



4^e partie : **Communication entre** **les réseaux**

Modules 8 - 10





Module 8 : Couche réseau



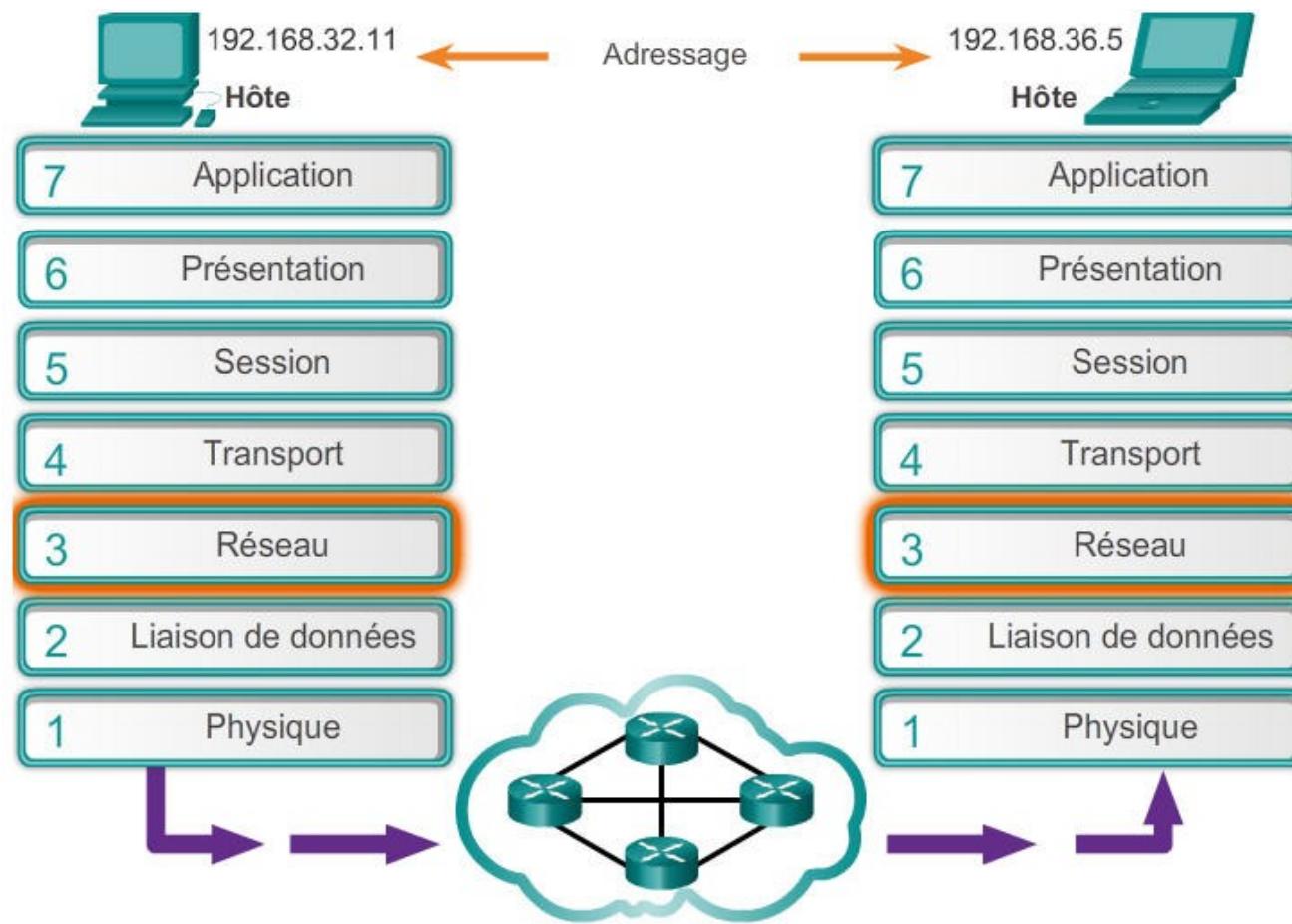
Initiation aux réseaux

Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™



Les protocoles de couche réseau

Couche réseau de la communication



Les protocoles de couche réseau transfèrent les unités de données de protocole de la couche transport entre les hôtes.



Caractéristiques du protocole IP

IP – Sans connexion

IP est Sans connexion

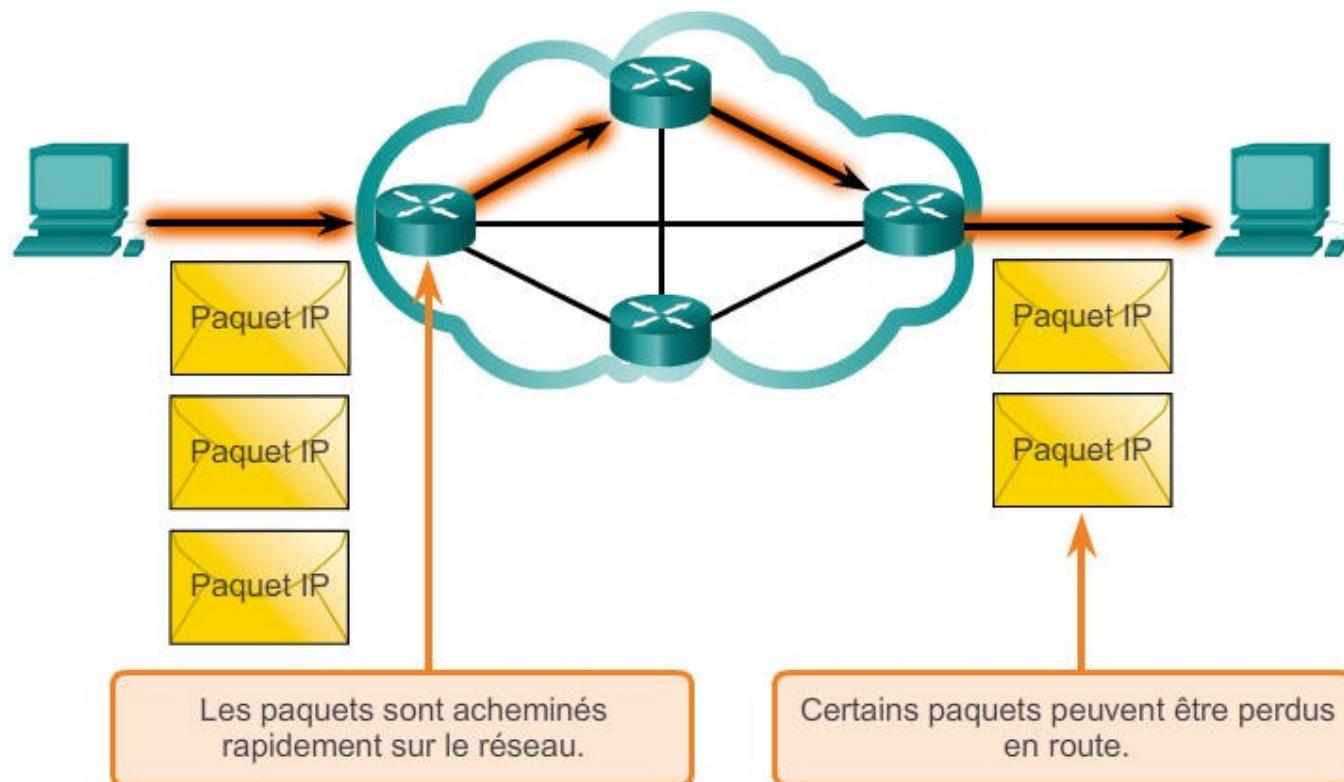
- L'IP n'établit pas de connexion avec la destination avant d'envoyer le paquet.
- Aucune information de contrôle n'est nécessaire (synchronisations, accusés de réception, etc.).
- La destination recevra le paquet à son arrivée, mais aucune pré-notification n'est envoyée par IP.
- S'il y a un besoin de trafic orienté de connexion, un autre protocole s'en chargera (typiquement TCP au niveau de la couche de transport).





Caractéristiques du protocole IP

IP – Acheminement au mieux

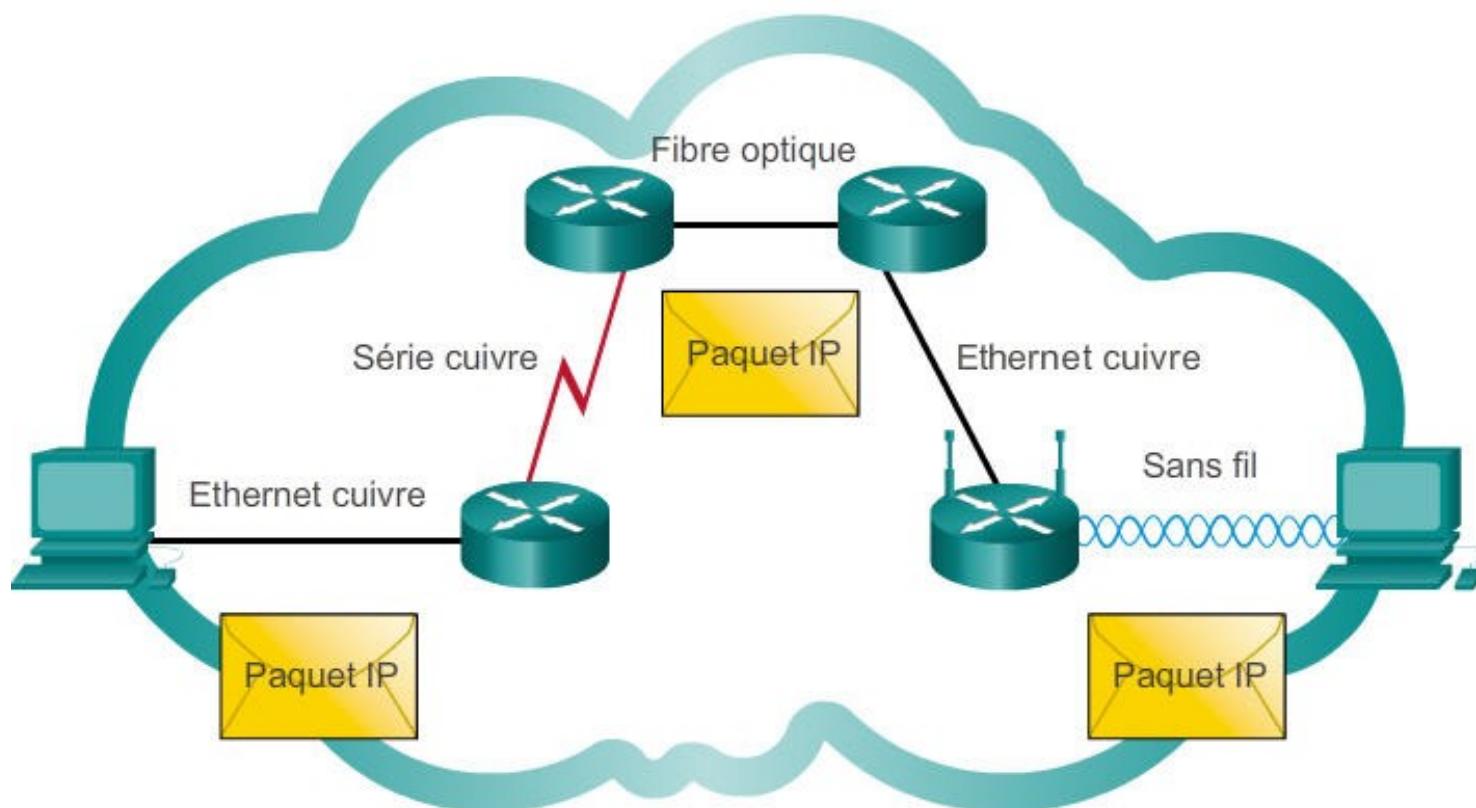


En tant que protocole de couche réseau peu fiable, le protocole IP ne garantit pas que tous les paquets envoyés seront reçus. D'autres protocoles gèrent le processus de suivi des paquets et garantissent leur livraison.



Caractéristiques du protocole IP

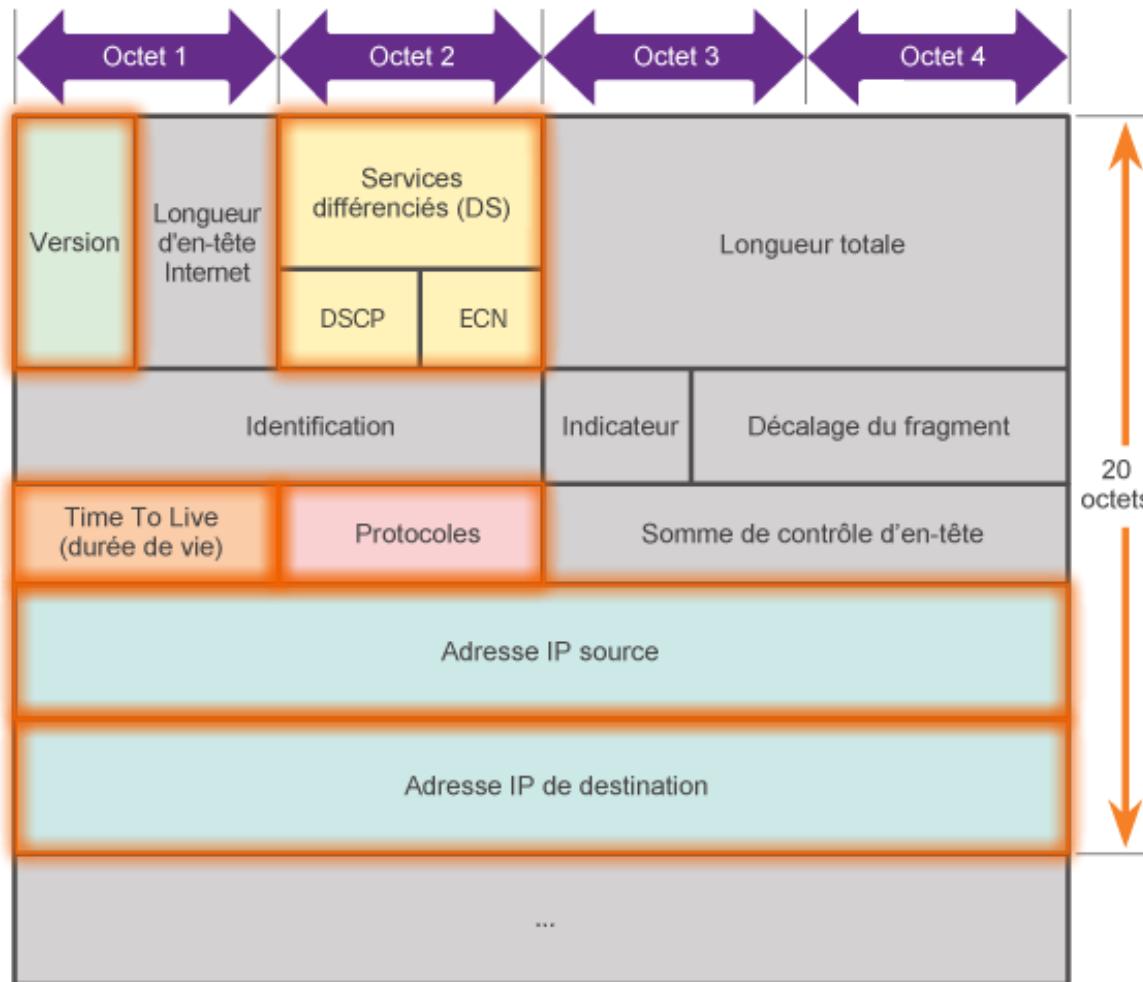
Indépendance vis-à-vis des supports





Paquet IPv4

En-tête de paquet IPv4



- Version = 0100
- DS = priorité du paquet
- TTL = limite la durée de vie du paquet
- Protocole = protocole de la couche supérieure tel que TCP
- Adresse IP source = source du paquet
- Adresse IP de destination = destination du paquet



Paquet IPv6

En-tête IPv6

En-tête IPv4

Version	IHL	Type de service	Longueur totale
Identification		Indicateurs	Décalage du fragment
Time To Live (durée de vie)		Protocole	Somme de contrôle d'en-tête
Adresse source			
Adresse de destination			
Options		Remplissage	

Légende

- Noms des champs conservés de IPv4 à IPv6
- Nom et position modifiés dans IPv6
- Champs non conservés dans IPv6

En-tête IPv6

Version	Classe de trafic	Étiquetage de flux
Longueur des données utiles		En-tête suivant
Limite de nombre de sauts		
Adresse IP source		
Adresse IP de destination		

Légende

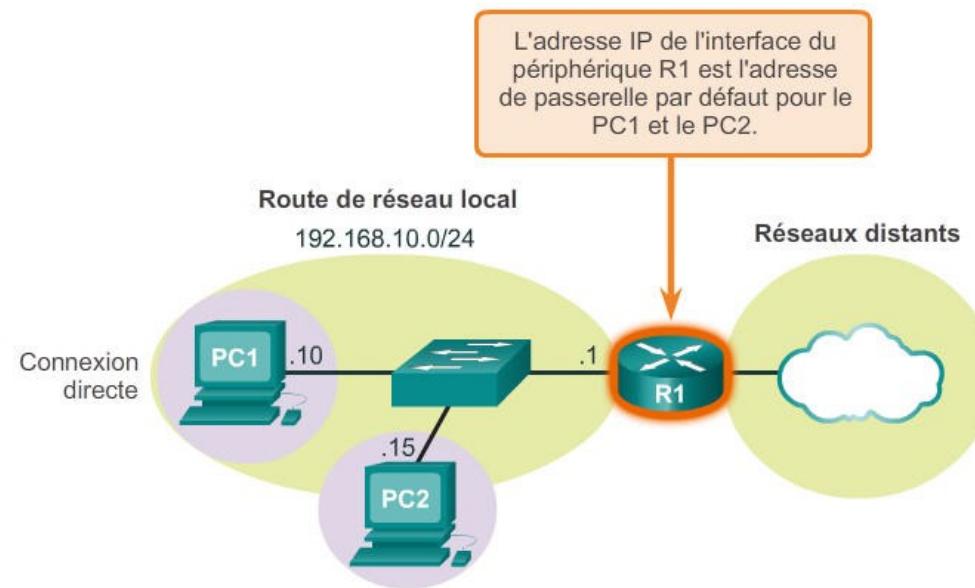
- Noms des champs conservés de IPv4 à IPv6
- Nom et position modifiés dans IPv6
- Nouveau champ dans IPv6



Tables de routage des hôtes

Décisions relatives à la transmission des paquets

- Les paquets sont toujours créés à la source.
- Chaque unité hôte crée sa propre table de routage.
- Un hôte peut envoyer des paquets aux éléments suivants :
 - Lui-même — 127.0.0.1 (IPv4), ::1 (IPv6)
 - Hôtes locaux — la destination se trouve sur le même réseau local
 - Hôtes distants : les périphériques ne sont pas sur le même réseau local





Tables de routage des hôtes

La passerelle par défaut

Les hôtes ont également besoin d'une table de routage locale pour s'assurer que les paquets de couche réseau sont dirigés vers le réseau de destination correct. La table locale de l'hôte contient généralement :

- Connexion directe
- Route de réseau local
- Route par défaut locale



Routage

Tables de routage des hôtes

```
C:\>route print
=====
Interface List
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ... .... Broadcom NetXtreme 57xx Gigabit Controller - Packet Scheduler Miniport
0x3 ... .... Bluetooth PAN Network Adapter - Packet Scheduler Miniport
0x4 ... .... VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter - Packet Scheduler Miniport
=====
=====
Active Routes:
Network Destination     Netmask      Gateway       Interface Metric
          0.0.0.0     0.0.0.0  192.168.100.254  192.168.100.123    20
        127.0.0.0   255.0.0.0  127.0.0.1    127.0.0.1       1
      169.254.0.0   255.255.0.0  192.168.100.123  192.168.100.123    20
    192.168.56.0   255.255.255.0   192.168.56.1  192.168.56.1    20
  192.168.56.1   255.255.255.255   127.0.0.1    127.0.0.1    20
  192.168.56.255   255.255.255.255   192.168.56.1  192.168.56.1    20
  192.168.100.0   255.255.255.0  192.168.100.123  192.168.100.123    20
  192.168.100.123   255.255.255.255   127.0.0.1    127.0.0.1    20
  192.168.100.255   255.255.255.255   192.168.100.123  192.168.100.123    20
        224.0.0.0   240.0.0.0   192.168.56.1  192.168.56.1    20
        224.0.0.0   240.0.0.0  192.168.100.123  192.168.100.123    20
      255.255.255.255   255.255.255.255   192.168.56.1  192.168.56.1       1
      255.255.255.255   255.255.255.255   192.168.56.1       3       1
      255.255.255.255   255.255.255.255  192.168.100.123  192.168.100.123    1
Default Gateway: 192.168.100.254
=====
Persistent Routes:
  None
C:\>
```



Tables de routage des hôtes

Exemple de table de routage d'hôte IPv4

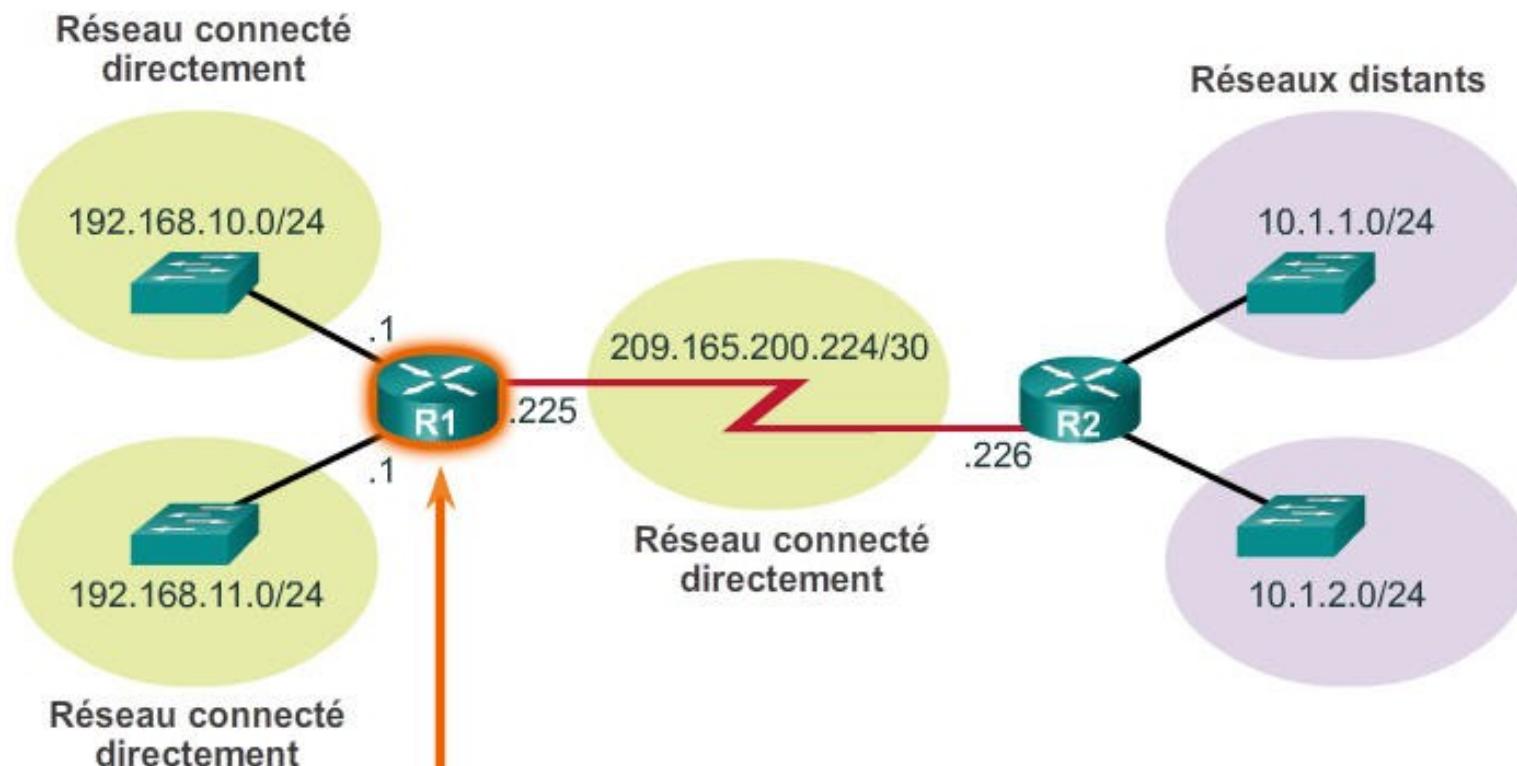


```
C:\Users\PC1> netstat -r
<Output omitted>
IPv4 Route Table
=====
Active Routes:
Network Destination      Netmask     Gateway       Interface Metric
          0.0.0.0      0.0.0.0  192.168.10.1  192.168.10.10    25
        127.0.0.0    255.0.0.0   On-link      127.0.0.1      306
        127.0.0.1  255.255.255.255   On-link      127.0.0.1      306
  127.255.255.255  255.255.255.255   On-link      127.0.0.1      306
        192.168.10.0    255.255.255.0   On-link  192.168.10.10      281
        192.168.10.10  255.255.255.255   On-link  192.168.10.10      281
        192.168.10.255  255.255.255.255   On-link  192.168.10.10      281
        224.0.0.0      240.0.0.0   On-link      127.0.0.1      306
        224.0.0.0      240.0.0.0   On-link  192.168.10.10      281
      255.255.255.255  255.255.255.255   On-link      127.0.0.1      306
      255.255.255.255  255.255.255.255   On-link  192.168.10.10      281
<Output omitted>
```



Tables de routage du routeur

Décisions relatives à la transmission des paquets du routeur

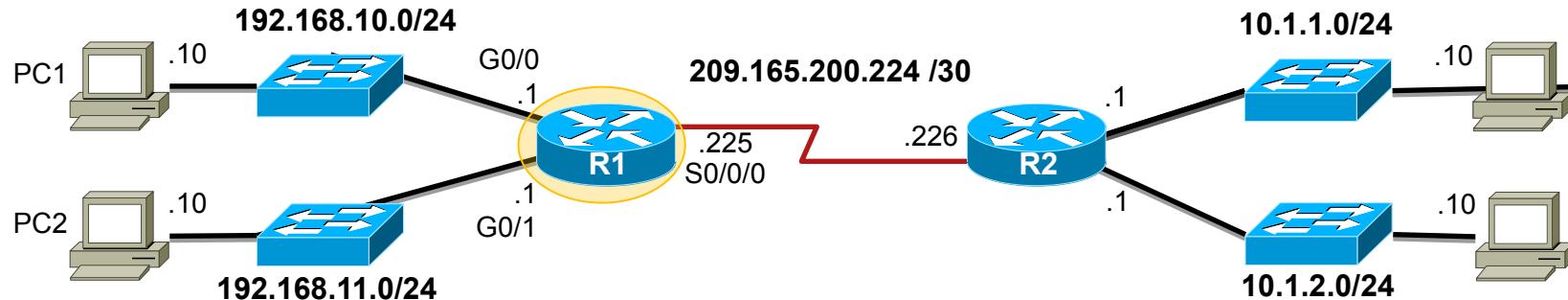


Le routeur R1 est relié à trois réseaux connectés directement : 192.168.10.0/24, 192.168.11.0/24, et 209.165.200.224/30. Le routeur R1 est également relié à deux réseaux distants auxquels il peut accéder via R2 : 10.1.1.0/24 et 10.1.2.0/24.



Tables de routage du routeur

Table de routage d'un routeur IPv4



R1#**show ip route**

Codes: L - local, C - connected, S - static, 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

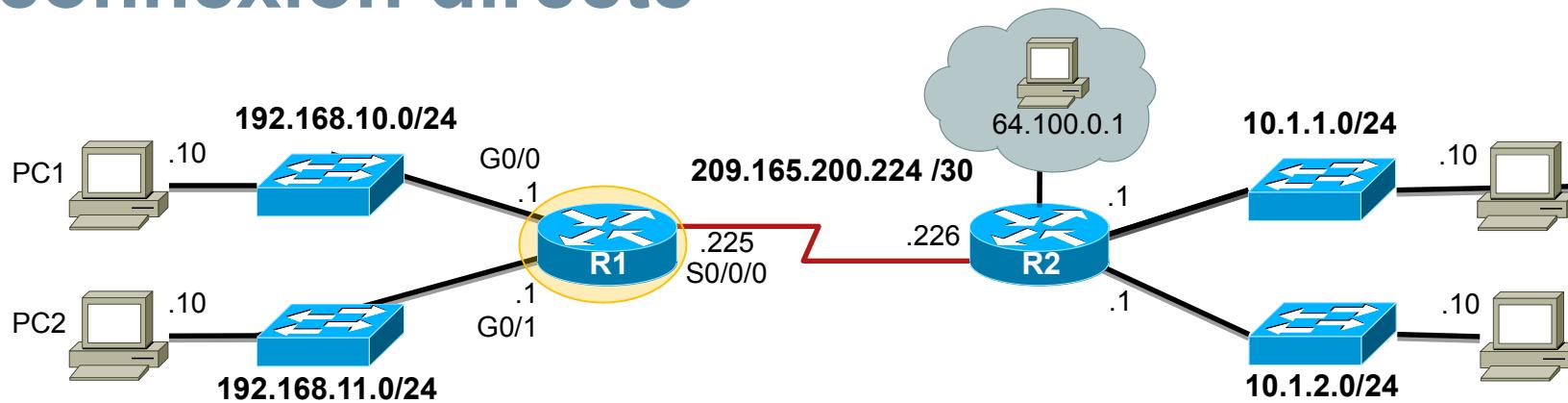
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
D 10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Serial0/0/0
D 10.1.2.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Serial0/0/0
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C 192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L 192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C 192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L 192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C 209.165.200.224/30 is directly connected, Serial0/0/0
L 209.165.200.225/32 is directly connected, Serial0/0/0

R1#



Tables de routage du routeur

Entrées d'une table de routage pour une connexion directe

**A**C
L**B**

192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0

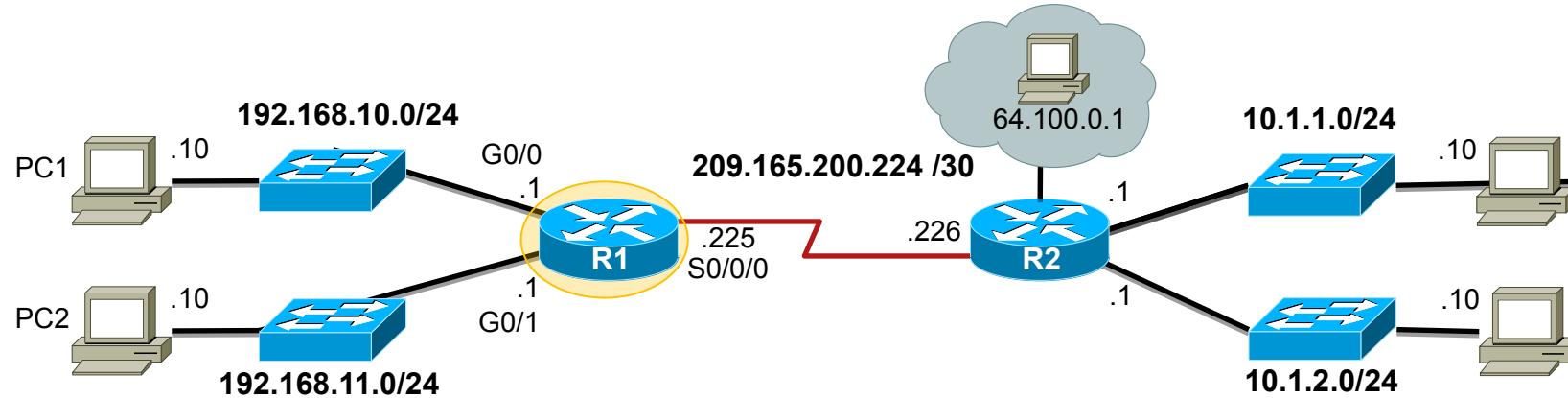
C

A	Indique la façon dont le réseau a été « appris » par le routeur.
B	Identifie le réseau de destination et la manière dont celui-ci est connecté.
C	Identifie l'interface du routeur qui est connectée au réseau de destination.



Tables de routage du routeur

Entrées d'une table de routage d'un réseau distant



D	10.1.1.0/24	[90/2170112]	via	209.165.200.226, 00:00:05,	Serial0/0/0
---	-------------	--------------	-----	----------------------------	-------------

A	Indique la façon dont le réseau a été « appris » par le routeur.
B	Identifie le réseau de destination.
C	Identifie la distance administrative (fiabilité) de la route source.
D	Identifie la métrique pour atteindre le réseau distant.
E	Identifie l'adresse IP du saut suivant pour atteindre le réseau distant.
F	Identifie le temps écoulé depuis que le réseau a été découvert.
G	Identifie l'interface de sortie du routeur utilisée pour atteindre le réseau de destination.

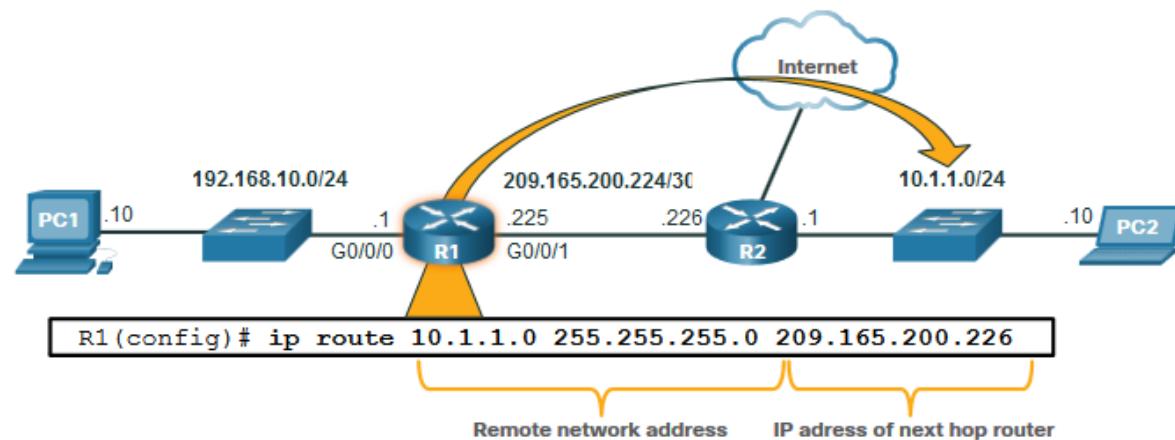


Présentation du routage

Routage statique

Caractéristiques de routage statique

- Doit être configurées manuellement.
- Doit être ajusté manuellement par l'administrateur en cas de modification de la topologie
- Idéal pour les petits réseaux non redondants
- Souvent utilisé conjointement avec un protocole de routage dynamique pour configurer une chemin par défaut



R1 is manually configured with a static route to reach the 10.1.1.0/24 network. If this path changes, R1 will require a new static route.

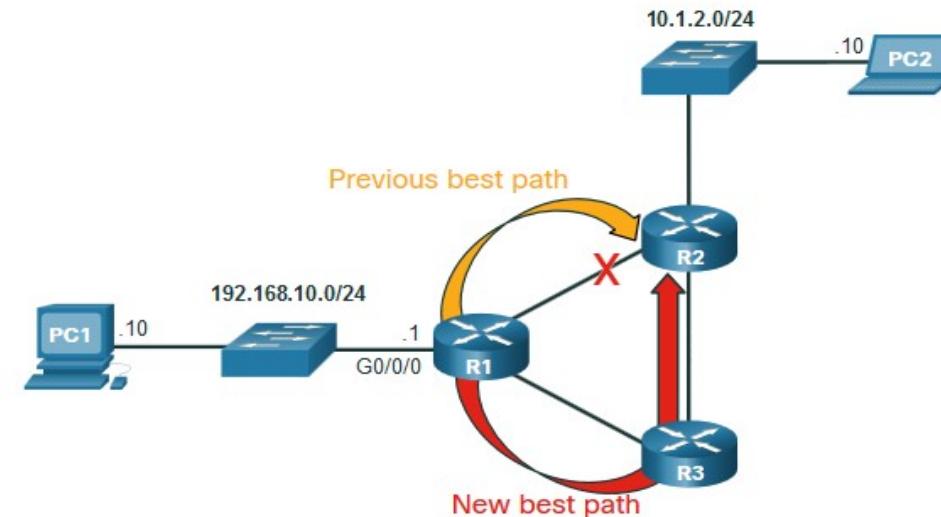


Présentation du routage

Routage Dynamique

Routes dynamiques automatiquement:

- Découvrir les réseaux distants
- Assurer l'actualisation des informations
- Sélectionner le chemin le plus approprié vers un réseau de destination
- Trouver de nouveaux meilleurs chemins lorsqu'il y a une modification de topologie



R1, R2, and R3 are using the dynamic routing protocol OSPF. If there is a network topology change, they can automatically adjust to find a new best path.



La couche réseau

Résumé

- Expliquer comment les protocoles et services de couche réseau prennent en charge les communications sur les réseaux de données
- Expliquer en quoi les routeurs permettent une connectivité de bout en bout dans un réseau de PME
- Expliquer comment les équipements acheminent le trafic sur un réseau de PME

Module 9 : Résolution d'adresse



Initiation aux réseaux



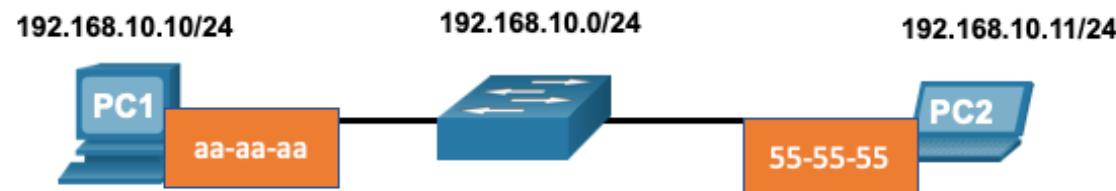
Adresses MAC et IP

Destination sur le même réseau

Deux adresses primaires sont attribuées à un appareil sur un réseau local Ethernet :

- **Adresse physique de couche 2 (l'adresse MAC)** - Utilisée pour les communications de NIC à NIC sur le même réseau Ethernet.
- **Adresse logique de couche 3 (l'adresse IP)** - Utilisée pour envoyer le paquet de l'appareil source à l'appareil de destination.

Les adresses de couche 2 sont utilisées pour livrer des trames d'un NIC à un autre NIC sur le même réseau. Si l'adresse IP de destination appartient au même réseau, l'adresse MAC de destination est celle du périphérique de destination.



Destination MAC	Source MAC	Source IPv4	Destination IPv4
55-55-55	aa-aa-aa	192.168.10.10	192.168.10.11

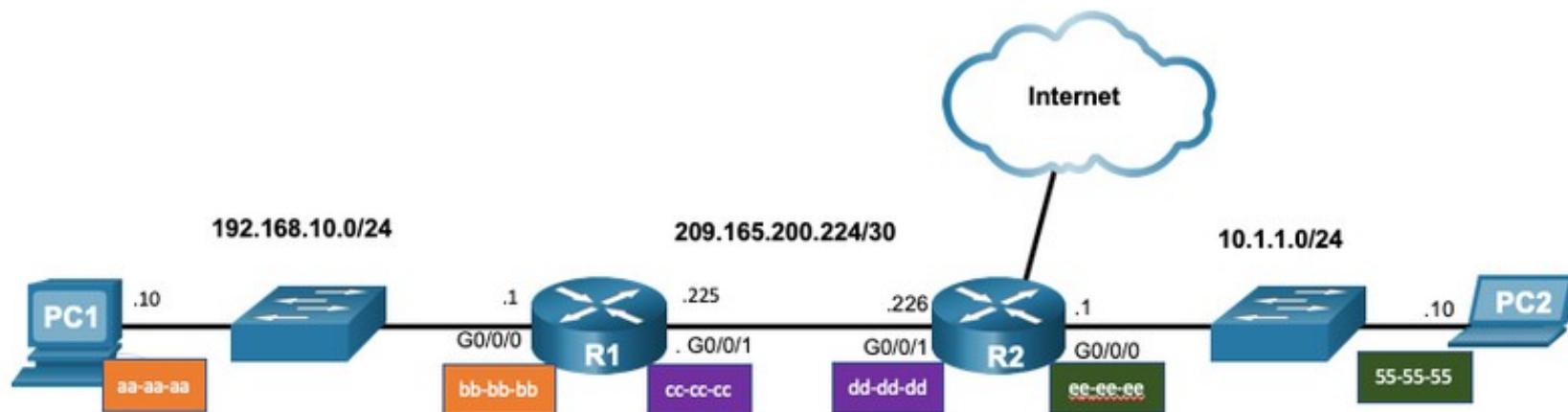


Adresses MAC et IP

Destination sur un réseau distant

Lorsque l'adresse IP de destination se trouve sur un réseau distant, l'adresse MAC de destination est celle de la passerelle par défaut.

- ICMPv6 est utilisé par IPv6 pour associer l'adresse IPv6 d'un périphérique à l'adresse MAC de la carte réseau du périphérique.



Destination MAC	Source MAC	Source IPv4	Destination IPv4
bb-bb-bb	aa-aa-aa	192.168.10.10	10.1.1.10



Le protocole ARP

Initiation au protocole ARP

Le rôle du protocole ARP

- Le nœud expéditeur a besoin d'un moyen de trouver l'adresse MAC de destination pour une liaison Ethernet donnée

Le protocole ARP assure deux fonctions de base

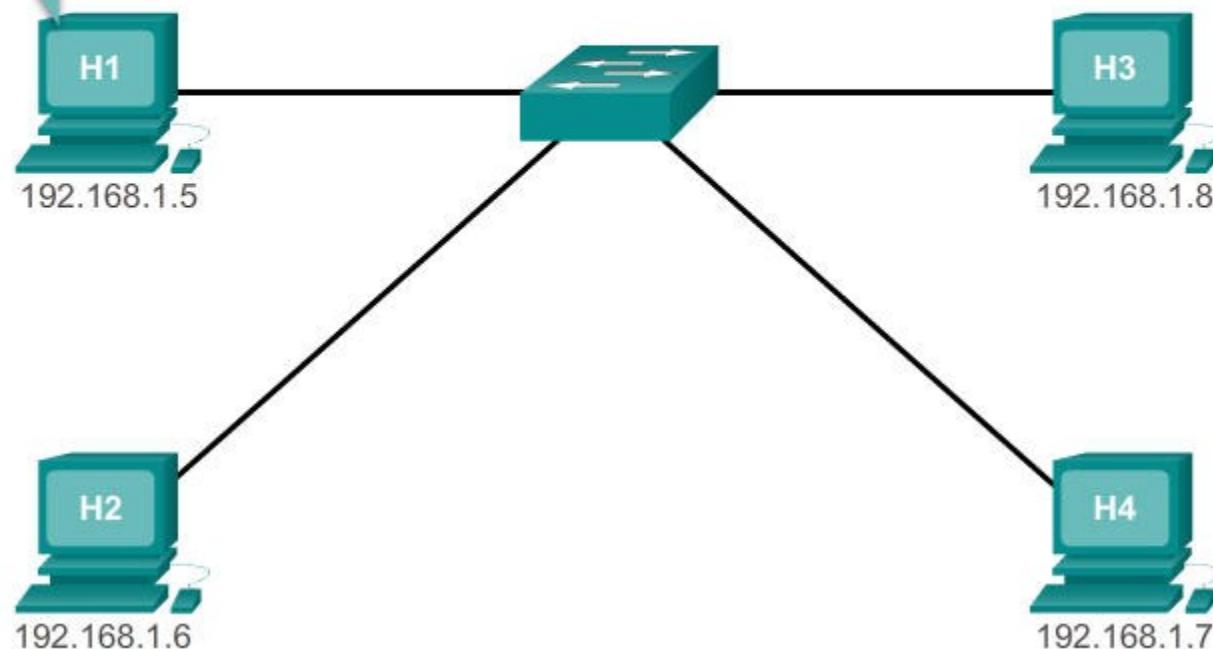
- La résolution des adresses IPv4 en adresses MAC
- La tenue d'une table des mappages



Le protocole ARP

Initiation au protocole ARP

Je dois envoyer des informations au périphérique 192.168.1.7, mais je connais uniquement l'adresse IP. Je ne connais pas l'adresse MAC du périphérique correspondant à cette adresse IP.





Le protocole ARP

Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

Cache ARP –

- Sert à trouver l'adresse de la couche liaison de données qui est mappée à l'adresse IPv4 de destination
- Quand un nœud reçoit des trames en provenance du support, il enregistre les adresses MAC et IP source dans la table ARP sous forme de mappages

Requête ARP –

- Diffusion de couche 2 vers tous les périphériques du LAN Ethernet
- Le nœud qui correspond à l'adresse IP de la diffusion répond
- Si aucun périphérique ne répond à la requête ARP, le paquet est abandonné du fait qu'il est impossible de créer une trame

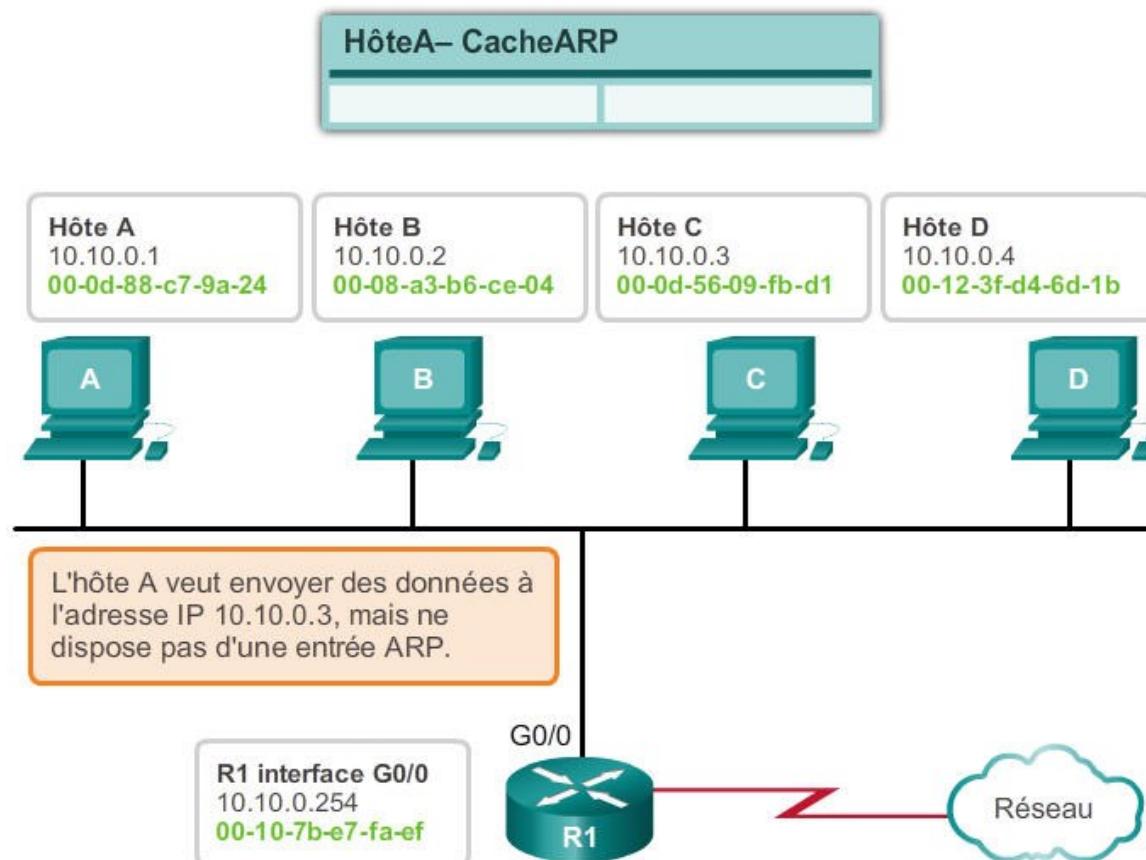
Des entrées de mappage statiques peuvent également être ajoutées dans la table ARP, ce qui est rare.



Le protocole ARP

Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

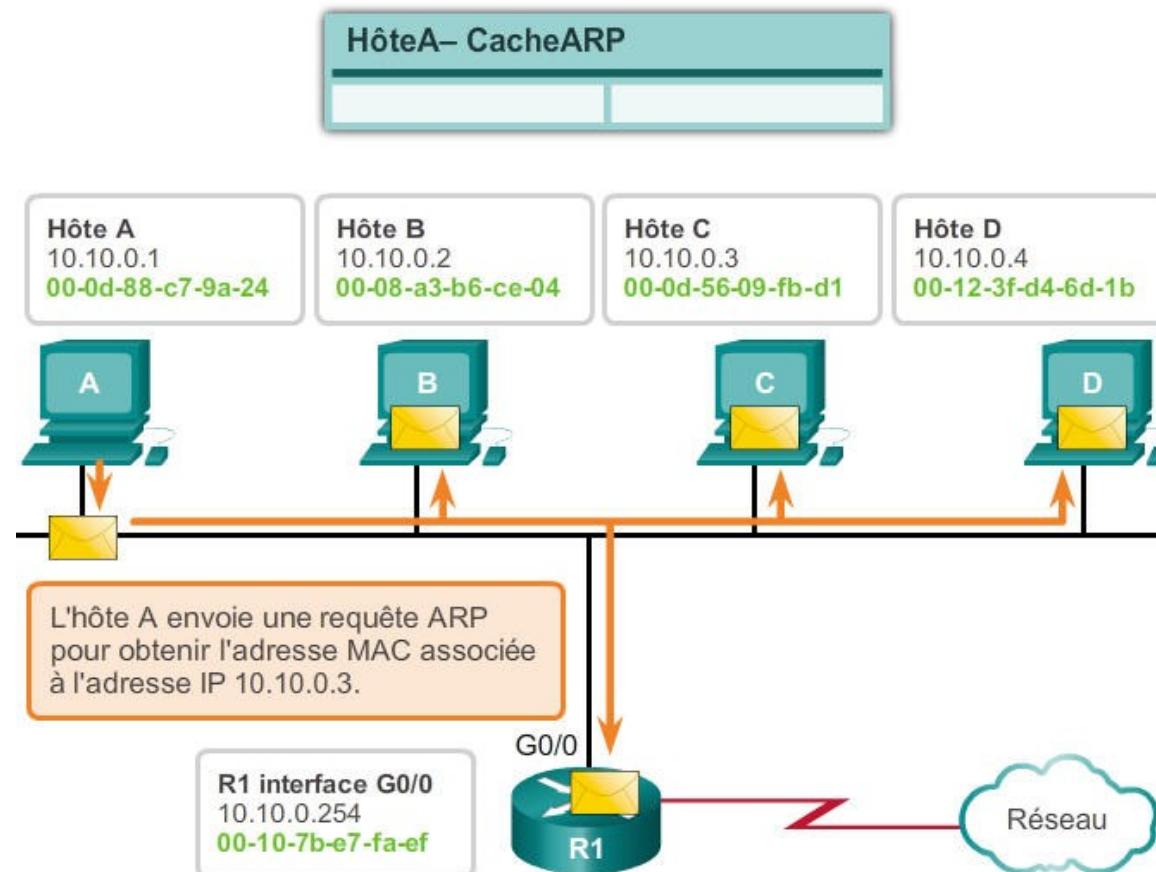
Processus ARP – Communication à distance



Le protocole ARP

Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

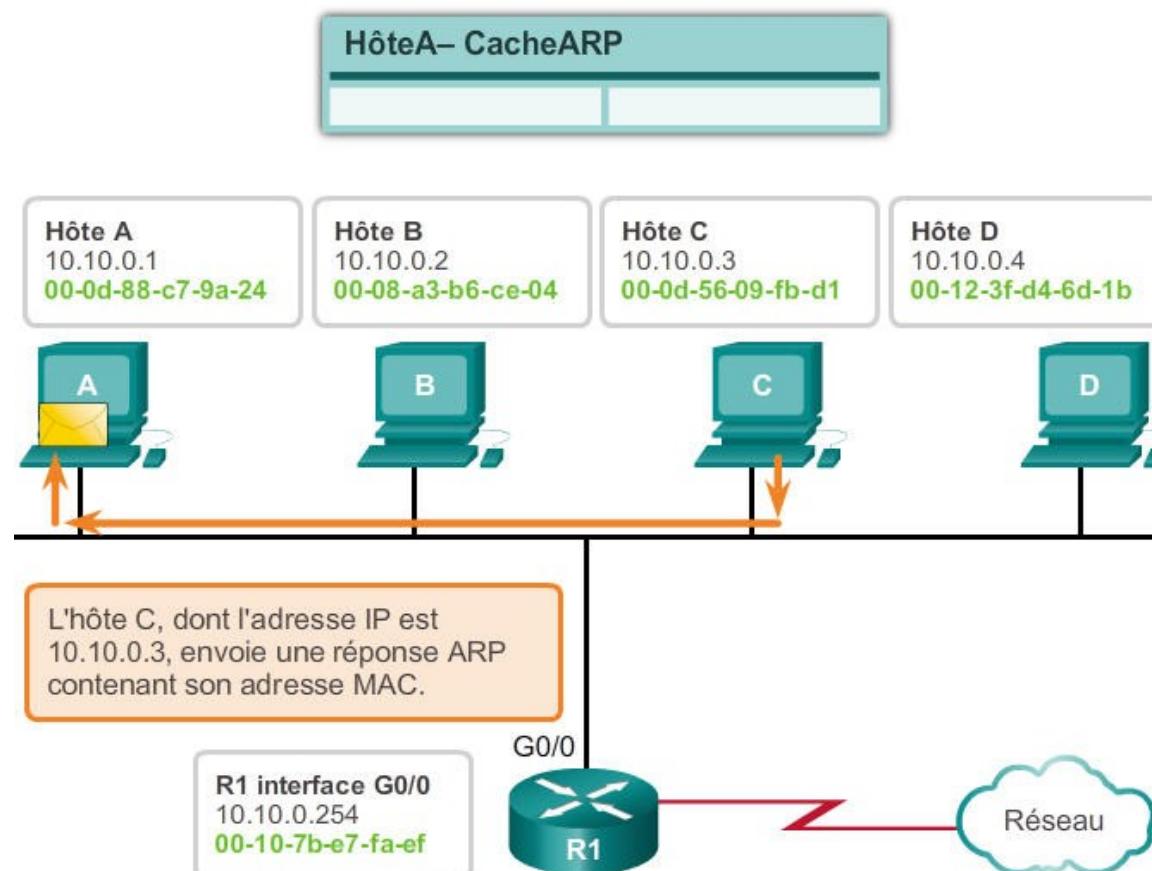
Diffusion d'une requête ARP



Le protocole ARP

Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

Réponse ARP avec les informations MAC

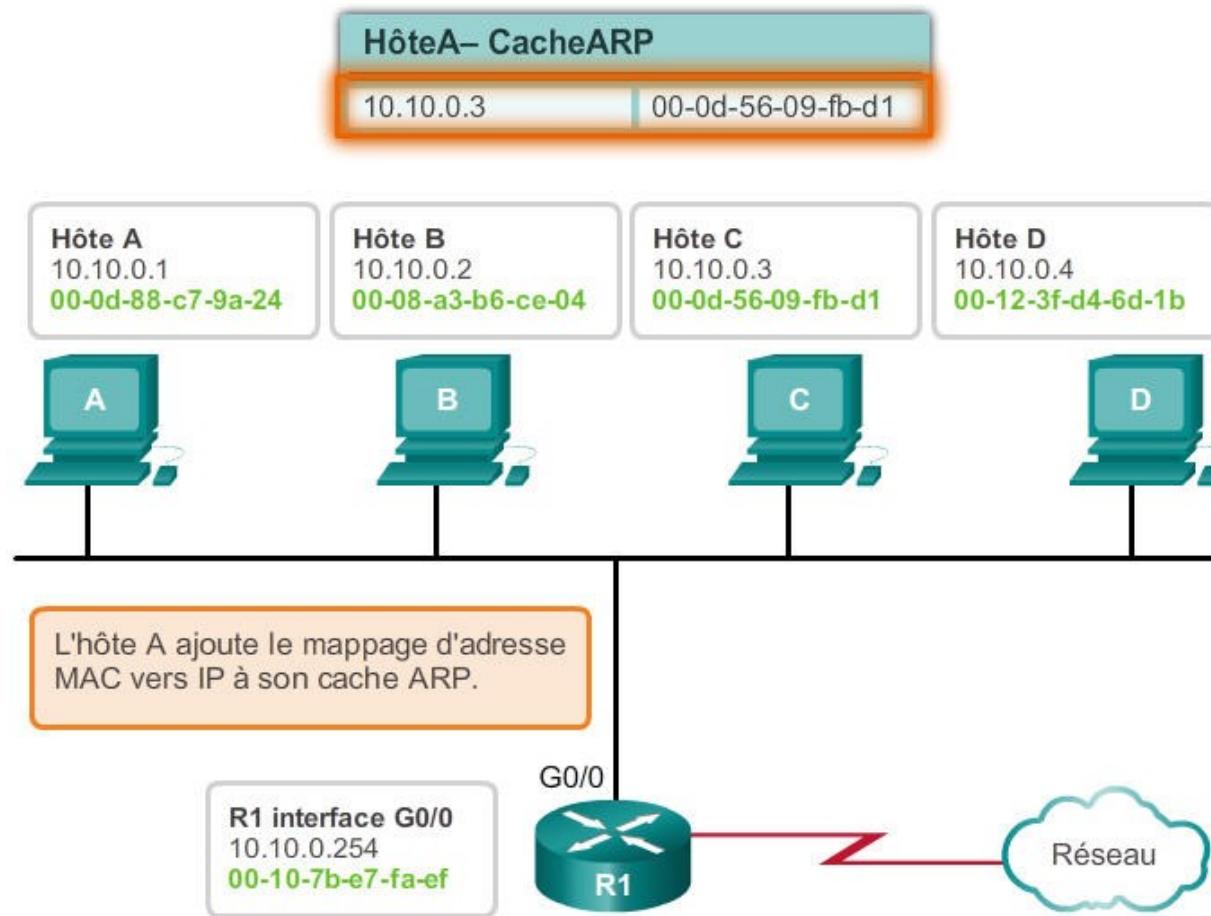




Le protocole ARP

Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

Ajout du mappage MAC vers IP dans le cache ARP

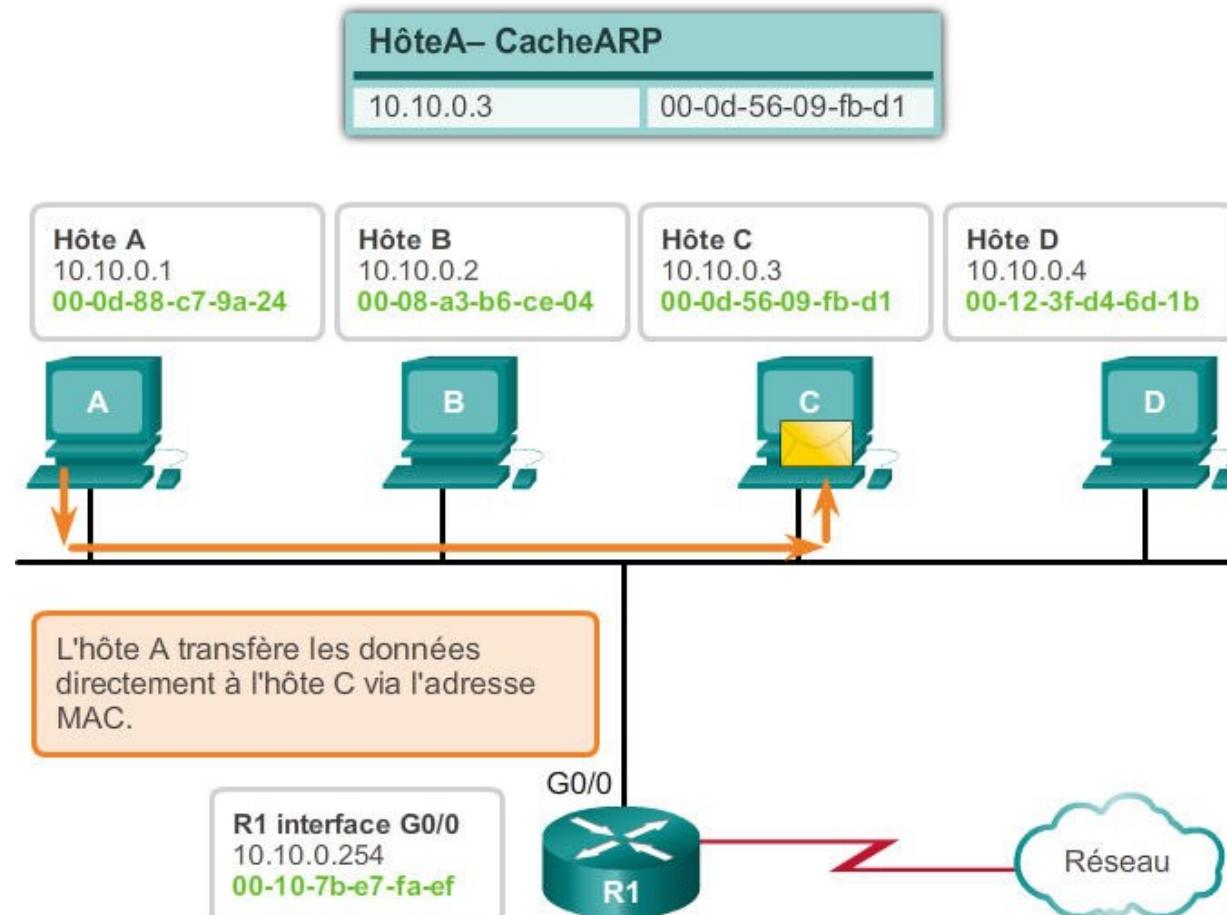




Le protocole ARP

Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

Transfert de données avec les informations d'adresse MAC



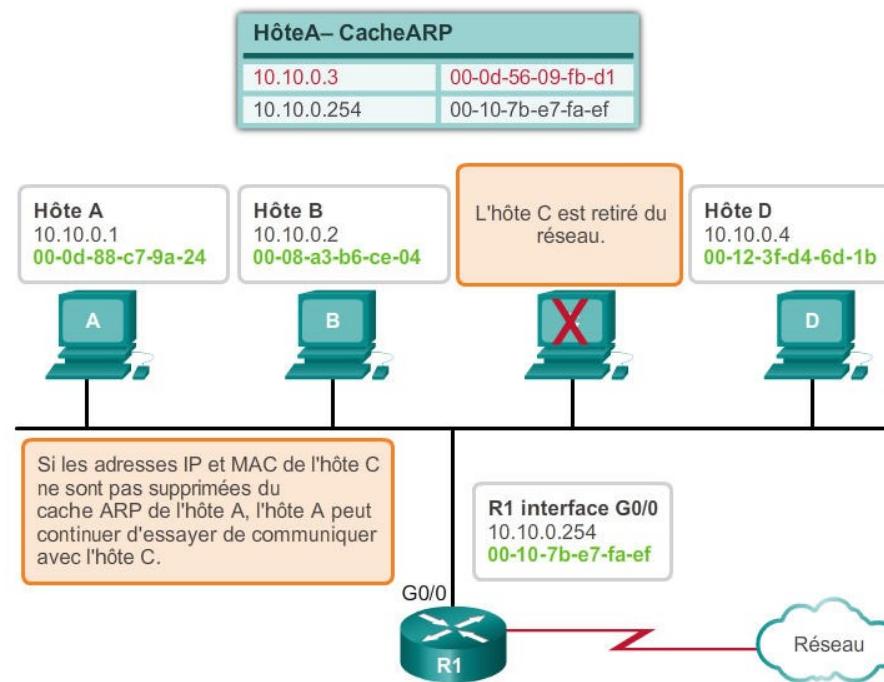


Le protocole ARP

Suppression des entrées d'une table ARP

- Le minuteur du cache ARP supprime les entrées qui n'ont pas été utilisées pendant un certain temps
- Des commandes permettent aussi de supprimer manuellement la totalité ou une partie des entrées de la table ARP

Suppression des mappages d'adresses MAC/IP





Le protocole ARP

Tables ARP sur les périphériques réseau

```
Router#show ip arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	172.16.233.229	-	0000.0c59.f892	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.233.218	-	0000.0c07.ac00	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.168.11	-	0000.0c63.1300	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.168.254	9	0000.0c36.6965	ARPA	Ethernet0/0

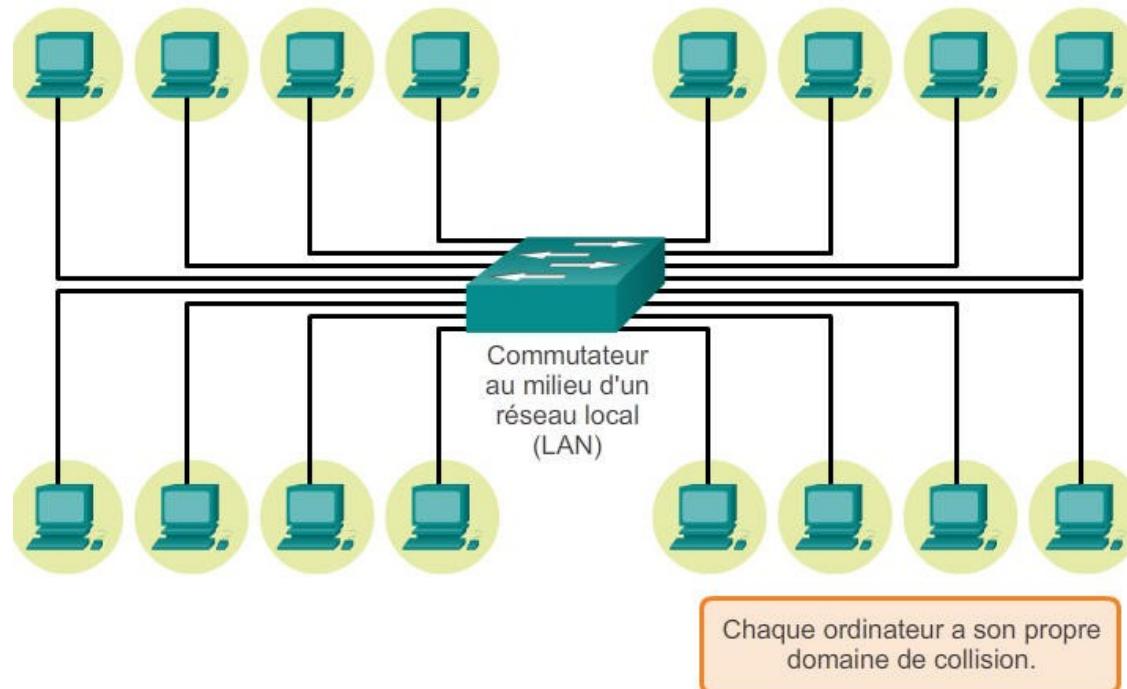
```
C:\>arp -a
```

Internet Address	Physical Address	Type
192.168.1.254	64-0f-29-0d-36-91	dynamic
192.168.1.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	static
224.0.0.251	01-00-5e-00-00-fb	static
224.0.0.252	01-00-5e-00-00-fc	static
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static



Problèmes liés au protocole ARP

Limitation des problèmes engendrés par ARP



Lorsque l'adresse MAC destination n'est pas présente dans sa table d'adressage MAC, le switch propagera la trame par toutes les interfaces, sauf celle d'où elle provient



Découverte des voisins IPv6

Message de découverte de voisins

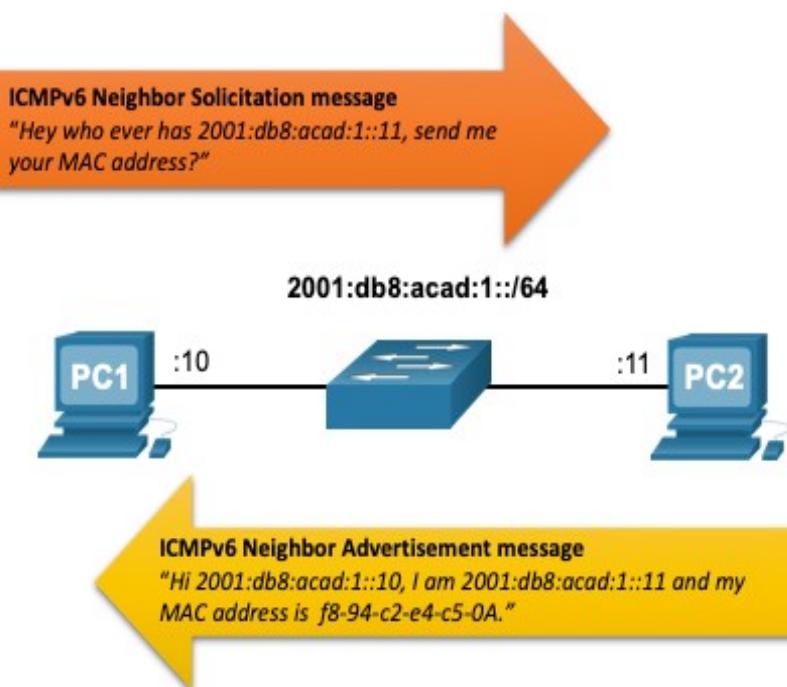
Le protocole IPv6 Neighbor Discovery (ND) fournit

- La résolution d'adresse
- La détection de routeur
- Des services de redirection
- Les messages ICMPv6 de sollicitation de voisins (NS) et de publicité de voisins (NA) sont utilisés pour les messages de dispositif à dispositif tels que la résolution d'adresse.
- Les messages ICMPv6 de sollicitation de routeur (RS) et de publicité de routeur (RA) sont utilisés pour la messagerie entre les appareils et les routeurs pour la découverte de routeurs.
- Les messages de redirection ICMPv6 sont utilisés par les routeurs pour une meilleure sélection de saut suivant.



Découverte des voisins IPv6

Résolution d'adresses



- Les périphériques IPv6 utilisent ND pour résoudre l'adresse MAC d'une adresse IPv6 connue.
- Les messages de sollicitation de voisin ICMPv6 sont envoyés à l'aide d'adresses de multidiffusion Ethernet et IPv6 spéciales.



Résolution d'adresse

Résumé

- Comparer les rôles de l'adresse MAC et de l'adresse IP
- Décrire l'objectif du protocole ARP
- Décrire le fonctionnement du protocole NDP IPv6



Module 10 : Configuration de base du routeur



Initiation aux réseaux



Composants d'un routeur

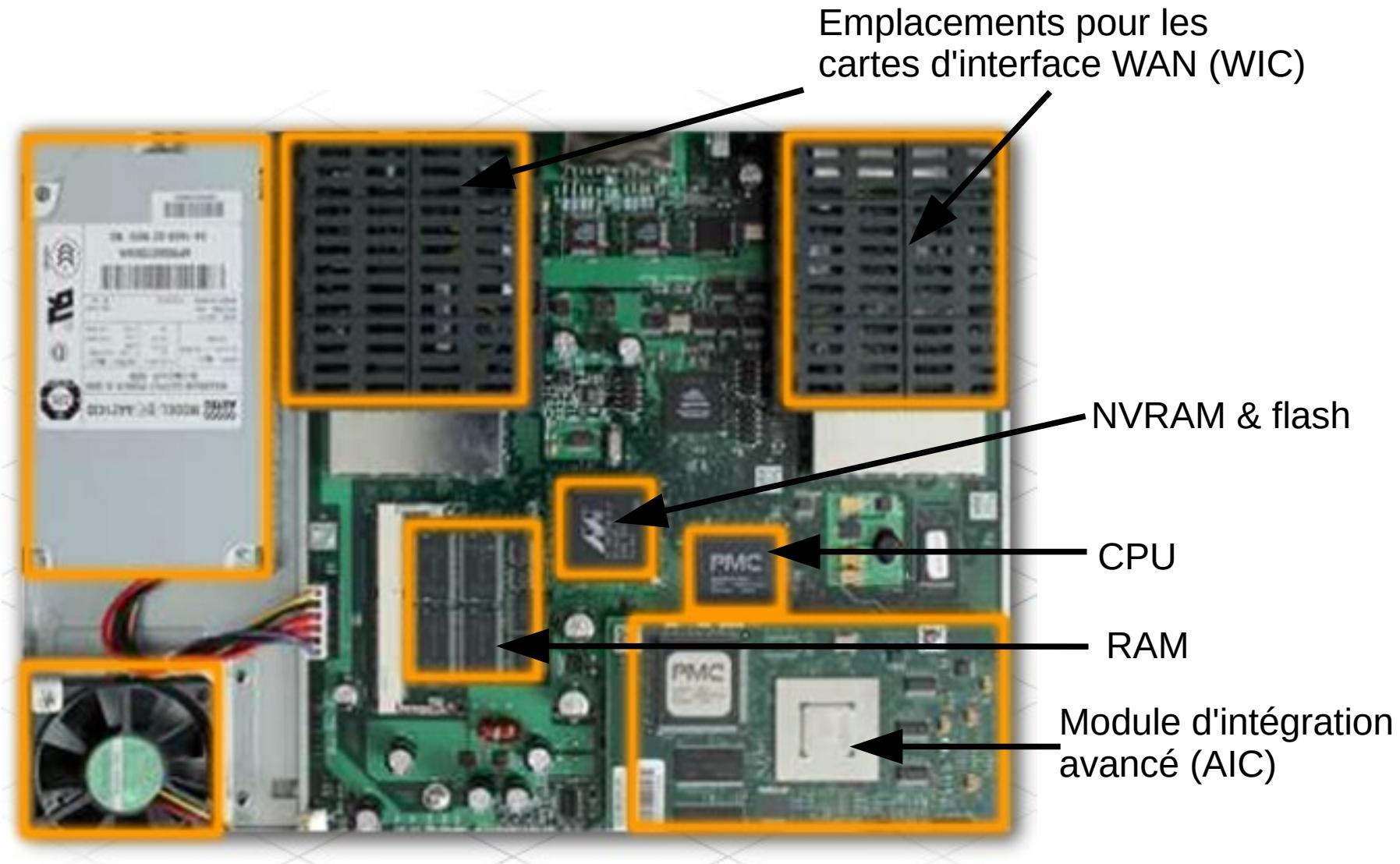
Mémoire du routeur

Mémoire	Volatile / Non volatile	Données stockées
Mémoire vive (RAM)	Volatile	<ul style="list-style-type: none">• IOS en cours d'exécution• Fichier de configuration en cours• Tables ARP et de routage IP• Mémoire tampon de paquets
ROM	Non volatile	<ul style="list-style-type: none">• Instructions de démarrage• Logiciel de diagnostic de base• IOS limité
NVRAM	Non volatile	<ul style="list-style-type: none">• Fichier de configuration initiale
Flash	Non volatile	<ul style="list-style-type: none">• IOS• Autres fichiers système



Composants d'un routeur

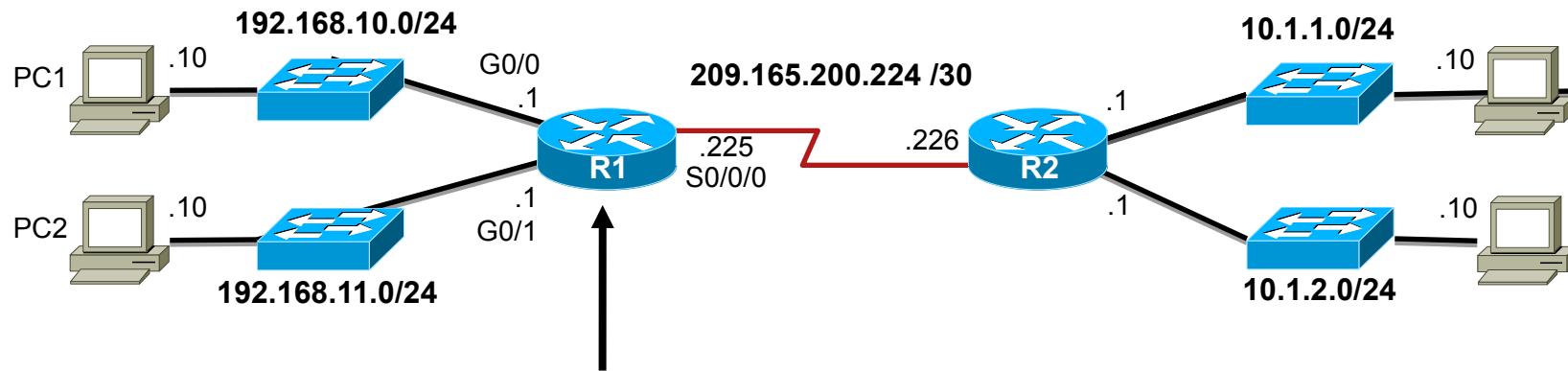
À l'intérieur d'un routeur





Configuration des interfaces

Configuration des interfaces LAN



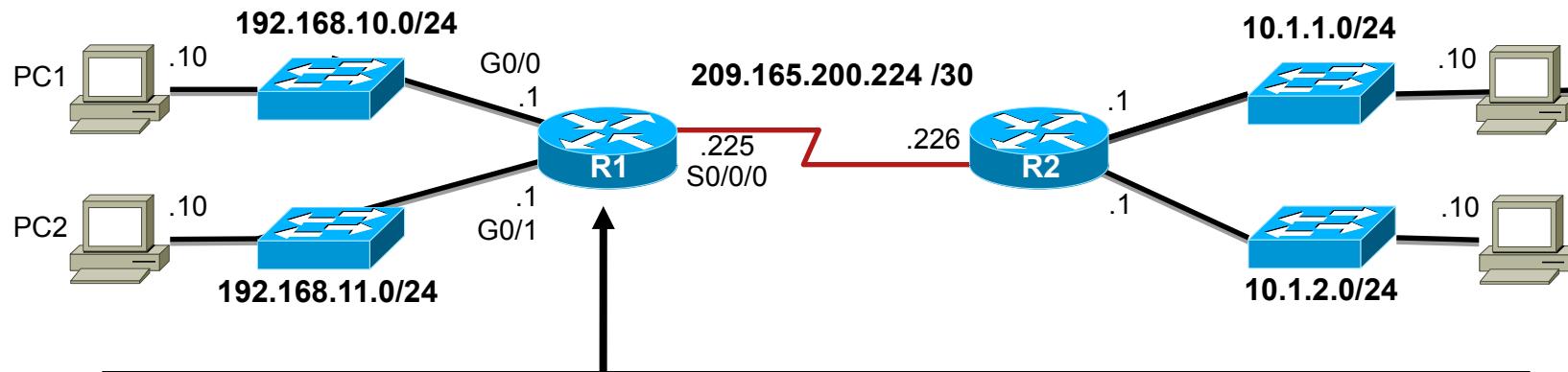
```
R1# conf t
Enter configuration commands, one per line. Terminez par CNTL/Z.
R1(config)#
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)# description Link to LAN-10
R1(config-if)# no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed
state to up
R1(config-if)# exit
R1(config)#
R1(config)# int g0/1
R1(config-if)# ip add 192.168.11.1 255.255.255.0
R1(config-if)# des Link to LAN-11
R1(config-if)# no shut
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed
state to up
R1(config-if)# exit
R1(config)#

```



Configuration des interfaces

Vérification de la configuration des interfaces



```

R1# show ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
GigabitEthernet0/0  192.168.10.1   YES manual up       up
GigabitEthernet0/1  192.168.11.1   YES manual up       up
Serial0/0/0         209.165.200.225 YES manual up       up
Serial0/0/1         unassigned     YES NVRAM administratively down down
Vlan1              unassigned     YES NVRAM administratively down down
R1#
  
```

```
R1# ping 209.165.200.226
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 209 165 200 226, timeout is 2 seconds:

!!!!

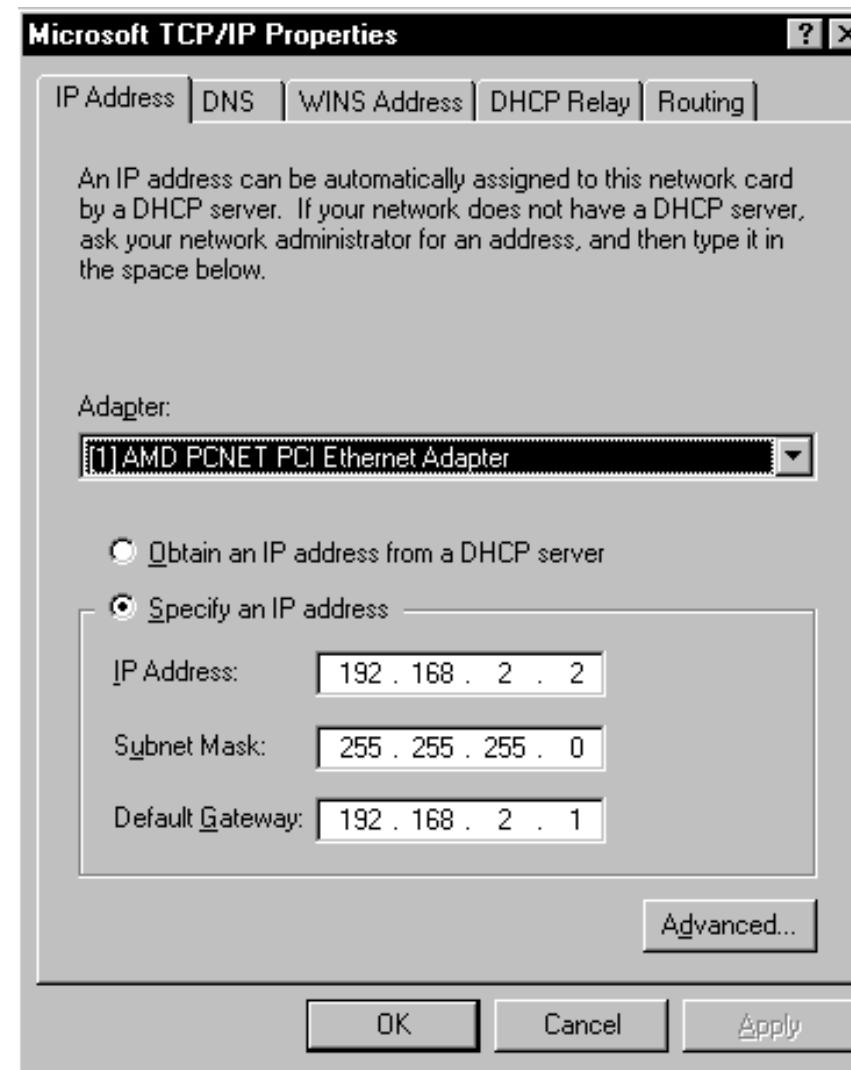
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/9 ms

```
R1#
```



Configuration d'un routeur Cisco

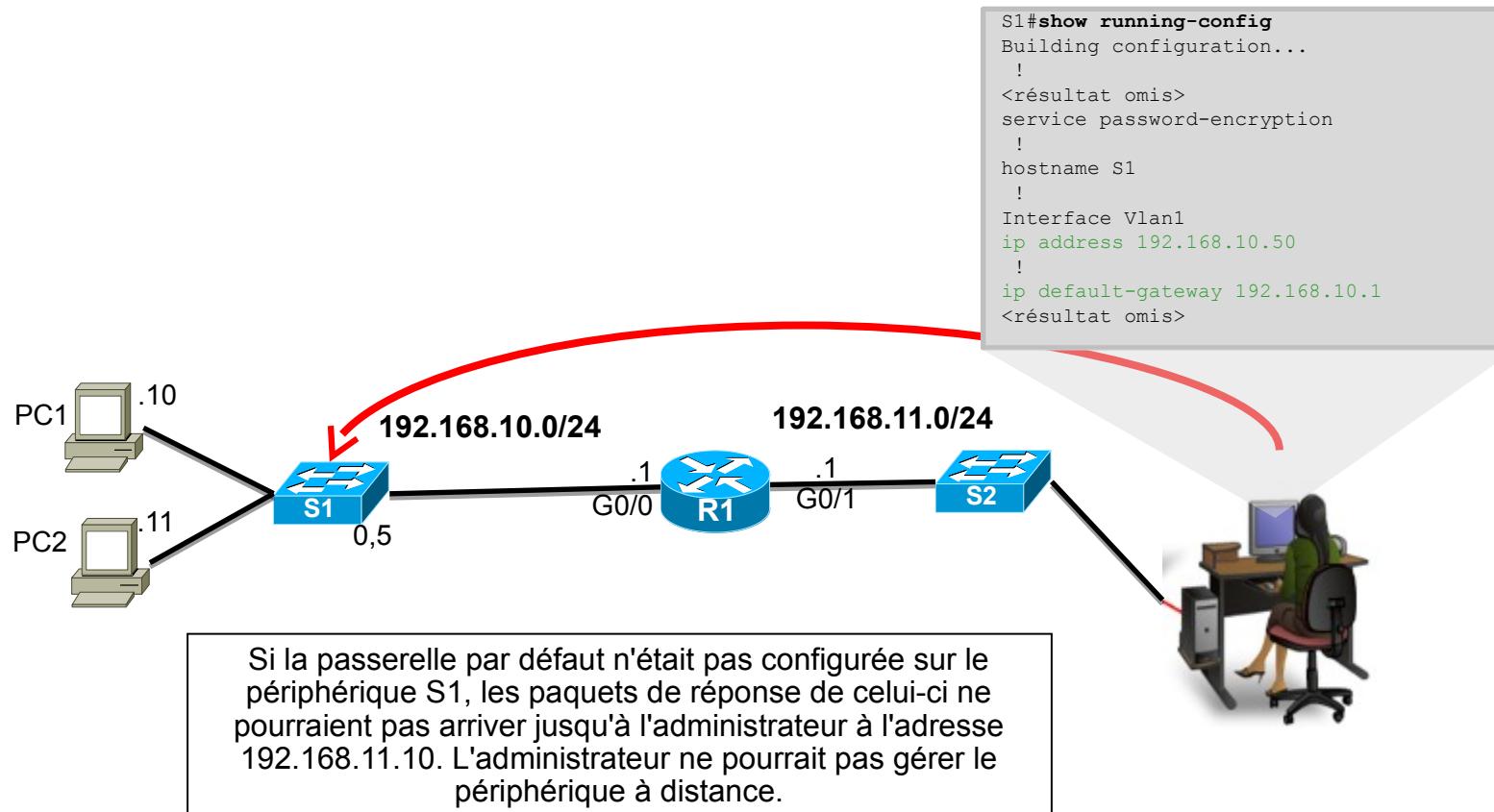
Configuration de la passerelle par défaut





Configuration de la passerelle par défaut

Passerelle par défaut sur un commutateur



Utilisez la commande **ip default-gateway** pour configurer la passerelle par défaut d'un commutateur.



Configuration de base du routeur

Résumé

- Configurer les paramètres initiaux d'un routeur Cisco IOS
- Configurer deux interfaces actives sur un routeur Cisco IOS
- Configurer les périphériques pour utiliser les passerelles par défaut