

# **4<sup>e</sup> partie : Communication entre les réseaux**

*Modules 8 - 10*





## Module 8 : Couche réseau

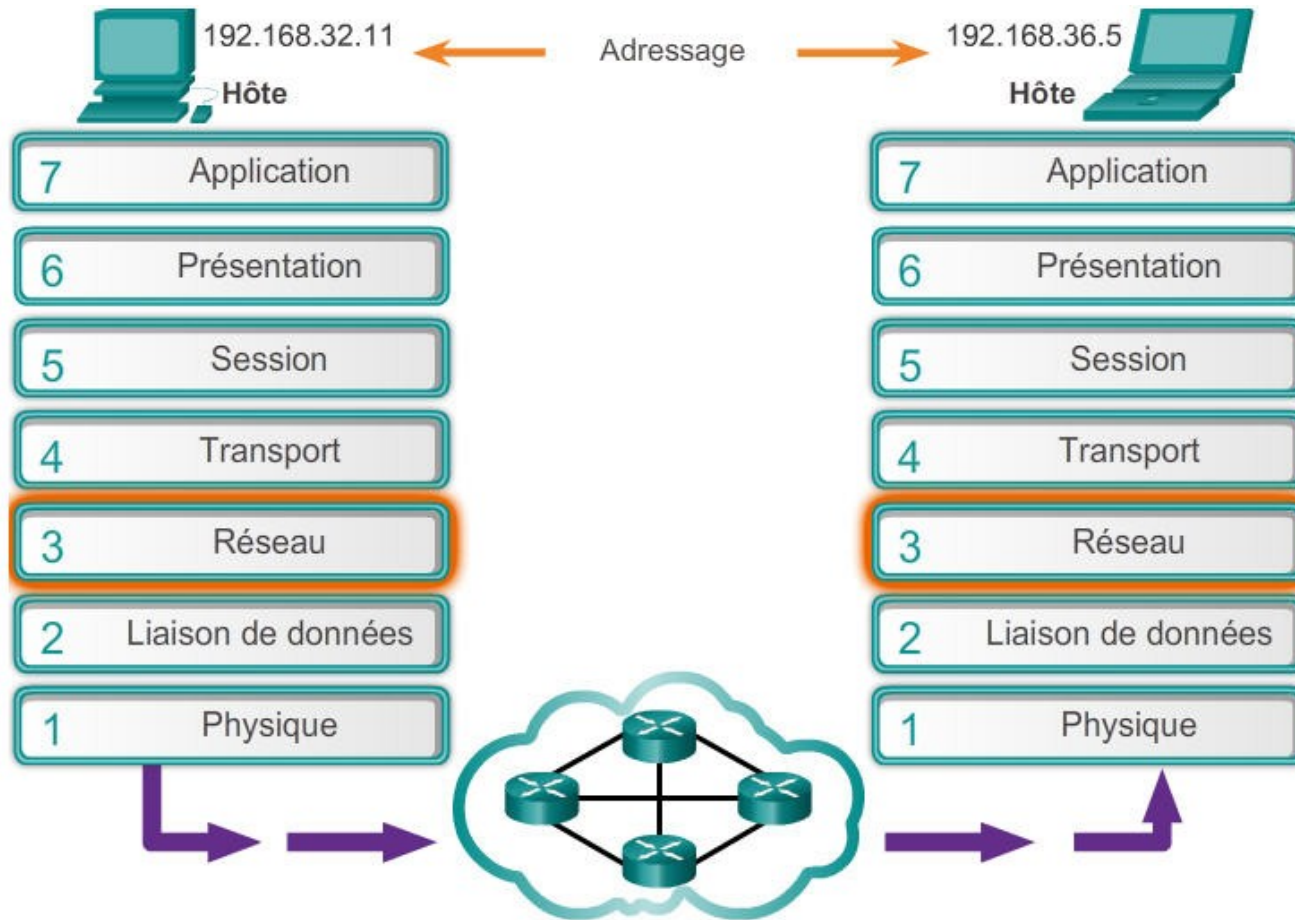


## Initiation aux réseaux



## 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).

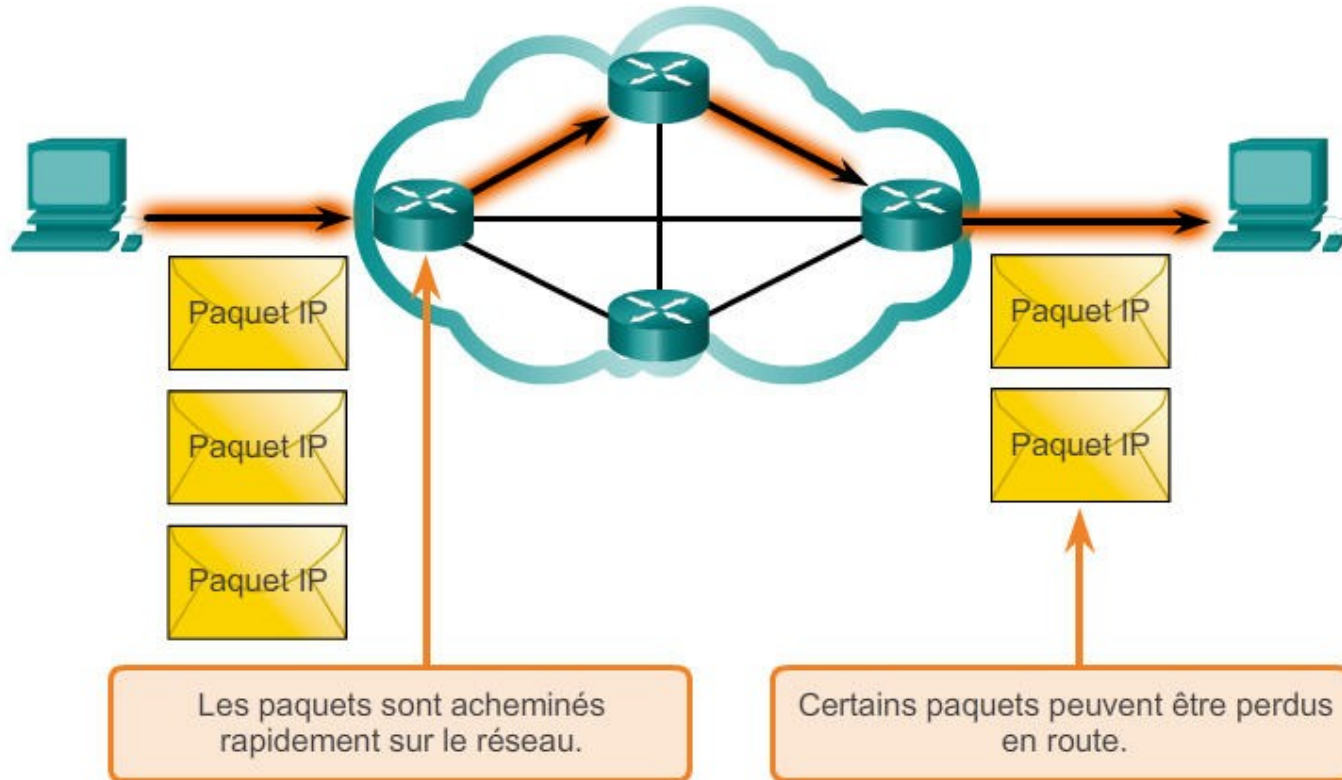


A letter is sent.



## Caractéristiques du protocole IP

# IP – Acheminement au mieux

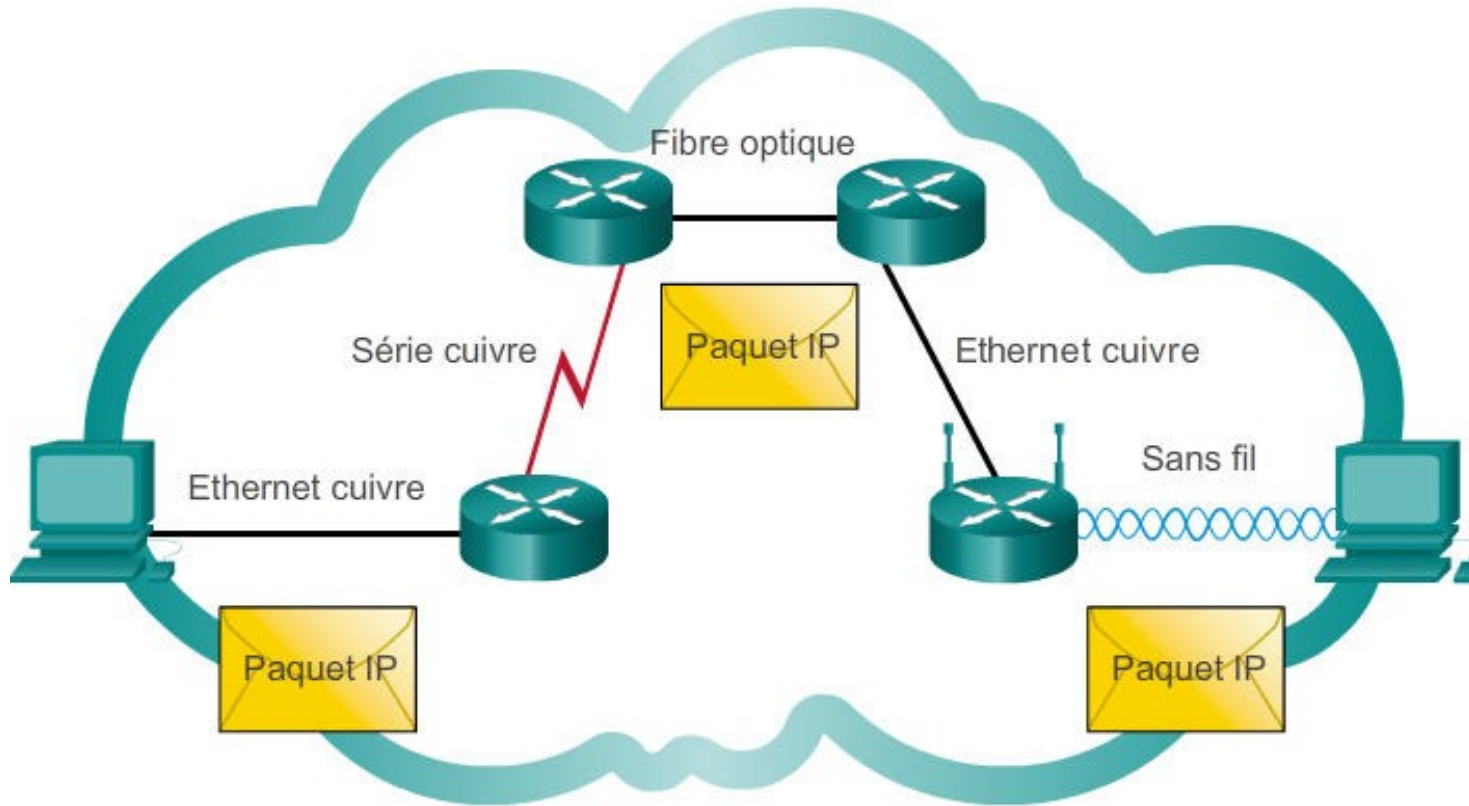


En tant que protocole de couche réseau peu fiable, le protocole IP ne garantit pas que tous les paquets envoyés seront reçus. D'autres protocoles gèrent le processus de suivi des paquets et garantissent leur livraison.



## Caractéristiques du protocole IP

# Indépendance vis-à-vis des supports

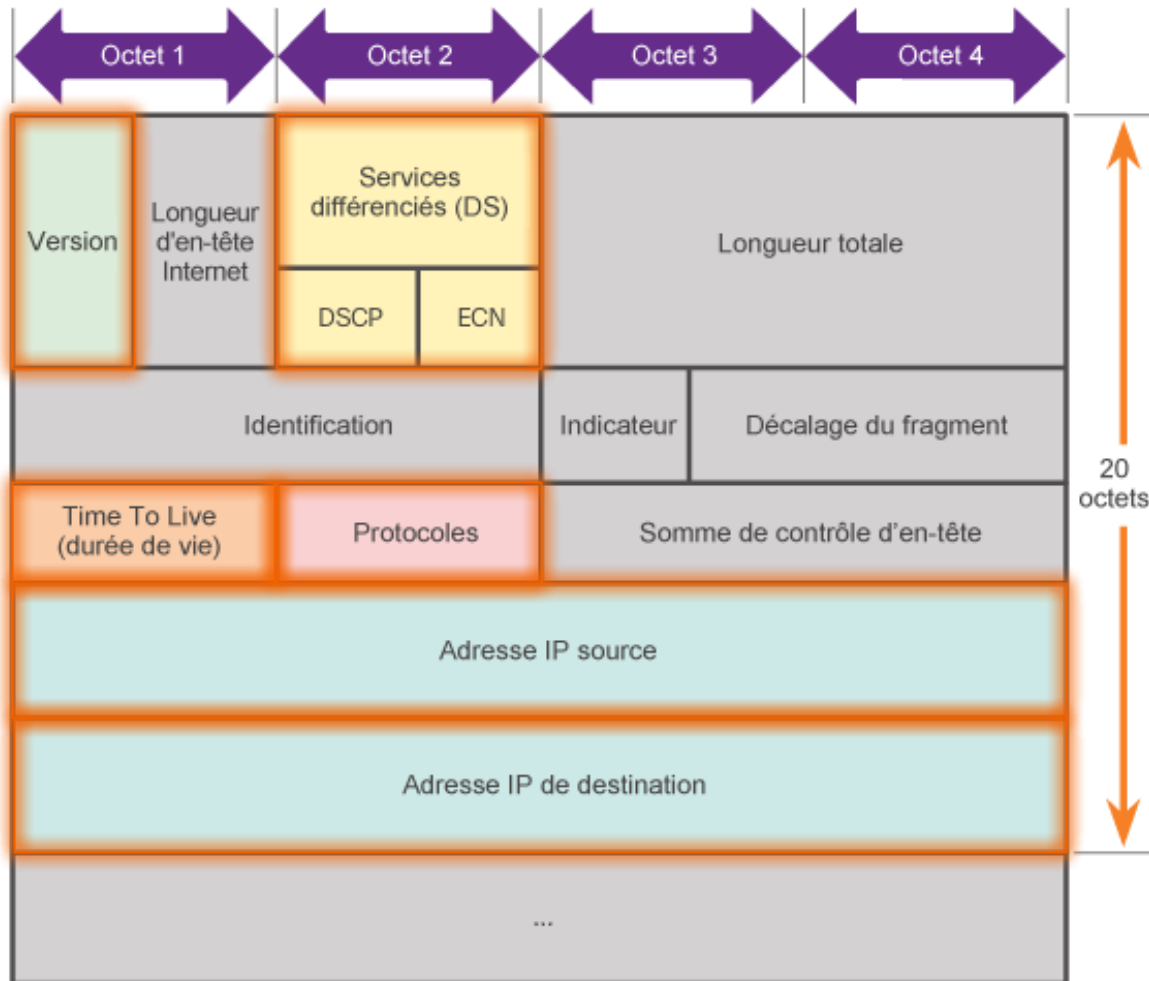






## Paquet IPv4

# 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

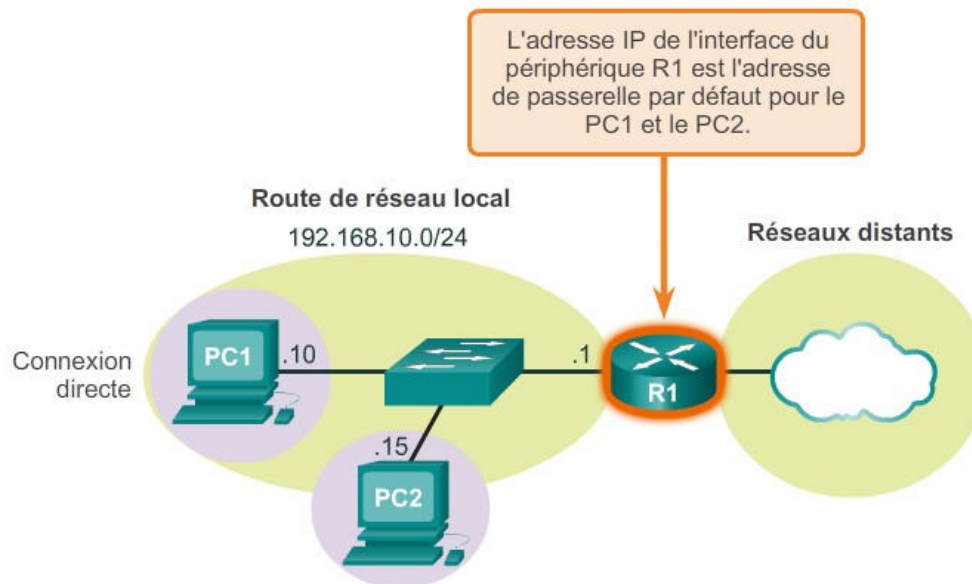
- Noms des champs conservés de IPv4 à IPv6
- Nom et position modifiés dans IPv6
- Nouveau champ dans IPv6



## 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:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\>route print
=====
Interface List
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ... .. Broadcom NetXtreme 57xx Gigabit Controller - Pac
ket Scheduler Miniport
0x3 ... .. Bluetooth PAN Network Adapter - Packet Scheduler
Miniport
0x4 ... .. VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter - Packet S
cheduler 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

=====

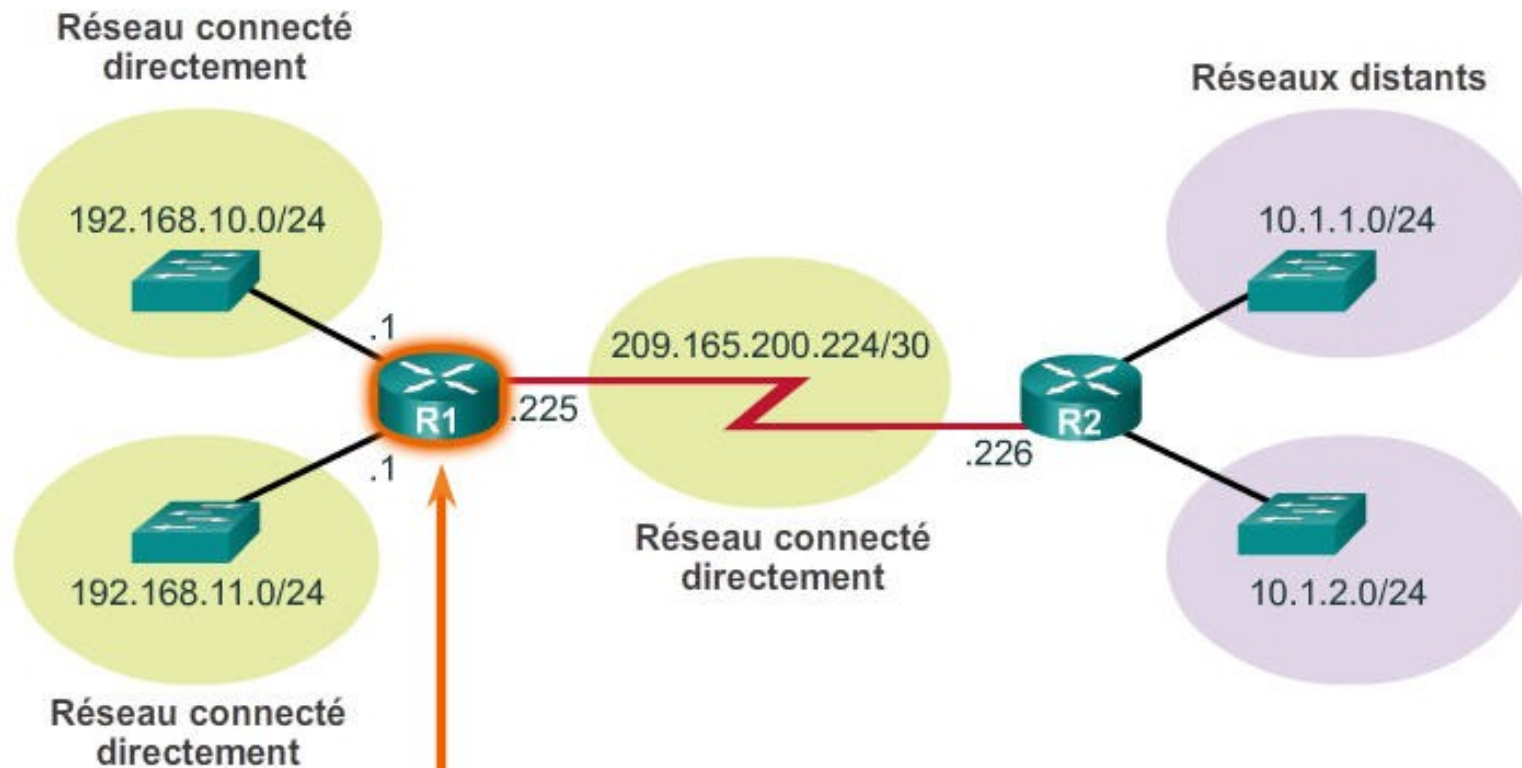
Active Routes:

Network	Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
	<b>0.0.0.0</b>	<b>0.0.0.0</b>	<b>192.168.10.1</b>	<b>192.168.10.10</b>	<b>25</b>
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>

# Décisions relatives à la transmission des paquets du routeur

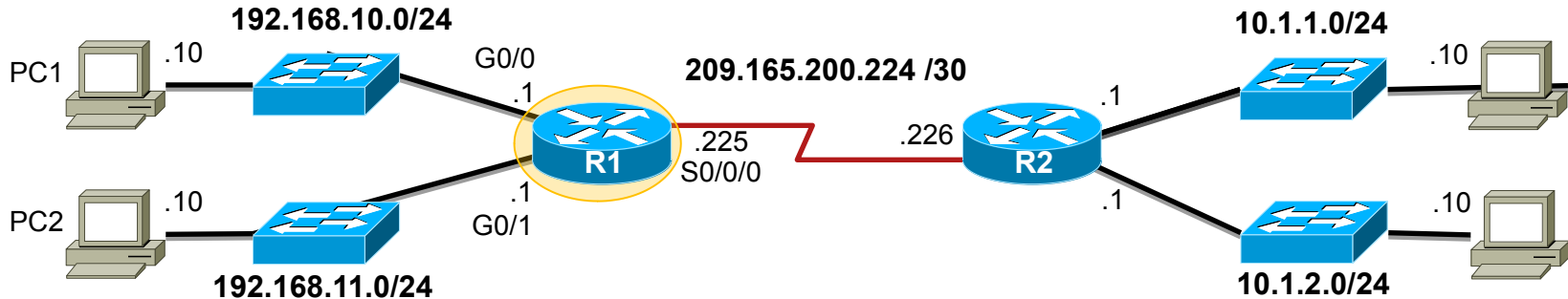


Le routeur R1 est relié à trois réseaux connectés directement : 192.168.10.0/24, 192.168.11.0/24, et 209.165.200.224/30. Le routeur R1 est également relié à deux réseaux distants auxquels il peut accéder via R2 : 10.1.1.0/24 et 10.1.2.0/24.



## 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

```

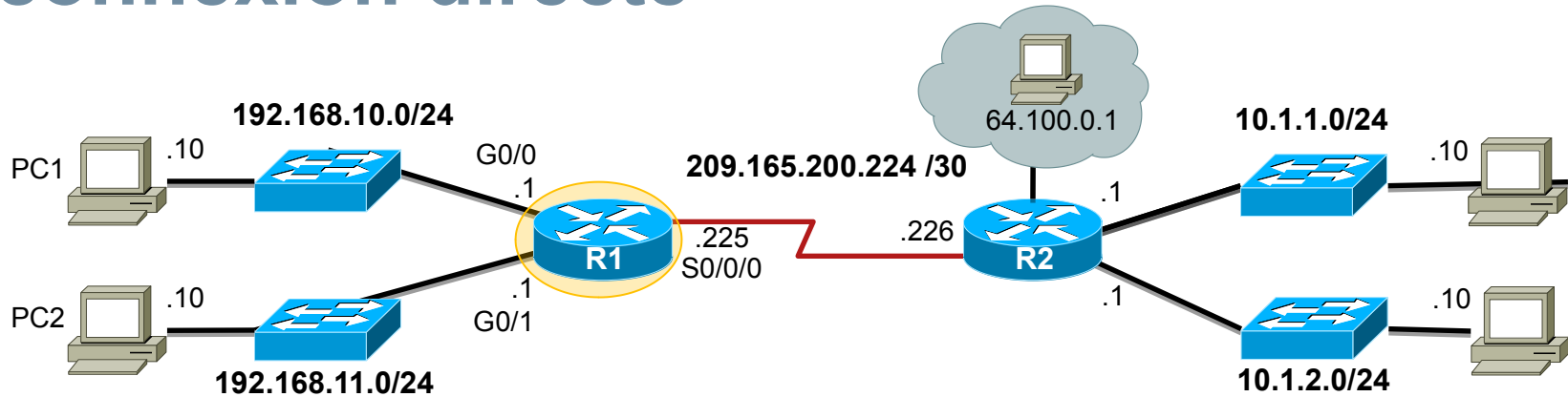
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
D    10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Serial0/0/0
D    10.1.2.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Serial0/0/0
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 3 masks
C    192.168.10.0/24 is directly connected, 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**

**B**

**C**

<b>C</b>	192.168.10.0/24 is directly connected,	GigabitEthernet0/0
<b>L</b>	192.168.10.1/32 is directly connected,	GigabitEthernet0/0

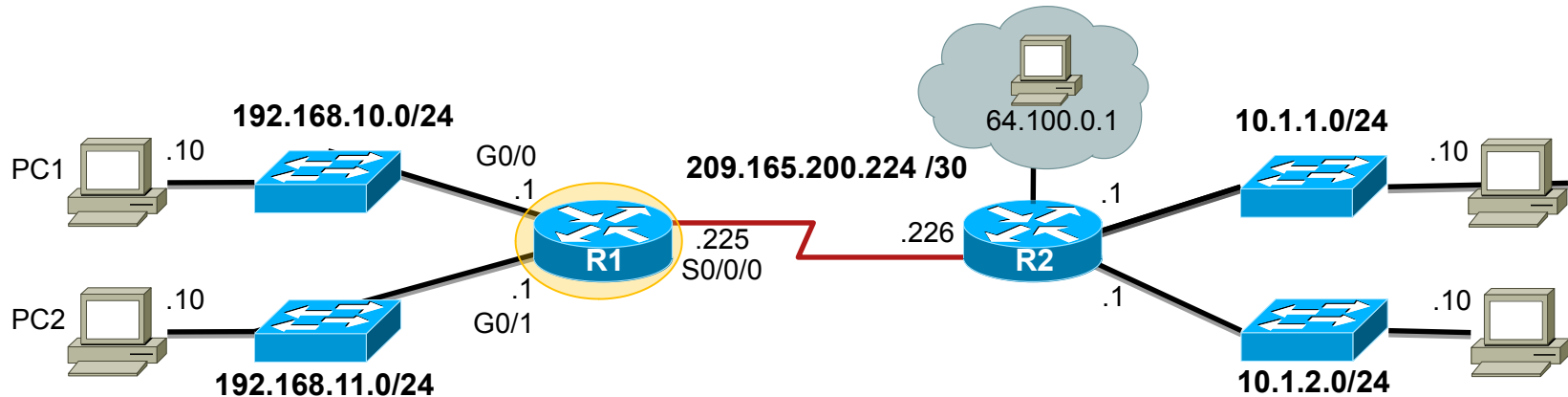
<b>A</b>	Indique la façon dont le réseau a été « appris » par le routeur.
<b>B</b>	Identifie le réseau de destination et la manière dont celui-ci est connecté.
<b>C</b>	Identifie l'interface du routeur qui est connectée au réseau de destination.





## Tables de routage du routeur

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



<b>D</b>	10.1.1.0/24	[90/2170112]	via	209.165.200.226,	00:00:05,	Serial10/0/0
----------	-------------	--------------	-----	------------------	-----------	--------------

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

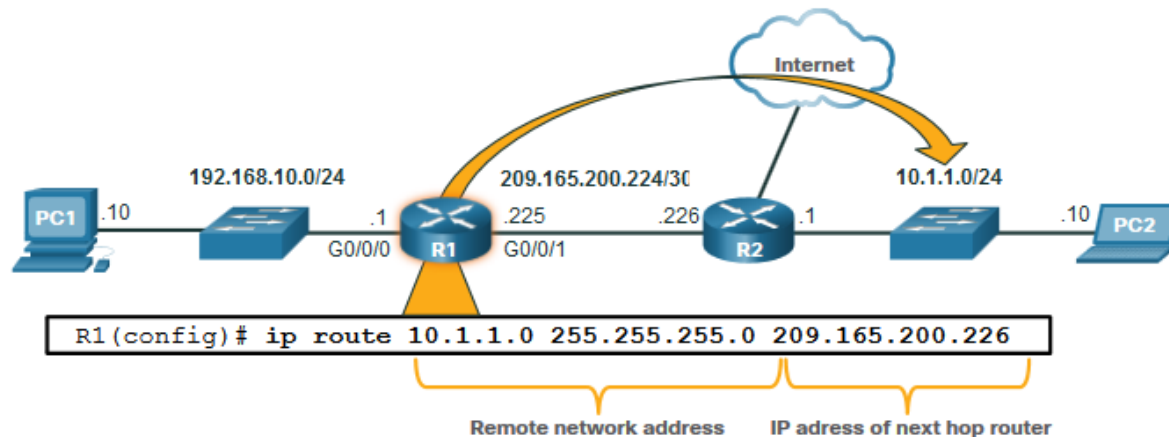


## Présentation du routage

# 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.

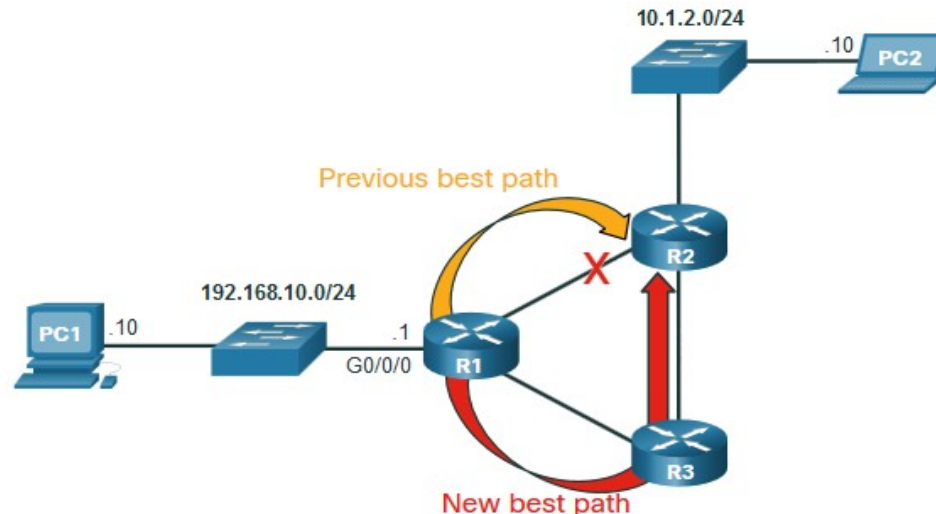


## Présentation du routage

# 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



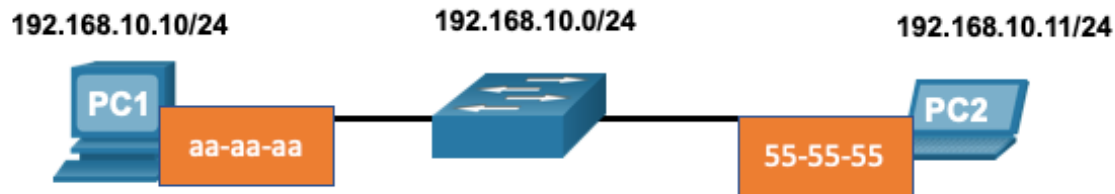
## Adresses MAC et IP

# 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

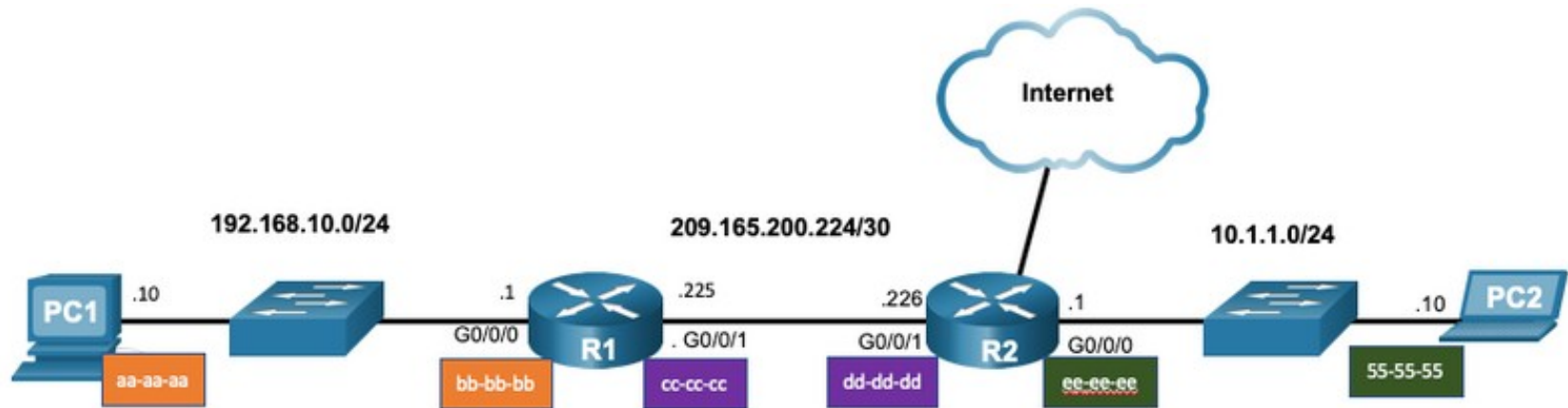


## Adresses MAC et IP

# 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

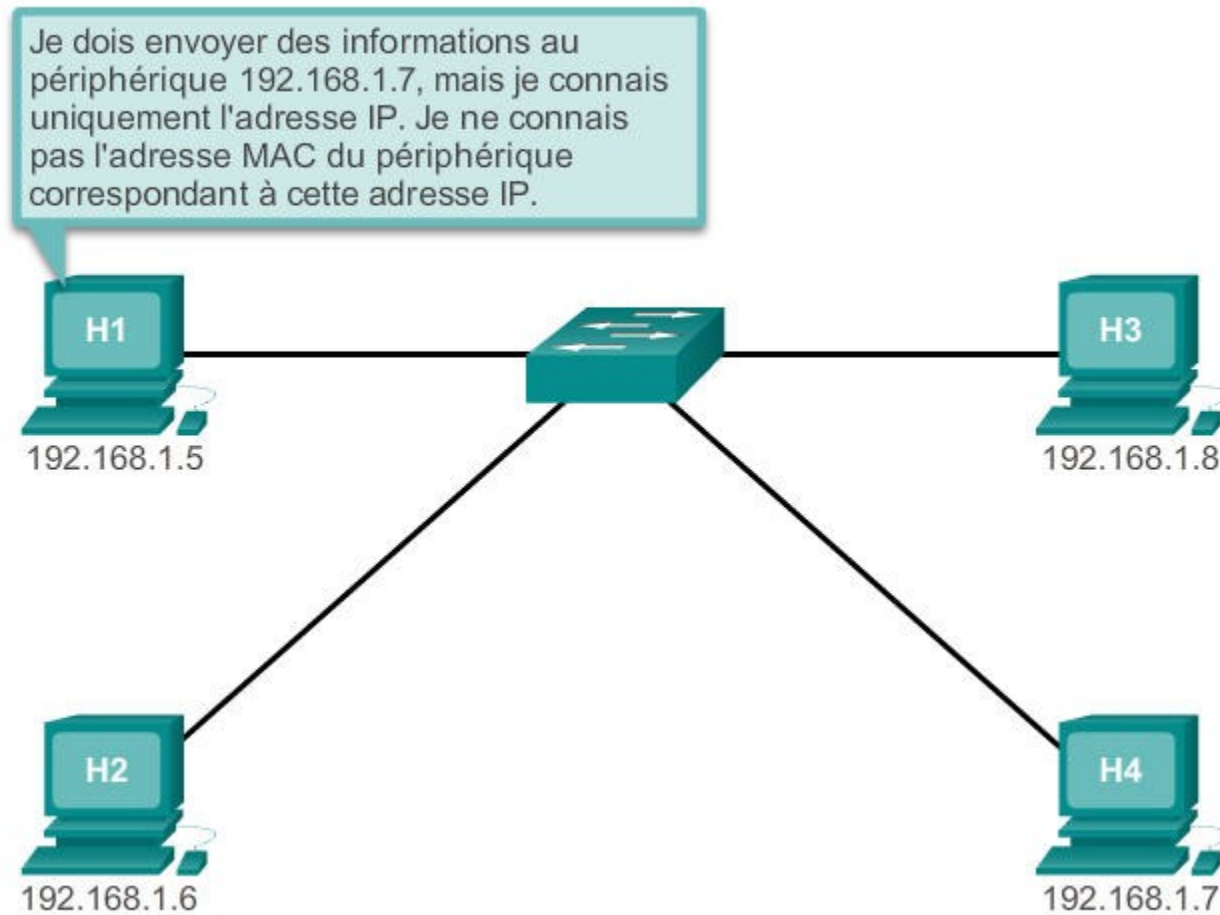
- Le nœud expéditeur a besoin d'un moyen de trouver l'adresse MAC de destination pour une liaison Ethernet donnée

## 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





## 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 –

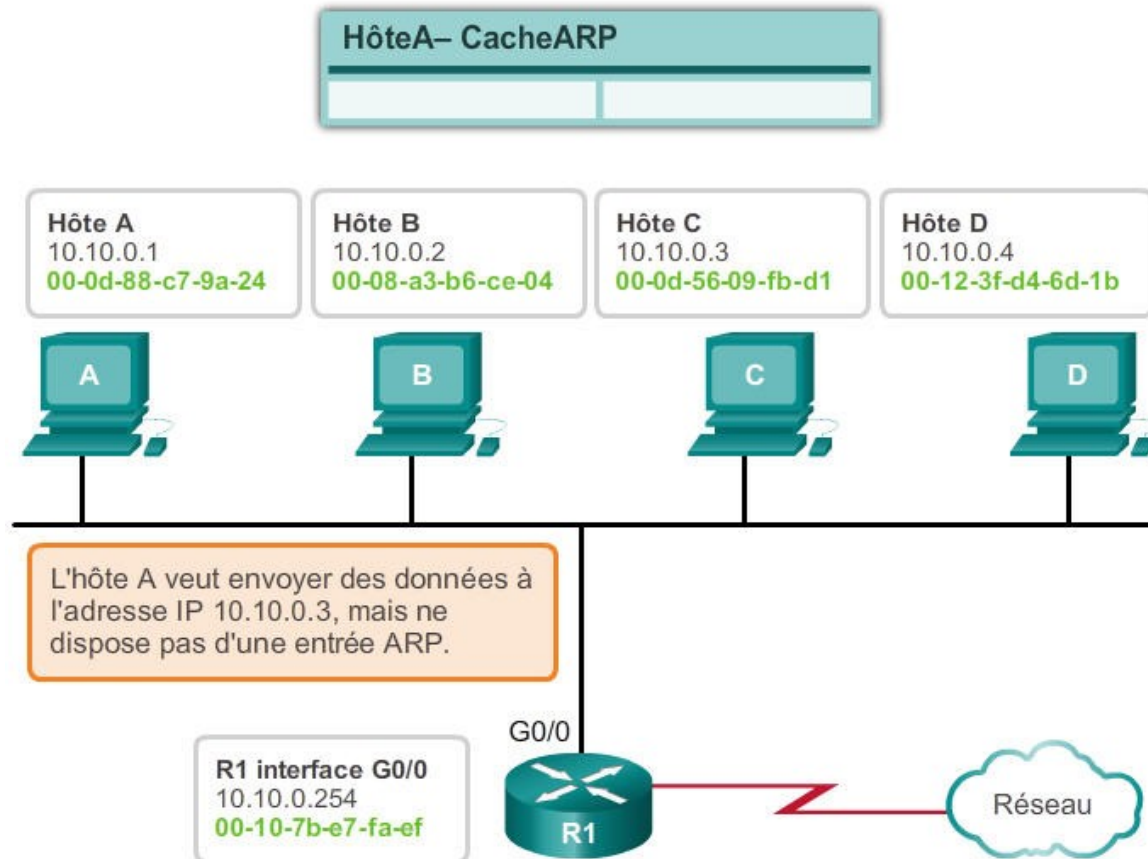
- Diffusion de couche 2 vers tous les périphériques du LAN Ethernet
- Le nœud qui correspond à l'adresse IP de la diffusion répond
- Si aucun périphérique ne répond à la requête ARP, le paquet est abandonné du fait qu'il est impossible de créer une trame

**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

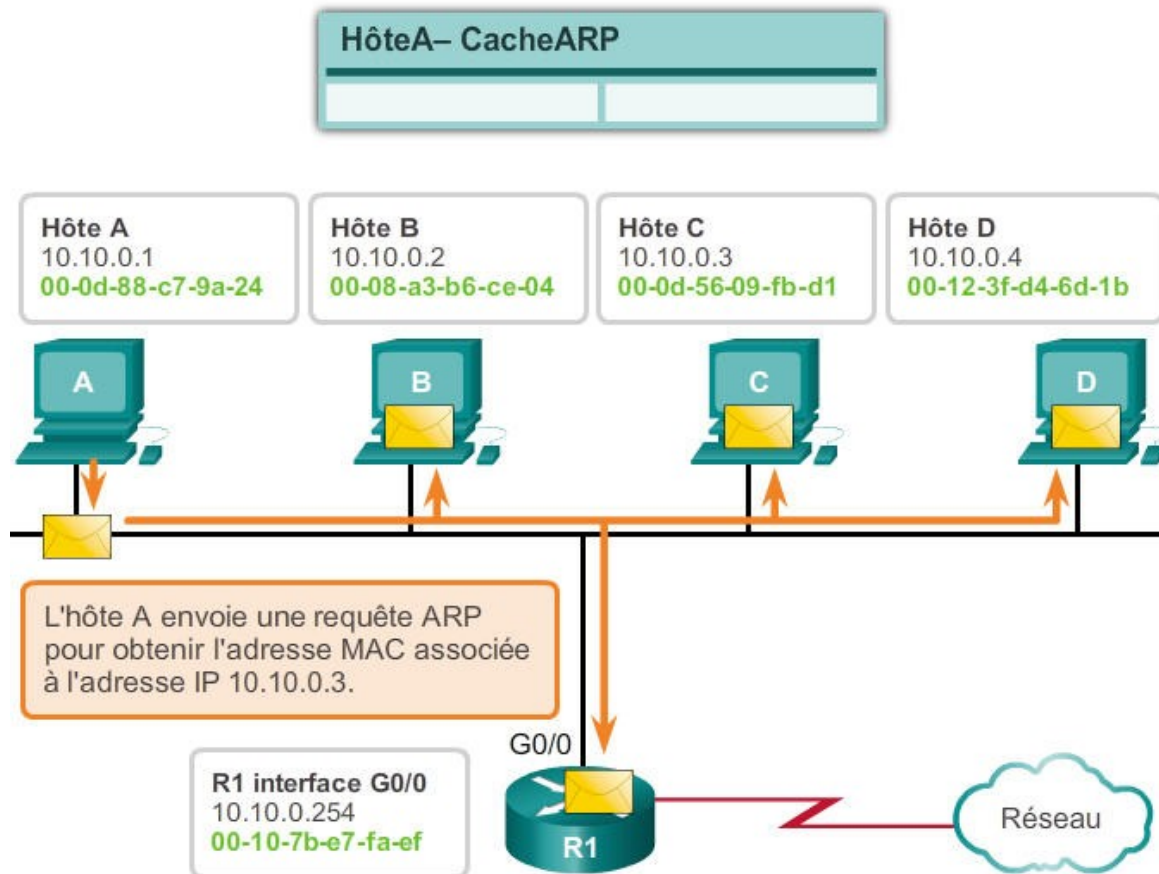




## Le protocole ARP

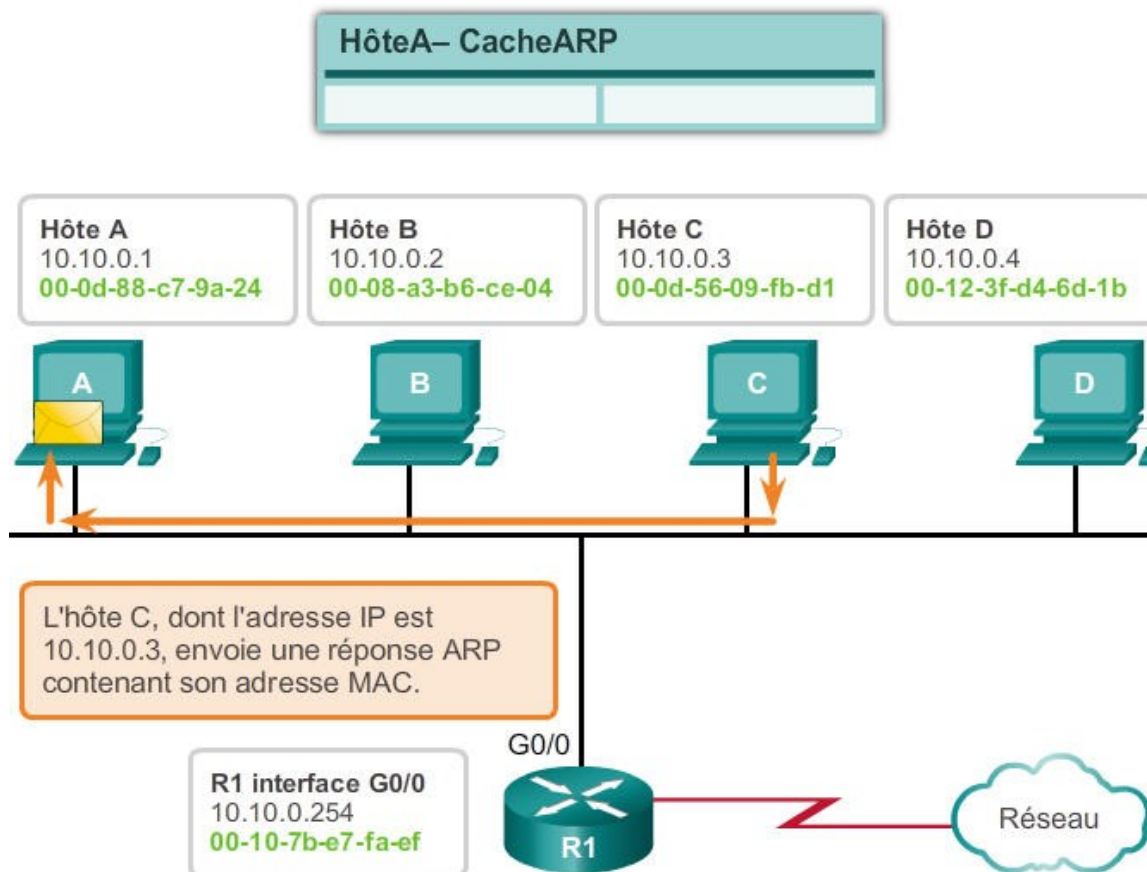
# Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

### Diffusion d'une requête ARP



# Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

Réponse ARP avec les informations MAC

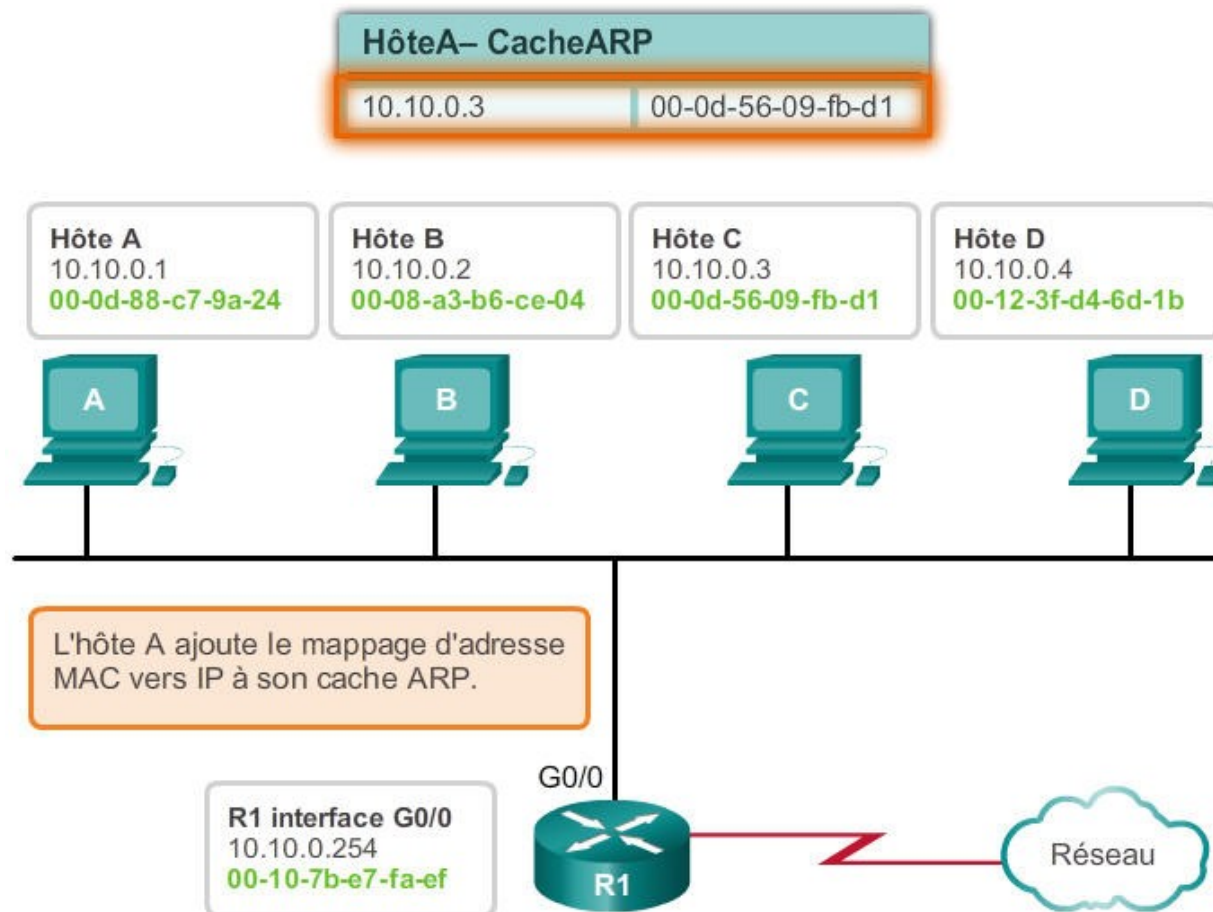




## Le protocole ARP

# Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

Ajout du mappage MAC vers IP dans le cache ARP



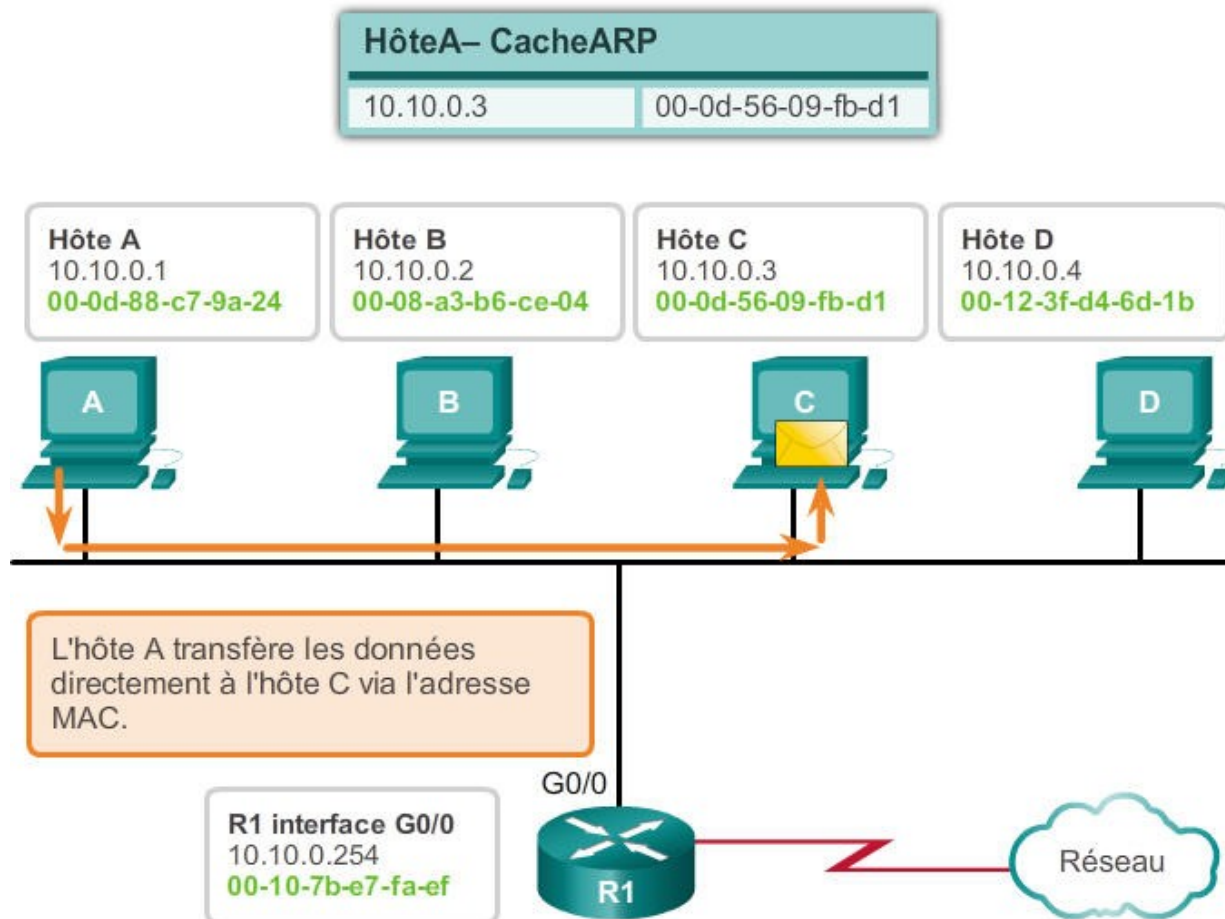




## Le protocole ARP

# Fonctions et fonctionnement du protocole ARP

Transfert de données avec les informations d'adresse MAC



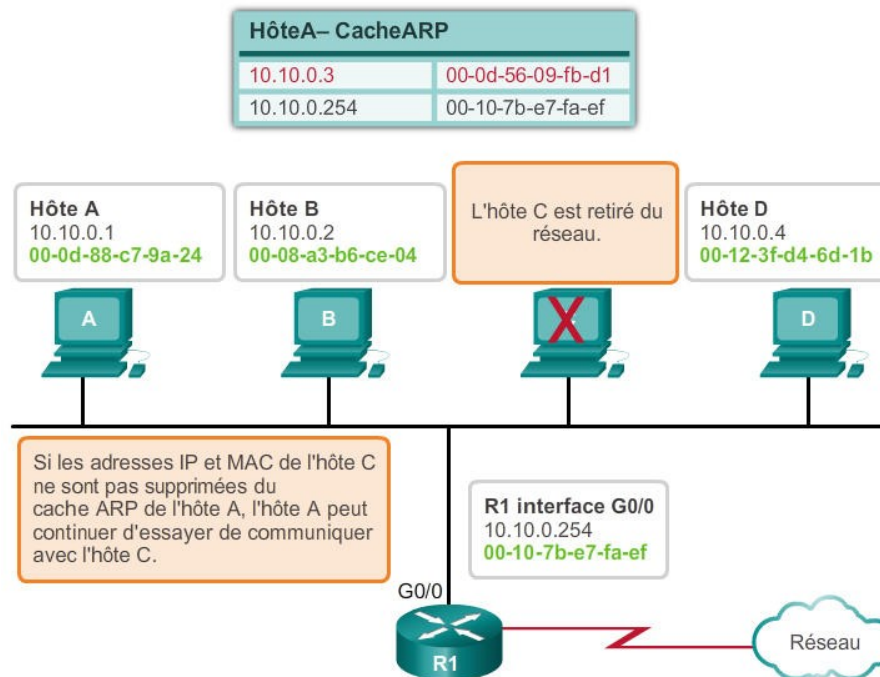


## Le protocole ARP

# 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
```

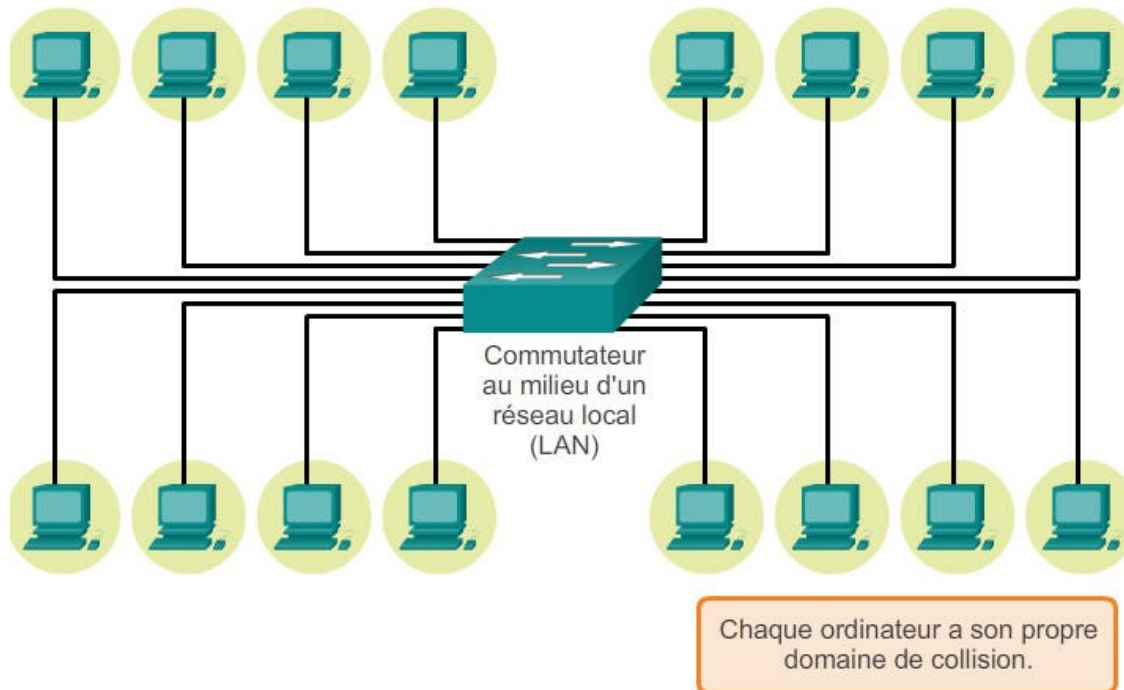
```
Interface: 192.168.1.67 --- 0xa
```

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

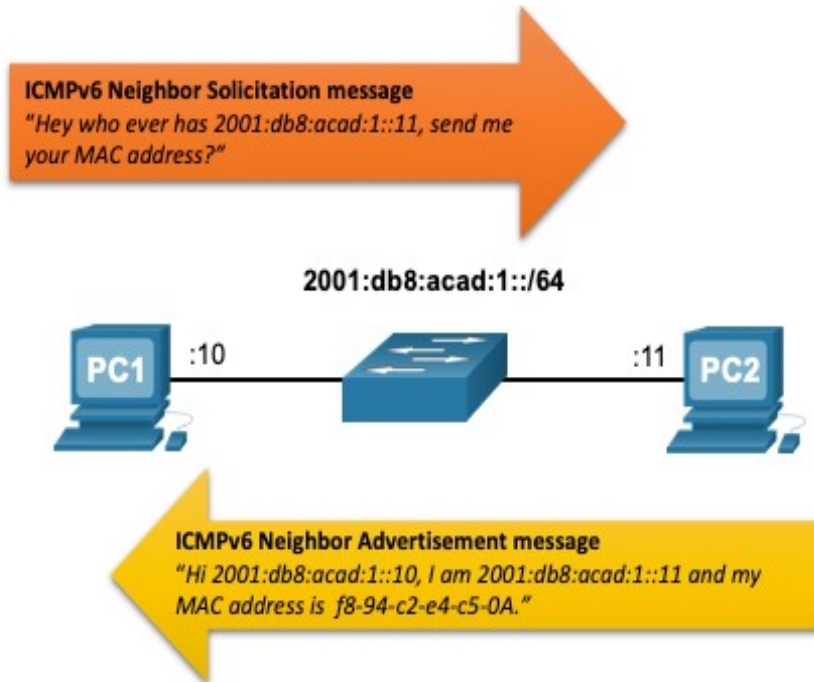
# Message de découverte de voisins

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



## Composants d'un routeur

# À l'intérieur d'un routeur

Emplacements pour les  
cartes d'interface WAN (WIC)



NVRAM & flash

CPU

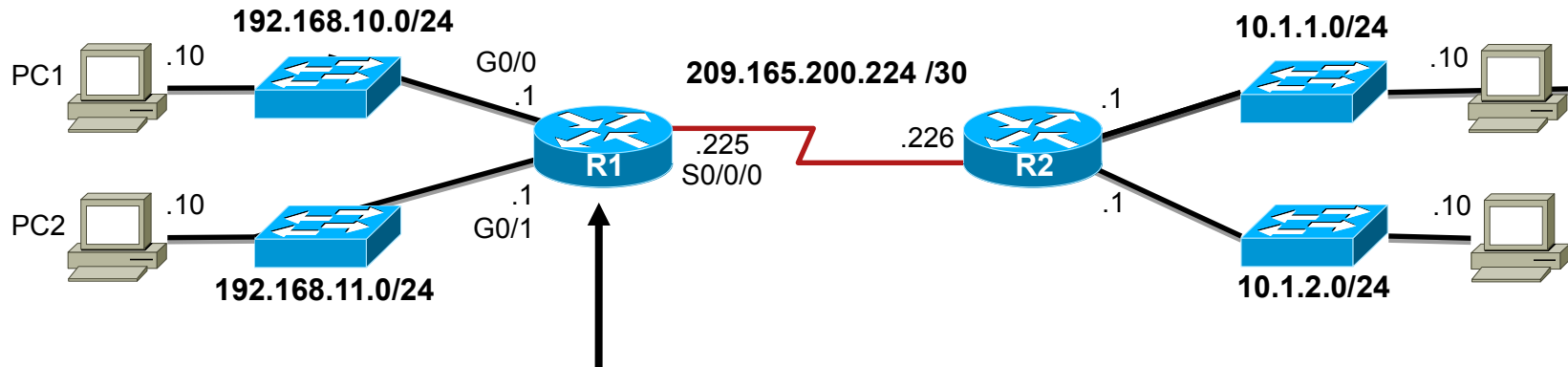
RAM

Module d'intégration  
avancé (AIM)



## Configuration des interfaces

# Configuration des interfaces LAN

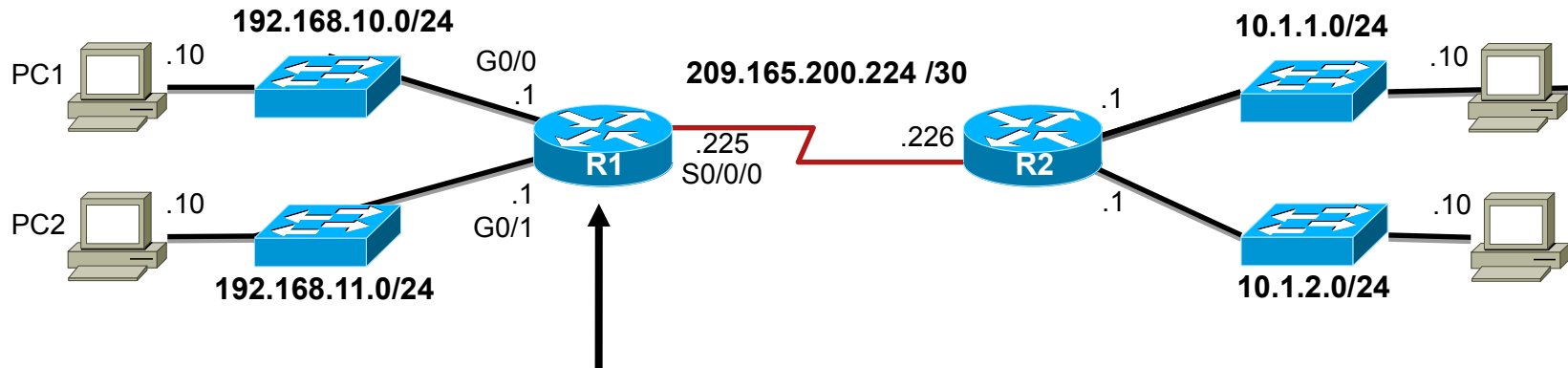


```
R1# conf t
Enter configuration commands, one per line.  Terminez par CNTL/Z.
R1(config)#
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)# description Link to LAN-10
R1(config-if)# no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, 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

**Microsoft TCP/IP Properties** [?] [X]

IP Address | DNS | WINS Address | DHCP Relay | Routing

An IP address can be automatically assigned to this network card by a DHCP server. If your network does not have a DHCP server, ask your network administrator for an address, and then type it in the space below.

Adapter:  
 [1] AMD PCNET PCI Ethernet Adapter

☐ Obtain an IP address from a DHCP server  
☒ Specify an IP address

IP Address: 192 . 168 . 2 . 2  
 Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0  
 Default Gateway: 192 . 168 . 2 . 1

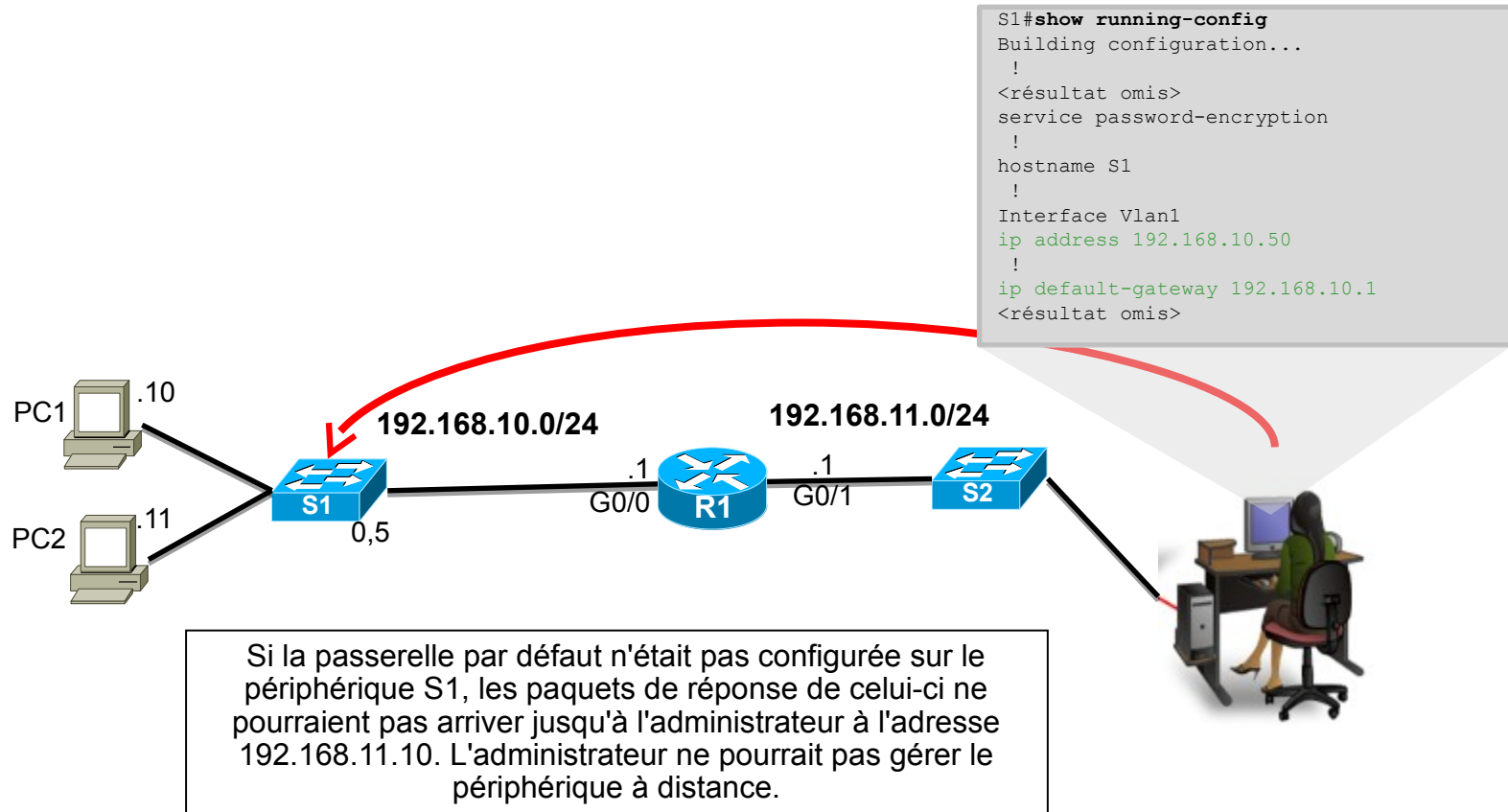
Advanced...

OK Cancel Apply



## 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