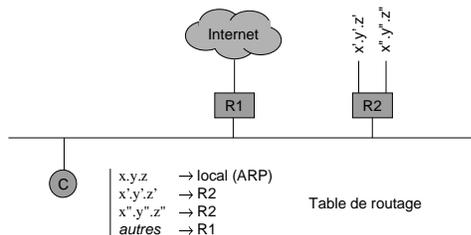


Administration de réseaux IP

Roland Dirlwanger
CNRS - Délégation Aquitaine et Poitou Charentes
rd@dr15.cnrs.fr

(1)

- Christian Huitema, "Le routage dans l'Internet", Eyrolles, 1995.
ISBN 2-212-08902-3



- routage statique : par configuration de l'équipement
 - `route add destination relais distance`
- ICMP "redirect" : automatique
 - un routeur reçoit un paquet par une interface
 - il constate que pour l'acheminer, il doit le renvoyer par la même interface
 - il envoie un paquet "ICMP redirect" pour indiquer à l'émetteur qu'il peut atteindre le destinataire directement.

(1)

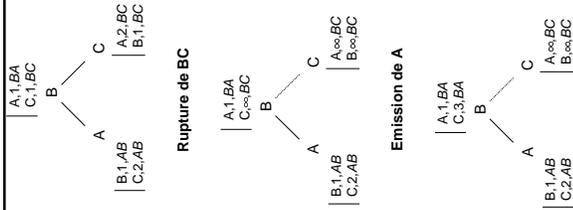
- Deux familles de protocoles
 - protocole de routage interne (*Internal Gateway Protocol*) : ex. RIP, OSPF, IGRP
 - protocole de routage externe (*External Gateway Protocol*) : ex. EGP, BGP
- Système autonome (AS, *Autonomous System*)
 - ensemble d'équipements sous une administration unique et obéissant à la même politique de routage

Protocoles à vecteurs de distance

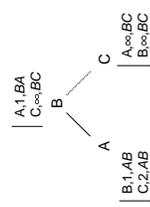
Principe :

- distance ou métrique :
 - unité arbitraire liée soit au nombre de relais traversés, soit au coût de la liaison, soit à son débit, soit aux délais de transmission, pour atteindre la destination.
- émission :
 - diffusion du vecteur de distance (*destination, relais*)
- réception :
 - mise à jour de la table de routage ssi $distance + 1$ pour *destination* est plus petite que la valeur actuelle
 - réarmement du temps d'expiration pour chaque destination telle que $distance + 1 =$ valeur actuelle

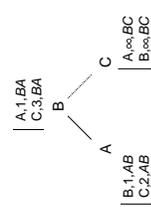
Boucles et comptage jusqu'à l'infini (1)



Rupture de BC



Emission de A



Boucles et comptage jusqu'à l'infini (2)

- *étape 3* : A a émis avant B =>
 - il y a une boucle entre A et B pour tout paquet émis vers C
- *étapes suivantes* :
 - A expire la route vers C, mais en reçoit une nouvelle de B avec une distance + 1
 - B expire la route vers C, mais en reçoit une nouvelle de A avec une distance + 1
 - cycle qui converge lentement (distance ← distance + 2) vers la distance maximale => comptage jusqu'à l'infini.

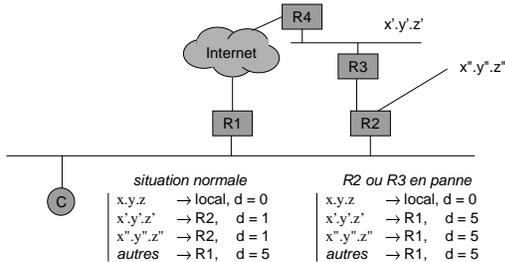
Boucles et comptage jusqu'à l'infini (3)

Améliorer la convergence

- **Horizon partagé**
 - A n'envoie pas vers B les routes reçues de B
 - plus efficace : A envoie vers B les routes reçues de B en indiquant une distance infinie
- **Mise à jour déclenchées**
 - envoi immédiat des modifications notables (rupture de connectivité, etc.)
 - en fait, chaque routeur envoie la mise à jour avec un délai aléatoire pour éviter les tempêtes de mises à jour.

Routing Information Protocol

- **Version 1**
 - utilise la diffusion sur Ethernet et l'émission sur liaison PàP
 - chaque nœud diffuse sa table toutes les 30 secondes et expire les routes non rafraîchies toutes les 3 minutes
 - utilise l'horizon partagé et les m&j déclenchées
- **Version 2**
 - gère les subnets
 - implémente le multicast
 - authentification
 - notion de relais suivant



Protocoles à vecteurs d'états de liaisons

Principe :

- chaque nœud propage l'état de la liaison avec ses voisins par inondation
- chaque nœud maintient une carte complète du réseau :
 - il calcule le chemin le plus court pour atteindre une destination.

Avantages :

- routeurs en phase => pas de boucles
- convergence très rapide vers un état stable en cas de modification

Inconvénients :

- problème sur les gros réseaux (> 200 nœuds)

La carte du réseau

- l'élément d'information est un enregistrement
 - identificateur de la liaison
 - destination atteinte par cette liaison
 - information de distance
 - numéro de séquence
- rôle de chaque nœud
 - propager l'état de ses liaisons
 - propager les enregistrements reçus de ses voisins sur toutes les interfaces, sauf celle par laquelle l'enregistrement est arrivé
 - ignorer ses propres enregistrements

Plusieurs chemin vers la même

$dest \text{ via } i = \text{distance} (dest \text{ via } j)$

Protocole à vecteur de distance :

- ne met pas à jour la table de routage \Rightarrow si on commence à router via i , on routera tous les paquets via i .
- si i tombe en panne, il faudra attendre la prochaine annonce de $dest \text{ via } j$.

Protocole à vecteur d'état de liaisons :

- peut router via i ou via j ou les deux (équilibre de charge)
- si i tombe, le relais via j est immédiat

- OSPF (*Open Short Path First*) recommandé par l'IETF (*Internet Engineering Task Force*) comme protocole de routage interne (RIP = trop d'inconvénients, IGRP = propriétaire cisco).
- protocole à vecteur d'états de liaison, avec :
 - découpage en zones des gros réseaux
 - gestion des métriques multiples (débit, délai, coût, fiabilité)
 - gestion des routes externes
 - temporisation des enregistrements, acquittements, checksums, authentification

OSPF : démarrage

- démarrage d'un routeur :
 - numéro de séquence = valeur minimale, diffusion par inondation de l'état de liaison
 - s'il reçoit un état avec un numéro de séquence plus grand \Rightarrow numéro de séquence = ce numéro +1, diffusion par inondation de l'état de liaison
- rétablissement d'une liaison
 - échange avec ses voisins de l'état de ses liaisons
 - envoi de description (identifiant de la liaison, n° de séquence)
 - transmission uniquement des enregistrements de liaison différents

OSPF : les numéros de séquence

- éviter que le numéro de séquence déborde ($\geq 2^{32}$)
 - numéros de séquence évoluent selon l'algorithme suivant ($N = 2^{31} - 1$)
 - initialisation : $s = -N + 1$
 - progression : si $s < N - 2$ alors $s \leftarrow s + 1$; si $s = N - 2$ alors $s \leftarrow 0$
 - comparaison : si $s_1 < 0$ ou $s_2 < 0$, alors comparaison classique
 - si $s_1 \geq 0$ et $s_2 \geq 0$. Supposons que $s_1 < s_2$ alors
 - si $s_2 - s_1 > (N - 1)/2$ alors s_2 plus récent
 - sinon s_1 plus récent

- retransmission par inondation de toutes les liaisons toutes les 30 minutes
- éviter de conserver des routes anciennes
 - les enregistrements d'états de liaison ont un champ "âge" :
 - vaut 0 lorsque l'enregistrement est diffusé par le routeur responsable de la liaison
 - augmente d'un à chaque routeur traversé puis d'un toutes les secondes
 - si l'âge atteint 1 heure sur un routeur \Rightarrow envoi par inondation de la suppression de cet enregistrement
 - pour chaque enregistrement, on compare l'âge reçu avec l'âge actuel.
 - Si la différence est de quelques unités, c'est le cas normal
 - Si la différence dépasse 15 minutes, on met à jour l'enregistrement correspondant