



## Interconnexion des réseaux - Routage

Concept de l'interconnexion  
Équipement de la couche 3 - Domaine de broadcast  
Détermination du chemin – Routage – Table de routage  
Algorithmes de routage statiques et dynamiques  
Routage à vecteur de distance et Routage par informations d'état de lien  
Interconnexion inter-réseaux – Système autonome – Routage hiérarchique  
Résumé des principaux protocoles de routage

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

### Principe : Généralité

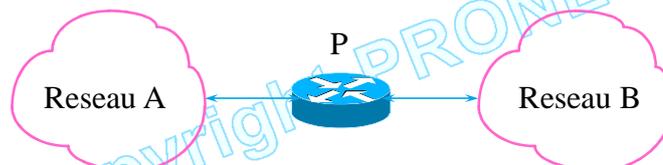
- Le concept d'interconnexion ou d'*internet* repose sur la mise en œuvre d'une couche réseau masquant les détails de la communication physique du réseau et détachant également les applications des problèmes de routage.
- **L'interconnexion** : faire transiter des informations depuis un réseau vers un autre réseau par des nœuds spécialisés appelés passerelles (*Gateway*) ou routeurs (*router*)

2

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Principe : Généralité

- Concept de l'interconnexion
- Les routeurs (ou passerelles) possèdent une connexion sur chacun des réseaux:



*Le routeur P interconnecte les réseaux A et B.*

- Le rôle du routeur P est de transférer sur le réseau B, les paquets circulant sur le réseau A et destinés au réseau B et inversement.

3

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Principe : Généralité

- Concept de l'interconnexion



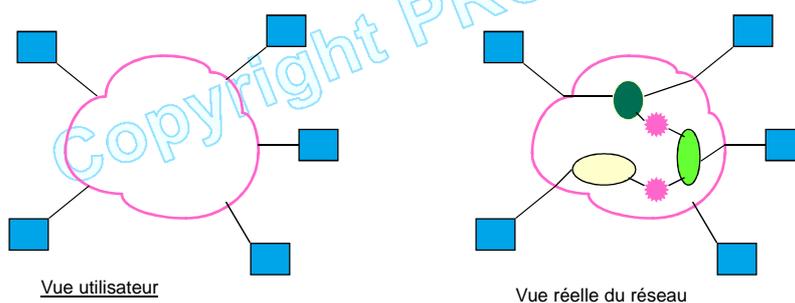
- P1 transfère sur le réseau B, les paquets circulant sur le réseau A et destinés aux réseaux B et C
- P1 doit avoir connaissance de la topologie du réseau; à savoir que C est accessible depuis le réseau B.
- *Le routage n'est pas effectué sur la base de la machine destinataire mais sur la base du réseau destinataire, donc de l'identifiant du réseau*

4

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Principe : Généralité

- Concept d'interconnexion
  - A l'intérieur de chaque réseau, les routeurs utilisent la technologie spécifique de leur réseau (Ethernet, Wifi, ATM, etc.)
  - Le logiciel d'interconnexion (couche réseau) encapsule ces spécificités et offre un service commun à tous les applicatifs, faisant apparaître l'ensemble de ces réseaux disparates comme un seul et unique réseau.



6

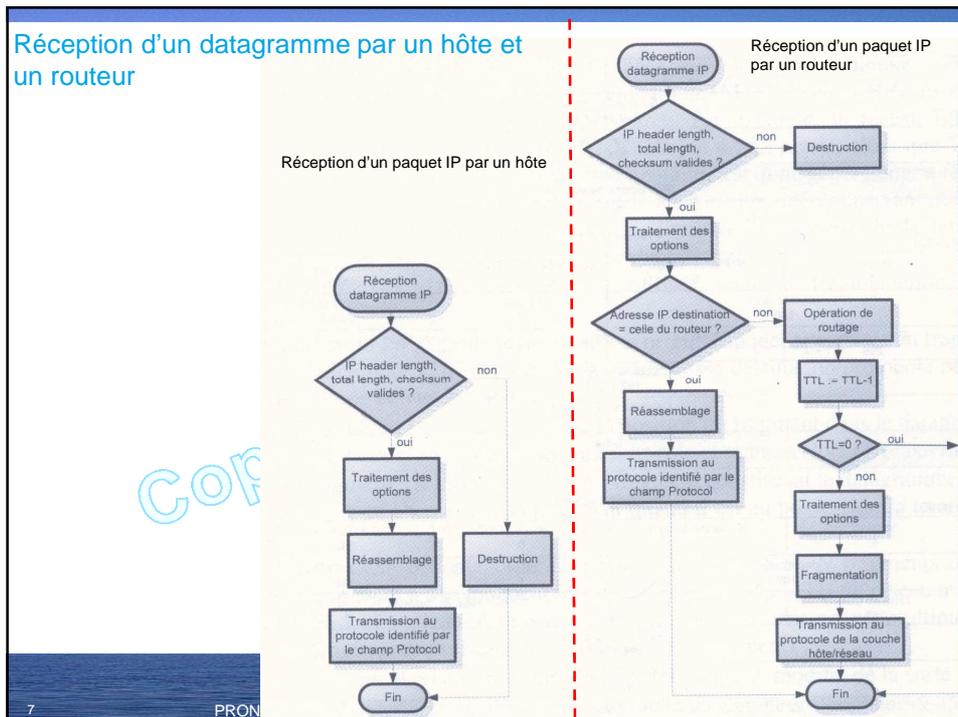
PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Principe : Protocole routé et protocole de routage

- Protocoles routés
  - Transporte des données utiles pour les couches applicatives
  - Routables : IP
- Protocoles de routage (RIP, OSPF...)
  - Partage des informations sur les tables de routage

6

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés



## Réception d'un datagramme par un hôte et un routeur

- Parmi les **opérations communes**, figurent :
  - Vérification de la validité des champs IP « *Header Length* », « *Total Length* » « *Header Checksum* » – Datagramme détruit en cas d'anomalie
  - Traitement des options éventuelles
  - Réassemblage en cas de fragmentation
- Parmi les **opérations qui diffèrent**
  - Un hôte termine le **traitement par la transmission du champ « Data » du paquet réassemblé au protocole de niveau supérieur**, identifié par le champ « *protocol* » de l'en-tête IP
  - Un routeur quant à lui, **retransmet le datagramme vers une autre machine**. Il doit procéder en outre à la **décrémenter de la valeur du champ « TTL »**, et **si nécessaire à la fragmentation du paquet** avant de le transmettre au driver de l'interface de niveau liaison approprié.

## Équipement de la couche 3 - Symbole

- **Routeur**
  - Équipement de couche 3 permettant d'interconnecter deux réseaux ou plus en se basant sur les adresses de couche 3.
  - Le routeur permet également une segmentation des domaines de broadcast et des domaines de collisions.



Routeur Cisco de type 2600

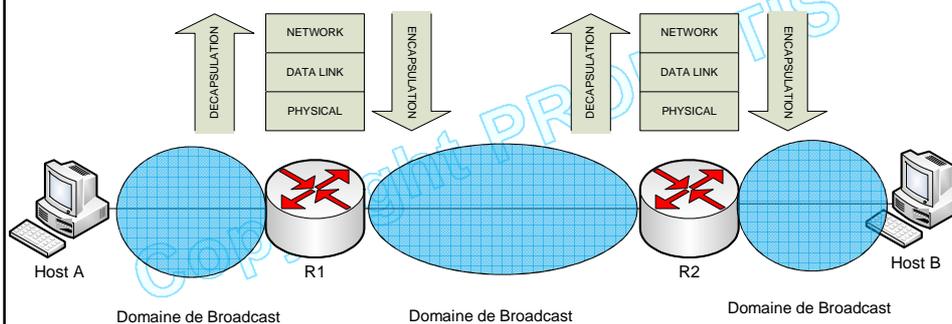


Symbole logique du routeur

9

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Fonction de routage – couches TCP/IP



10

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Processus de routage

- **Processus de routage des datagrammes**
  - Le routage est le processus permettant à un datagramme d'être acheminé vers le destinataire lorsque celui-ci n'est pas sur le même réseau physique que l'émetteur.
  - Le chemin parcouru est le résultat du processus de routage qui effectue les choix nécessaires afin d'acheminer le datagramme.
  - Les **routeurs forment une structure coopérative** de telle manière qu'un datagramme transite de routeur en routeur jusqu'à ce que l'un d'entre eux le délivre à son destinataire. Un routeur possède plusieurs connexions réseaux tandis qu'une machine possède généralement qu'une seule connexion.

11

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Processus de routage

- **Processus de routage des datagrammes**
  - Machines et routeurs participent au routage :
    - **les machines** doivent déterminer si le datagramme doit être délivré sur le réseau physique sur lequel elles sont connectées (**routage direct**) ou bien si le datagramme doit être acheminé vers un routeur; dans ce cas (**routage indirect**), elle doit identifier le routeur approprié.
    - **les routeurs** effectuent le choix de routage vers d'autres routeurs afin d'acheminer le datagramme vers sa destination finale.

12

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Composante d'un routeur

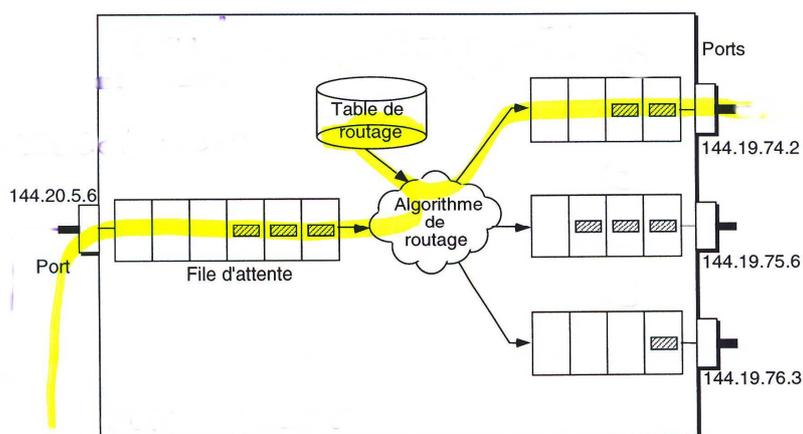
Chaque routeur doit connaître l'adresse du routeur suivant sur le chemin. C'est pourquoi, **le routeur doit gérer de manière statique ou dynamique une table de routage** qui contient tous **les réseaux accessibles** et une **entrée de routage par défaut** pour les destinations qui ne sont pas connues directement.

- L'algorithme de routage est la partie logiciel de la couche réseau
  - Décider sur quelle ligne de sortie un paquet entrant doit être retransmis
  - Décision prise pour chaque paquet entrant
- La table de routage constitue la base d'informations mise à jour par l'algorithme de routage (composée en général d'un triplet adresse destination, route à prendre, coût)

13

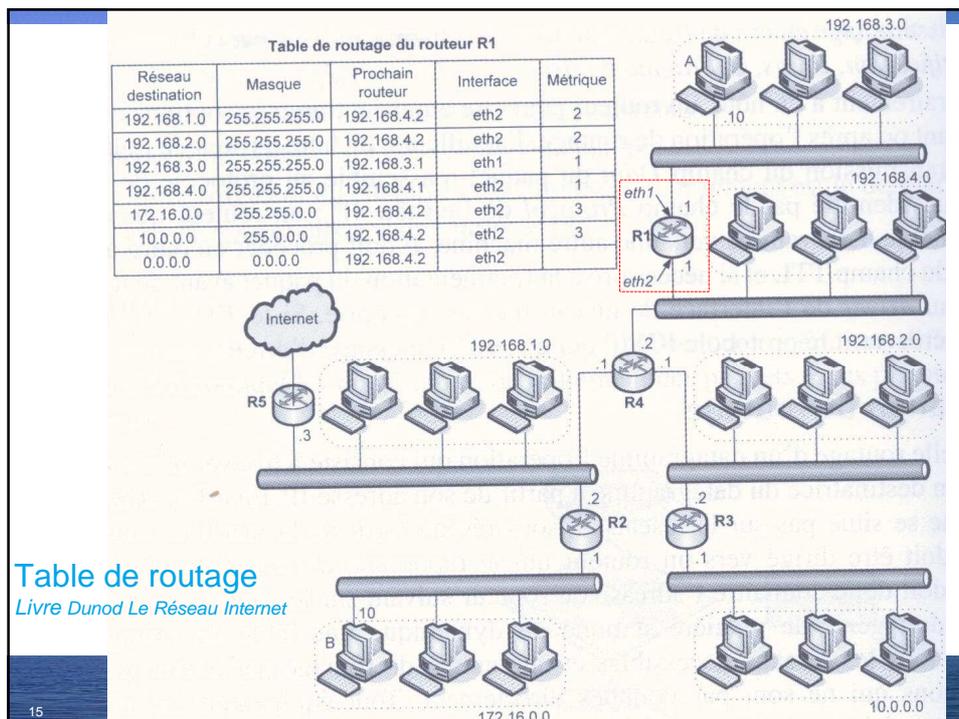
PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Composante d'un routeur



14

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés



## Procédure appliquée pour router un datagramme

- **Étape N°1 : Appliquer le(s) masque(s)** du (des) réseau(x) local (aux) à l'adresse destination du datagramme; **Comparer le résultat à l'entrée Réseau destination correspondante** pour déterminer si la destination appartient à un réseau local; si c'est le cas, faire sortir le datagramme par l'interface liée à ce réseau; sinon passer à l'étape N°2
- **Étape N°2 : Appliquer les masques contenus dans la table de routage** et comparer le résultat à l'entrée réseau destination correspondante; si la destination appartient à l'un de ces réseaux, faire sortir le paquet par la sortie correspondante, et l'envoyer au prochain routeur indiqué dans la table. Si aucune entrée de la table ne contient la destination du datagramme, le détruire. En pratique, on définit une route par défaut caractérisée par l'adresse destination 0.0.0.0 et la masque 0.0.0.0

## Exemple de table de routage

a)

**Table de routage du routeur R1**

Destination	Masque	Prochain routeur	Interface	Métrique
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.4.2	eth2	2
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.4.2	eth2	2
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.3.1	eth1	1
192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.4.1	eth2	1
172.16.0.0	255.255.0.0	192.168.4.2	eth2	3
10.0.0.0	255.0.0.0	192.168.4.2	eth2	3
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.4.2	eth2	

MACsrc = MAC_A	IPsrc = 192.168.3.10
MACdst = MAC_R1_eth1	IPdst = 172.16.0.10

MACsrc = MAC_R1_eth2	IPsrc = 192.168.3.10
MACdst = MAC_R4_eth1	IPdst = 172.16.0.10

*Livre Dunod Le Réseau Internet*

17 PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Exemple de table de routage

b)

**Table de routage du routeur R1**

Destination	Masque	Prochain routeur	Interface	Métrique
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.4.2	eth2	2
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.4.2	eth2	2
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.3.1	eth1	1
192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.4.1	eth2	1
172.16.0.0	255.255.0.0	192.168.4.2	eth2	3
10.0.0.0	255.0.0.0	192.168.4.2	eth2	3
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.4.2	eth2	

MACsrc = MAC_A	IPsrc = 192.168.3.10
MACdst = MAC_R1_eth1	IPdst = 195.1.0.10

MACsrc = MAC_R1_eth2	IPsrc = 192.168.3.10
MACdst = MAC_R4_eth1	IPdst = 195.1.0.10

*Livre Dunod Le Réseau Internet*

18 PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Algorithme de routage

- Propriétés d'un algorithme de routage
  - Exactitude, simplicité
  - Robustesse – Acceptation des défaillances, changement de topologie et de trafic
  - Stabilité et performance - Convergence rapide vers un équilibre

« Il faut distinguer une politique d'acheminement qui indique comment est choisie une route, du protocole de routage qui décrit comment sont construites les tables d'acheminement, c'est-à-dire que ce protocole spécifie les échanges d'information entre nœuds, le mode de calcul de route et de coût. »

19

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Algorithme de routage

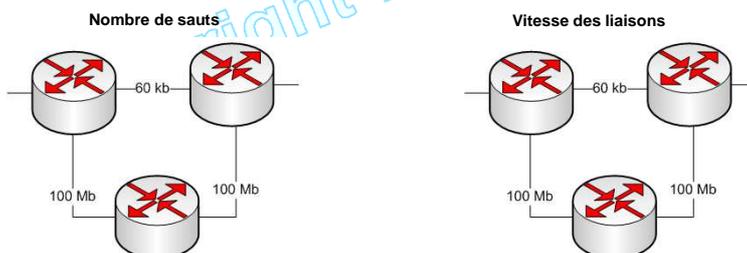
- Compromis à faire – « Dilemme »
  - minimiser le **délai moyen de traversée des paquets appartenant à une même connexion** versus maximiser le **flux total du réseau pour l'ensemble des connexions**.
- Solution de compromis pour une majorité de réseau
  - Minimiser le nombre de sauts (de nœuds traversés) qu'un paquet doit faire
  - Réduire ce nombre améliore les délais et réduit aussi la capacité de transport consommée et donc améliore le débit global
- Les routeurs ont besoin de découvrir la topologie réseau
- Les routeurs s'échangent des informations
  - Les routes valides et coûts associés
- Les routeurs dialoguent entre eux en utilisant un protocole de routage

20

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Détermination du chemin

- Les méthodes de sélection du chemin permettent aux équipements de couche 3, les routeurs, de déterminer la route à suivre pour acheminer les informations au travers de différents réseaux.
- Les services de routage utilisent les informations de topologie du réseau pour évaluer les chemins. Ce processus prend en compte les « métriques » comme :
  - Nombre de routeurs à franchir pour joindre la destination : Hop count
  - Vitesse des liaisons (débit), etc.

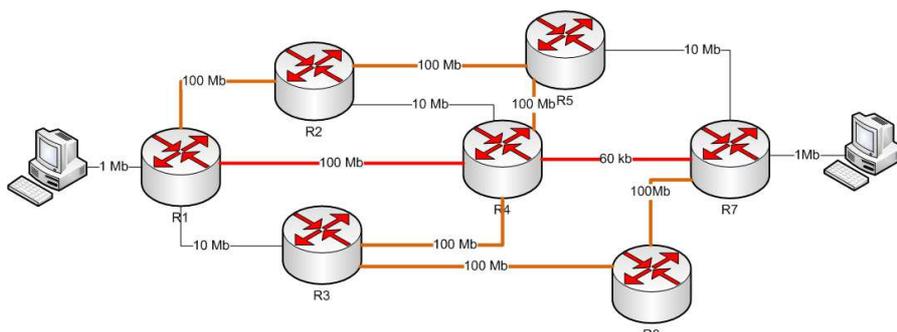


21

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomio - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Détermination du chemin : les métriques

Quel est le meilleur chemin si le métrique est le nombre de sauts et si le métrique est le débit ?



**En rouge, le meilleur chemin, avec le métrique basé sur le nombre de sauts**  
**En marron, le meilleur chemin avec le métrique basé sur la vitesse des liaisons**

22

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomio - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Famille d'algorithmes de routage

- Famille des algorithmes de routage
  - Algorithmes non adaptatifs – routage statique : ne fondent pas leurs décisions de routage sur des mesures ou des estimations du trafic et de la topologie
  - Algorithmes adaptatifs : modifient leurs décisions en fonction des changements de topologie, du trafic dans le réseau
- Environnement

*Les routeurs ou les lignes de communication peuvent tomber en panne et redevenir opérationnel en un court instant ....*

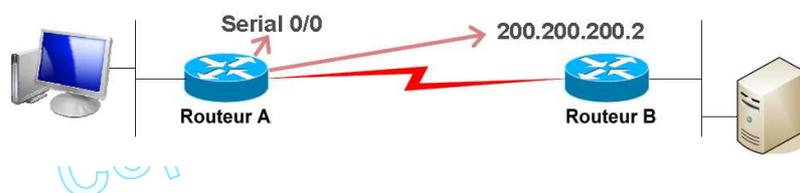
*Entraînant des perturbations au niveau des routeurs et certains peuvent avoir une vision inexacte de la topologie courante du réseau.*

23

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Routage statique

- Configuré manuellement par l'administrateur
  - Interface de sortie du routeur
  - Prochaine adresse IP à atteindre (Next Hop)



24

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Famille d'algorithmes de routage

- Algorithmes de routage adaptatifs différent selon :
  - L'endroit où ils se procurent l'information (routeur adjacent, toutes les « x » ms, lorsque le trafic réseau change ou bien la topologie)
  - Le métrique d'optimisation utilisé : nombre de sauts, temps de traversée du réseau, vitesse des liaisons
- Deux types d'algorithmes de routage dynamique existent
  - **Les algorithmes à vecteurs de distance** pour lesquels les informations échangées permettent pour chaque routeur de retenir la plus courte distance (le plus petit nombre de sauts) pour atteindre une destination
  - **Les algorithmes à état des liens** basés sur la transmission d'une carte complète des liens possibles entre les routeurs, ceux-ci doivent ensuite localement calculer les meilleures routes pour une destination.

25

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Routage dynamique à Vecteur de distance

- Principe
  - Chaque routeur dispose d'une table de routage précisant pour chaque destination, la meilleure distance connue et par quelle ligne l'atteindre
- Distance Vectoring Routing
  - Métrique : nombre de sauts
  - Connaissance de la distance qui sépare le routeur avec tous ses voisins
  - Vecteur de distance : pour une destination donnée, la meilleure distance connue et par quelle ligne l'atteindre.
  - Ces vecteurs sont contenus dans la table de routage

*Se référer au livre Le réseau Internet Dunod*

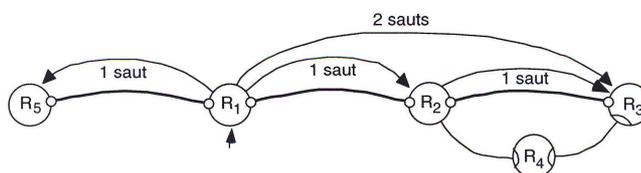
26

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Routage dynamique à vecteur de distance

### Principe de fonctionnement

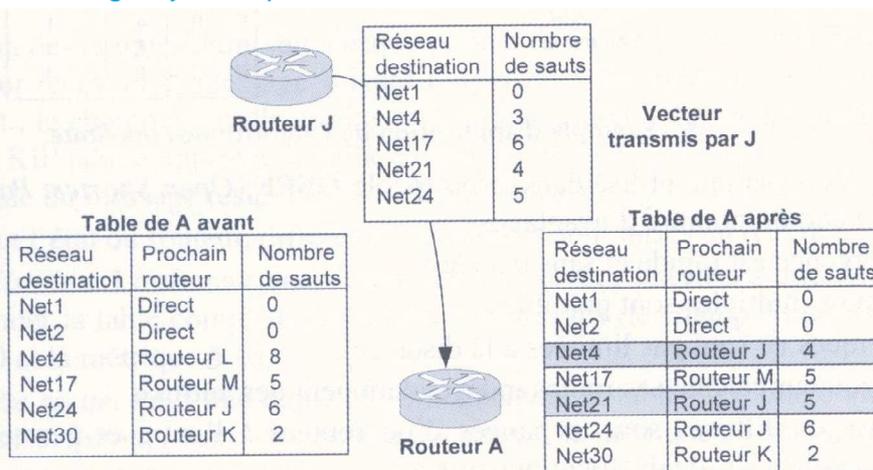
- Toutes les « x » ms, chaque routeur envoie un vecteur d'informations de distance à ses voisins immédiats (les autres routeurs qui sont connectés aux mêmes réseaux physiques)
- Maintenance des listes des routes sous la forme : D,A
  - D est la distance (selon le métrique choisi) qui sépare du réseau ou de la machine
  - A est l'adresse de destination (réseau ou machine)
- Le routeur qui reçoit les informations compare les routes reçues avec ses propres routes connues et met à jour sa table de routage.



27

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Routage dynamique à Vecteur de distance



L'entrée pour atteindre le réseau 4 est modifiée car le routeur J connaît une route plus courte. Le nombre de saut transmis est de 3, le routeur A ajoute 1 saut pour aller jusqu'à J.

28

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Routage dynamique à Vecteur de distance

- « **Temps de convergence** »
  - Convergence rapide en cas de « bonne nouvelle »
  - Convergence lente en cas de « mauvaise nouvelle »
  - Dans un sous-réseau dont la plus longue distance correspond par exemple à N sauts, au bout de N échanges de listes vectorielles tout le monde aura réactualisé les destinations
- **Principales inconvénients**
  - La taille des informations de routage est proportionnelle au nombre de routeurs interconnectés, donc les informations échangées peuvent être volumineuses et peuvent saturer le réseau
  - Les routeurs n'ont la connaissance d'un changement d'état du réseau que lorsque leur voisin le leur communique, ce qui peut être long.

29

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Présentation du protocole RIP – Vecteur de distance

**RIP (Routing Information Protocol) est l'algorithme vecteur - distance le plus connu**

**RIP de IP dérive du RIP de Xerox XNS, du début des années 80 mais il n'a été standardisé qu'à partir de 1988**

- Avant le RFC 1058, le code Berkeley représentait le "standard"
- De nombreuses versions pré-1058 étaient incompatibles entre elles

**Il y a deux versions de RIP pour IP : RIP-1 et RIP-2**

- Le terme "RIP" sera utilisé pour parler des fonctionnalités communes aux deux versions

**RIP est un protocole intra-réseau (*Interior Gateway Protocol*) : il est utilisé pour échanger des informations de routage entre machines d'un même système autonome (*pas sur la totalité de l'Internet*)**

30

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Présentation du protocole RIP – Vecteur de distance

### Au démarrage, RIP demande les informations de ses voisins

- Il envoie une requête sur le port UDP n°520
  - CMD=1, AF=0, Metric=16
- RIP demande le vecteur distance complet de chaque voisin
- Toutes les implémentations ne suivent pas cette règle

### A la réception des tables des voisins, RIP met à jour sa table de routage et son propre vecteur distance

- En tenant compte des informations reçues

### Toutes les 30 secondes, une partie ou l'ensemble du vecteur distance est envoyé aux voisins

- Diffusé s'il y a plusieurs routeurs sur la même interface ; ex : Ethernet
- Emis directement sur les liaisons point à point (WAN)
- Un coût RIP de 1 indique une connexion directe au réseau
- RIP-1 utilise le broadcast, RIP-2 le multicast

31

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

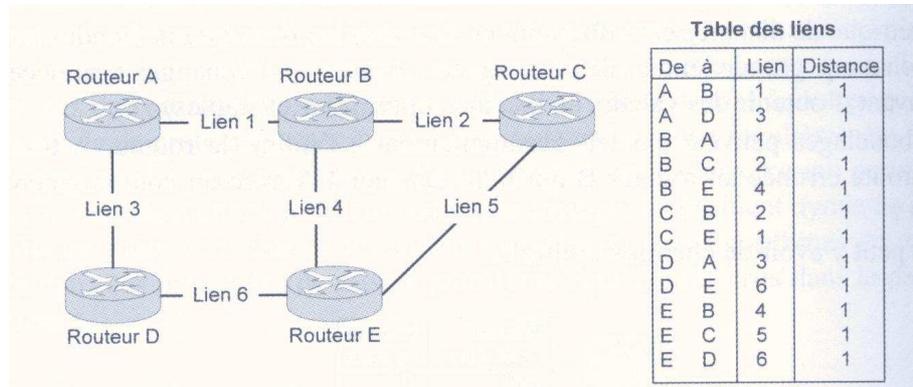
## Protocole de routage par État des liens

- Type d'algorithme utilisé pour les réseaux de grande taille
- Principe de fonctionnement
  - Les routeurs maintiennent une carte complète du réseau et calculent les meilleurs chemins localement en utilisant cette topologie
  - Les routeurs ne communiquent pas la liste de toutes les destinations connues
  - Un routeur teste périodiquement l'état des liens des routeurs qui le relie à ses voisins, puis diffuse périodiquement ces états *Link State*
  - Lorsqu'un message parvient à un routeur, celui-ci met à jour la carte des liens et recalcule localement pour chaque lien modifié, la nouvelle route selon l'algorithme de Dijkstra (shortest path algorithm) qui détermine le plus court chemin pour toutes les destinations à partir d'une même source
  - Mesurer le temps d'acheminement vers chacun de ses voisins

32

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Protocole de routage par État des liens



Tous les routeurs possèdent à un instant donné, la même table des liens. Si le routeur A veut envoyer un paquet vers le routeur C, il calcule le plus court chemin vers C et sélectionne le routeur B pour lui envoyer le paquet. B trouve à son tour le plus court chemin vers C qui est direct.

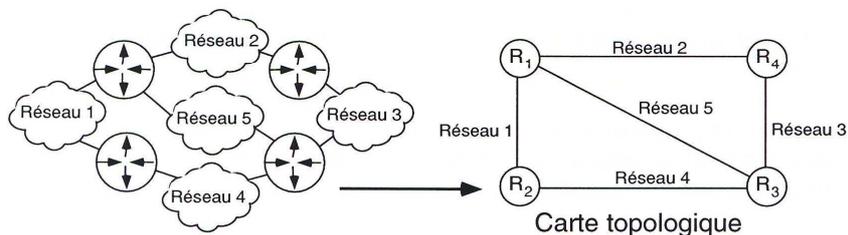
33

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Protocole de routage par État des liens

**Chaque routeur dispose d'une carte complète de la topologie du réseau**

- Les routeurs correspondent à des nœuds dans un graphe
  - Les réseaux sont représentés par des arcs ou *liaisons* entre nœuds
- Des routeurs sont voisins s'ils partagent une même liaison

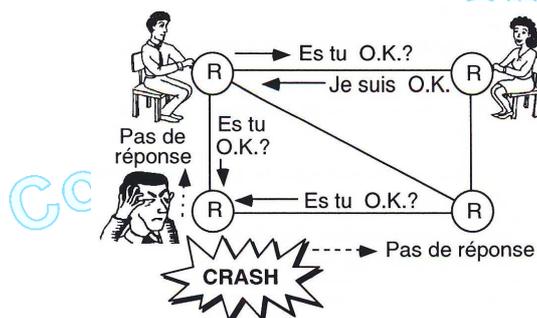


34

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Protocole de routage par État des liens

- Les mises à jour des tables de routage **ne sont pas périodiques mais déclenchées sur des changements de topologie**, ce qui entraîne un faible temps de convergence des tables de routage.
  - Si un voisin est vivant et atteignable – liaison up
  - Sinon le liaison est down



35

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

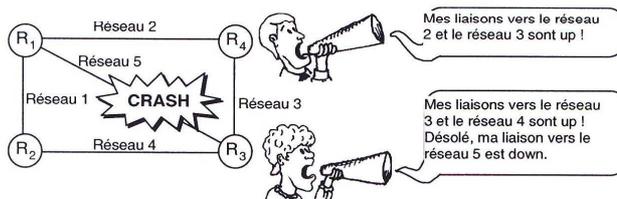
## Protocole de routage par État des liens

### Les routeurs diffusent périodiquement (en multicast) l'état de chacune de leurs liaisons

- Les messages d'état des liaisons sont utilisés pour mettre à jour la base de données décrivant la topologie du réseau
  - Chaque routeur voit le même message d'état des liaisons
  - Le calcul des routes (algorithme SPF de Dijkstra) s'appuie sur des informations de "première main"

### Le coût d'une route peut être fonction de

- Nombre de sauts, largeur de bande, délais, priorité de protocole, coût d'utilisation, etc.



36

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

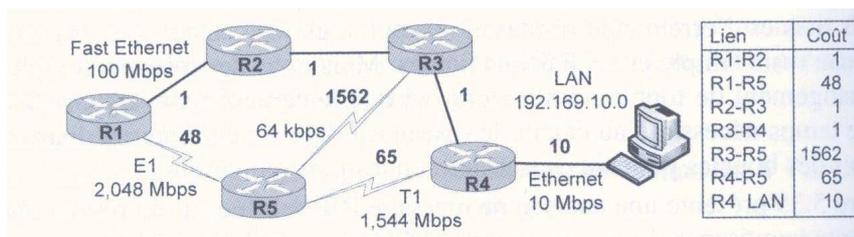
## Présentation du protocole OSPF à État des liens

- OSPF - Open Shortest Path First
    - N'envoie pas aux routeurs adjacents le nombre de sauts qui les sépare, mais l'état de la liaison qui les sépare.
    - Chaque routeur est capable de dresser une carte de l'état du réseau et peut par conséquent choisir à tout moment la route la plus appropriée pour un message donné.
  - Initialisation : un routeur demande la table de routage complète de ses voisins
    - Pour initialiser la carte représentant la topologie du réseau
    - « Inonde » le réseau avec l'état de leurs propres connexions
      - Donne aux autres routeurs les informations nécessaires à la mise à jour de leur table
      - Inonde également le réseau quand un lien change d'état
  - Pour le calcul du chemin le plus court
    - Utilisation de l'algorithme du plus court chemin – algorithme de Dijkstra
- Se référer au livre Le réseau Internet Dunod*

37

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Présentation du protocole OSPF à État des liens



Exemple de coût dans OSPF – Le métrique choisit est le débit.  
 Suivant la table des liens et les coûts associés, la route OSPF passera par R2, R3, et R4 avec un coût total de 13.

38

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Présentation du protocole OSPF à État des liens

- Avantages
  - Les métriques ne sont pas limitées à la distance
  - Demande moins de ressources par rapport à RIPV2
    - Le routage n'échange pas d'information de distance comme l'algorithme à vecteur de distance mais uniquement l'état des liens vers leurs voisins, ce qui diminue la bande passante consommée
  - Les routeurs consolident l'information sur les liens provenant des autres routeurs pour construire la topologie complète du réseau et en déduire le chemin le plus court vers chaque réseau

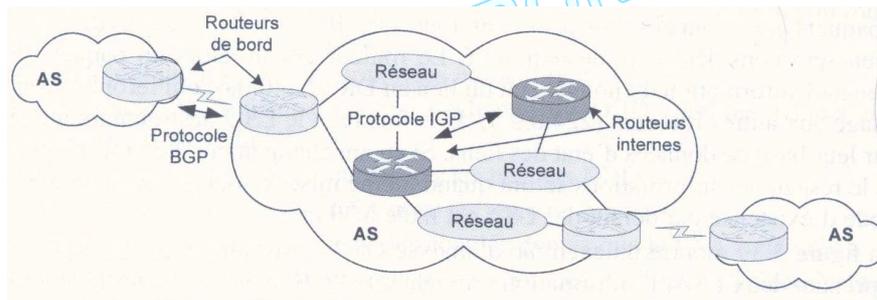
**En conclusion :** les algorithmes à état de liens sont plus complexes mais plus performants et mieux adaptés au facteur d'échelle que les algorithmes à Vecteur de distance

## Interconnexion de plusieurs réseaux autonomes

- Routage à plat, routage hiérarchique
  - Domaine de routage – problématique
    - Le routage à moindre coût nécessite la diffusion à travers le réseau, d'information concernant soit les tables de routage, soit l'état de liens.
    - Ce trafic consomme de la bande passante
    - Plus le réseau est grand, plus le trafic de mise à jour est conséquent, plus les tables de routages sont importantes et plus le calcul des routes consomme du CPU
  - Routage hiérarchique
    - Pour palier à cette problématique, en routage hiérarchique, le réseau est découpé en domaine (ou parfois appelé région), appelés systèmes autonomes (AS – Système autonome).
    - Pour chaque domaine identifié, les messages n'appartenant pas au domaine sont éliminés.

## Interconnexion de plusieurs réseaux autonomes

- Routage hiérarchique
  - Découpage en zones numérotées regroupant des réseaux contigus et des routeurs. Les zones ne se chevauchent pas.
  - A l'extérieur d'une zone, sa topologie est inconnue,



41

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Interconnexion de plusieurs réseaux autonomes

- Autonomous System - AS
  - Correspond à un domaine administratif *Universités , compagnies, opérateur télécom.*
  - Domaine de routage (réseaux + routeurs) sous la responsabilité d'une autorité unique.
  - Groupe d'un ou plusieurs préfixes (=réseaux) ayant une **politique de routage commune**
  - Identifié par un numéro : **Assigner un nombre de 16 bits à chaque AS attribué par le NIC.**

*Exemple : 194.51.23.0/24 appartient à l'AS 3215 de France Telecom Transpac*

42

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

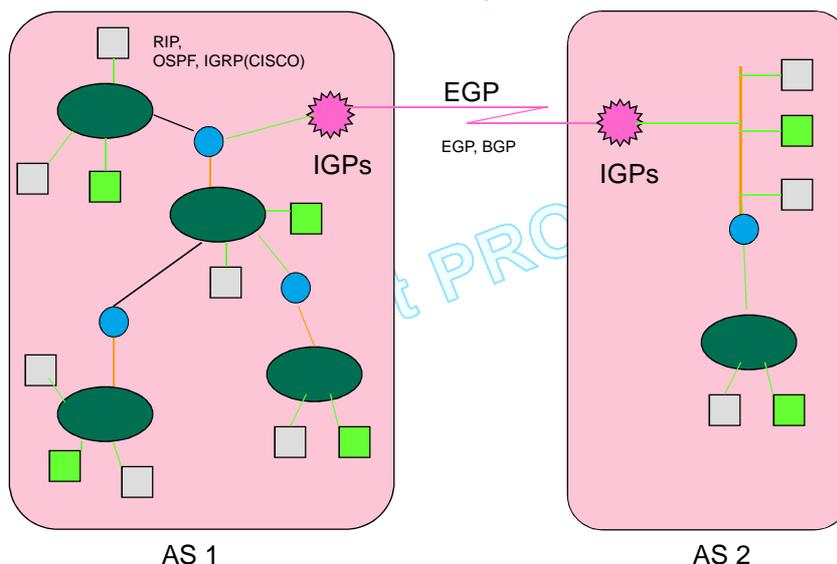
## Interconnexion de plusieurs réseaux autonomes

- Ce mode de découpage, en routage hiérarchique, conduit à définir deux familles de protocoles de routage, notamment utilisés sur Internet.
  - Routage **Intra** domaine – protocoles internes au domaine (IGP, interior Gateway protocol) qui assurent le routage dans le domaine mais ignorent les nœuds des autres domaines
  - Routage **Extra** domaine – protocoles externes au domaine (EGP external Gateway Protocol), qui gèrent l'échange d'information entre les domaines afin de découvrir la connectivité de chaque domaine.
- Chaque domaine, est représenté et connu du reste du réseau par un nœud frontière dit routeur de bordure, qui supporte à la fois un protocole intérieur au domaine et un protocole externe au domaine.
- Chaque domaine est autonome et peut mettre en œuvre un protocole de routage interne différent.

43

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Illustration – Interconnexion de systèmes autonomes

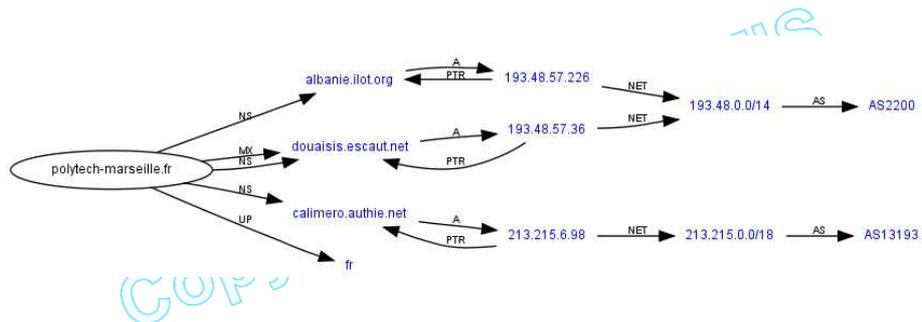


44

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Illustration – Interconnexion de systèmes autonomes

- Exemple : <http://www.robtex.com/dns/polytech-marseille.fr.html>



45

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Géo-localisation d'adresse IP

- <http://visualroute.visualware.com/>
- <http://www.geolocalise-ip.com/>

An IP address (Internet Protocol Address) is a logical address of a network adapter. The IP address is unique and identifies computers on a network.

**My IP address: 147.94.190.31**

My IP Address Location: Marseille in France

ISP of my IP: Institut Mediteraneen de Technologie



**Looking for DDR3 IP?**

Denali can help you! View the full catalog now.

[www.ChipEstimate.com](http://www.ChipEstimate.com)

46

PRONETIS©2011 - Philip

POWERED BY



## Résumé - Protocoles de routage

Protocole	Algorithme	Métrique	Mise à jour	Remarque
RIP v1	Vecteur de distance	Nombre de sauts	30 sec	15 sauts maximums
RIP v2	Vecteur de distance	Nombre de sauts	30 sec	Classless
IGRP	Vecteur de distance	Délais Bande passante Fiabilité	90 sec	Propriétaire Cisco
OSPF	État de lien	Le coût de la route	changement topologique	Classless
IS - IS	État de lien	Poids du lien	changement topologique	multiples protocoles routés

47

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

## Résumé - Protocoles de routage

Protocole	Algorithme	Métrique	Mise à jour	Remarque
EIGRP	Hybride	Délais Bande passante Fiabilité	Changement topologique	Propriétaire Cisco
BGP	Vecteurs de chemins	Politique réseau Attribut de chemin		ISP Grandes compagnies

48

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Pause-réflexion

**Avez-vous des questions ?**



Résumé du module

**Table de  
routage**

**Protocole de  
Routage**

**Systèmes  
Autonomes  
AS**

**Routage  
INTRA/EXTRA  
domaine**

**Algorithme de  
routage à  
Vecteur de  
distances**

**Algorithme de  
routage à  
État de lien**

**FIN DU MODULE**

Copyright PRONETIS