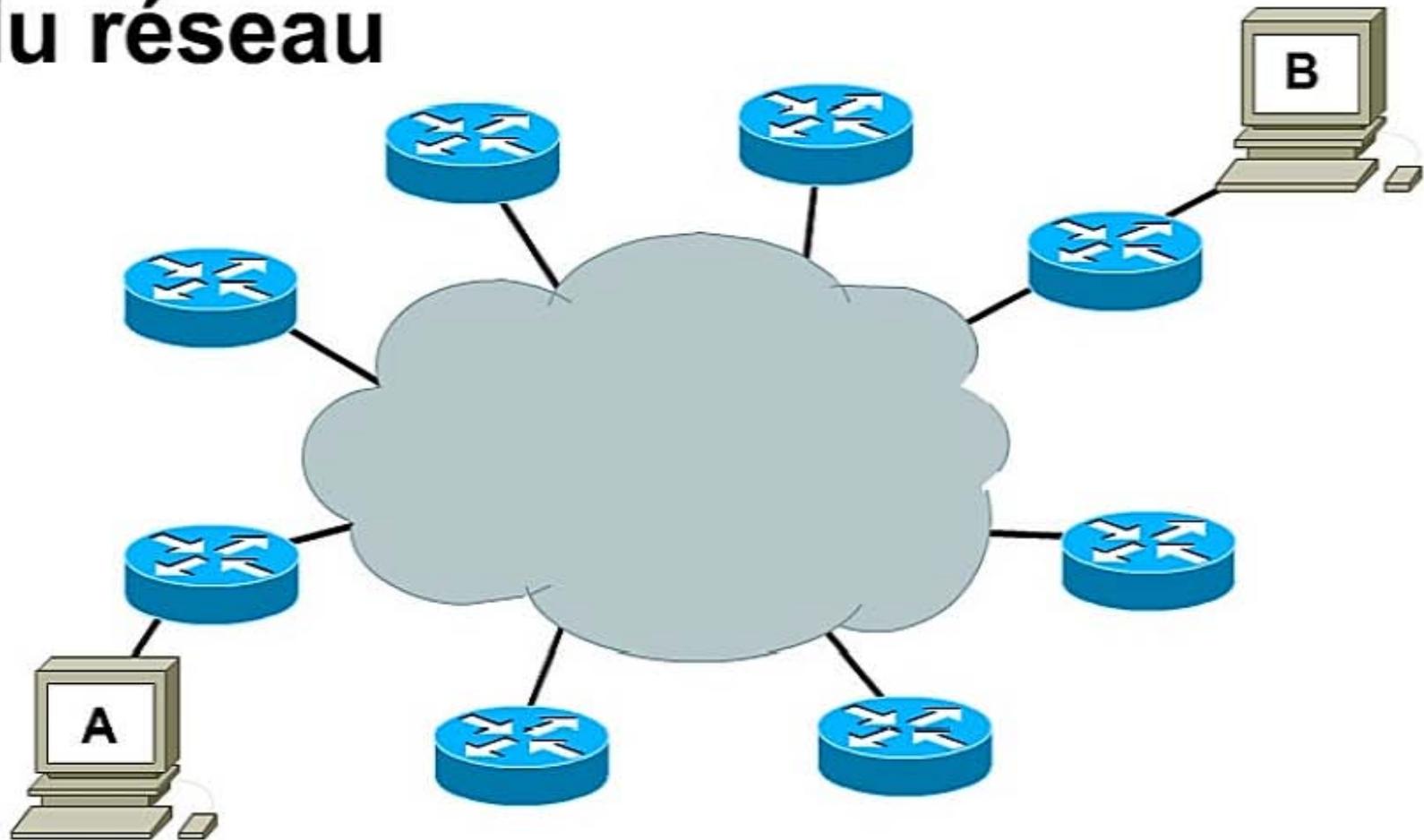


# La couche réseau

# Identification des utilisateurs du réseau

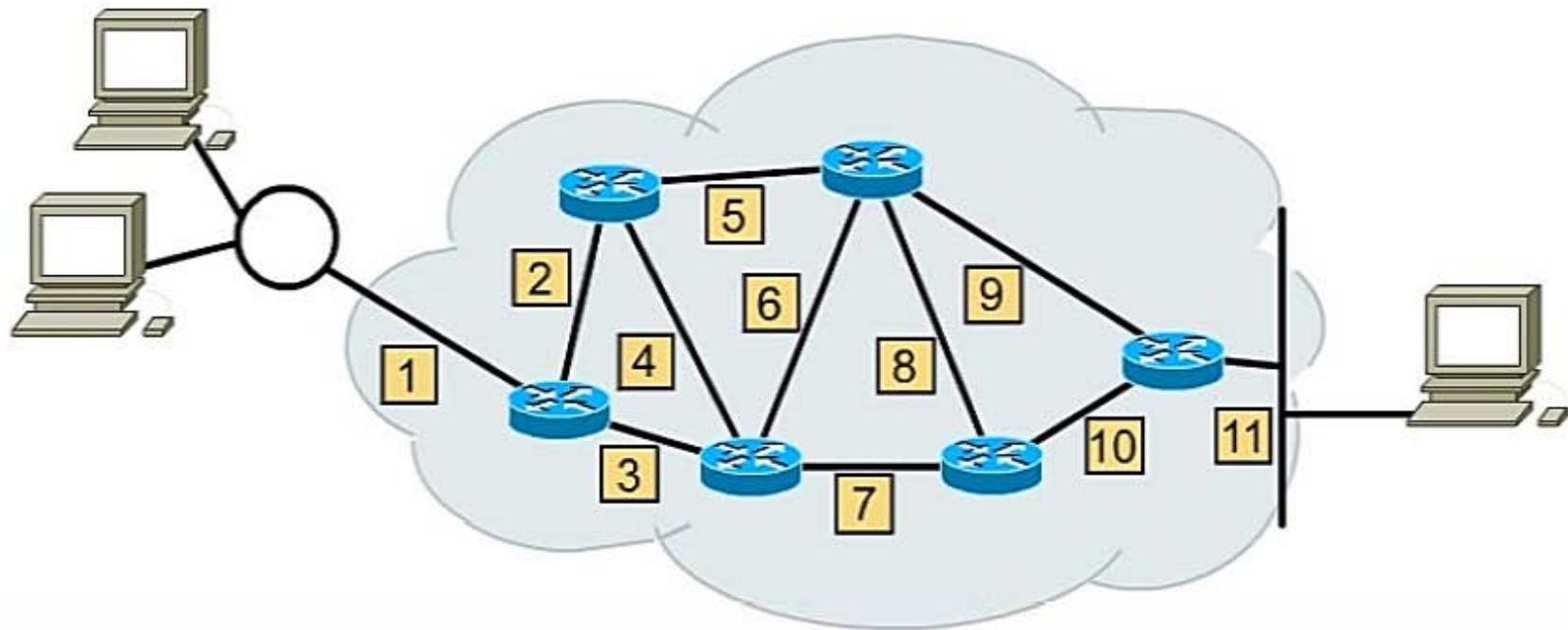


La seule façon pour l'hôte B d'atteindre l'hôte A est d'utiliser un système d'adressage. Sans les services de la couche réseau, l'hôte B ne peut pas déterminer où se trouve l'hôte A.

1

# Informations de couche réseau

2

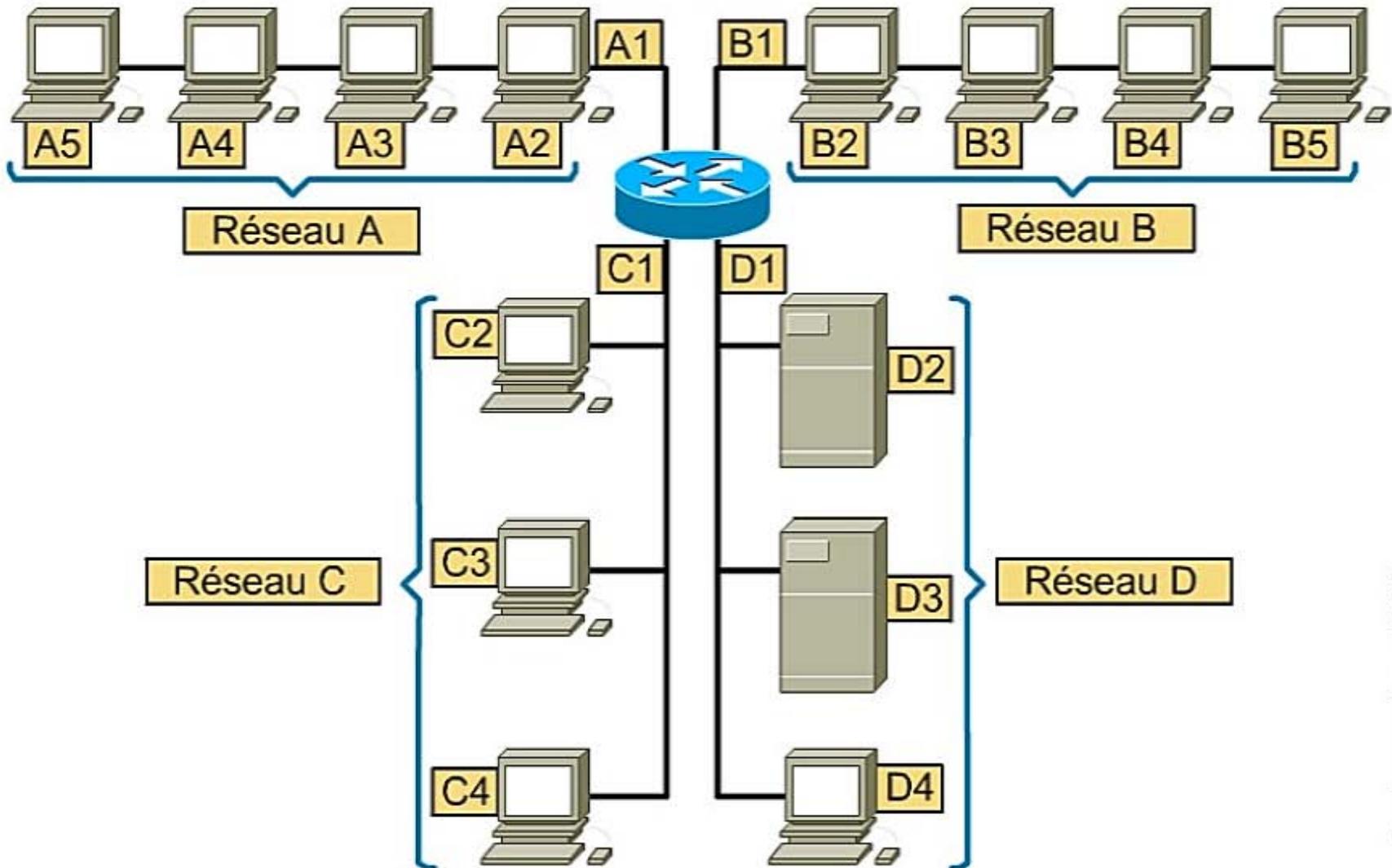


Les adresses représentent le chemin des connexions média.

1

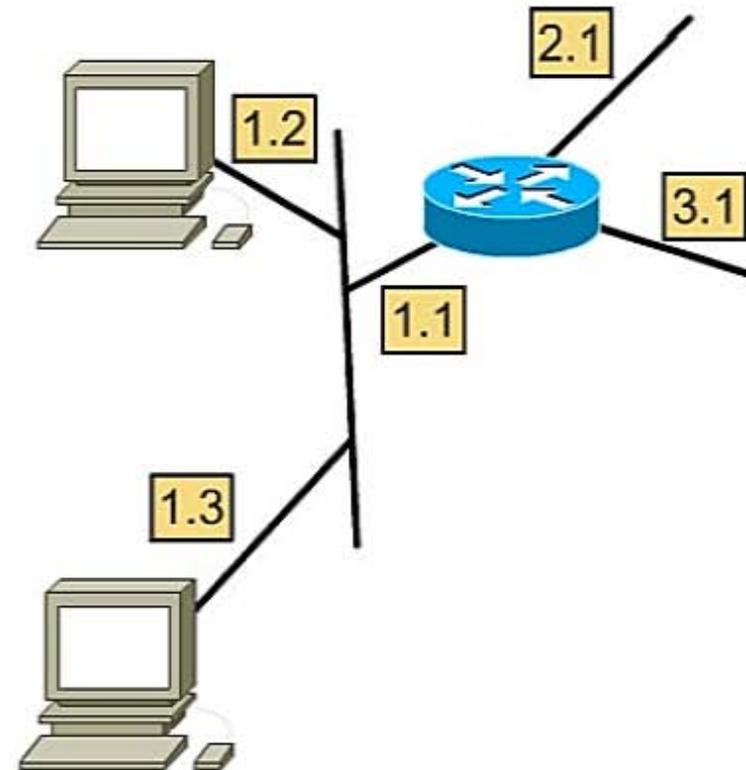
2

# Routeurs et transmission des données



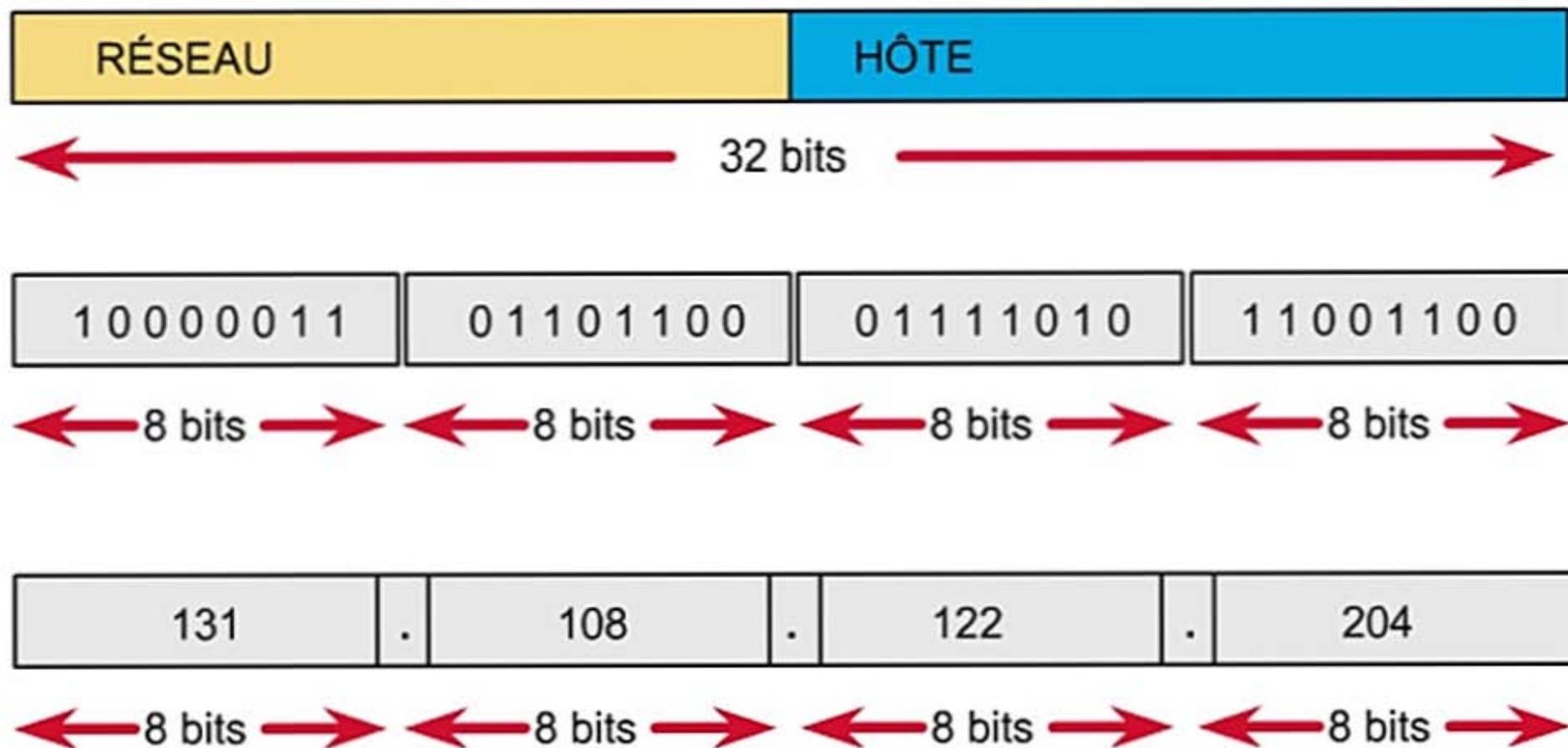
# Adressage: Réseau et hôte

Réseau	Hôte
1	1
	2
	3
2	1
3	1



- ◆ Adresse réseau - Partie de l'adresse utilisée par le routeur
- ◆ Adresse hôte - Adresse spécifique d'un port ou d'une unité du réseau

# Structure d'adressage IP

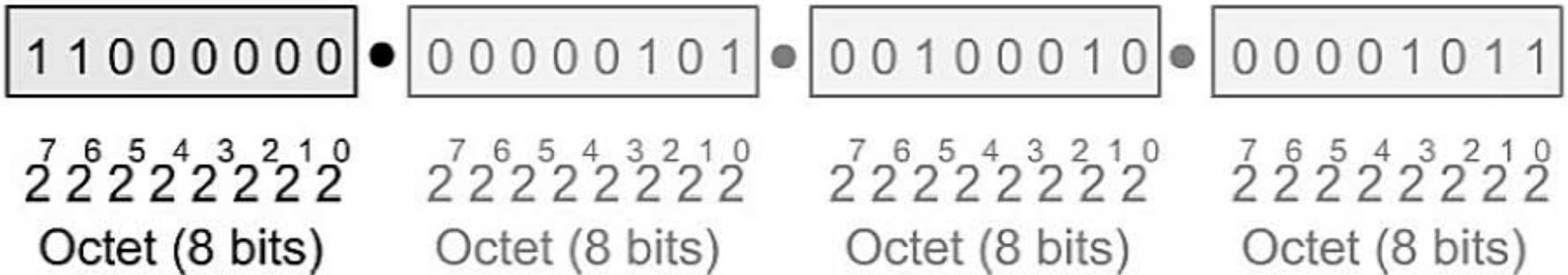


Une adresse IP est codée sur 32 bits. Elle comprend deux parties principales, un numéro de réseau et un numéro de machine. Comme il est pratiquement impossible pour la plupart des gens de mémoriser 32 bits, les adresses IP sont divisées en groupes de 8 bits séparés par des points, et représentées dans un format décimal et non binaire. On parle de "notation décimale pointée".

# Champs de couche réseau

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Type de service	Longueur totale			
Identification			Indi- cateurs	Décalage de fragment		
Durée de vie		Protocole	Somme de contrôle d'en-tête			
Adresse IP source						
Adresse IP de destination						
Options IP (s'il y a lieu)					Remplis- sage	
Données						
...						

# Adresse IP binaire de 32 bits

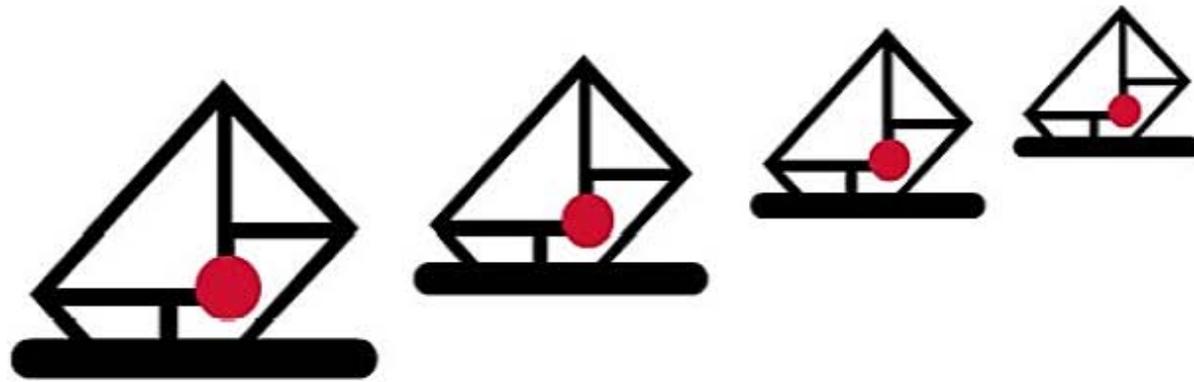
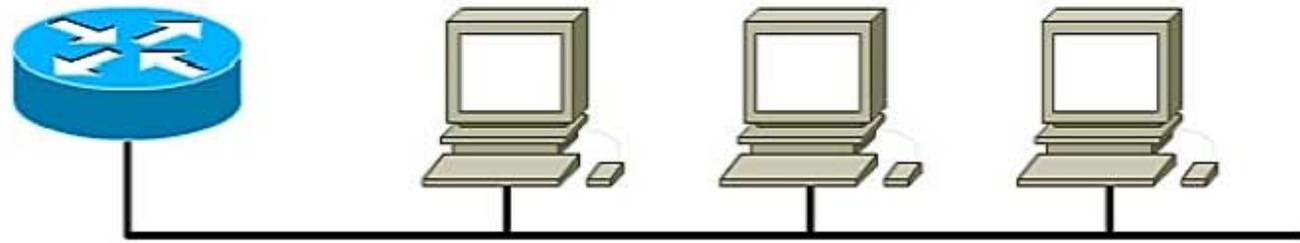


## Classes d'adresses IP

Classe d'adresse	Plage du premier octet (décimale)	Bits du premier octet (es bits verts ne changent pas)	Parties réseau(N) et hôte (H) de l'adresse	Masque de sous-réseau par défaut (décimal et binaire)	Nombre de réseaux et d'hôtes possibles par réseau
A	1-127**	00000000-01111111	N.H.H.H	255.0.0.0	128 réseaux ( $2^7$ ) 16 777 214 hôtes par réseau ( $2^{24}-2$ )
B	128-191	10000000-10111111	N.N.H.H	255.255.0.0	16 384 réseaux ( $2^{14}$ ) 65 534 hôtes par réseau ( $2^{16}-2$ )
C	192-223	11000000-11011111	N.N.N.H	255.255.255.0	2 097 150 réseaux ( $2^{21}$ ) 254 hôtes par réseau ( $2^8-2$ )
D	224-239	11100000-11101111	S.O. (multidiffusion)		
E	240-255	11110000-11111111	S.O. (expérimental)		

\*\* Les adresses d'hôtes contenant uniquement des zéros (0) et des uns (1) ne sont pas valides.

# Adresse de broadcast



- ◆ Elle est consultée par toutes les unités du réseau.
- ◆ Elle est insérée dans chaque boîte aux lettres pour être vue par chacun.

# Configurations de bits d'adresses IP

Nombre de bits	1	7	24
----------------	---	---	----

Classe A:

0	N° DE RÉSEAU	N° D'HÔTE
---	--------------	-----------

Nombre de bits	1	1	14	16
----------------	---	---	----	----

Classe B:

1	0	N° DE RÉSEAU	N° D'HÔTE
---	---	--------------	-----------

Nombre de bits	1	1	1	21	8
----------------	---	---	---	----	---

Classe C:

1	1	0	N° DE RÉSEAU	N° D'HÔTE
---	---	---	--------------	-----------

1

# Sous-réseaux et masque de sous-réseau

2

3

4

**SOLUTION :** Créer une autre partie dans l'adresse IP, appelée le sous-réseau.

RÉSEAU

SOUS-  
RÉSEAU

HÔTE

COMMENT ?

**En utilisant un MASQUE  
DE SOUS-RÉSEAU**

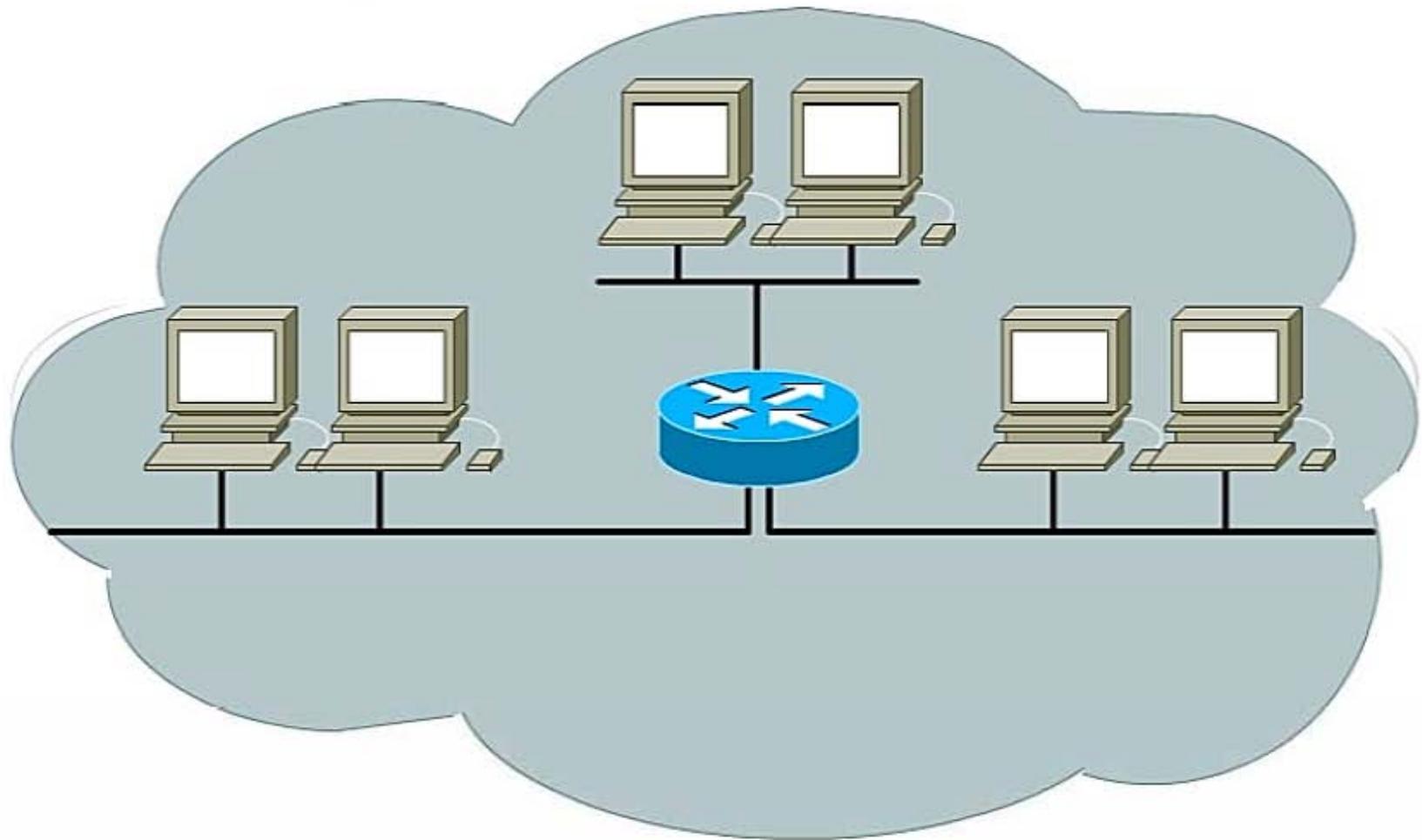
1

2

3

4

# Adressage avec des sous-réseaux



En interne, il est possible de diviser un réseau en sous-réseaux de moindre taille. L'utilisation de sous-réseaux donne lieu à un troisième niveau d'adressage, ce qui procure une plus grande flexibilité à l'administrateur réseau. Par exemple, un réseau de classe B dont les adresses ont été accordées par l'InterNIC peut être divisé en plusieurs sous-réseaux. Dans

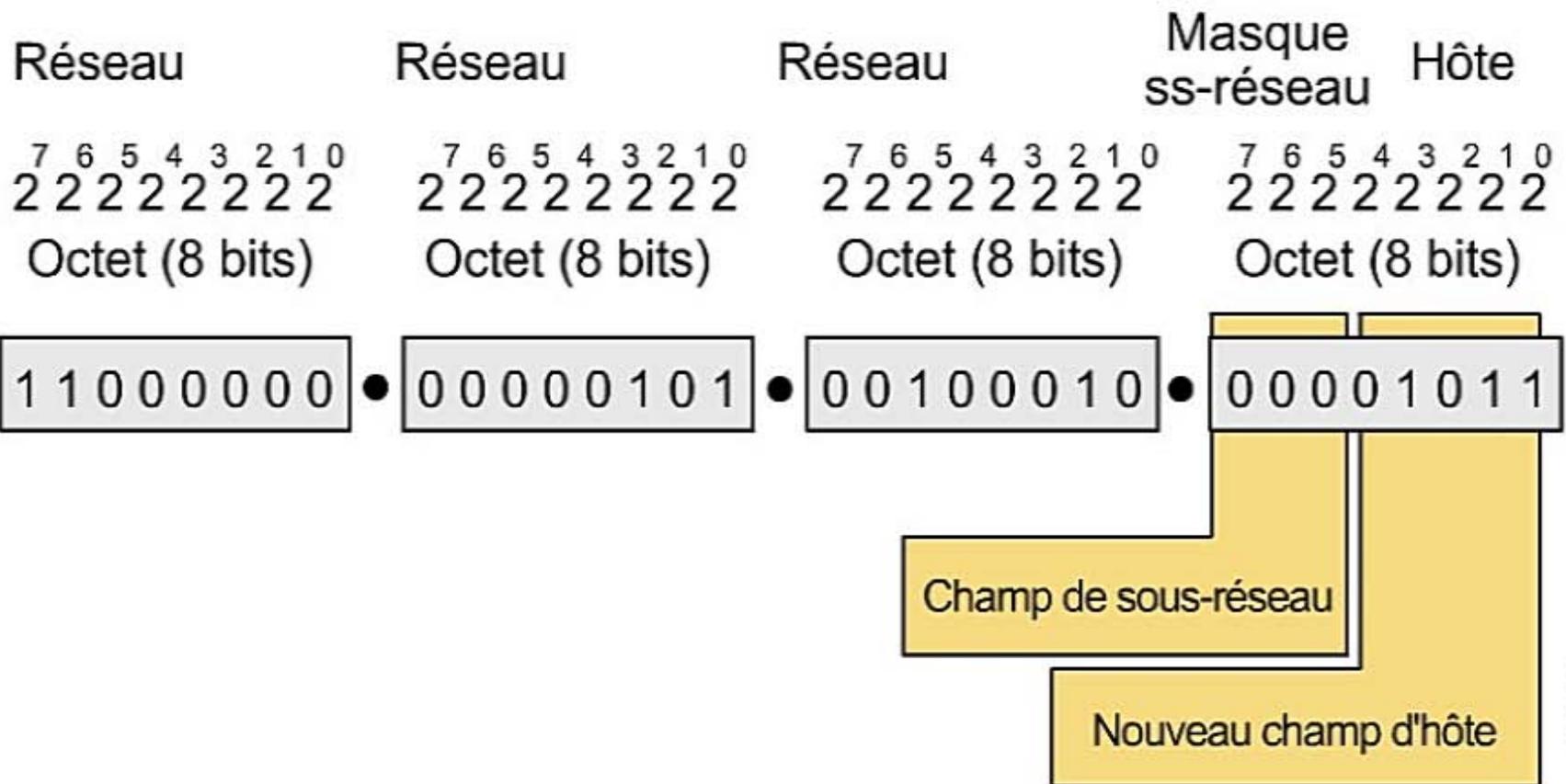
# Adresse IP binaire de 32 bits

1

2

3

4



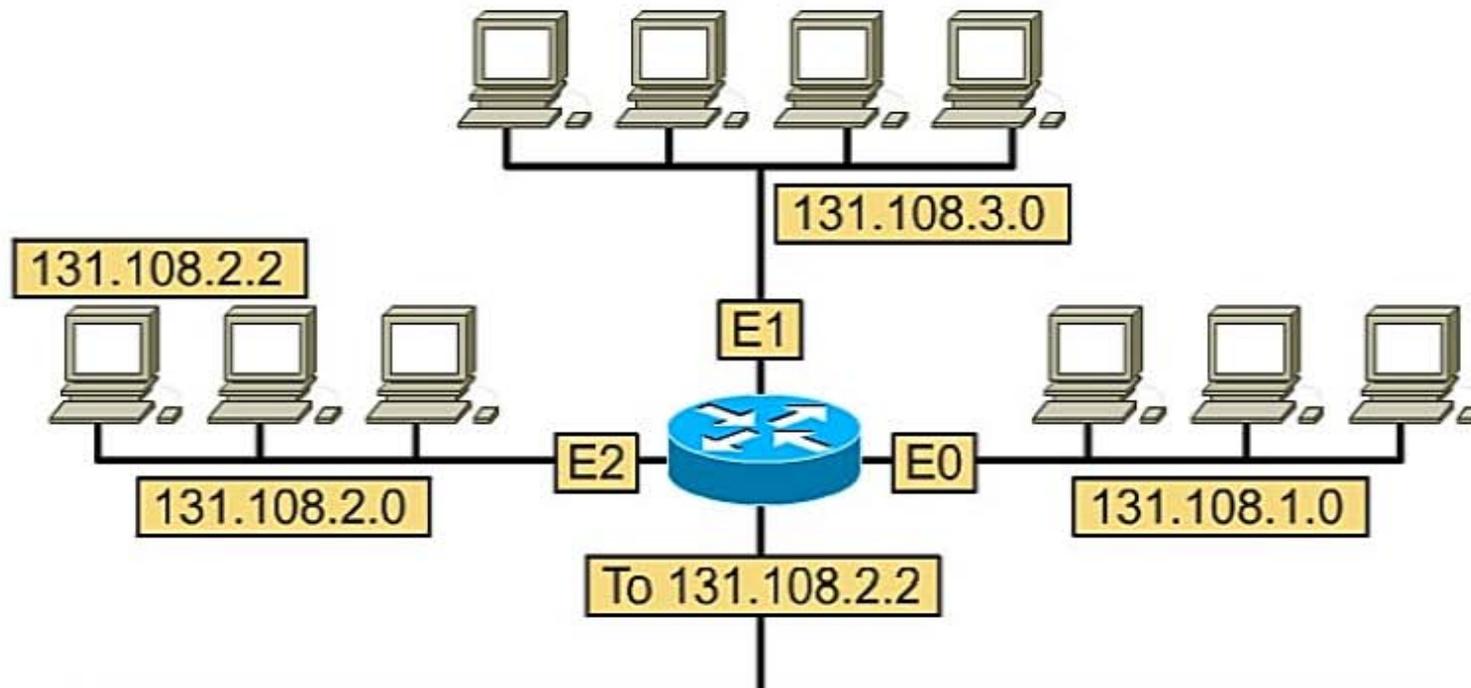
# Masque de sous-réseau

11111111.11111111.11110000.00000000

Réseau de classe B  
16 bits pour le réseau  
4 bits pour le sous-réseau  
12 bits pour l'hôte

- ◆ Longueur : 32 bits
- ◆ Divisé en quatre octets
- ◆ Des 1 dans les parties réseau et sous-réseau
- ◆ Des 0 dans la partie hôte

# Opération ET logique



131.108.2.2	10000011	01101100	00000010	00000010
ET		ET		
255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000
	10000011	01101100	00000010	00000000

**1**

# Masque de sous-réseau

2

3



Il utilise les bits d'hôte contigus, en partant du bit de poids fort (bit de gauche)

1

2

3

# Équivalents décimaux des configurations de bits

128	64	32	16	8	4	2	1	
1	0	0	0	0	0	0	0	= 128
1	1	0	0	0	0	0	0	= 192
1	1	1	0	0	0	0	0	= 224
1	1	1	1	0	0	0	0	= 240
1	1	1	1	1	0	0	0	= 248
1	1	1	1	1	1	0	0	= 252
1	1	1	1	1	1	1	0	= 254
1	1	1	1	1	1	1	1	= 255

1

2

3

# Adresses de sous-réseau

Classe B



Avant la division en sous-réseaux



Après la division en sous-réseaux

---

Pour créer une adresse de sous-réseau, il faut « emprunter » des bits au champ d'hôte et les déclarer en tant que champ de sous-réseau. Il est possible d'emprunter un nombre quelconque de bits, mais 2 conditions sont nécessaires : il doit rester 2 bits et 2 bits au moins doivent être empruntés. L'illustration indique une adresse de classe B avec 8 bits empruntés.

# Sous-réseau de 4 bits

0000
0001
0010
0011
0100
0101
0110
0111
1000
1001
1010
1011
1100
1101
1110
1111

1

# Exemple de planification de sous-réseaux de classe B

2

	Réseau	Sous-réseau	Hôte
Adresse IP de l'hôte 172.16.2.120	10101100 00010000	00000010	01111000
Masque de sous-réseau 255.255.255.0 ou /24	11111111 11111111	11111111	00000000
<b>Sous-réseau</b>	10101100 00010000 172 16	00000010 2	00000000 0

- ◆ Adresse de sous-réseau = 172.16.2.0
- ◆ Plage d'adresses hôtes = 172.16.2.1 à 172.16.2.254
- ◆ Adresse de broadcast = 172.16.2.255
- ◆ Huit bits pour la création de sous-réseaux

1

2

# Masques de sous-réseau avec des sous-réseaux

	Réseau	Sous-réseau	Hôte
Adresse IP de l'hôte 172.16.2.120	10101100 00010000	00000010	01111000
Masque de sous-réseau 255.255.254.0 ou /23	11111111 11111111	11111110	00000000
<b>Sous-réseau</b>	10101100 00010000 172 16	00000010 2	00000000 0

- ◆ Numéro de réseau prolongé de sept bits

# Espace d'adressage privé

Les plages suivantes sont disponibles pour  
l'adressage privé :

10.0.0.0 - 10.255.255.255

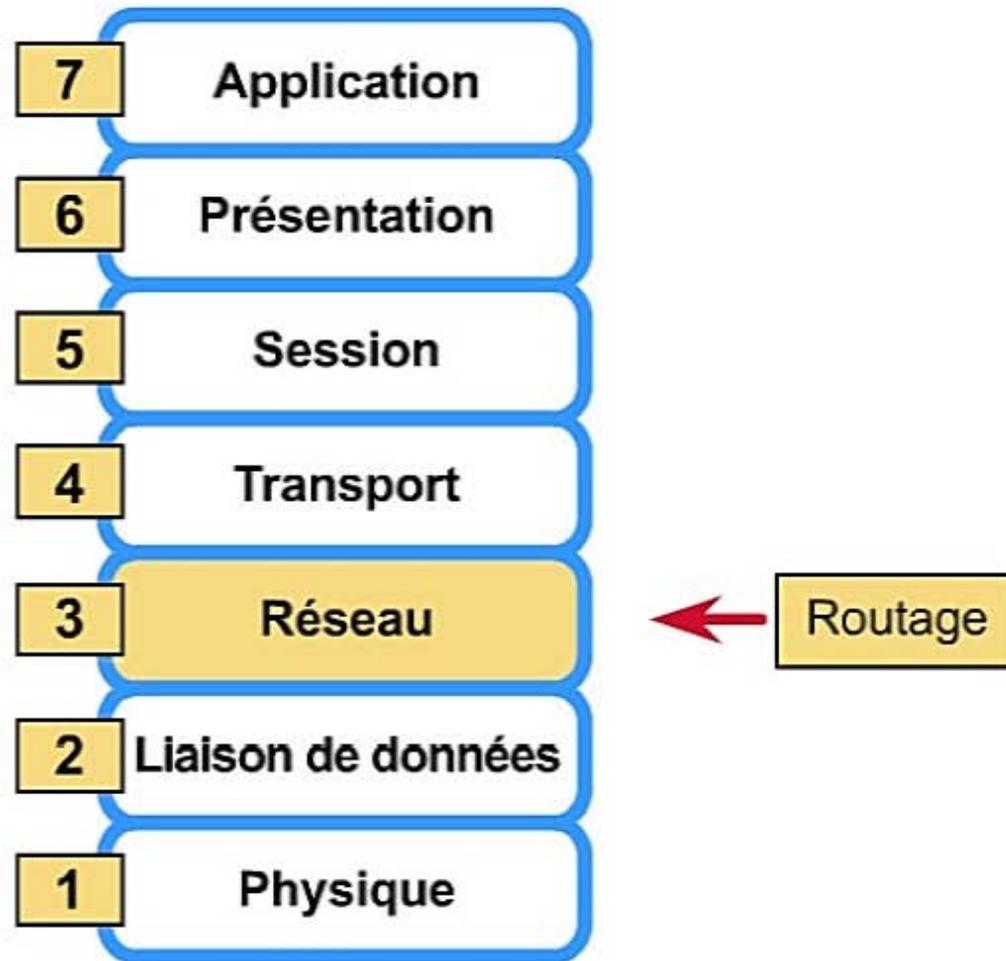
172.16.0.0 - 172.31.255.255

192.168.0.0 - 192.168.255.255

1

# Modèle OSI

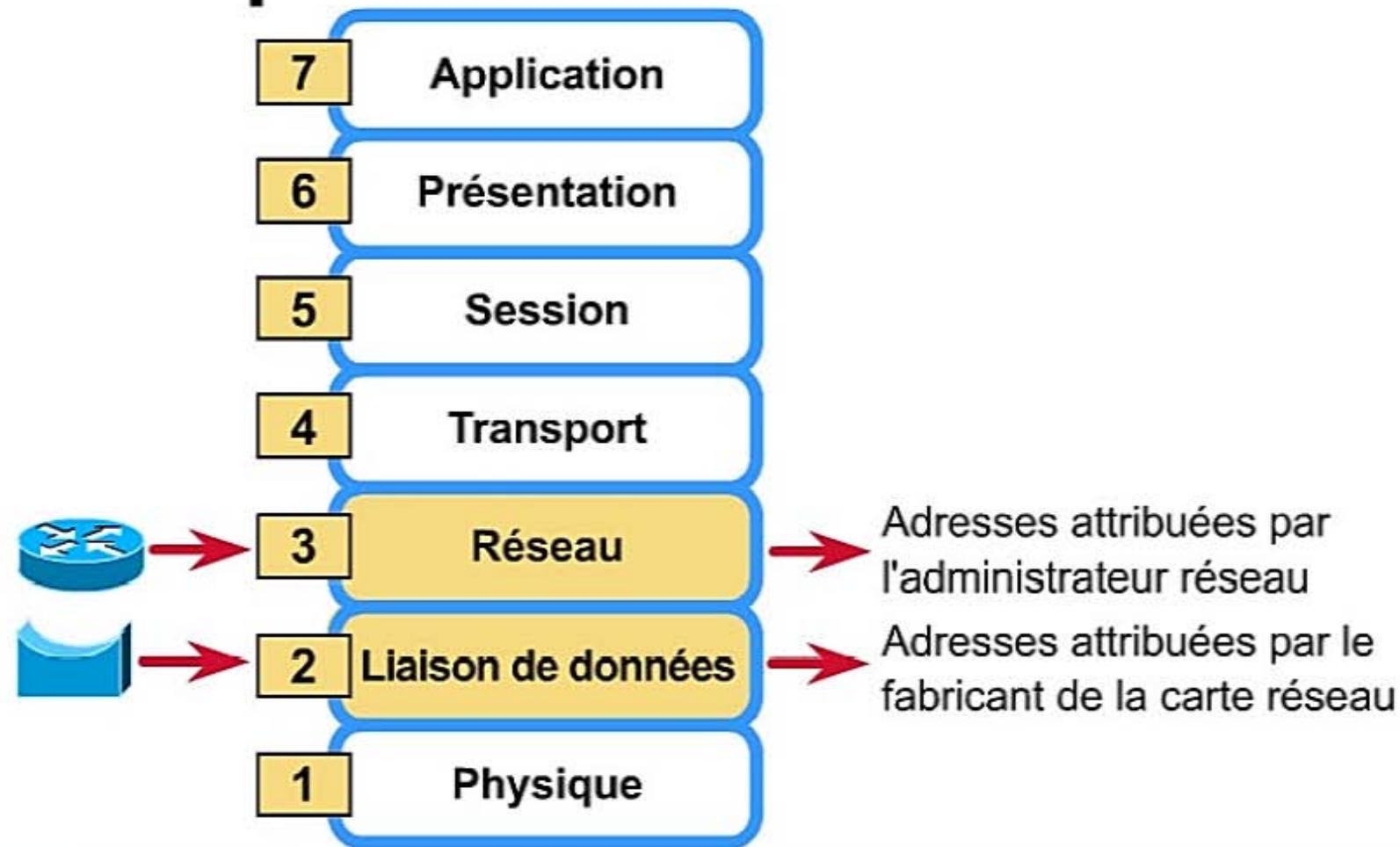
2



1

2

# Comparaison entre les routeurs et les ponts



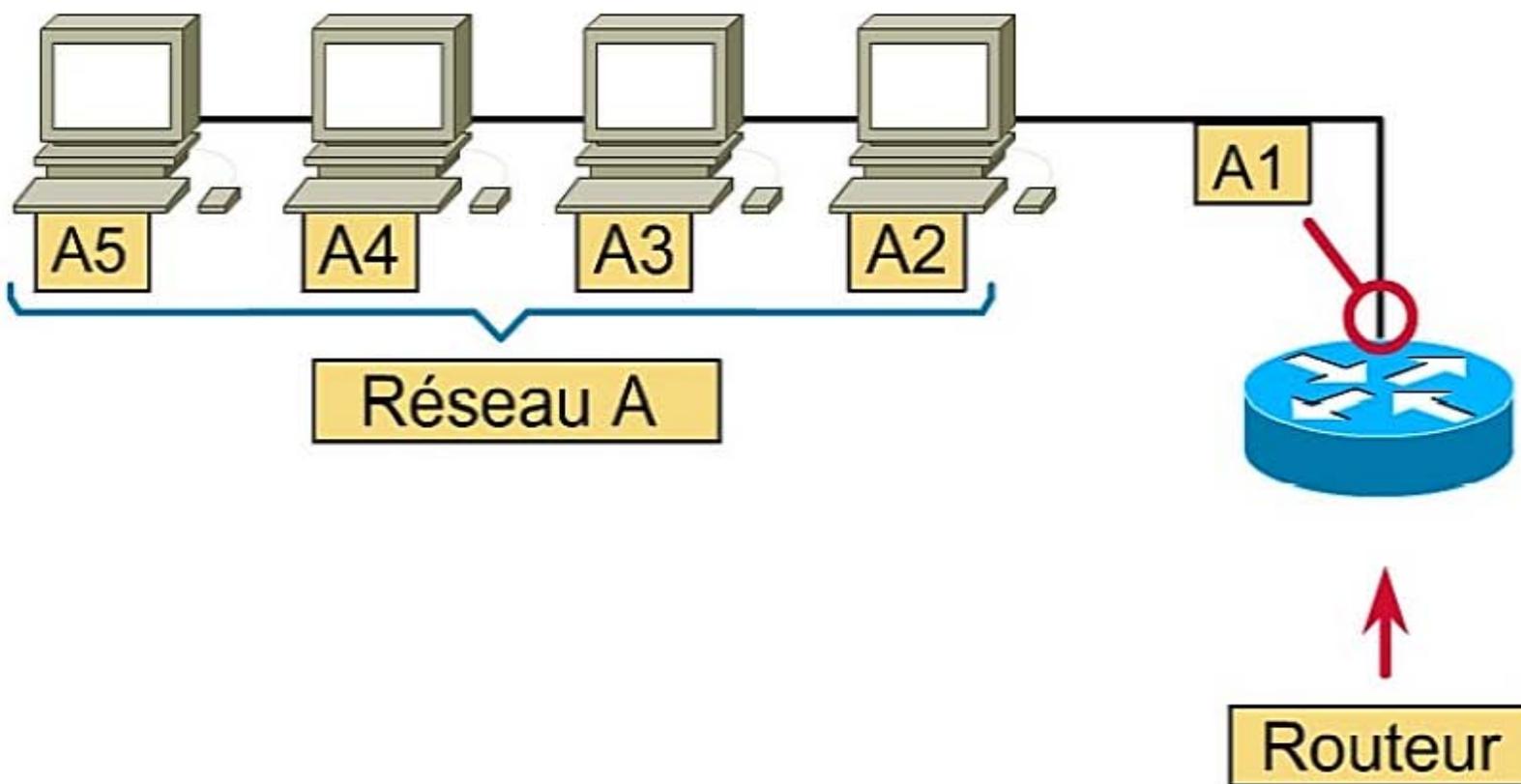
Le pontage est une fonction de la couche 2. Les ponts utilisent la sous-couche MAC (Media Access Control) ou les adresses MAC attribuées par le fabricant du matériel. Le routage est une fonction de la couche 3. Les routeurs utilisent les adresses logiques attribuées par l'administrateur réseau.

1

2

3

# Connexions au routeur

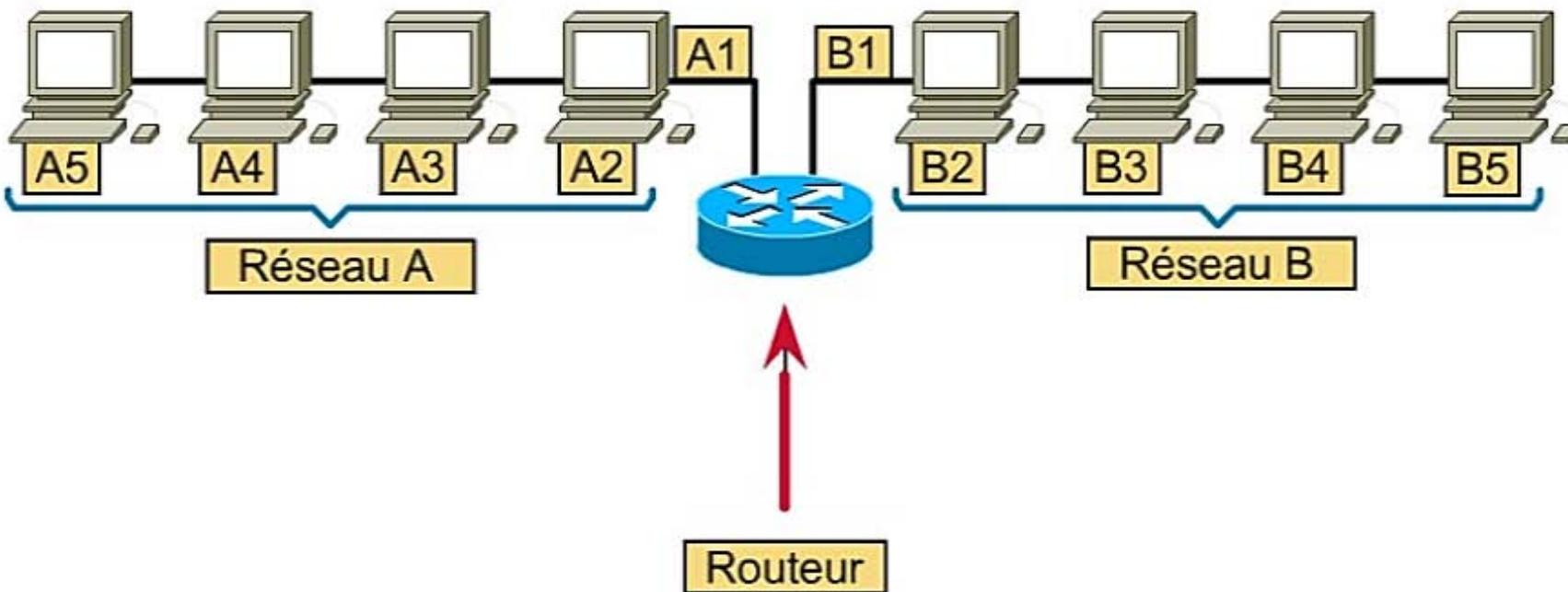


1

2

3

# Segmentation du réseau

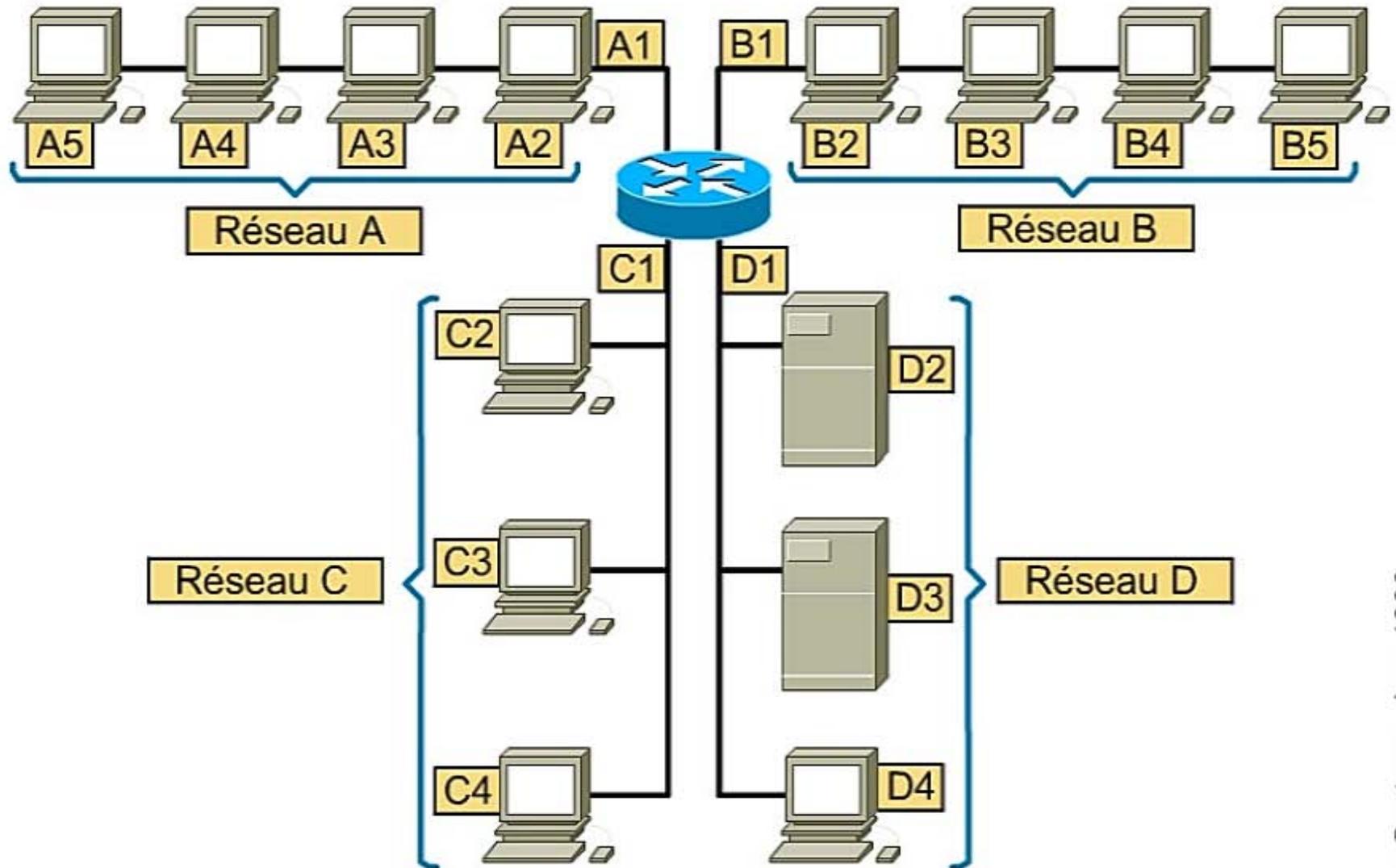


1

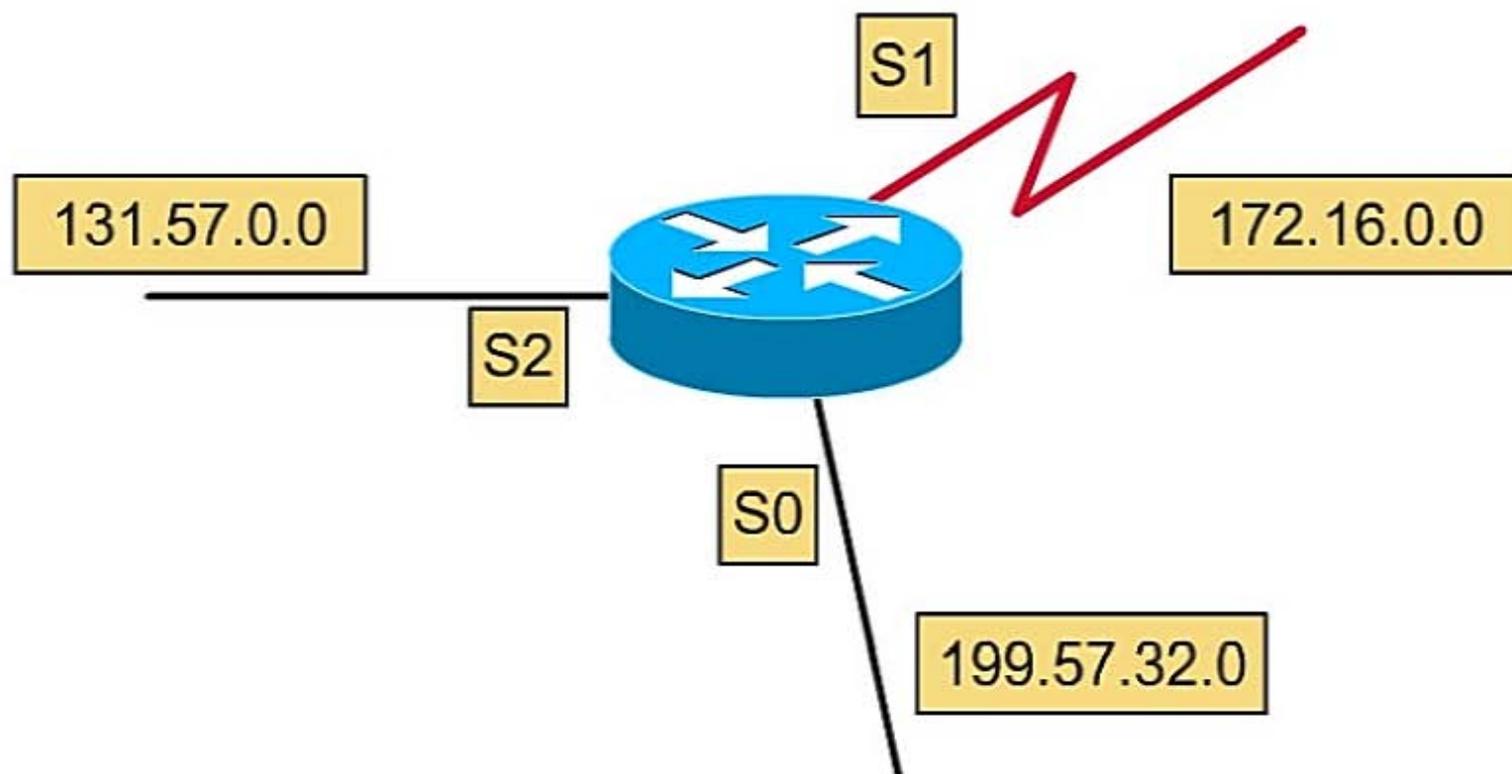
2

3

# Routeurs et transmission des données



# Interface du routeur

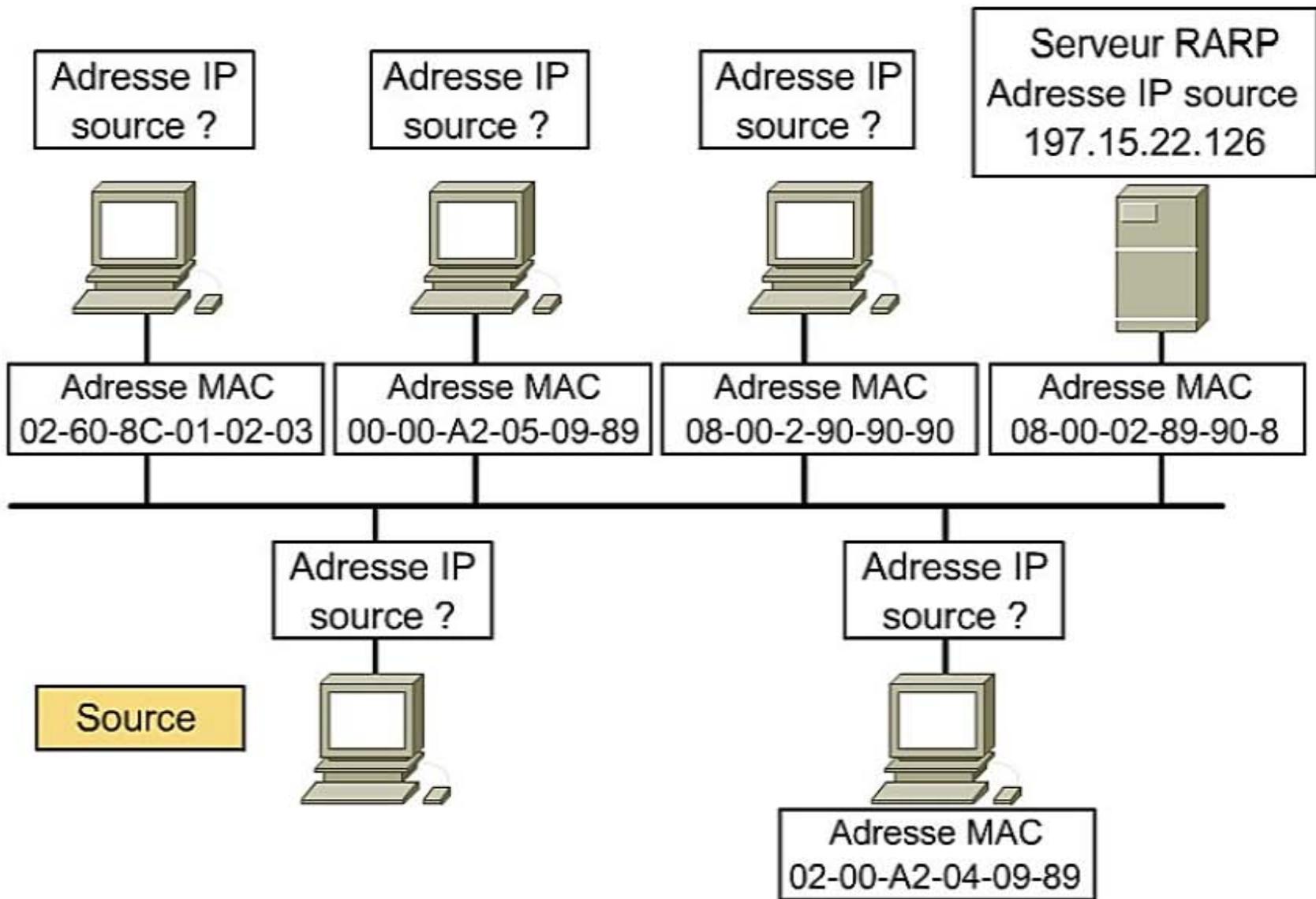


Chaque interface du routeur doit avoir une adresse réseau ou une adresse de sous-réseau distincte.

1

# Attribution d'adresses IP

2



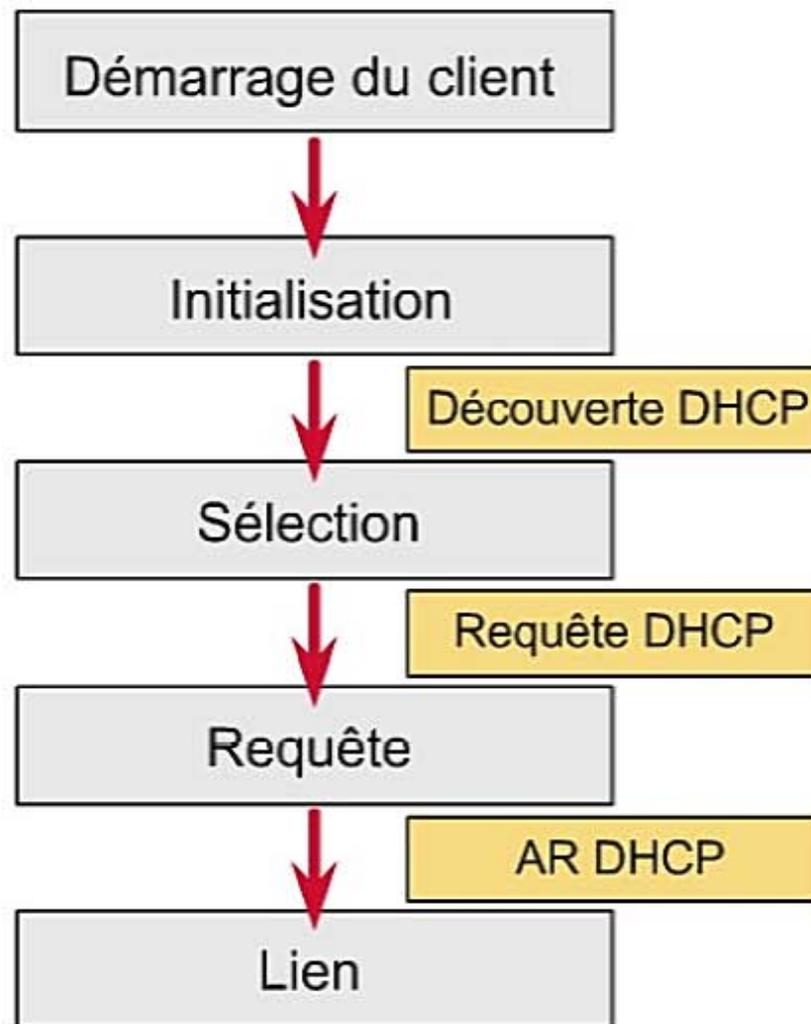
1

2

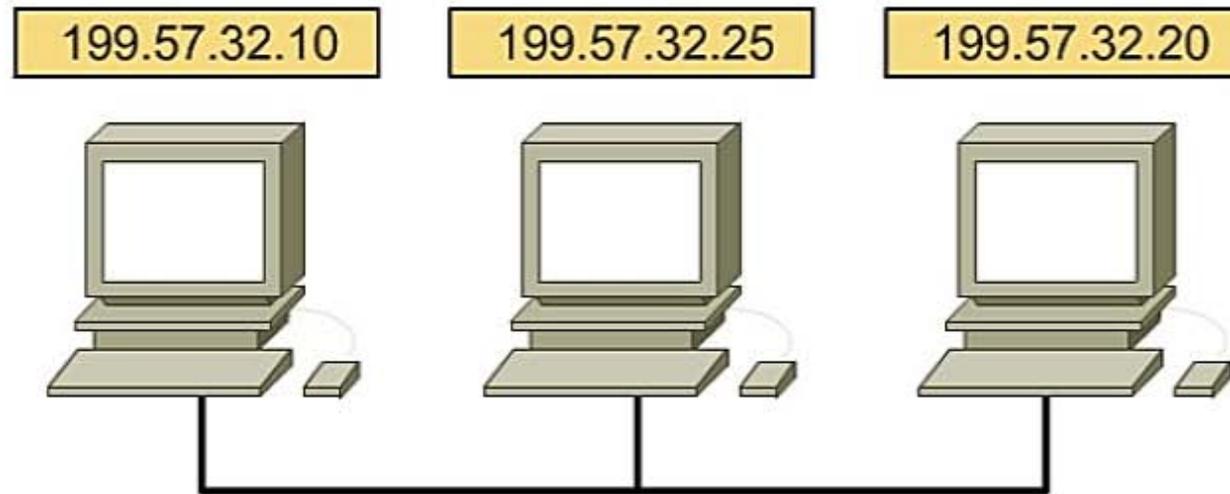
# Structure d'une requête RARP



# Processus DHCP



# Requête ARP



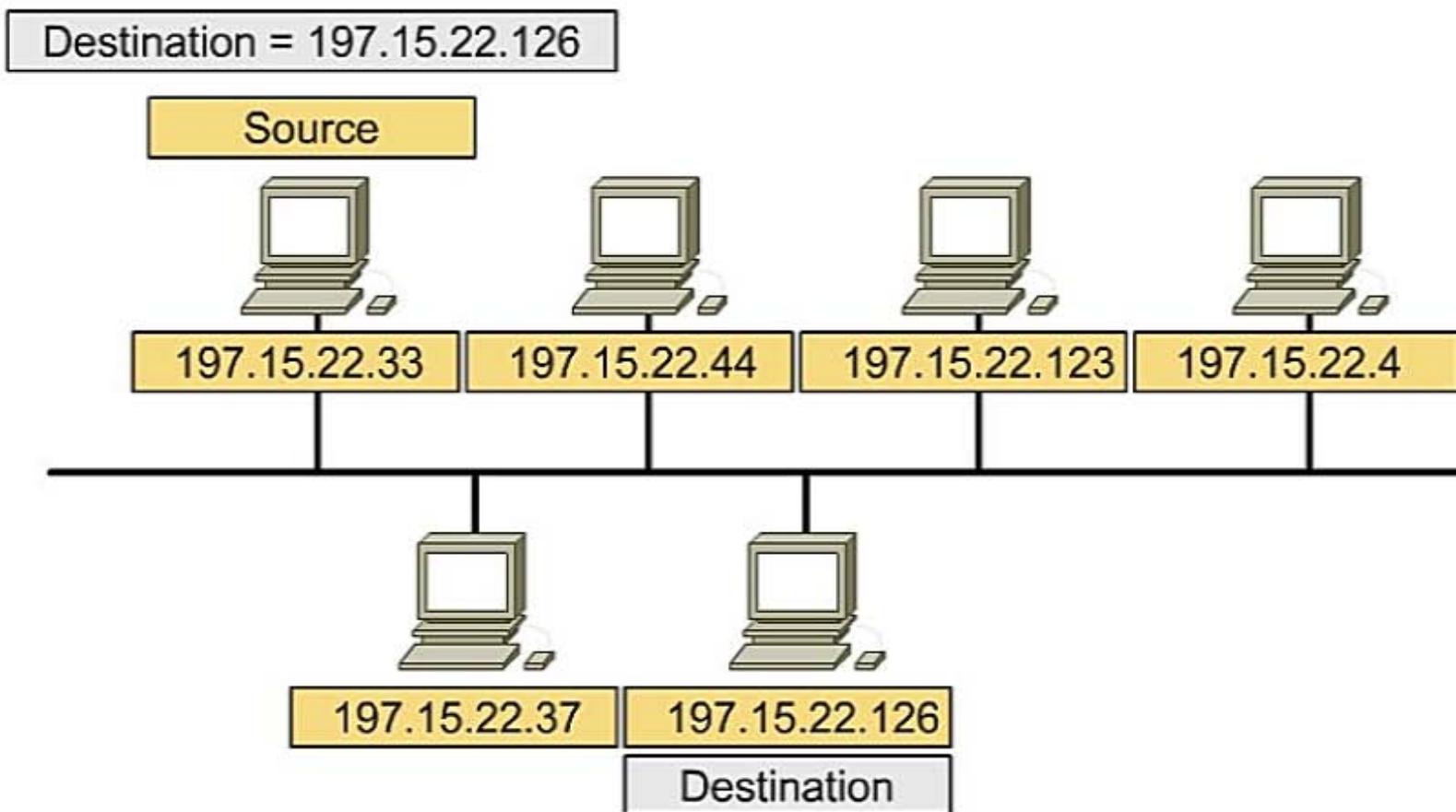
---

199.57.32.20, j'ai besoin de connaître ton adresse MAC.

1

# Protocole ARP

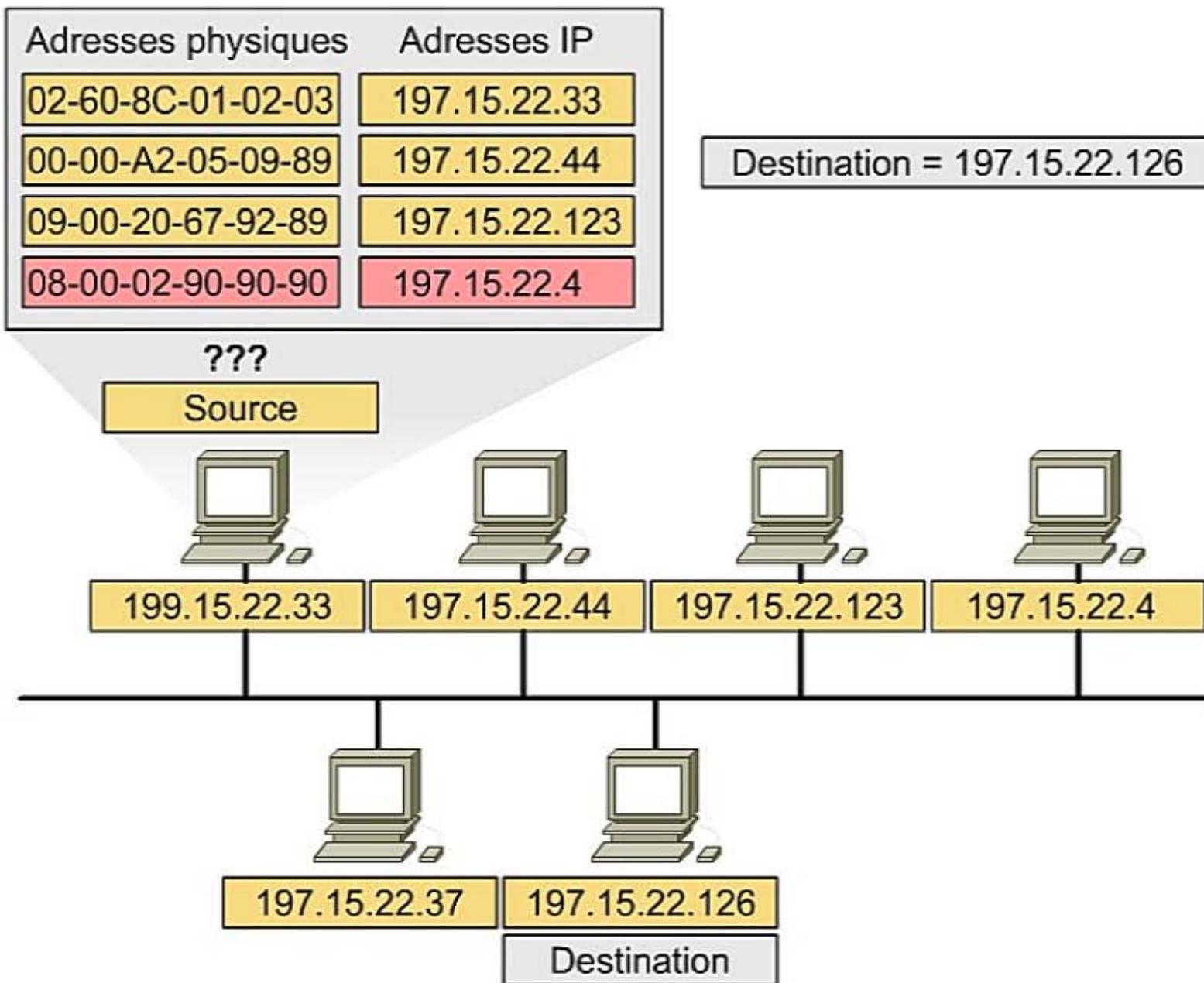
2



1

# Tables ARP

2



1

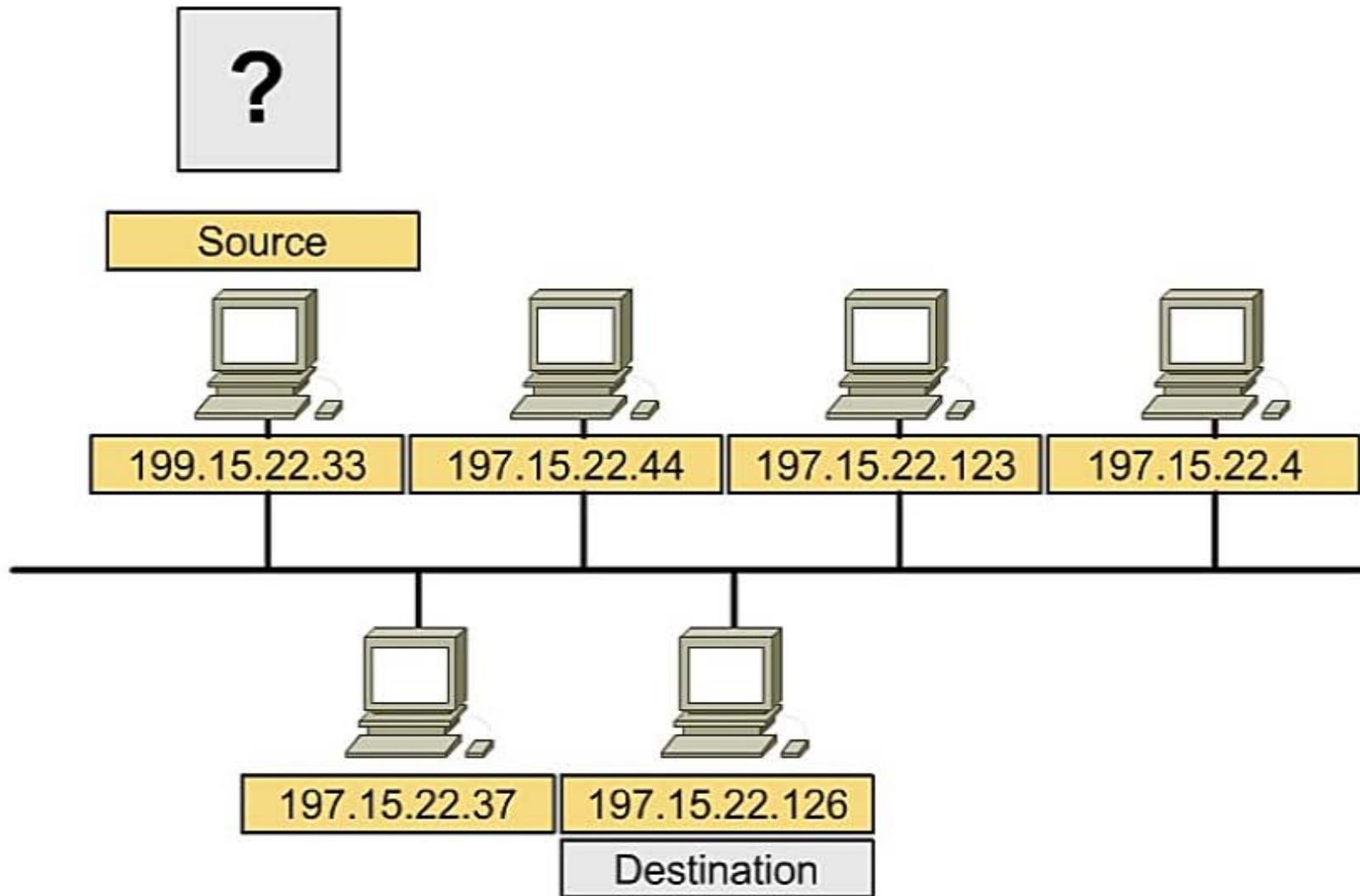
# Tables ARP

2

3

4

5



1

2

3

4

5

# Structure d'une requête ARP

EN-TÊTE DE TRAME

MESSAGE ARP  
Quelle est ton  
adresse MAC ?

1

2

3

4

5

# Structure d'une requête ARP

## EN-TÊTE MAC

Destination  
FF-FF-FF-FF-FF-FF  
Source  
02-60-8C-01-02-03

## EN-TÊTE IP

Destination  
197.15.22.126  
Source  
197.15.22.33

## MESSAGE DE LA REQUÊTE ARP

Quelle est ton  
adresse MAC ?

1

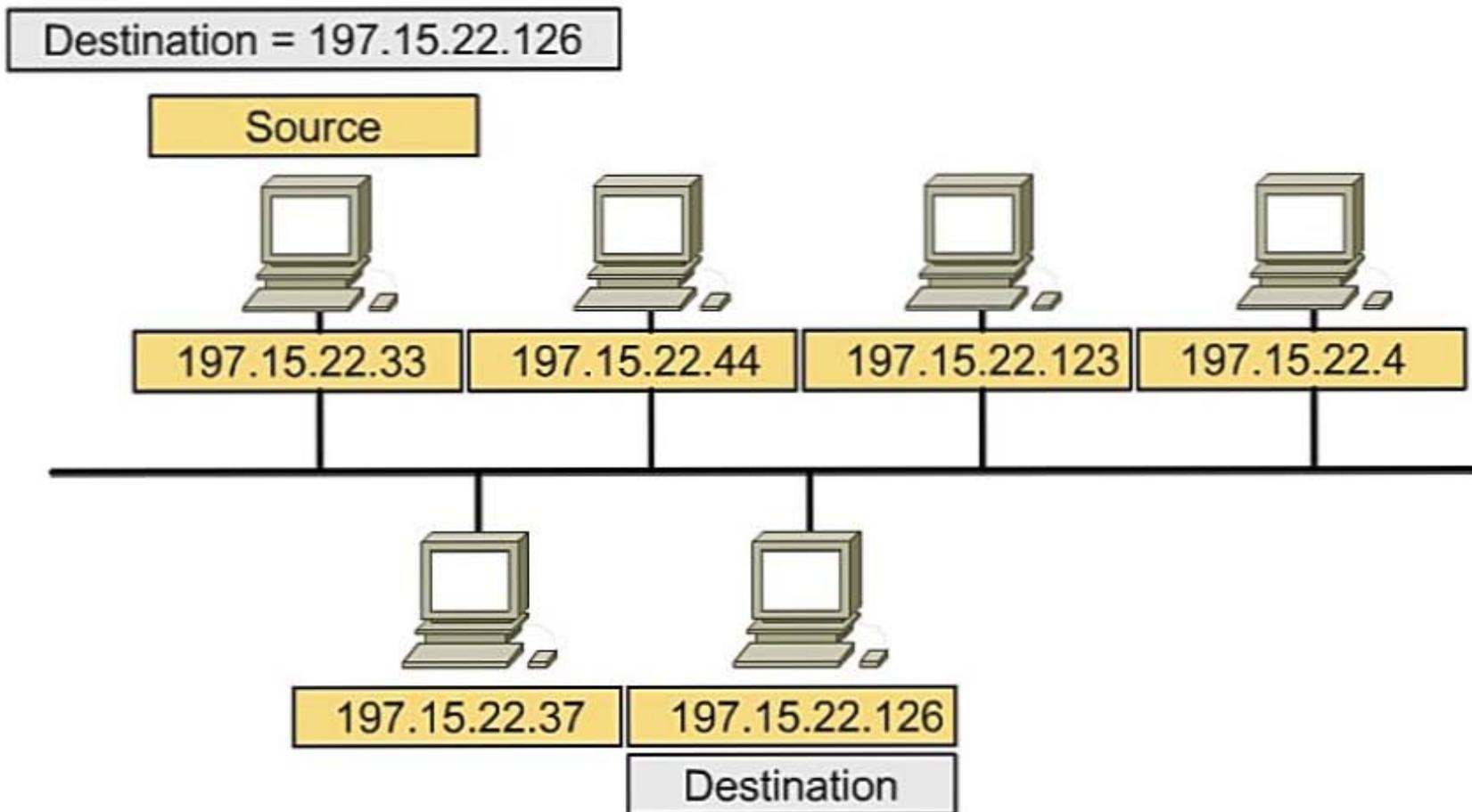
2

3

4

5

# Protocole ARP



1

# Tables ARP

2

Adresses physiques	Adresses IP
02-60-8C-01-02-03	197.15.22.33
00-00-A2-05-09-89	197.15.22.44
09-00-20-67-92-89	197.15.22.123
08-00-02-90-90-90	197.15.22.4

3

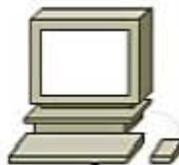
Destination = 197.15.22.126

4

5

???

Source



199.15.22.33

197.15.22.44

197.15.22.123

197.15.22.4

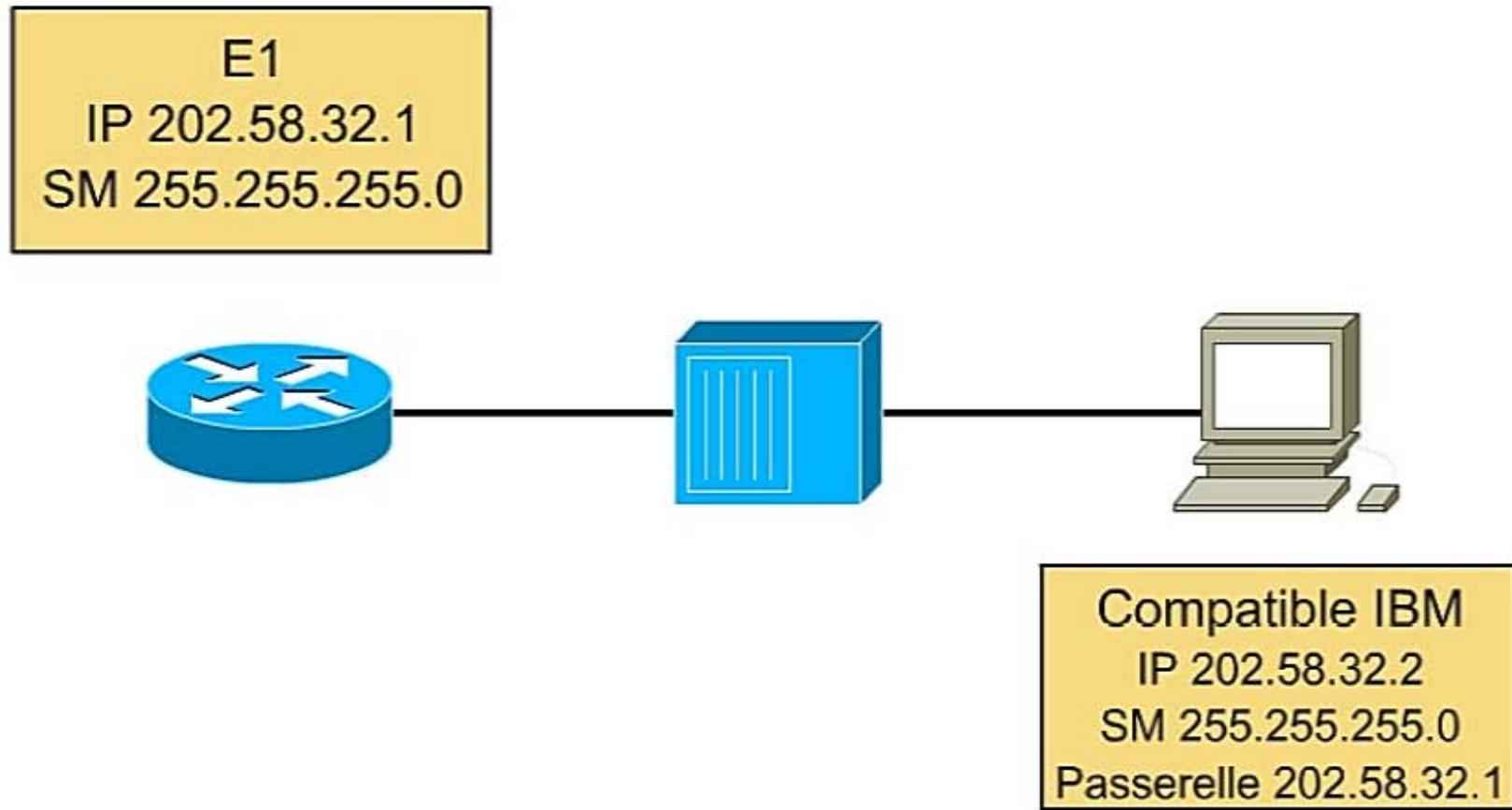


197.15.22.37

197.15.22.126

Destination

# Passerelle par défaut



# ipconfig ou route

```
C:\>ipconfig
```

```
Windows IP Configuration
```

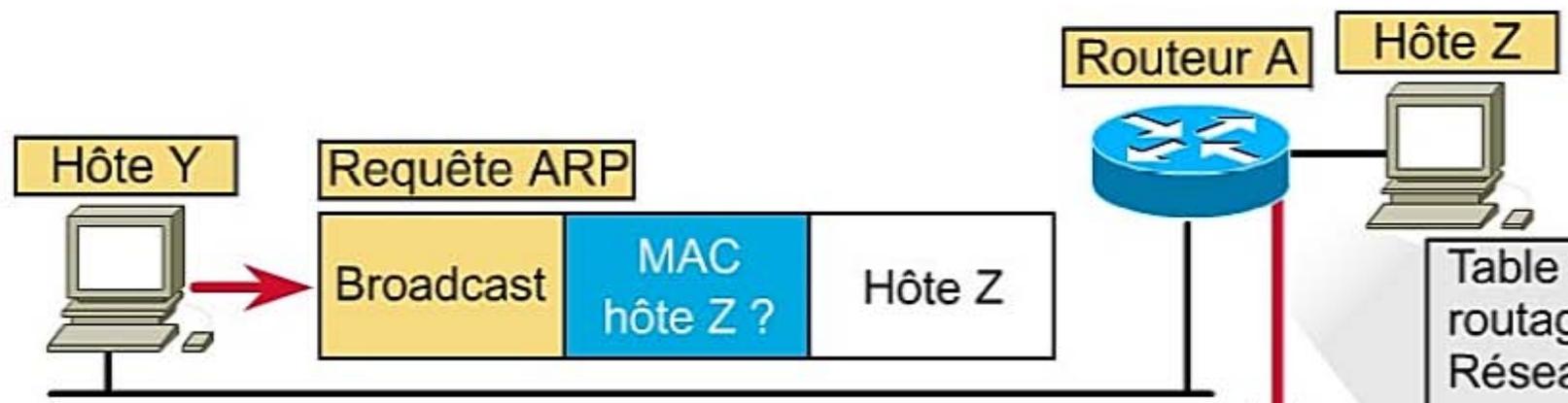
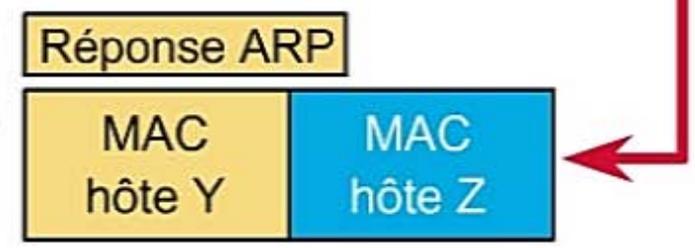
```
Ethernet adapter Local Area Connection:
```

```
    Connection-specific DNS Suffix  . :  
    ① IP Address. . . . . : 192.168.1.2  
    ② Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0  
    ③ Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254
```

# Détermination de l'adresse MAC



Exemple 1 : Destination TCP/IP locale



Exemple 2 : Destination TCP/IP non locale

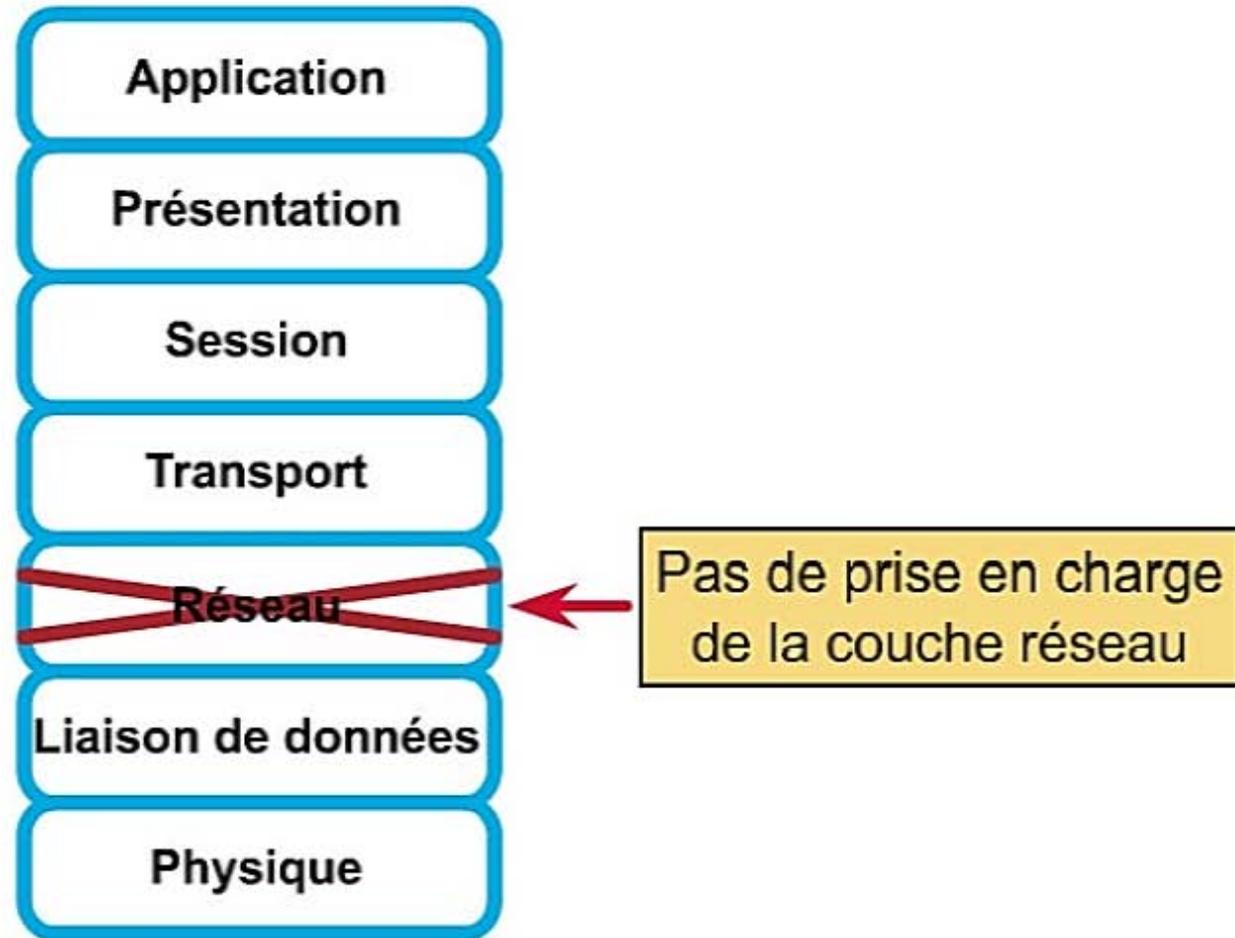


Table de routage : Réseau pour l'hôte Z

# Différences d'adressage selon le protocole

Exemple général	Réseau	Nœud
	1	1
Exemple TCP/IP	Réseau	Hôte
	10.	8.2.48
		(Masque 255.0.0.0)
Exemple IPX de Novell	Réseau	Nœud
	1aceb0b.	0000.0c00.6e25

# Protocoles ne pouvant être routés



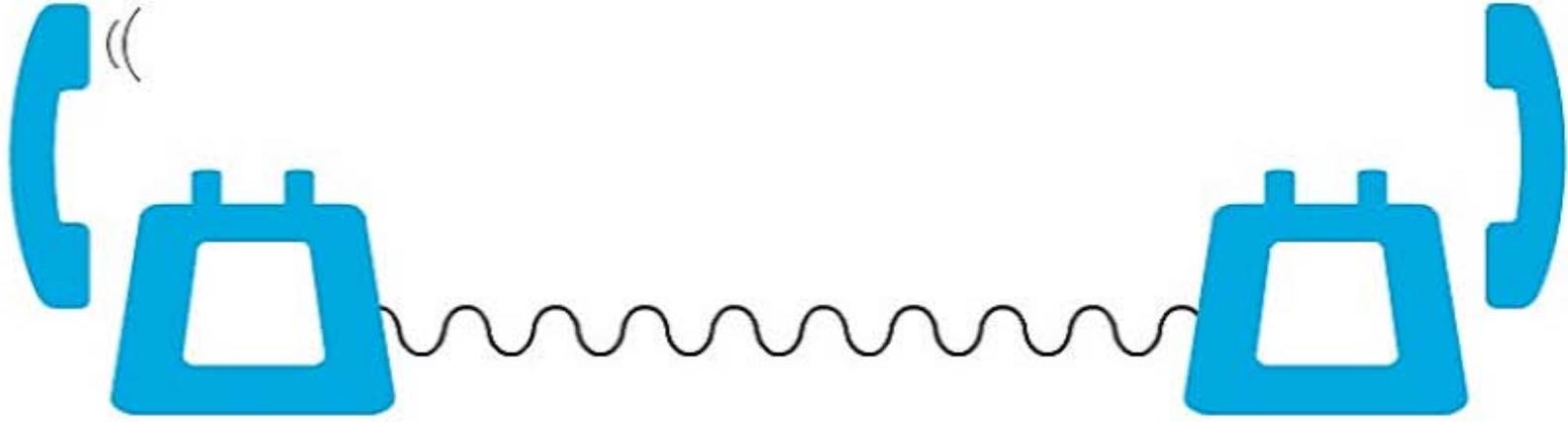
# Protocoles de routages

- Les protocoles de *routage* (Remarque : À ne pas confondre avec les protocoles routés) déterminent les chemins qu'empruntent les protocoles routés jusqu'à leur destination.
- Les protocoles de routage donnent à des routeurs interconnectés les moyens de cartographier le chemin vers n'importe quel autre routeur dans le même réseau ou sur Internet

# Caractéristiques du protocole RIP

- ◆ C'est un protocole de routage à vecteur de distance.
- ◆ La seule métrique est le nombre de sauts.
- ◆ Le nombre maximum de sauts est de 15.
- ◆ Les mises à jour se font toutes les 30 secondes.
- ◆ Il ne sélectionne pas toujours le chemin le plus rapide.
- ◆ Il accroît le trafic réseau avec les mises à jour.

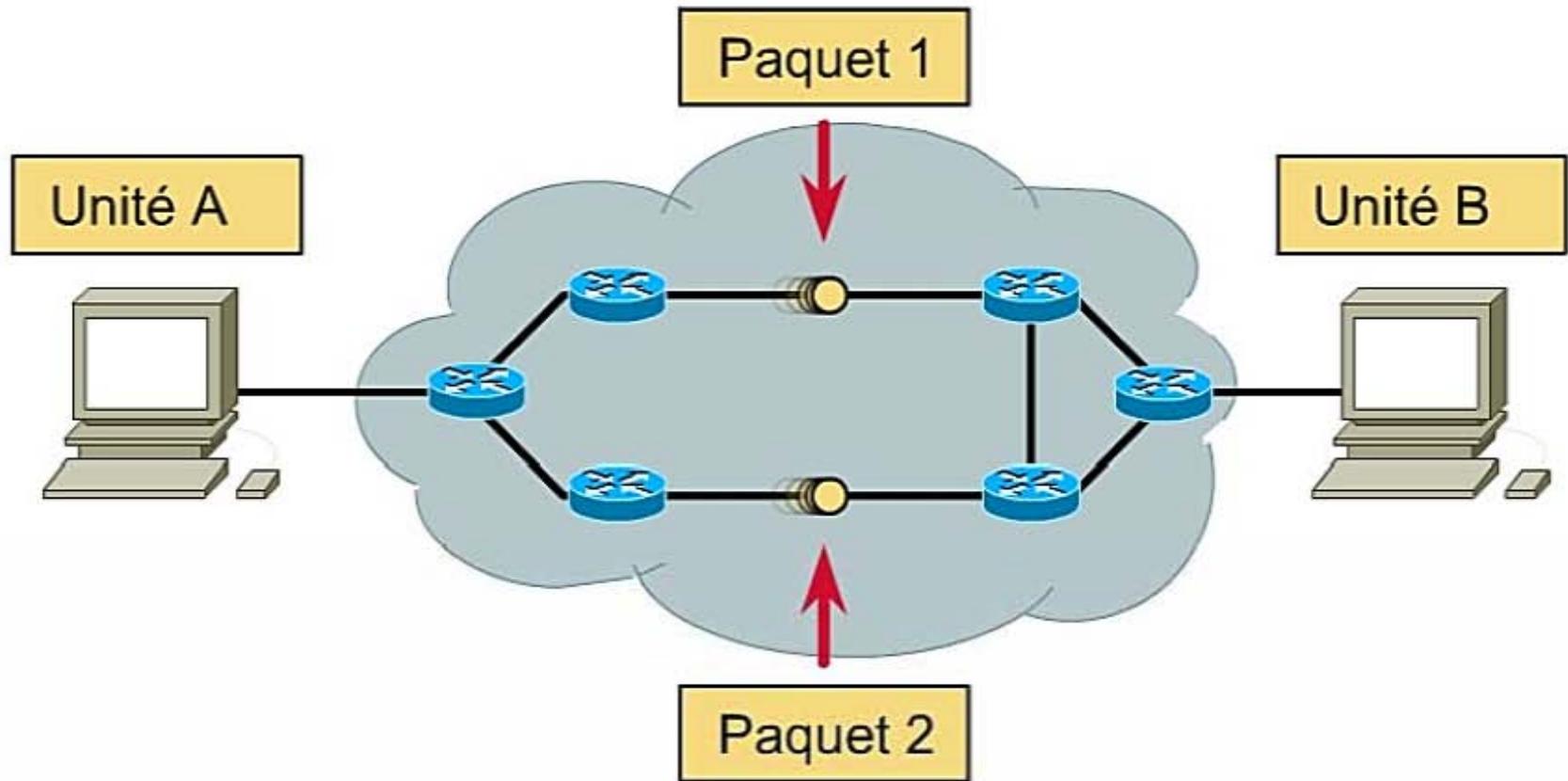
# Services orientés connexion



1

2

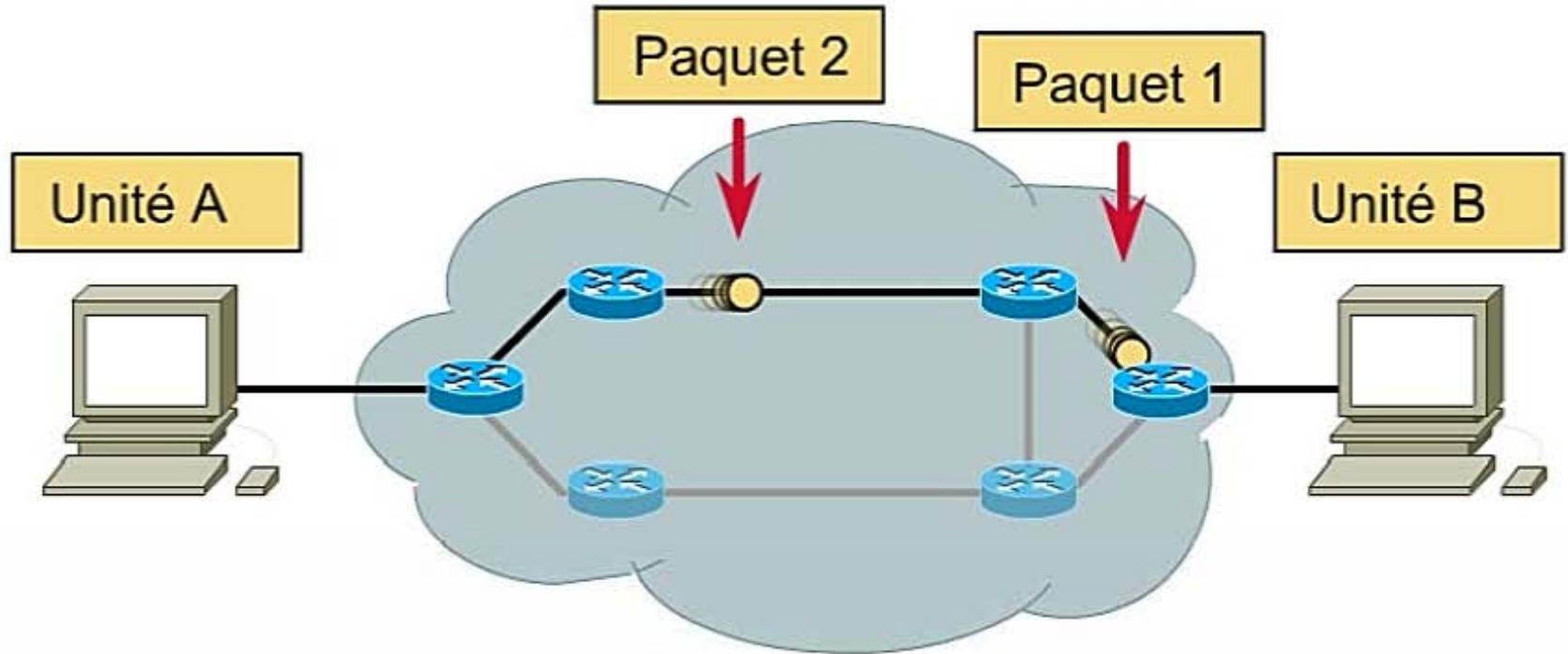
# Services réseau non orientés connexion



1

2

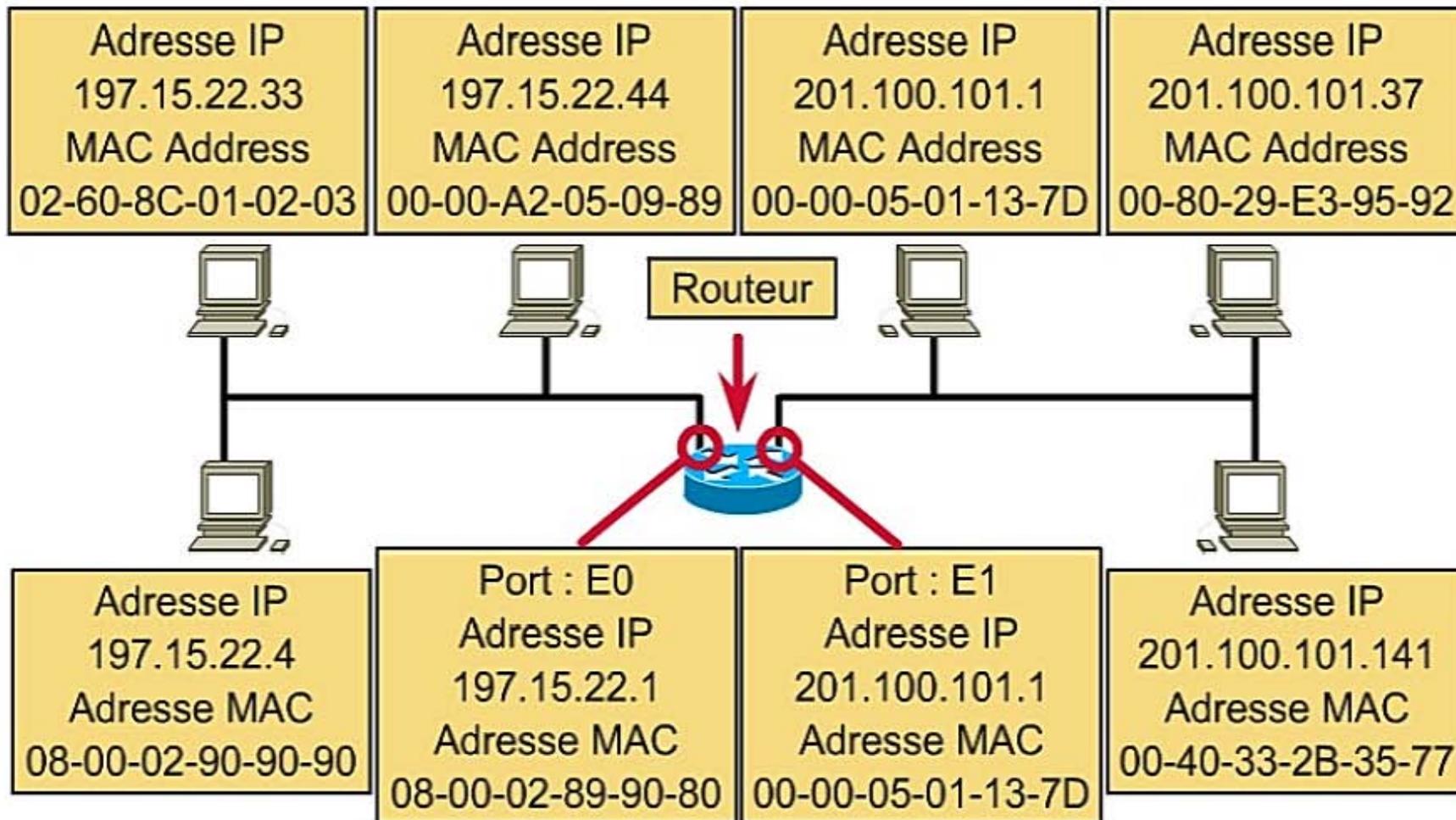
# Services orientés connexion



1

# Tables ARP

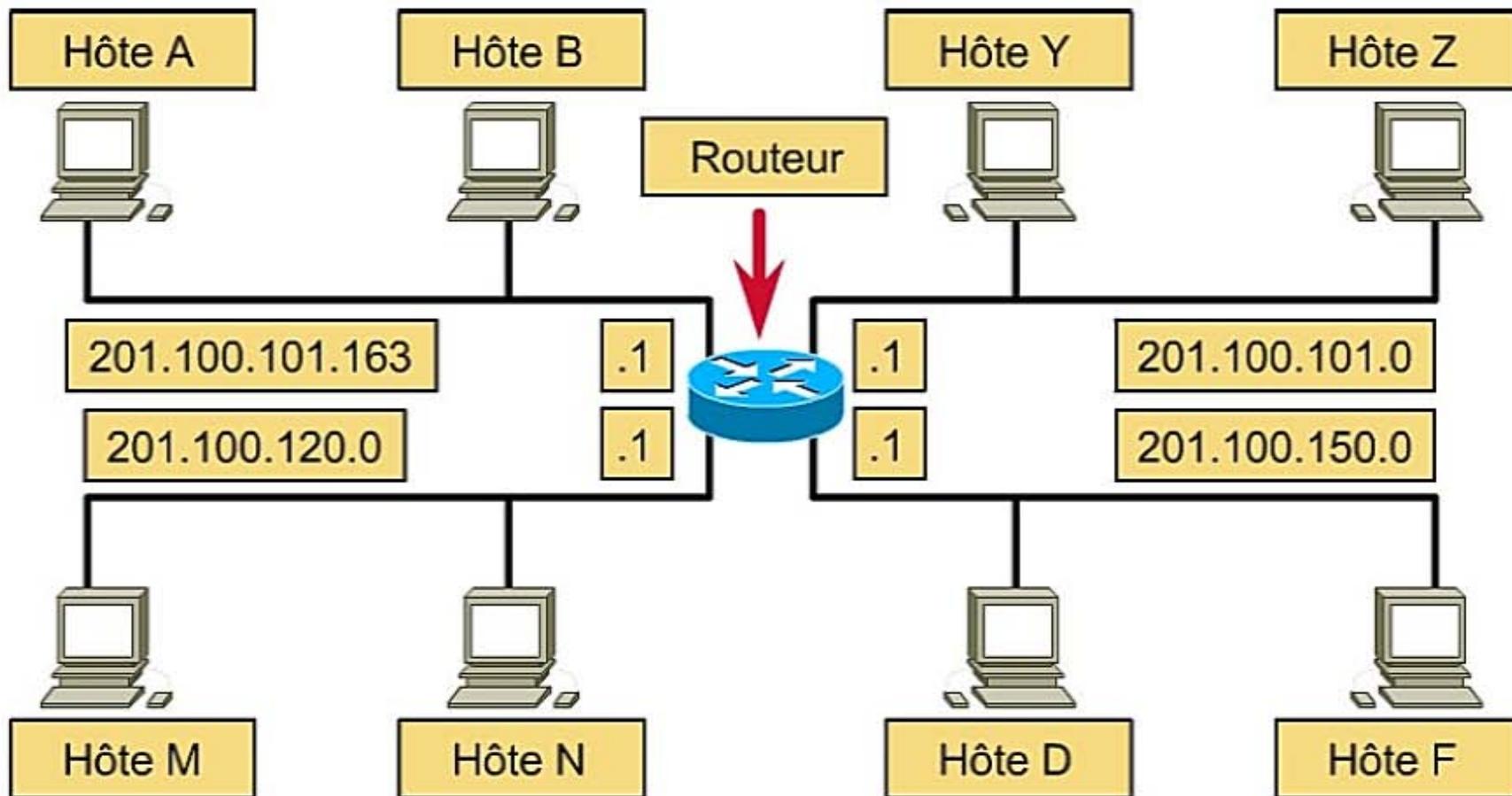
2



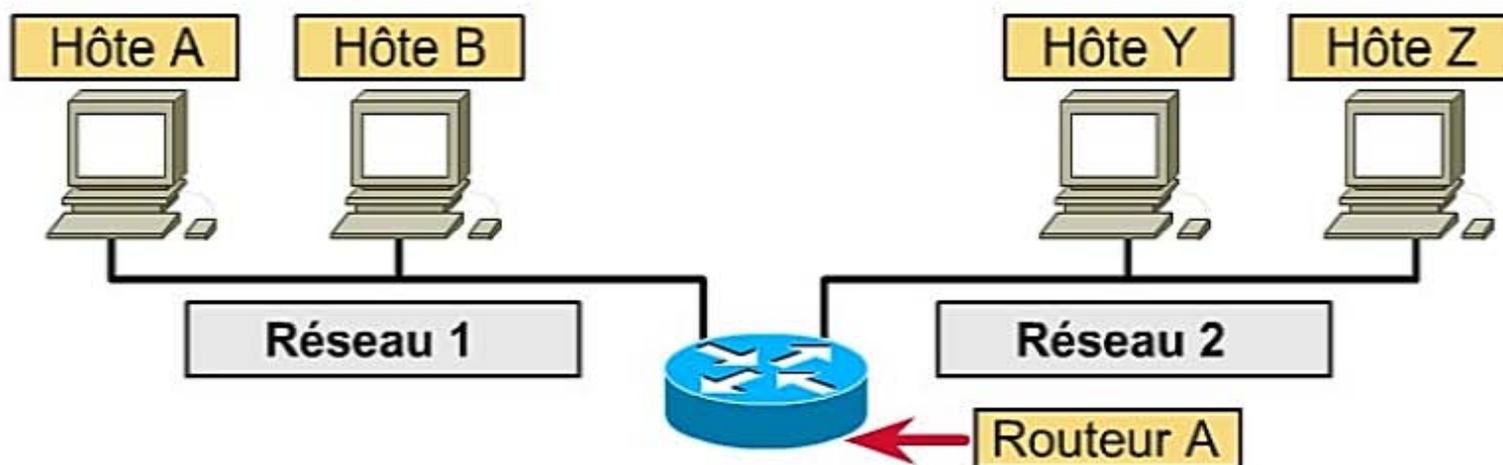
1

2

# Routeurs : Tables de routage



# Routage indirect



Paquet de l'hôte A à l'hôte Z

EN-TÊTE MAC	EN-TÊTE IP	DONNÉES
Adresse MAC de destination Adresse du routeur A	Adresse IP de destination Hôte Z	
Adresse MAC source Hôte A	Adresse IP source Hôte A	

1

# Différences d'adressage selon le protocole

2

3

4

5

6

7

8

9

Exemple général

Réseau	Nœud
1	1

Exemple TCP/IP

Réseau	Hôte
1	8.2.48

(Masque 255.0.0.0)

Exemple IPX de Novell

Réseau	Nœud
1aceb0b.	0000.0c00.6e25

1

2

3

4

5

6

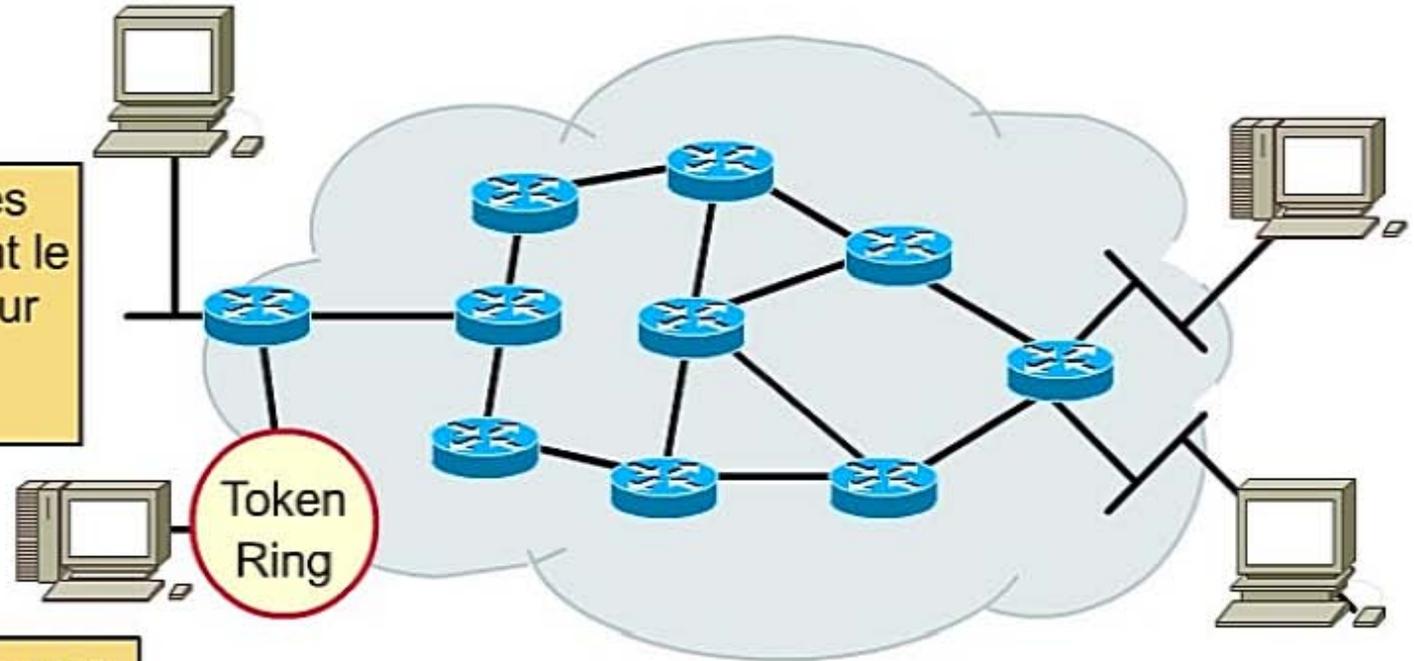
7

8

9

# Protocole routé et protocole de routage

Les protocoles routés dirigent le trafic utilisateur entre les routeurs.



Exemples: IP, IPX

Protocole réseau	Réseau de destination	Port de sortie
Nom du protocole	1.0	1.1
	2.0	2.1
	3.0	3.1

1

2

3

4

5

6

7

8

9

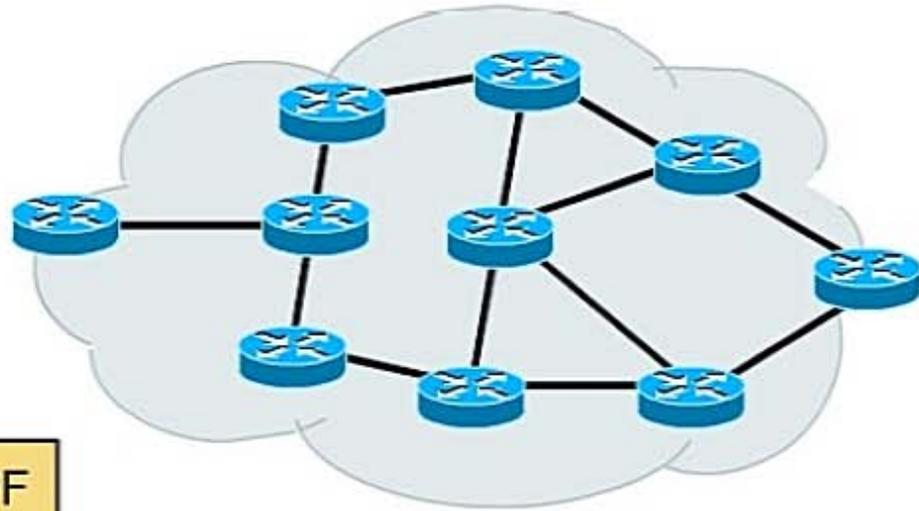
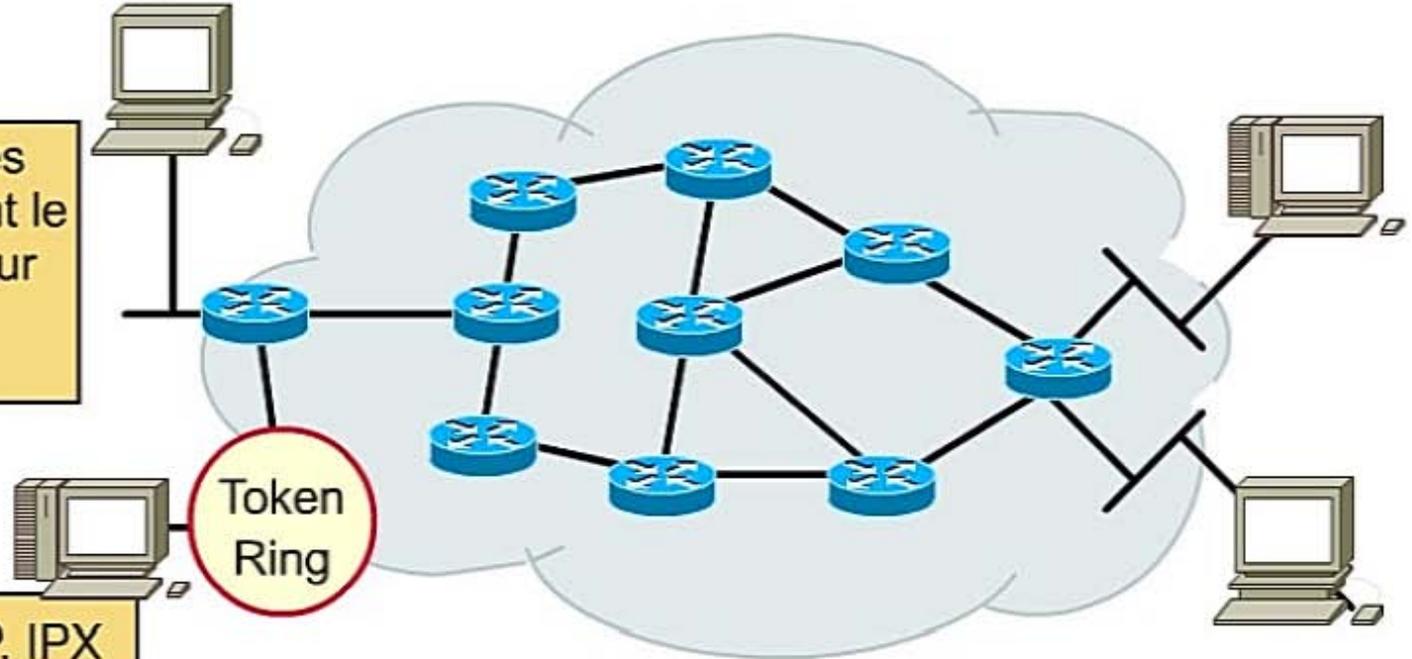
# Protocole routé et protocole de routage

Les protocoles routés dirigent le trafic utilisateur entre les routeurs.

Exemples: IP, IPX

Les protocoles de routage servent à mettre à jour les tables entre les routeurs.

Exemples: RIP, IGRP, OSPF



# Fonctionnement des protocoles réseau

1

2

3

4

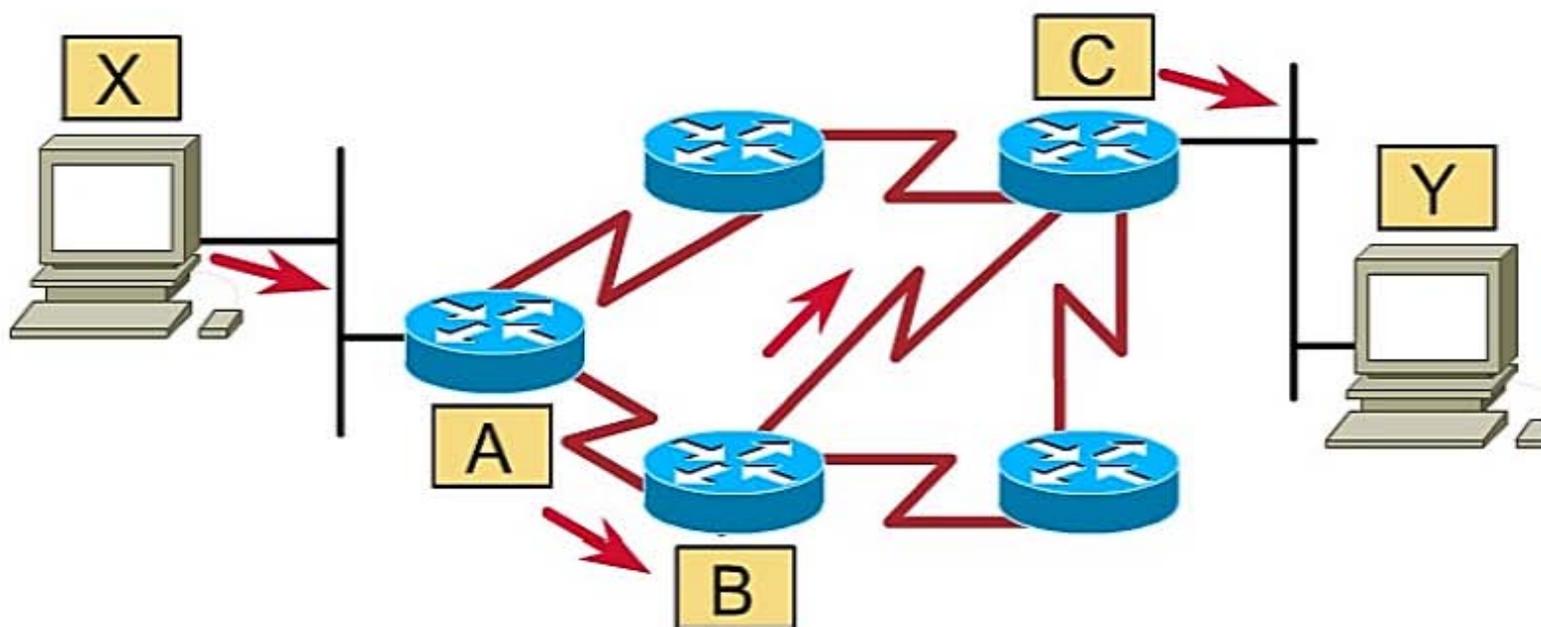
5

6

7

8

9



- ◆ Chaque routeur fournit ses services pour la prise en charge des fonctions de la couche supérieure.

1

2

3

4

5

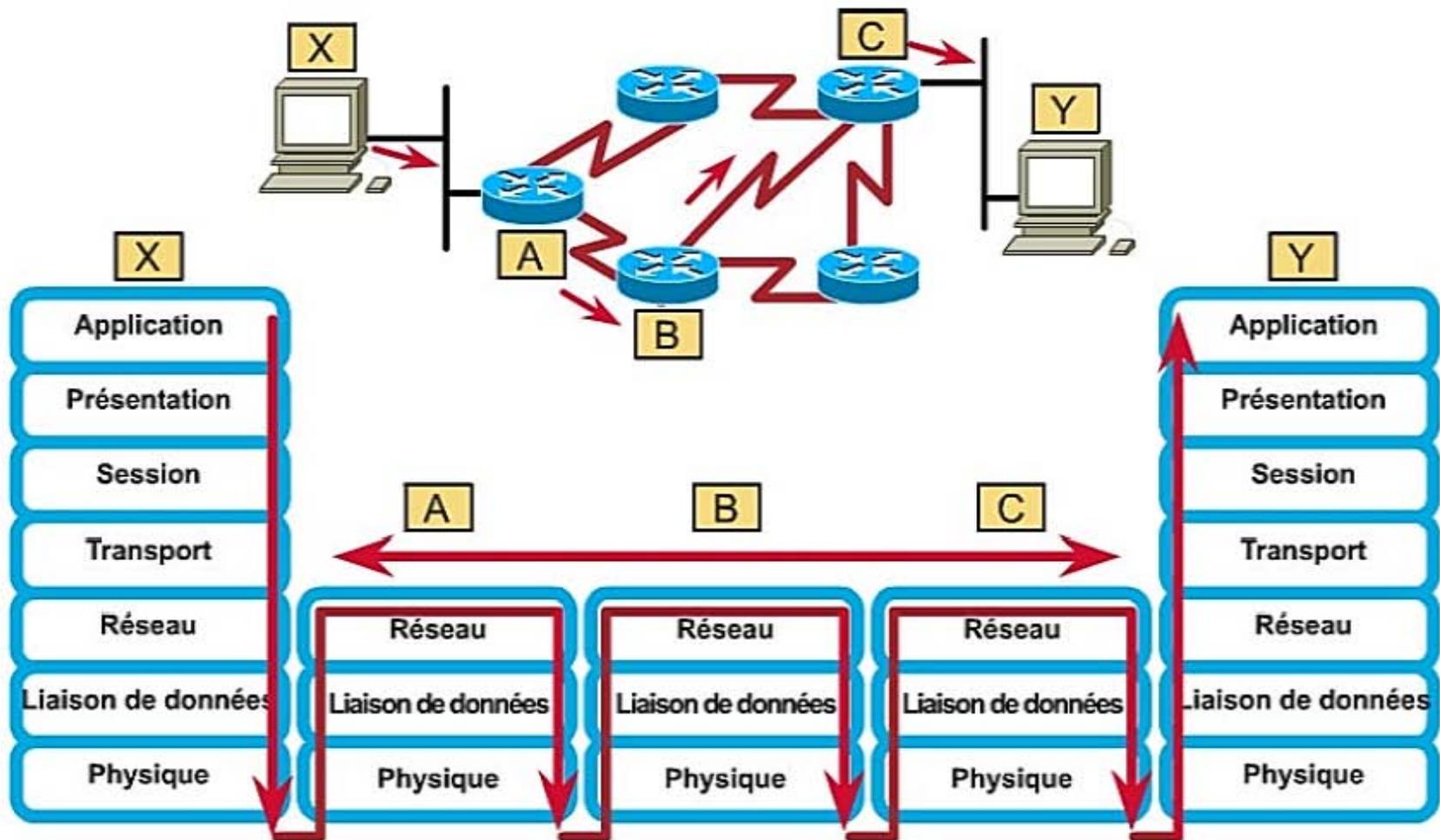
6

7

8

9

# Fonctionnement des protocoles réseau



- ◆ Chaque routeur fournit ses services pour la prise en charge des fonctions de la couche supérieure.

1

2

3

4

5

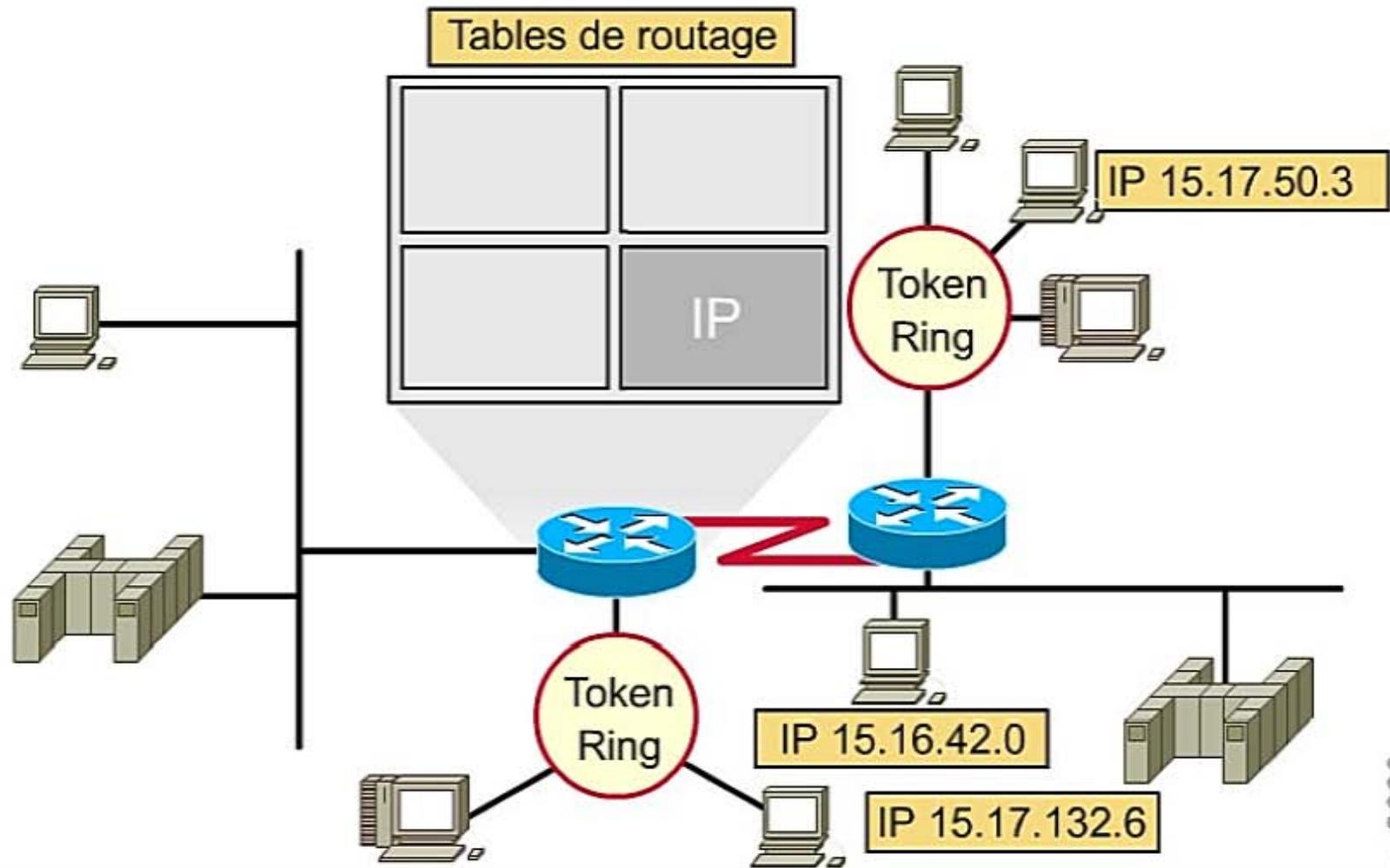
6

7

8

9

# Routage multiprotocole



- ◆ Les routeurs acheminent, par l'interréseau, le trafic de tous les protocoles routés.

1

# Routage multiprotocole

2

3

4

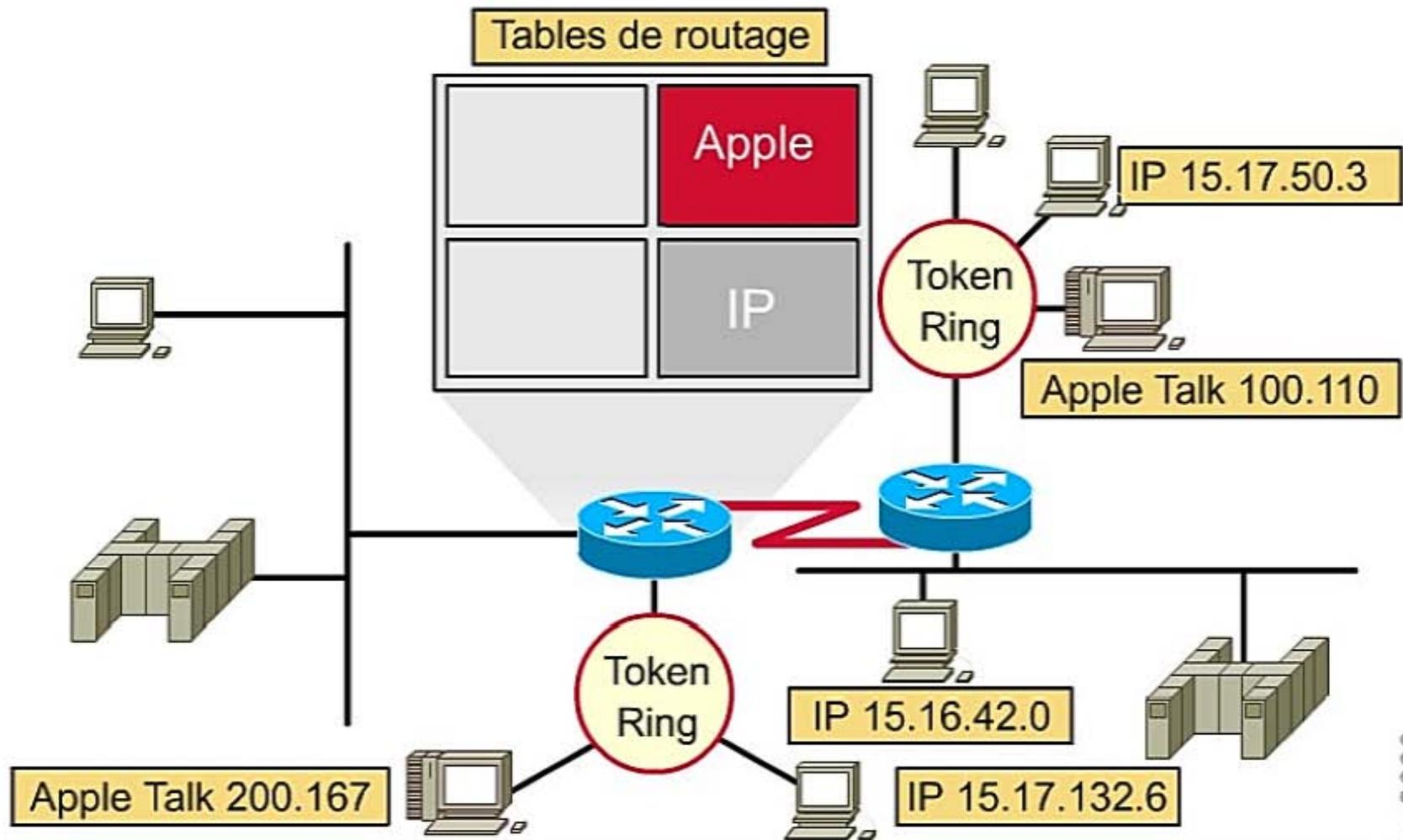
5

6

7

8

9



- ◆ Les routeurs acheminent, par l'interréseau, le trafic de tous les protocoles routés.

1

# Routage multiprotocole

2

3

4

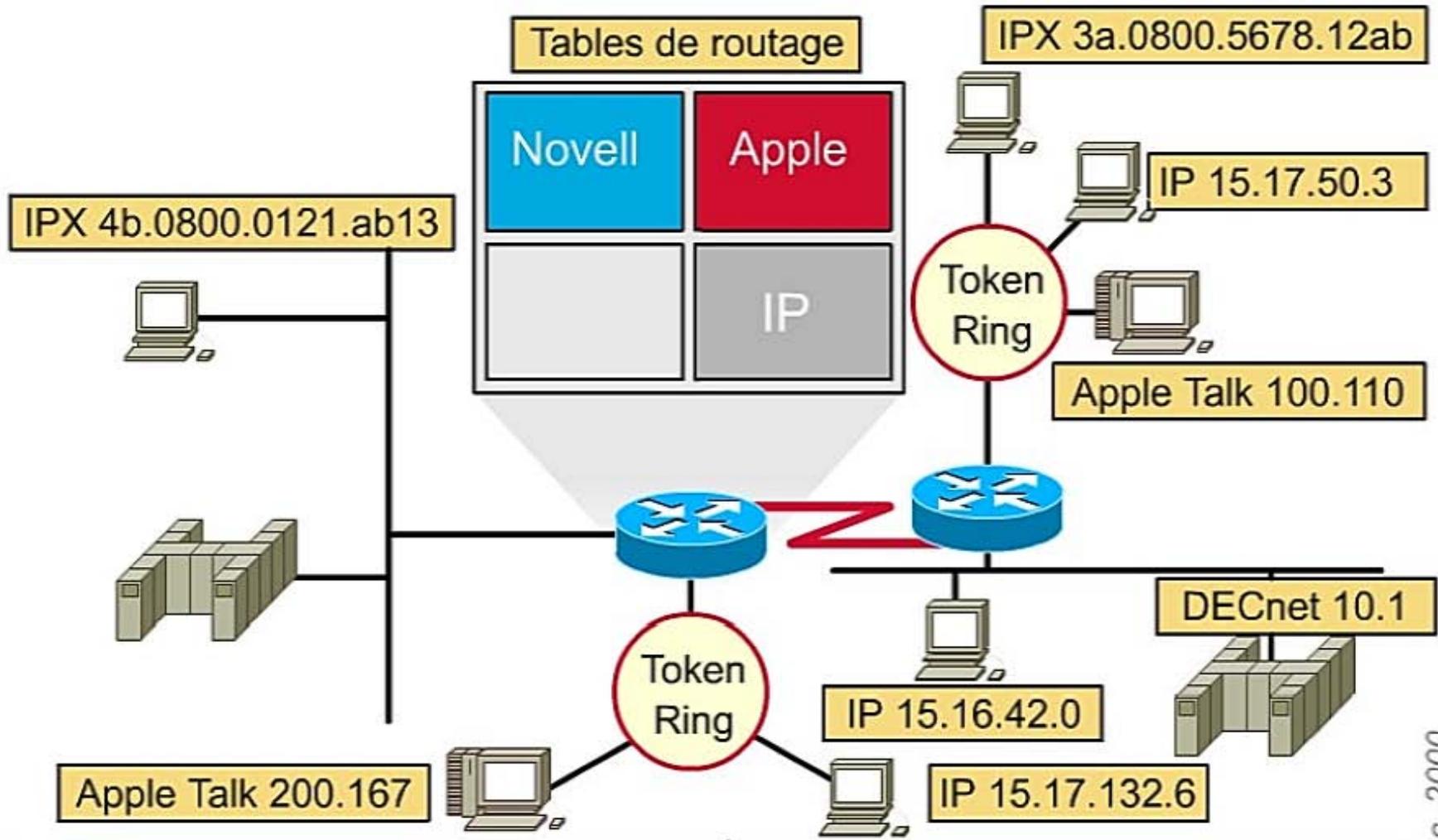
5

6

7

8

9



◆ Les routeurs acheminent, par l'interréseau, le trafic de tous les protocoles routés.

1

# Routage multiprotocole

2

3

4

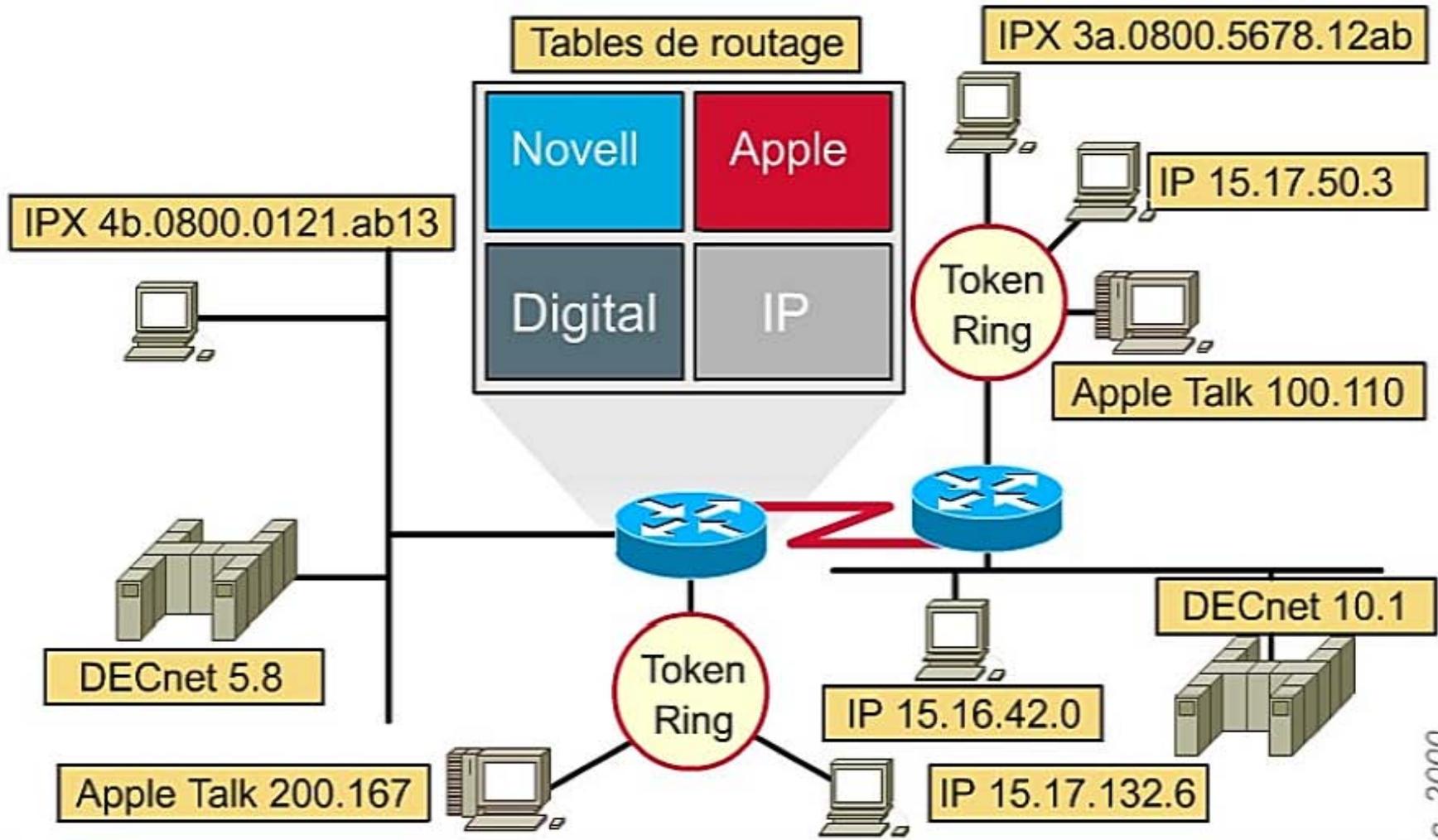
5

6

7

8

9



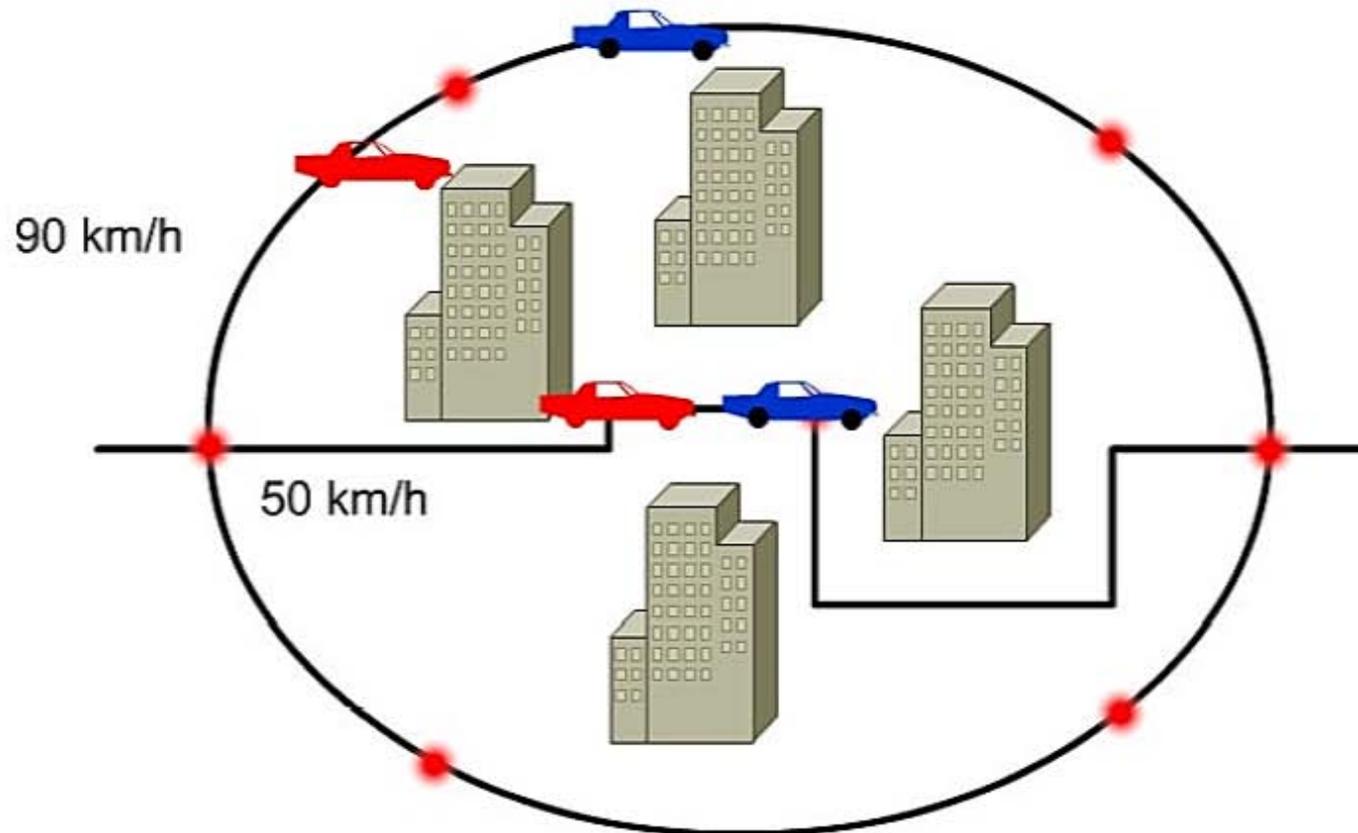
◆ Les routeurs acheminent, par l'interréseau, le trafic de tous les protocoles routés.

# les protocoles IGP et EGP

- Les protocoles IGP (Interior Gateway Protocols) et EGP (Exterior Gateway Protocols) sont deux types de protocole de routage.
- Les protocoles EGP acheminent les données entre des systèmes autonomes. BGP (Border Gateway Protocol) est un exemple de protocole EGP, qui est le principal protocole de routage externe d'Internet. Pouvez-vous citer un exemple d'utilisation d'un protocole EGP ?
- Les protocoles IGP acheminent les données à l'intérieur d'un système autonome. Les exemples suivants sont des protocoles IGP :
  - RIP
  - IGRP
  - EIGRP
  - OSPF

**1**

# Protocoles de routage : RIP

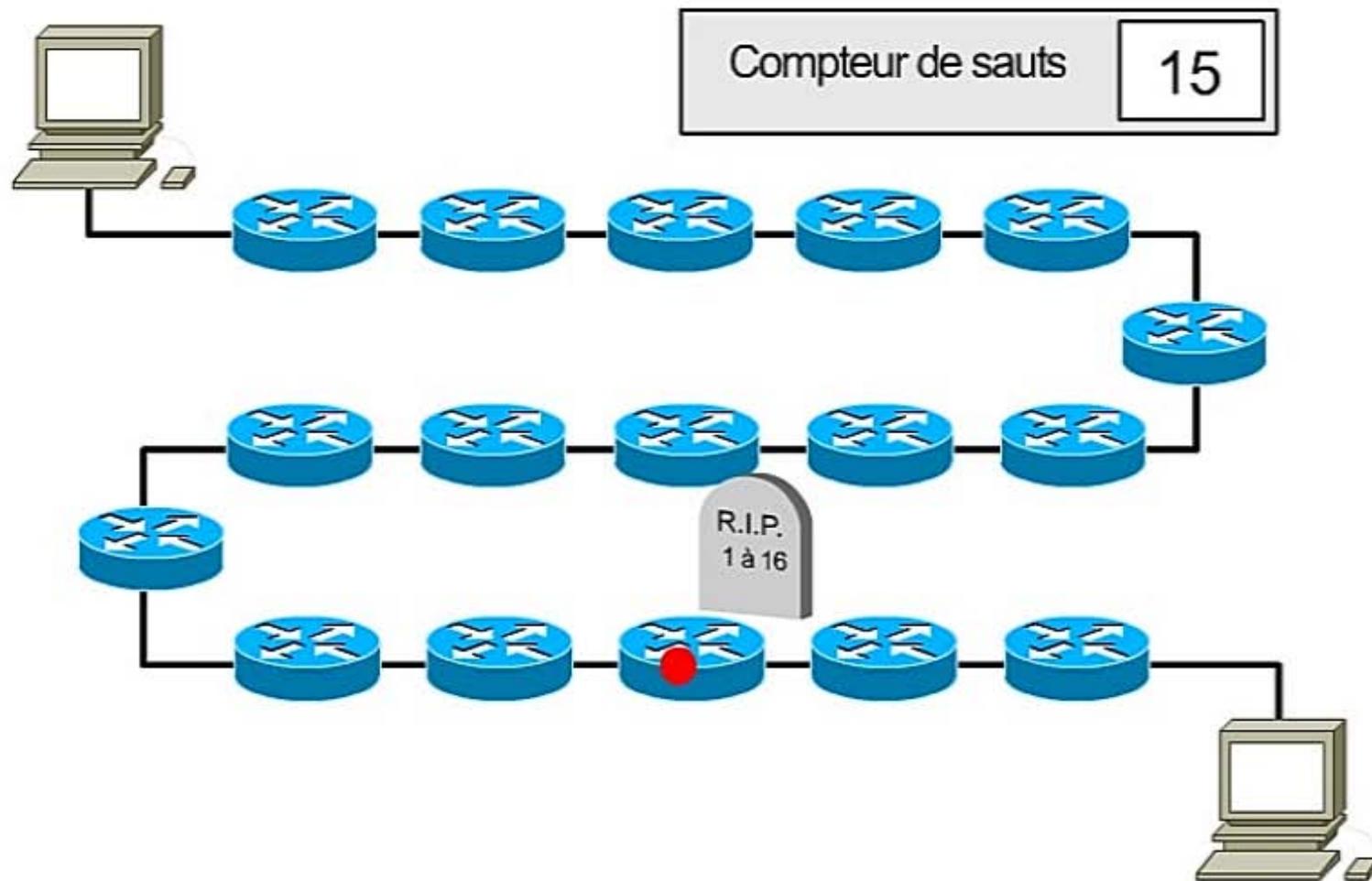
**2**

Les protocoles de routage dynamique tels que RIP ou IGRP se distinguent par la métrique qu'ils utilisent pour calculer le meilleur chemin. RIP utilise une métrique basée sur le nombre de routeurs ou de sauts qu'un paquet doit traverser pour atteindre sa destination. S'il existe plusieurs chemins vers une destination, le chemin sélectionné est celui qui compte le plus petit

1

2

# Protocoles de routage : RIP



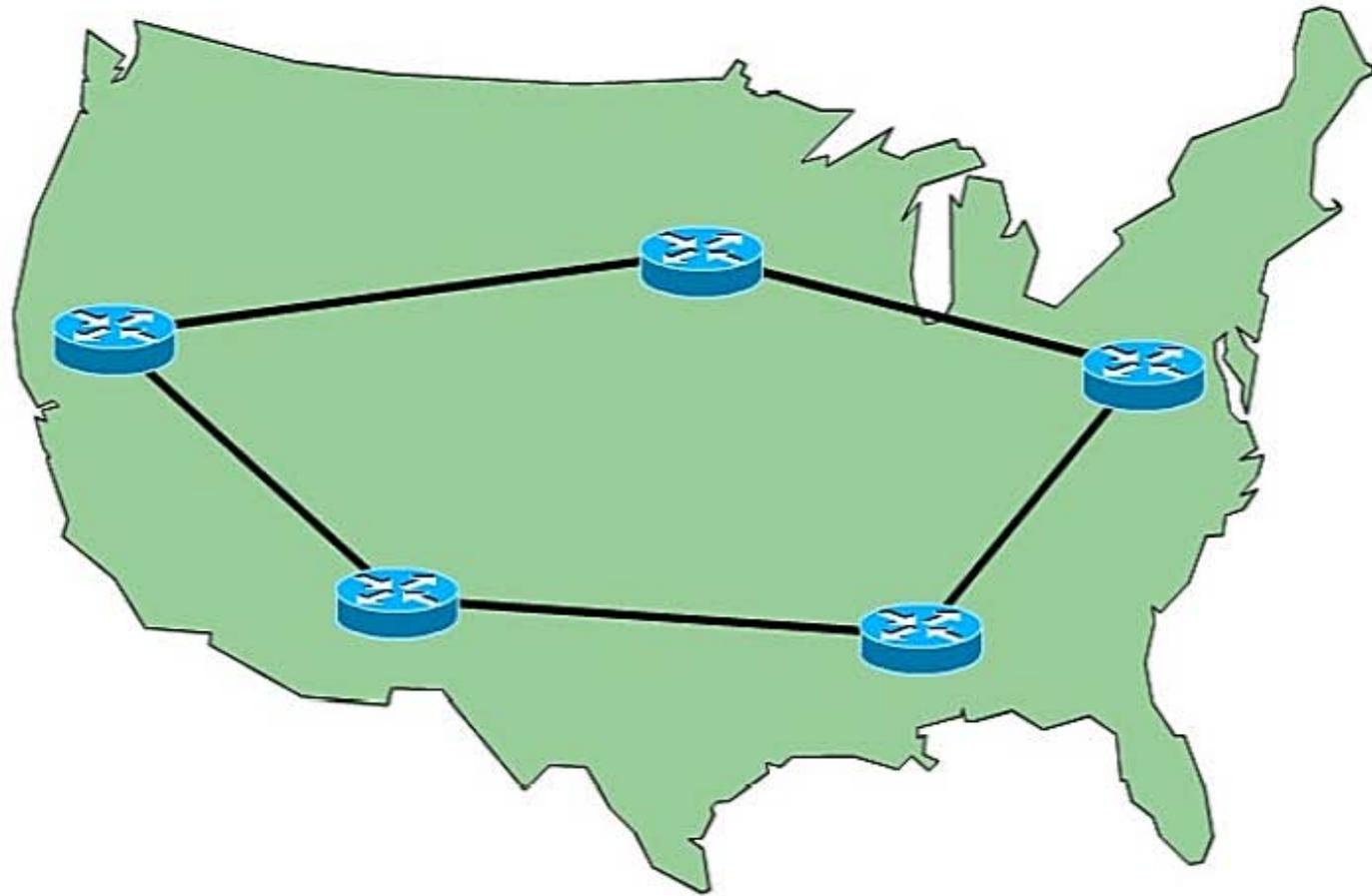
Pour les interréseaux importants, le protocole RIP présente une sérieuse restriction puisqu'il ne peut traiter qu'un nombre de sauts limité. Une destination éloignée de 16 sauts est considérée comme inaccessible.

# Protocoles de routage : IGRP

	Métrique	Nombre maximum de routeurs	Origine
RIP	Nombre de sauts	15	Xerox
IGRP	Bande passante Charge Délai Fiabilité	255, exploité avec succès dans les plus grands interréseaux du monde	Cisco

- ◆ Bande passante
- ◆ Charge
- ◆ Délai
- ◆ Fiabilité

# Fonctionnement d'un routeur



- ◆ Le meilleur chemin entre des réseaux est déterminé par une métrique de routage.

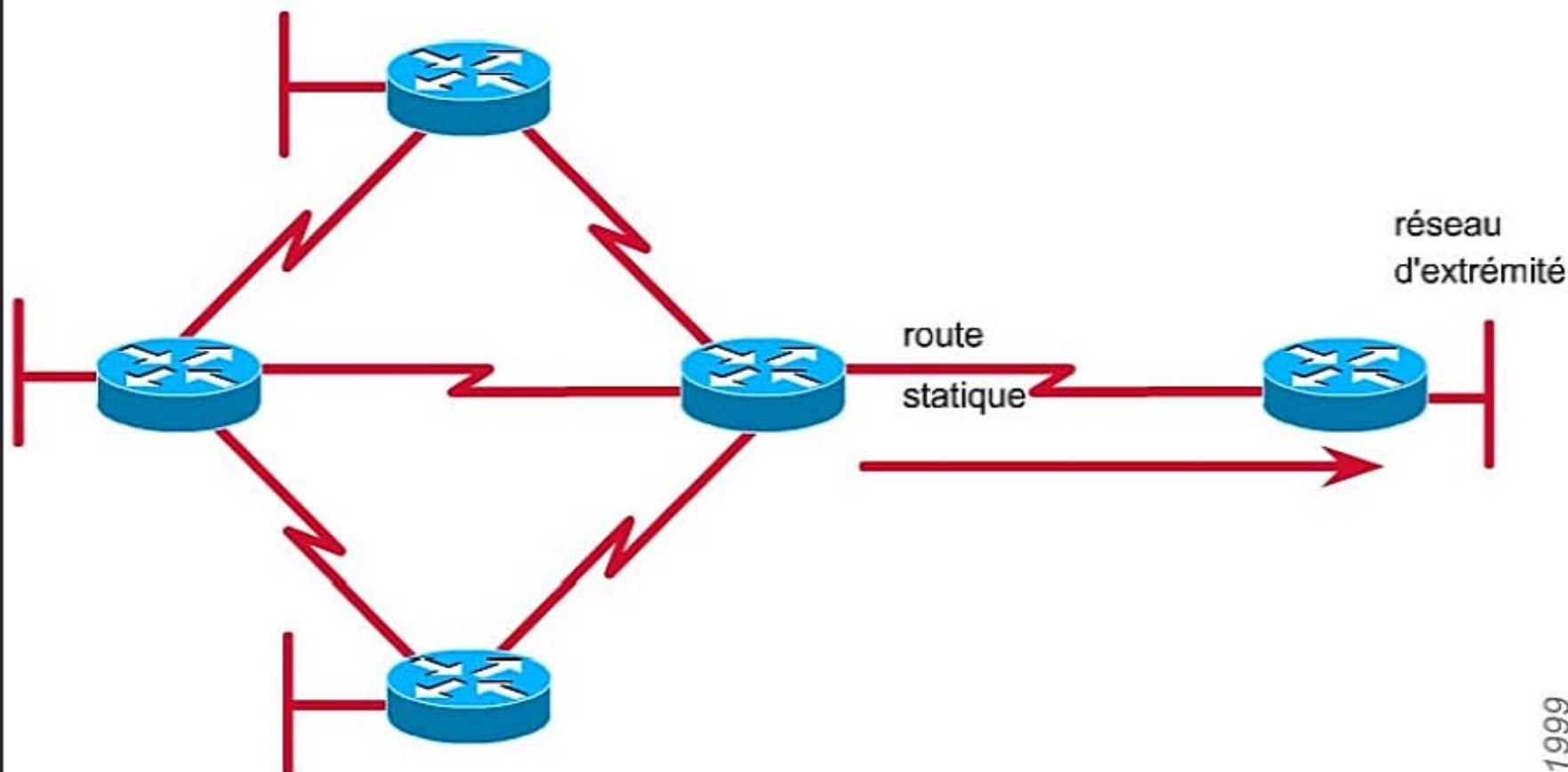
# Table de routage

RÉSEAU DE DESTINATION	PORT DE SORTIE
A	E2
B	T0
C	E1

- ◆ Les routes statiques sont configurées manuellement.
- ◆ Les routes dynamiques sont acquises automatiquement.

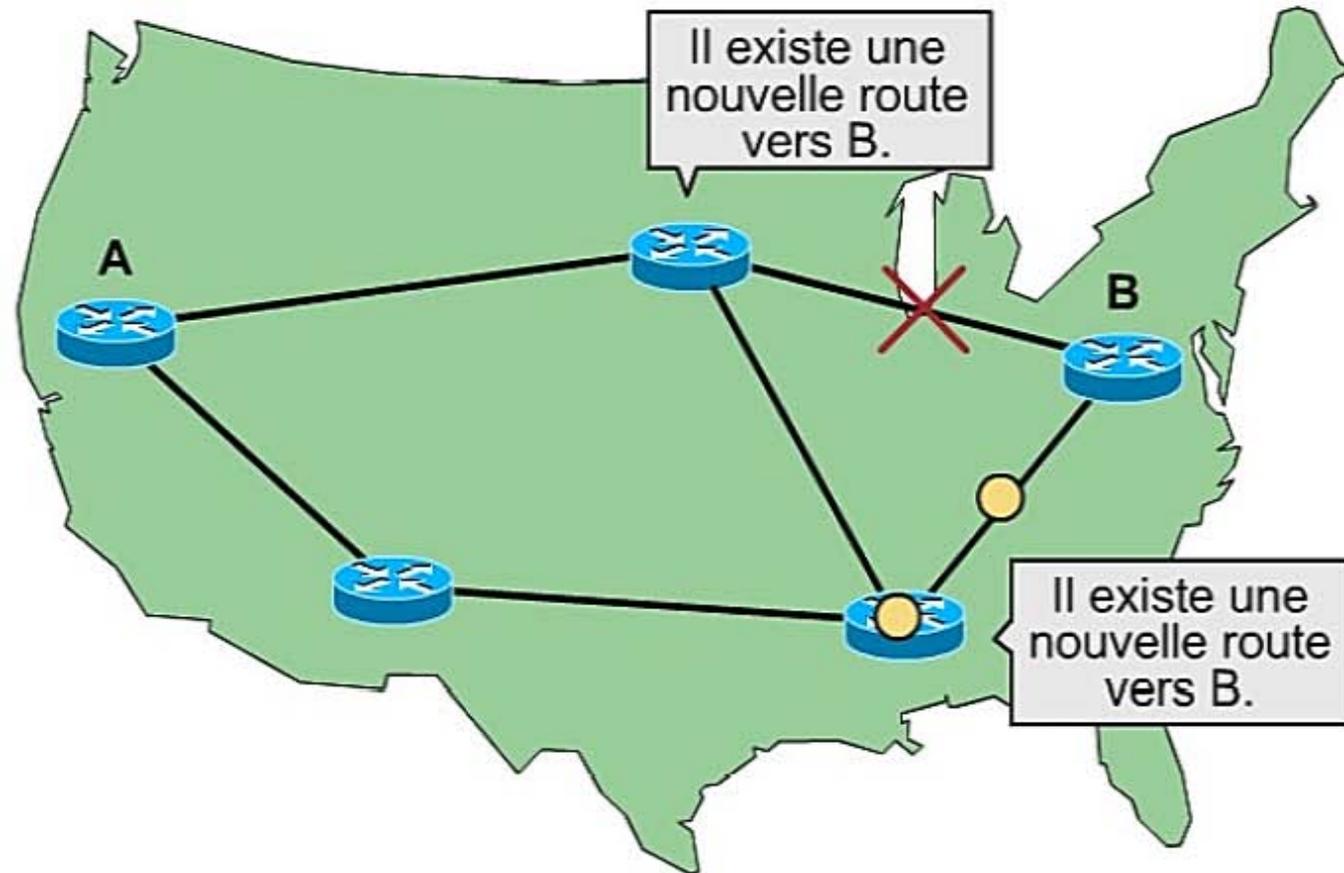
**1**

# Routeurs statiques

**2**

Pourquoi entrer manuellement des informations de routage lorsque le routeur peut les mémoriser automatiquement ? La saisie manuelle de routes statiques s'avère utile chaque fois qu'un administrateur réseau veut contrôler le chemin choisi par un routeur. Il est possible d'utiliser une route statique pour tester une liaison particulière, préserver la bande passante ou diriger le

# Routes dynamiques



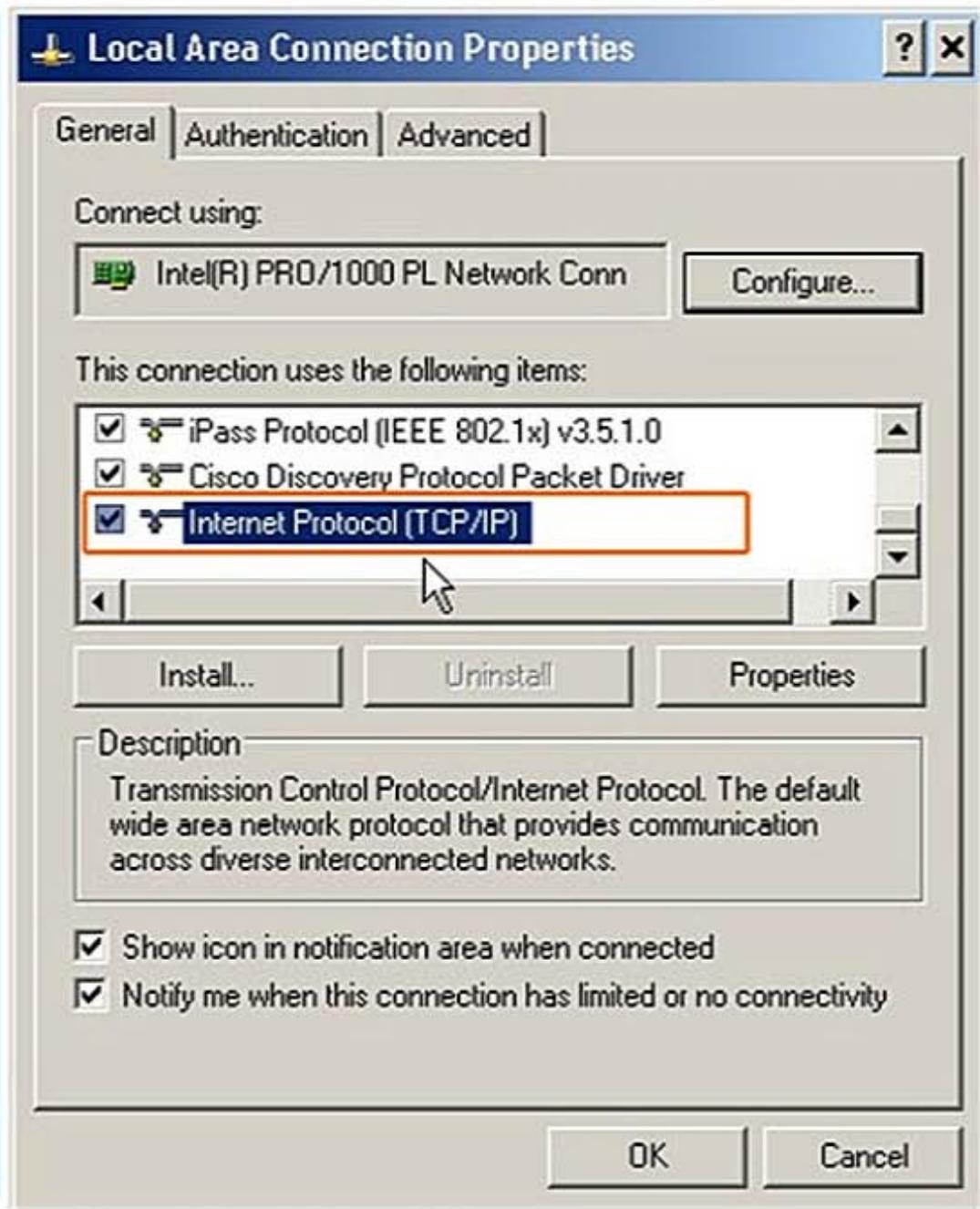
Le routage dynamique ou adaptatif permet aux routeurs de tenir compte des modifications des conditions réseau. Grâce au routage dynamique, les routeurs échangent des messages périodiques de mise à jour du routage. Si un routeur reçoit un message de mise à jour d'un autre routeur, indiquant un changement sur le réseau, il calcule une nouvelle route et inclut les nouvelles informations dans le message de mise à jour suivant qu'il envoie. Les protocoles de routage tels que RIP et IGRP facilitent le routage dynamique.

## Test de la pile TCP/IP locale

L'exécution de la commande ping sur l'hôte local confirme que le protocole TCP/IP est installé et fonctionne sur l'hôte local.



L'exécution de la commande ping **127.0.0.1** entraîne l'exécution de la commande par le périphérique sur lui-même.



Test de la connectivité au réseau local

Requête ping sur la passerelle locale

