



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


# École Nationale d'Ingénieurs de Carthage

*Module*

## Routage des réseaux

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

1




المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

# Structuration du cours

1. Concept de routage & Principe de transfert de paquet
2. Routage statique
3. Protocoles de routage à vecteur de distance
4. Etude détaillée de table de routage
5. Protocole EIGRP
6. Protocoles de routage à états de liens
7. Protocole OSPF
8. Evolutivité des réseaux & routage

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

2



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

École Nationale d'Ingénieurs de  
Carthage

---


*Chapitre 3*

## **Protocoles de routage à vecteur de distance**

---

*F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017*

3



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

**Protocoles de routage à vecteur  
de distance**

---

- Présentation des protocoles de routage à vecteur de distance
- Découverte des réseaux
- Maintenance de la table de routage
- Boucles de routage : problème & solutions
- Aperçu sur le protocole RIP

---

*F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017*

4

## Chapitre 3

### Présentation des protocoles de routage à vecteur de distance

### Présentation de la technologie vecteur de distance (1)

→ **Technologie de vecteur de distance** : basé sur deux concepts :

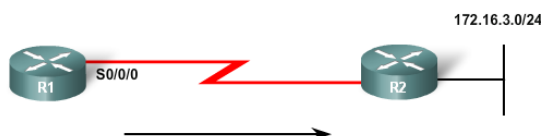
- **Distance** jusqu'à la destination finale  $\equiv$  mesure, comme le **nombre de sauts**,
- **Vecteur**, ou direction, vers laquelle le trafic doit circuler  $\equiv$  simplement le **routeur de tronçon suivant** ou l'**interface de sortie**.

👉 les **routes** sont annoncées en tant que **vecteurs de distance et de direction**.

👉 Le routeur ne connaît pas le **chemin complet** vers un réseau de destination, ni la topologie du réseau


Signification du vecteur de distance

Distance = Longueur



Vecteur = Direction

Pour R1, 172.16.3.0/24 est distant d'un saut (distance).  
Il est accessible via R2 (vecteur).

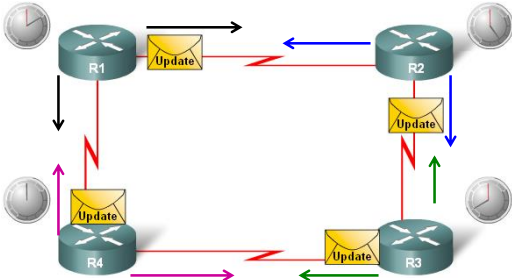


المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Présentation de la technologie vecteur de distance (2)


→ **Caractéristiques des protocoles de routage à vecteurs de distance :**

- **Mises à jour périodiques** ⇒ envoyés à intervalles fixes
- **voisins** ⇒ routeurs qui partagent une liaison et qui sont configurés de manière à utiliser le même protocole de routage.
- ⚡ Le routeur ne connaît que les adresses réseau de ses propres interfaces et les adresses des réseaux distants qu'il peut atteindre par le biais de ses voisins.
- Diffusion des mises à jour ⇒ à l'adresse 255.255.255.255
- La totalité de la table de routage est incluse dans la mise à jour



F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

7




المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Algorithmes des protocoles de routage à vecteurs de distance

L'algorithme définit les processus suivants :

- Mécanisme d'envoi et de réception des informations de routage
- Mécanisme de calcul des meilleurs chemins et d'installation de routes dans la table de routage
- Mécanisme de détection des modifications topologiques et de réaction à celles-ci

**Exemple de détection et réaction face aux modification de la topologie:**




Réseau	Interface	Saut
172.16.1.0/24	Fa0/0	0
172.16.2.0/24	S0/0/0	0
<del>172.16.3.0/24</del>	<del>S0/0/0</del>	<del>1</del>

Réseau	Interface	Saut
172.16.2.0/24	S0/0/0	0
<del>172.16.3.0/24</del>	<del>Fa0/0</del>	<del>0</del>
172.16.1.0/24	S0/0/0	1

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

8




المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Caractéristiques des protocoles de routage à vecteur de distance

- **Temps de convergence** ⇒ **rapidité** des routeurs à partager les informations de routage et à disposer d'une base de connaissances cohérente.
  - Une convergence lente peut engendrer des tables de routage non mises à jour ⇒ boucles de routage
- **Evolutivité** ⇒ **taille maximale** d'un **réseau** supporté par un protocole de routage
- **Sans classe (utilisation d'un masque VLSM) ou par classe** ⇒ supporter le découpage VLSM et meilleur résumé de route
- **Utilisation des ressources** ⇒ nécessité d'un matériel plus puissant plus le besoin en ressource est élevé (**espace mémoire, processeur & bande passante**)
- **Implémentation et maintenance** ⇒ connaissances qu'un administrateur réseau doit posséder pour **implémenter et gérer le réseau** en fonction du protocole de routage déployé.

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

9




المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Avantages & inconvénients des protocoles de routage à vecteur de distance

Avantages :	Inconvénients :
<b>Implémentation et maintenance simples.</b> Le niveau de connaissances requis pour déployer et effectuer la maintenance ultérieure d'un réseau avec un protocole à vecteur de distance n'est pas élevé.	<b>Convergence lente.</b> L'utilisation de mises à jour périodiques peut ralentir la convergence. Même si des techniques avancées sont utilisées, telles que les mises à jour déclenchées qui seront abordées ultérieurement, la convergence globale est toujours plus lente que celle constatée avec les protocoles de routage d'état des liaisons.
<b>Faibles ressources requises.</b> Les protocoles à vecteur de distance n'ont généralement pas besoin de grandes quantités de mémoire pour stocker les informations. Ils ne nécessitent pas non plus une UC puissante. Selon la taille du réseau et l'adressage IP implémentés, ils ne nécessitent généralement pas une bande passante importante pour envoyer les mises à jour de routage. Cependant, cela peut devenir un problème si vous déployez un protocole à vecteur de distance dans un réseau important.	<b>Évolutivité limitée.</b> La convergence lente peut limiter la taille du réseau car des réseaux plus importants nécessitent davantage de temps pour propager les informations de routage.
	<b>Boucles de routage.</b> Des boucles de routage peuvent survenir lorsque des tables de routage incohérentes ne sont pas mises à jour en raison d'une convergence lente dans un réseau changeant.

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

10



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Comparaison des protocoles de routage à vecteur de distance


→ **Facteurs pour déterminer** le choix du protocole de routage (**entre RIP et EIGRP**) :

- **taille du réseau**
- **Compatibilité** entre les modèles des routeurs
- **connaissances administratives** requises

	Vecteur de distance			
	RIPv1	RIPv2	IGRP	EIGRP
Vitesse de convergence	Lent	Lent	Lent	Rapide
Évolutivité : taille du réseau	Petit	Petit	Petit	Grand
Utilisation de VLSM	Non	Oui	Non	Oui
Utilisation des ressources	Bas	Bas	Bas	Moyen
Implémentation et maintenance	Simple	Simple	Simple	Complexe

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

11




المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Chapitre 3

### Découvertes des réseaux

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

12




المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Démarrage à froid

- Ou **cold starts** = découverte du réseau **initial** ⇒ les réseaux **directement connectés** sont **initialement placés** dans la table de routage
- Lorsqu'un routeur démarre à froid ou est **mis sous tension**, il ne dispose que des informations de son propre fichier de configuration (**startup-config**) ⇒ il détecte **initialement** ses **propres réseaux** connectés directement si l'**adressage IP** a été correctement configuré.

Exemple :

Après mise sous tension des routeurs, configuration des interfaces, et avant l'échange des informations de routage :




Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

13




المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Echange initial d'informations de routage (1)

- Quand le protocole de routage est configuré, les routeurs vérifient si une nouvelle information est présente :
  - La **métrique** est mise à jour
  - La **nouvelle information** est enregistrée dans la table de routage
- ↳ les routeurs **connaissent** leurs **propres réseaux directement connectés** et les **réseaux connectés de leurs voisins immédiats**.

Exemple :

1. Préparation des mises à jour avec incrémentation de métriques et envoi sur les différentes interfaces:




Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

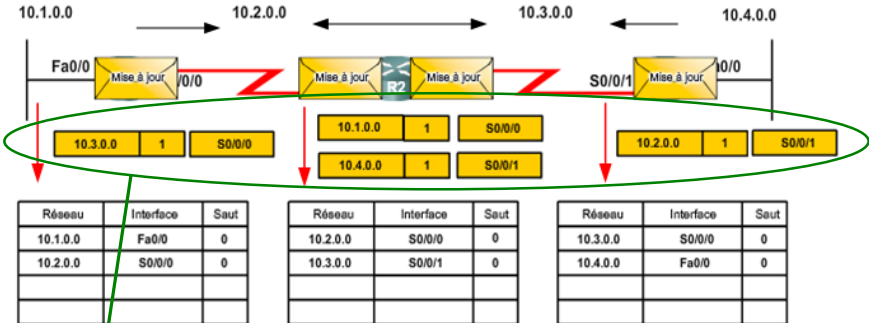
14



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Echange initial d'informations de routage (2)


2. Enregistrement de la nouvelle information dans la table de routage :



Les nouveaux réseaux sont enregistrés avec comme interface de sortie celle de laquelle il a reçu l'information

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

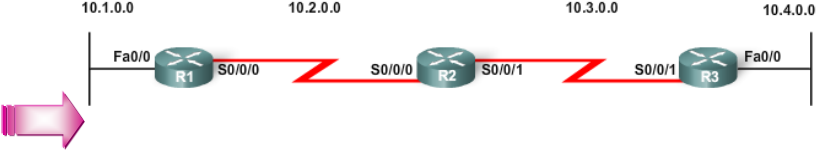
15



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Echange initial d'informations de routage (3)

2. Nouvelles tables de routage après le premier échange :



Réseaux	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1

Réseaux	Interface	Saut
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	1

Réseaux	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/0	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1


- R1 ne connaît pas encore le réseau 10.4.0.0
- R3 ne connaît pas encore le réseau 10.1.0.0

↳ Besoin d'un autre échange ⇒ Convergence

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

16





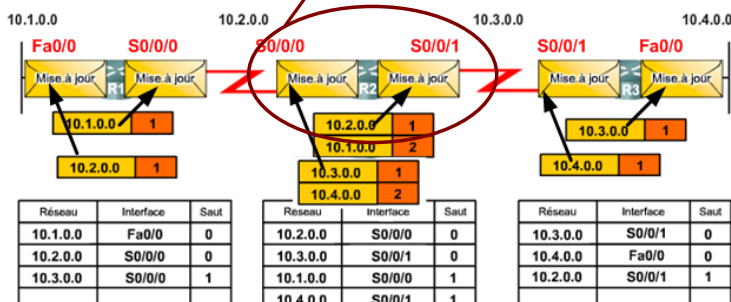
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Deuxième étape d'échange d'information (1)

- Chaque routeur envoie de nouveau les mises à jour en appliquant la technique de « **découpage d'horizon** » :
- Un routeur ne peut envoyer des informations via une interface d'où il les a reçues.
- Chaque routeur vérifie une nouvelle fois les mises à jour à la recherche de nouvelles informations.


Exemple :

R2 n'envoie pas de mise à jour du réseau 10.1.0.0 via l'interface Serial 0/0/0 car il a pris connaissance de ce réseau via l'interface Serial 0/0/1.



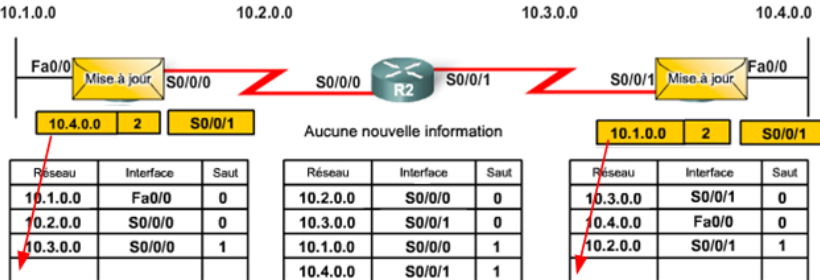
F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

17



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Deuxième étape d'échange d'information (2)



Nouvelles tables de routage :

R1

Réseau	Interface	Saut
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	2

R2

Réseau	Interface	Saut
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	1

R3

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

18

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

# Convergence (1)

■ Atteinte quand :

■ Toutes les tables de routage dans le réseau contiennent la même information

■ Si aucune nouvelle information n'est trouvé, la convergence est atteinte

■ Un réseau n'est complètement opérationnel tant qu'il n'a pas convergé

↳ Préférence pour les protocoles de routage avec un temps de convergence court ⇒ protocoles de routage évolués

Exemple :

10.1.0.0

10.2.0.0

10.3.0.0

10.4.0.0

Fa0/0

R1

S0/0/0

S0/0/0

R2

S0/0/1

S0/0/1

R3

Fa0/0

Réseau	Interface	Saut
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	2

Réseau	Interface	Saut
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	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

• Diamètre du réseau = 2

• Tous les routeurs détectent tous les réseaux de la topologie au bout de deux échanges

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

19

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

# Convergence (2)

■ Le temps nécessaire à un réseau pour converger est directement proportionnel à la taille de ce réseau.

■ La vitesse de convergence englobe :

■ la vitesse à laquelle le routeur propage une modification de la topologie lors d'une mise à jour de routage à ses voisins

■ la vitesse de calcul des meilleurs chemins à l'aide des nouvelles informations de routage collectées.

Convergence Time

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

20

10

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Chapitre 3

Maintenance de la table de routage

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

21

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Mises à jour périodiques (1)

- Envoies réguliers des tables de routage par les routeurs à leurs voisins, à des intervalles prédéfinis, données = timer (minuteur) de mise à jour
  - Exemple : pour le protocole RIP, le timer de mise à jour = 30 secondes ⇒ permet également de connaître l'âge des informations de routage dans une table de routage.

Mises à jour périodiques

Réseau	Interface	Saut
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	2

Réseau	Interface	Saut
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	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

22

## Mises à jour périodiques (2)

- Pour vérifier les compteurs : « show ip route », « show ip protocols »

```
R1#show ip route
<output omitted>

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/16 is subnetted, 4 subnets
C    10.2.0.0 is directly connected, Serial0/0/0
R    10.3.0.0 [120/1] via 10.2.0.2, 00:00:04, Serial0/0/0
C    10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R    10.4.0.0 [120/2] via 10.2.0.2, 00:00:04, Serial0/0/0
```

Temps écoulé depuis la dernière mise à jour,  
actualisé à chaque mise à jour

```
R1#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 13 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  <output omitted>
  Routing for Networks:
    10.0.0.0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    10.3.0.1         120          00:00:27
  Distance: (default is 120)
```

## Mises à jour périodiques (3)

### Remarque :

- RIP utilise 4 timers:
  - Timer de mise à jour** = période d'envoi de la table de routage aux voisins (30 secondes)
  - Temporisation (Invalid timer)** = temps suite auquel une route est marquée non valide (aucune mise à jour n'a été reçue pour actualiser une route existante), la valeur par défaut est 180 secondes, sans la retirer de la table de routage.
  - Annulation (Flush timer)** = temps suite auquel la route est supprimée de la table de routage, la valeur par défaut est 240 secondes.
  - Mise hors service (Holddown timer)** = minuteur utilisé pour stabiliser les informations de routage, durant lequel une route marquée inaccessible doit rester hors service pour que tous les routeurs de la topologie le découvrent, la valeur par défaut est 180 secondes

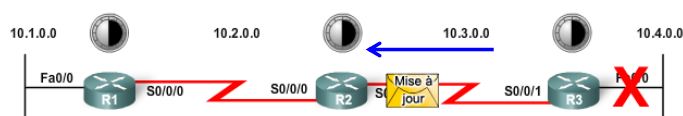
## Mises à jour déclenchés (1)

- Mise à jour envoyée **immédiatement** en réponse à la **modification d'un routage**
- Permet d'**accélérer la convergence** en cas de **modification de la topologie**.
- Utilisé par le **protocole RIP**
- Des mises à jour déclenchées sont envoyées en cas de:
  - une **interface change d'état** (activée ou désactivée)
  - Une **route passe à l'état « inaccessible »** (ou sort de cet état)
  - Une **route est installée** dans la table de routage

### Exemple :

Le réseau 10.4.0.0 n'est plus disponible

1. Quand le routeur R3 en prend connaissance, il envoie les informations à ses voisins.



F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

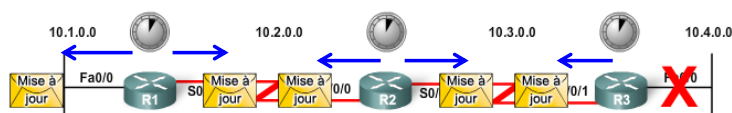
25

## Mises à jour déclenchés (2)

2. Quand le routeur R2 en prend connaissance, il supprime la route puis envoie les informations à ses voisins.



3. Quand le routeur R1 en prend connaissance, il supprime la route
4. Des mises à jour régulières reprennent leur activité



F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

26

## Mises à jour déclenchées (3)

### Remarque :

Deux problèmes associés aux mises à jour déclenchées :

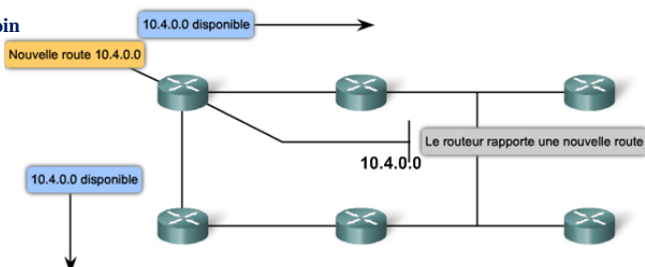
- Les paquets contenant le message de mise à jour peut être **abandonné** ou endommagé par une liaison dans le réseau.
  - Les mises à jour déclenchées **ne se produisent pas instantanément** ⇒ possibilité qu'un routeur n'ayant pas encore reçu la mise à jour déclenchée émette une mise à jour régulière au mauvais moment ⇒ **réinsertion de la route incorrecte** dans un voisin ayant déjà reçu la mise à jour déclenchée.
- ↳ Pour le RIP, les mises à jour déclenchées sont **associées** aux mises à jour régulières

## Mises à jour limitées

- Utilisé dans le protocole **EIGRP**
- **mises à jour limitées** à propos d'une route en cas de modification d'un chemin ou de la mesure pour cette route.
- Mise à jour **ne concernant que le réseau modifié** et non la table entière.
- Informations envoyées **uniquement aux routeurs qui en ont besoin**.

↳ Caractéristiques des mises à jour EIGRP :

- **partielles** ⇒ seules les nouvelles informations sont envoyées et non la totalité de la table
- **déclenchées** par les changements de topologie
- **Bornés** ⇒ seuls les routeurs ayant besoin de ces informations sont mis à jour.
- **Non périodiques**



## Gigue aléatoire

- Problème qui se pose quand plusieurs routeurs **transmettent simultanément** des mises à jour de **routing sur des segments LAN à accès multiples (concentrateurs)**.
- « **synchronisation des mises à jour** »  $\equiv$  envoi de mises à jour **en simultané**  $\Rightarrow$  engendre:
  - **Collision des paquets** de mise à jour
  - Délais ou **consommation de bande passante**.
- **Solution** : Utilisation d'une **variable aléatoire** appelée « **RIP\_JITTER (gigue aléatoire)** » qui soustrait un délai variable (entre **0 % et 15 % de l'intervalle spécifié**) à l'intervalle de mise à jour pour chaque routeur dans le réseau.



## Chapitre 3

### Boucles de routage : problème & solutions

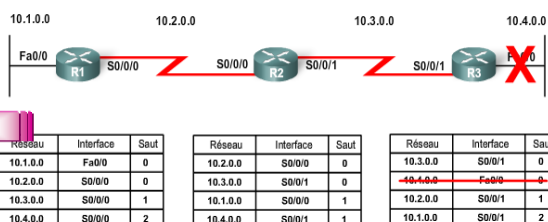
## Problème de boucle de routage (1)

- Condition dans laquelle **un paquet est transmis en continu** entre une série de routeurs sans jamais atteindre le **réseau de destination souhaité**.
- Dus à :
  - mauvaise configuration des **routes statiques**
  - mauvaise configuration de la **redistribution de route** (**Redistribution** de routes configurées incorrectement (la redistribution, c.-à-d. le processus de transmission des informations de routage d'un protocole de routage à un autre)
  - **convergence lente** qui résultent des Tables de routage incohérentes non mises à jour
  - ...etc

### Exemple :

1. Le réseau 10.4.0.0 tombe en panne

↪ R3 élimine cette route immédiatement de sa table de routage

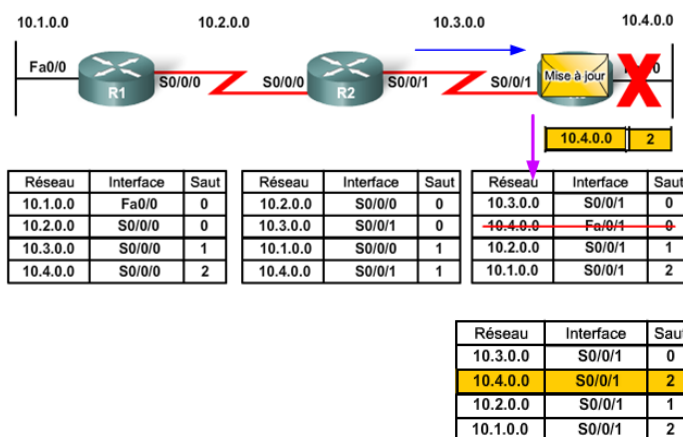


F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

31

## Problème de boucle de routage (2)

2. Avant que R3 envoie sa mise à jour, il reçoit celle de R2
3. R3 installe une route « incorrecte » dans le réseau 10.4.0.0 avec un nombre de sauts = 2



F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

32

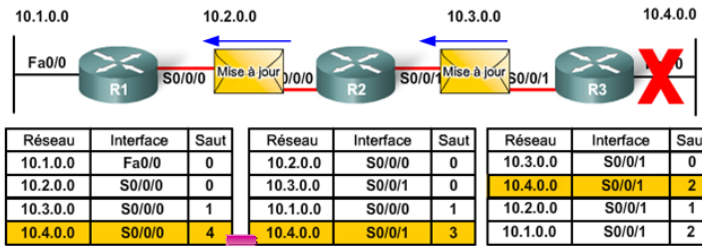


Problème de boucle de routage (3)

- Comptage à l'infini ≡ situation qui se produit lorsque des mises à jour de routage inexactes augmentent la valeur de la mesure jusqu'à l'infini pour un réseau qui n'est plus accessible.

Exemple :

Suite aux 2<sup>ème</sup> échange : R2 fait passer le nombre de saut du réseau 10.4.0.0 à 3, et R1 le passe à 4



3<sup>ème</sup> échange :

Réseau	Interface	Saut
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	6

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	S0/0/1	5
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	S0/0/1	4
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

Problème de boucle de routage (4)

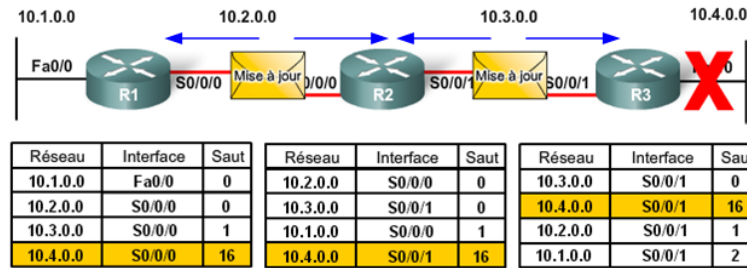
Effets des boucles de routage & comptage à l'infini

- Utilisation énorme de la bande passante
- Utilisation sollicitée des ressources de la CPU
- Dégradation de la convergence du réseau
- Pertes des mises à jour de routage

🔧 **Solution au comptage à l'infini** : définition d'une **valeur maximale** pour indiquer l'infinie

→ Quand le routeur atteint l'infinie, il marque la route **comme inaccessible**

■ **Exemple** : le protocole RIP considère que **16 sauts** représentent l'infini



ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Prévention des boucles : minuteurs de mise hors service (1)

■ Les minuteurs de mise hors service exigent des routeurs la suspension, pendant une durée spécifiée, de toute modification pouvant affecter les routes.

■ Si une route est identifiée comme désactivée ou susceptible de l'être, toute autre information concernant cette route ayant le même statut est ignorée pendant la période de mise hors service.

↳ les routeurs laisseront la route inaccessible dans cet état pendant une période suffisamment longue pour permettre aux mises à jour de propager les toutes dernières informations aux tables de routage.

Fonctionnement détaillé

1. Un routeur reçoit une mise à jour déclenché d'un voisin indiquant un réseau devenu inaccessible.

2. Il marque la route « éventuellement inactive » et démarre le minuteur de mise hors service.

3. Pendant la période de mise hors service :

- Si mise à jour reçu avec une mesure inférieure pour ce réseau ⇒ réseau rétabli et minuteur de mise hors service supprimé
- Si mise à jour avec une mesure identique ou supérieure pour ce réseau ⇒ message ignoré

4. Les routeurs continuent d'acheminer les paquets aux réseaux de destination qui sont marqués comme étant éventuellement inactifs ⇒ Si réseau de destination réellement indisponible ⇒ routage de type trou noir est créé et dure jusqu'à l'expiration du minuteur de mise hors service.

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

35

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Prévention des boucles : minuteurs de mise hors service (2)

Exemple :

Le réseau 10.4.0.0 tombe en panne.

La mise à jour déclenchée est envoyée par R3 vers R2.

R2 place le réseau 10.4.0.0 en retenue.

R1 envoie une mise à jour périodique. R2 envoie une mise à jour déclenchée.

R2 ignore la mise à jour du réseau 10.4.0.0 à partir de R1.

R1 place le réseau 10.4.0.0 en retenue.

R2 et R3 envoient des mises à jour périodiques.

Le trafic vers le réseau 10.4.0.0 est toujours routé lors de la retenue.

Le minuteur de mise hors service de R2 expire. Le réseau 10.4.0.0 est supprimé.

R1 envoie une mise à jour périodique.

Le minuteur de mise hors service de R1 expire. Le réseau 10.4.0.0 est supprimé.

Minuteur de mise hors service

Minuteur de mise hors service

10.1.0.0

10.2.0.0

10.3.0.0

10.4.0.0

Fa0/0 R1

S0/0/0

S0/0/0 R2

S0/0/1

S0/0/1 R3

Fa0/0

Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	S0/0/1	0
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
10.4.0.0	S0/0/0	2	10.4.0.0	S0/0/1	1	10.1.0.0	S0/0/1	2

↓

10.1.0.0

10.2.0.0

10.3.0.0

10.4.0.0

Fa0/0 R1

S0/0/0

S0/0/0 R2

S0/0/1

S0/0/1 R3


Fa0/0

Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	S0/0/1	0
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
10.4.0.0	S0/0/0	2	10.4.0.0	S0/0/1	1	10.1.0.0	S0/0/1	2

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

36

18



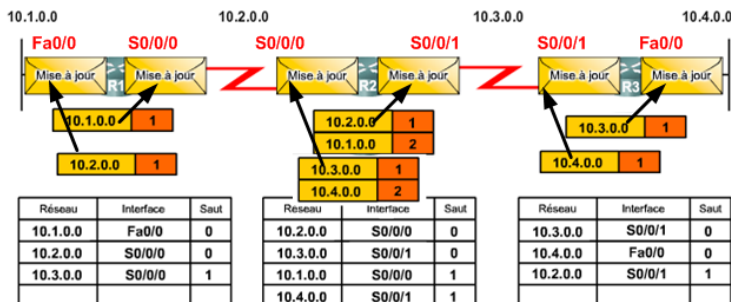
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Prévention des boucles : découpage d'horizon (1)

- Autre méthode qui permet d'empêcher les boucles de routage:
  - « un routeur ne doit pas annoncer de réseau par le biais de l'interface dont est issue la mise à jour ».
- La règle de découpage d'horizon **n'élimine pas complètement** les boucles !!!

Exemple :

R3 n'annonce que le réseau 10.4.0.0 à R2.  
R2 n'annonce que les réseaux 10.3.0.0 et 10.4.0.0 à R1.  
R2 n'annonce que les réseaux 10.2.0.0 et 10.1.0.0 à R3.  
R1 n'annonce que le réseau 10.1.0.0 à R2.




Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1

Réseau	Interface	Saut
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	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

37




المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Prévention des boucles : Empoisonnement de route (1)

- Empoisonnement de route = autre méthode pour éviter les boucles de routage:
  - marquer la route comme étant inaccessible dans une mise à jour de routage qui est envoyée à d'autres routeurs.
  - Une route est inaccessible est celle ayant une mesure définie à sa valeur maximale. Pour le protocole RIP, une route empoisonnée a une mesure de 16
  - Une fois le routeur a appris qu'une route est inaccessible via une interface, il l'annonce comme telle de retour via la même interface

Exemple :

Le réseau 10.4.0.0 devient indisponible en raison d'une défaillance de liaison  
R3 empoisonne la mesure avec la valeur 16, puis envoie une mise à jour déclenchée indiquant que le réseau 10.4.0.0 n'est pas disponible.



Réseau	Interface	Saut
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	2

Réseau	Interface	Saut
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	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	16
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

38

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Prévention des boucles : Empoisonnement de route (2)

■ R2 « empoisonne » la route avec une valeur infinie, puis envoie une mise à jour de poison déclenché à R1

10.1.0.0      10.2.0.0      10.3.0.0      10.4.0.0

Fa0/0      S0/0/0      S0/0/1      S0/0/1      Fa0/0

R1      R2      R3

Réseau	Interface	Saut
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	2

Réseau	Interface	Saut
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	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	16
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

■ R1 « empoisonne » la route avec une valeur infinie,

■ Le réseau est convergé sur la route empoisonnée

10.1.0.0      10.2.0.0      10.3.0.0      10.4.0.0

Fa0/0      S0/0/0      S0/0/0      S0/0/1      S0/0/1      Fa0/0

R1      R2      R3

Réseau	Interface	Saut
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	2

Réseau	Interface	Saut
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

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	16
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

39

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Prévention des boucles : découpage d'horizon avec Empoisonnement inverse (1)

■ Action spécifique qui annule le découpage d'horizon pour les routes inaccessibles

■ Part du principe qu'il vaut mieux indiquer explicitement à un routeur d'ignorer une route que de lui cacher l'existence de la route.

■ Règle:  
« lors de l'envoi de mises à jour via une interface spécifique, tout réseau dont l'existence a été apprise sur cette interface est désigné comme étant inaccessible ».

Exemple :

■ Le réseau 10.4.0.0 devient indisponible en raison d'une défaillance de liaison

■ R3 empoisonne la mesure avec la valeur 16, puis envoie une mise à jour déclenchée indiquant que le réseau 10.4.0.0 n'est pas disponible.

10.1.0.0      10.2.0.0      10.3.0.0      10.4.0.0

Fa0/0      S0/0/0      S0/0/1      S0/0/1      S0/0/1      Fa0/0

R1      R2      R3

Réseau	Interface	Saut
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	2

Réseau	Interface	Saut
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	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	16
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

40

20

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Prévention des boucles : découpage d'horizon avec Empoisonnement inverse (2)

■ R2 « empoisonne » la route avec une valeur infinie, puis envoie un « empoisonnement inverse » à R3

10.1.0.0

10.2.0.0

10.3.0.0

10.4.0.0

R1

S0/0/0

S0/0/0

R2

S0/0/0

S0/0/1

R3

S0/0/1

10.0.0

base à jour des poisons

Réseau	Interface	Saut
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	2

Réseau	Interface	Saut
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	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	16
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

10.1.0.0

10.2.0.0

10.3.0.0

10.4.0.0

R1

S0/0/0

S0/0/0

R2

S0/0/0

S0/0/1

S0/0/1

R3

S0/0/1

10.0.0

base à jour des poisons

Réseau	Interface	Saut
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	2

Réseau	Interface	Saut
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

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	16
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

41

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Prévention des boucles : Durée de vie d'un paquet IP ou TTL (1)

- permet de limiter le nombre de sauts qu'un paquet peut effectuer à travers le réseau avant d'être supprimé.
- Une autre méthode pour éviter les boucles de routage: en présence d'une boucle de routage, la valeur du champ TTL finira par atteindre 0 et le paquet sera alors supprimé par le routeur.

10.1.0.0

10.2.0.0

10.3.0.0

Fa0/0

R1

S0/0/0

S0/0/0

TTL=2

S0/0/1

S0/0/1

TTL=1

10.0.0

base à jour des poisons

Réseau	Interface	Saut
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	4

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	3

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	S0/0/1	2
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

10.1.0.0

10.2.0.0

10.3.0.0

Fa0/0

R1

S0/0/0

S0/0/0

TTL=0

S0/0/1

S0/0/1

R3

S0/0/1

10.0.0

Corbeille d'élimination des paquets

42

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Chapitre 3

Aperçu sur le protocole RIP

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 201743

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج


Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Historique du protocole RIP

Vue d'ensemble de l'impact historique du protocole RIP

Développement des protocoles réseau		Développement du protocole RIP	
Début des années 1970	Premières phases du développement du protocole TCP/IP	Protocole PUP (PARC Universal Protocol) Xerox	Protocole GWINFO (Gateway Information Protocol)
Milieu des années 1970		Xerox Network System (XNS)	Protocole RIP (Routing Information Protocol)
Fin des années 1970			
Début des années 1980	RFC standardisés TCP/IP 791, 793	Berkeley Software Distribution (UNIX BSD 4.2)	Démon routed (« route-dee »)
1988			RFC 1058 : RIP
1994			RFC 1723 : RIPv2
1997			RFC 2080 : RIPvng

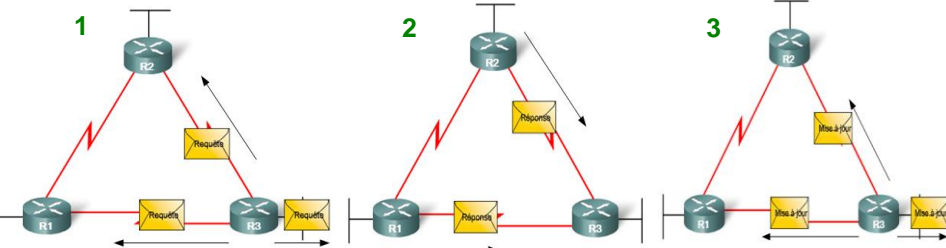
F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 201744



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


## Fonctionnement du protocole RIP

- Protocole de routage de première génération pour le IPv4 initialement (**RFC 1058**)
- **Facile à configurer** ⇒ bon choix pour les **petits réseaux**.
- **Distance administrative** par défaut du RIP est **120**
- Processus **requête/réponse**
- **Message requête** : Transmis lors du **démarrage** par **chaque interface RIP activée**
  - Les requêtes RIP permettent **aux voisins d'envoyer leurs tables de routage**
- **Message Réponse** : Envoyé aux routeurs sources de requête **contenant la table de routage**
- Le routeur qui vient de démarrer envoie **ensuite une mise à jour déclenchée** via toutes les interfaces RIP contenant sa propre table de routage pour communiquer les nouvelles routes aux voisins RIP.



*F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017*

45



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Différences entre RIPv1 & RIPv2

Caractéristiques et fonctions	RIPv1	RIPv2
Métrique	Les deux technologies utilisent le nombre de sauts comme simple métrique. Le nombre maximal de sauts correspond à 15.	
Mises à jour transmises à l'adresse	255.255.255.255	224.0.0.9
Prise en charge de VLSM	✗	✓
Prise en charge de CIDR	✗	✓
Prise en charge de la récapitulation	✗	✓
Prise en charge de l'authentification	✗	✓

*F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017*

46

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Configuration de base RIPv1

■ Pour **activer** le RIP :

■ Commande « **Router rip** »

■ L'invite devient **R1(config-router)#**

■ Pour **spécifier les réseaux** : Commande "**network**" :

■ **Active** le RIP au niveau des interfaces faisant partie du réseau

■ **Annonce** le réseau dans les mises à jour RIP envoyés chaque **30 secondes**

Commande network

Fonction

- Permet l'envoi et la réception des mises à jour du protocole RIP pour les interfaces appartenant au réseau spécifié.
- Annonce le réseau spécifié dans les mises à jour du protocole RIP.

SyntaxeRouter (config-router) **network** directly-connected-classful-address

R1 (config)#**router rip**

R1 (config-router)#**network 192.168.1.0**

R1 (config-router)#**network 192.168.2.0**

R2 (config)#**router rip**

R2 (config-router)#**network 192.168.2.0**

R2 (config-router)#**network 192.168.3.0**

R2 (config-router)#**network 192.168.4.0**

R3 (config)#**router rip**

R3 (config-router)#**network 192.168.4.0**

R3 (config-router)#**network 192.168.5.0**

192.168.3.0/24

1

Fa0/0

R2

S0/0/1

2

DCE

192.168.2.0/24

S0/0/0

DCE

1

Fa0/0

R1

192.168.1.0/24

192.168.4.0/24

S0/0/1

1

Fa0/0

R3

192.168.5.0/24

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

47

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Configuration de RIPv2

■ Utilisation de la commande "**version 2**"

■ RIPv2 **ignore** les messages de mises à jour de RIPv1

Exemple :

R1 (config)#**router rip**

R1 (config-router)#**version 2**

R2 (config)#**router rip**

R2 (config-router)#**version 2**

R3 (config)#**router rip**

R3 (config-router)#**version 2**

10.1.0.0/16

1

Fa0/0

R2

S0/0/1

2

DCE

192.168.0.0/24

192.168.1.0/24

192.168.2.0/24

192.168.255.0/24

Résumé du routage statique vers 192.168.0.0/16

209.165.200.228/30

S0/0/0

DCE

1

Fa0/0

R1

72.30.1.0/24

72.30.2.0/24

172.30.100.0/24

S0/0/1

1

Fa0/0

R3

172.30.110.0/24

172.30.200.32/28

Lo2

Lo1

172.30.200.16/28

R2 avant la configuration RIPv2

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

InterfaceSerial0/0/0Send Recv Triggered RIP Key-chain1 2

Serial0/0/11 2

Automatic network summarization is in effect

Routing for Networks:10.0.0.0209.165.200.0

Passive Interface(s):

Configuration de RIPv2:

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

R2 après la configuration RIPv2

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

InterfaceSerial0/0/0Send Recv Triggered RIP Key-chain2 2

Serial0/0/12 2

Automatic network summarization is in effect

Routing for Networks:10.0.0.0209.165.200.0

Passive Interface(s):

R2 après configuration de RIPv2:

RIPv2 ignore les mises à jour de RIPv1.

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

48

24

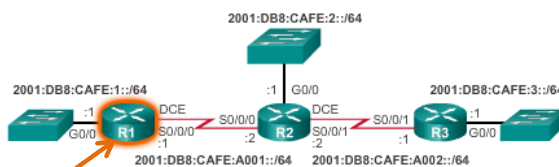




## Activation de RIPng : annonce des réseaux IPv6

- Pour permettre à un routeur de **transférer des paquets IPv6** ⇒ commande « **ipv6 unicast-routing** » en mode de configuration globale
- **Activation du RIPng sur une interface** ⇒ commande « **ipv6 rip domain-name enable** »  
↳ pas d'utilisation de la commande « **network network-address** »

### Exemple :



```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)#
R1(config)# interface gigabitEthernet 0/0
R1(config-if)# ipv6 rip RIP-AS enable
R1(config-if)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface serial 0/0/0
R1(config-if)# ipv6 rip RIP-AS enable
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)#
```

Nom de domaine

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

51

## Activation de RIPng : vérification

**R1# show ipv6 protocols**

```
IPv6 Routing Protocol is "connected"
IPv6 Routing Protocol is "ND"
IPv6 Routing Protocol is "rip RIP-AS"
Interfaces:
  Serial0/0/0
  GigabitEthernet0/0
Redistribution:
  None
R1#
```

**R1# show ipv6 route**

```
IPv6 Routing Table - default - 8 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user
Static route
  S - BGP, R - RIP, I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2
  IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary, O - EIGRP,
  EX - EIGRP external, ND - ND Default,
  NDP - ND Prefix, DCE - Destination, NDR - Redirect,
  O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter, OE1 - OSPF ext 1,
  OE2 - OSPF ext 2, ON1 - OSPF NSSA ext 1,
  ON2 - OSPF NSSA ext 2
C 2001:DB8:CAFE:1::/64 [0/0]
  via GigabitEthernet0/0, directly connected
L 2001:DB8:CAFE:1::1/128 [0/0]
  via GigabitEthernet0/0, receive
R 2001:DB8:CAFE:2::/64 [120/2]
  via FE80::FE99:47FF:FE71:78A0, Serial0/0/0
R 2001:DB8:CAFE:3::/64 [120/3]
  via FE80::FE99:47FF:FE71:78A0, Serial0/0/0
C 2001:DB8:CAFE:A001::/64 [0/0]
  via Serial0/0/0, directly connected
L 2001:DB8:CAFE:A001::1/128 [0/0]
  via Serial0/0/0, receive
R 2001:DB8:CAFE:A002::/64 [120/2]
  via FE80::FE99:47FF:FE71:78A0, Serial0/0/0
L FF00::/8 [0/0]
  via Null0, receive
R1#
```

**R1# show ipv6 route rip**

```
IPv6 Routing Table - default - 8 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user
Static route
  S - BGP, R - RIP, I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2
  IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary, O - EIGRP,
  EX - EIGRP external, ND - ND Default,
  NDP - ND Prefix, DCE - Destination, NDR - Redirect,
  O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter, OE1 - OSPF ext 1,
  OE2 - OSPF ext 2, ON1 - OSPF NSSA ext 1,
  ON2 - OSPF NSSA ext 2
R 2001:DB8:CAFE:2::/64 [120/2]
  via FE80::FE99:47FF:FE71:78A0, Serial0/0/0
R 2001:DB8:CAFE:3::/64 [120/3]
  via FE80::FE99:47FF:FE71:78A0, Serial0/0/0
R 2001:DB8:CAFE:A002::/64 [120/2]
  via FE80::FE99:47FF:FE71:78A0, Serial0/0/0
R1#
```

Le routage RIPng est configuré et s'exécute sur le routeur R1.

Les interfaces configurées avec le protocole RIPng.

F. Rouissi, Routage des réseaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Janvier 2017

52