

Réseaux TCP/IP

Pr. Mohammed EL KOUTBI
2022

Sommaire

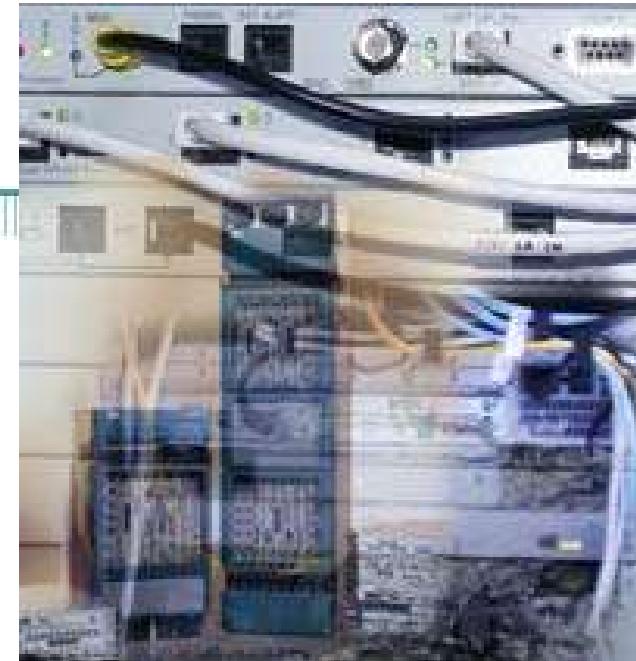
SupMTI.ma

- Introduction
- Couche interface reseau
- Couche Internet
 - Adressage
 - Routage
- Couche transport
- Couche Application

- Labs et projet

C'est quoi un réseau ?

- Ce n'est pas du simple cablage
- Combinaison de protocoles, logiciels, périphériques, algorithmes, configurations, stratégies, ...
- Sécurité, Confidentialité
- 24 x 7 disponibles
- Qualité de Service
- Vidéo à la demande
- Voix sur IP (sur Internet)
- Redondance et sauvegarde
- Applications à Mission critique
- Le sans-fil

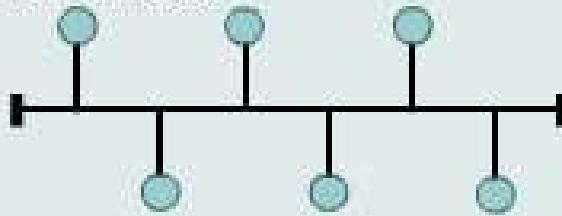


Topologies réseaux

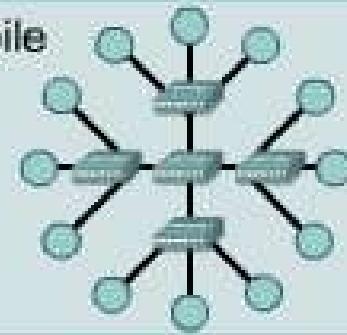
SupMTI.ma

Topologies physiques

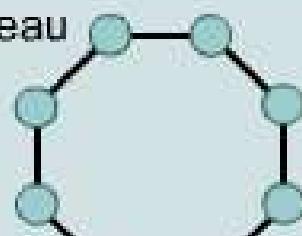
Topologie en anneau bus



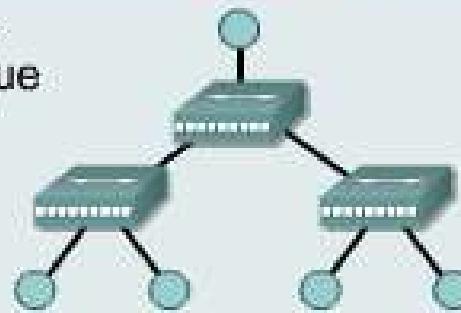
Topologie en étoile étendue



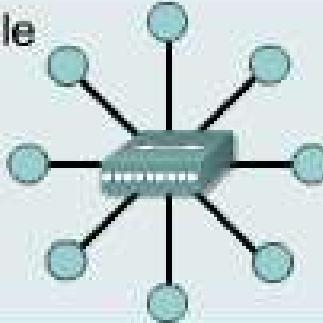
Topologie en anneau



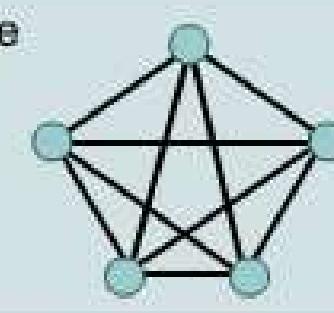
Topologie hiérarchique



Topologie en étoile

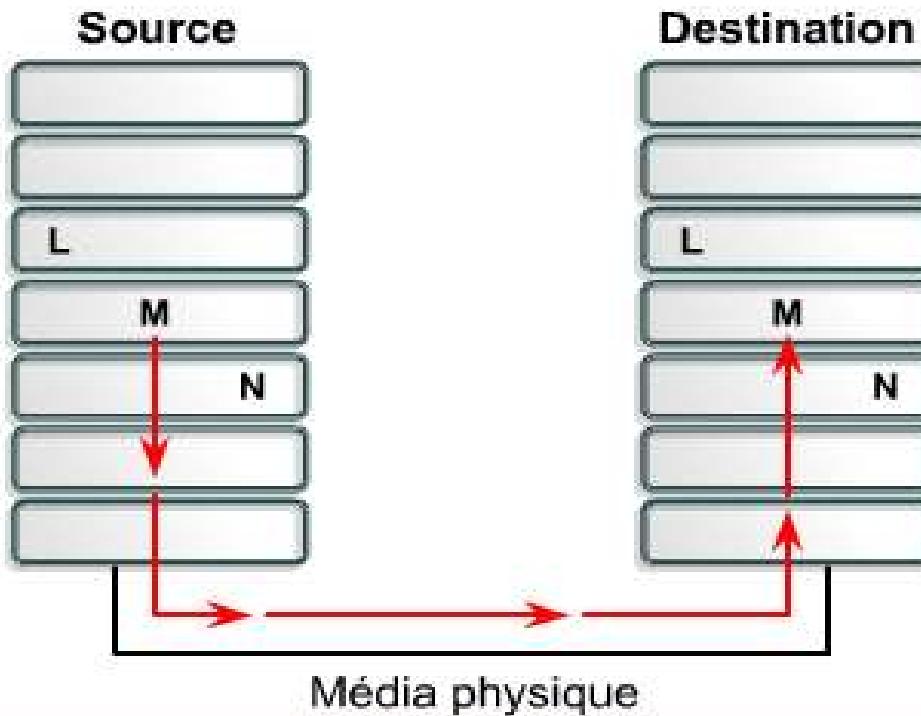


Topologie maillée



Modèles en couches

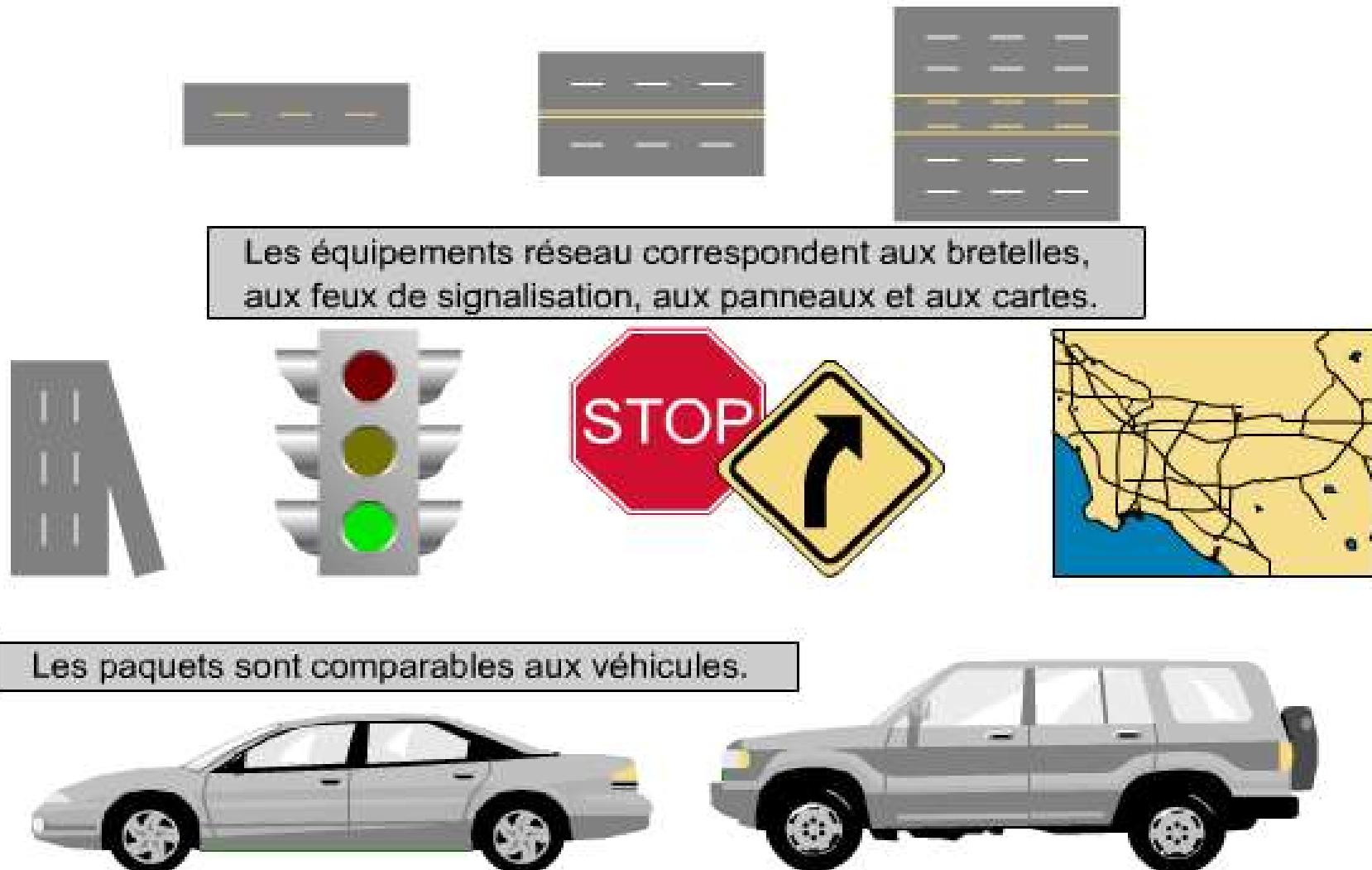
SupMTI.ma



L, M, N	Couches dans notre modèle de communication entre ordinateurs
source M, destination M	Couches homologues
→	Communications entre couches homologues
Protocole de couche M	Les règles selon lesquelles la source M communique avec la destination M

Analogie avec le réseau routier

SupMTI.ma



OSI et TCP/IP

SupMTI.ma

Modèle OSI

7 Application

6 Présentation

5 Session

4 Transport

3 Réseau

2 Liaison de données

1 Physique

Modèle TCP/IP

Application

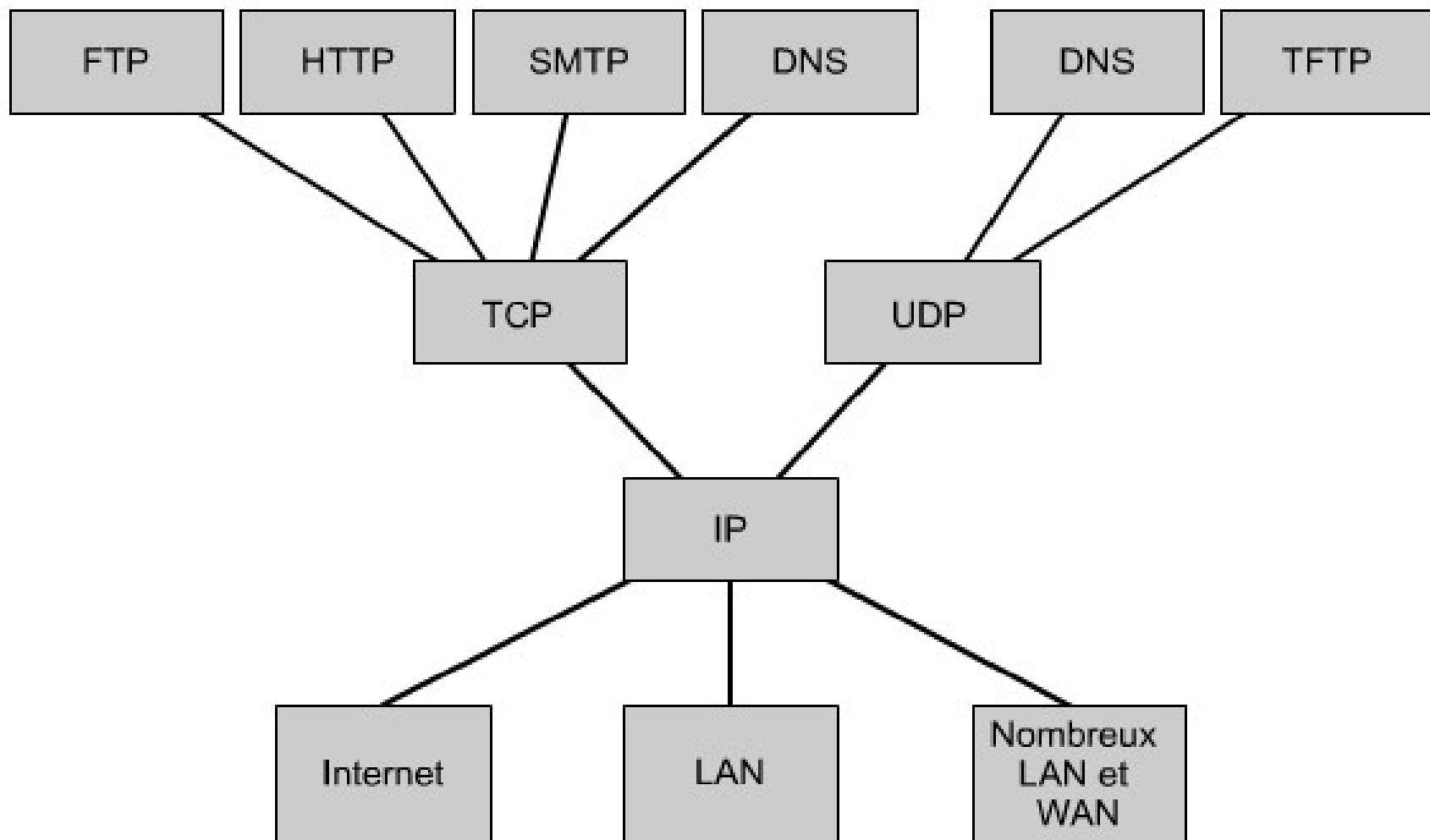
Transport

Internet

Accès
réseau

TCP/IP

SupMTI.ma



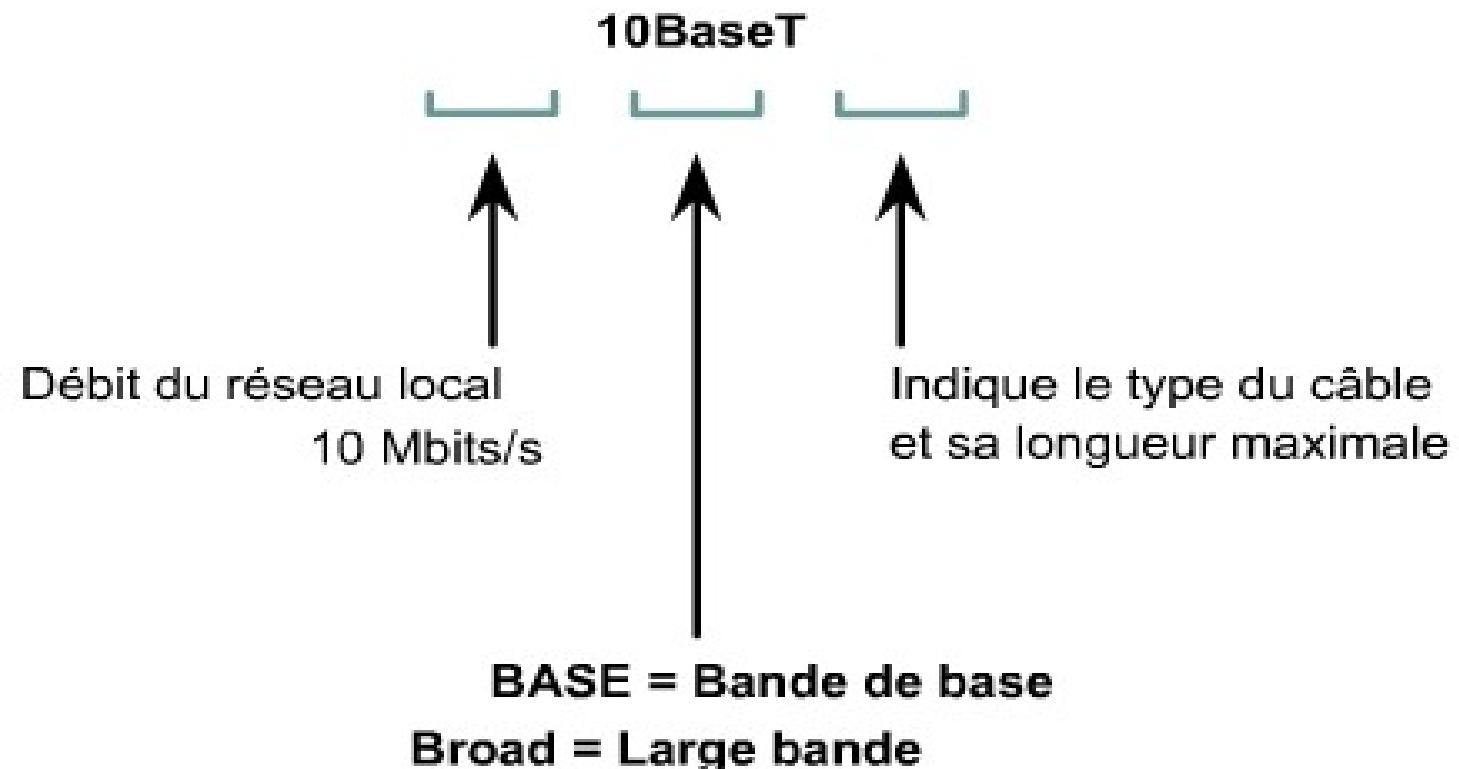
Médias de communication

SupMTI.ma

Médias de cuivre

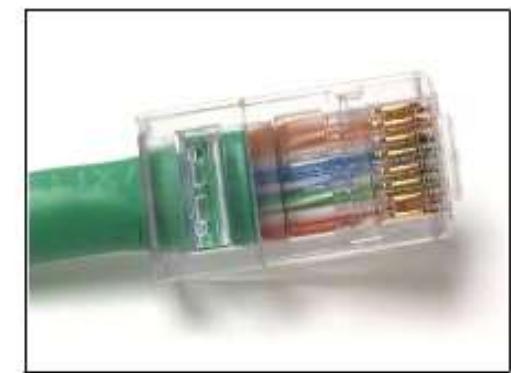
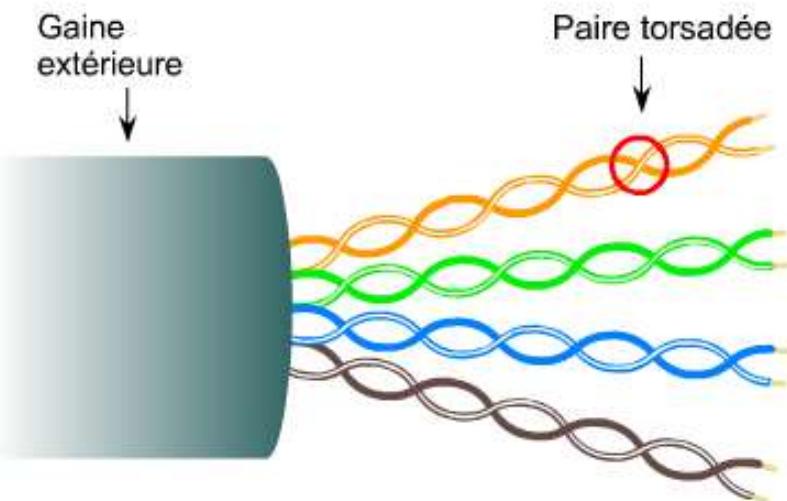
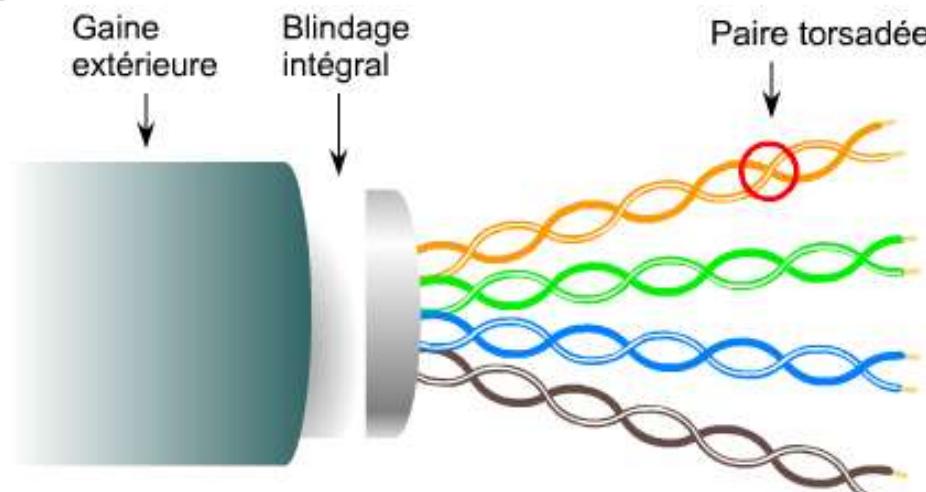
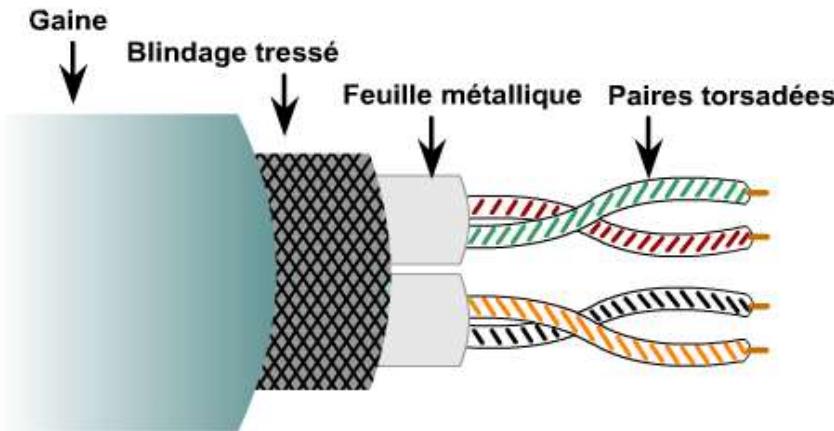
Médias optiques

Médias sans fil



Médias de communication

SupMTI.ma

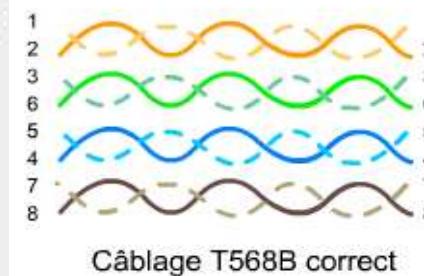
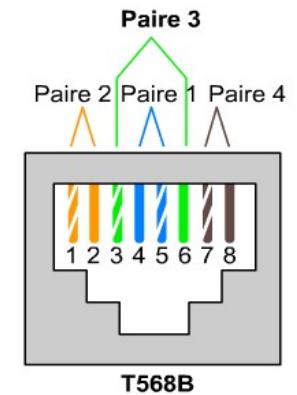
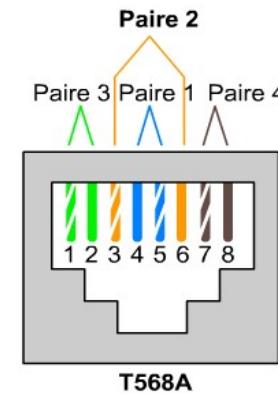


Médias de communication

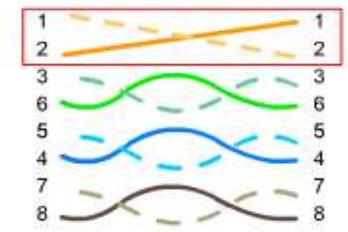
Les dix paramètres de test fondamentaux à vérifier pour qu'une liaison par câble soit conforme aux normes TIA/EIA sont les suivants:

- le schéma de câblage,
- l'affaiblissement d'insertion,
- la diaphonie locale (NEXT),
- la diaphonie locale totale (PSNEXT),
- la diaphonie distante de niveau égal (ELFEXT),
- la diaphonie distante totale de niveau égal (PSELFEXT),
- la perte de retour,
- le délai de propagation,
- la longueur de câble,
- la distorsion du délai.

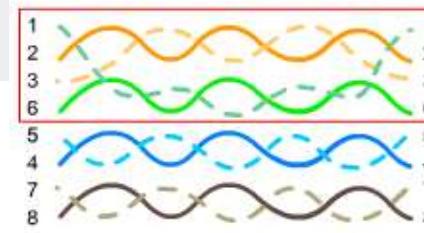
SupMTI.ma



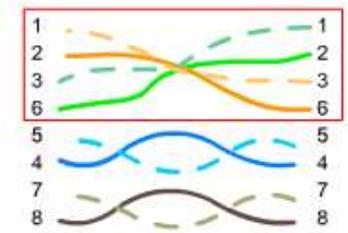
Câblage T568B correct



Erreurs de paires inversées



Erreurs de paires séparées



Erreurs de paires croisées

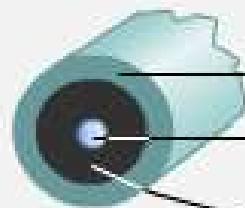
Médias de communication

SupMTI.ma

Monomode



Requiert un chemin très direct



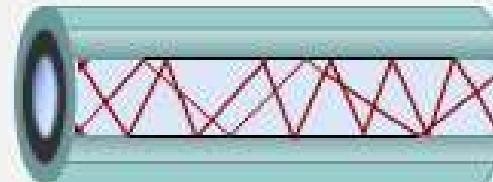
Enduit polymère

Cœur de verre = 8,3 à
10 microns

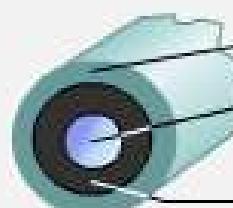
Enveloppe de verre de
125 microns de
diamètre

- Cœur de petit diamètre
- Moins de dispersion
- Adapté aux applications longue distance (jusqu'à 3 km environ)
- Utilise des lasers comme source lumineuse souvent dans des backbones de campus sur des distances de plusieurs milliers de mètres

Multimode



Plusieurs chemins inclinés



Revêtement protecteur

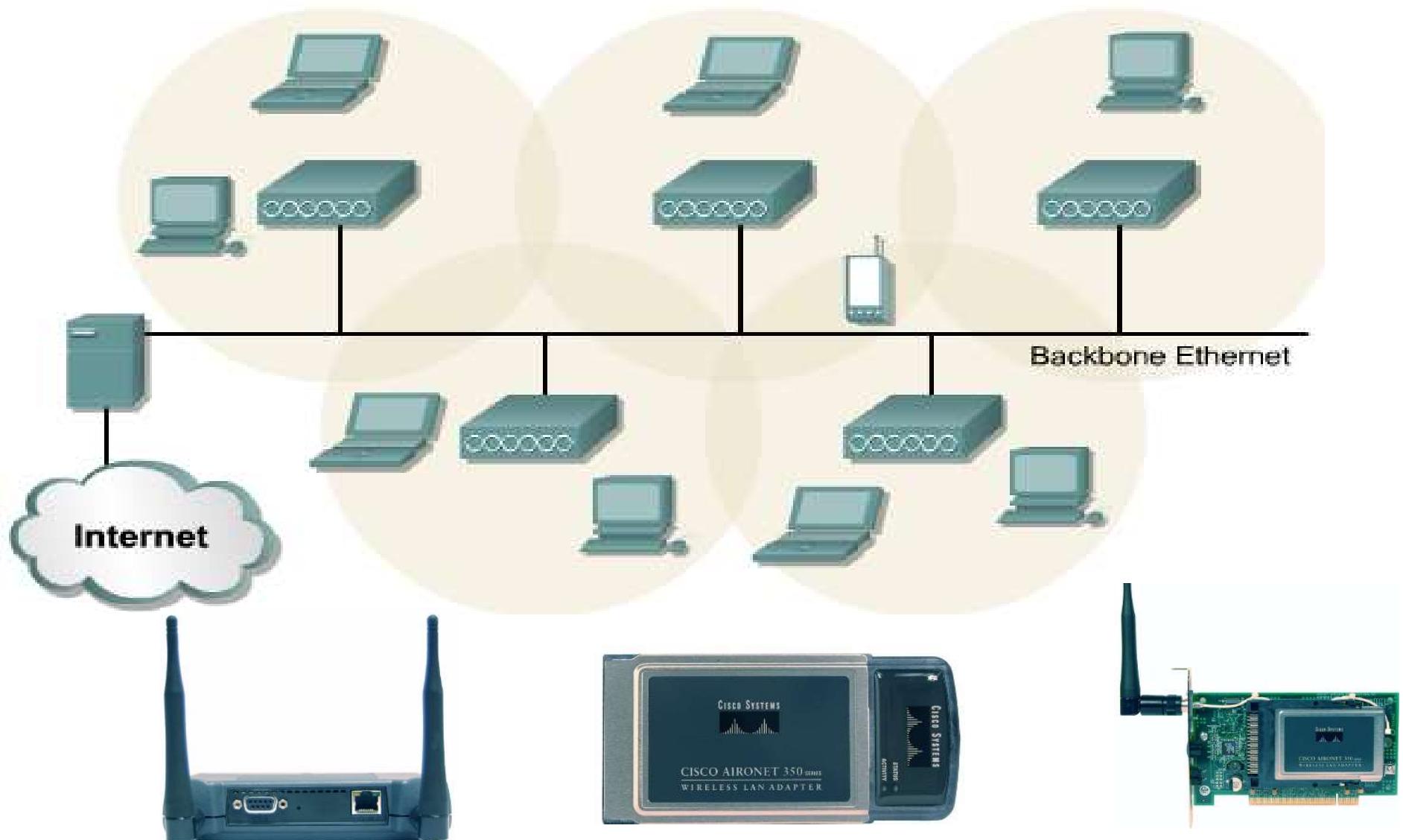
Cœur de verre de 50 à
62,5 microns

Enveloppe de verre de
125 microns de
diamètre

- Cœur d'un diamètre plus large que le câble monomode (50 ou 62,5 microns, ou plus)
- Autorise une plus grande dispersion et, par conséquent, un affaiblissement du signal
- Adapté aux applications longue distance, mais sur une distance plus courte que la fibre monomode (jusqu'à 2 km environ)
- Utilise des LEDs comme source lumineuse souvent dans des LAN ou des distances de quelques centaines de mètres au sein d'un réseau de campus

Médias de communication

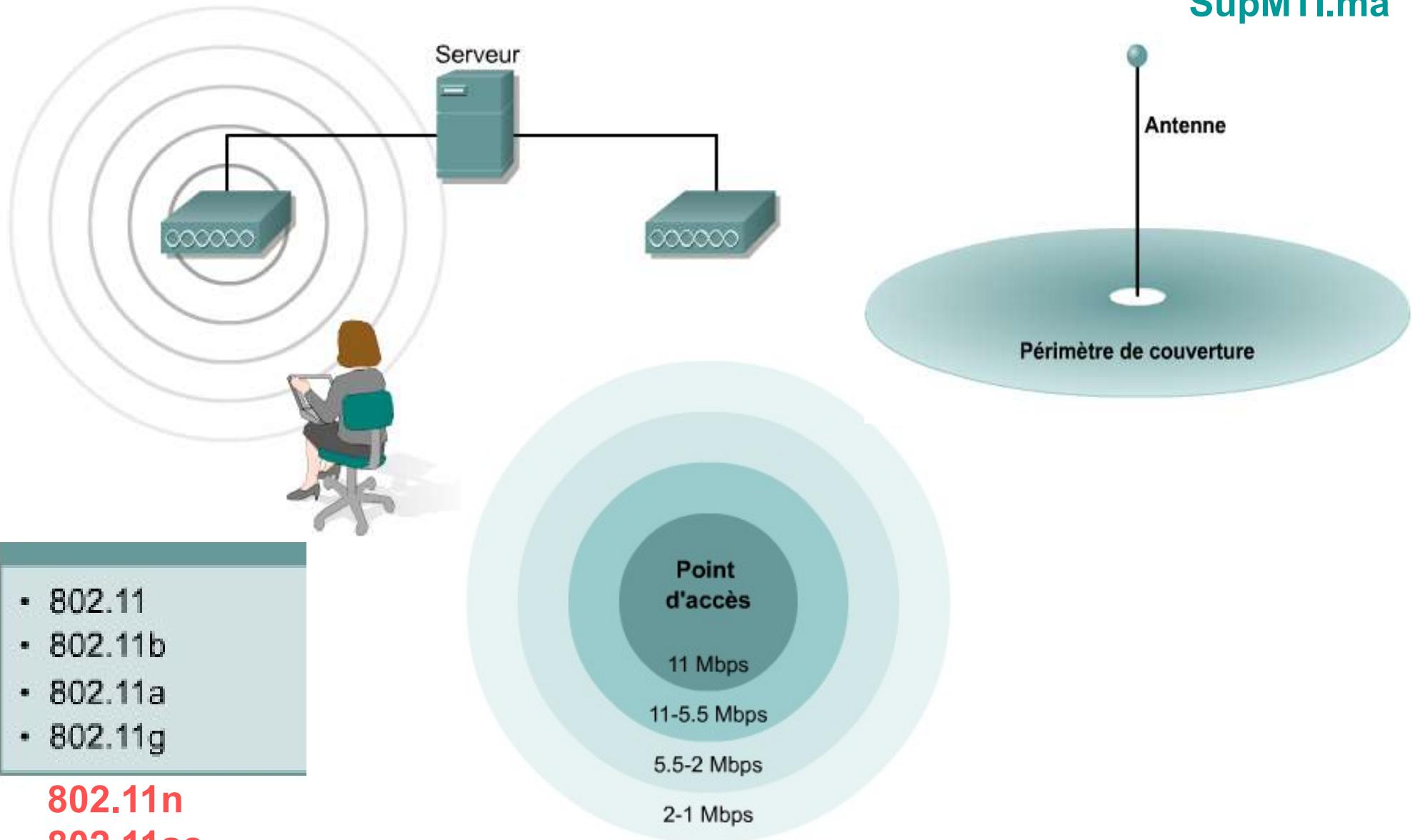
SupMTI.ma



Original Set by Cisco Systems, Inc. Updated by M. EL KOUTBI

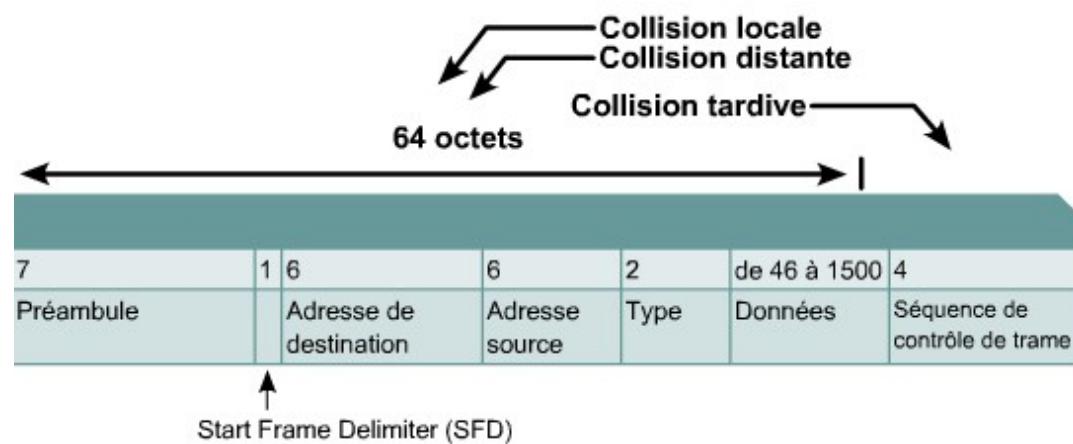
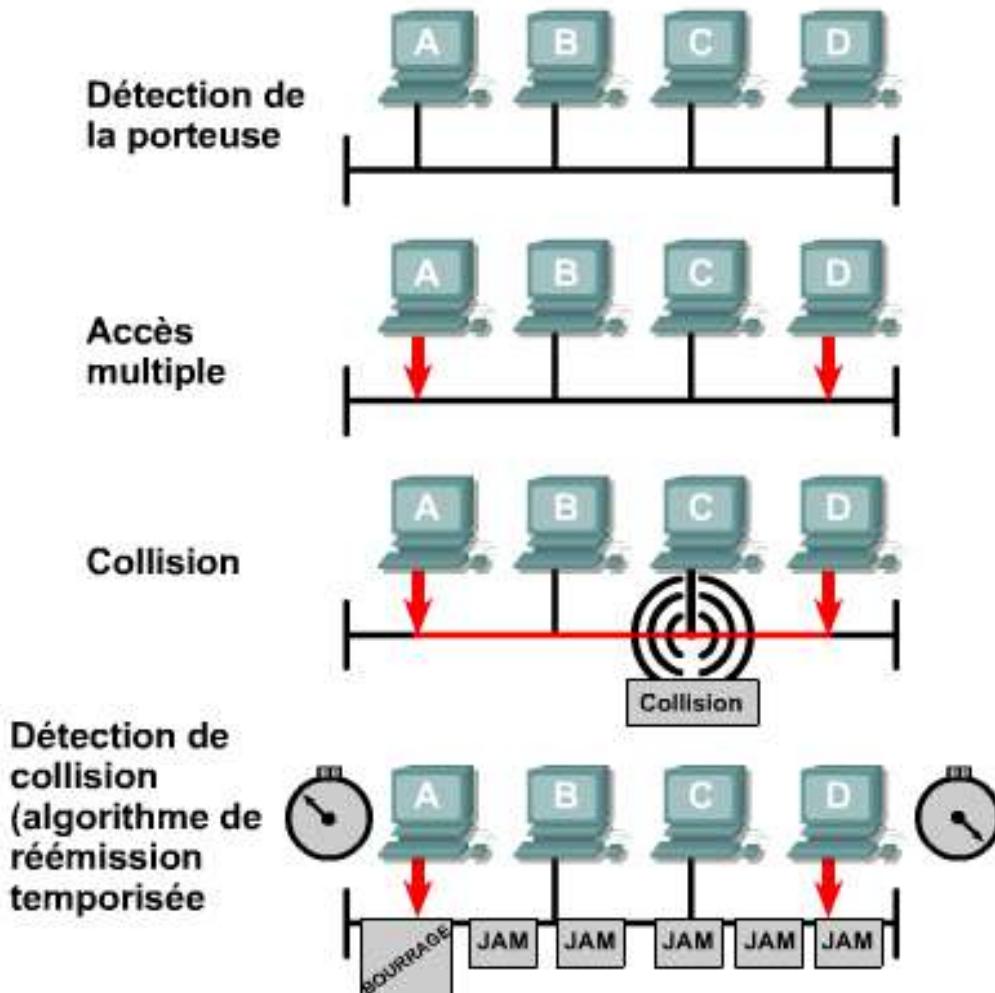
Médias de communication

SupMTI.ma



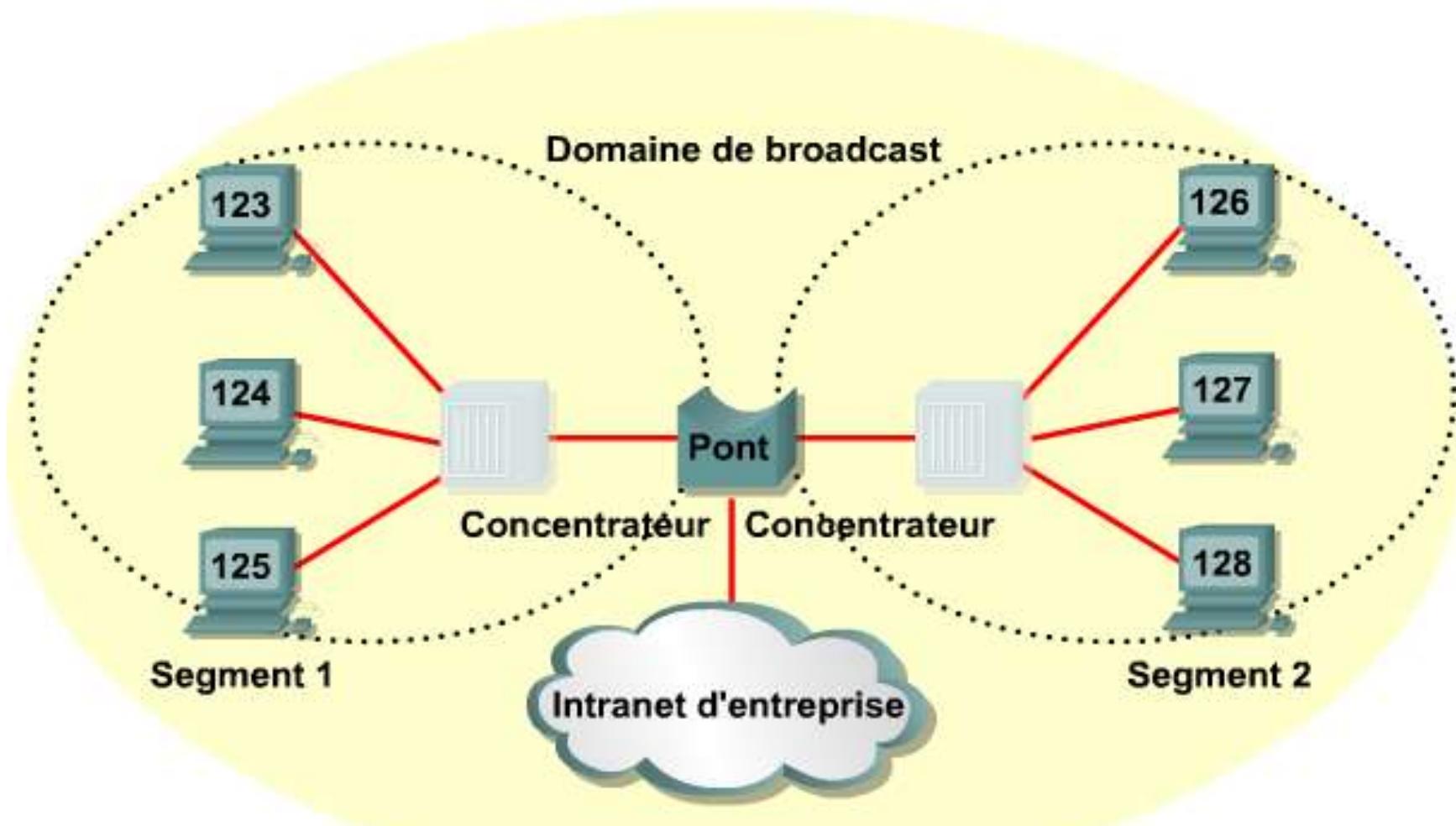
Réseau Ethernet

SupMTI.ma



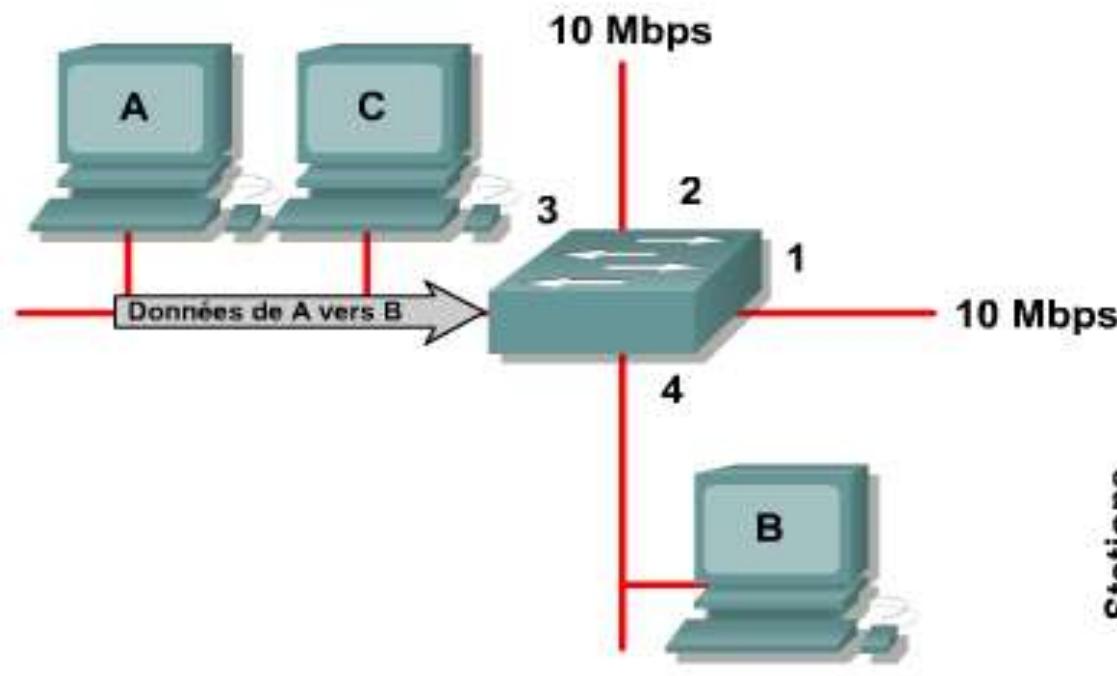
Réseau Ethernet

SupMTI.ma



Réseau Ethernet, Switchs

SupMTI.ma



Stations	Interface			
	1	2	3	4
A				
B				
C				

- Transfert de paquets à partir de l'adresse MAC dans la table de transmission
- Il fonctionne au niveau de la couche 2 du modèle OSI.
- Il apprend l'emplacement d'une station en examinant l'adresse d'origine.

Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma

Classe A	Réseau	Hôte		
Octet	1	2	3	4

Classe B :	Réseau	Hôte		
Octet	1	2	3	4

Classe C	Réseau	Hôte		
Octet	1	2	3	4

Classe D	Hôte			
Octet	1	2	3	4

Les adresses de classe D sont utilisées pour les groupes de multicast. Il n'est pas nécessaire d'allouer des octets ou des bits pour séparer les adresses réseau et hôte. Les adresses de classe E sont réservées à la recherche.

Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma

Classe d'adresses IP	Plage d'adresses IP (premier octet)
Classe A	1-126 (00000001-01111110) *
Classe B :	128-191 (10000000-10111111)
Classe C	192-223 (11000000-11011111)
Classe D	224-239 (11100000-11101111)
Classe E	240-255 (11110000-11111111)

Déterminez la classe d'après le premier octet.

* 127 (01111111) est une adresse de classe A réservée aux tests en mode bouclé et elle ne peut pas être attribuée à un réseau.

Couche Internet : Entête IP

SupMTI.ma

0	4	8	16	19	24	31					
VERS	HLEN	Type de service	Longueur totale								
Identification			Indicateurs	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)					Remplissage						
Données											
....											

Il s'agit des champs d'un en-tête de paquet IP. Leur longueur est fixe, sauf dans le cas des options IP et des champs de remplissage.

Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma

Entrée de la table ARP

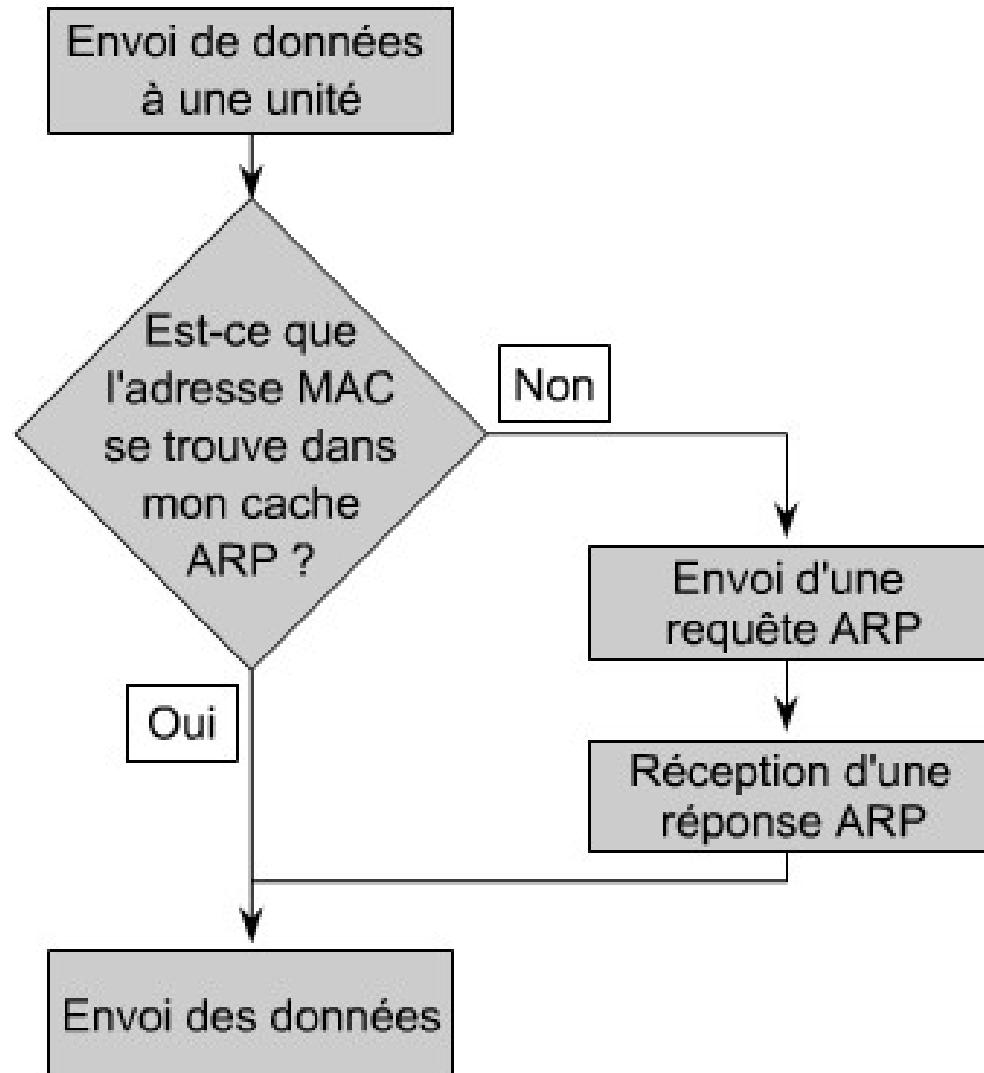
Adresse Internet	Adresse physique	Type
68.2.168.1	00-50-57-00-76-84	Dynamique

Table ARP 198.150.11.36

MAC	IP
FE:ED:F9:44:45:66	198.150.11.34
DD:EC:BC:00:04:AC	198.150.11.33
DD:EC:BC:00:94:D4	198.150.11.35

Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma



Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma

Station de travail
sans disque dur local

192.168.10.36

FE:ED:F9:23:44:EF



Station de travail
sans disque dur local

192.168.10.34

FE:ED:F9:44:45:66



192.168.10.91

DD:EC:BC:AB:04:AC



192.168.10.97

DD:EC:BC:00:94:D4



Serveur
RARP

192.168.10.98

FE:ED:F9:65:33:3A



RARP

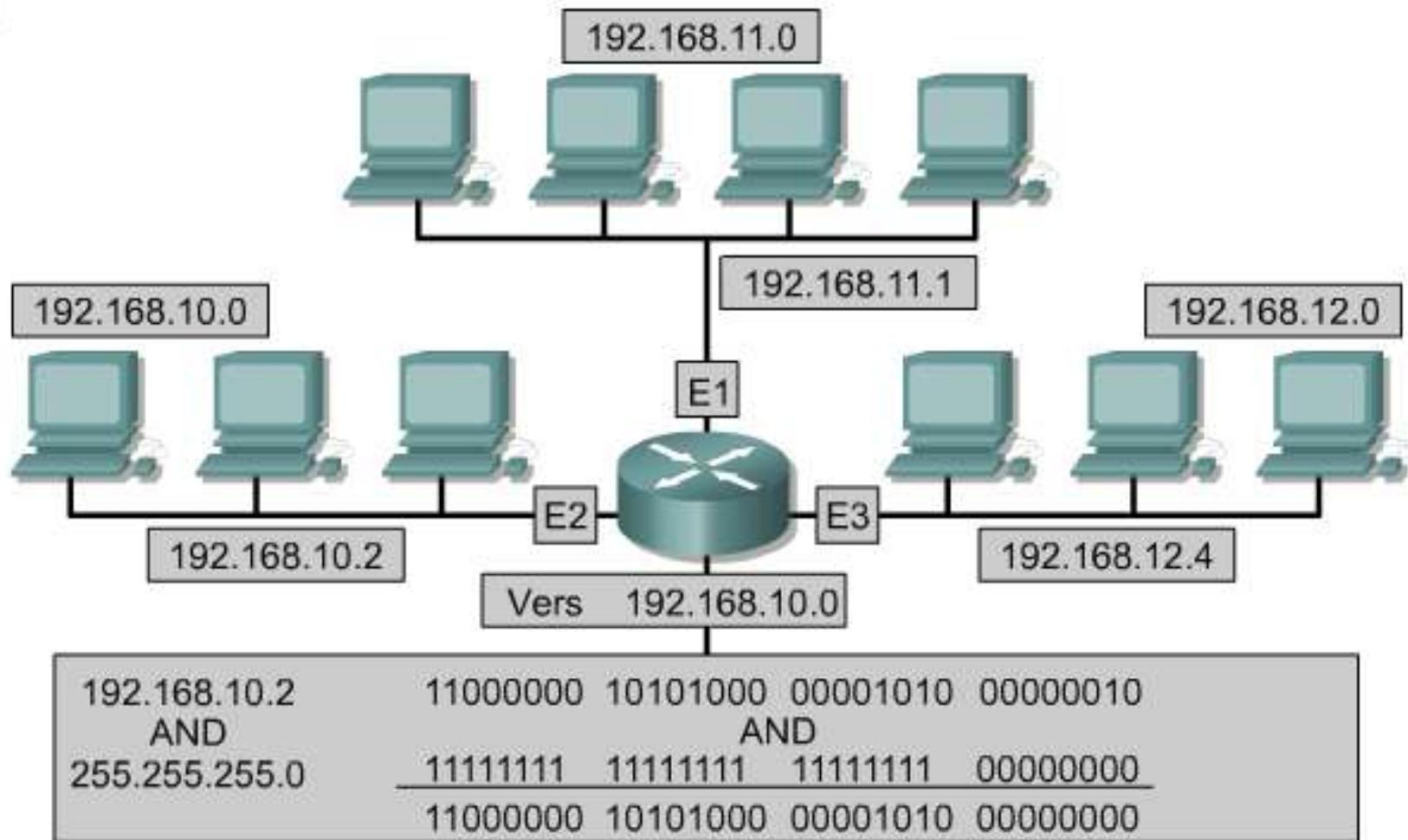
BootP

DHCP

L'ordinateur FE:ED:F9:23:44:EF conserve l'adresse IP reçue dans la réponse RARP pour l'utiliser ultérieurement.

Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma



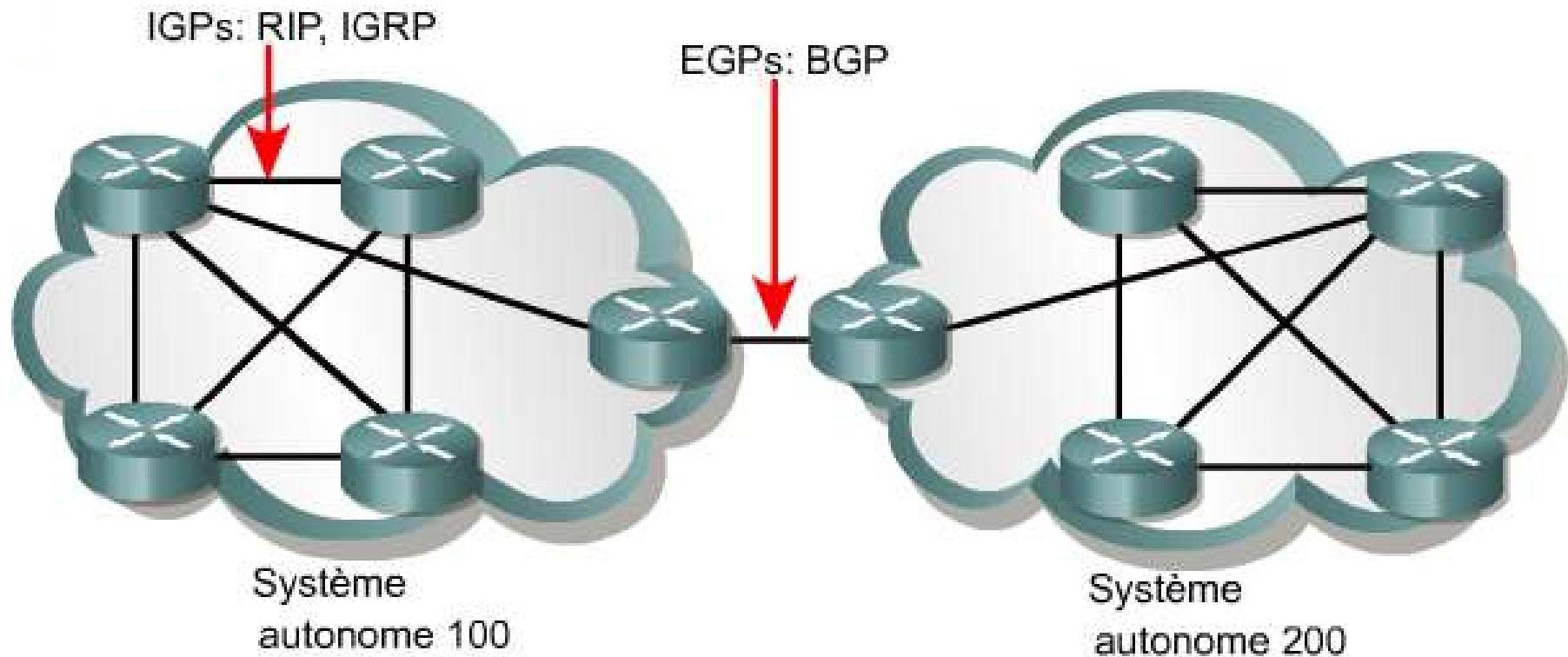
Couche Internet : Routage

SupMTI.ma



Couche Internet : Routage

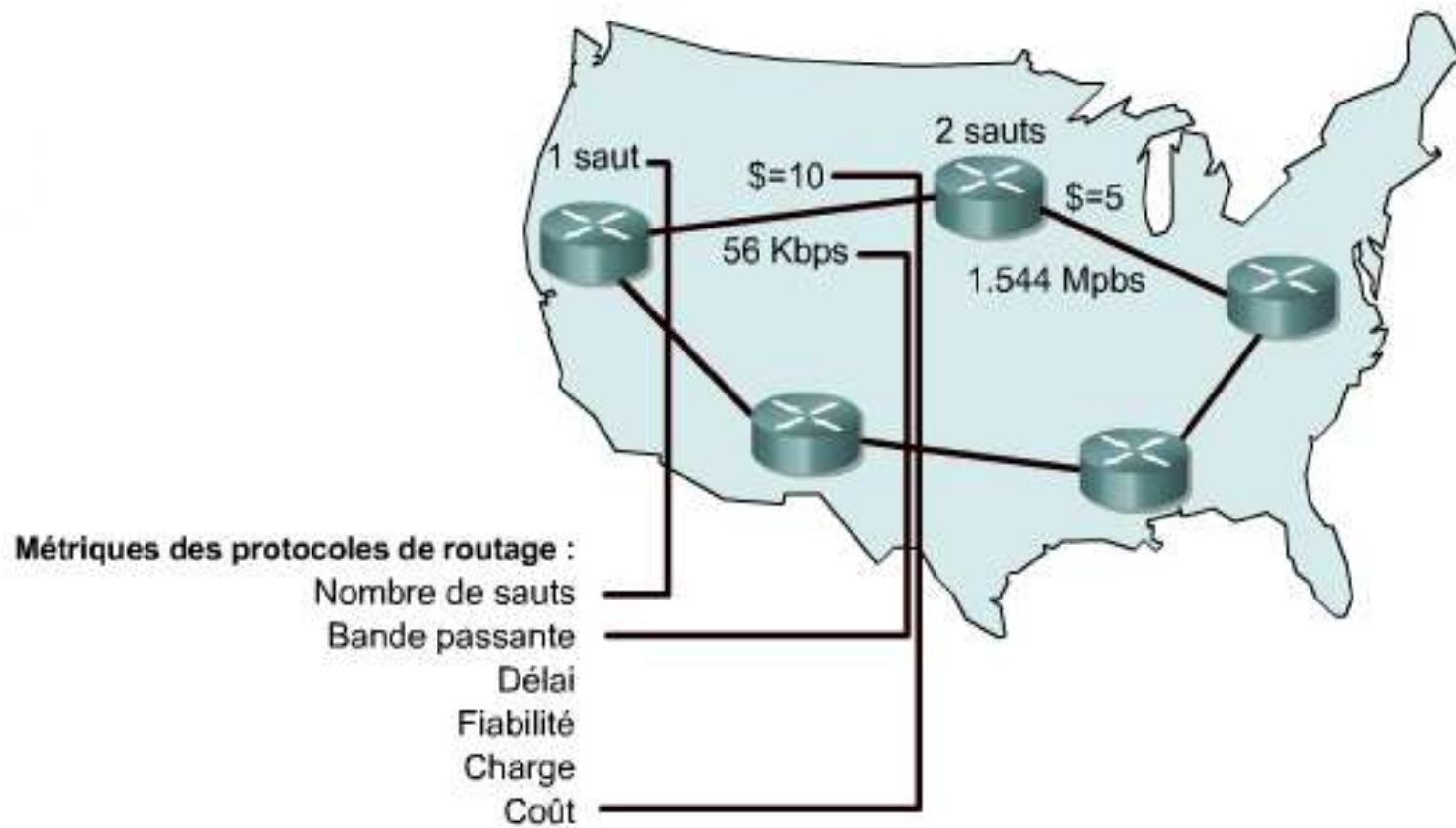
SupMTI.ma



Un système autonome est un ensemble de réseaux placés dans un domaine administratif commun. Les protocoles IGP opèrent au sein d'un système autonome. Les protocoles EGP relient différents systèmes autonomes.

Couche Internet : Routage

SupMTI.ma



La couche réseau est chargée d'acheminer les paquets sur un réseau.

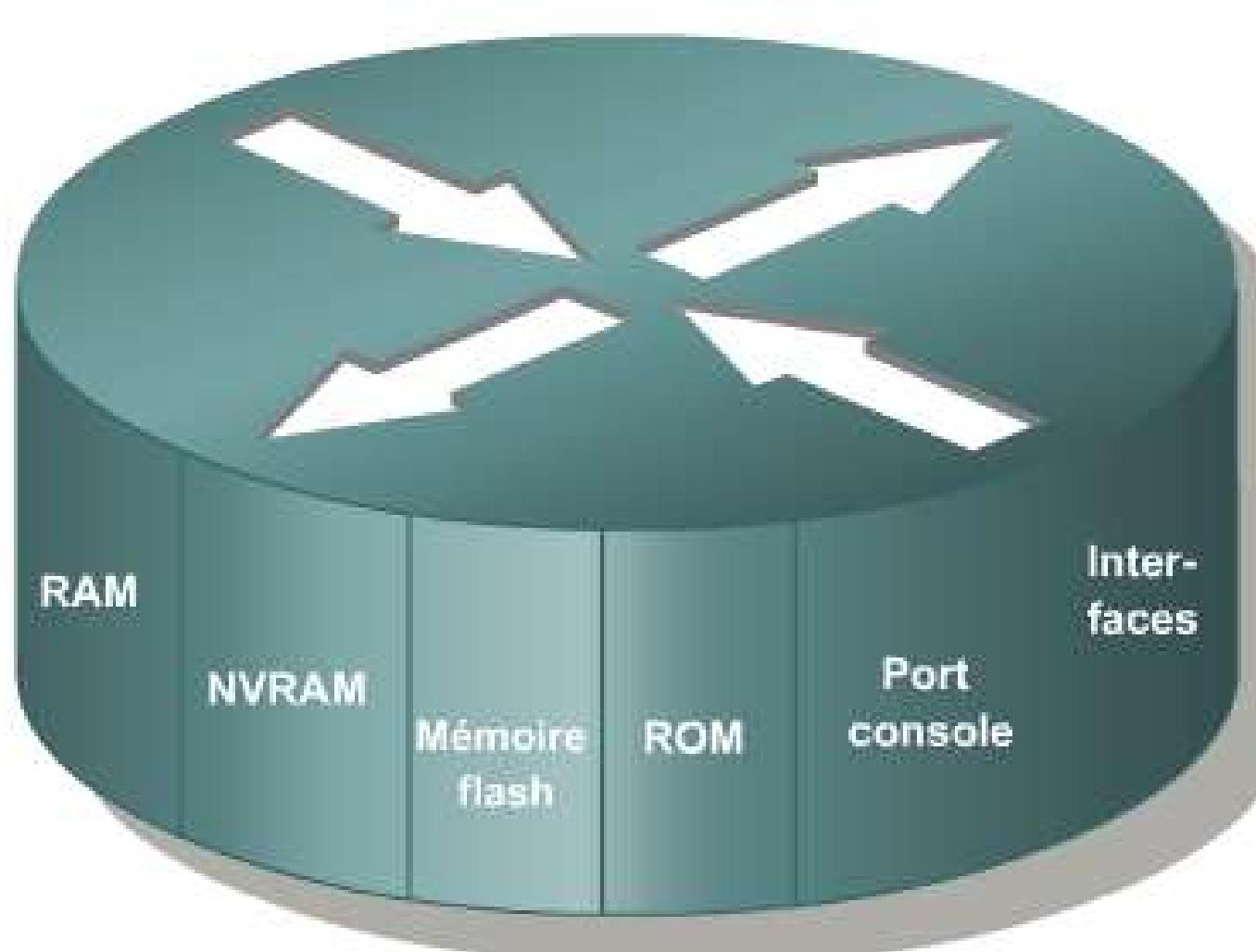
Couche Internet : Routage

SupMTI.ma

Protocole	Métrique	Nombre maximum de routeurs	Origines
Protocole RIP	Nombre de sauts	15	Xerox
Protocole IGRP	<ul style="list-style-type: none">• Bande passante• Charge• Délai• Fiabilité	255	Cisco

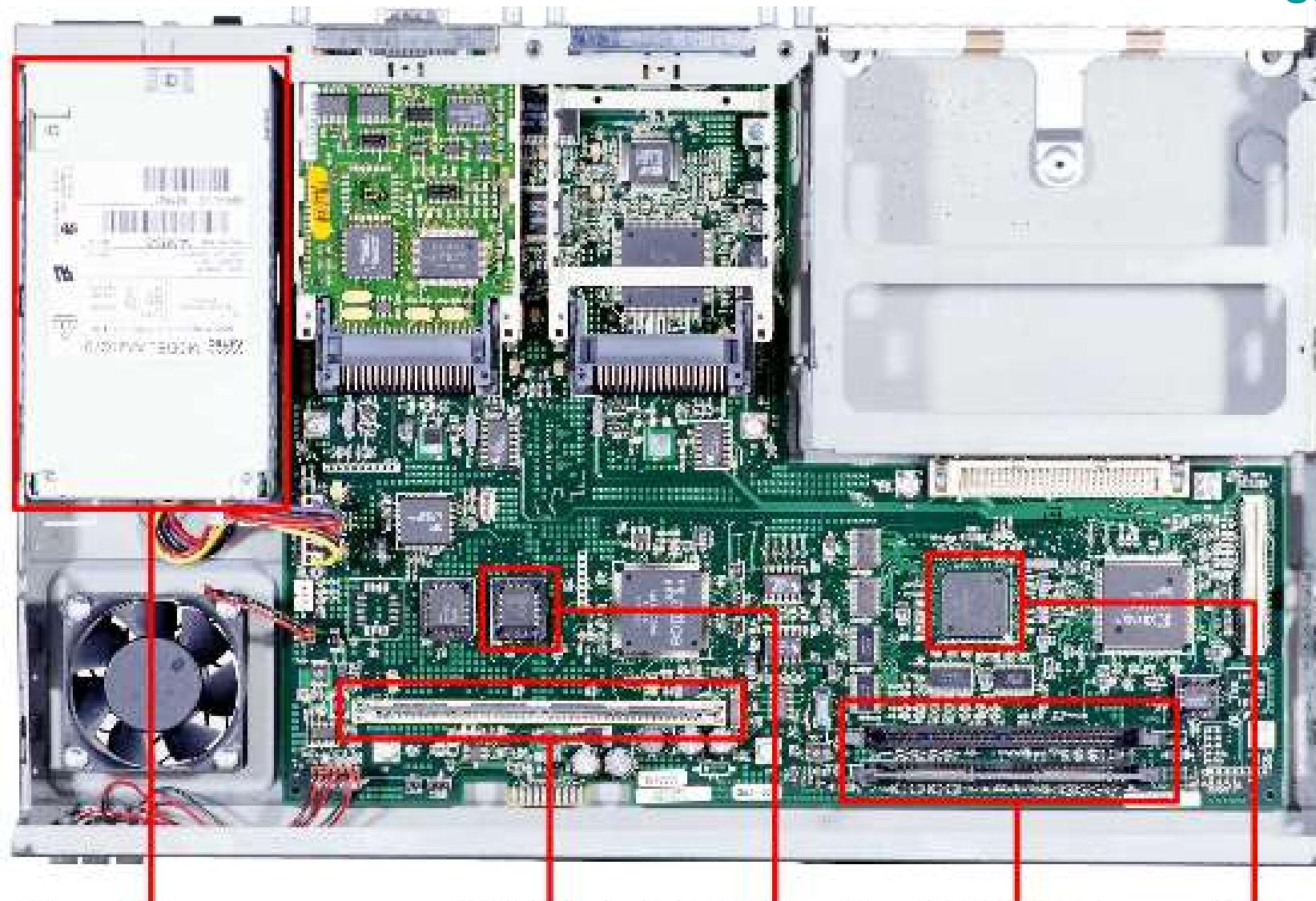
Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma



Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma



Alimentation

SIMM flash

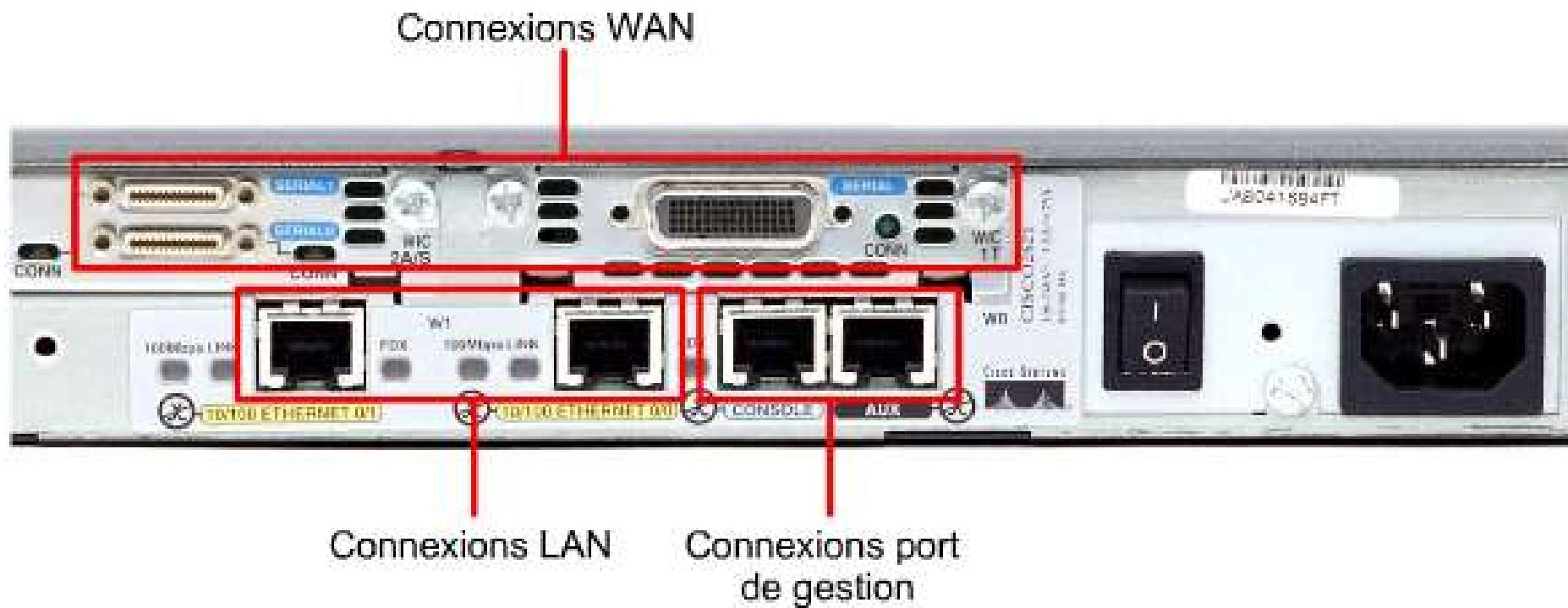
ROM amorceable

DIMM RAM

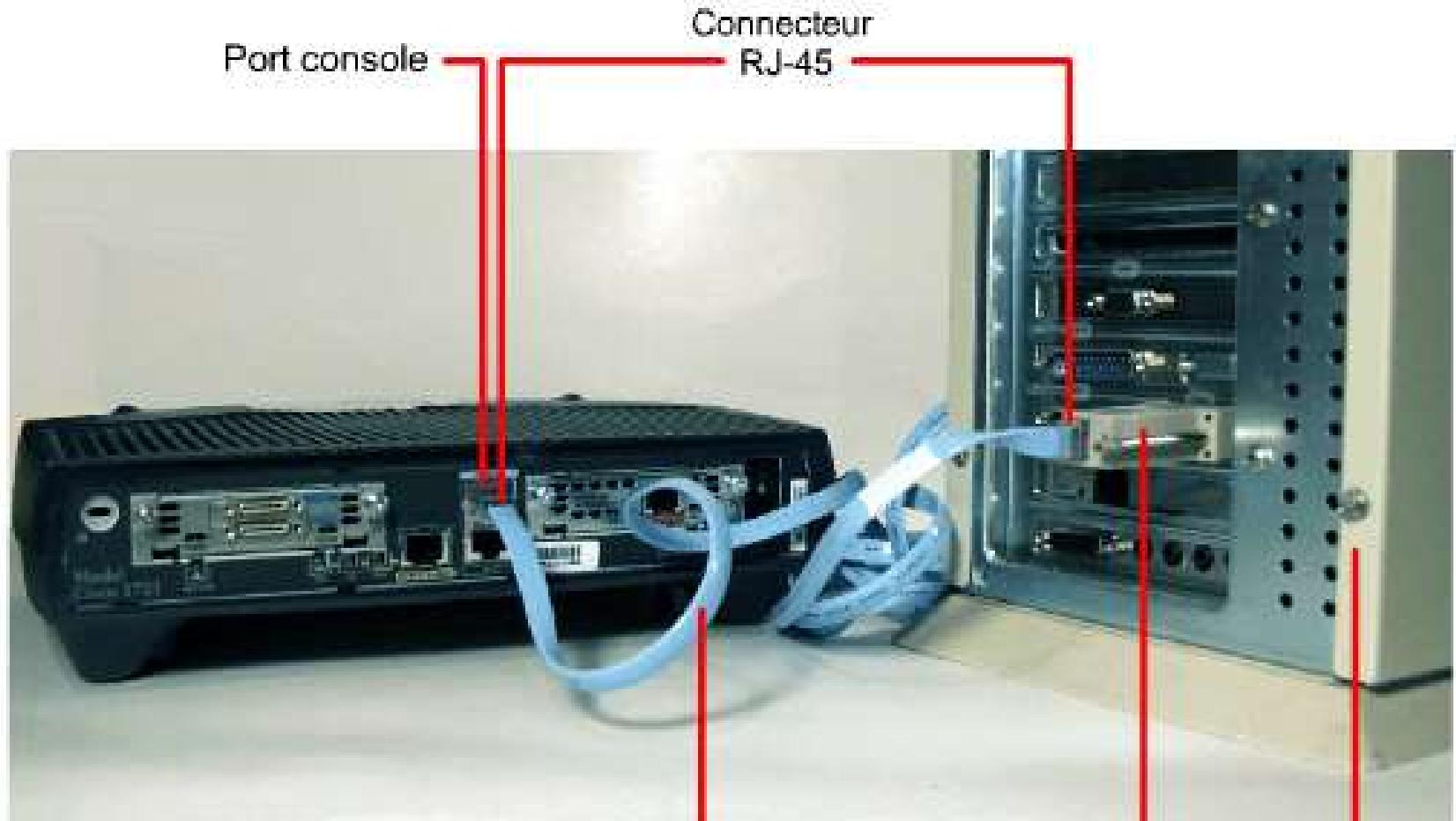
Processeur

Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma



Exemple de routeurs (cas de Cisco)



Câble
console

Adaptateur RJ-45
à DB-9

Ordinateur

Exemple de routeurs (cas de Cisco)

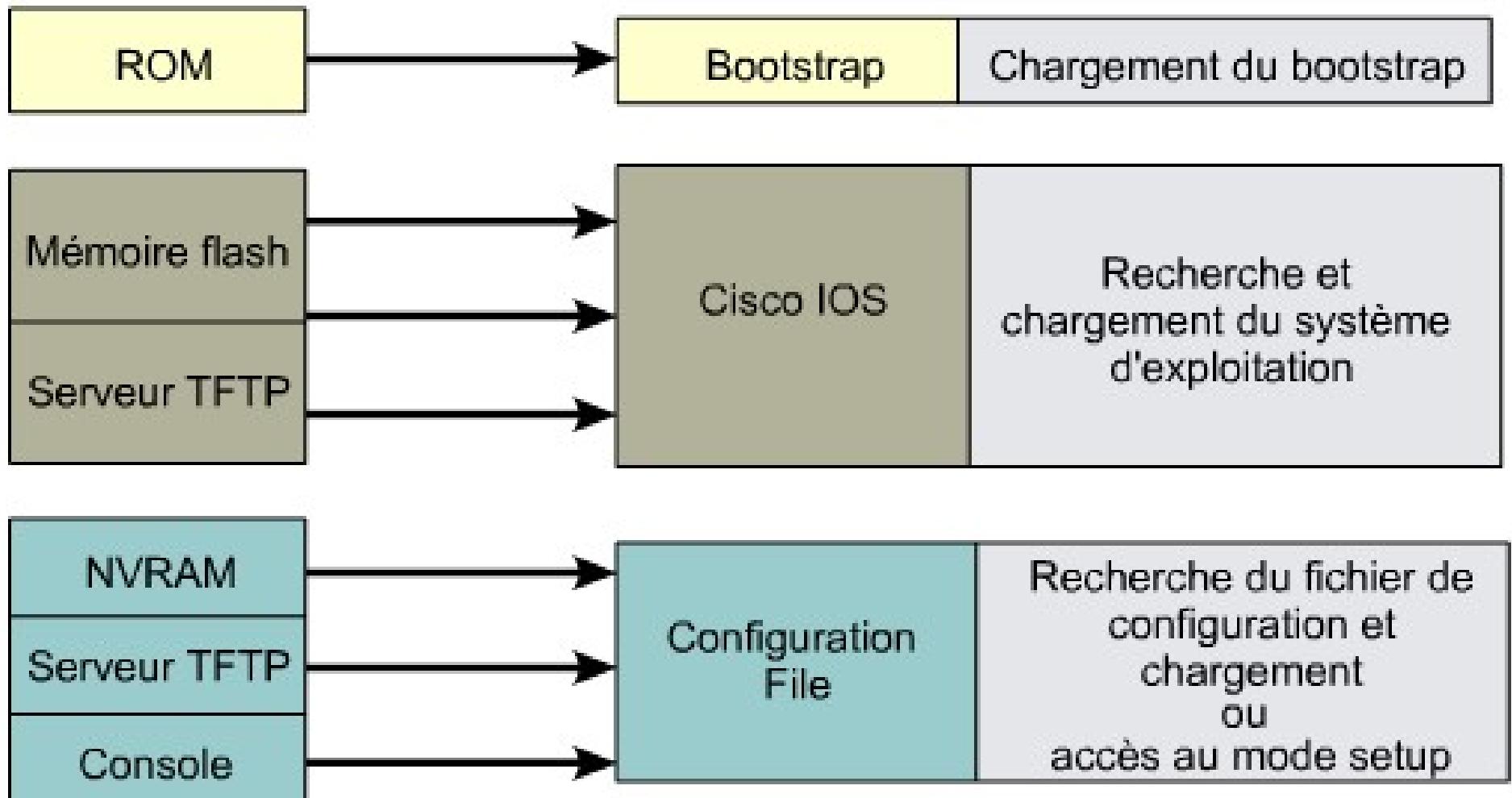
SupMTI.ma

Mode EXEC	Invite	Utilisation type
Utilisateur	GAD>	vérification de l'état du routeur
Privilégié	GAD#	accès aux modes de

Environnement d'exploitation	Invite	Utilisation
Moniteur ROM	> or ROMMON>	Panne ou récupération de mot de passe
ROM amorçable	Router (boot) >	Mise à niveau d'image flash
Plate-forme logicielle Cisco IOS	Router>	Fonctionnement normal

Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma



Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma

```
Routeur

Router con0 is now available.

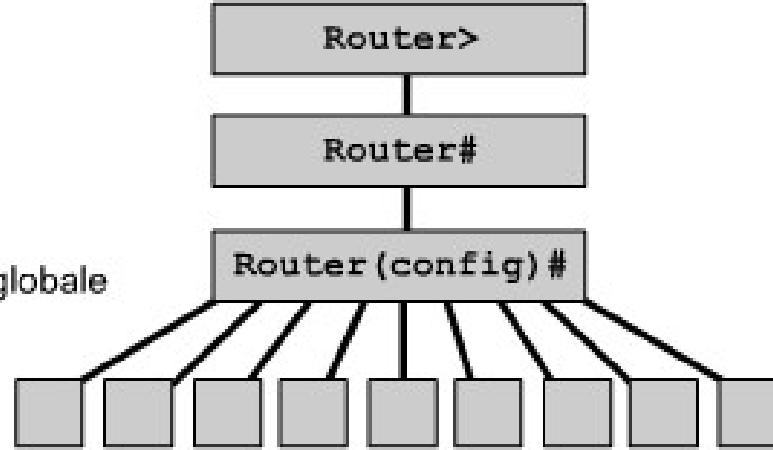
Press RETURN to get started.

User Access Verification
Password:
Router> ← Invite du mode utilisateur
Router>enable
Password:
Router# ← Invite du mode privilégié
Router#disable
Router>
Router>exit
```

Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma

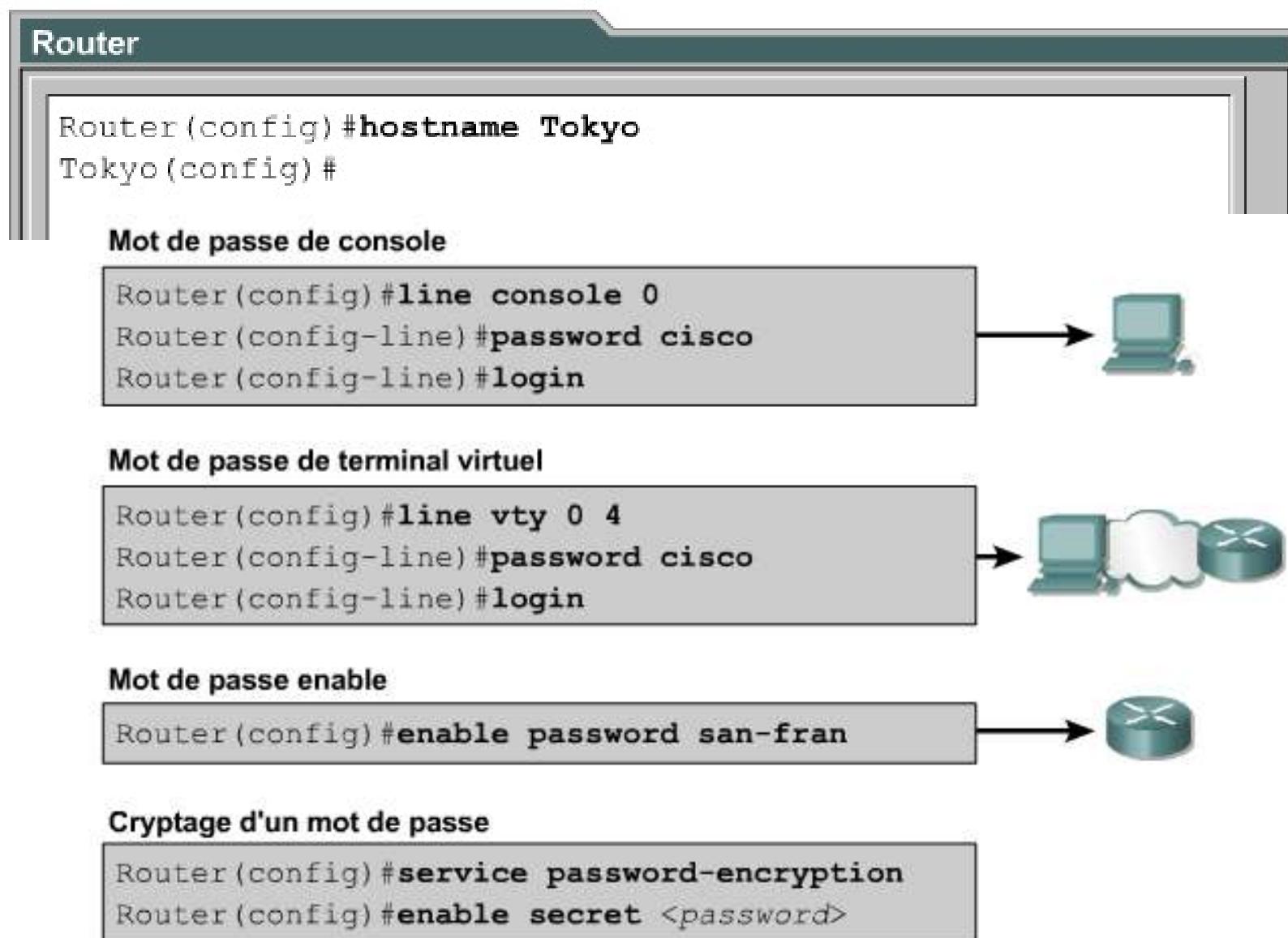
- Mode utilisateur
- Mode privilégié
- Mode de configuration globale
- Modes de configuration spécifiques



Mode de configuration	Invite
Interface	Router(config-if)#
Sous-interface	Router(config-subif)#
Contrôleur	Router(config-controller)#
Liste de mise en correspondance	Router(config-map-list)#
Classe de mise en correspondance	Router(config-map-class)#
Ligne	Router(config-line)#
Routeur	Router(config-router)#
Routeur IPX	Router(config-ipx-router)#
Mise en correspondance de route	Router(config-route-map)#

Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma



Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma

```
Router(config)#interface type port  
Router(config)#interface type slot/port
```

La commande suivante permet de désactiver l'interface au niveau administratif :

```
Router(config-if)#shutdown
```

La commande suivante permet d'activer une interface qui a été désactivée :

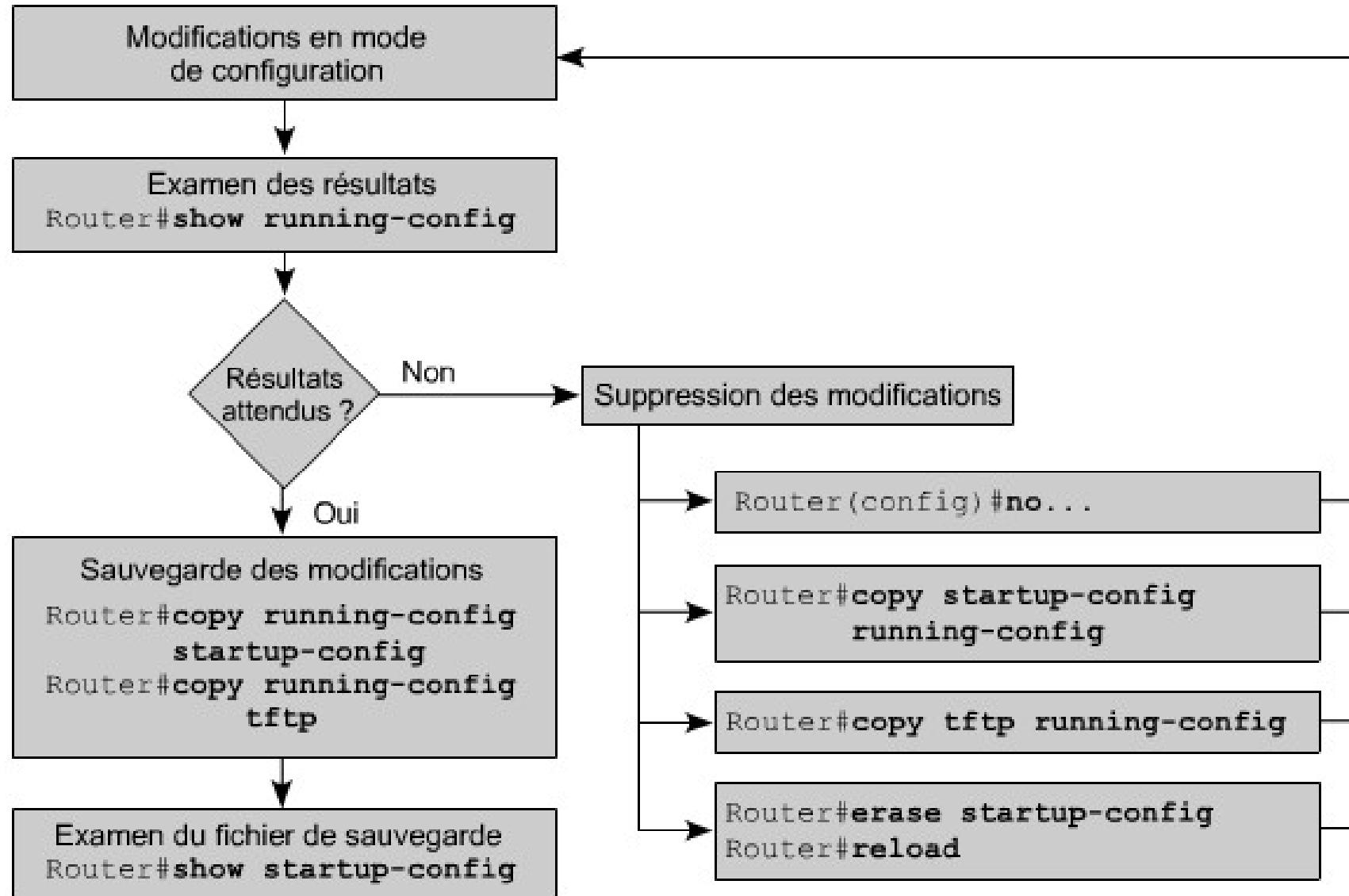
```
Router(config-if)#no shutdown
```

La commande suivante permet de quitter le mode de configuration d'interface actuel :

```
Router(config-if)#exit
```

Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma

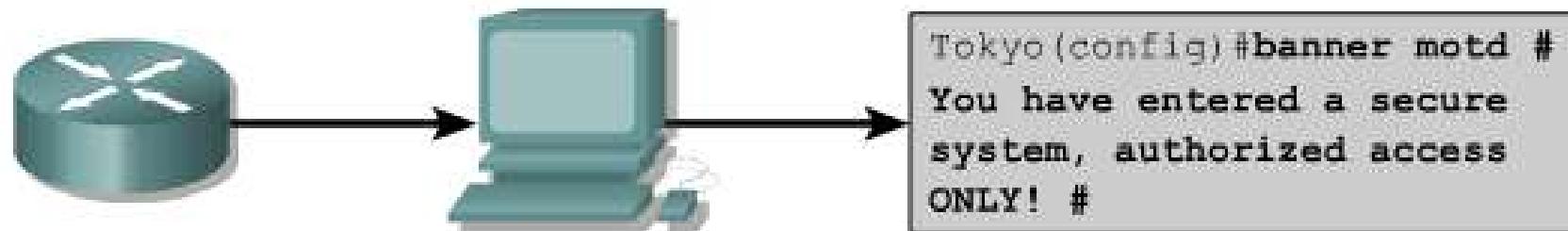


Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma

Router

```
Router(config)#interface e0  
Router(config-if)#ip address 183.8.126.2 255.255.255.128  
Router(config-if)#no shutdown
```



Exemple de routeurs (cas de Cisco)

SupMTI.ma

```
Router#copy running-config tftp

Remote host []? 131.108.2.155

Name of configuration file to write[tokyo-config]?tokyo.2

Write file tokyo.2 to 131.108.2.155? [confirm] y

Writing tokyo.2 !!!!! [OK]
```

Routage (cas cisco)

SupMTI.ma

Statique

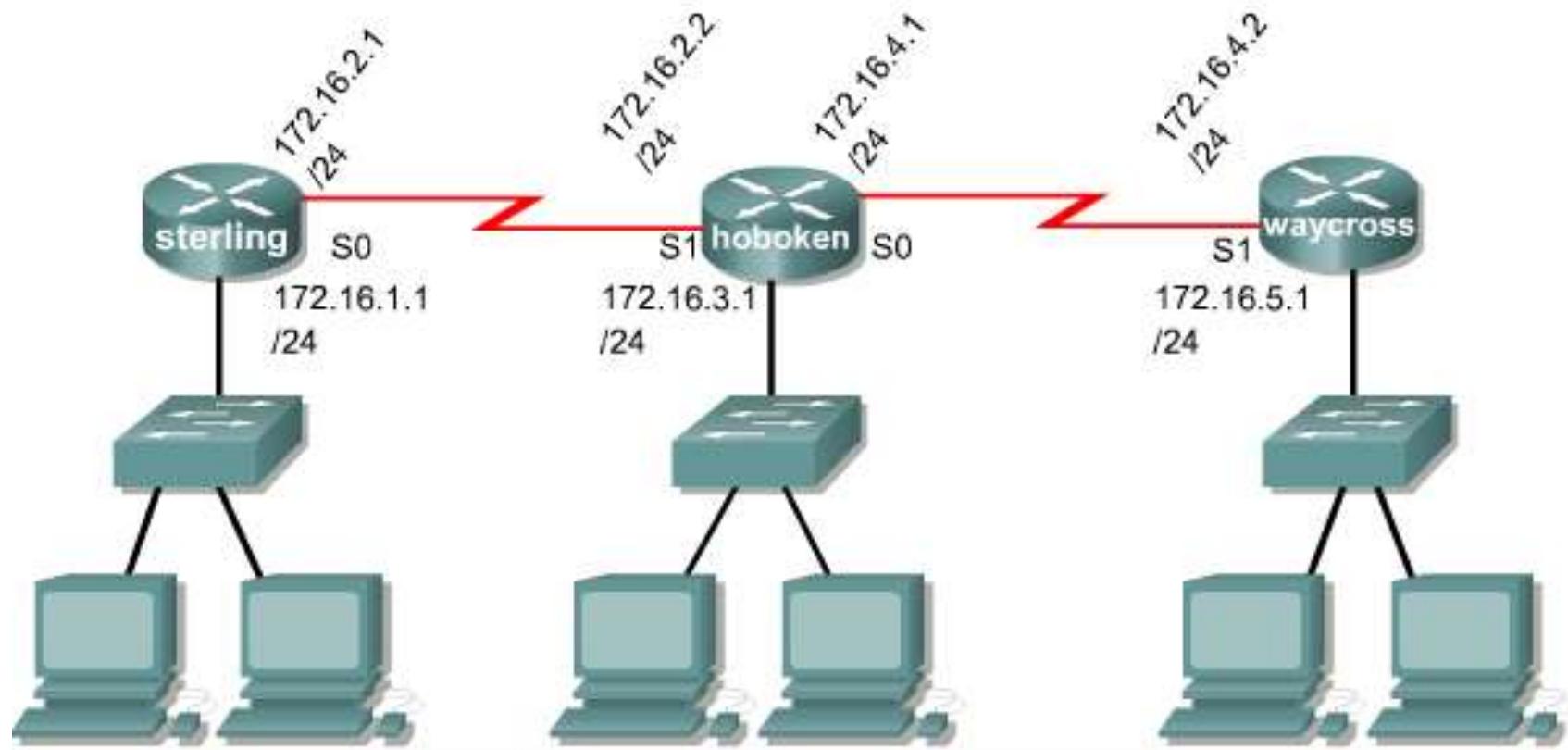
Utilise une route programmée dans le routeur par un administrateur réseau.

Dynamique

Utilise une route qu'un protocole de routage modifie automatiquement en fonction des changements de topologie ou de trafic.

Route statique (cas cisco)

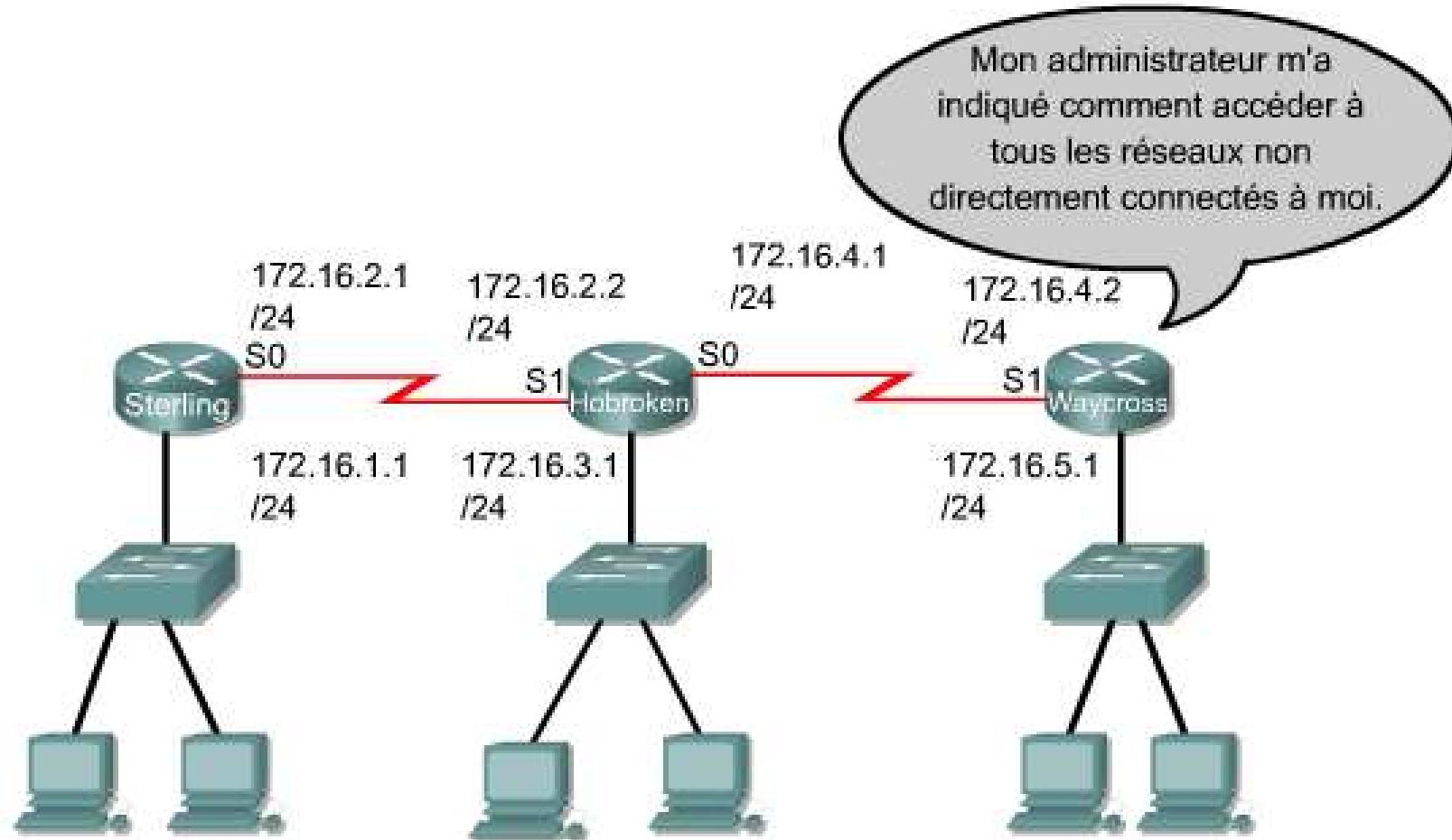
SupMTI.ma



```
Hoboken(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.1
      commande   réseau de      masque de      passerelle
                  destination    sous-réseau
Hoboken(config)#ip route 172.16.5.0 255.255.255.0 172.16.4.2
      commande   réseau de      masque de      passerelle
                  destination    sous-réseau
```

Route statique (cas cisco)

SupMTI.ma



```
Waycross(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 S1
```

Cette commande pointe vers tous les réseaux non directement connectés

Route statique (cas cisco)

SupMTI.ma

```
Hoboken#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 type2
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

        172.16.0.0/24 is subnetted, 5 subnets
C          172.16.4.0 is directly connected, Serial0
S          172.16.5.0 is directly connected, Serial0
S          172.16.1.0 is directly connected, Serial1
C          172.16.2.0 is directly connected, Serial1
```

Route statique (cas cisco)

SupMTI.ma

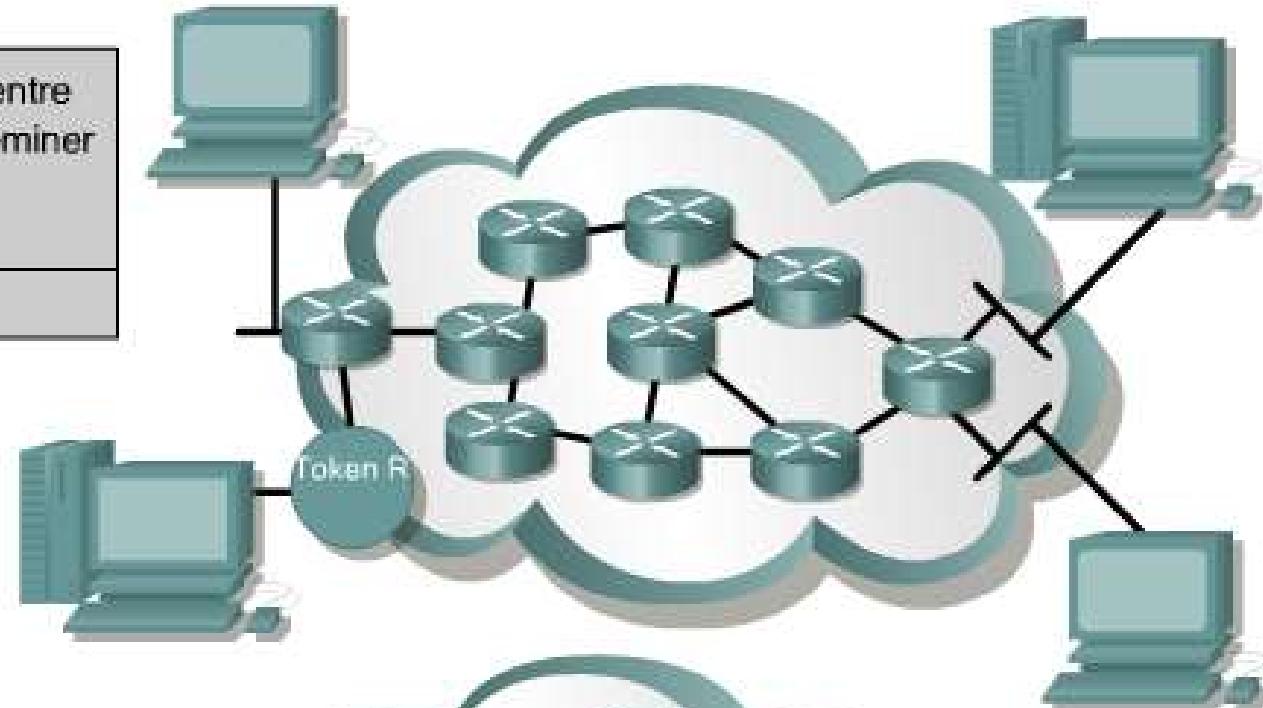
```
Sterling#ping 172.16.5.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5,100-byte ICMP Echos to 172.16.5.1,timeout is 2
seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)

Sterling#traceroute 172.16.5.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 172.16.5.1
 1 172.16.2.2 16 msec 16 msec 16 msec
 2 172.16.4.2 32 msec 28 msec *
 3 * * *
 4 * * *
 5 * * *
 6 * * *
```

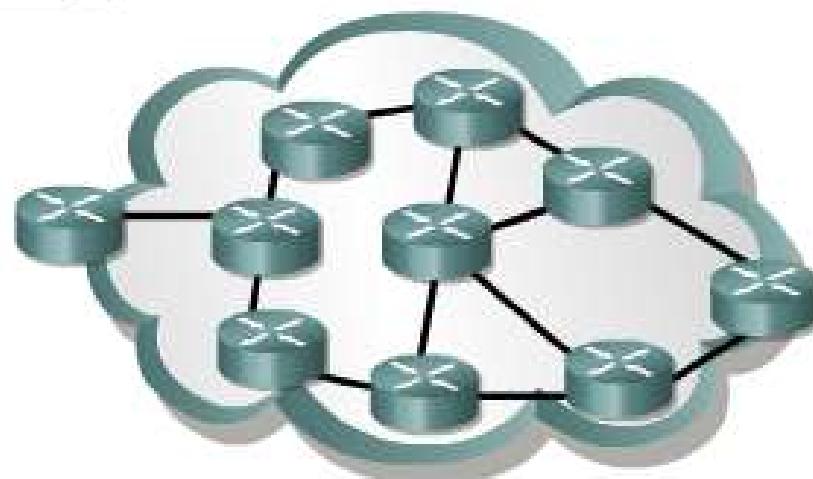
Protocoles routés et de routage

SupMTI.ma

Protocole routé utilisé entre des routeurs pour acheminer le trafic utilisateur
Exemples : IP et IPX



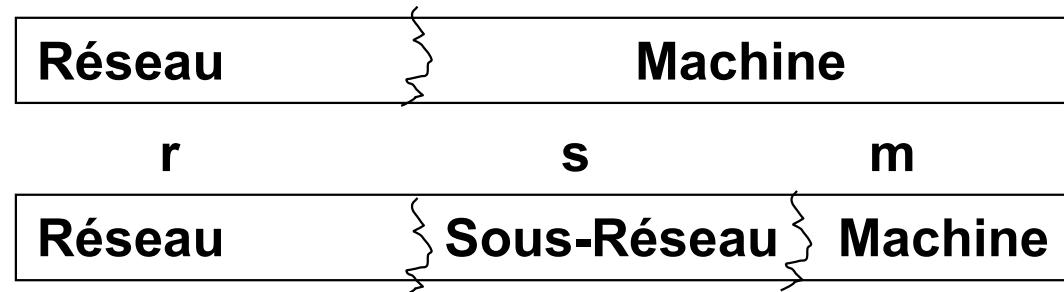
Protocole de routage utilisé entre des routeurs pour mettre à jour les tables
Exemples : RIP, IGRP, OSPF



Segmentation en sous réseaux

SupMTI.ma

- Segmentation

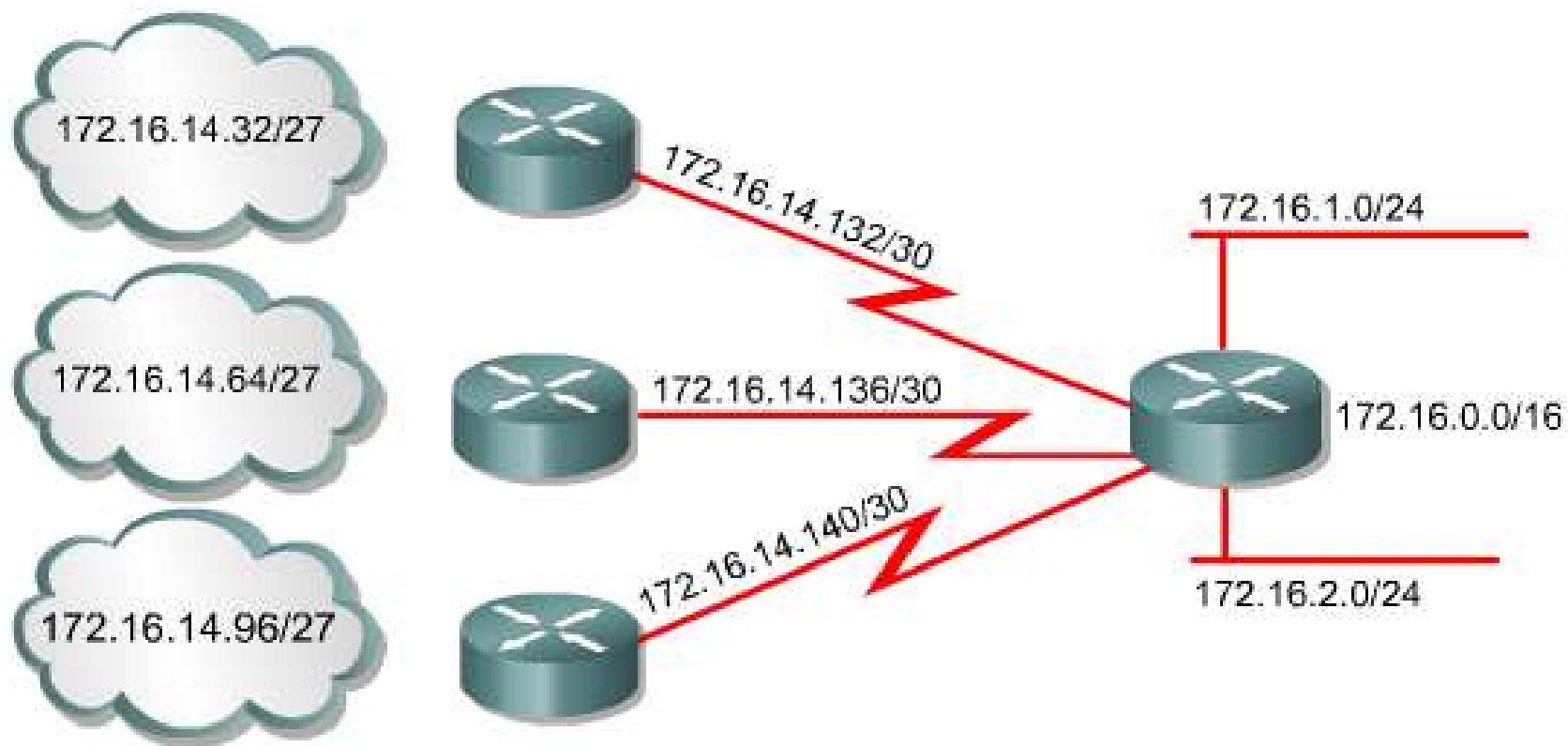


- Nombre de sous-réseau max : 2^s
- Nombre de machines par sous-réseaux : $2^m - 2$
- 192.168.1.0/24 à segmenter en 3 sous-réseaux
3 sous-réseaux, **combien de bits** ? 2 bits

Réseau	sous-réseau	plages des IPs Valides
192.168.1.0000000	192.168.1.0/26	192.168.1.1 à 192.168.1.62
192.168.1.0100000	192.168.1.64/26	192.168.1.65 à 192.168.1.126
192.168.1.1000000	192.168.1.128/26	192.168.1.129 à 192.168.1.190
192.168.1.1100000	192.168.1.192/26	192.168.1.193 à 192.168.1.254

Introduction (VLSM)

SupMTI.ma



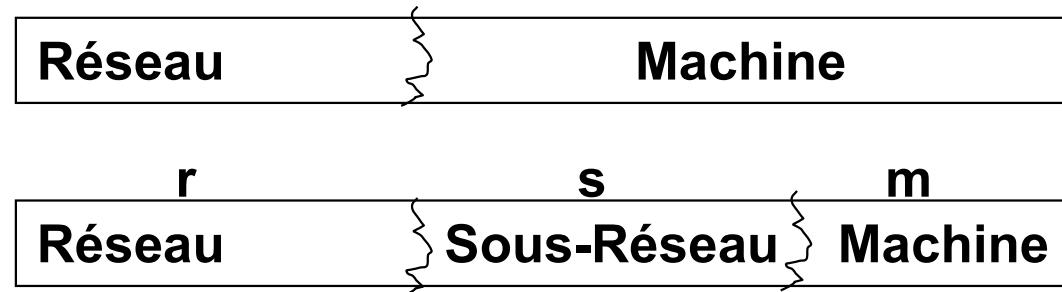
Sous-réseaux de taille variable

- Deux réseaux de 254 machines
- Trois réseaux de 30 machines
- Trois réseaux de 2 machines

Segmentation VLSM

SupMTI.ma

- Segmentation



- Nombre de sous-réseau max : 2^s
- Nombre de machines par sous-réseaux : $2^m - 2$
- 192.168.1.0/24 à segmenter en 3 sous-réseaux
3 sous-réseaux (SR1: 70 machines, SR2 et SR3:10 machines)

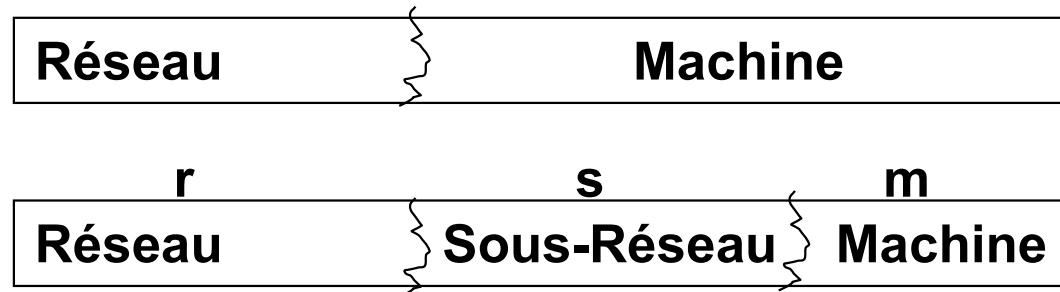
1ere itération

Réseau	sous-réseau	plages des IPs Valides
192.168.1.0000000	192.168.1.0/25	192.168.1.1 à 192.168.1.126
192.168.1.1000000	192.168.1.128/25	192.168.1.129 à 192.168.1.254

Segmentation VLSM

SupMTI.ma

- Segmentation



- Nombre de sous-réseau max : 2^s
- Nombre de machines par sous-réseaux : $2^m - 2$
- 192.168.1.0/24 à segmenter en 3 sous-réseaux
3 sous-réseaux (SR1: 70 machines, SR2 et SR3:10 machines)

2eme itération

Réseau	sous-réseau	plages des IPs Valides
192.168.1. 1000 0000	192.168.1.128/28	192.168.1.129 à 192.168.1.142
192.168.1. 1001 0000	192.168.1.144/28	192.168.1.145 à 192.168.1.158
192.168.1. 1010 0000	192.168.1.160/28	192.168.1.161 à 192.168.1.

VLSM et sous-réseaux

SupMTI.ma

Subnetted address is 172.16.32.0/20

Binary form is 10101100.00010000.00100000.00000000

VLSM address is 172.16.32.0/26

Binary form is 10101100.00010000.0010|0000.00|000000

1st subnet:	172	•	16	.0010	0000.00	000000 = 172.16.32.0/26
2nd subnet:	172	•	16	.0010	0000.01	000000 = 172.16.32.64/26
3rd subnet:	172	•	16	.0010	0000.10	000000 = 172.16.32.128/26
4th subnet:	172	•	16	.0010	0000.11	000000 = 172.16.32.192/26
5th subnet:	172	•	16	.0010	0001.00	000000 = 172.16.33.0/26

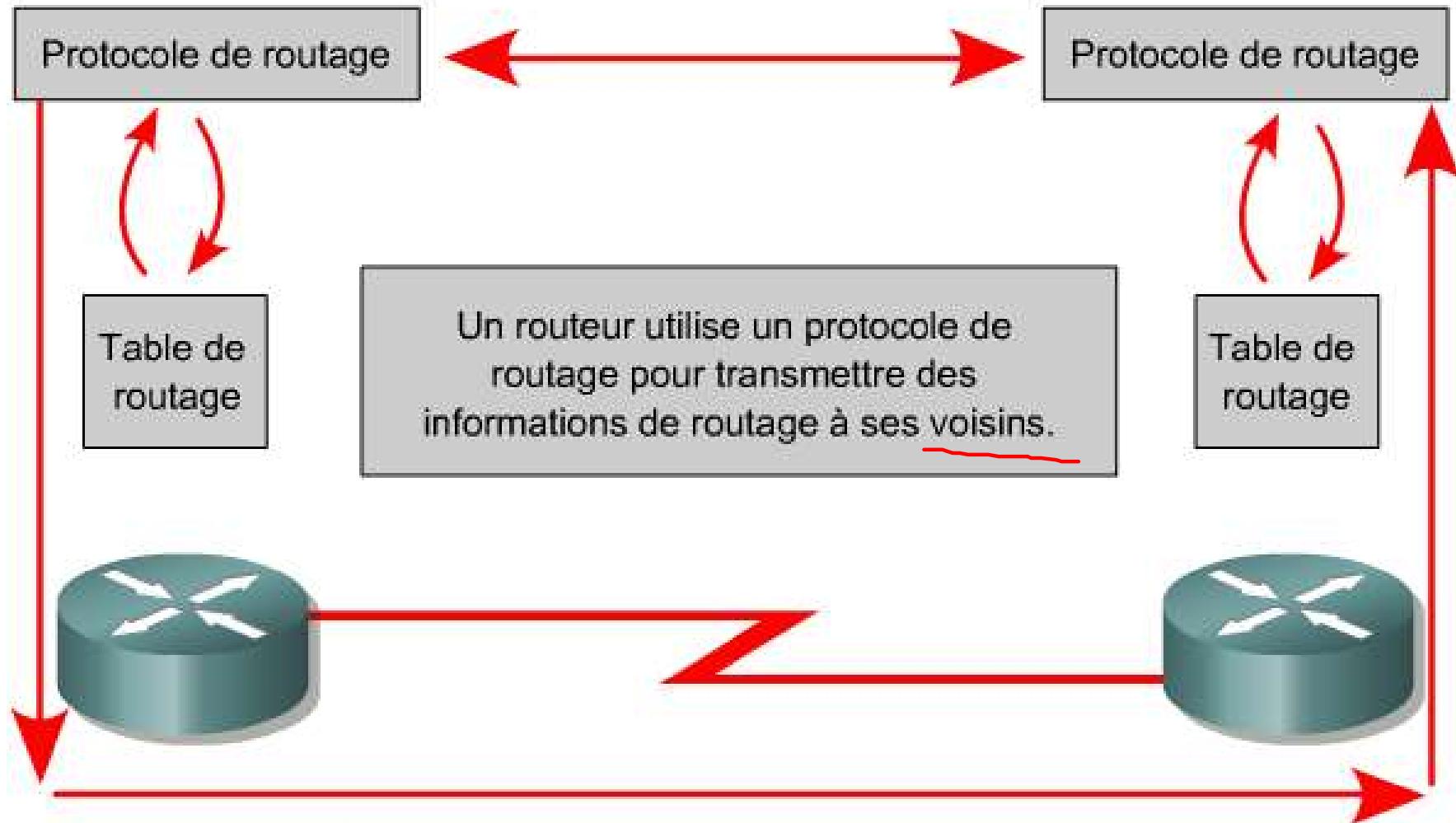
Network	Subnet	VLSM Subnet	Host
---------	--------	-------------	------

VLSM is supported by the following types of protocols:

- OSPF
- Integrated IS-IS
- EIGRP
- RIP v2
- Static routing

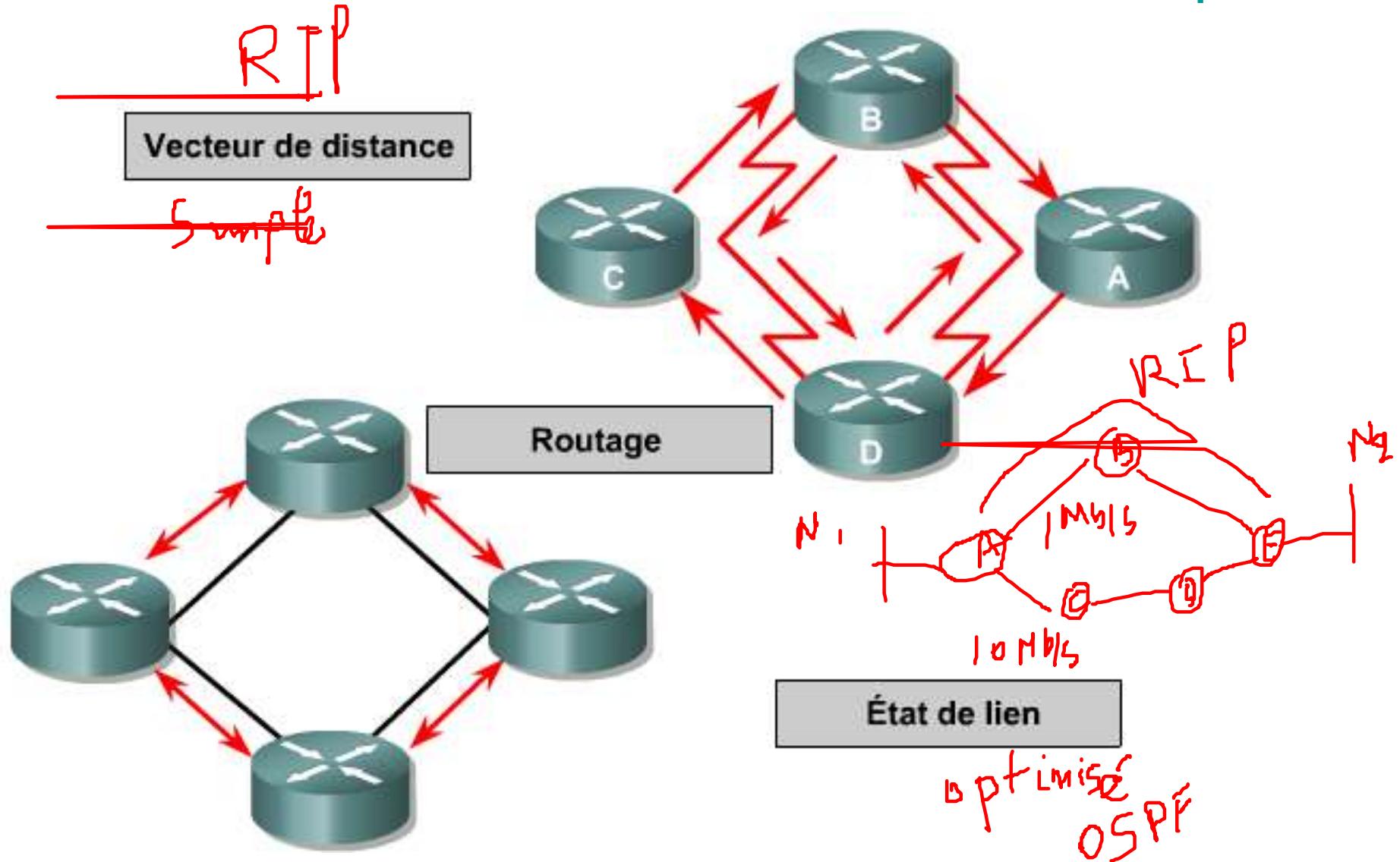
Routage

SupMTI.ma



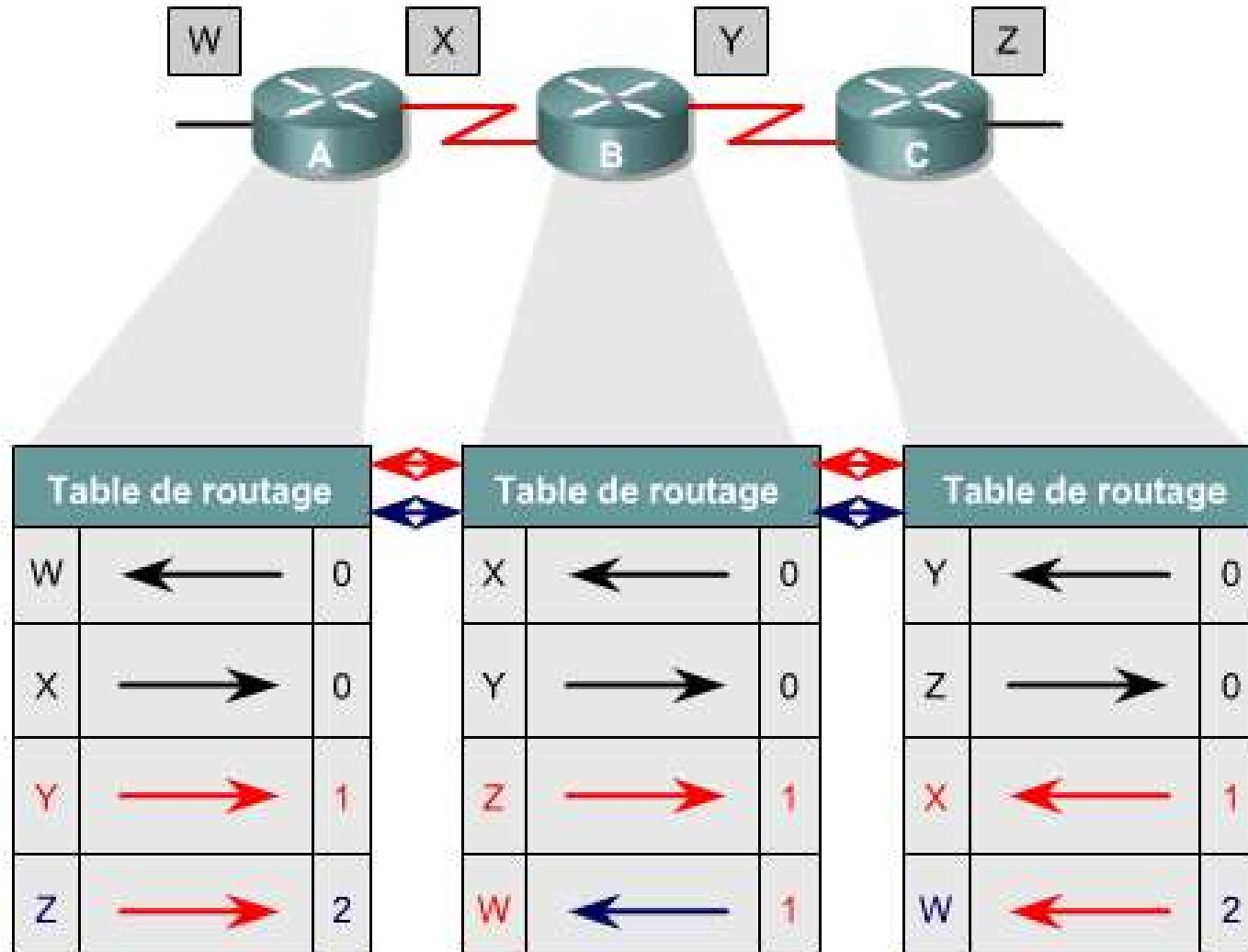
Routage

SupMTI.ma



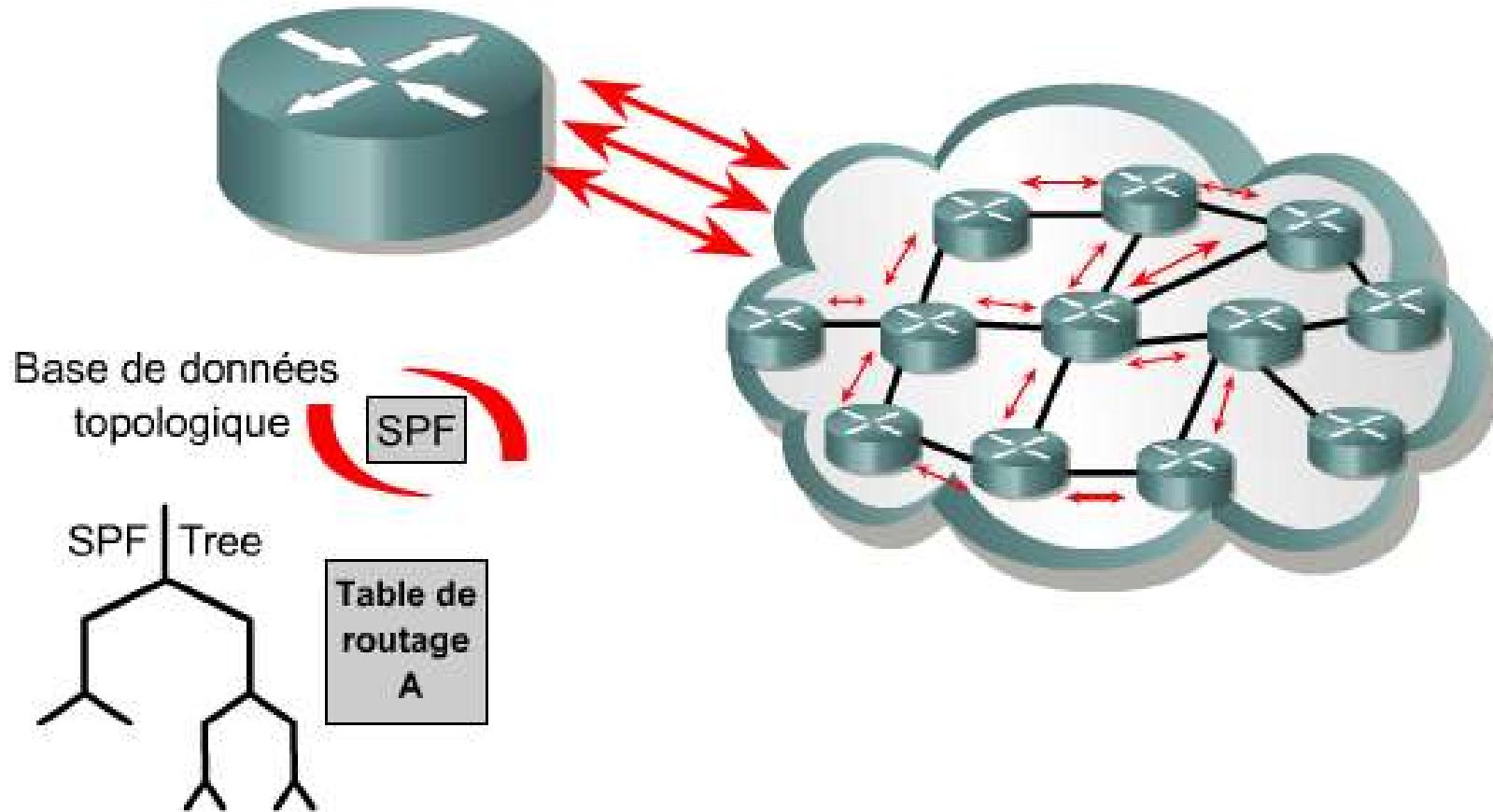
Routage

SupMTI.ma



Routage

SupMTI.ma



- Le routage à état de liens exige davantage de puissance de traitement et de capacité mémoire.
- La bande passante est consommée pendant le flux initial des LSA.

Routeur (cas Cisco)

SupMTI.ma

Commande

```
Router(config)#router protocol {options}
```

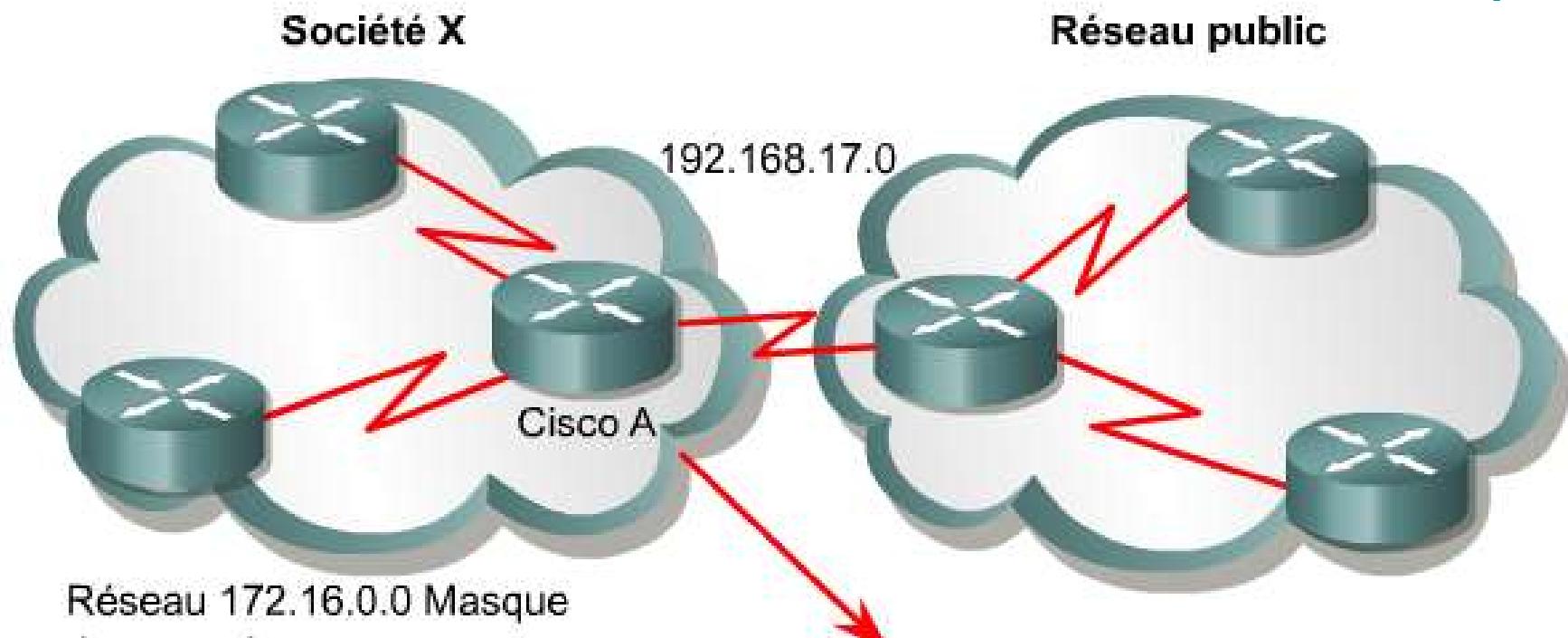
Défini un protocole de routage.

Commande

```
Router(config-router)#network network-number
```

La sous-commande **network** est obligatoire pour chaque protocole de routage utilisé.

Routage (cas cisco)



Cisco A

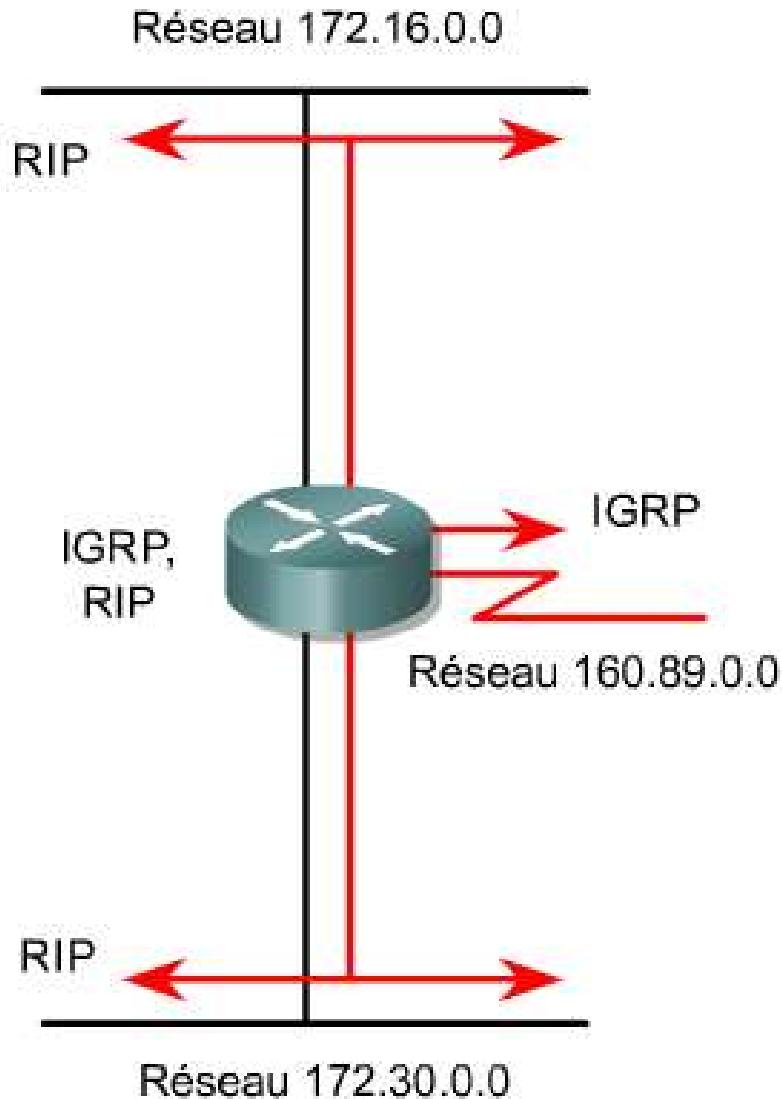
```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 172.16.0.0
Router(config-router)#network 192.168.17.0
Router(config-router)#exit
Router(config)#ip default-network 192.168.17.0
```

Routeur (cas Cisco)

SupMTI.ma

Configuration globale
Sélection du ou des protocoles de routage
Indication du ou des réseaux

Configuration de l'interface
Vérification du masque d'adresse/de sous-réseau



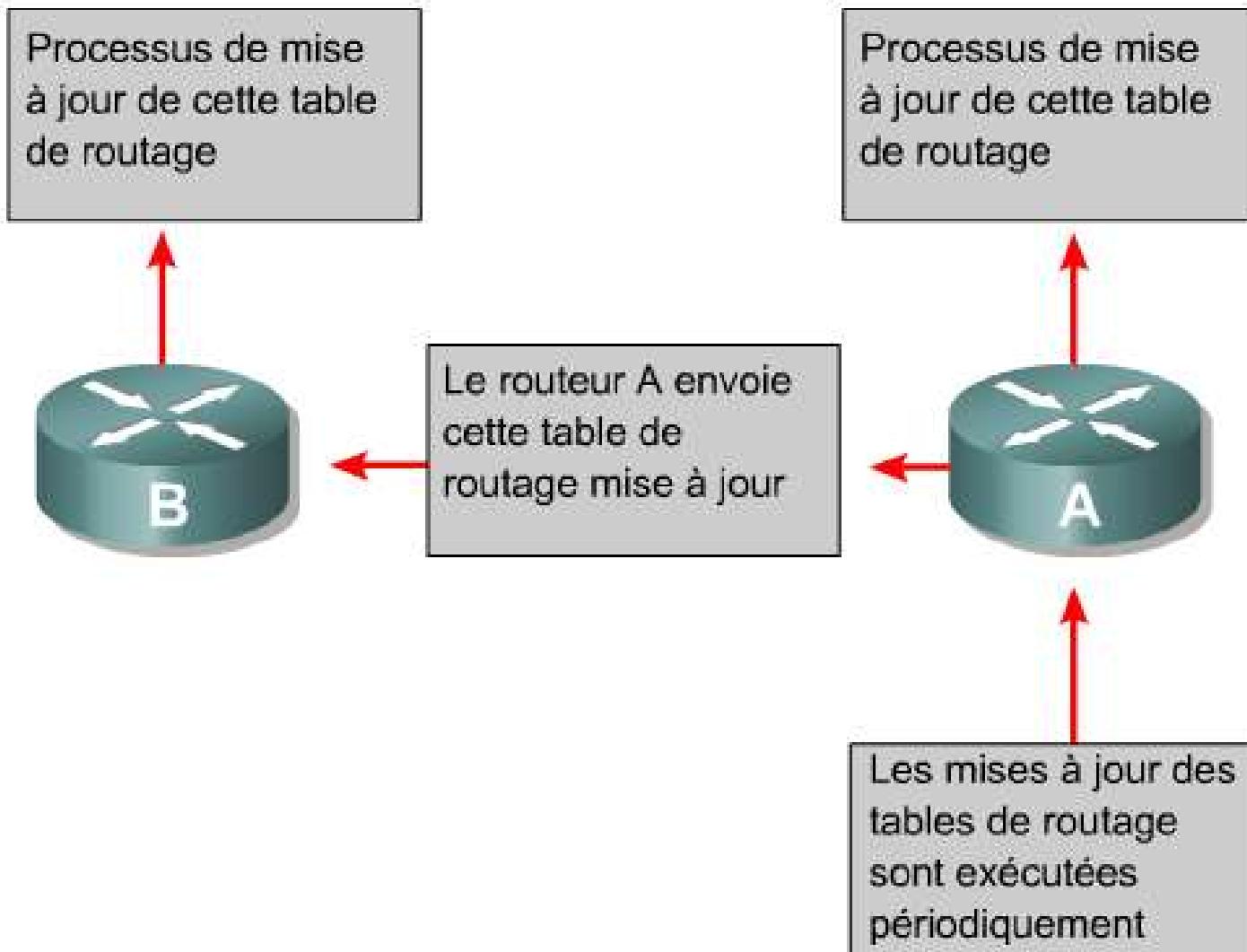
Route (cas cisco)

SupMTI.ma

Protocoles	Distances administratives par défaut
Connected	0
Static	1
Route sommaire EIGRP	5
eBGP	20
EIGRP (interne)	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP (externe)	170
iBGP (externe)	200

Routage RIP

SupMTI.ma



Routage (Caractéristiques de RIP)

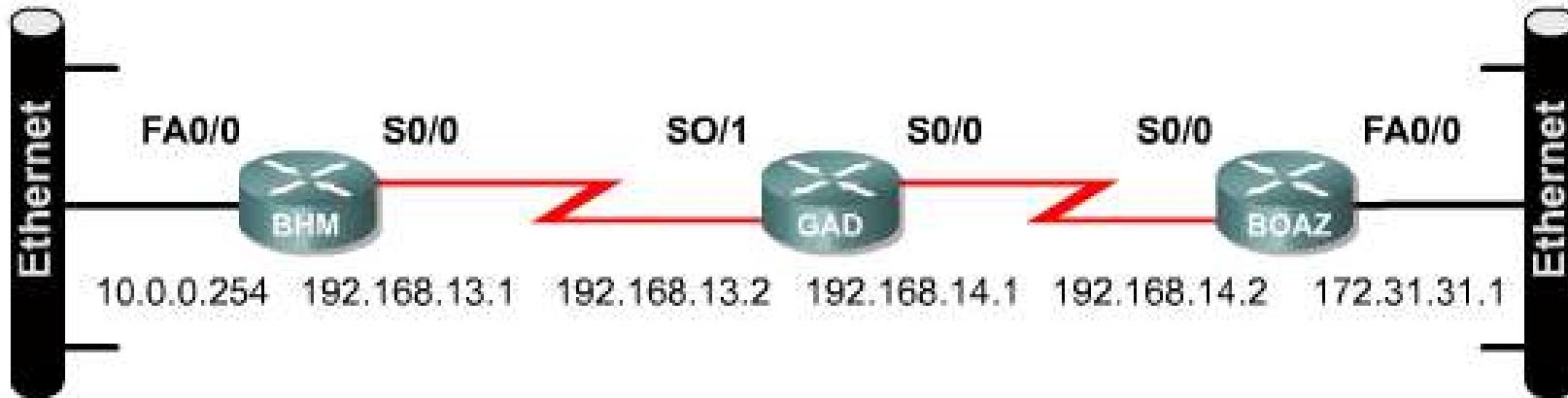
SupMTI.ma

Les principales caractéristiques du protocole RIP sont les suivantes :

- Il s'agit d'un protocole de routage à vecteur de distance.
- Le nombre de sauts est la métrique utilisée pour sélectionner le chemin.
- Si le nombre de sauts est supérieur à 15, le paquet est éliminé.
- Par défaut, les mises à jour du routage sont diffusées toutes les 30 secondes.

Routage (Configuration de RIP)

SupMTI.ma



```
BHM(config)#router rip  
BHM(config-router)#network 10.0.0.0  
BHM(config-router)#network 192.168.13.0
```

```
GAD(config)#router rip  
GAD(config-router)#network 192.168.14.0  
GAD(config-router)#network 192.168.13.0
```

```
BOAZ(config)#router rip  
BOAZ(config-router)#network 192.168.14.0  
BOAZ(config-router)#network 172.31.0.0
```

Configuring RIPv1

SupMTI.ma

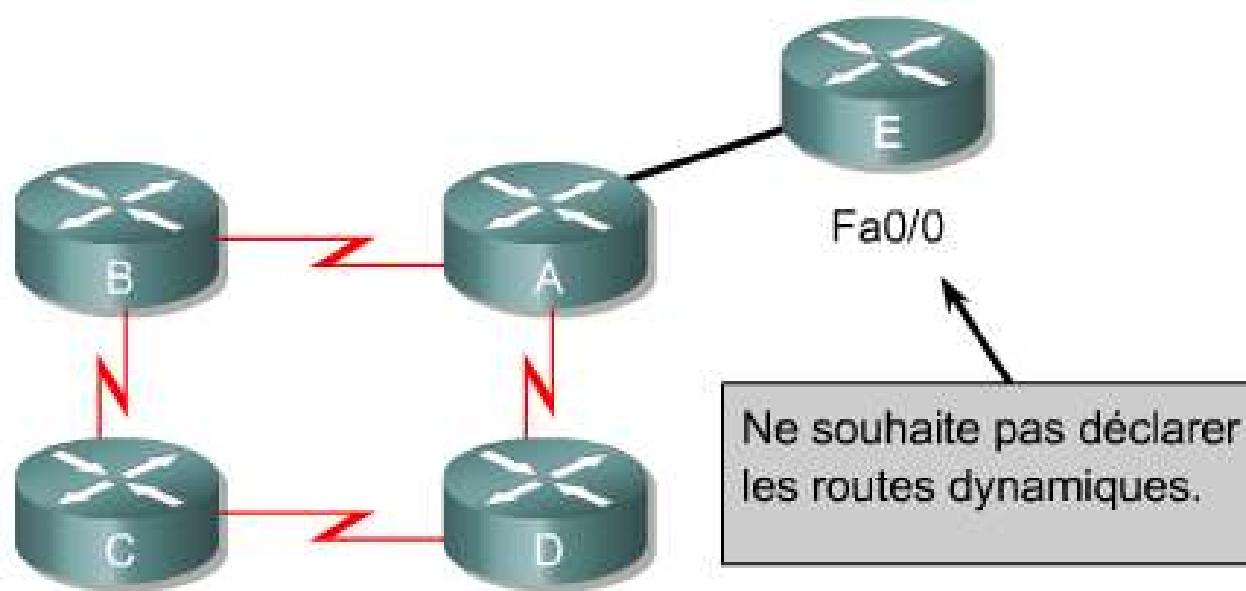
```
R2#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 1 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing: static, rip
  Default version control: send version 1, receive any version
    Interface      Send   Recv  Triggered RIP  Key-chain
      Serial0/0/0    1       1 2
      Serial0/0/1    1       1 2
  Automatic network summarization is in effect
  Routing for Networks:
    10.0.0.0
    209.165.200.0
  Passive Interface(s):
```

Configuration de RIPv2 :

R2 envoie les mises à jour RIPv1 mais reçoit les mises à jour de RIPv1 et de RIPv2.

Routage (passive interface)

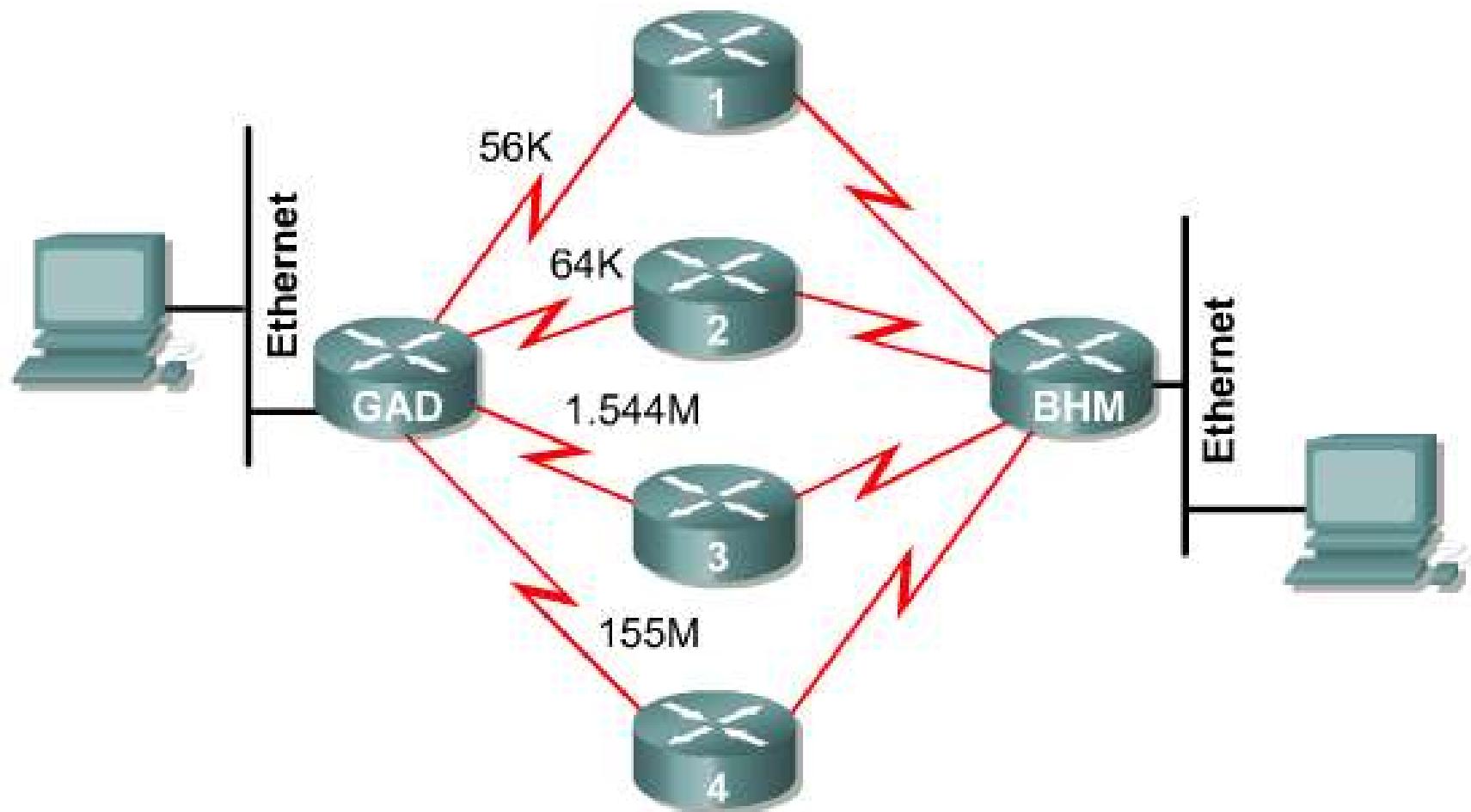
SupMTI.ma



```
RouterE(config-router) #passive-interface Fa0/0
```

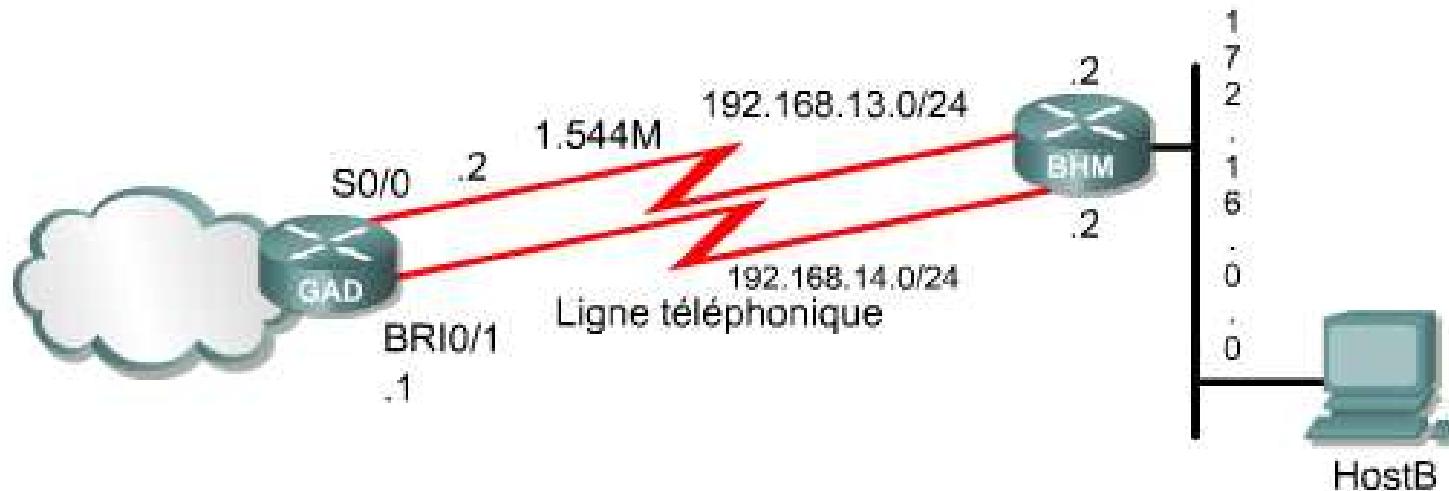
Routage (Équilibrage de charge)

SupMTI.ma



Routage (Route statique flottante)

SupMTI.ma



```
GAD#configure terminal
GAD(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.0.0
192.168.14.2 130
GAD#show ip route
Codes: C - connected, s - static, I - IGRP, R - RIP,
M - mobile, B - BGP
          D - EIGRP, EX - EIGRP external, 0 -
OSPF, IA - OSPF inter area
          N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 -
OSPF NSSA external type 2
```

RIP v1 versus v2

SupMTI.ma

- RIPv1 has the following limitations:
 - It does not send subnet mask information in its updates.
 - It sends updates as broadcasts on 255.255.255.255.
 - It does not support authentication.
 - It is not able to support VLSM or classless interdomain routing (CIDR).

RIPv2 Features

SupMTI.ma

Feature	Description
Transmits subnet mask with route	Enables <u>VLSM</u> by passing the mask along with each route so that the subnet is exactly defined.
Provides authentication	Both clear text and/or <u>MD5</u>
Includes a next-hop route IP address in its routing update	A router can advertise a route and direct any listeners to a different router on the same subnet (if the other router has a better route).
Uses external route tags	RIP can pass information about routes learned from an external source and redistributed into RIP. This is used to separate RIP routes from externally learned routes.
Provides multicast routing updates	Instead of sending updates to 255.255.255.255, the destination IP address is 224.0.0.9. This reduces the amount of processing required on non-RIP speaking hosts on a common subnet.

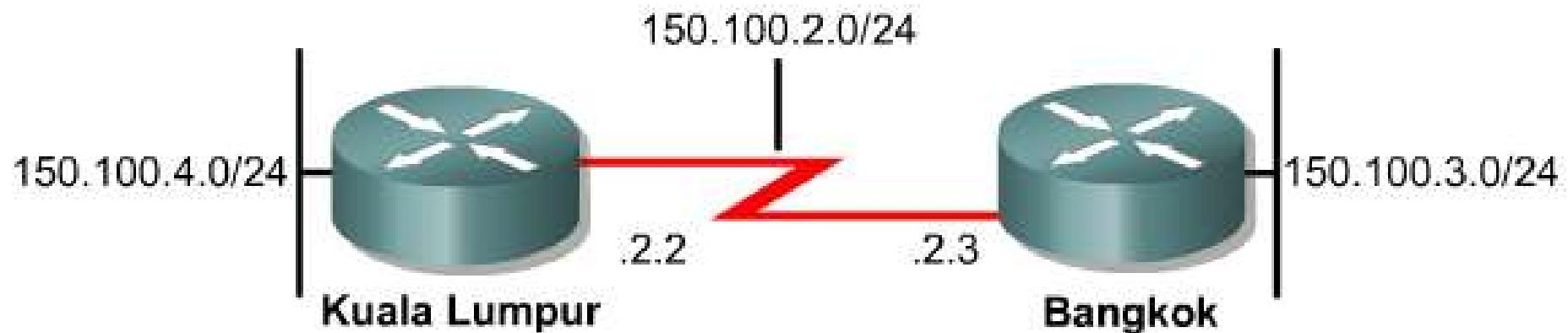
Comparing RIPv1 and RIPv2

SupMTI.ma

RIP v1	RIP v2
Easy to configure	Easy to configure
Only supports <u>classful</u> routing protocol	Supports use of <u>classless</u> routing
No subnet information with the routing update	Sends <u>subnet mask</u> information with the routing updates
Does not support prefix routing - all the devices in the same network must use the same subnet mask.	Supports prefix routing - different subnets within the same network can have different subnet masks (<u>VLSM</u>)
No authentication in updates	Provides for authentication in its updates
Broadcasts over 255.255.255.255	Multicasts routing updates over the <u>Class D</u> address <u>224.0.0.9</u> - makes it more efficient

Configuring RIPv2

SupMTI.ma



```
Kuala Lumpur(config)#router rip  
Kuala Lumpur(config)#version 2  
Kuala Lumpur(config)#network 150.100.4.0  
Kuala Lumpur(config)#network 150.100.2.0
```

```
Bangkok(config)#router rip  
Bangkok(config)#version 2  
Bangkok(config)#network 150.100.2.0  
Bangkok(config)#network 150.100.3.0
```

Configuring RIPv2

SupMTI.ma

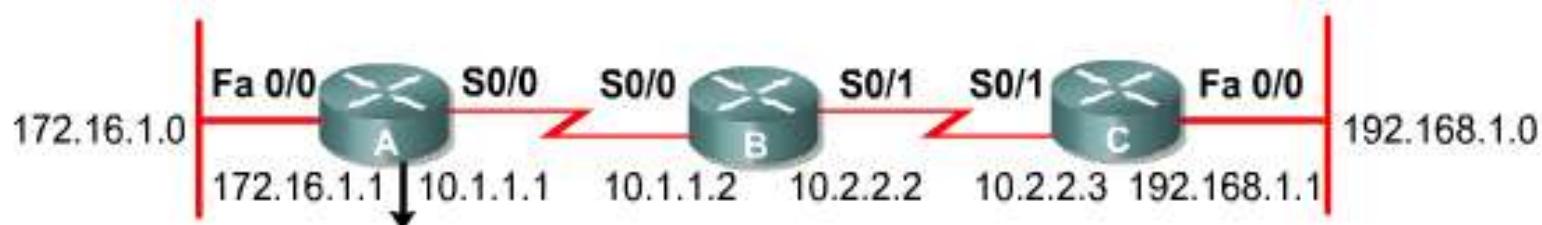
```
R2#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 1 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing: static, rip
  Default version control: send version 2, receive version 2
    Interface      Send   Recv   Triggered RIP  Key-chain
    Serial0/0/0        2      2
    Serial0/0/1        2      2
Automatic network summarization is in effect
Routing for Networks:
  10.0.0.0
  209.165.200.0
Passive Interface(s):
```

R2 après configuration de RIPv2 :

RIPv2 ignore les mises à jour de RIPv1.

Verifying the RIP Configuration

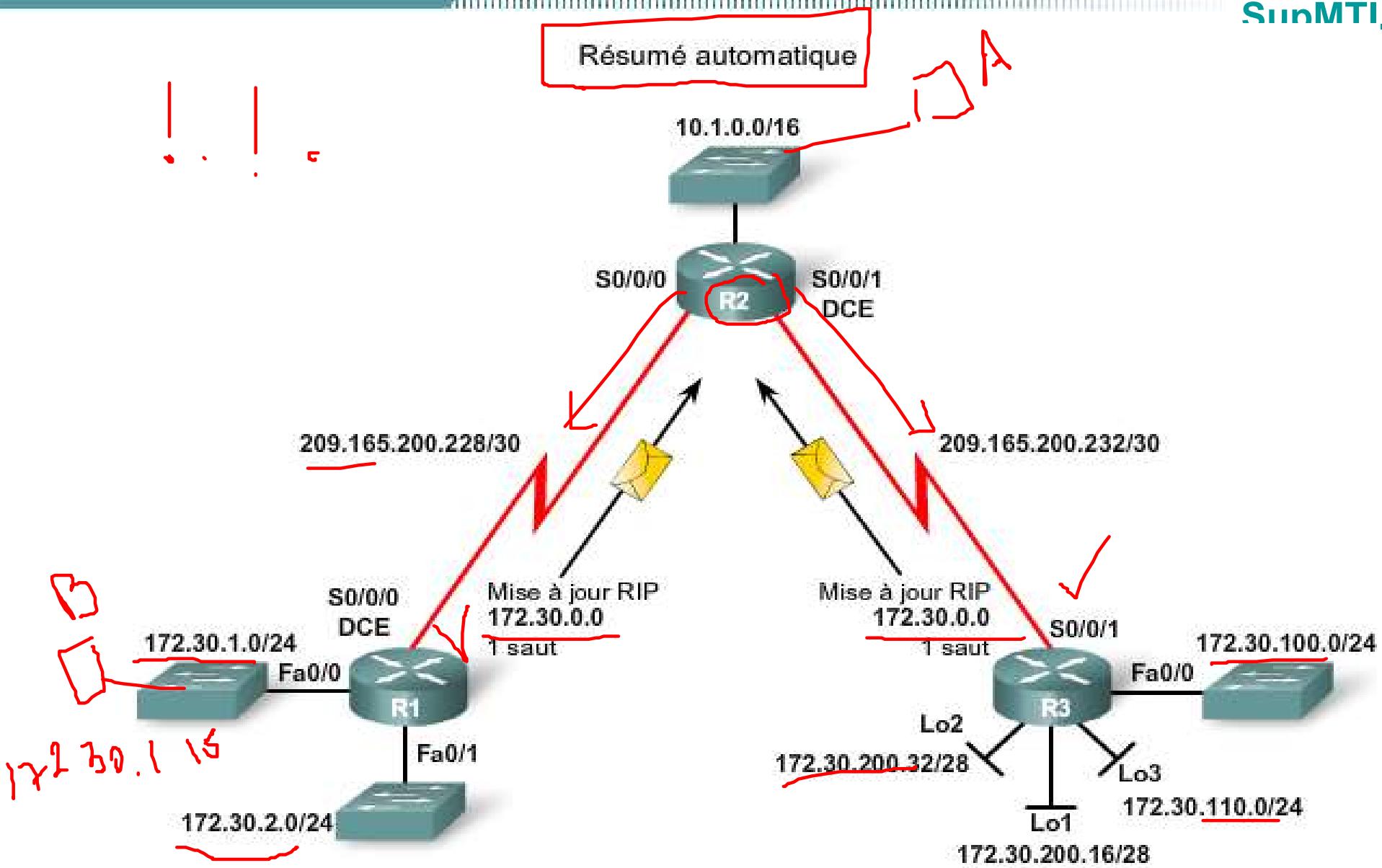
SupMTI.ma



```
RouterA#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 12 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Outgoing update filter lists for all interfaces is
  Incoming update filter lists for all interfaces is
  Redistributing: rip
  Default version control: send version 1, receive any version
    Interface      send      Recv  Triggered  RIP  Keychain
    Ethernet        1         1 2
    Serial2         1         1 2
Routing for Networks:
  10.0.0.0
  172.16.0.0
Routing Information Sources:
  Gateway          Distance      Last Update
  (this router)    120           0:2:12:15
  10.1.1.2        120           0:1:09:01
Distance: (default is 120)
```

Réseaux Discontinus

SupMTI.ma



Réseaux Discontinus

SupMTI.ma

```
R1(config)#router rip
R1(config-router) #no auto-summary
R1(config-router) #end
R1#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
<output omitted for brevity>
  Default version control: send version 2, receive version 2
    Interface      Send   Recv  Triggered RIP  Key-chain
      FastEthernet0/0    2      2
      FastEthernet0/1    2      2
      Serial0/1/0       2      2
Automatic network summarization is not in effect
<output omitted for brevity>
```

```
R2(config)#router rip
R2(config-router) # no auto-summary
```

Table de routage

SupMTI.ma

```
R2#show ip route
(**résultat omis**)

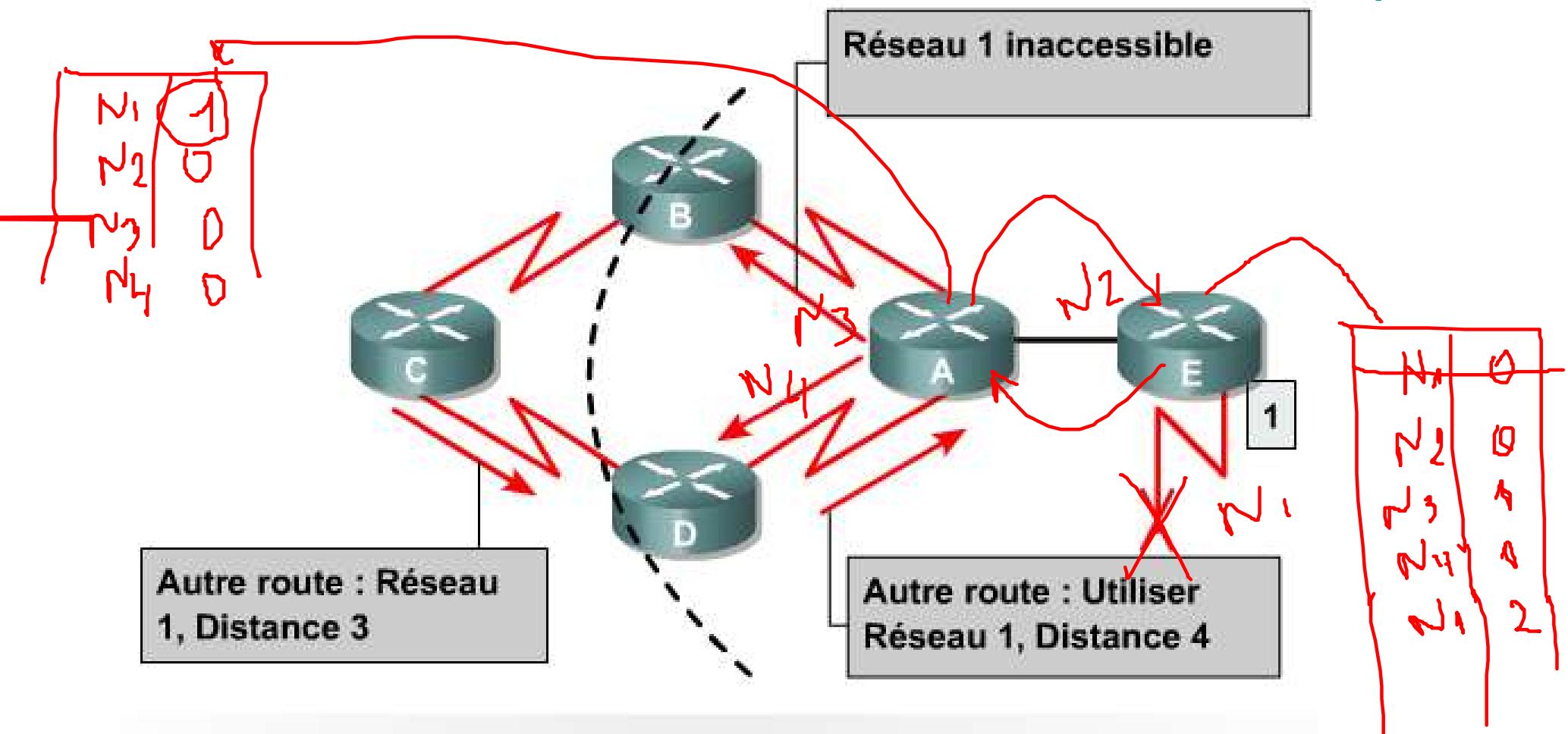
Gateway of last resort is not set

R 172.30.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
R     172.30.200.32/28 [120/1] via 209.165.200.234, 00:00:09, Serial0/0/1
R     172.30.200.16/28 [120/1] via 209.165.200.234, 00:00:09, Serial0/0/1
R     172.30.2.0/24 [120/1] via 209.165.200.230, 00:00:03, Serial0/0/0
R     172.30.1.0/24 [120/1] via 209.165.200.230, 00:00:03, Serial0/0/0
R     172.30.100.0/24 [120/1] via 209.165.200.234, 00:00:09, Serial0/0/1
R     172.30.110.0/24 [120/1] via 209.165.200.234, 00:00:09, Serial0/0/1
C 209.165.200.0/30 is subnetted, 2 subnets
C     209.165.200.232 is directly connected, Serial0/0/1
C     209.165.200.228 is directly connected, Serial0/0/0
S 10.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
C     10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S 192.168.0.0/16 is directly connected, Null0
```

R2 a maintenant tous les sous-réseaux dans sa table de routage.

Routage dynamique (problèmes)

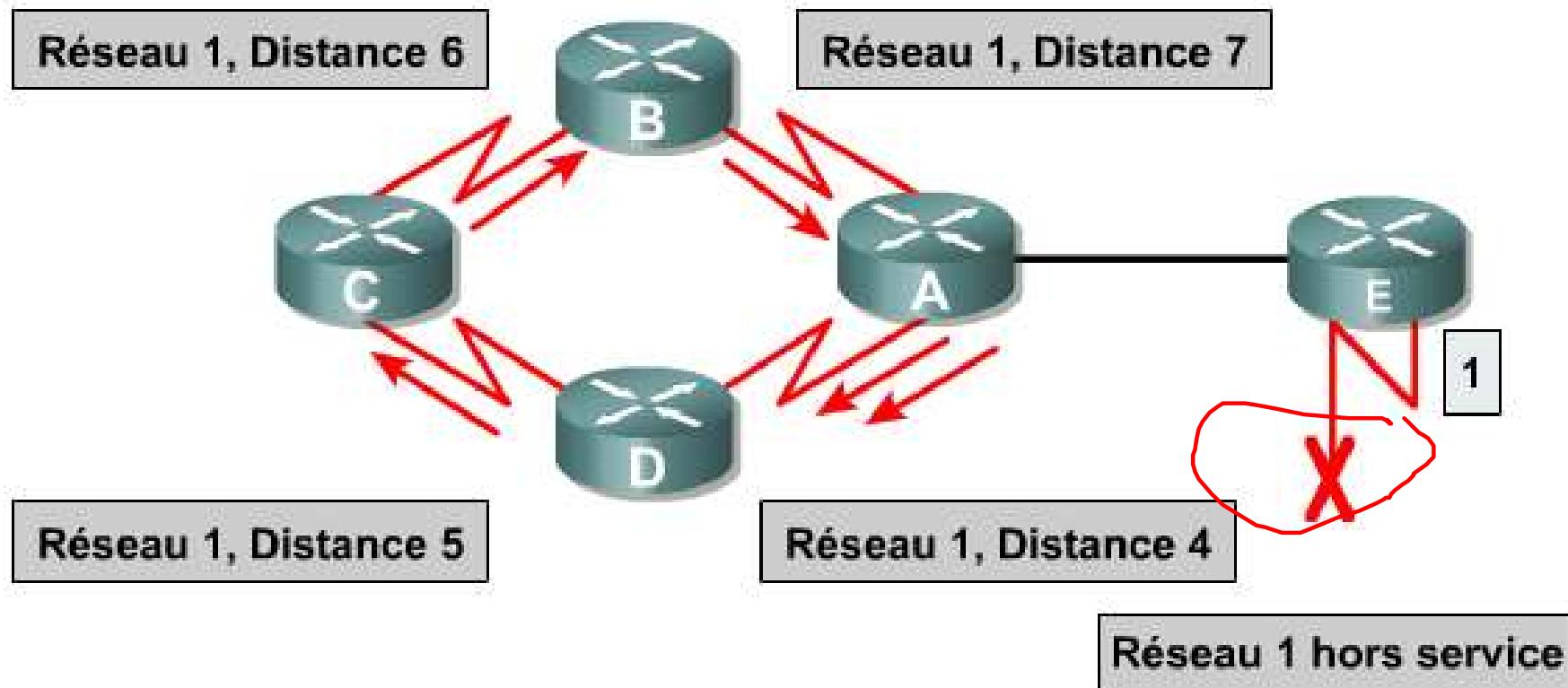
SupMTI.ma



Autres routes, convergence lente, routage incohérent

Routage dynamique (problèmes)

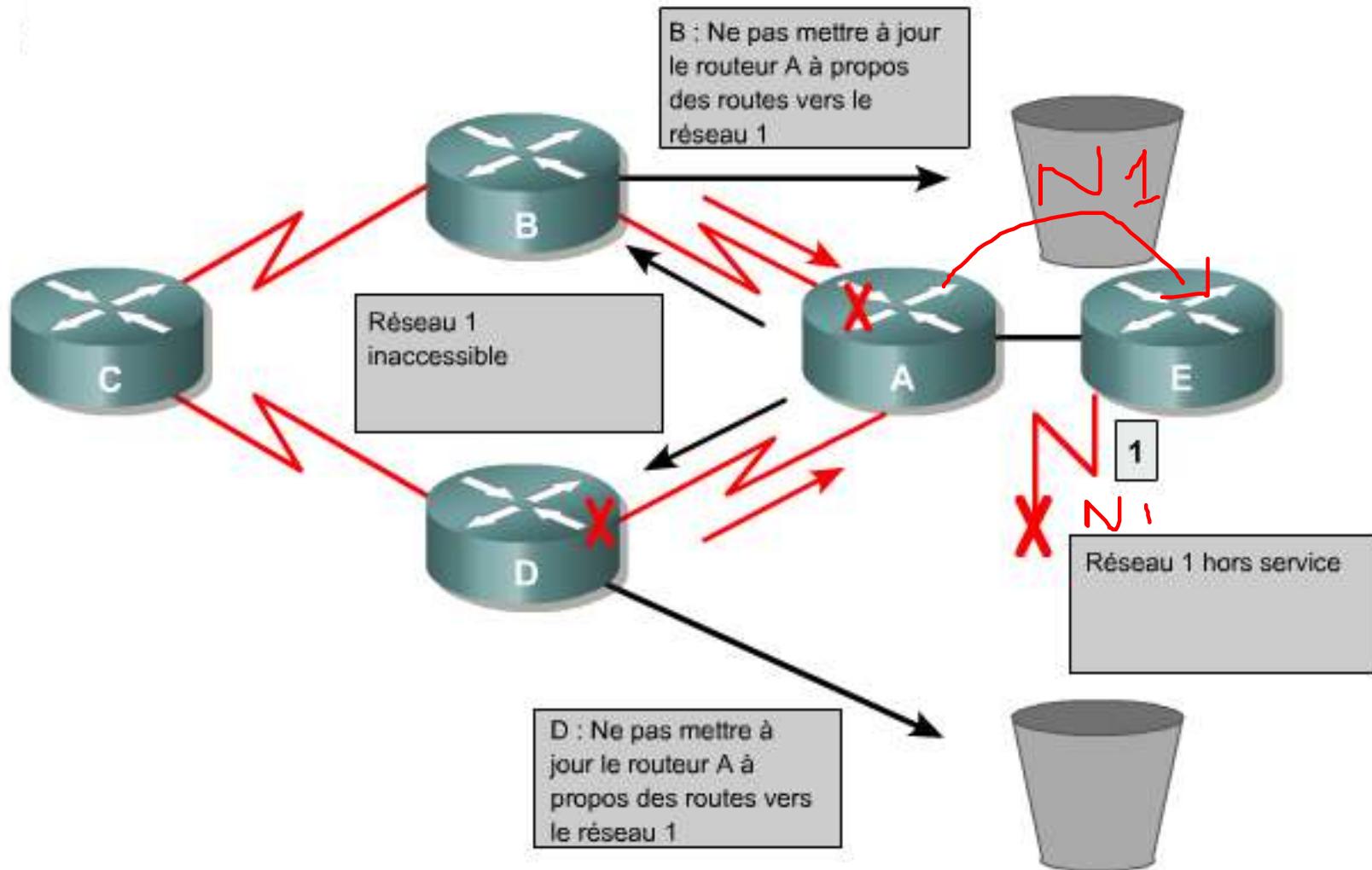
SupMTI.ma



Boucles de routage incrémentant le vecteur de distance

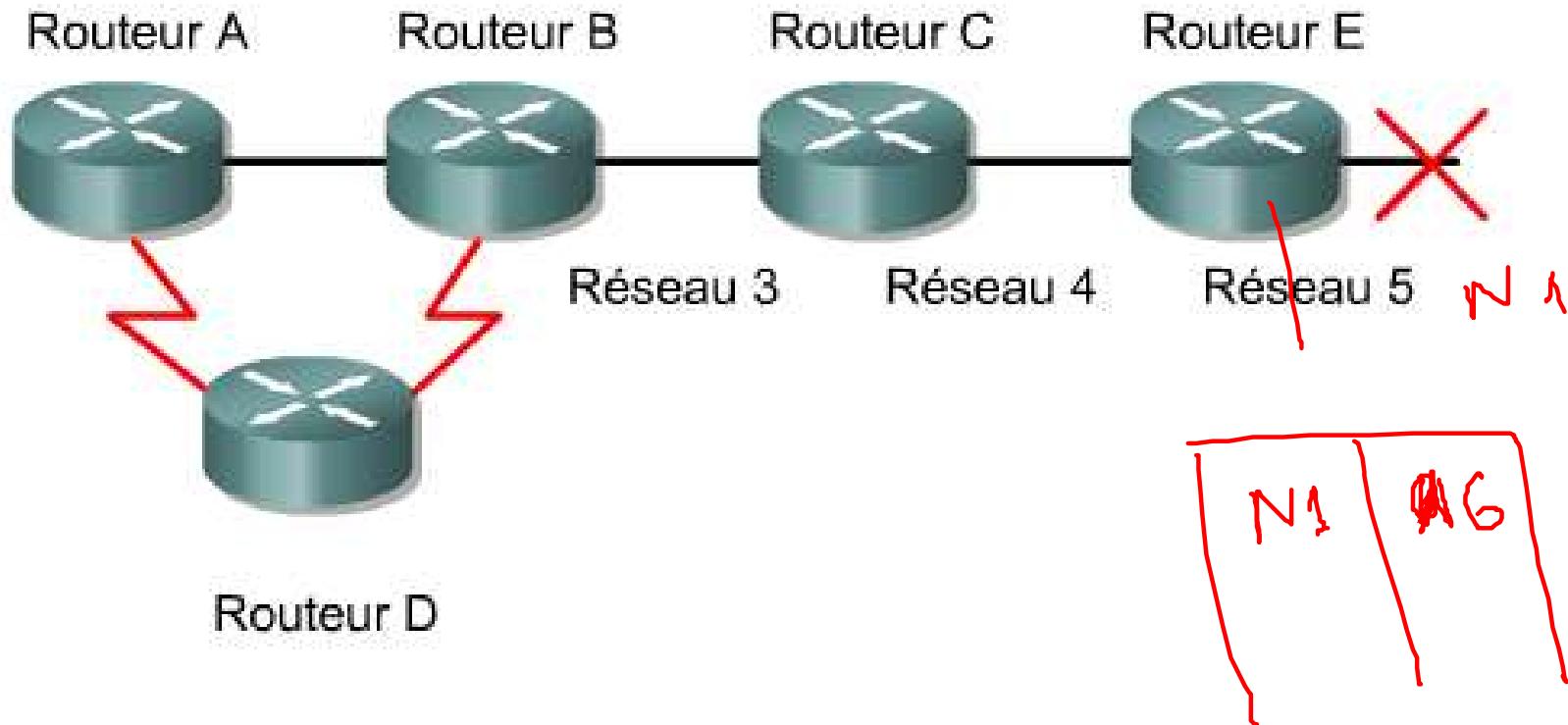
Routage (Split horizon)

SupMTI.ma



Routage (poison reverse)

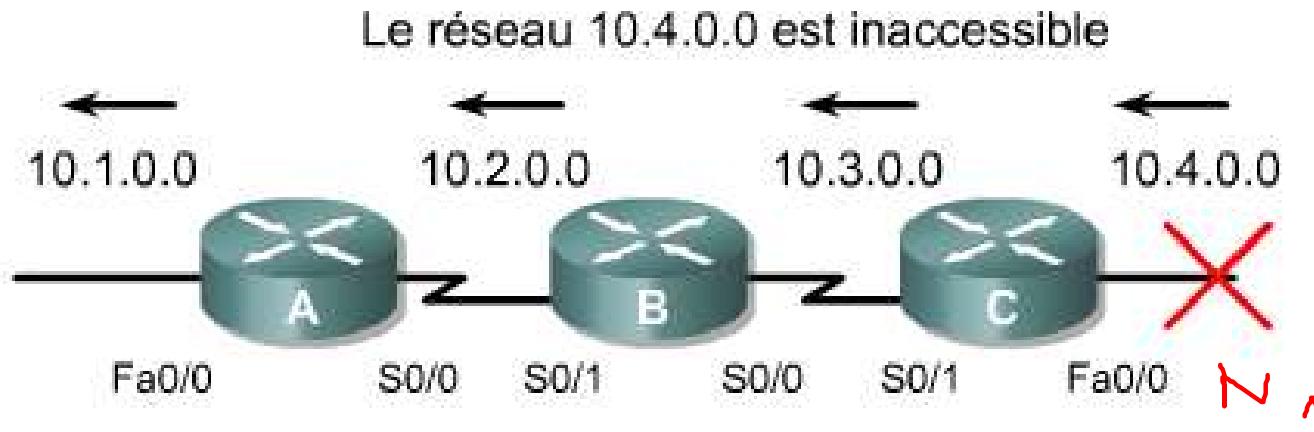
SupMTI.ma



Lorsque le réseau 5 tombe en panne, le routeur E passe en mode "poison reverse" en créant une entrée de table de métrique 16 (inaccessible).

Routage (MAJ déclenchées)

SupMTI.ma



Avec le concept de mise à jour déclenchée, les routeurs envoient des messages dès qu'ils remarquent un changement dans leur table de routage.

Single-Area OSPF

Elkamine
Boulaq
Routage

Link-State and Distance Vector Routing

SupMTI.ma

Protocol	Description	Characteristics
<u>Distance-Vector Protocols</u>	RIP V1 & RIP V2 Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)	<ul style="list-style-type: none">Copies routing table to neighborsUpdates frequentlyRIP V1 and RIP V2 use hop count as metricViews network from neighbors' perspectiveSlow to convergeSusceptible to routing loopsEasy to configure and administerConsumes quite a bit of bandwidth
<u>Link-State Protocols</u>	Open Shortest Path First (OSPF) Intermediate-System to Intermediate-System (IS-IS)	<ul style="list-style-type: none">Uses shortest pathUpdates via event triggersSends link-state packets to all network routersHas common view of networkFast to convergeNot as susceptible to routing loopsHarder to configureRequires more memory and processing power than DVConsumes less bandwidth than DV

Entête OSPF

SupMTI.ma

En-tête de trame de
liaison de données

En-tête de paquet
IP

En-tête de paquet OSPF

Données spécifiques de type de
paquet OSPF

Trame de liaison de données (champs Ethernet affichés ici)

Adresse MAC source = adresse de l'interface d'envoi

Adresse MAC de destination = multidiffusion : 01-00-5E-00-00-05 ou 01-00-5E-00-00-06

Paquet IP

Adresse IP source = adresse de l'interface d'envoi

Adresse IP de destination = multidiffusion : 224.0.0.5 ou 224.0.0.6

Champ de protocole = 89 pour OSPF

En-tête de paquet OSPF

Code du type de paquet OSPF

ID du routeur et ID de la zone

Types de paquet OSPF

0x01 Hello

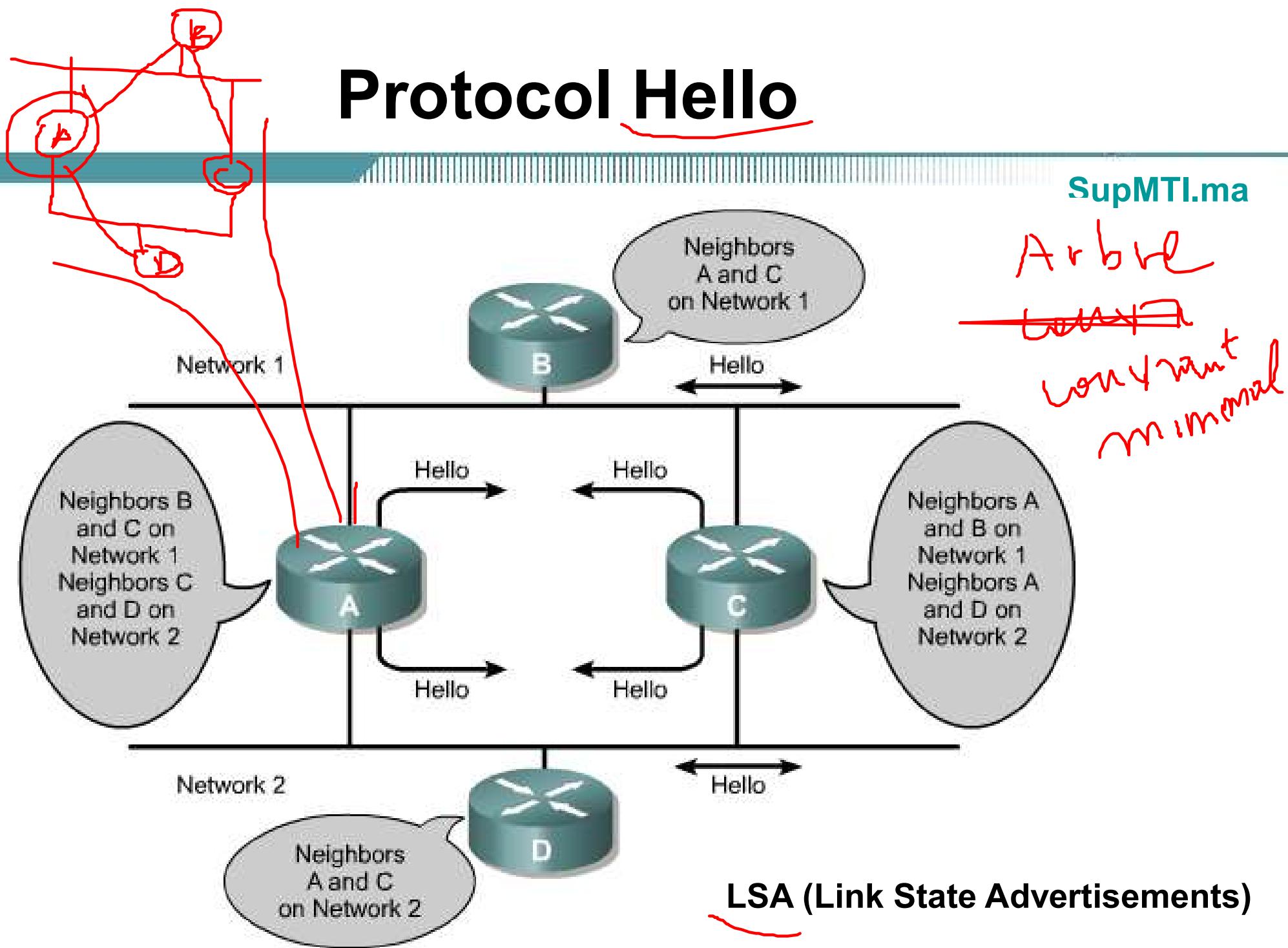
0x02 Description de base de données (DD)

0x03 Requête d'état de liens

0x04 Mise à jour d'état de liens

0x05 Accusé de réception d'état de liens

Protocol Hello



Link-State Routing

SupMTI.ma

Advantages	Disadvantages
<ul style="list-style-type: none">Fast convergence: changes are reported immediately by the source affectedRobustness against routing loopsRouters know the topologyLink-state packets are sequenced and acknowledgedThe link-state database sizes can be minimized with careful network design	<ul style="list-style-type: none">Significant demands on <u>memory</u> and processing resourcesRequires very strict <u>network</u> designRequires a knowledgeable network administratorInitial flooding can impede network performance

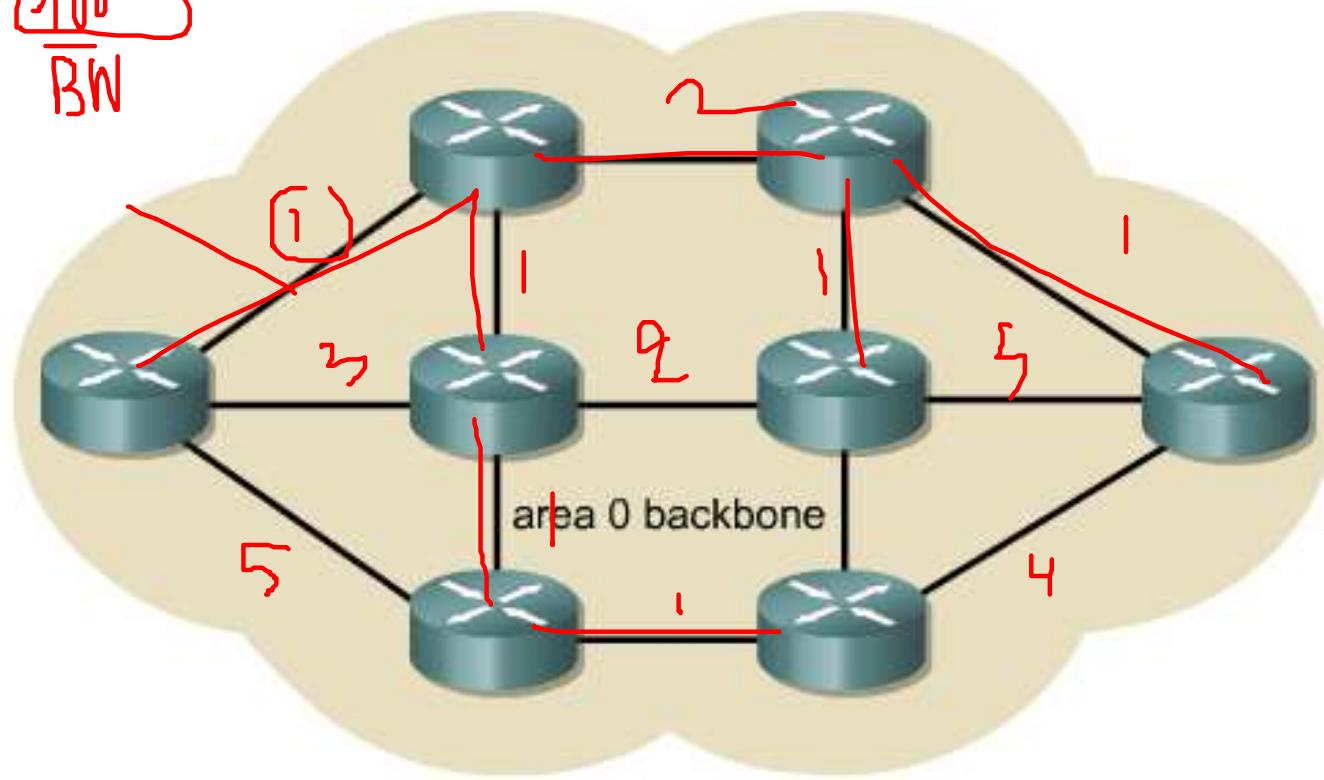
OSPF Overview

SupMTI.ma

$$cost = \frac{10^8}{BW}$$

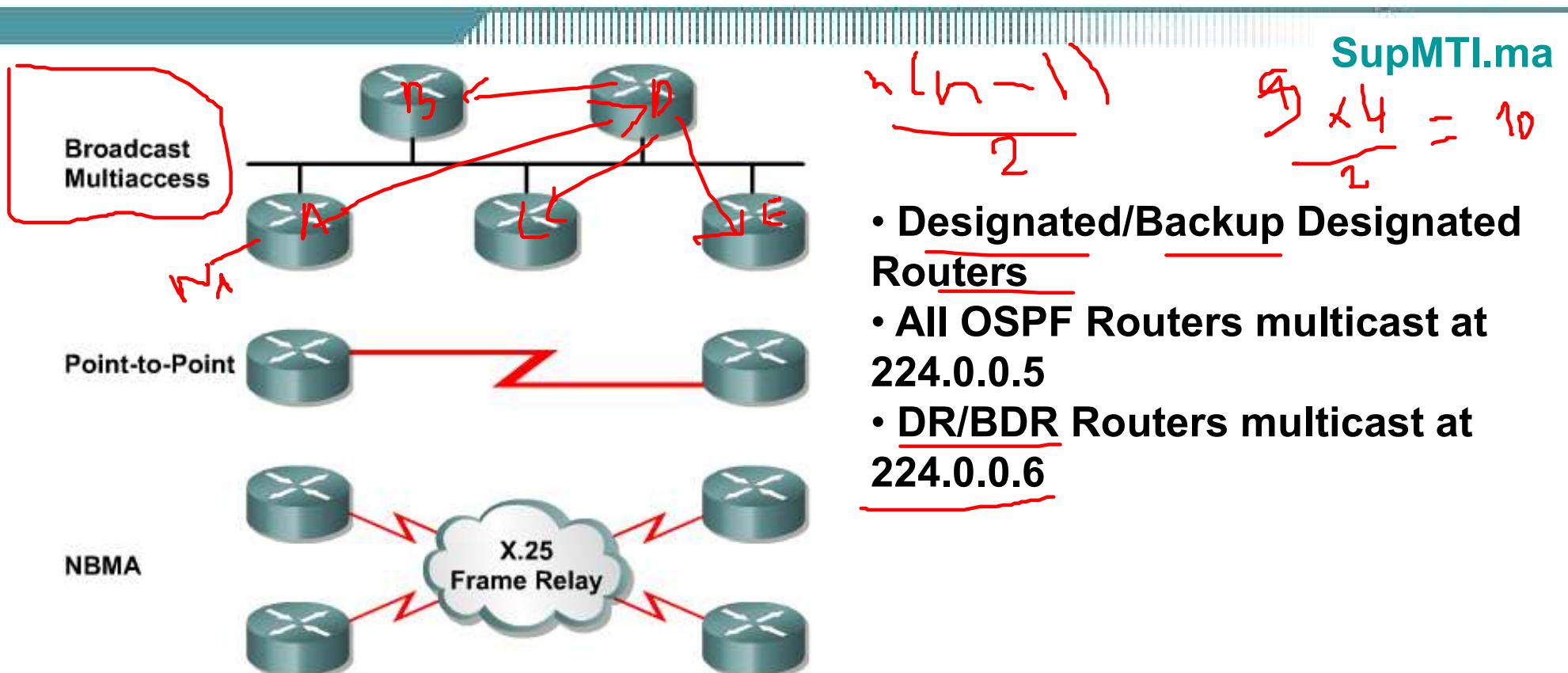
$$\frac{10^8}{10^4} = 0,1$$
$$\frac{10^8}{10^4} = 1$$

$$\frac{10^8}{10^8} = 1$$



OSPF is becoming the preferred IGP protocol when compared with RIPv1 and RIPv2 because it is scalable.

OSPF Network Types



- Designated/Backup Designated Routers
- All OSPF Routers multicast at 224.0.0.5
- DR/BDR Routers multicast at 224.0.0.6

Network Type	Characteristics	DR Election?
Broadcast multiaccess	Ethernet, Token Ring, or FDDI	Yes
Nonbroadcast multiaccess	Frame Relay, X.25, SMDS	Yes
Point-to-point	PPP, HDLC	No
Point-to-multipoint	Configured by an administrator	No

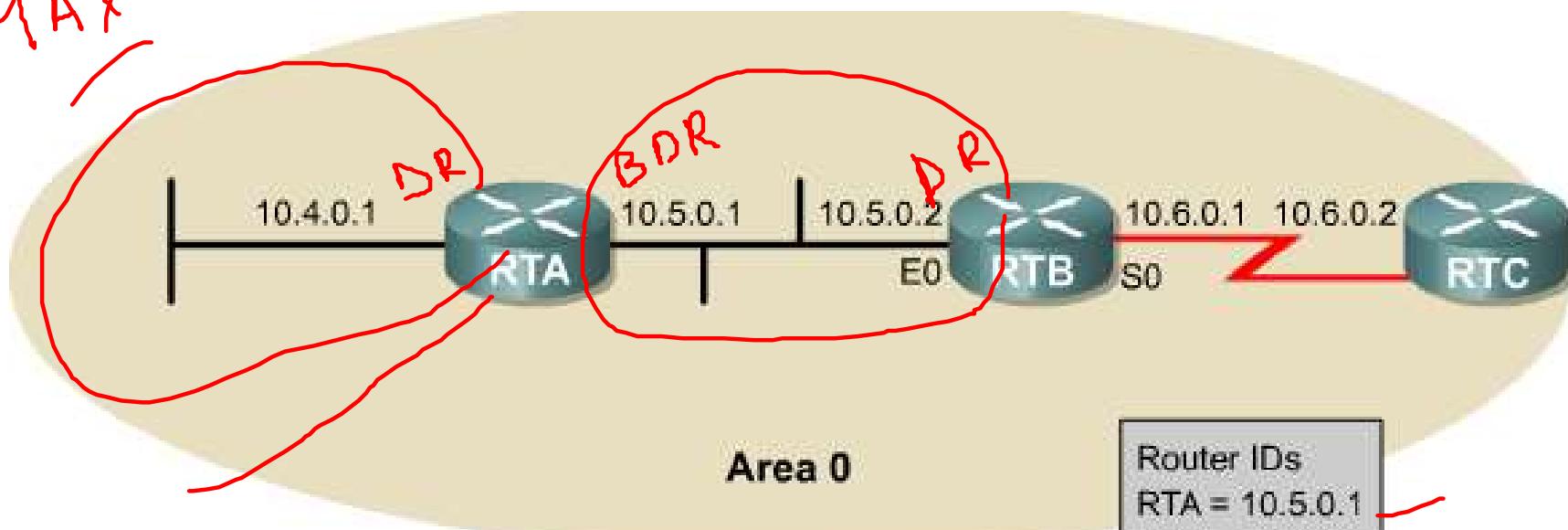
Steps in the Operation of OSPF

SupMTI.ma

DR | BDR

MAX

Discover neighbors



$$ID_A = \cancel{MAX(IPs)}$$

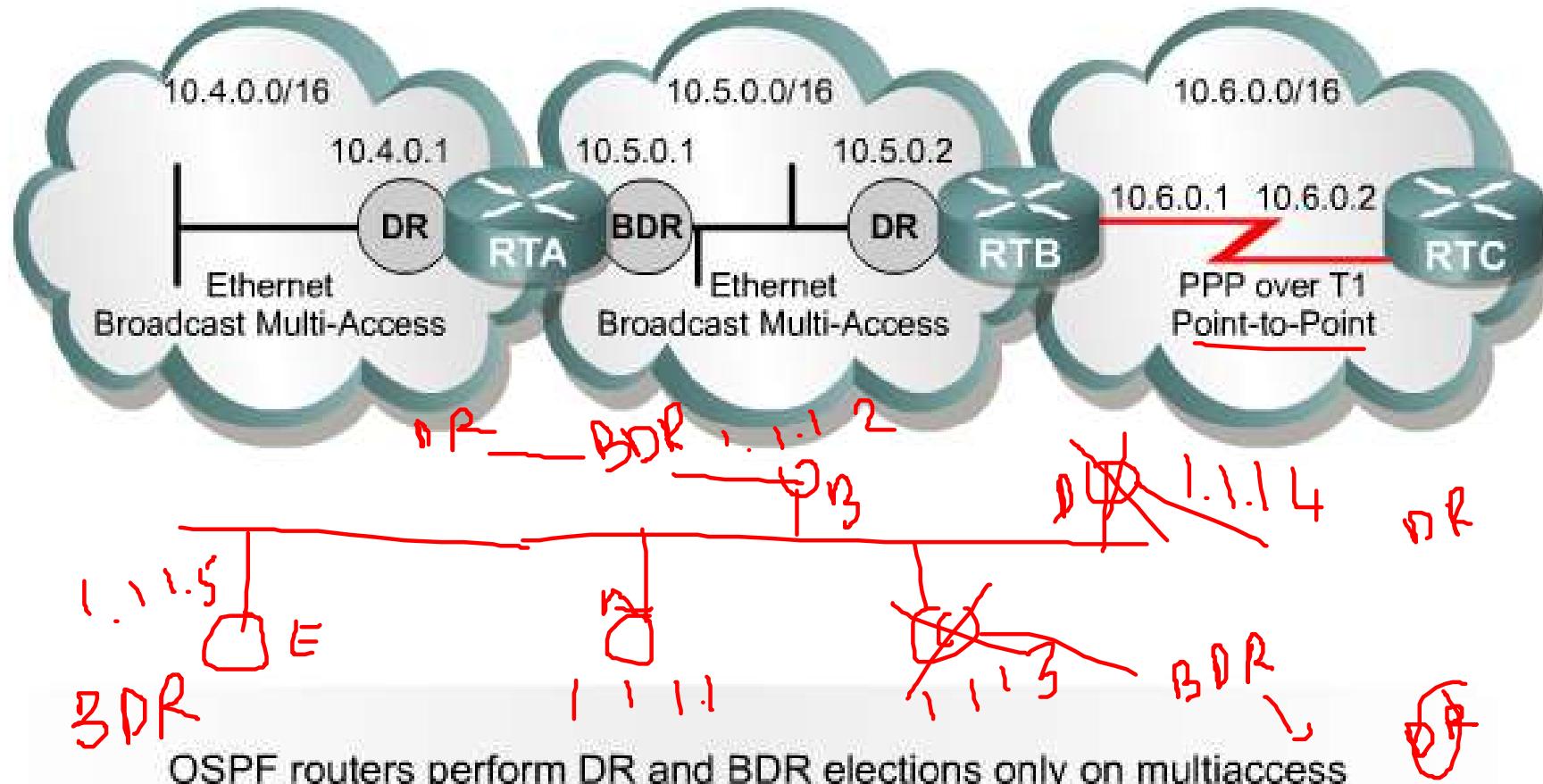
$$= 10.5.0.1$$

An OSPF router tries to form an adjacency with at least one neighbor for each IP network to which it is connected.

Steps in the Operation of OSPF

SupMTI.ma

Elect DR and BDR on Multi Access Network



Steps in the Operation of OSPF

SupMTI.ma

L'ID du routeur est déterminé dans l'ordre suivant :

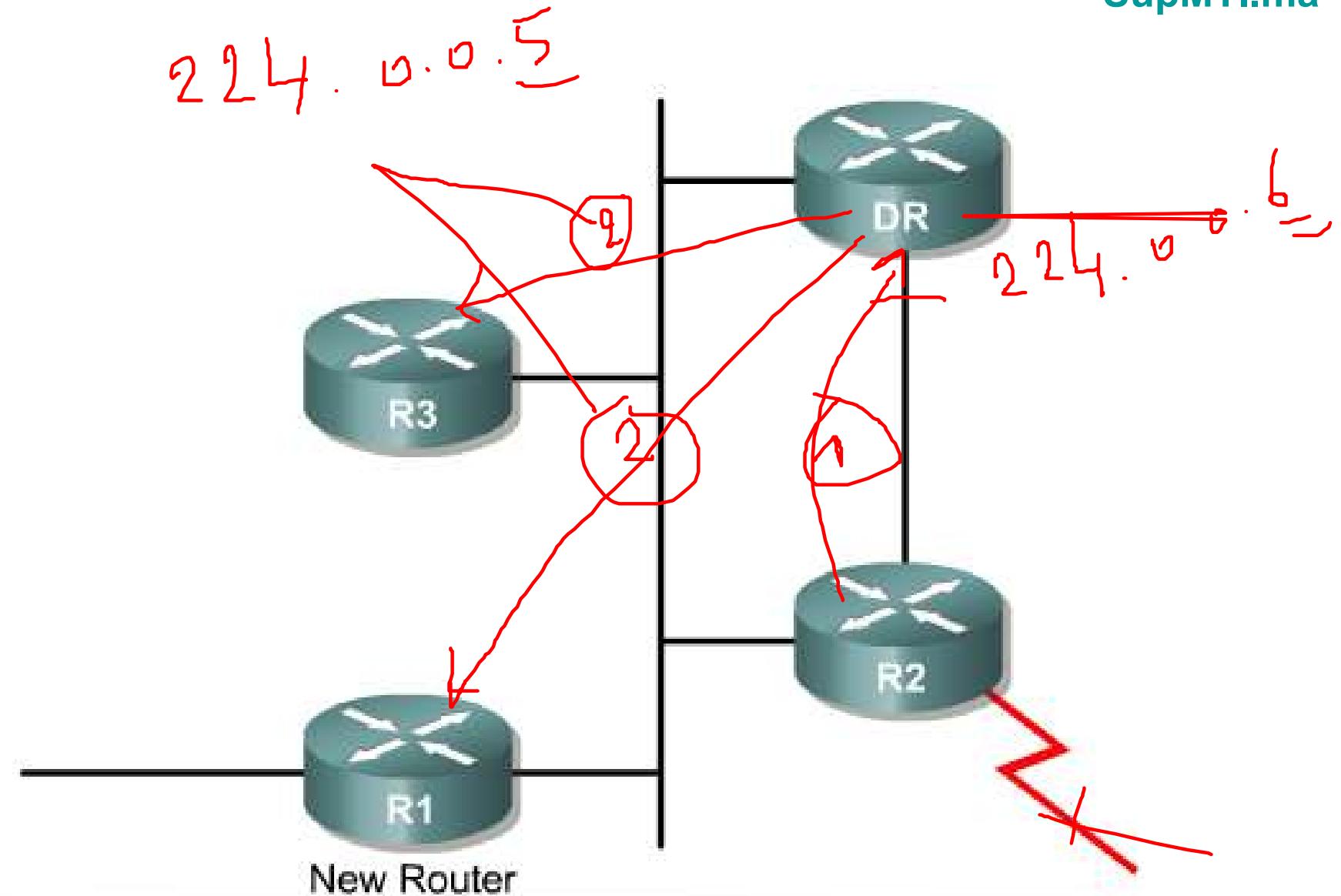
1. Utiliser l'adresse IP configurée à l'aide de la commande OSPF router-id.
2. Si l'ID de routeur n'est pas configuré, celui-ci choisit l'adresse IP la plus élevée de l'une de ses interfaces en mode bouclé.
3. Si aucune interface en mode bouclé n'est configurée, le routeur choisit l'adresse IP active la plus élevée de l'une de ses interfaces physiques.

router-id

99 93. 99 99

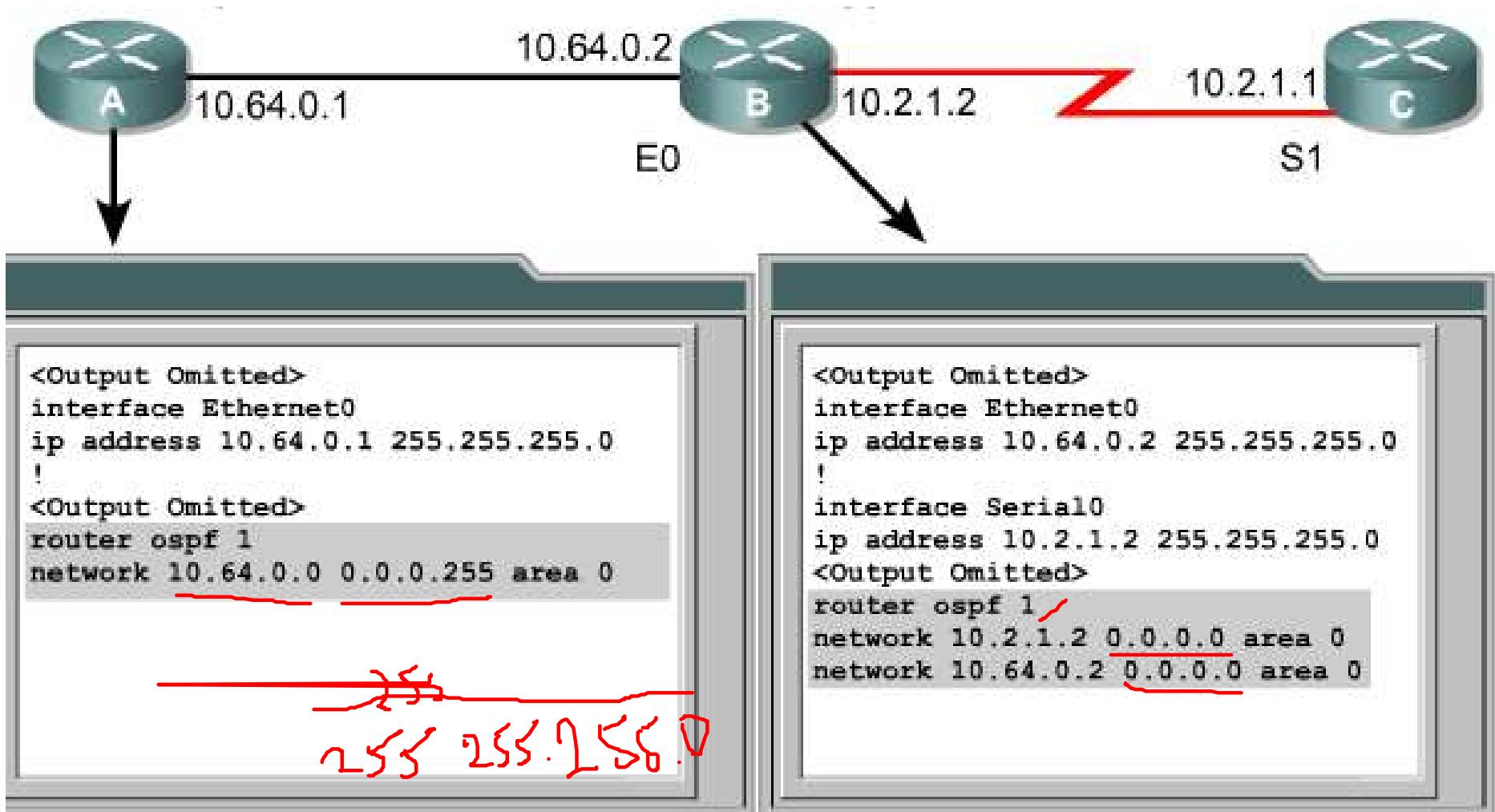
How Packets are exchanged

SupMTI.ma



Basic OSPF Configuration

SupMTI.ma



Basic OSPF Configuration

SupMTI.ma

Network area Command	Description
address	Can be the network address, subnet, or the address of the interface. Instructs router to know which links to advertise, which links to listen to advertisements on, and what networks to advertise.
wildcard-mask	An inverse mask used to determine how to read the address. The mask has wildcard bits where 0 is a match and 1 is "do not care"; for example, 0.0.255.255 indicates a match in the first two bytes. (the equivalent REGULAR subnet mask would be a 16 bit mask of 255.255.0.0) If specifying the interface address, use mask 0.0.0.0.
area-id	Specifies the area to be associated with the address. Can be a number or can be similar to an IP address A.B.C.D. For a backbone area, the ID must equal 0.

Configuring OSPF Loopback Address

SupMTI.ma

```
! Create the loopback 0 interface
Sydney3(config)#interface loopback 0
Sydney3(config-if)#ip address 192.168.31.33
255.255.255.255
Sydney3(config-if)#exit
! Remove loopback 0 interface
Sydney3(config)#no interface loopback 0
Sydney3(config)#
01:47:27: %LINK-5-CHANGED: Interface Loopback0, changed
state to administratively down
```

A loopback is a software only interface. To remove a loopback interface enter **no interface loopback**.

Table de Routage

SupMTI.ma

```
R1#show ip route

Codes: ***résultat omis***
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      S - Static, C - Connected, * - Summary
      Gateway of last resort is not set

      192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
C        192.168.10.0 is directly connected, Serial0/0/0
C        192.168.10.4 is directly connected, Serial0/0/1
O        192.168.10.8 [110/128] via 192.168.10.2, 14:27:57, Serial0/0/0
O        172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O          172.16.1.32/29 [110/65] via 192.168.10.6, 14:27:57, Serial0/0/1
C          172.16.1.16/28 is directly connected, FastEthernet0/0
          10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O          10.10.10.0/24 [110/65] via 192.168.10.2, 14:27:57, Serial0/0/0
C          10.1.1.1/32 is directly connected, Loopback0
```

Setting OSPF Priority

upMTI.ma

```
Sydney1(config)#interface fastethernet 0/0
Sydney1(config-if)#ip ospf priority 50
Sydney1(config-if)#end
Sydney1#
00:21:57: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console
by console
```

The Hello packet sent on the fastethernet interface will have the Router Priority Field set to 50.

The priorities can be set to any value from 0 to 255. A value of 0 prevents that router from being elected. A router with the highest OSPF priority will win the election for DR.

Modifying OSPF Cost Metric

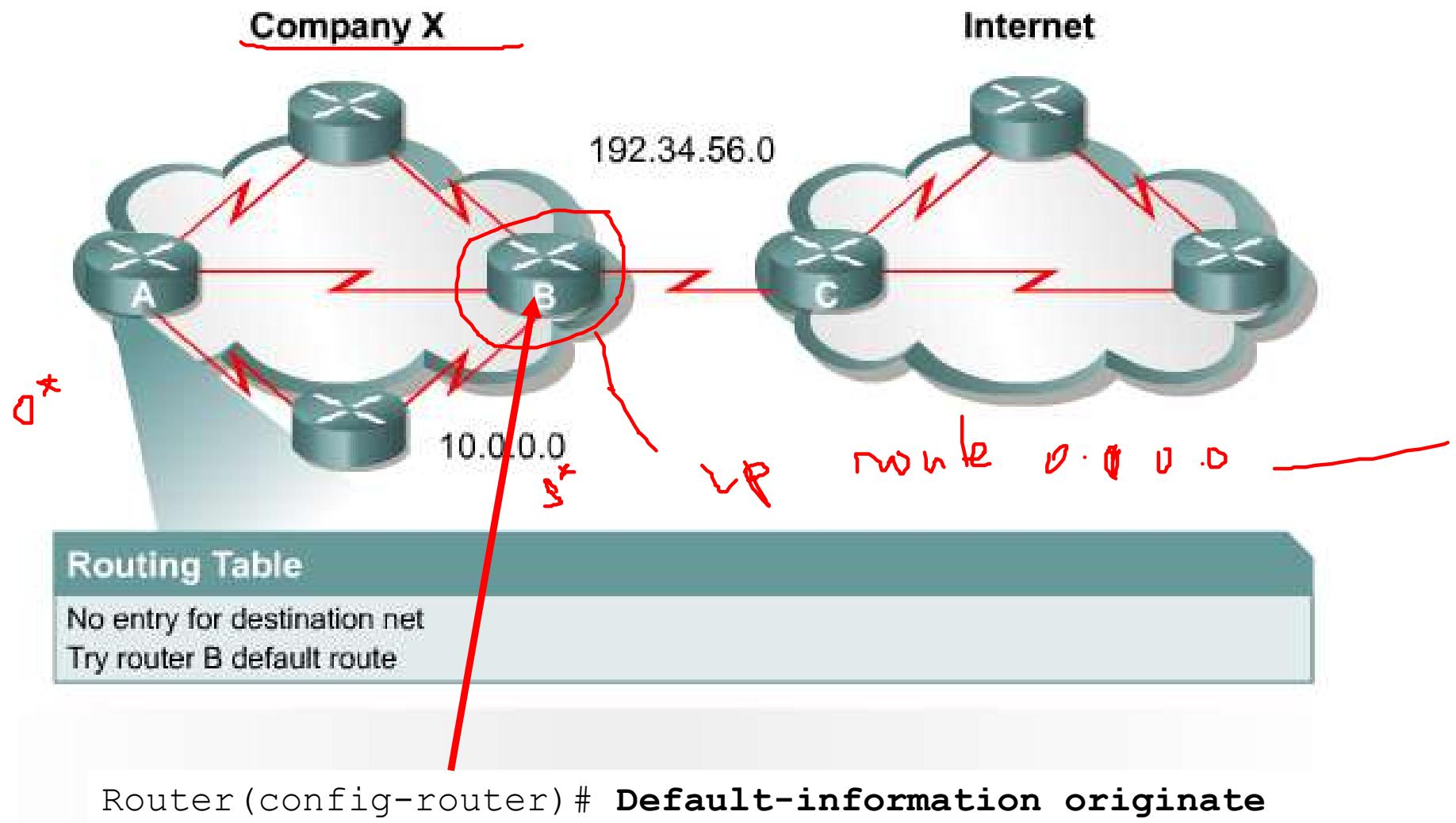
SupMTI.ma

Medium	Cost
56 kbps serial link	1785
T1 (1.544 Mbps serial link)	64
E1 (2.048 Mbps serial link)	48
4 Mbps Token Ring	25
Ethernet	10
16 Mbps Token Ring	6
<u>100 Mbps Fast Ethernet, FDDI</u>	1

```
Sydney2 (config-if) #ip ospf cost ?
<1-65535> Cost
Sydney2 (config-if) #ip ospf cost 1
```

OSPF - Propagating a Default Route

SupMTI.ma



Commands for OSPF Verification

SupMTI.ma

Command	Description
<code>clear ip route *</code>	Clear all routes in routing table
<code>clear ip route a.b.c.d</code>	Clear route to a.b.c.d in routing table
<code>debug ip ospf events</code>	Report all OSPF events
<code>debug ip ospf adj</code>	Report OSPF adjacency events

Propagation de la route par défaut

SupMTI.ma

```
R1(config)#interface loopback 1
R1(config-if)#ip add 172.30.1.1 255.255.255.252
R1(config-if)#exit
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 loopback 1
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#default-information originate
```

Propagation de la route par défaut

SupMTI.ma

```
R1#show ip route
Codes: ***résultat omis***
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

      192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
C        192.168.10.0 is directly connected, Serial0/0/0
C        192.168.10.4 is directly connected, Serial0/0/1
O        192.168.10.8 [110/1171] via 192.168.10.6, 00:00:58, Serial0/0/1
      172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O        172.16.1.32/29 [110/391] via 192.168.10.6, 00:00:58, Serial0/0/1
C        172.16.1.16/28 is directly connected, FastEthernet0/0
      172.30.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C        172.30.1.0 is directly connected, Loopback1
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O        10.10.10.0/24 [110/1172] via 192.168.10.6, 00:00:58, Serial0/0/1
C        10.1.1.1/32 is directly connected, Loopback0
S*       0.0.0.0/0 is directly connected, Loopback1
```

Propagation de la route par défaut

SupMTI.ma

```
R2#show ip route
Codes: ***résultat omis***
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      * - route is imported
      + - route is generated
      C - connected
      L - loopback
      S - static
      R - RIPv1
      B - RIPv2
      N1 - NHRP
      N2 - NHRP
      M - Multicast
      ? - candidate default route
      ! - invalid
      < - selected route
      = - next best route
      # - last route in list
      * - route is imported
      + - route is generated
      C - connected
      L - loopback
      S - static
      R - RIPv1
      B - RIPv2
      N1 - NHRP
      N2 - NHRP
      M - Multicast
      ? - candidate default route
      ! - invalid
      < - selected route
      = - next best route
      # - last route in list

Gateway of last resort is 192.168.10.10 to network 0.0.0.0

      192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
C        192.168.10.0 is directly connected, Serial0/0/0
O        192.168.10.4 [110/1171] via 192.168.10.10, 00:00:25, Serial0/0/1
C        192.168.10.8 is directly connected, Serial0/0/1
      172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O        172.16.1.32/29 [110/782] via 192.168.10.10, 00:00:25, Serial0/0/1
O        172.16.1.16/28 [110/1172] via 192.168.10.10, 00:00:25, Serial0/0/1
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C        10.2.2.2/32 is directly connected, Loopback0
C        10.10.10.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O*E2      0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.10.10, 00:00:13, Serial0/0/1
```

Bandé passante de référence

↑
10
BW

SupMTI.ma

```
R1(config-if)#router ospf 1
R1(config-router)#auto-cost reference-bandwidth ?
<1-4294967> The reference bandwidth in terms of Mbits per second

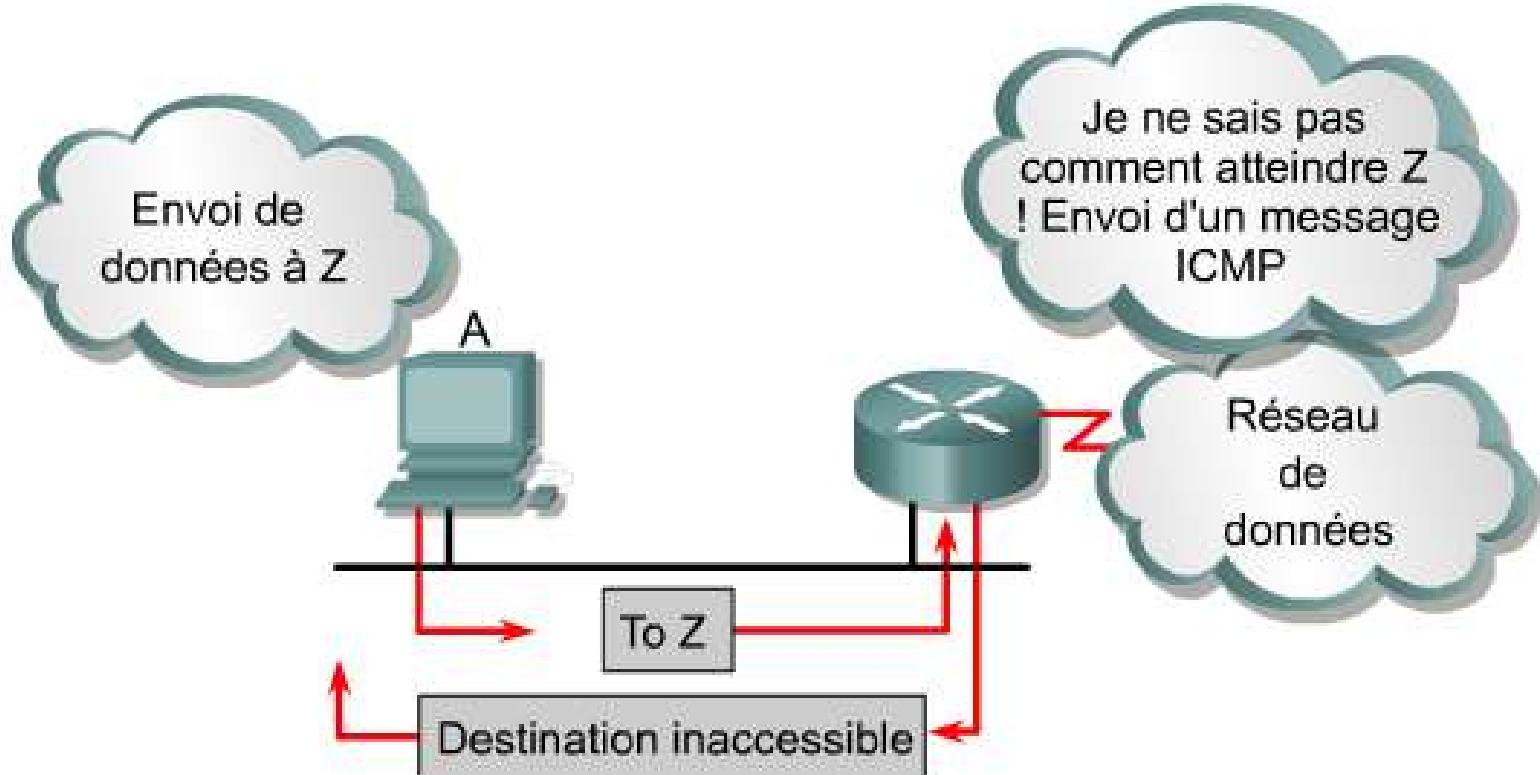
R1(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
    Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers
```

```
R2(config-if)#router ospf 1
R2(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
    Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
```

```
R3(config-if)#router ospf 1
R3(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
    Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
```

Protocole ICMP

SupMTI.ma



Un message ICMP "Destination inaccessible" est envoyé dans les cas suivants :

- Hôte ou port inaccessible
- Réseau inaccessible

Protocole ICMP

SupMTI.ma

Types de message ICMP

0	Réponse d'écho
3	Destination inaccessible
4	Épuisement de la source
5	Requête de redirection/modification
8	Requête d'écho
9	Annonce de routeur
10	Sélection de routeur
11	Dépassement du délai
12	Problème de paramètre
13	Demande d'horodatage
14	Réponse d'horodatage
15	Demande d'informations
16	Réponse à la demande d'informations
17	Demande de masque d'adresse
18	Réponse à la demande de masque d'adresse

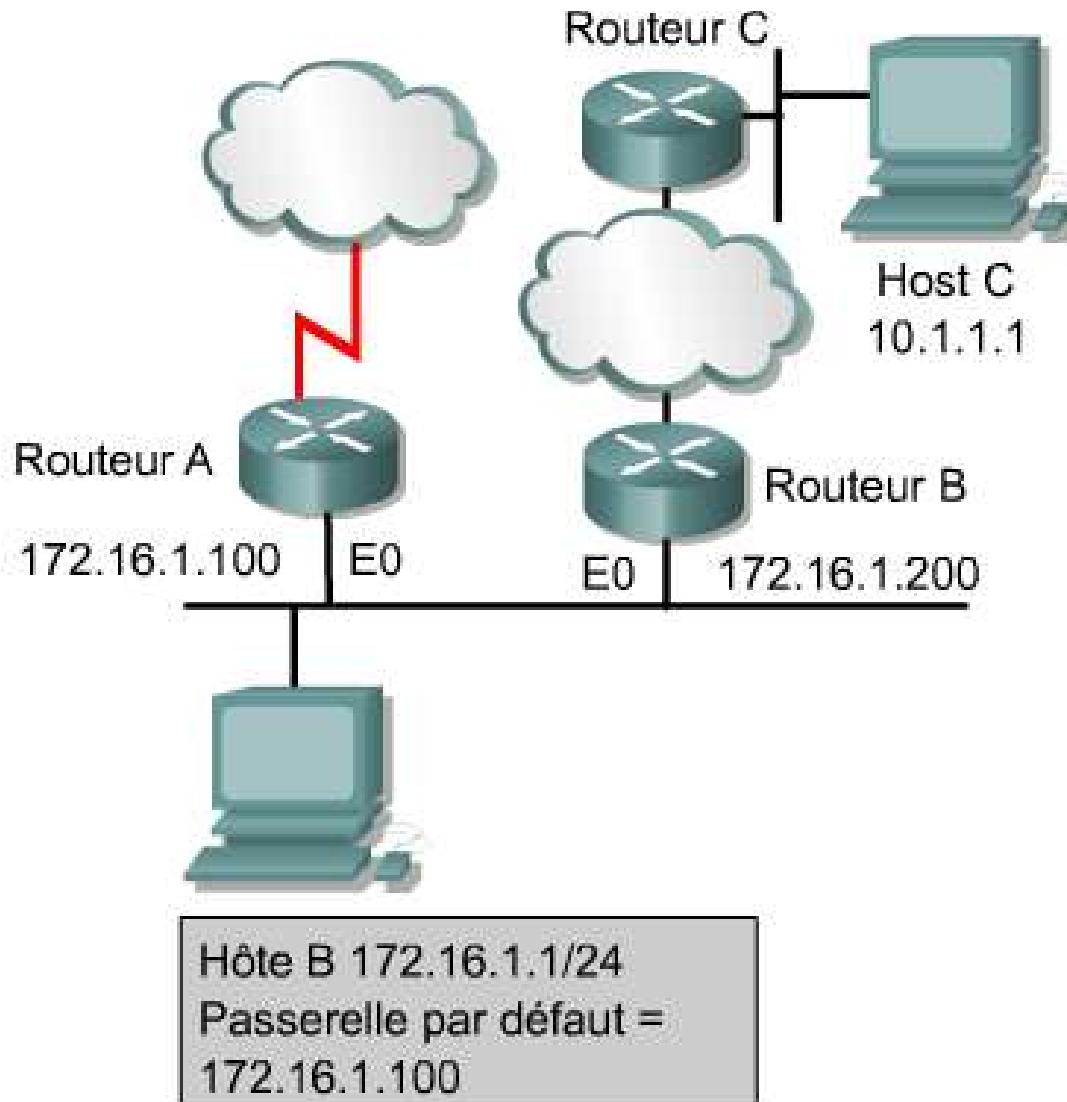
Protocole ICMP (Type=3)

SupMTI.ma

- 0 = réseau inaccessible
- 1 = hôte inaccessible
- 2 = protocole inaccessible
- 3 = port inaccessible
- 4 = fragmentation nécessaire et DF défini
- 5 = échec de route source
- 6 = réseau de destination inconnu
- 7 = hôte de destination inconnu
- 8 = hôte source isolé
- 9 = communication avec le réseau de destination administrativement interdite
- 10 = communication avec l'hôte de destination administrativement interdite
- 11 = réseau inaccessible pour le type d'unité
- 12 = hôte inaccessible pour le type de service

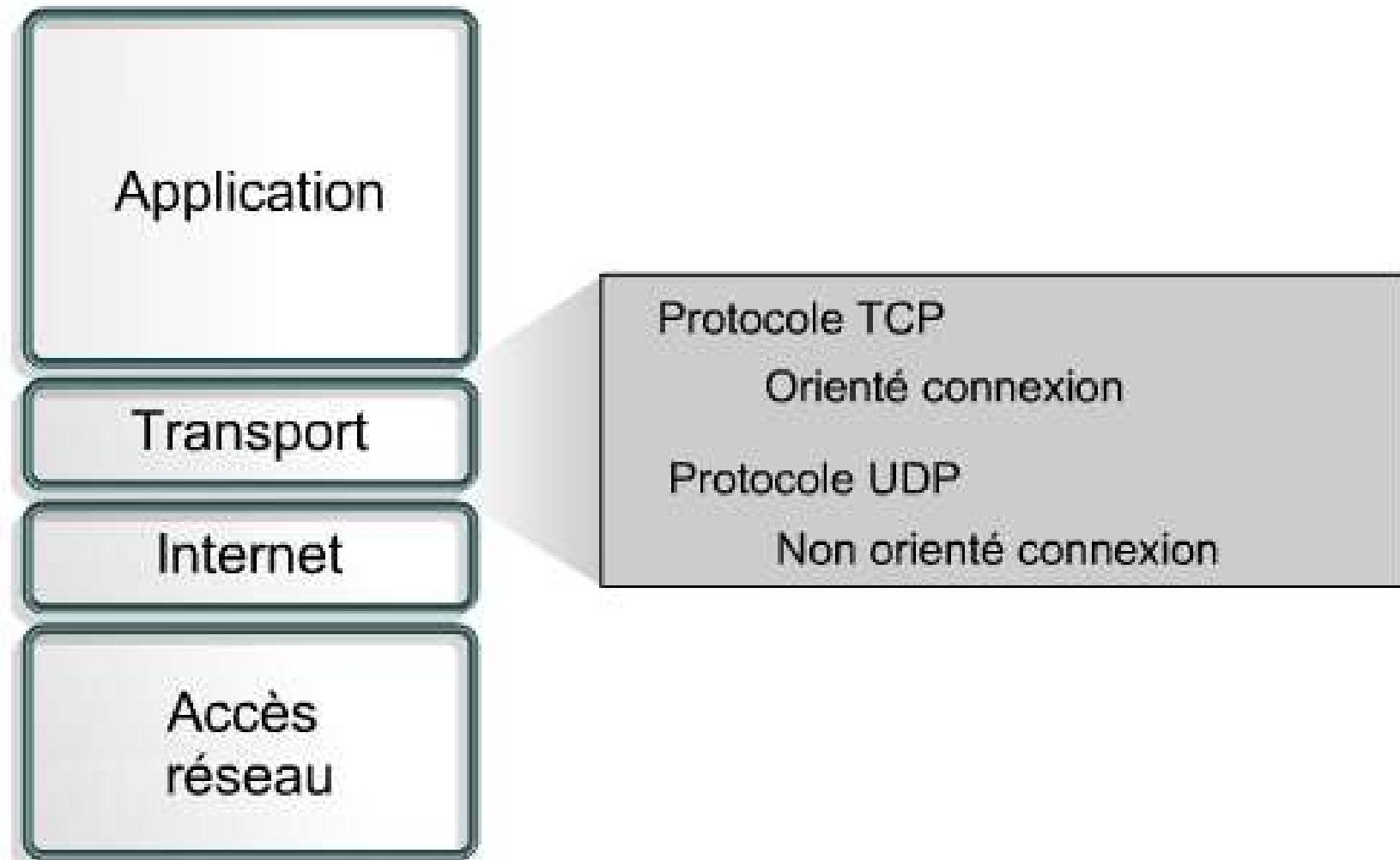
Protocole ICMP (Redirection)

SupMTI.ma



Couche Transport

SupMTI.ma



Couche Transport

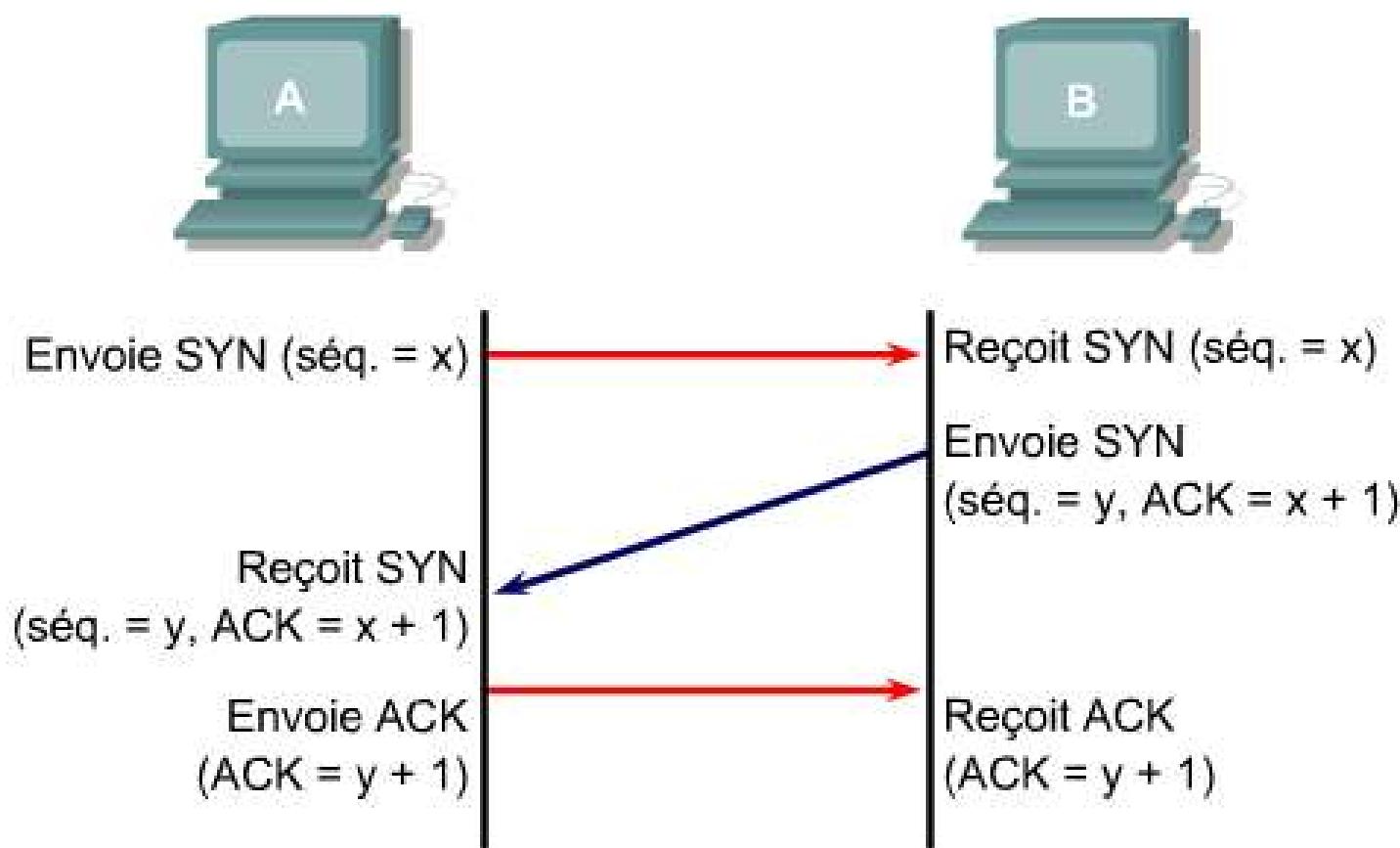
Ouverture (Triple Handshake)

SupMTI.ma

TCP 3 phases:

- Ouverture (Négociation : Seq, fenêtre, etc.),
- Transfert et
- Fermeture

UDP : 1 phase : - Transfert



Couche Transport

SupMTI.ma

TCP

Bit 0	Bit 15 Bit 16	Bit 31
Port source (16)		Port de destination (16)
Numéro de séquence (32)		
Numéro d'accusé de réception (32)		
Longueur d'en-tête (4)	Réservé (6)	Bits de Code (6) Fenêtre (16)
Somme de contrôle (16)		Urgent (16)
Options (0 ou 32 le cas échéant)		
Données (variable)		

↑
20 octets
↓

UDP

Bit 0	Bit 15 Bit 16	Bit 31
Port source (16)		Port de destination (16)
Longueur (16)		Somme de contrôle (16)
Données (le cas échéant)		

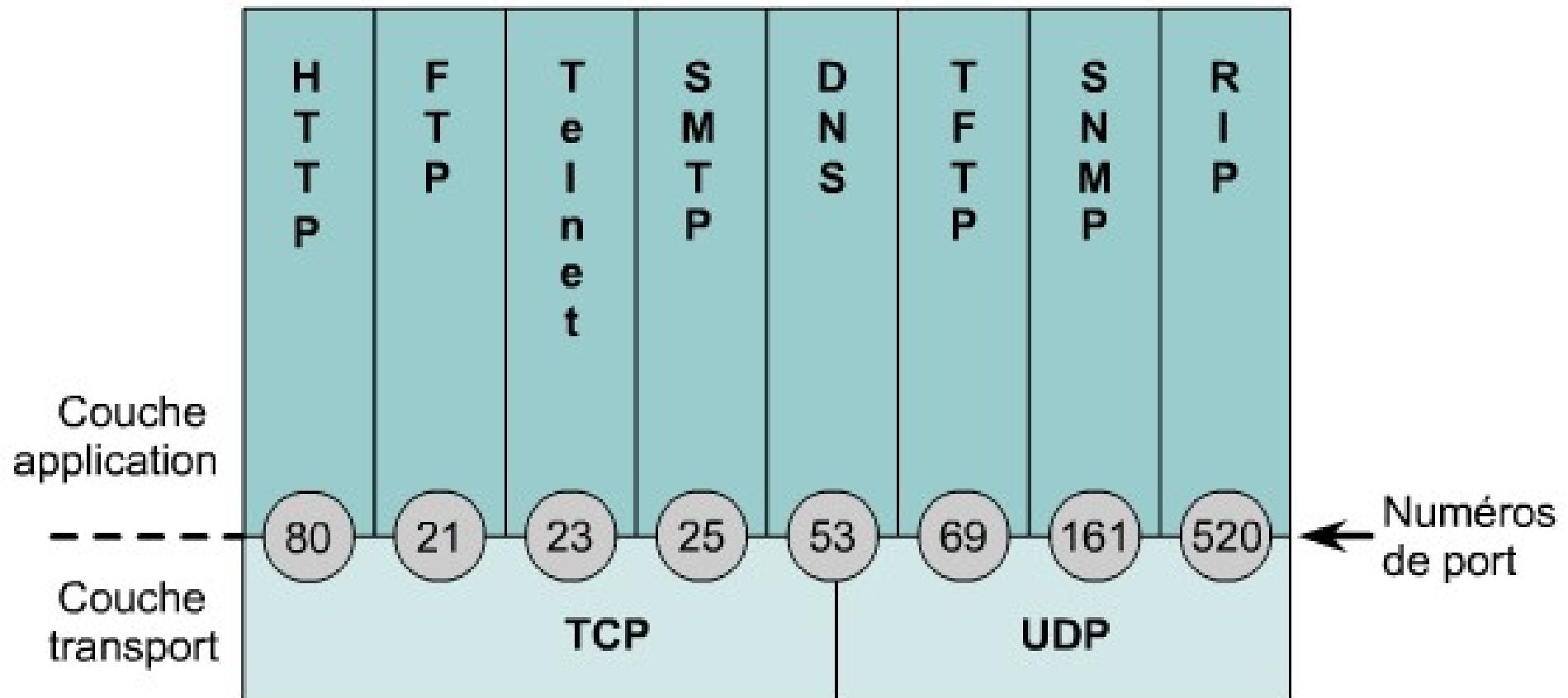
↑
8 octets
↓

Couche Transport

SupMTI.ma

Dans une communication Client / Serveur

- Port source alloué dynamiquement parmi les ports disponibles
- Port destination port du service (Standard)

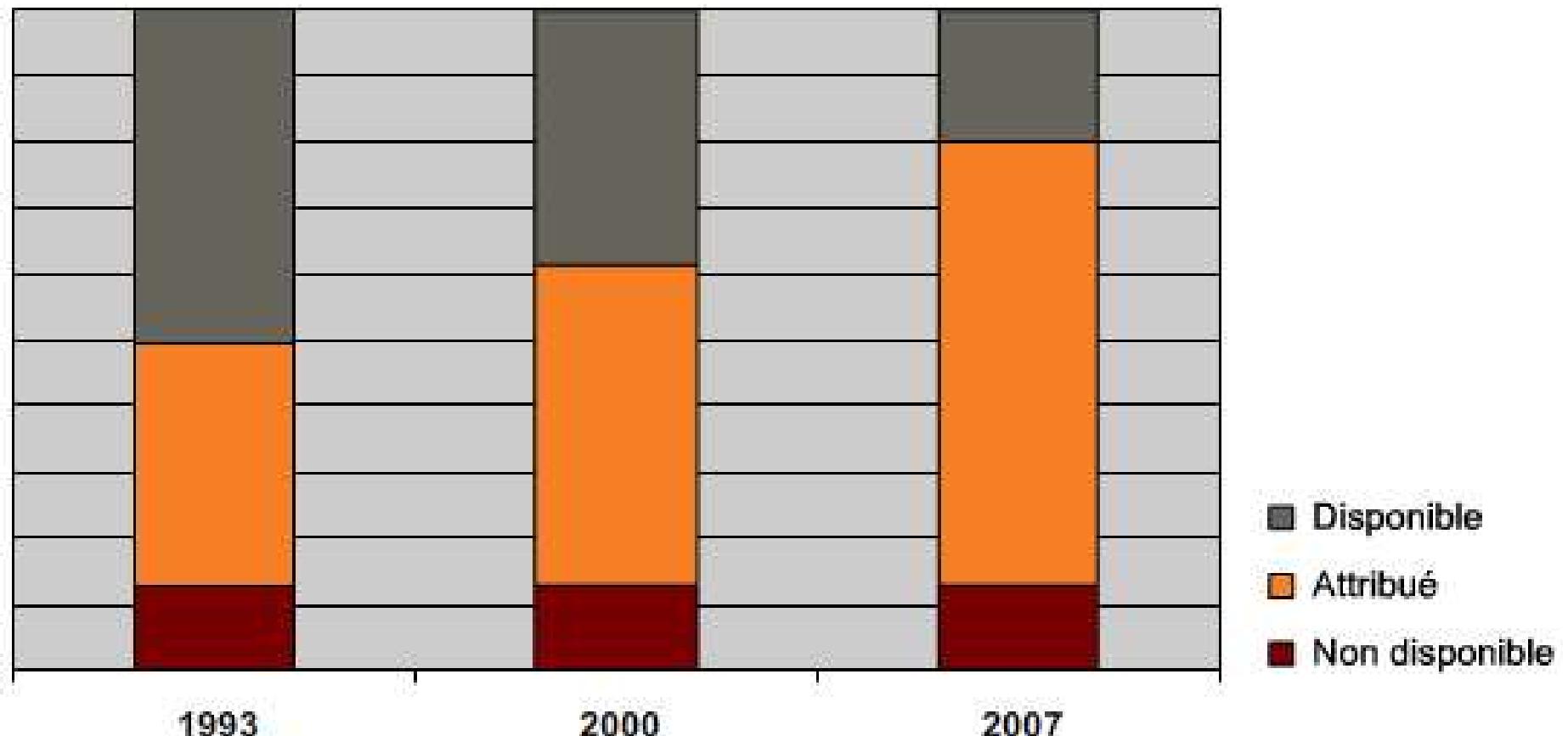


Adressage IPv6

Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma

Diminution de l'espace d'adressage IP



Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma

IPv4 : 4 octets

11000000.10101000.11001001.01110000

192.168.10.101

4 294 467 295 (2^{32}) adresses IP

IPv6 : 16 octets

11010001.11011100.11001001.01110001.11011100.
11001100.01110001.11010001.11011100.11001001. 11010001.11011100.11001001.01110001

A524:72D3:2C80:DD02:0029:EC7A:002B:EA73

$3,4 \times 10^{38}$ adresses IP

340 282 366 920 935 463 463 374 607 431 768 211 456

- Il y a tellement d'adresses IPv6 disponibles que des billions d'adresses pourraient être attribuées à chaque être humain vivant sur notre planète.
- Il y a environ 665 570 793 348 866 943 898 599 adresses par mètre carré de la surface de la terre !

Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma

Représentation de l'adresse IPv6

Adressage IP avancé :

- Accessibilité et souplesse globales
- Agrégation
- Multihébergement
- Configuration automatique
- Plug-and-play
- Bout en bout sans NAT
- Renumérotation

Mobilité et sécurité :

- Compatible RFC IP mobile
- IPsec obligatoire (ou natif) pour IPv6

En-tête simple :

- Efficacité du routage
- Performances et évolutivité du débit de transmission
- Aucune diffusion
- Aucune somme de contrôle
- En-têtes d'extension
- Étiquetage de flux

Richesse de la transition :

Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma

En-têtes de IPv4 et IPv6

En-tête IPv4

Version	IHL	Type de service	Longueur totale
		Identification	Indicateurs Décalage du fragment
Durée de vie	Protocole	Somme de contrôle d'en-tête	
Adresse source			
Adresse de destination			
Options		Remplissage	

En-tête IPv6

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

Légende

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

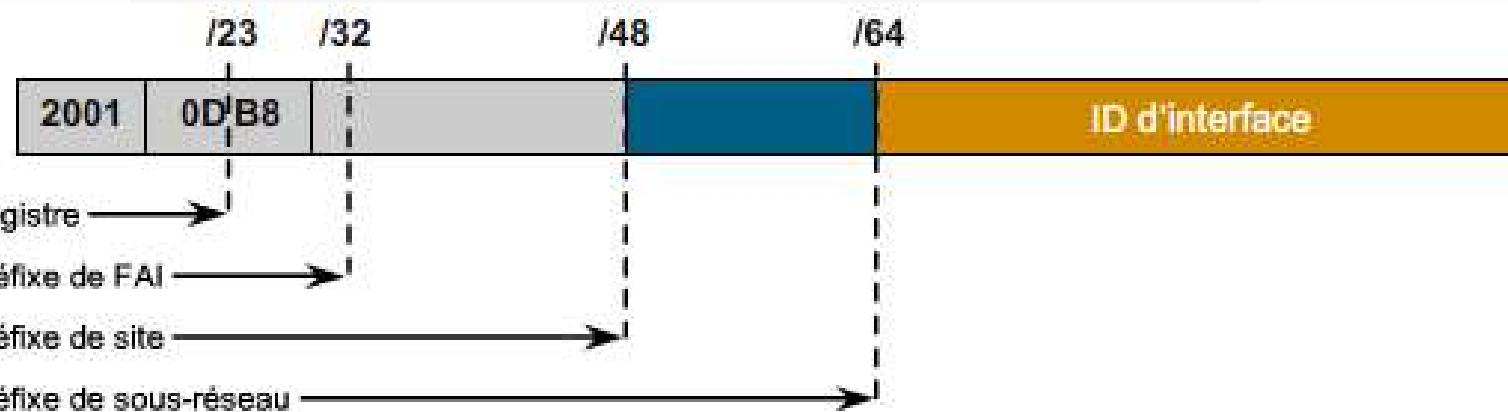
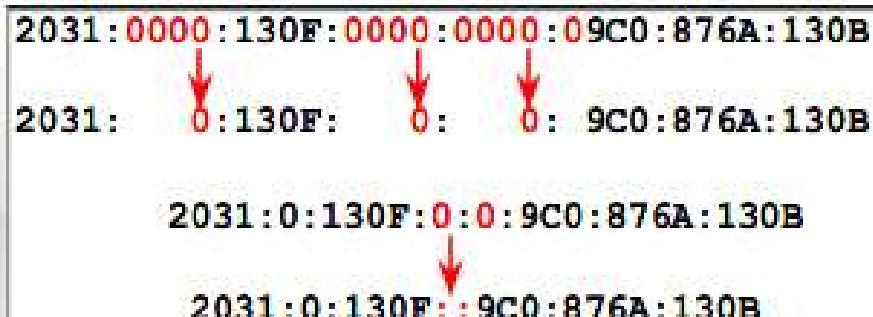
Couche Internet : Adressage

SupMTI.ma

Représentation

2031:0000:130F:0000:0000:09C0:876A:130B

- peut être représenté par 2031:0:130f::9c0:876a:130b
- mais ne peut pas être représenté par 2031::130f::9c0:876a:130b



Route statique

SupMTI.ma

Les commandes pour configurer R1 avec les routes statiques IPv6 vers les trois réseaux distants sont les suivantes:

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
```

```
R1 (config) # ipv6 route  
2001:db8:acad:1::/64 2001:db8:acad:2::2
```

```
R1 (config) # ipv6 route  
2001:db8:cafe:1::/64 2001:db8:acad:2::2
```

```
R1 (config) # ipv6 route  
2001:db8:cafe:2::/64 2001:db8:acad:2::2
```

La table de routage de R1 comprend des routes vers les trois réseaux IPv6 distants.

```
R1# show ipv6 route  
IPv6 Routing Table - default - 8 entries  
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static route  
      B - BGP, R - RIP, H - NHRP, I1 - ISIS L1  
      I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary, D - EIGRP  
      EX - EIGRP external, ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination  
      NDr - Redirect, RL - RPL, O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter  
      OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2, ON1 - OSPF NSSA ext 1  
      ON2 - OSPF NSSA ext 2, la - LISP alt, lr - LISP site-registrations  
      ld - LISP dyn-eid, la - LISP away, le - LISP extranet-policy  
      a - Application  
S  2001:DB8:ACAD:1::/64 [1/0]  
    via 2001:DB8:ACAD:2::2  
C  2001:DB8:ACAD:2::/64 [0/0]  
    via Serial0/1/0, directly connected  
L  2001:DB8:ACAD:2::1/128 [0/0]  
    via Serial0/1/0, receive  
C  2001:DB8:ACAD:3::/64 [0/0]  
    via GigabitEthernet0/0/0, directly connected  
L  2001:DB8:ACAD:3::1/128 [0/0]  
    via GigabitEthernet0/0/0, receive  
S  2001:DB8:CAFE:1::/64 [1/0]  
    via 2001:DB8:ACAD:2::2  
S  2001:DB8:CAFE:2::/64 [1/0]  
    via 2001:DB8:ACAD:2::2  
L  FF00::/8 [0/0]  
    via Null0, receive
```

Route statique par défaut

SupMTI.ma

L'exemple montre une route statique par défaut IPv4 configurée sur R1. Avec la configuration illustrée dans cet exemple, tous les paquets ne correspondant pas à des entrées de route plus spécifiques sont transférés vers R1 à 172.16.2.2.

```
R1 (config) # ip route 0.0.0.0 0.0.0 172.16.2.2
```

Une route statique par défaut IPv6 est configurée de la même manière. Avec cette configuration tous les paquets ne correspondant pas à des entrées de route IPv6 plus spécifiques sont transférés vers R2 à 2001:db8:acad:2::2.

```
R1 (config) # ipv6 route ::/0 2001:db8:acad:2::2
```

Configurer OSPF sur IPv6

SupMTI.ma

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# ipv6 router ospf 1
R1(config-rtr)# router-id 1.1.1.1
R1(config-rtr)# passive-interface Loopback0
```

```
R1(config)# interface Loopback0
R1(config-if)# ipv6 ospf 1 area 0
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface FastEthernet0/0
R1(config-if)# ipv6 ospf 1 area 0
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface Serial2/0
R1(config-if)# ipv6 ospf 1 area 0
R1(config-if)# exit
```