



Processus de recherche dans la Table de Routage

- Comment un routeur trouve une correspondance avec une des routes enfant:
 - Le routeur examine d'abord les routes parent. Si une correspondance existe alors:
 - Les routes enfant sont examinées
 - La route enfant avec la correspondance la plus longue est choisie

Exemple: Route parent premier niveau et routes enfant

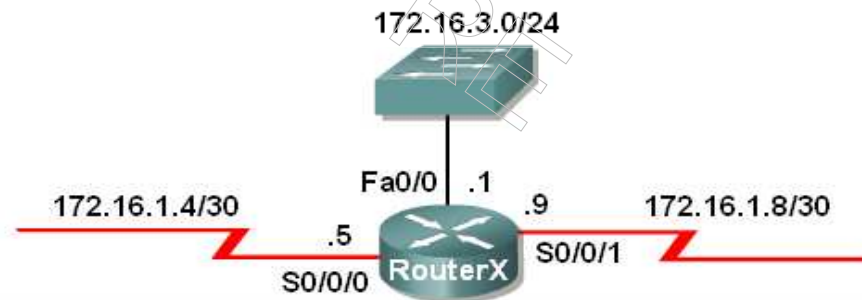
Destination of IP Packet	172.16.3.10	10101100 00010000 00000011 00001010
Level 1 Parent Route	172.16.0.0/16	10101100 00010000 00000000 00000000
Level 2 Child Route	172.16.1.0/24	10101100 00010000 00000001 00000000
Level 2 Child Route	172.16.2.0/24	10101100 00010000 00000010 00000000
Level 2 Child Route	172.16.3.0/24	10101100 00010000 00000011 00000000

Les 24 premiers bits correspondent

Processus de recherche dans la Table de Routage

- Exemple – Processus de recherche de route avec VLSM:
 - L'utilisation du VLSM ne change pas le processus de recherche
 - S'il y correspondance entre l'adresse IP destination et la route parent alors les routes enfant sont recherchées

Processus de recherche de route avec VLSM



```
RouterX#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
<output omitted>

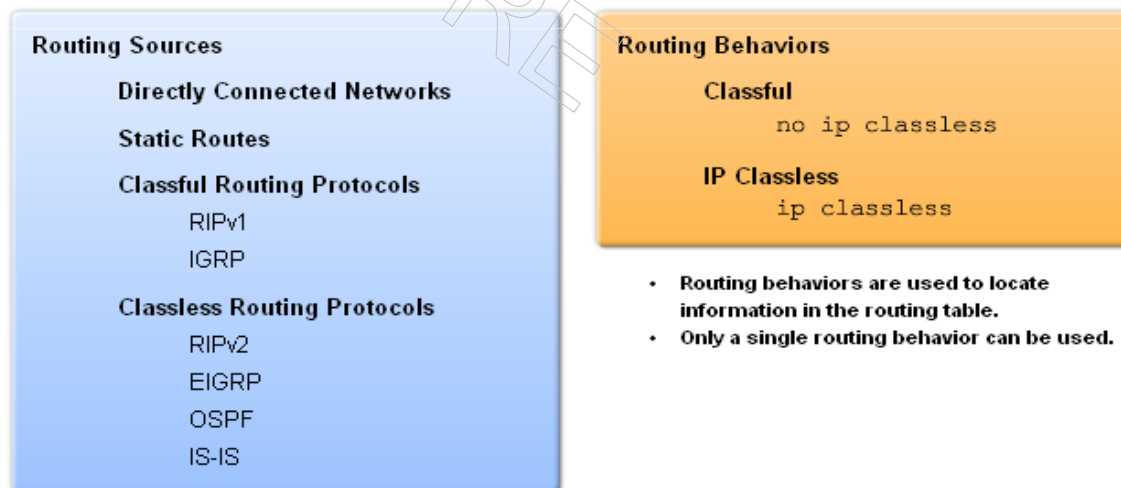
Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks Level 1 Parent Route
C    172.16.1.4/30 is directly connected, Serial10/0/0
C    172.16.1.8/30 is directly connected, Serial10/0/1
C    172.16.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
RouterX#
```

Comportement de Routage

- **Protocoles de routage** classful & classless:
 - Influence la manière avec les tables de routage sont **remplies**
- **Comportements de routage:** classful & classless
 - Déterminent comment la **recherche** est faite dans la table de routage

Protocoles de routage et comportement de routage



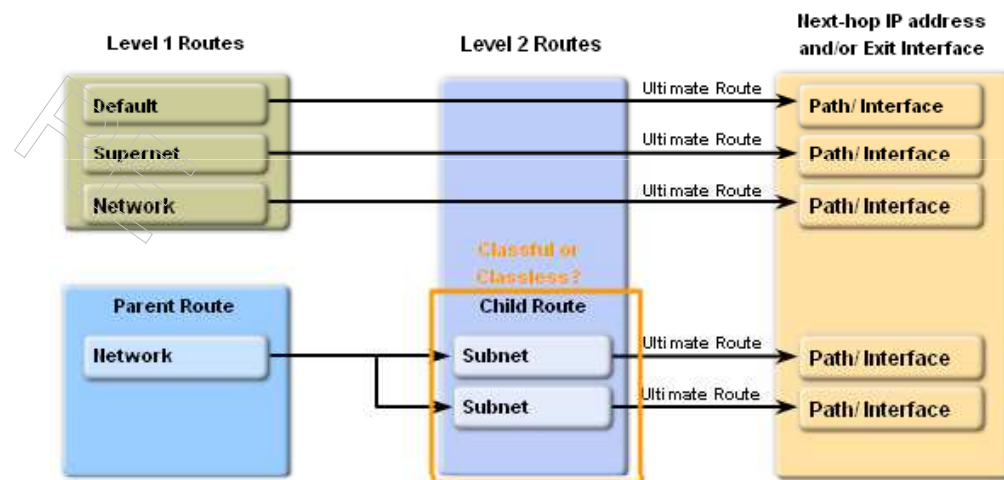
- **Routing sources (including protocols) are used to build the routing table.**
- **Multiple sources and routing protocols can be used.**

- **Routing behaviors are used to locate information in the routing table.**
- **Only a single routing behavior can be used.**

Comportement de Routage

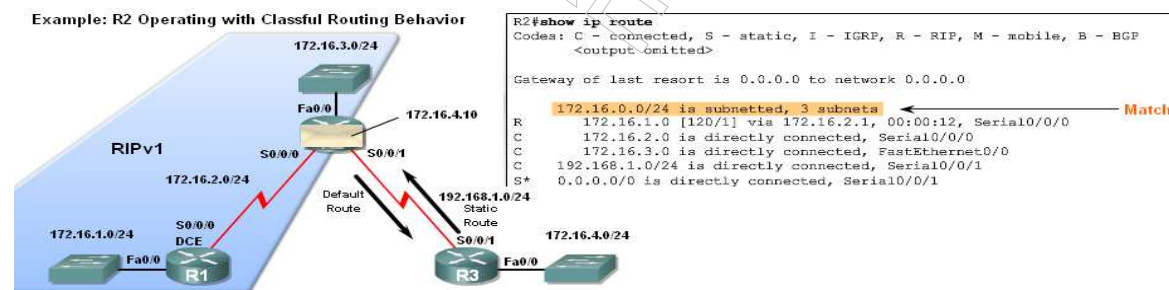
- Comportement de routage Classful: no ip classless
- Que se passe-t-il s'il n'y a pas de correspondance avec une route enfant ou une route parent?
 - Le routeur doit savoir si le comportement de routage est classless ou classful
 - Si le routeur a un **comportement de routage classful** alors le processus est terminé et le **paquet est éliminé.**

Processus de recherche dans la table de routage
Comportement de routage classful: paquet éliminé



Comportement de Routage

- Comportement de routage Classful – Processus de recherche
- Un exemple de comportement de routage classful avec élimination de paquet par le routeur
 - Le masque du de destination est /24 et aucune des bits les plus à gauche des routes enfant correspondent aux premiers 24 bits. Cela signifie que le paquet est éliminé.



Example: Level 1 Parent Route and Level 2 Child Routes
Destination matches the parent route. R2 will now check the child routes.

22nd bit does not match. First 24 bits must match. Router skips this route and moves to the next route entry.

Destination of IP Packet	IP Address	Binary Representation
Destination of IP Packet	172.16.4.10	10101100.00010000.00000100.00001010
Level 1 Parent Route	172.16.0.0/16	10101100.00010000.00000000.00000000
Level 2 Child Route	172.16.1.0/24	10101100.00010000.00000001.00000000
Level 2 Child Route	172.16.2.0/24	10101100.00010000.00000010.00000000
Level 2 Child Route	172.16.3.0/24	10101100.00010000.00000011.00000000

First 21 bits match.

Comportement de Routage

- Comportement de routage Classful – Processus de recherche
- Raison pour laquelle le routeur ne recherche pas au-delà de des routes enfant:
 - A l'origine les réseaux étaient classful
 - Cela signifie qu'une organisation peut diviser un réseau principal en sous-réseau et configurer tous les routeurs en fonction de ce découpage en sous-réseaux.
 - Par conséquent, si le sous-réseau n'est pas dans la table de routage, le sous-réseau n'existe pas et la paquet est éliminé.

Comportement de Routage

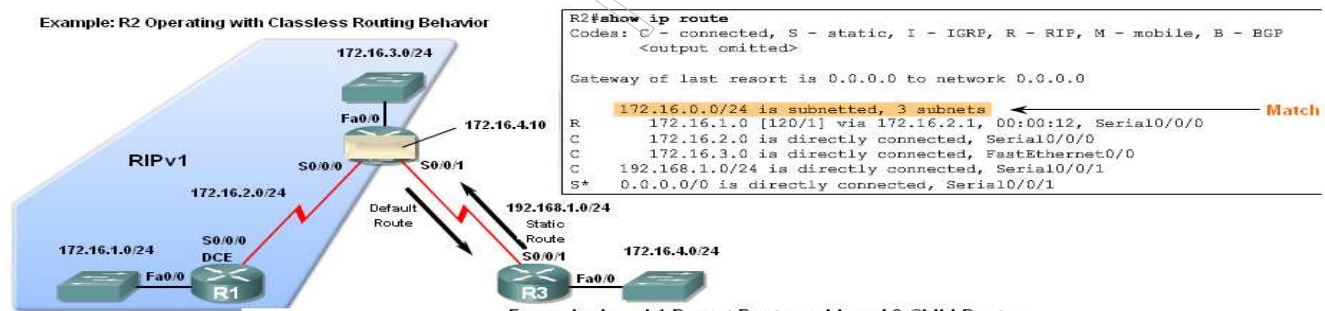
- Comportement de routage classless: ip classless
- **Débute avec l'IOS 11.3**, ip classless est configuré par défaut
- **Le comportement de routage Classless** fonctionne pour :
 - Des réseaux non contigus
 - Des super-réseaux CIDR

Comportement de Routage

- Comportement de routage classless: ip classless
- Processus de recherche de route avec ip classless:
 - Si le **comportement de routage classless** est effectif alors:
 - Recherche de routes de premier niveau
 - Les routes de super-réseaux sont vérifiées en premier
 - Si une correspondance existe alors le paquet est acheminé
 - Les routes par défaut sont vérifiées en second
 - S'il n'y a aucune correspondance ou pas de route par défaut alors le paquet est éliminé

Comportement de Routage

- Comportement de routage classless – Processus de recherche
- Le routeur débute le processus de recherche en cherchant une correspondance entre l'adresse IP destination et une route parent
 - Après avoir trouvé la correspondance mentionnée ci-dessus, il y a recherche d'une route enfant



Example: Level 1 Parent Route and Level 2 Child Routes
 Destination matches the parent route. R2 will now check the child routes.

22nd bit does not match. First 24 bits must match. Router skips this route and moves to the next route entry.

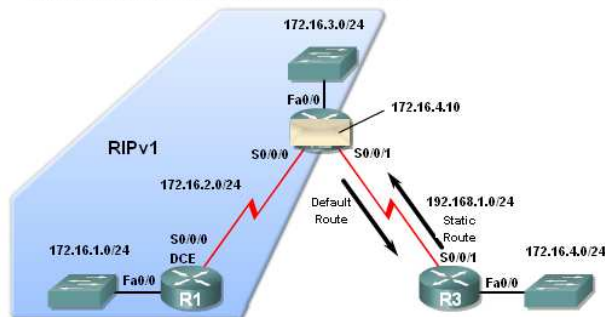
Destination of IP Packet	172.16.4.10	10101100.00010000.00000100.000001010
Level 1 Parent Route	172.16.0.0/16	10101100.00010000.00000000.00000000
Level 2 Child Route	172.16.1.0/24	10101100.00010000.00000001.00000000
Level 2 Child Route	172.16.2.0/24	10101100.00010000.00000010.00000000
Level 2 Child Route	172.16.3.0/24	10101100.00010000.00000011.00000000

First 21 bits match.

Comportement de Routage

- Comportement de routage classless – Processus de recherche
- Si aucune correspondance avec des routes enfant n'est trouvée alors:
 - Routeur continue à chercher une correspondance qui a moins de bits dans la table de routage.

Example: R2 Operating with Classless Routing Behavior



Destination of IP Packet	172.16.4.10	10101100.00010000.00000100.00001010
Level 1 Network Route	192.168.1.0/24	11000000.10101000.00000001.00000000
Level 1 Default Route	0.0.0.0/0	00000000.00000000.00000000.00000000

Only the first bit matches. Second bit does NOT match. Router skips this route and moves to the next route entry.

A /0 mask means that no bits have to match to use the default route. R2 uses the default route and forwards the packet.

Destination of IP Packet	172.16.4.10	10101100.00010000.00000100.00001010
Level 1 Network Route	192.168.1.0/24	11000000.10101000.00000001.00000000
Level 1 Default Route	0.0.0.0/0	00000000.00000000.00000000.00000000

```
R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile,
       <output omitted>

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

    172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
R   172.16.1.0 [120/1] via 172.16.2.1, 00:00:12, Serial0/0/0
C   172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C   172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C   192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
S*  0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/1
```

Match
No Match
No Match
No Match
No Match
Use Default

The default route IS used. R2 forwards packet to R3.

Comportement de Routage

- **Comportement de routage Classful opposé à Classless :**
 - Il est recommandé d'utiliser un comportement de routage classless
 - *Raison:* des super-réseaux et des routes par défaut peuvent être utilisées chaque fois que cela est nécessaire.

REF

Résumé

- Contenu / structure d'une table de routage:
- Entrées de table de routage:
 - Réseaux directement connectés
 - Route statique
 - Protocoles de routage dynamique
- Les tables de routage sont hiérarchiques:
 - Route de premier niveau:
 - Elle a un masque de sous-réseau qui plus petit ou égal au masque de sous-réseau classful de l'adresse de réseau.
 - Route de deuxième niveau:
 - Ce sont les sous-réseaux d'une adresse réseau.

Résumé

- Processus de recherche dans la table de routage:
 - **Examen de route de premier niveau:**
 - Débute par l'examen des routes de premier niveau pour la meilleure correspondance avec l'adresse IP du paquet destination. Si la meilleure correspondance est égale à une route finale alors le paquet est acheminé sinon...
 - La route parent est examinée. Si la route parent et l'adresse IP de destination correspondent alors les routes enfants sont examinées.
 - **Examen de route de deuxième niveau:**
 - Si une correspondance existe entre l'adresse IP destination et la route enfant alors le paquet est acheminé sinon...
 - Si le routeur a un comportement de routage classful alors le paquet est éliminé sinon...
 - Si routeur a un comportement de routage classless alors le routeur cherche un super-réseau de premier niveau ou de routes par défaut pour une correspondance. Si une correspondance est trouvée alors le paquet est acheminé sinon...
 - Le paquet est éliminé.

Résumé

- Comportement de routage:
 - Cela fait référence à la méthode de recherche dans la table de routage
- Comportement de routage Classful:
 - Cela est indiqué par la commande `no ip classless`.
 - Le routeur ne va pas chercher au-delà des routes enfant ou une correspondance avec moins de bits.
- Comportement de routage Classless:
 - Cela est indiqué par la commande `ip classless`.
 - Le routeur va chercher au-delà des routes enfant ou une correspondance avec moins de bits.

