

Routage et routage dynamique

SIO1A SIRS2 - 2016

herve.guimbretiere@unicaen.fr

Sommaire

1. Introduction
2. Le routage
3. Routage entre réseaux
4. RIP
5. Résumé

1. Introduction

- ▶ Le **routage** est le processus permettant de transférer un paquet d'un réseau à un autre.
- ▶ Un **adressage logique** est utilisé pour identifier chaque réseau et chaque équipement sur un réseau.
- ▶ Le **routeur** est un appareil de connexion de réseau permettant l'acheminement des paquets IP par la consultation de tables de routages qui contiennent les consignes permettant le choix des itinéraires.
- ▶ Ces **tables** peuvent être créées soit **dynamiquement** par divers protocoles de routage (routage dynamique) soit **manuellement** par le gestionnaire réseau (routage statique).
- ▶ Le **routage dynamique** met en place des **mécanismes d'échange d'informations entre les routeurs** afin que la topologie et, principalement les changements de cette dernière, soit connue de tous les routeurs automatiquement.

2. Le routage

- ▶ Un routeur est attaché à chacun des réseaux qu'il interconnecte
- ▶ Les deux fonctions principales d'un routeur
 - ▶ Calculer la (les) route(s) vers une destination donnée
 - ▶ Faire suivre les paquets d'un réseau 1, destinés à un réseau 2, 3, ... et inversement
- ▶ Le routage IP est effectué sur la base de “**saut à saut**” (hop to hop routing).

-
- ▶ Routage IP basé sur l'adresse du destinataire
 - ▶ Chaque équipement du réseau local sait atteindre :
 - ▶ Une autre machine du même réseau : @IP + ARP → **routage direct**
 - ▶ Une machine d'un autre réseau : @IP + ARP + (route & routeur) → **routage indirect**
 - ▶ Le routeur possède les informations de routage dans sa **table de routage**.
 - ▶ Sa table de routage peut être **statique** ou **dynamique** avec mise à jour par des protocoles de routage.

▶ Table de routage

▶ Contenu minimal :

- ▶ Le réseau auquel l'équipement est directement connecté
- ▶ Une route par défaut (sauf considérations de sécurité)

▶ Route par défaut (default route)

- ▶ Route spéciale pour les paquets IP à destination des réseaux non prévus dans les autres routes.
- ▶ En général, c'est la route qu'il faut employer pour aller sur internet. On emploie le réseau 0.0.0.0.

-
- ▶ Mise à jour de la table de routage
 - ▶ Manuelle = routage statique
 - ▶ Automatique = routage dynamique
 - ▶ Limite du routage statique
 - ▶ Mise à jour manuelle de tous les équipements du réseau,
 - ▶ Si perte de lien la route existe toujours (pas de retour),
 - ▶ Problème d'incohérence (boucles).
 - ▶ Dans le cas d'un routeur reliant plusieurs réseaux, un routage adaptatif ou dynamique permettra de tenir compte de :
 - ▶ l'infrastructure des réseaux connectés,
 - ▶ l'arrivée et la réparation de pannes, la création de nouveaux liens,
 - ▶ la charge des réseaux (congestions, oscillations),
 - ▶ de la qualité de service requise, etc.

▶ Rappel

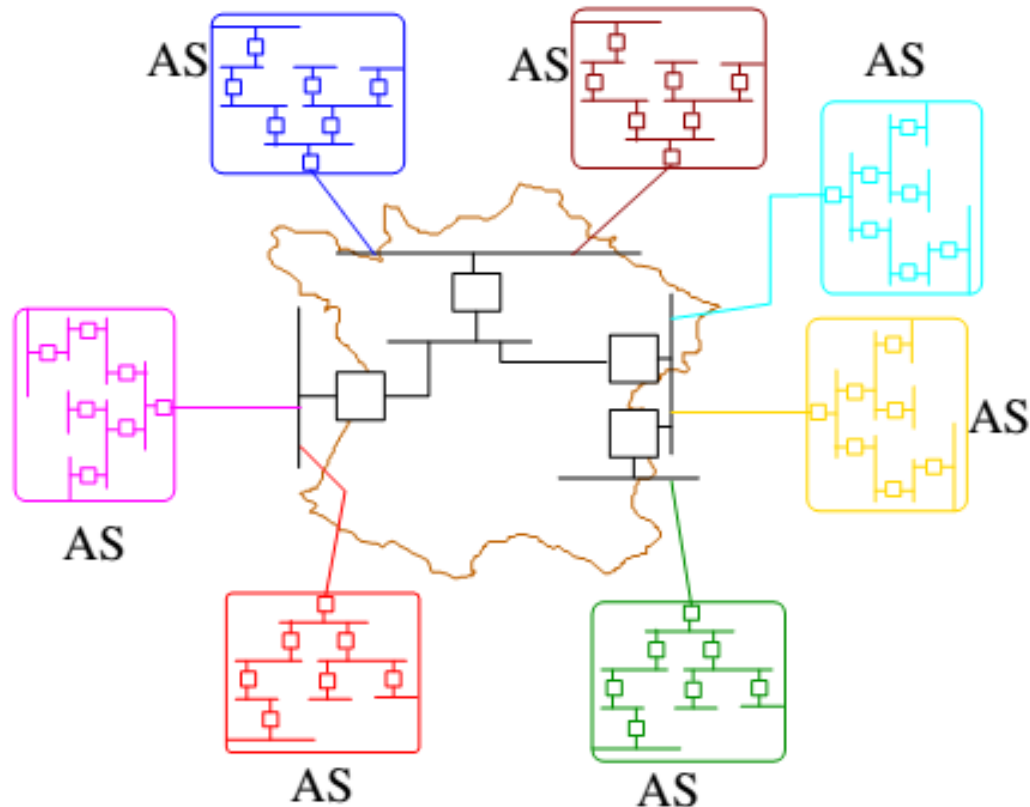
- ▶ Les paquets ne peuvent vivre indéfiniment,
- ▶ Principe :
 - ▶ Un champ TTL (Time To Live) est attaché à chaque paquet, initialisé par l'hôte source,
 - ▶ Chaque routeur décrémente sa durée de vie,
 - ▶ Le routeur qui arrive à un TTL nulle détruit le paquet.
 - ▶ La durée de vie est mesurée en nombre de routeurs traversés (nombre de sauts).

3. Routage entre réseaux

- ▶ **Interconnexion de réseaux de différents opérateurs**
 - ▶ chaque opérateur se débrouille pour router ses propres informations en interne.
 - ▶ protocole commun d'information de routage entre les réseaux des différents opérateurs.

- ▶ AS : Autonomous System

- ▶ AS : ensemble de réseaux contrôlés par une seule autorité



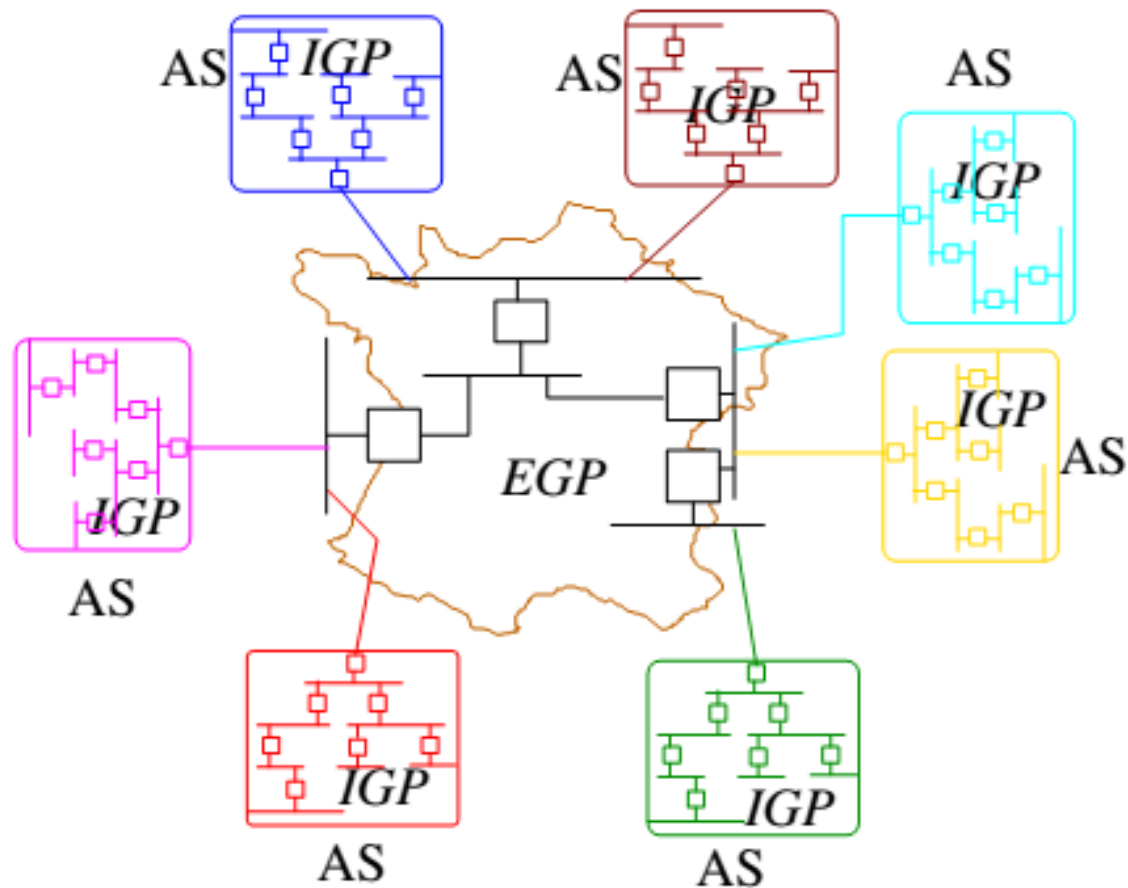
IGP : Interior Gateway Protocol

- ▶ IGP : Protocole de routage utilisé dans les réseaux sous même entité administrative
 - ▶ qu'à l'intérieur d'une entité (entreprise, association, etc.)
 - ▶ décisions (suppression/ajout d'une ligne) peuvent être prises par un service unique
 - ▶ but : trouver la route la plus efficace, en faisant confiance aux autres routeurs.
 - ▶ Protocoles de type IGP : RIP, OSPF, IS-IS

EGP : Exterior Gateway Protocol

- ▶ EGP : Protocole de routage adapté à la redistribution de préfixes vers des réseaux extérieurs, ayant une entité administrative différente
 - ▶ s'utilise entre entités distinctes (souvent concurrentes).
 - ▶ impossibilité de prendre une décision qui s'imposera à tous.
 - ▶ on n'est pas prévenu de ce que vont faire les autres.
 - ▶ **idée de méfiance** : le but n'est pas de trouver la meilleure route mais au contraire d'empêcher les routeurs de choisir une route dont on ne voudrait pas.
 - ▶ pas d'information de **routage** mais **d'accessibilité**
 - ▶ Protocole de type EGP : BGP

► AS et protocoles de routage



Protocoles de routage

▶ IGP

- ▶ **RIP** (Routing Information Protocol) v1, v2 : protocole à vecteur de distance (Distance Vector)
- ▶ **OSPF** (Open Shortest Path First) : protocole de routage à état de lien (Link-state)
- ▶ **IS-IS** (Intermediate system to intermediate system) : multi-protocole de routage à état de lien (Link-state)
- ▶ **IGRP** (Interior Gateway Routing Protocol)/**EIGRP** (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) protocoles propriétaires CISCO

▶ EGP

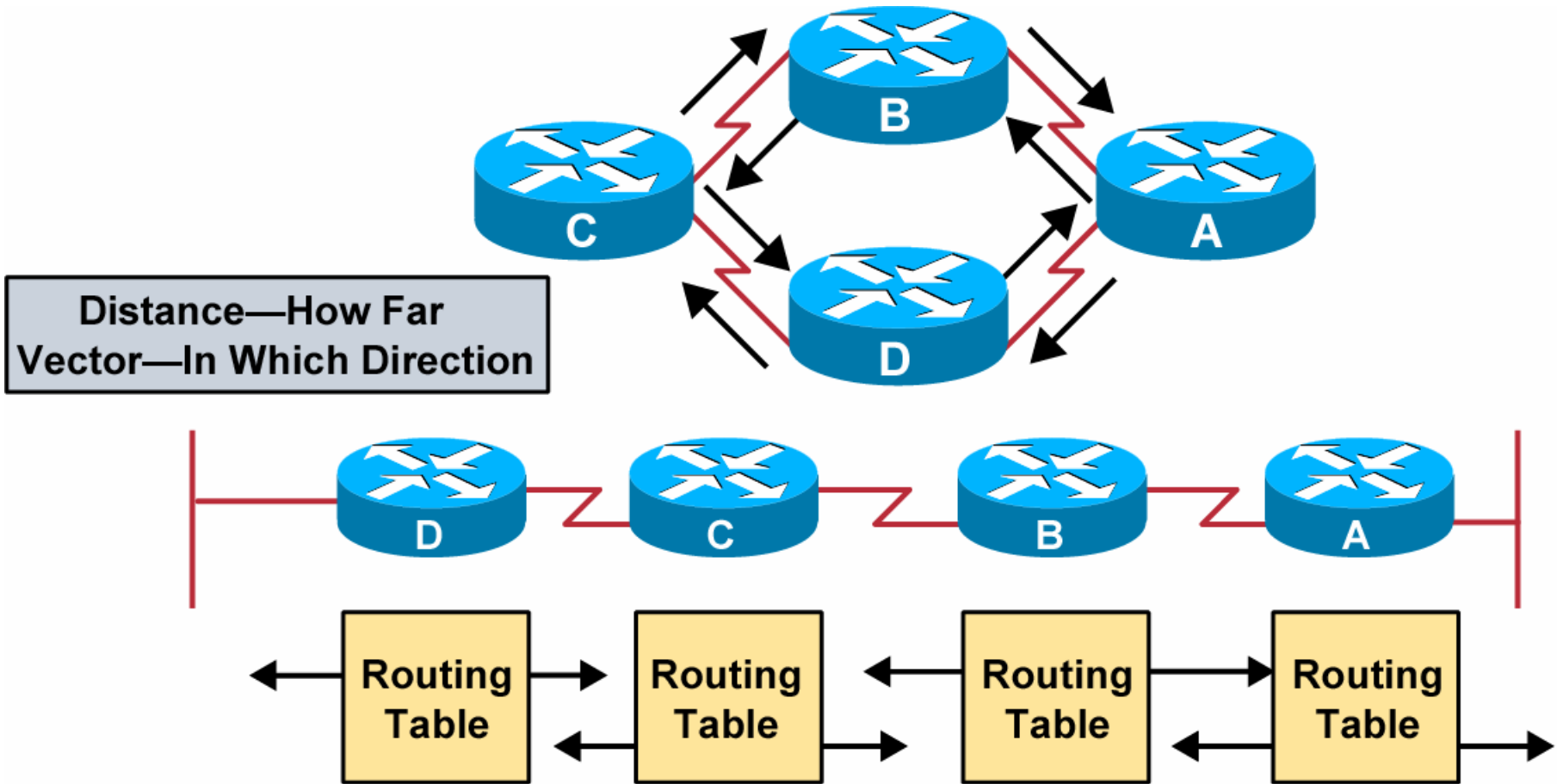
- ▶ BGP (Border Gateway Protocol) : protocole à vecteur de chemin.
- ▶ C'est le protocole standard de l'Internet pour les

4. RIP

▶ Principe :

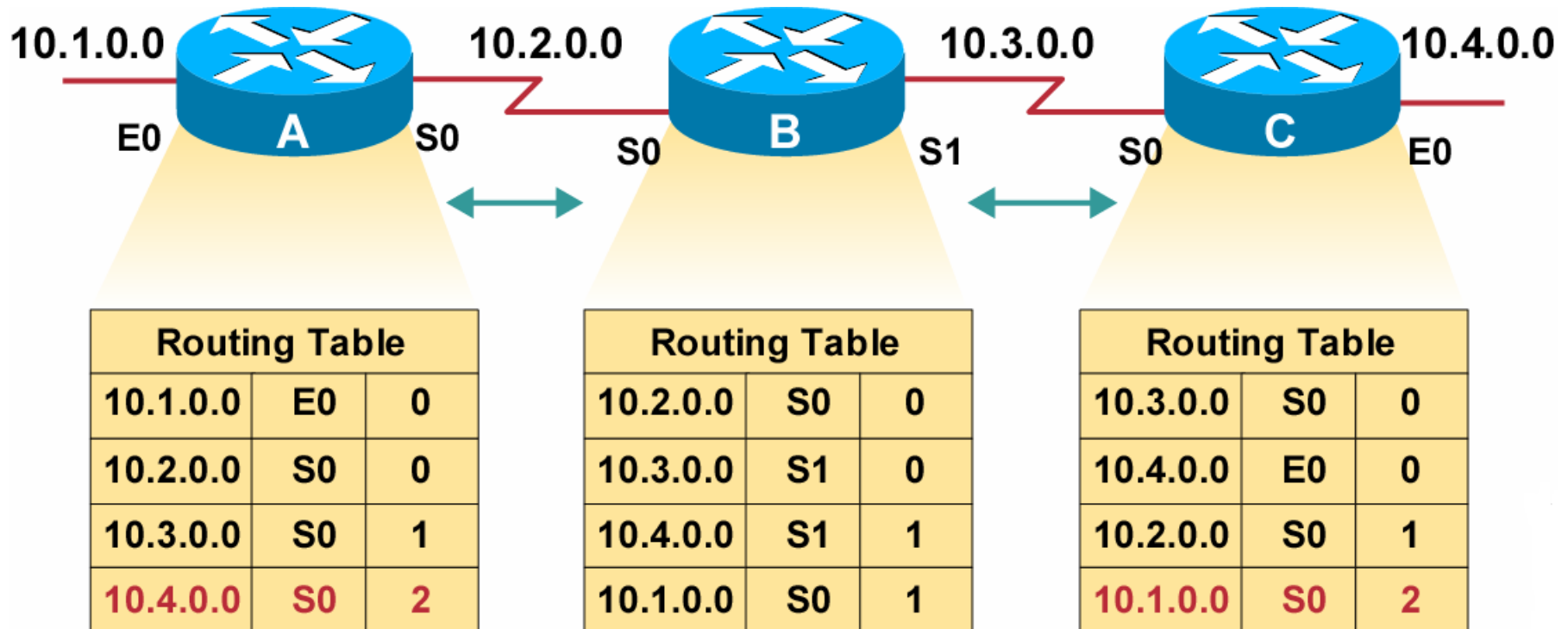
- ▶ Chaque routeur annonce périodiquement (30s) tous ses réseaux et le nombre de sauts pour y aller
- ▶ Chaque machine écoute les annonces des passerelles et actualise sa table de routage
- ▶ Si au bout d'un certain temps (3mn=180s), un réseau n'est plus annoncé, il est supprimé de la table de routage.
- ▶ Il n'y a pas d'accusé de réception de message
- ▶ Protocole sur UDP, port 520

Routage par vecteur distance



- Les routeurs passent des copies périodiques des tables de routage à leurs routeurs voisins et accumulent les vecteurs de distance.

Découverte des routes



- Les routeurs découvrent le meilleur chemin vers les destinations depuis chaque voisin.

Routage à vecteur de distance (Algorithme de Bellman-Ford)

- ▶ Périodiquement un routeur envoie une copie de sa table de routage à tous les routeurs directement accessibles.
- ▶ Lorsque que J transmet un rapport au routeur K, K examine l'ensemble des destinations annoncées et leur distance. K modifie son entrée vers une destination si :
 - ▶ J connaît un plus court chemin
 - ▶ ou si J annonce une destination que K ne possède pas
 - ▶ ou si une destination via J a changé
- ▶ l'entrée de la table de K mise à jour signale la distance $n + 1$ (avec n la distance annoncée par J pour la destination)

RIP : Routing Information Protocol

- ▶ 2 types de routeurs :
 - ▶ **Routeur actif** : diffuse ses informations de routage vers les autres nœuds.
 - ▶ **Routeur passif** : écoute ces informations et met à jour sa table de routage.
- ▶ RIPv1 diffuse (broadcast) et RIPv2 multicast toute leur table de routage toutes les 30 secondes

Problèmes de RIPv1

- ▶ limite de 16 sauts (16 : inaccessible) : ne peut pas aller plus loin que 15 routeurs (hops)
- ▶ converge lentement (si route changent souvent, peut ne pas se stabiliser)
- ▶ informations circulent lentement
- ▶ trafic important
- ▶ boucles possibles
- ▶ ne se base que sur une seule métrique : le hop → peut choisir des routes lentes.
- ▶ pas de gestion de masque → pas de routage de sous-réseaux
- ▶ pas d'authentification
- ▶ 25 entrées maximum dans la table de routage (car taille du message = 512 octets)

RIPv2

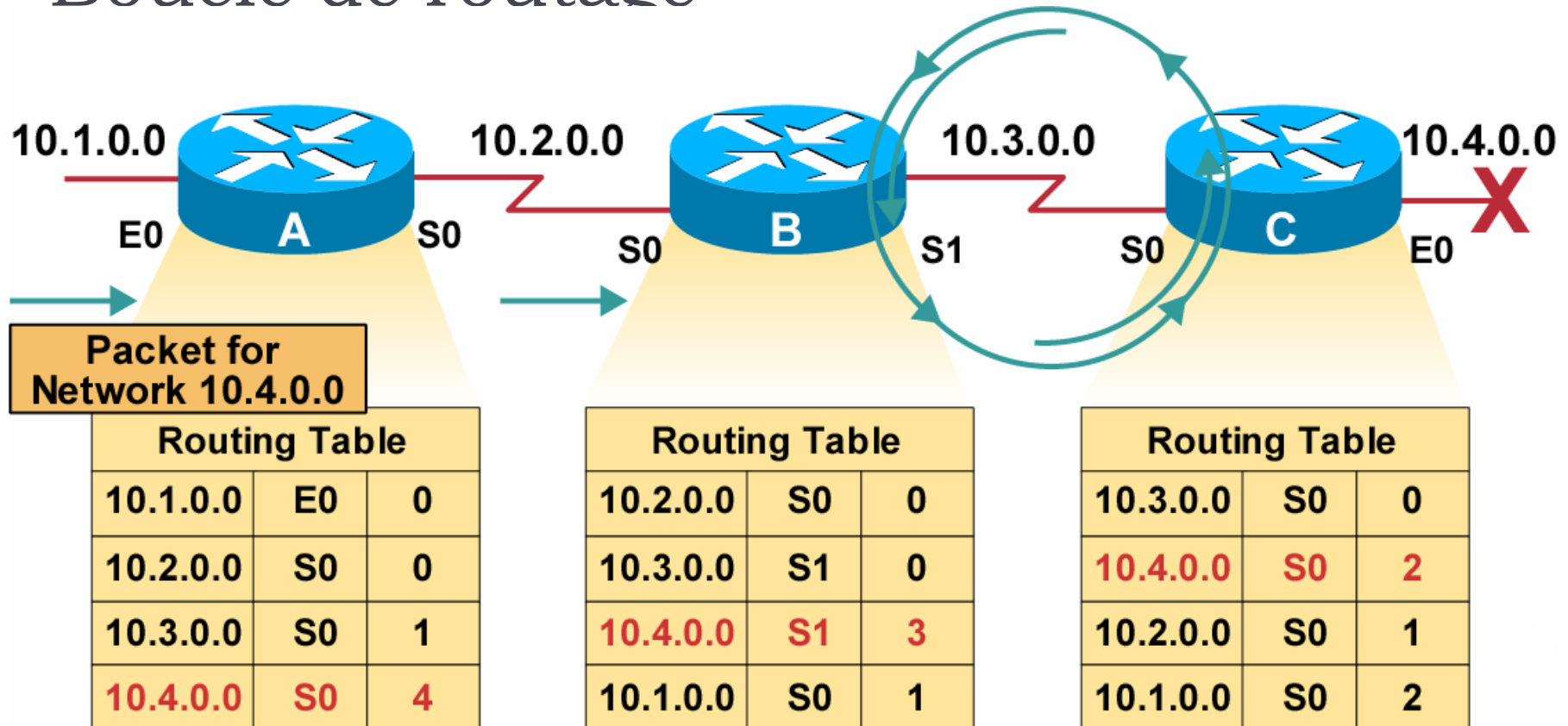
▶ 3 algorithmes de plus :

- ▶ **split horizon** : les données ne sont pas renvoyées vers le nœud d'où on les a appris
- ▶ **hold down** : le routeur ignore les informations relatives à un réseau pendant une période fixe après réception d'un message qui en spécifie l'inaccessibilité.
- ▶ **poison reverse** : si on détecte une route coupée et qu'on reçoit un message avec un coût très supérieur au coût initial, on ignore l'information (considérée revenue par une boucle).

▶ Plus les améliorations suivantes :

- ▶ masque de sous-réseau : sous-réseaux possibles + agrégation des routes
- ▶ authentification (mot de passe en clair ou chiffrée sur 16 octets)
- ▶ utilisation de domaines logiques (on ignore les messages d'un autre domaine)

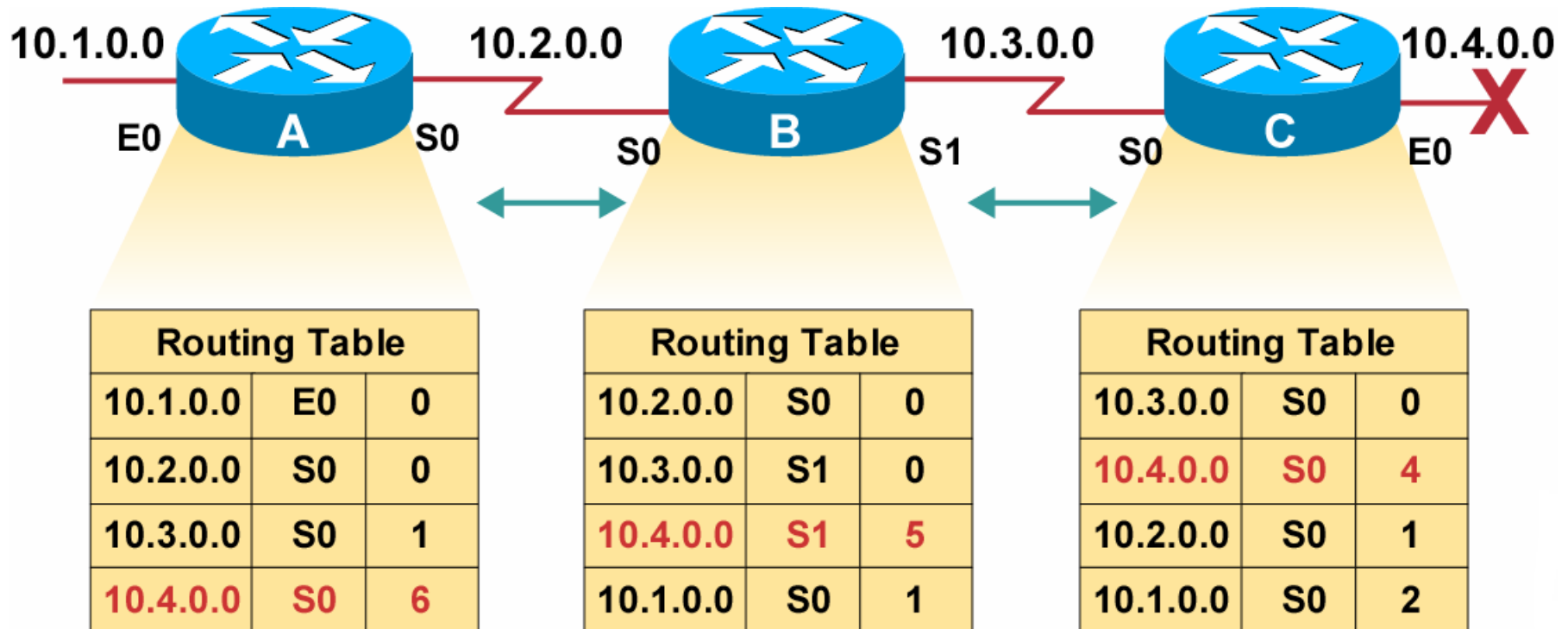
Boucle de routage



- Les paquets pour le réseau 10.4.0.0 rebondissent entre les routeurs B et C.

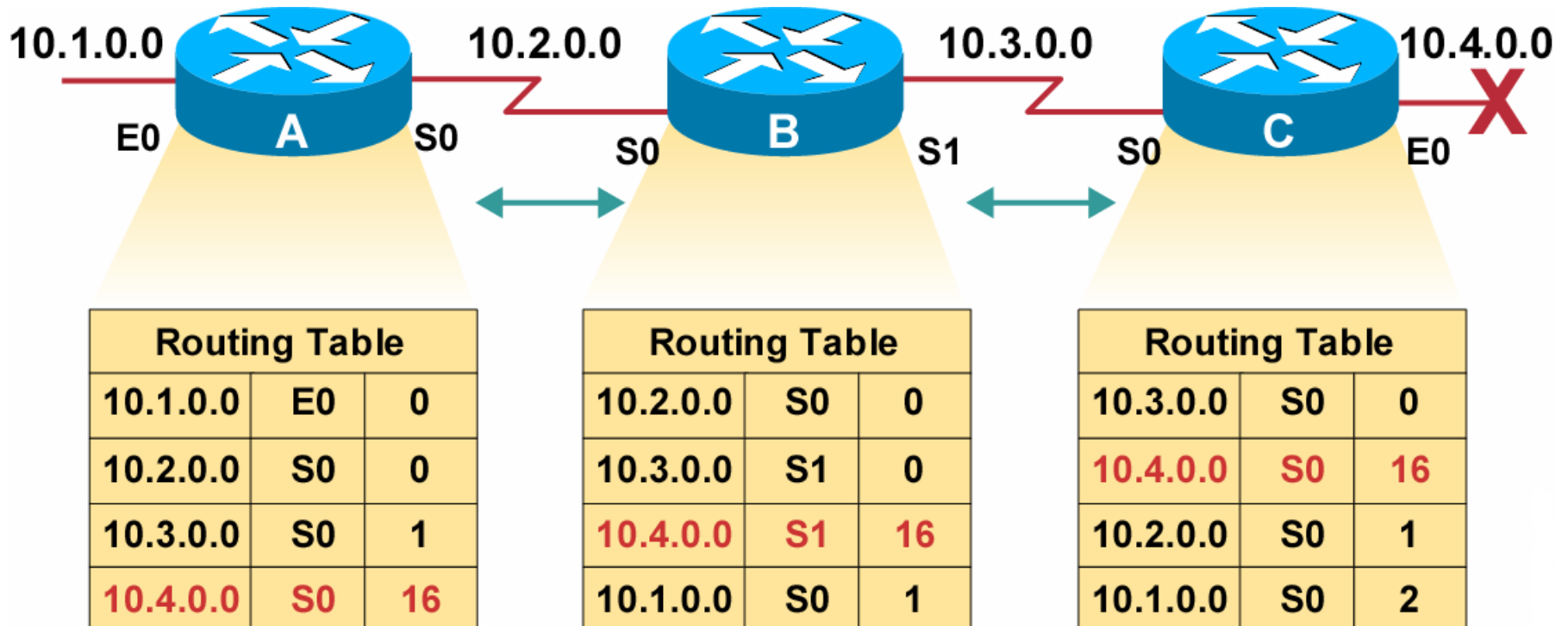
Les bonnes nouvelles vont vite, les mauvaises lentement.

Comptage infini



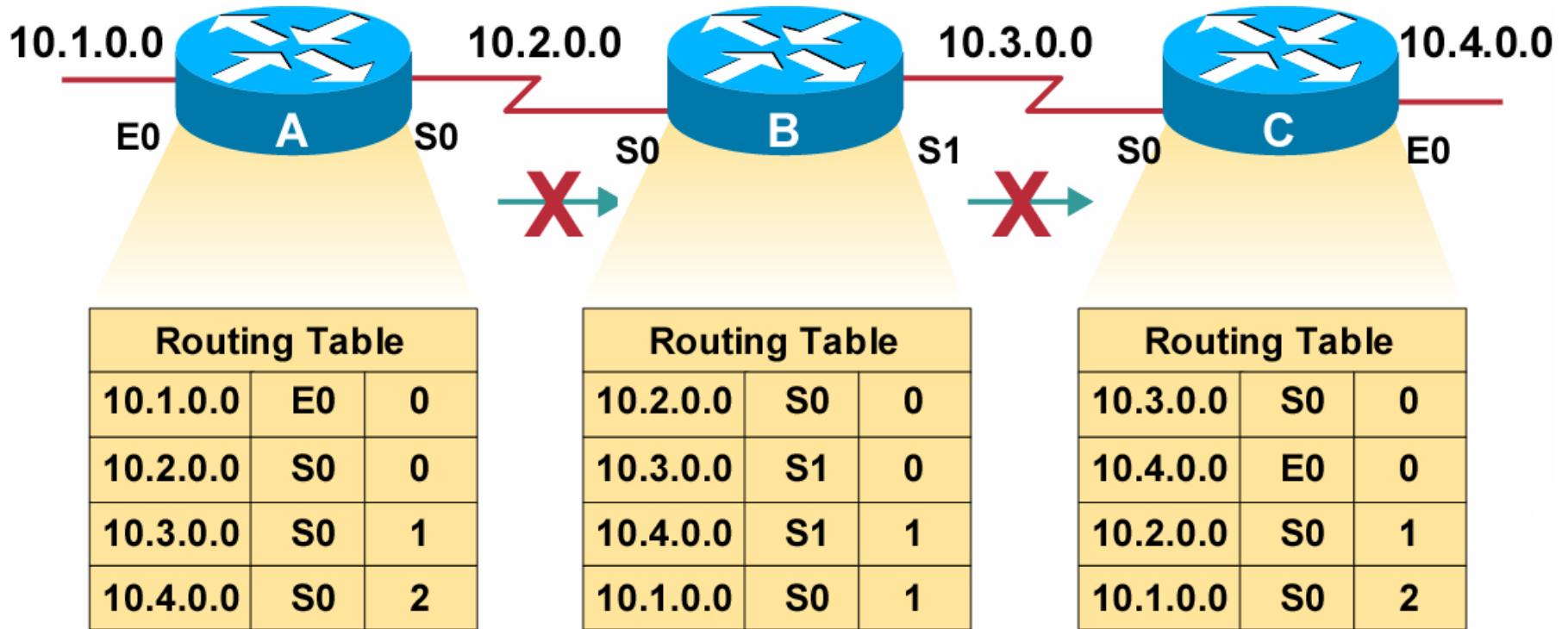
- ▶ Le nombre de sauts pour atteindre le réseau 10.4.0.0 augmente indéfiniment.

Définir un Maximum



- RIP définit une limite de 15 sauts pour joindre un réseau.
- Une distance de 16 signale une destination injoignable.

Solution : “Split Horizon” ou clivage d’horizon ou horizon coupé



- Il n’est jamais utile de renvoyer l’information sur la route par laquelle elle a été apprise.

-
- ▶ **Contre le problème de convergence lente :**
 - ▶ Un routeur ne transmet pas les informations relatives à une route vers la même interface que celle qui l'a initialement annoncé.
 - ▶ **Mais une boucle de routage encore possible pour certaines topologies.**

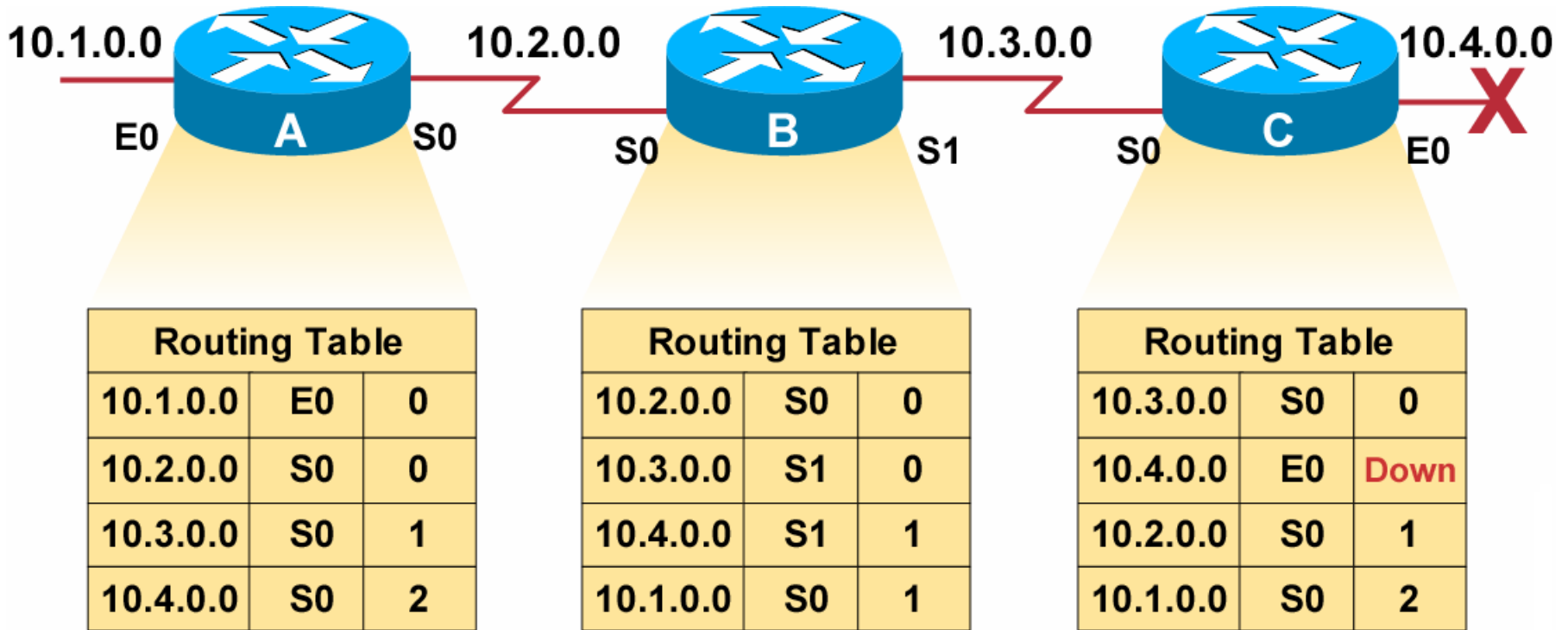
RIPv2 : mécanisme de gel (hold down)

- ▶ **Contre la convergence lente**
 - ▶ Le routeur ignore les informations relatives à un réseau pendant une période fixe (60s) après réception d'un message qui en spécifie l'innaccessibilité.
- ▶ **Mais durant toute la période de gel :**
 - ▶ boucle de routage maintenue
 - ▶ routes incorrectes conservées (même si route de remplacement existe).

Les "Timers" de RIP

- ❑ **UPDATE** : (30s) période d'émission des messages RIP.
- ❑ **INVALID** : (180s) temps au bout duquel s'il n'y a pas de message RIP UPDATE la route est marquée INVALID.
- ❑ **FLUSH ou HOLD GC (Garbage Collector)** : (240s) période pendant laquelle une route est annoncée INVALID avant sa destruction.
- ❑ **HOLD DOWN** : (120s) temps de marquage INVALID d'une route down avant sa destruction.

RIPv2 : Poison Reverse ou antidote



- Les routeurs annoncent des distances infinies (=16) pour les routes qui sont tombées.

▶ split horizon

- ▶ Une information de routage reçue sur une interface n'est jamais retransmise sur celle-ci.

▶ poison reverse

- ▶ Les mises à jour de routage poison reverse appliquent une métrique « infinie » aux routes transmises par l'interface d'émission. Ce type de mise à jour aide à prévenir les boucles de routage.

▶ triggered update

- ▶ Une panne est immédiatement diffusée sans attendre le prochain cycle de diffusion des tables afin de réduire le délai de convergence.

RIPv1 (RFC 1058)

- ▶ 1 datagramme contient 25 entrées au maximum
- ▶ Annonces effectuées en diffusion généralisée (Broadcast)
- ▶ Métrique limitée à 15 (≥ 16 (infini) : route inaccessible)
- ▶ Ne véhicule pas le masque du réseau (masque implicite)
 - ▶ pas de **VLSM** (Variable Length Subnet Mask)
- ▶ Diffuse toutes les 30 s sa table de routage
- ▶ Route est invalide au bout de 180 s : nombre de saut ≥ 16 si :
 - ▶ Aucun message n'a été reçu
 - ▶ Un message explicite a été reçu
- ▶ ~~Ma~~ Mais les paquets y sont toujours envoyés
- ▶ La route est maintenue dans les tables, mais les voisins sont avertis du problème (hold down de 180s)
- ▶ Au bout de 240 s, la route est obligatoirement enlevée des tables (flush)

Message RIP version 1

En-tête IP		
En-tête UDP port 520		
Commande	Version	0
ID famille d'adresse		0
Adresse IP		
0		
0		
Métrique		
Route suivante dans la limite de 25 routes au total		

- RIP s'appuie sur UDP (port 520 en IPv4 et 521 en IPv6) et utilise la diffusion broadcast sur le réseau pour propager ses tables de routage.

RIPv2 (RFC 2453)

- ▶ Version développée en 1994
- ▶ Les routes sont envoyées à l'adresse multicast 224.0.0.9
- ▶ **Véhicule le masque de réseau**
 - ▶ **Support de VLSM**
- ▶ **Premier protocole avec possibilité d'authentification**
 - ▶ **Mot de passe en clair**
 - ▶ **Authentification MD5**
- ▶ Ne peut s'appliquer qu'aux petits et moyens réseaux

Message RIP version 2

En-tête IP		
En-tête UDP port 520		
Commande	version	Domaine (=0)
0xFFFF		Type d'authentification
Authentification		
Authentification		
Authentification		
Authentification		
ID famille d'adresse	Route tag	
Adresse IP		
Masque		
Next Hop		
Métrieque		
Route suivante dans la limite de 24 routes au total		

- RIP v2 s'appuie sur UDP (port 520 en IPv4 et 521 en IPv6) et utilise la multidiffusion multicast avec l'adresse réservée 224.0.0.9.

RIPv1	RIPv2
Classful	Classless
Broadcast pour les mises à jour	Multicast (224.0.0.9) pour les mises à jour
Préfixes dans les mises à jour	Préfixes et masques de sous-réseau dans les mises à jour
	Support du VLSM
	Authentification des voisins

-
- ▶ La **distance administrative** est la fonctionnalité que les routeurs utilisent afin de sélectionner le meilleur chemin quand il y a deux routes ou plus vers la même destination à partir de deux protocoles de routage différents. La distance administrative définit la **fiabilité** d'un protocole de routage. Chaque protocole de routage est classé du plus fiable (crédible) au moins fiable, à l'aide d'une valeur de distance administrative.

Choix d'une route, distance administrative

Méthode de routage	Distance administrative
Interface directement connectée	0
Route statique	1
Ext-BGP	20
EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
Int-BGP	200
Inconnu	255

5. Résumé

- ▶ Les routeurs RIP passent des copies périodiques de leur table de routage de routeur à routeur.
- ▶ Quand la topologie d'un réseau RIP change, la mise à jour de la table de routage doit intervenir, les mises à jour se font lentement de routeur à routeur.
- ▶ Lors de la mise à jour des informations de routage, des inconsistences peuvent survenir si la lente convergence du réseau, lors d'une nouvelle configuration, provoque des entrées de routage incorrectes.