

# M2103 – Technologies Internet

Licence professionnelle Métiers de l'Electronique :  
Communication, Systèmes Embarqués (CSE)

\*En base aux slides « M2103 – Technologies Internet », Dana MARINCA, 2017



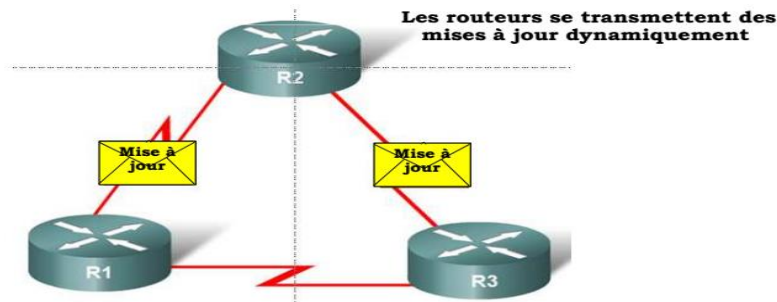
# Routage Dynamique

M2103 - Chapitre 2.2

# Routage dynamique

Assuré par les protocoles de routage qui ont par onctions :

- Découvrir les réseaux distants
- Partager dynamiquement des informations entre routeurs.
- Choisir le meilleur chemin vers les réseaux destination
- Avoir la capacité de trouver un nouveau meilleur chemin si le chemin courant n'est plus disponible
- Mise à jour automatique de la table de routage quand la topologie change.



# Composants d'un protocole de routage

- **Algorithme**

Des algorithmes sont utilisés par les protocoles de routage pour faciliter l'utilisation des informations de routage et déterminer le meilleur chemin

- **Messages de protocole de routage**

Les routeurs envoient des messages pour découvrir les voisins et échanger des informations de routage

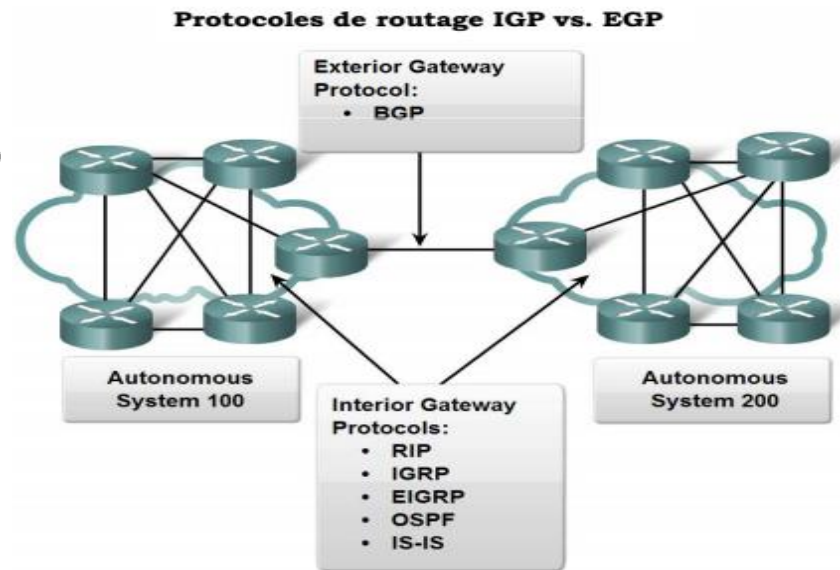
# Classification des protocoles de routage

Un AS (Autonomous System) est constitué par un groupe de routeurs sous le contrôle d'une autorité unique

Interior Gateway Protocols				Exterior Gateway Protocols
Distance Vector Routing Protocols		Link State Routing Protocols		Path Vector
Classful	RIP	IGRP		EGP
Classless	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS
IPv6	RIPng	EIGRP for IPv6	OSPFv3	IS-IS for IPv6
				BGPv4 for IPv6

# Types de protocoles de routage

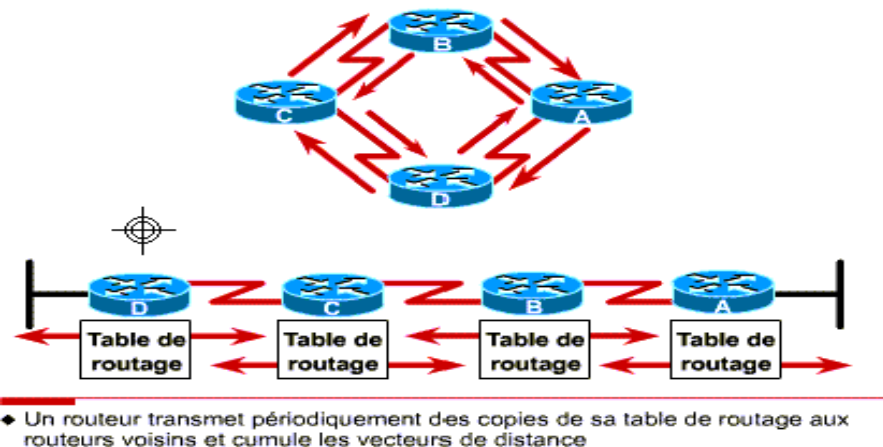
- Interior Gateway Protocols (IGP)  
Utilisés pour router à l'intérieur d'un système autonome (AS)  
Exemples: RIP, EIGRP, OSPF
- Exterior Gateway Protocols (EGP)  
Utilisés pour router entre systèmes autonomes  
Exemple: BGPv4



# IGP: protocoles de routage Vecteur Distance & Etat de lien

## Vecteur Distance (RIP)

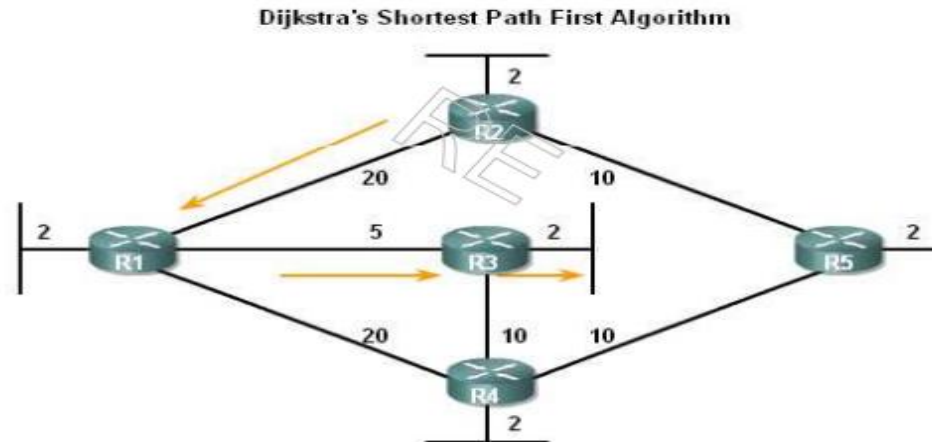
- ❑ Les routes sont annoncées comme des vecteurs de distance et de sens.  
Le routeur connaît
  - La distance vers la destination finale
  - Le vecteur ou sens d'acheminement du trafic
- ❑ Vue incomplète de la topologie du réseau
- ❑ Mises à jour périodiques



# IGP: protocoles de routage Vecteur Distance & Etat de lien

## Etat de lien (OSPF)

- ❑ Connus également comme algorithmes du plus court chemin, ces protocoles sont construits sur l'algorithme du SPF (Shortest Path First) de Dijkstra



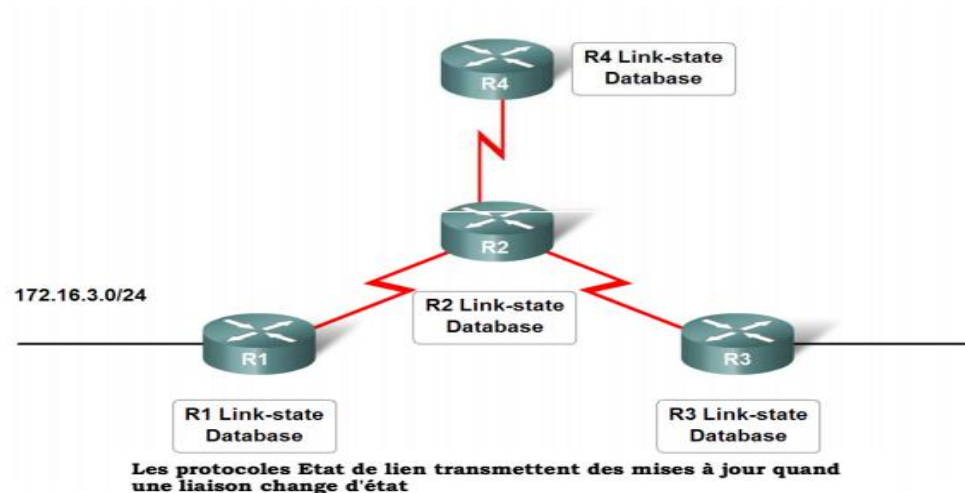
**Shortest Path for host on R2 LAN to reach host on R3 LAN:**  
 $R2 \text{ to } R1 (20) + R1 \text{ to } R3 (5) + R3 \text{ to LAN } (2) = 27$



# IGP: protocoles de routage Vecteur Distance & Etat de lien

## Etat de lien

- ❑ Vue complète de la topologie du réseau
- ❑ Mises à jour sur changement d'état uniquement



# Classification des protocoles de routage

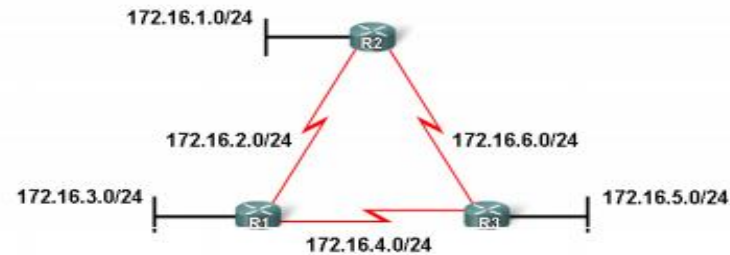
## Protocoles de routage pleine classe

- Appelées aussi [classful](#)
- Ne transmettent pas le masque de sous-réseau dans les mises à jour de routage

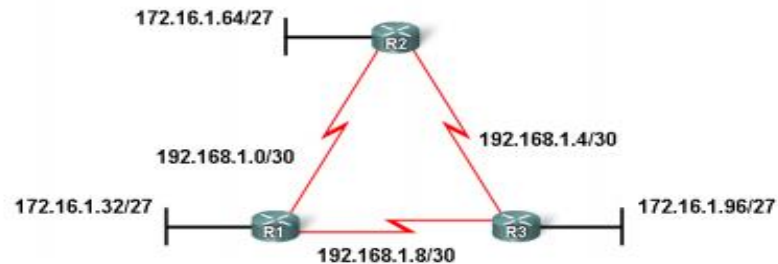
## Protocoles de routage sans classe

- Appelées aussi [classless](#)
- Transmettent le masque de sous-réseau dans les mises à jour de routage

### Routage Pleine classe vs. sans classe



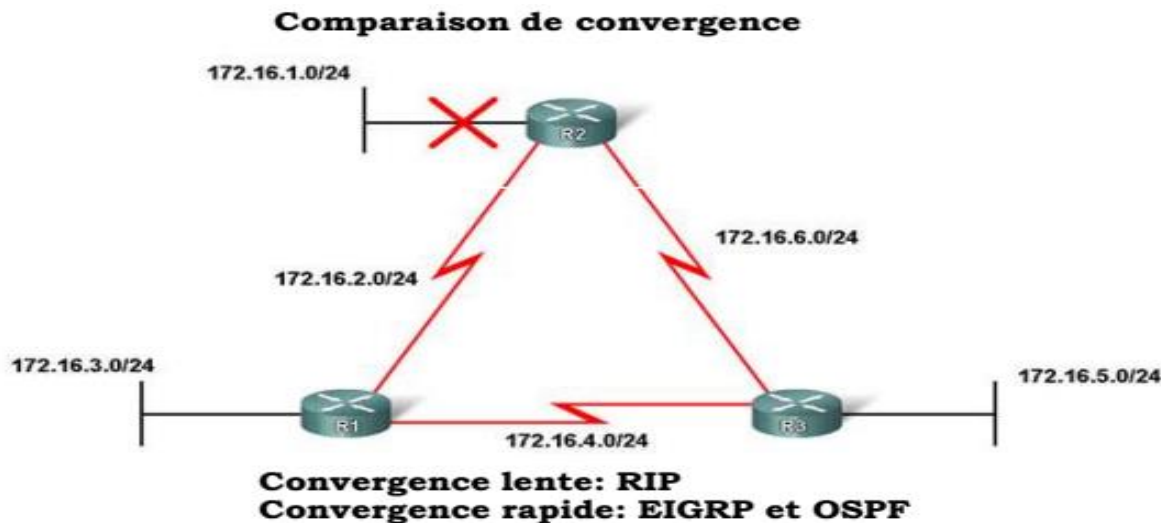
**Pleine classe: le masque de sous-réseau est le même pour la totalité de la topologie**



**Sans classe: le masque de sous-réseau varie dans la topologie**

# Terminologie des protocoles de routage

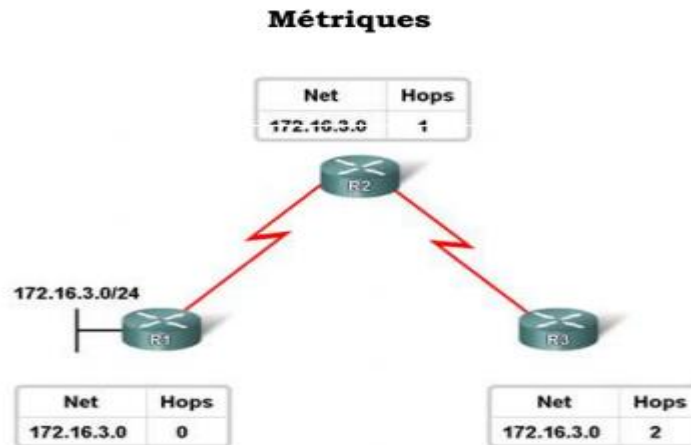
La **convergence** est atteinte quand toutes les tables de routage des routeurs sont dans un état cohérent



# Terminologie des protocoles de routage

## Métrieque

- ❑ Valeur utilisée par un protocole de routage pour déterminer quelles routes sont les meilleures
- ❑ Exemples de métriques
  - Bande passante
  - Délai
  - Nombre de sauts
  - Charge
  - Fiabilité



# Terminologie des protocoles de routage

## Métriques utilisées par les protocoles de routage

RIP :

Nombre de sauts

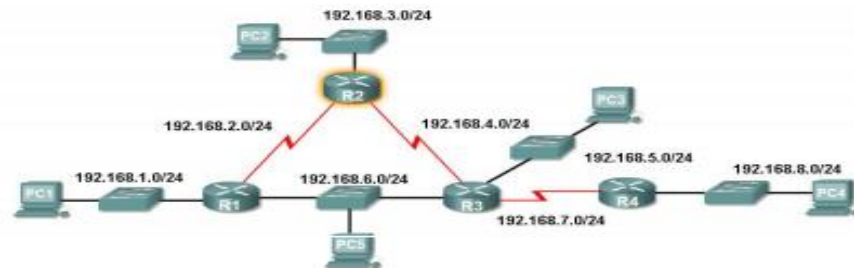
IGRP & EIGRP :

bande passante & délai (par défaut),  
charge de l'interface, fiabilité

OSPF :

Le coût est basé sur la bande passante  
 $10^8$ /bande passante du lien en bit/s

### Métrique dans la table de routage



```
R2#show ip route
<output omitted>

Gateway of last resort is not set

R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/1
R    192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R    192.168.6.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0
    [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R    192.168.7.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R    192.168.8.0/24 [120/2] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
```

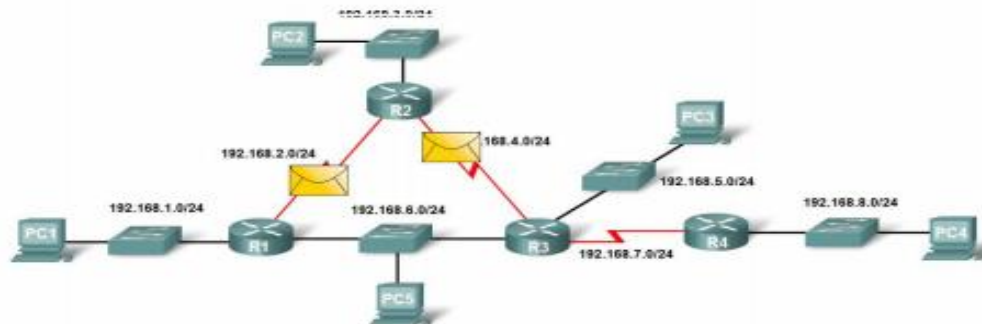
**Il y a deux 2 sauts depuis R2 vers 192.168.8.0/24**

# Terminologie des protocoles de routage

## Partage de charge

- C'est la capacité d'un routeur à distribuer les paquets sur des chemins multiples de même coût.

### Partage de charge sur des chemins de coût égaux



# Terminologie des protocoles de routage

## Distance Administrative pour une route

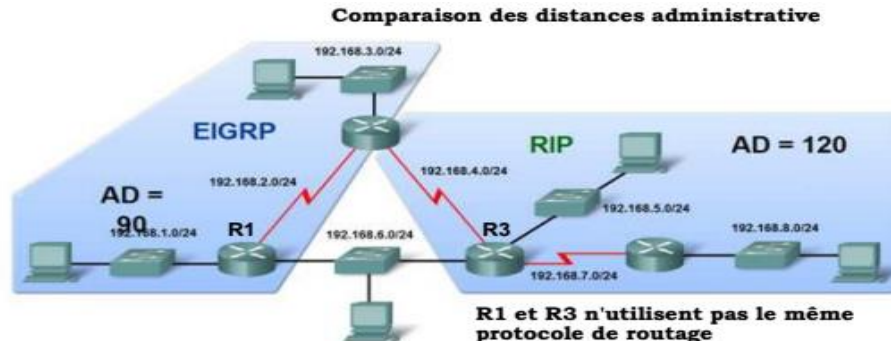
définit un indice de confiance pour chacun des protocoles de routage

## But d'une Distance Administrative

C'est une valeur numérique qui spécifie la préférence pour une route particulière

## But d'une métrique

C'est une valeur calculée et utilisée pour déterminer le meilleur chemin vers la destination



# Terminologie des protocoles de routage

## Distance Administrative pour une Route

Les protocoles sont classés du plus fiable au moins fiable en fonction de cet indice. Plus la distance administrative est basse, plus le protocole est de confiance.

Origine de la route	Distance administrative
Connectée	0
Statique	1
EIGRP agrégée	5
BGP Externe	20
EIGRP interne	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
EIGRP externe	170
BGP interne	200



# Terminologie des protocoles de routage

## Identifier la Distance Administrative (AD) dans une table de routage

C'est la première valeur entre crochets dans la table de routage

### ❑ Routes directement connectées

- La Distance Administrative est égale à 0

### ❑ Routes statiques

- La Distance Administrative a une valeur par défaut égale à 1



```
R2#show ip route 172.16.3.0
Routing entry for 172.16.3.0/24
Known via "static", distance 1, metric 0 (connected)
Routing Descriptor Blocks:
* directly connected, via Serial0/0/0
Route metric is 0, traffic share count is 1
```

```
R2#show ip route
(**output omitted**)

Gateway of last resort is not set

D 192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0
C 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R 192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
D 192.168.6.0/24 [90/2172416] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0
R 192.168.7.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
R 192.168.8.0/24 [120/2] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
```

# Boucles de routage

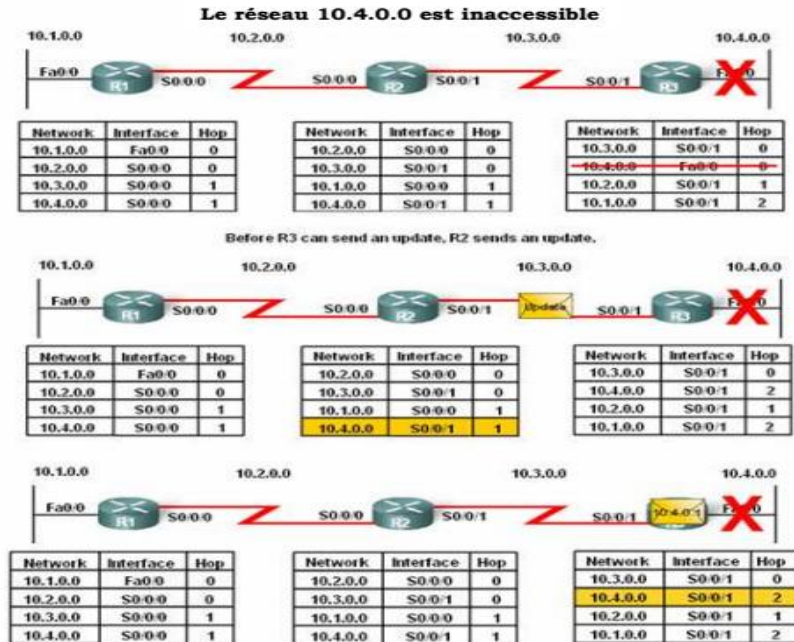
Une **boucle de routage** est un état dans lequel un paquet est continuellement transmis par une série de routeurs sans jamais atteindre sa destination

Les **boucles de routage** peuvent être causées par:

- Des routes statiques mal configurées
- Une redistribution de routes mal configurée
- Une convergence lente
- Des routes devenues indisponibles mal prises en compte

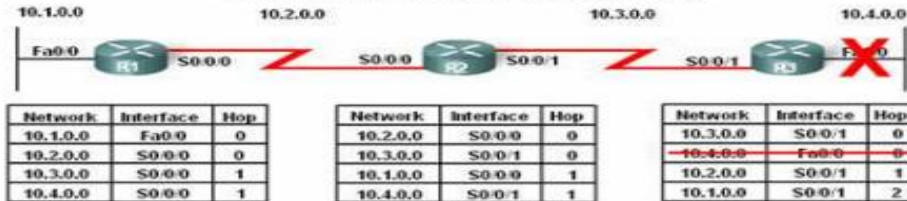
Les **boucles de routage** peuvent créer les problèmes suivants:

- Utilisation excessive de la bande passante
- Sur-utilisation des ressources CPU
- La convergence du réseau est dégradée
- Des mises à jour de routage peuvent être perdues ou traitées trop tardivement

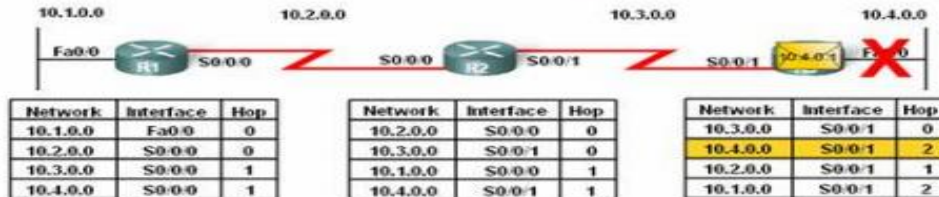
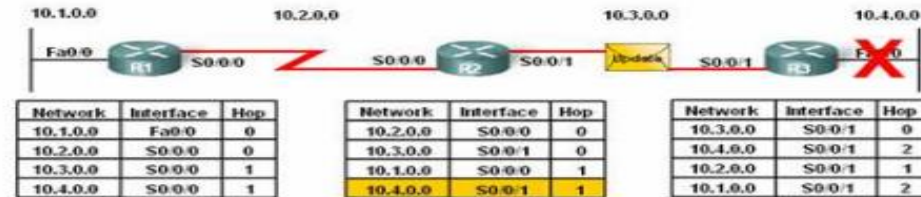


# Boucles de routage

Le réseau 10.4.0.0 est inaccessible



Before R3 can send an update, R2 sends an update.



# Boucles de routage

Boucle de routage : les paquets circulent à l'infini dans le réseau  
A chaque mise à jour le nombre de sauts est incrémenté dans la table de routage

**A chaque mise à jour le nombre de sauts est incrémenté**



Network	Interface	Hop
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/0	24

Network	Interface	Hop
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	23

Network	Interface	Hop
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	S0/0/1	22
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

# Solutions pour les boucles de routage

1. Définir un nombre maximum de sauts (TTL)
2. **Route poisoning** : lorsqu'une route vers un réseau tombe, le réseau est immédiatement averti. La route est empoisonnée d'une métrique de distance infinie (le maximum de sauts +1. Pour RIP la route infinie a la métrique 16).
3. **Split horizon** : le mécanisme Split horizon empêche un routeur d'envoyer des informations sur une route (de métrique plus élevée) à travers l'interface par laquelle il a appris l'information sur la route concernée.
4. **Split Horizon avec Poison Reverse** : le protocole de routage avertit une route défaillante par l'interface par laquelle elle a été apprise mais en la marquant d'une métrique de distance infinie.

# Solutions pour les boucles de routage

## 1. Temporisations

Un routeur en régime stable diffuse régulièrement un message pour avertir que sa table de routage est toujours opérationnelle.

Ex: RIP envoie sa table de routage toutes les **30 secondes**

Lorsqu'une modification de la table de routage intervient, le routeur envoie un message avant son délai régulier. Cela permet une prise en compte des modifications beaucoup plus rapidement.

Ex: RIP envoie à **+/- 0 à 5 secondes**.

- **Invalid timer.** Si le routeur ne reçoit aucune mise à jour d'une route dans l'intervalle de temps de ce timer (les 180s pour RIP), alors la route est marquée non valide (pour RIP métrique = 16). Néanmoins la route est sauvegardé jusqu'à la fin de la temporisation d'annulation (Flush timer).
- **Flush timer** (annulation). Si le routeur ne reçoit pas dans les 240s une mise à jour pour cette route, la route est supprimée de la table de routage.
- **Holdown timer** (Mise hors service). Cette temporisation permet d'éviter les boucles de routages au moment de la convergence de la topologie sur la base de nouvelles informations. Lorsqu'une route devient inaccessible, elle doit le rester assez longtemps pour que tous les routeurs découvrent que le réseau est inaccessible par cette route.



# Boucles de routage

Les protocoles de routage Vecteur de Distance fixent une valeur spécifique de métrique pour indiquer l'infini

Dès que le routeur a compté "à l'infini", il marque la route comme inaccessible  
Pour RIP la valeur « infini » est 16

**10.4.0.0 est inaccessible. Le nombre de sauts est égal à 16**



Network	Interface	Hop
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/0	16

Network	Interface	Hop
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	16

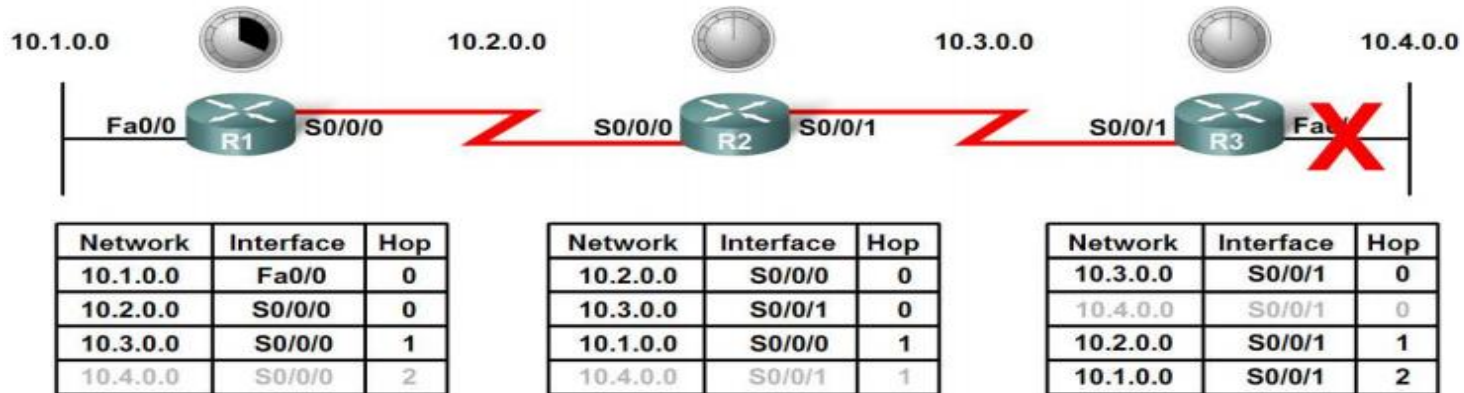
Network	Interface	Hop
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	S0/0/1	16
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

# Boucles de routage

## Eviter les boucles avec les timers d'attente

### Les Timers "Holddown"

- ❑ permettent à un routeur d'attendre pendant une période de temps avant d'accepter un changement pour une route
- ❑ Permettre aux mises à jour de se propager à travers le réseau avec l'information la plus récente



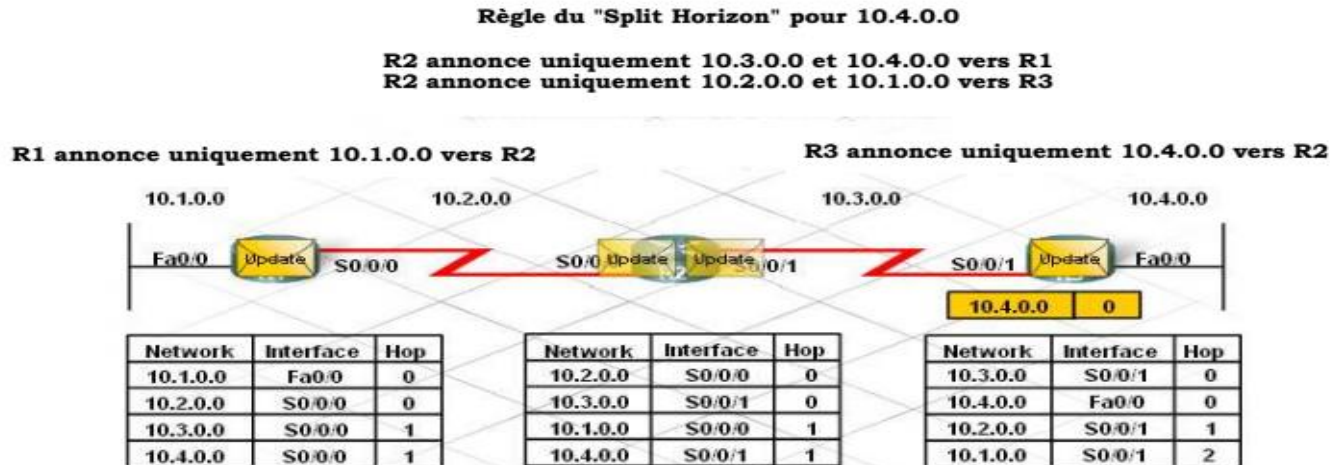


# Boucles de routage

## Eviter les boucles avec "Split Horizon"

### Règle du "Split Horizon"

Un routeur ne doit pas annoncer un réseau sur l'interface par laquelle celui-ci a été appris



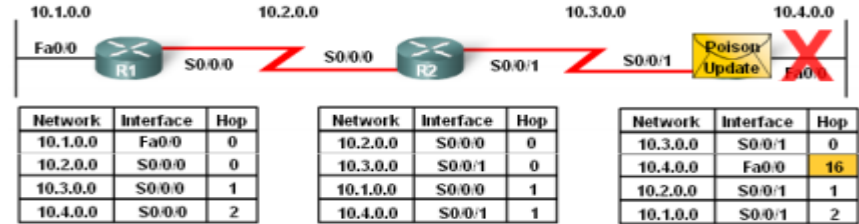
# Boucles de routage

## "Split horizon" avec route « empoisonnée »

Lorsqu'un routeur apprend qu'une route est inaccessible sur une interface, il doit annoncer cette route comme inaccessible vers les autres réseaux

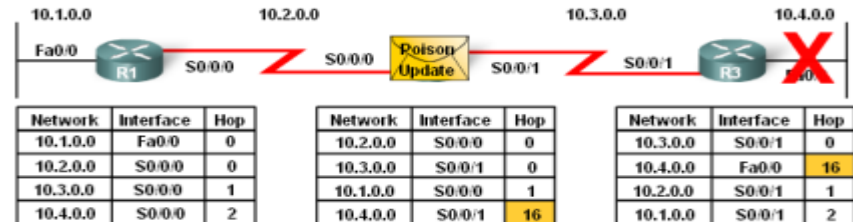
### Route "empoisonnée"

**Le réseau 10.4.0.0 devient inaccessible**  
**R3 "empoisonne" la route avec une métrique "infinie".**  
**R3 transmet une mise à jour déclenchée ver R2**



### "Poison Reverse"

**R2 "empoisonne" la route avec une métrique "infinie".**  
**R2 transmet "Poison Reverse" vers R3.**

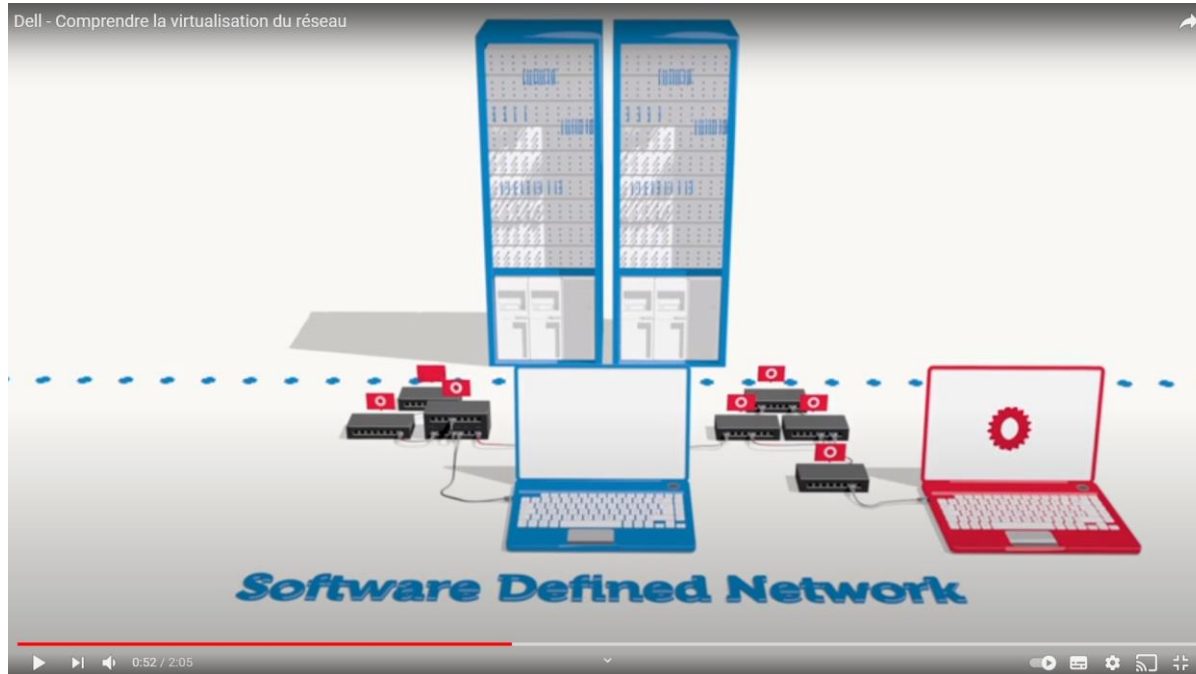


# Boucles de routage

## Protocol IP et TTL

- Le champ TTL est situé dans l'en-tête IP et il est utilisé pour éviter que les paquets voyagent indéfiniment dans le réseau
- Le champ TTL contient une valeur numérique initialisé par la source du paquet
- La valeur numérique est décrémentée de 1 par chaque routeur sur la route vers la destination
- Si la valeur numérique atteint 0 alors le paquet est éliminé

# Software Defined Network



<https://youtu.be/5hz8ZrpO5gQ>