

# Résumé du Cours : Réseaux et Protocoles

Dr A. DERDER

M1 RSD/HPC

# Introduction

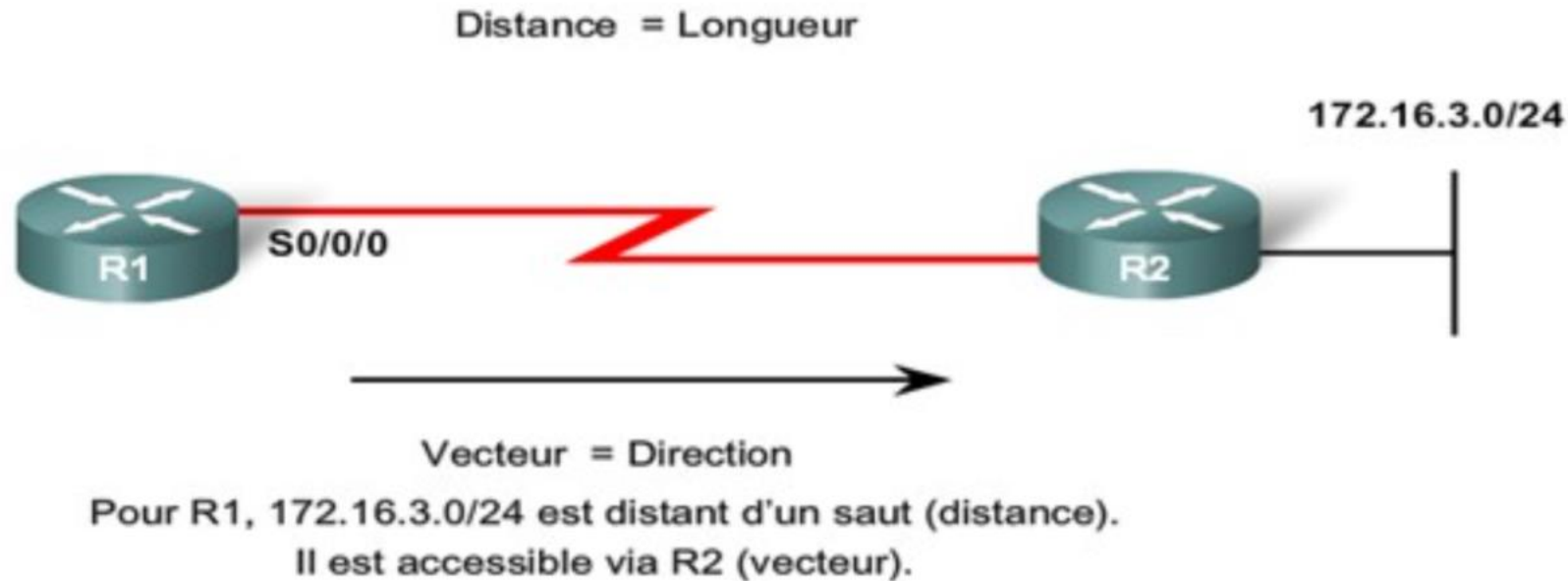
- **Routing Information Protocol (RIP, protocole d'information de routage) :**
  - ❑ est un protocole de routage IP de type [Vector Distance](#) (à vecteur de distances) s'appuyant sur l'algorithme de détermination des routes décentralisé [Bellman-Ford](#).
  - ❑ Il permet à chaque [routeur](#) de communiquer aux routeurs voisins la [métrique](#), c'est-à-dire la distance qui les sépare d'un réseau IP déterminé en termes de nombre de sauts ou « *hops* » en anglais.
  - ❑ Pour chaque réseau IP connu, chaque routeur conserve l'adresse du routeur voisin dont la métrique est la plus petite. Ces meilleures routes sont diffusées toutes les 30 secondes.

# Technologie de vecteur distance (1)

Un routeur utilisant un protocole de routage à vecteur de distance ne connaît pas le chemin complet vers un réseau de destination .

Il ne connaît que :

- la direction ou l'interface dans laquelle les paquets doivent être transmis ;
- la distance le séparant du réseau de destination.



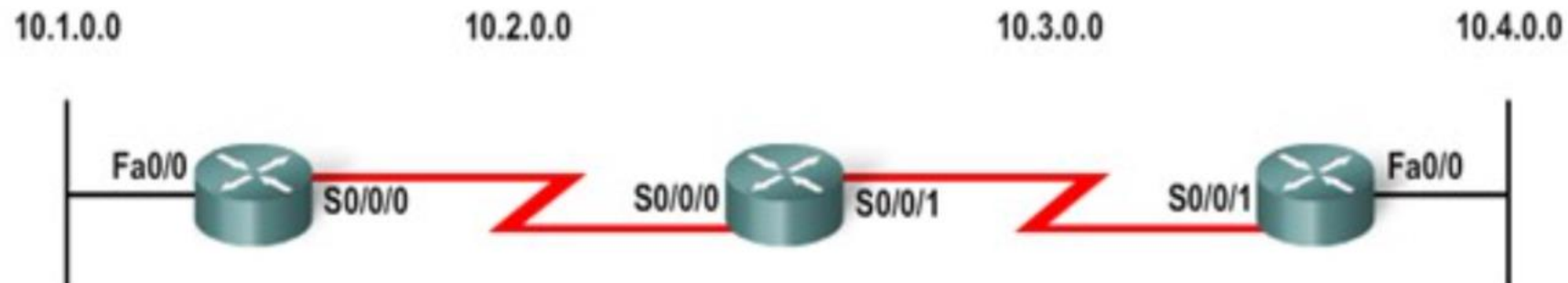
## Technologie de vecteur distance (2)

### Fonctionnement des protocoles de routage à vecteur de distance :

- Des mises à jour régulières sont envoyées à intervalles fixes (30 secondes pour le protocole RIP et 90 secondes pour le protocole IGRP)
- Les voisins sont des routeurs qui partagent une liaison et qui sont configurés de manière à utiliser le même protocole de routage.
- Les routeurs utilisant un routage à vecteur de distance ne connaissent pas la topologie du réseau.
- Des mises à jour de diffusion sont envoyées à 255.255.255.255
- Des mises à jour de toute la table de routage sont envoyées régulièrement à tous les voisins

# Démarrage à froid

Découverte du réseau : démarrage à froid



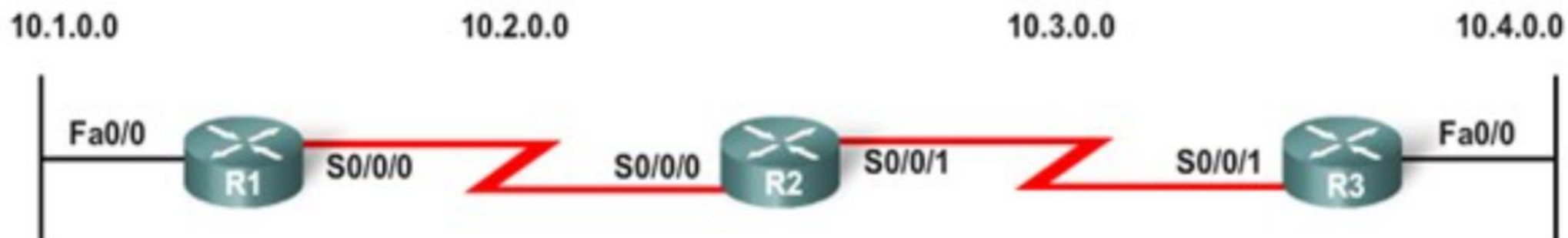
Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0

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

# Echange d'informations de routage

Découverte du réseau : mise à jour suivante



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

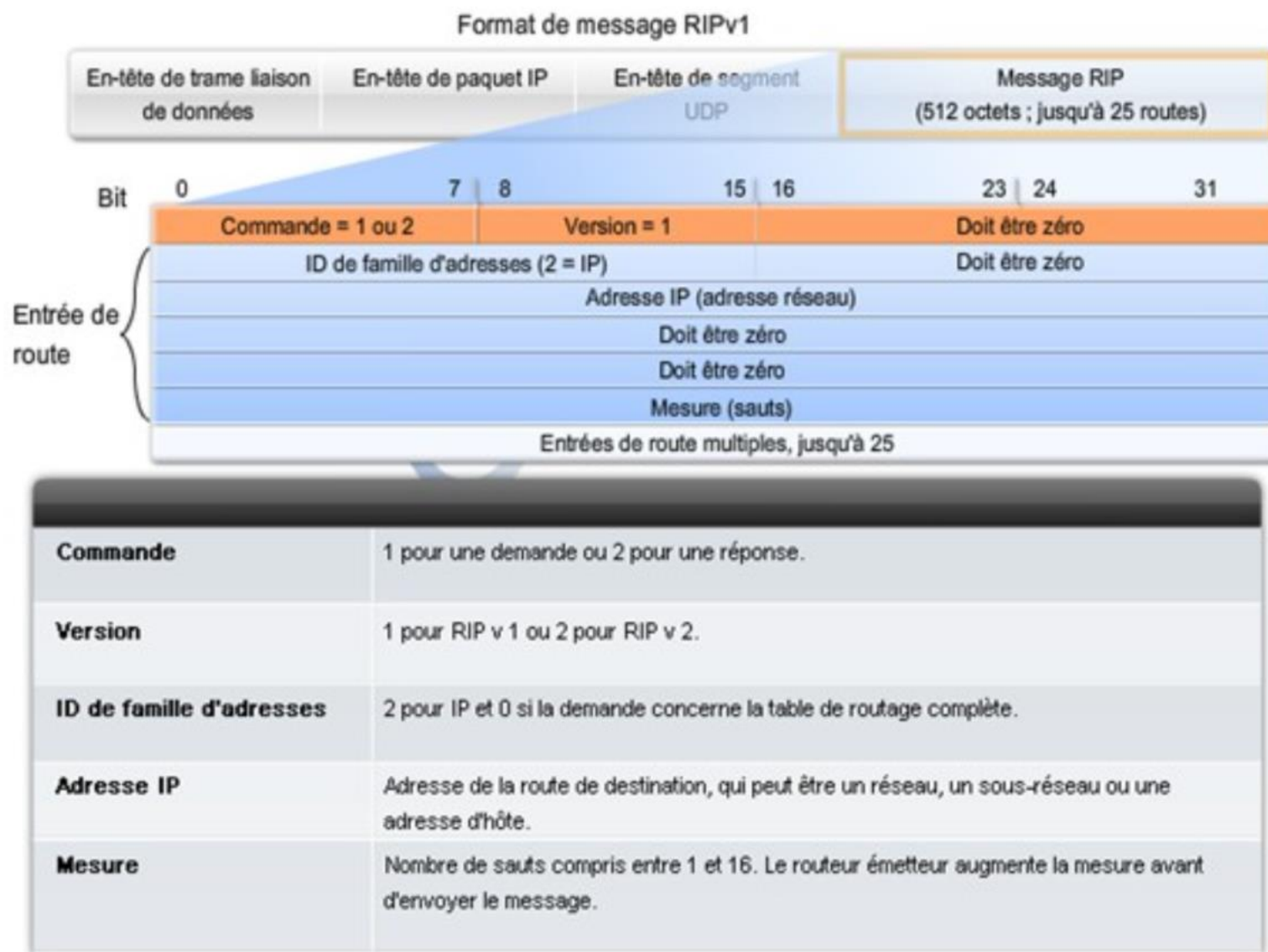
Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

# Limitations de RIP

- ❑ Pour éviter les boucles de routage, le nombre de sauts est limité à 15. Au-delà, les paquets sont supprimés.
- ❑ RIP ne prend en compte que la distance entre deux machines en termes de saut, mais il ne considère pas l'état de la liaison afin de choisir la meilleure bande passante possible.
- ❑ Si l'on considère un réseau composé de trois routeurs A, B et C, reliés en triangle, RIP préférera passer par la liaison directe A-B même si la bande passante n'est que de 56 kbit/s alors qu'elle est de 20 Mbit/s entre A et C et C et B.
- ❑ Ces limitations sont corrigées dans le protocole [OSPF](#).



# Caractéristiques et format message RIPv1

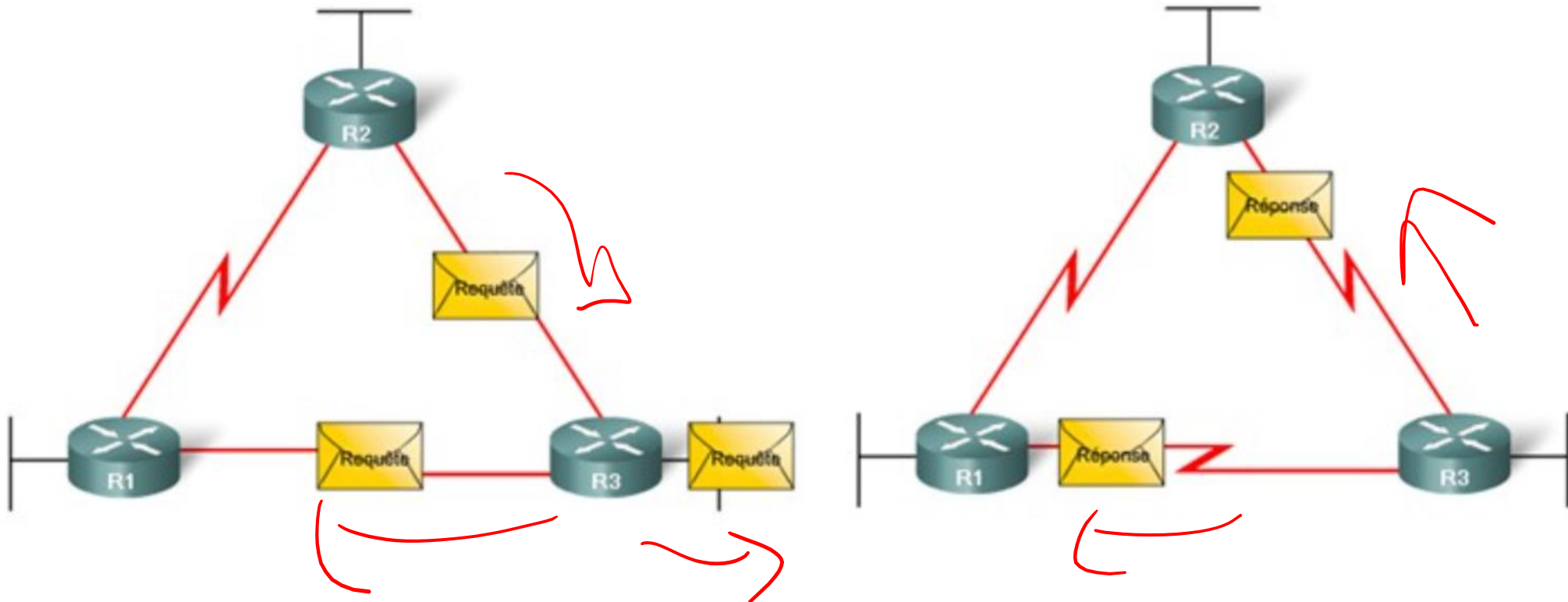




# Caractéristiques et format message RIPv1

Processus :

- Requête.
- Réponse



## Le mécanisme de routage RIP

- ❑ Les routeurs utilisant le protocole de routage RIP envoient des copies de leurs tables de routage à tous les réseaux voisins qui leur sont directement connectés. Chaque routeur possède dans sa table de routage des informations sur la distance entre lui-même et la destination. Chaque nœud ou routeur rajoute la valeur de sa distance vectorielle au tableau et renvoie la nouvelle table modifiée aux nœuds voisins.
- ❑ Le « Distance Vector » protocole utilise des métriques pour calculer la distance qui sépare deux nœuds d'un réseau. Cette information sur la distance permet au routeur d'identifier la meilleure route pour atteindre la destination.
- ❑ La « distance vector metric » de RIP est le nombre de saut, sa valeur par défaut est de 1 par saut. A chaque fois qu'un routeur reçoit et renvoie un paquet, il incrémente le champs métrique dans le paquet RIP par un. La table de routage indique toujours le prochain saut comme étant la route ayant la métrique la plus faible.

## La mise à jour des tables de routage

- ❑ Chaque table de routage est initialisée toutes les 30 secondes. Les routeurs s'échangent leurs tables de routage périodiquement toutes les 30 secondes.
- ❑ Une route peut expirer si un routeur n'a pas reçu un paquet de mise à jour en 180 secondes. Cet intervalle de temps est assez suffisant pour permettre au routeur de recevoir 6 tables de routage de la part de ses voisins. Si après les 180 secondes, le routeur ne reçoit aucune information sur la route en question, il assume que la destination n'est plus accessible. Par conséquent, le routeur marque dans sa table de routage que l'entrée correspondante à cette route est invalide en assignant la valeur de sa métrique à 16 et en changeant le « Route Change Flag ». Ensuite, ces informations sont envoyées à tous les routeurs voisins par un paquet RIP de mise à jour. Si 240 secondes après que le routeur a invalidé une route, cette dernière n'a pas changé de statut, il efface alors l'entrée correspondante de sa table de routage.



## La Distance Administrative

La Distance Administrative : Valeur numérique propre à l'origine de la route (route statique, route connectée, apprise via RIP, OSPF, ...).  
Plus cette valeur est petite, meilleure est la route

```
R3#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 type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.6.2, 00:00:05, Serial0/0/0
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.6.2, 00:00:05, Serial0/0/0
                     [120/1] via 192.168.4.2, 00:00:05, Serial0/0/1
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.4.2, 00:00:05, Serial0/0/1
C    192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C    192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.6.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

DA du RIPv1 par défaut = 120

# RIPv2

- RIPv2 comme RIPv1 comporte les fonctions :
  - Mise hors service et autres minuteurs pour tenter d'éviter les boucles de routage
  - Découpage d'horizon avec empoisonnement inverse
  - Mises à jour déclenchées en cas de modification de la topologie
  - Nombre de sauts maximum limité à 15, un nombre de sauts de 16 indique un réseau inaccessible.

## TEMPORISATEURS RIP

Tous les protocoles de routage utilisent différents temporisateurs, afin d'établir le comportement pour la gestion de la table de routage. Les temporisateurs utilisés par RIP sont les suivants :

- **update timer** : Intervalle de transmission des paquets de mise à jour (Défaut à 30 secondes).
- **invalid timer** : Temps de non mise à jour d'une entrée pour une route avant qu'elle soit marquée comme invalide dans la table de routage (Défaut à 180 secondes).
- **holddown timer** : Temps après lequel l'entrée non mise à jour dans la table de routage n'est plus examinée durant la phase de recherche du meilleur chemin (Défaut à 180 secondes).
- **flush timer** : Temps après lequel l'entrée non mise à jour sera supprimée de la table de routage (Défaut à 240 secondes).

# Mise à jour régulier : Protocole RIPv1

## Minuteurs RIP

Outre le minuteur de mise à jour (30 s), l'IOS implémente trois minuteurs supplémentaires pour RIP :

- Temporisation (Invalid Timer)
- Annulation (Flush Timer)
- Mise hors service (Holddown Timer)

```
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
```

```
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)
```



# Mise à jour déclenchés

- Le protocole RIP peut utiliser des mises à jour déclenchées pour accélérer la convergence en cas de modification de la topologie.
- Une mise à jour déclenchée est une mise à jour de la table de routage qui est envoyée immédiatement en réponse à la modification d'un routage.
- Les mises à jour déclenchées n'attendent pas l'expiration des minuteurs

**Des mises à jour déclenchées sont envoyées lorsque l'un des événements suivants se produit :**

- Une interface change d'état (activée ou désactivée)
- Une route passe à l'état « inaccessible »
- Une route est installée dans la table de routage

**Deux problèmes sont 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. Il est possible qu'un routeur qui n'a pas encore reçu la mise à jour déclenchée émette une mise à jour régulière au mauvais moment, provoquant ainsi la réinsertion de la route incorrecte dans un voisin ayant déjà reçu la mise à jour déclenchée.

# Boucles de routage (1)

Une boucle de routage est une condition dans laquelle un paquet est transmis en continu entre une série de routeurs sans jamais atteindre le réseau de destination souhaité.

Le réseau 10.4.0.0 tombe en panne.



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
<del>10.4.0.0</del>	<del>Fa0/0</del>	<del>0</del>
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

R3 installe une route « incorrecte » sur 10.4.0.0.



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	S0/0/1	2
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

# Boucles de routage (2)

**La boucle peut être le résultat des problèmes suivants :**

- Routes statiques configurées incorrectement
- Redistribution de routes configurées incorrectement
- Tables de routage incohérentes qui ne sont pas mises à jour en raison d'une convergence lente
- Routes de suppression configurées ou installées incorrectement

**Une boucle de routage peut créer les conditions suivantes :**

- La bande passante de la liaison est utilisée pour faire tourner le trafic en boucle entre les routeurs dans une boucle.
- Le processeur d'un routeur est fortement sollicité en raison des paquets tournant en boucle.
- Le processeur d'un routeur est surchargé en raison du réacheminement inutile de paquets, ce qui impacte négativement la convergence du réseau.
- Les mises à jour de routage peuvent se perdre ou ne pas être traitées en temps voulu.
- Comptage infini.

**Solutions :**

- Définition d'une mesure maximale pour éviter le comptage à l'infini
- Minuteurs de mise hors service
- Découpage d'horizon
- Empoisonnement de routage ou antipoison
- Mises à jour déclenchées

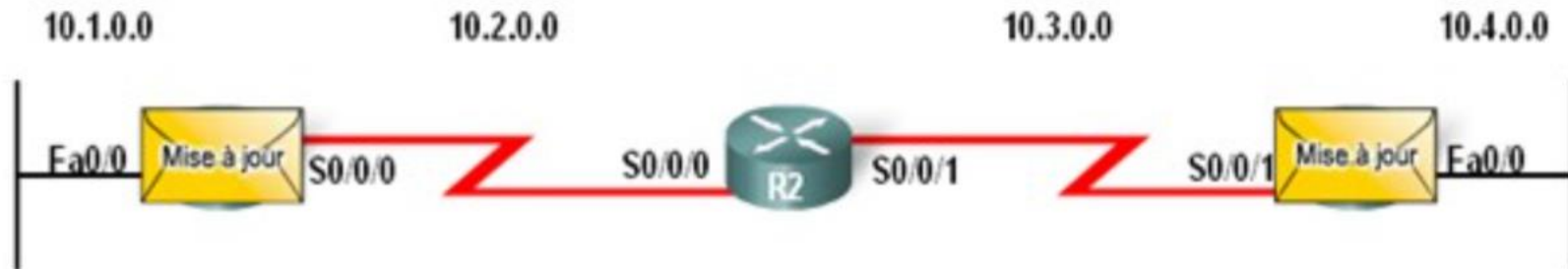
# Découpage d'horizon : Split Horizon

**Selon la règle de découpage d'horizon** : un routeur ne doit pas annoncer de réseau par le biais de l'interface dont est issue la mise à jour.

Application de découpage d'horizon pour le réseau 10.4.0.0

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.



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



# Découpage d'horizon avec empoisonnement inverse (1)

**Empoisonnement de routage :** Il est utilisé pour marquer la route comme étant inaccessible dans une mise à jour de routage qui est envoyée à d'autres routeurs (**métrique infini**) .

Le réseau est convergé sur la route « empoisonnée ».



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	16

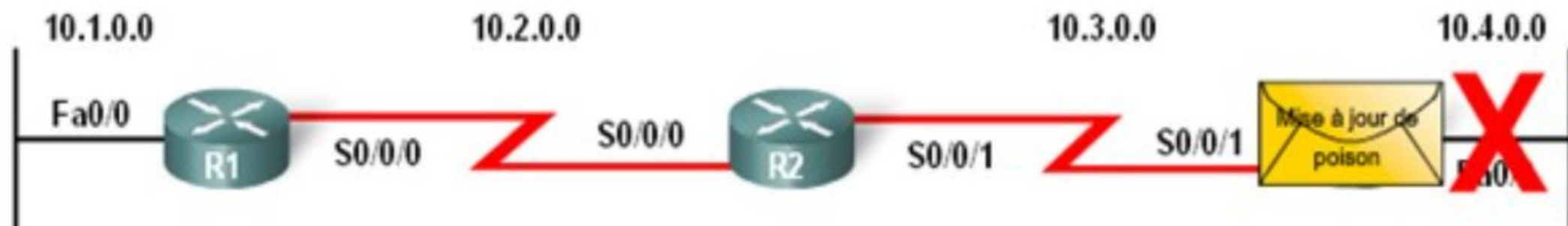
Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	16

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

# Découpage d'horizon avec empoisonnement inverse (2)

Split Horizon avec empoisonnement inverse

R2 envoie un « empoisonnement inverse » à 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

## RIPv2 : Authentification

- Le problème de sécurité propre à tout protocole de routage est le risque d'accepter des mises à jour de routage invalides.
- Les protocoles RIPv2, EIGRP, OSPF, IS-IS et BGP peuvent être configurés pour authentifier les informations de routage
- Les routeurs n'acceptent que les informations de routage des autres routeurs qui ont été configurés avec le même mot de passe ou les mêmes informations d'authentification.
- L'authentification ne chiffre pas la table de routage



# Calcul du regroupement des routes

## Calcul du résumé d'un routage

Étape 1 : Énumérez les réseaux en format binaire.

172.20.0.0	10101100	.	00010100	.	00000000	.	00000000
172.21.0.0	10101100	.	00010101	.	00000000	.	00000000
172.22.0.0	10101100	.	00010110	.	00000000	.	00000000
172.23.0.0	10101100	.	00010111	.	00000000	.	00000000

Étape 2 : Comptez le nombre de bits en correspondance les plus à gauche pour déterminer le masque.

14 bits en correspondance, /14 ou 255.252.0.0

Étape 3 : Copiez les bits en correspondance et complétez avec des bits à 0 pour terminer l'adresse réseau.

172.20.0.0	10101100	.	00010100	.	00000000	.	00000000
------------	----------	---	----------	---	----------	---	----------

Copier

Ajouter des bits 0

# Référence

<https://slideplayer.fr/slide/1145200/>

<https://www.networkurge.com/2020/05/rip-timers.html>