

# Réseaux

## Routage

Tuyêt Trâm DANG NGOC  
<dntt@u-cergy.fr>

Université de Cergy-Pontoise

2009–2010

**MC**  **URS.com** (Zone Cours)  
www.mcours.com : Site N° 1 des Cours et Exercices



# Plan

- 1 **Routage statique**
  - Table de routage
  - Routage par défaut
  
- 2 **Principes généraux du routage dynamique**
  - Protocoles de routage
  
- 3 **Protocoles de routage interne (IGP)**
  - RIP
  - OSPF
  
- 4 **Protocoles de routage externe (IGP)**
  - EGP
  
- 5 **Références bibliographiques**

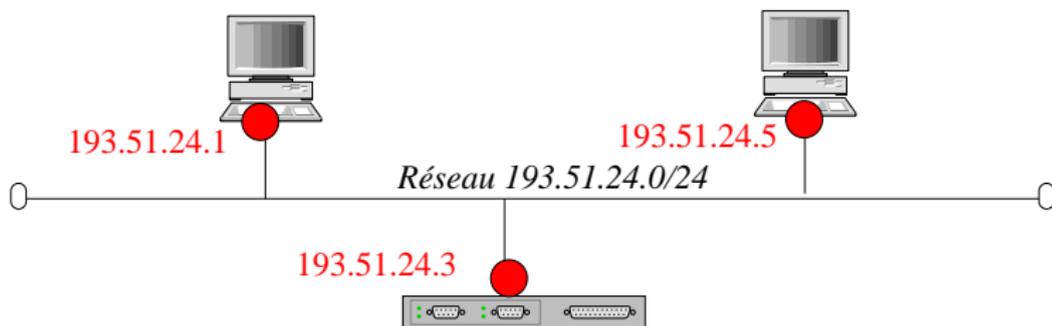
- 1 Routage statique
  - Table de routage
  - Routage par défaut
- 2 Principes généraux du routage dynamique
- 3 Protocoles de routage interne (IGP)
- 4 Protocoles de routage externe (IGP)
- 5 Références bibliographiques

**MC**  **URS.com** (Zone Cours)  
www.mccours.com : Site N° 1 des Cours et Exercices

# Adressage IP et interface

Une adresse IP est associée à une interface.

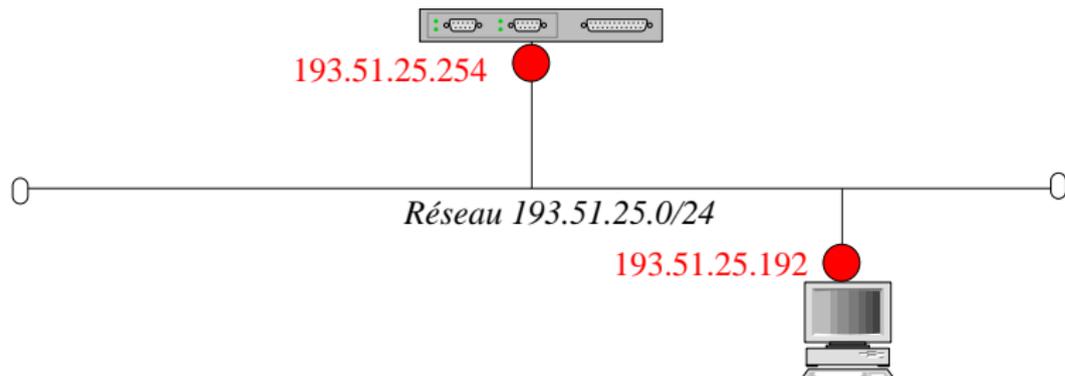
Exemple : le routeur r-prism.uvsq.fr a deux interfaces, il a donc deux adresses : 193.51.25.254 et 193.51.24.3



# Adressage IP et interface

Une adresse IP est associée à une interface.

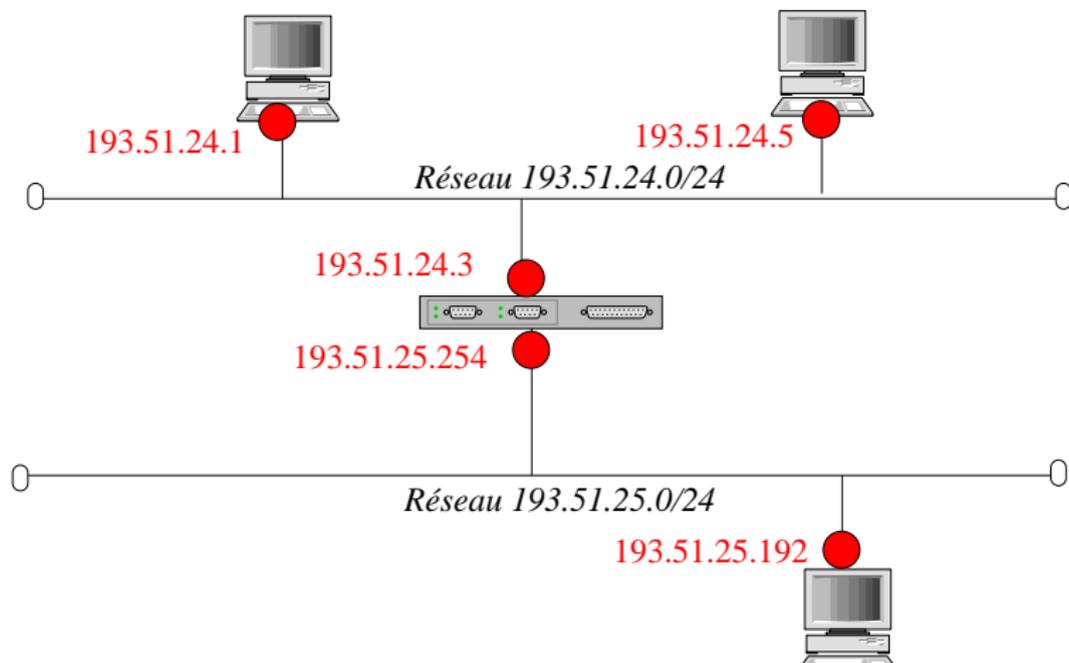
Exemple : le routeur r-prism.uvsq.fr a deux interfaces, il a donc deux adresses : 193.51.25.254 et 193.51.24.3



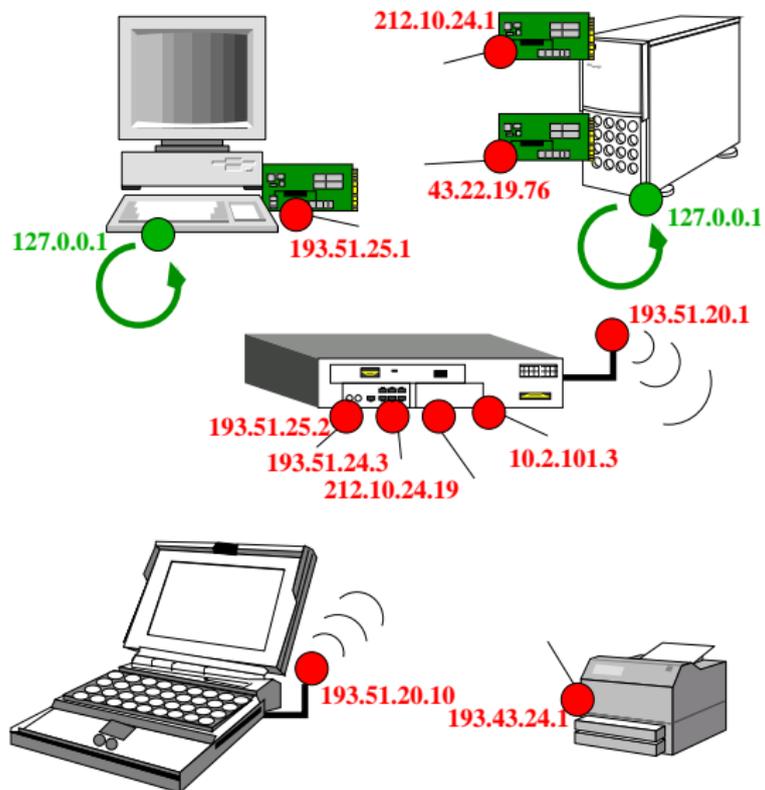
# Adressage IP et interface

Une adresse IP est associée à une interface.

Exemple : le routeur r-prism.uvsq.fr a deux interfaces, il a donc deux adresses : 193.51.25.254 et 193.51.24.3



# Adresse IP et interface



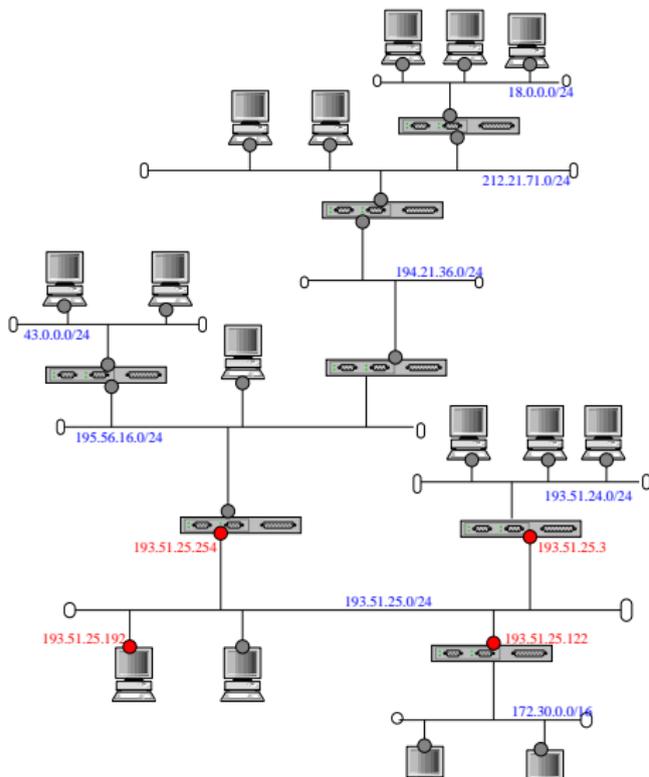


# Route par défaut

- Si il faut répertorier tous les réseaux de l'Internet dans chaque table de routage
- $\Rightarrow$  Explosion des tables de routage

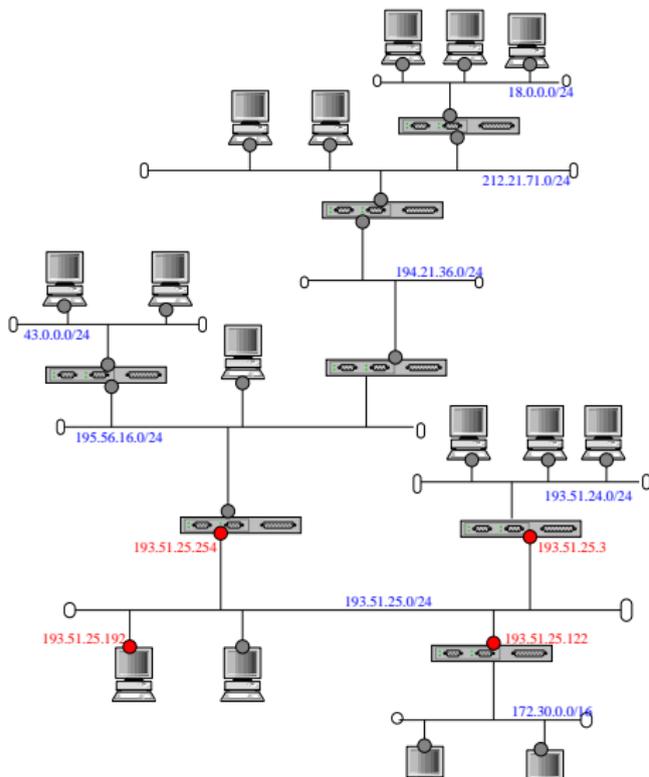
# Table de routage

Pour aller sur le réseau	Je dois passer par
172.30.0.0/16	193.51.25.122
193.51.24.0/24	193.51.25.3
18.0.0.0/24	193.51.25.254
212.21.71.0/24	193.51.25.254
43.0.0.0/24	193.51.25.254
195.56.16.0/24	193.51.25.254



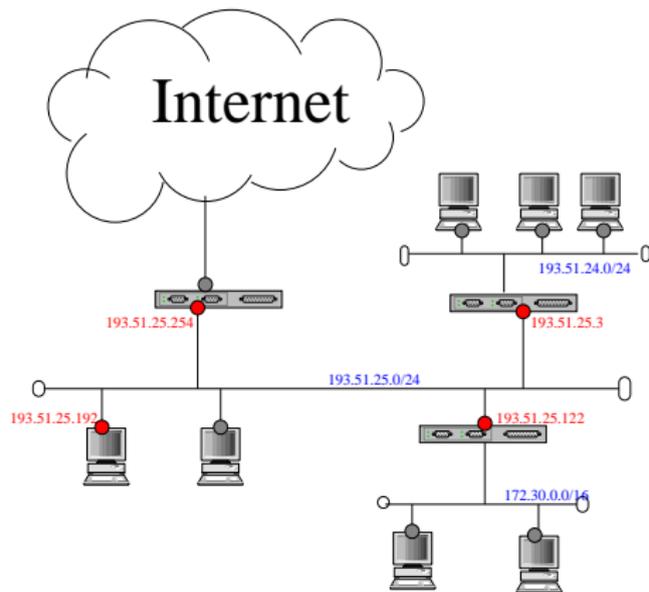
# Table de routage

Pour aller sur le réseau	Je dois passer par
172.30.0.0/16	193.51.25.122
193.51.24.0/24	193.51.25.3
default	193.51.25.254

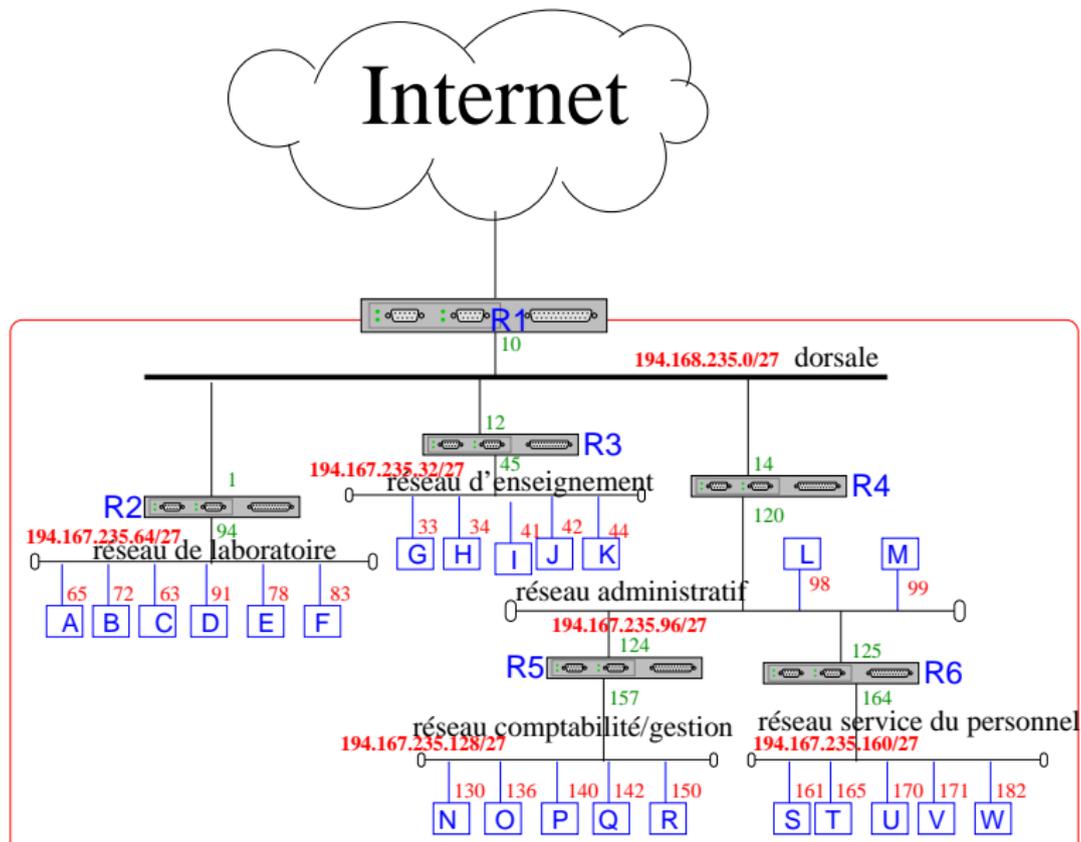


# Table de routage

Pour aller sur le réseau	Je dois passer par
172.30.0.0/16	193.51.25.122
193.51.24.0/24	193.51.25.3
default	193.51.25.254



# Exemple de réseau



# Tables de routage (1/2)

R1

Réseau Destination	Passerelle	Interface
default	<i>R_FAI</i>	ext
194.168.235.0/27 (dorsale)	lien local	int
194.168.235.32/27 (enseignement)	194.168.235.12	int
194.168.235.64/27 (laboratoire)	194.168.235.1	int
194.168.235.64/27 (administratif)	194.168.235.14	int
194.168.235.128/27 (compta/gestion)	194.168.235.14	int
194.168.235.160/27 (personnel)	194.168.235.14	int

R2

Réseau Destination	Passerelle	Interface
default	194.168.235.10	ext
194.168.235.0/27 (dorsale)	lien local	ext
194.168.235.32/27 (enseignement)	194.168.235.12	ext
194.168.235.64/27 (laboratoire)	lien local	int
194.168.235.64/27 (administratif)	194.168.235.14	ext
194.168.235.128/27 (compta/gestion)	194.168.235.14	ext
194.168.235.160/27 (personnel)	194.168.235.14	ext

R3

Réseau Destination	Passerelle	Interface
default	194.168.235.10	ext
194.168.235.0/27 (dorsale)	lien local	ext
194.168.235.32/27 (enseignement)	lien local	int
194.168.235.64/27 (laboratoire)	194.168.235.1	ext
194.168.235.64/27 (administratif)	194.168.235.14	ext
194.168.235.128/27 (compta/gestion)	194.168.235.14	ext
194.168.235.160/27 (personnel)	194.168.235.14	ext

# Tables de routage (2/2)

R4

Réseau Destination	Passerelle	Interface
default	194.168.235.10	ext
194.168.235.0/27 (dorsale)	lien local	ext
194.168.235.32/27 (enseignement)	194.168.235.12	ext
194.168.235.64/27 (laboratoire)	194.168.235.1	ext
194.168.235.64/27 (administratif)	lien local	int
194.168.235.128/27 (compta/gestion)	194.168.235.124	int
194.168.235.160/27 (personnel)	194.168.235.125	int

R5

Réseau Destination	Passerelle	Interface
default	194.168.235.120	ext
194.168.235.64/27 (administratif)	lien local	ext
194.168.235.128/27 (compta/gestion)	lien local	int
194.168.235.160/27 (personnel)	194.168.235.125	ext

R6

Réseau Destination	Passerelle	Interface
default	194.168.235.120	ext
194.168.235.64/27 (administratif)	lien local	ext
194.168.235.128/27 (compta/gestion)	194.168.235.124	ext
194.168.235.160/27 (personnel)	lien local	int

# Et si on rajoutait ou enlevait des routeurs ?

- Configurer les tables de routages des routeurs supplémentaire
- Modifier les tables de routage de chacun des routeurs déjà présents
- ... et surtout, ne pas se tromper!!!

⇒ Dans un environnement complexe, la mise en oeuvre du routage statique est souvent difficile à maintenir.

- 1 Routage statique
- 2 Principes généraux du routage dynamique
  - Protocoles de routage
- 3 Protocoles de routage interne (IGP)
- 4 Protocoles de routage externe (IGP)
- 5 Références bibliographiques

# Routage dynamique

- Dans un environnement complexe, la mise en œuvre du routage statique est souvent difficile à maintenir
- La mise en place d'un mécanisme de routage dynamique permet de faciliter les mises à jour
- Chaque routeur diffuse la liste des réseaux sur lesquels il est connecté
- Chaque routeur met à jour sa table de routage à partir des informations reçues depuis les autres
- Démons de routage : **routed**, **gated**

**MC**  **URS.com** (Zone Cours)  
www.mccours.com : Site N° 1 des Cours et Exercices

# Routage dynamique

- Chemin de coût le moins élevé
- Echange d'information entre routeurs
- Algorithmes
  - à vecteur de distance (*distance vector*) : RIP
  - à état de liaison (*link state*) : OSPF

# Protocoles de routage

Le protocole de routage consiste à définir comment sont échangées les informations de routage, et donc à :

- découvrir les autres routeurs du réseau
- construire les tables de routage
- maintenir les tables de routage à jour

Attention : protocole de routage  $\neq$  politique de routage (décision)

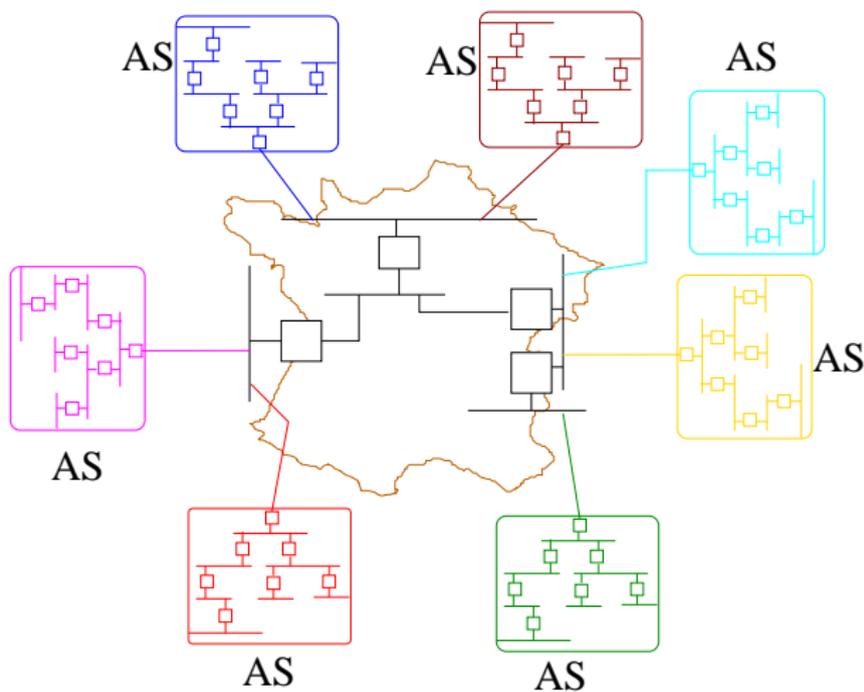
# Routage entre réseaux

Interconnexion de réseaux de différents opérateurs  $\Rightarrow$

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

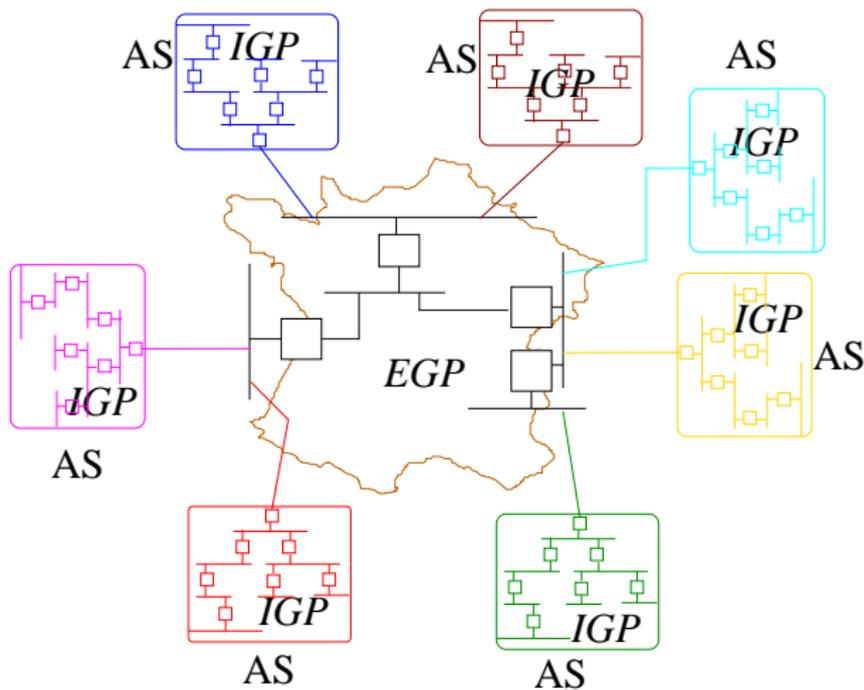
# AS (Autonomous System)

AS : ensemble de réseaux contrôlés par une seule autorité.



# AS (Autonomous System)

AS : ensemble de réseaux contrôlés par une seule autorité.



# AS (Autonomous System)

Les numéros d'AS sont des entiers stockés sur 16 bits.  $\Rightarrow$  Il ne peut donc y en avoir que 65535 au niveau mondial (très peu).  
AS obtenu auprès des RIR (Regional Address Registry) :

- ARIN en Amérique du Nord
- LACNIC en Amérique du Sud
- APNIC en Asie-Pacifique
- RIPE-NCC en Europe

# 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.
- ex : RIP, OSPF

# 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**
- ex : BGP

# Protocoles de routage

## IGP

- RIP (Routing Information Protocol) v1, v2 : protocoles à vecteur de distance (Distance Vector)
- OSPF (Open Shortest Path First) : protocole de routage à état de lien (Link-state)

## EGP

- BGP (Border Gateway Protocol) est le protocole standard de l'Internet pour les interconnexions entre opérateurs.

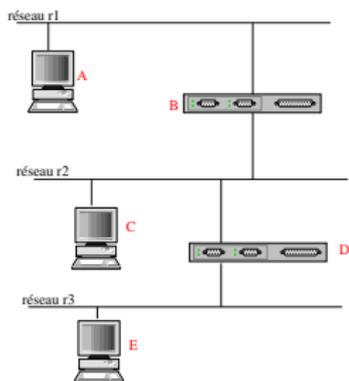
- 1 Routage statique
- 2 Principes généraux du routage dynamique
- 3 Protocoles de routage interne (IGP)
  - RIP
  - OSPF
- 4 Protocoles de routage externe (IGP)
- 5 Références bibliographiques

# Principe général

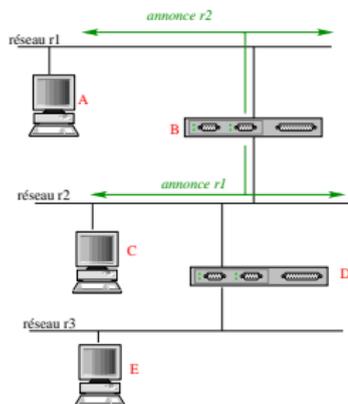
## Principe :

- Chaque routeur annonce périodiquement (30s) tous ses réseaux et le nombre de saut 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

# Principe général

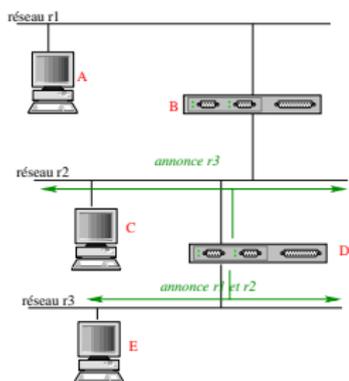


# Principe général



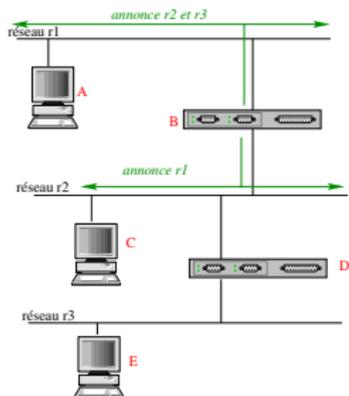
Temps	Routeur	Annonce	Sur	Machine	Route
t1	B	r2	r1	A	r2 via B
		r1	r2	C	r1 via B
				D	r1 via B

# Principe général



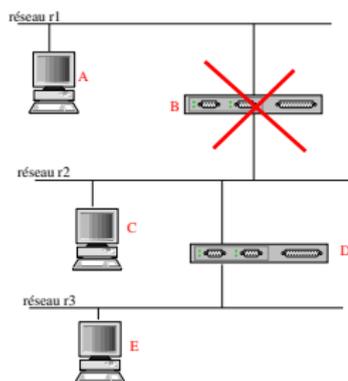
Temps	Routeur	Annonce	Sur	Machine	Route
t1	B	r2	r1	A	r2 via B
		r1	r2	C	r1 via B
				D	r1 via B
t2	D	r1 et r2	r3	E	r1 via D
					r2 via D
	D	r3	r2	B	r3 via D
	D			C	r3 via D

# Principe général



Temps	Routeur	Annonce	Sur	Machine	Route
t1	B	r2	r1	A	r2 via B
		r1	r2	C	r1 via B
				D	r1 via B
t2	D	r1 et r2	r3	E	r1 via D
					r2 via D
	D	r3	r2	B	r3 via D
			C	r3 via D	
t3	B	r2 et r3	r1	A	r3 via B
	B	r1	r2		

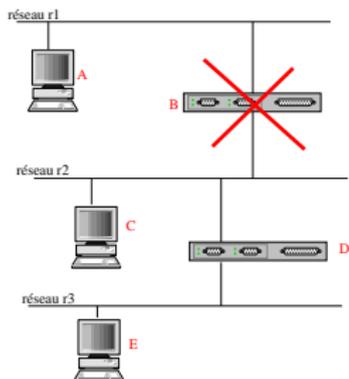
# Principe général



Temps	Routeur	Annonce	Sur	Machine	Route
t1	B	r2	r1	A	r2 via B
		r1	r2	C	r1 via B
				D	r1 via B
t2	D	r1 et r2	r3	E	r1 via D
					r2 via D
	D	r3	r2	B	r3 via D
				C	r3 via D
t3	B	r2 et r3	r1	A	r3 via B
		B	r1		

B tombe en panne

# Principe général



Temps	Routeur	Annonce	Sur	Machine	Route
t1	B	r2	r1	A	r2 via B
		r1	r2	C	r1 via B
				D	r1 via B
t2	D	r1 et r2	r3	E	r1 via D
					r2 via D
	D	r3	r2	B	r3 via D
	D			C	r3 via D
t3	B	r2 et r3	r1	A	r3 via B
	B	r1	r2		
B tombe en panne					
t3 + 180s				A	r2 non routé
					r3 non routé
				C	r1 non routé
				D	r1 non routé

# Principe général

Temps	Routeur	Annonce	Sur	Machine	Route
t1	B	r2	r1	A	r2 via B
		r1	r2	C	r1 via B
				D	r1 via B
t2	D	r1 et r2	r3	E	r1 via D
					r2 via D
	D	r3	r2	B	r3 via D
	D			C	r3 via D
t3	B	r2 et r3	r1	A	r3 via B
	B	r1	r2		
B tombe en panne					
t3 + 180s				A	r2 non routé
					r3 non routé
				C	r1 non routé
				D	r1 non routé
t3 + 360s			E	r1 non routé	

# 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)



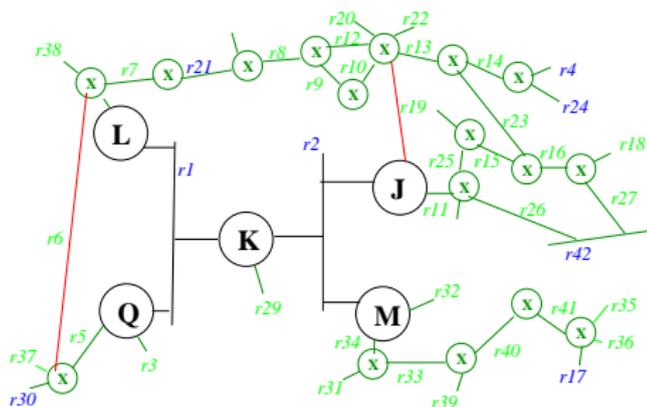
# Routage à vecteur de distance (Bellman-Ford)

## Table de routage du routeur K

Destination	Dist.	Route
Réseau 1	0	directe
Réseau 2	0	directe
Réseau 4	4	Routeur J
Réseau 17	5	Routeur M
Réseau 21	5	Routeur J
Réseau 24	6	Routeur J
Réseau 30	2	Routeur Q
Réseau 42	3	Routeur J

## Message de mise à jour du routage issu du routeur J

Destination	Dist.
Réseau 1	2
Réseau 4	3
Réseau 17	6
Réseau 21	4
Réseau 24	5
Réseau 30	10
Réseau 42	4



# RIP (Routing Information Protocol)

Principe :

- Chaque routeur annonce (par diffusion) périodiquement (30s) tous ses réseaux et le nombre de saut 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

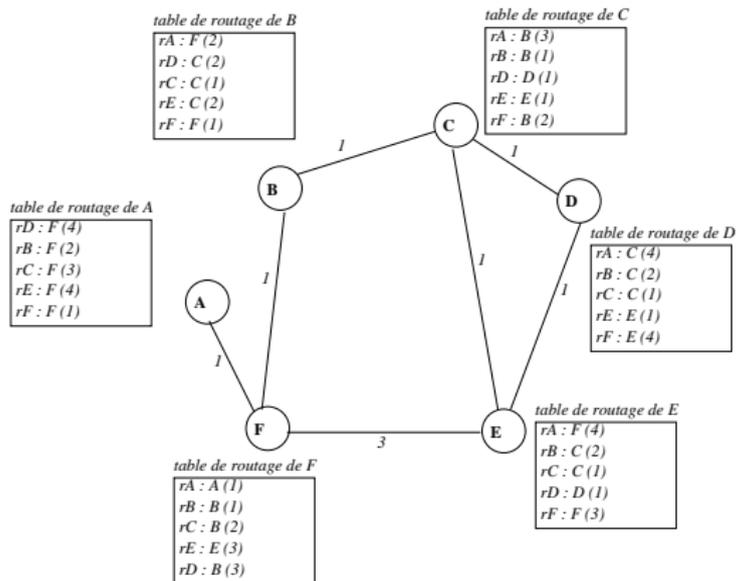
2 types de routeurs :

- **Routeur actif** : diffuse ses informations de routage vers les autres noeuds.
- **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.

# RIP (Routing Information Protocol)

- Routage à vecteur de distance.
- chaque noeud n'a d'information que sur le prochain saut (next hop)
- pas de décisions globales



# Problèmes de RIP v1

- limite de 16 sauts (16 : inaccessible)  $\Rightarrow$  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  $\Rightarrow$  peut choisir des routes lentes.
- pas de gestion de masque  $\Rightarrow$  pas de routage de sous-réseaux
- pas d'authentification
- 25 entrées maximum dans la table de routage (car taille du message = 512 o)

# RIP v2

2 algorithmes de plus :

- *split horizon* : les données ne sont pas renvoyées vers le noeud d'où on les a appris
- *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 :

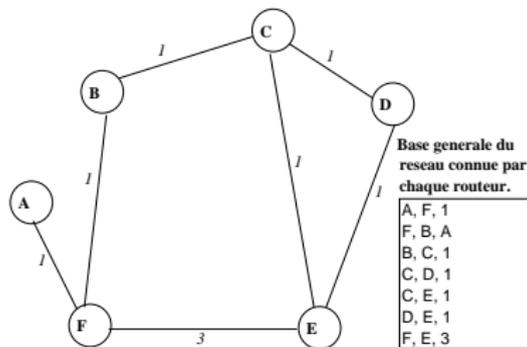
- masque de sous-réseau : sous-réseaux possibles + agrégation des routes
- authentification (mot de passe en clair ou chiffré sur 16 octets)
- utilisation de domaines logiques (on ignore les messages d'un autre domaine)

# RIP

- RIP v2 corrige certains problèmes de RIP v1
- Encore des problèmes :
  - métrique : sauts uniquement
  - portée maximum de 15 sauts
  - taille de la table de 25 entrées maximum.
- ⇒ RIPv2 ne peut s'appliquer qu'aux petits et moyens réseaux.

# Routage à état de lien

- envoyer à tous les noeuds les informations au sujet des voisins.
- les noeuds ont une copie complète de la carte du réseau
- chaque noeud exécute Dijkstra (plus court chemin et pas de cycles).



```

procedure DIJKSTRA.SP(V, E, w, s)
begin
  VT := {s};
  for all v ∈ (V - VT) do
    if (s, v) exists set l[v] := w(s, v)
    else set l[v] := ∞;
  while VT ≠ V do
    begin
      find a vertex u such that
      l[u] := min{l[v] | v ∈ (V - VT)};
      VT := VT ∪ u;
      for all v ∈ (V - VT) do
        l[v] := min{l[v], l[u] + w[u, v]};
      endwhile
    end
  end DIJKSTRA.SP
    
```

# OSPF ( Open Shortest Path First)

## Principe :

- ne diffuser que les modifications détectées dans la topologie (accessibilité et coût)
- une base de données sur chaque noeud représentant la topologie totale du réseau
  - détection de boucle
  - calcul de la route la plus courte par l'algorithme de Dijkstra
- configuration pour chaque interface
- métrique par type de coût (longueur de la file d'attente, débit, distance en saut, etc)
- routage par type de service (champ TOS du datagramme)
- notion d'aire de routage

# Aire de routage

Un réseau OSPF est divisé en plusieurs aires (*Area*) qui se connectent à une aire centrale de distribution appelée dorsale (*backbone*).

Chaque aire est désignée par un identifiant de 32 bits mis sous la forme X.Y.Z.T. Cet identifiant ne correspond pas forcément à l'adresse réseau (même si par commodité, on le choisit souvent ainsi).

Pas plus d'une cinquantaine de routeurs maximum par aire.

# Aire dorsale (*area backbone*)

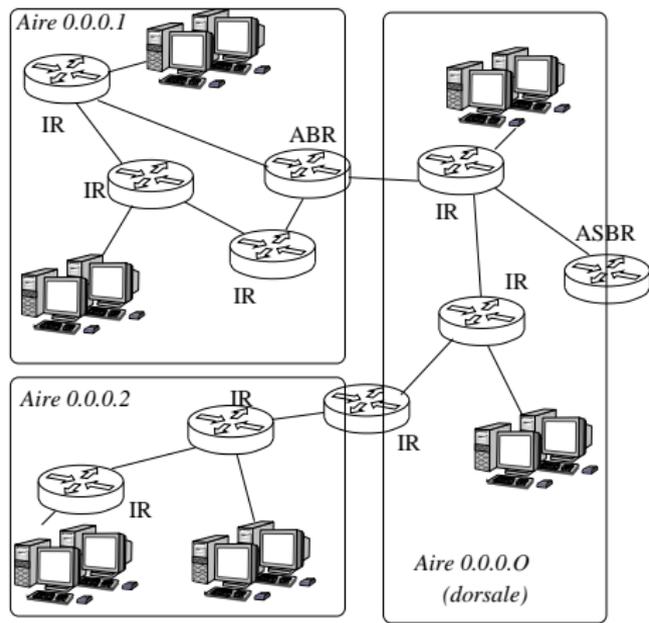
L'aire dorsale :

- a pour identifiant 0.0.0.0 obligatoirement
- sert pour l'acheminement inter-aire
- est obligatoire  $\Rightarrow$  si le réseau n'a pas été découpé en aire, il y en a qu'une seule et c'est la dorsale d'id 0.0.0.0.

# Routeurs

On distingue 3 types de routeurs dans OSPF :

- routeur interne (*Internal Router - IR*) : qui annoncent les routes internes à leur aire
- routeur frontière (*Area Boundary Router - ABR*) : qui assurent la connexion à la dorsale
- routeur frontière de systèmes autonomes (*Autonomous System Boundary Router - ASBR*) pour assurer l'échange avec d'autres systèmes autonomes



# Routeur Désigné (*Designated Router - DR*)

Réduction du nombre de routeur par zone de diffusion

⇒ trafic de gestion limité

⇒ échange entre routeurs plus nombreux

Élection d'un routeur désigné (DR) pour assurer la diffusion des messages vers les routeurs de la zone.

Un routeur de secours (*Backup Designated Router - BDR*)

# Principes généraux d'OSPF

- OSPF gère les limitations de RIP
- Routage à état de lien (*Link-State*) : permettre au routeur d'avoir une vision globale du réseau et de sa topologie
- s'applique sur de très larges réseaux utilisant une architecture hiérarchique.
- mises à jour sont non périodiques et déclenchées sur des changements de topologie, ce qui entraîne un faible temps de convergence des tables de routage.

# Maintenance de la table de routage

- Chaque routeur s'informe sur l'état de ses propres interfaces
- ces informations sont ensuite envoyées à tous les routeurs voisins
- ils annoncent donc leur état et reçoivent les infos des autres.
- ⇒ tous les routeurs auront la même base de données sur l'état des connexions de tous les autres routeurs appartenant à la même aire.
- ils lancent tous un algorithme de plus court chemin pour déterminer les meilleures routes qui seront alors ajoutées à la table de routage.

# Bases de données OSPF

Trois bases de données :

- **Adjacencies database** : Liste de tous les routeurs voisins avec lesquels est établie une communication bidirectionnelle. Unique pour chaque routeur.
- **Link-state database** : BD topologique contenant la liste des informations sur tous les routeurs du réseau. Elle montre la topologie du réseau. Tous les routeurs d'une même aire possède la même link-state database
- **Forwarding database** : Table de routage générée après djikstra sur la BD topologique.

# Message OSPF

0	8	16	24	31
Version	Type	Taille du paquet		
Adresse IP du routeur source				
Identifiant de l'aire				
Somme de controle		Type d'authentification		
Authentification (8 octets)				
Données (Taille variable)				

- **Version** : 2
- **Type** : Hello, topologie, link-state request, link-state update, ack
- **Longueur du message** : (en-tête compris)
- **Identification de l'aire** :

# Fonctionnement d'OSPF

En quatre étapes :

- Élection du DR et du BDR
- synchronisation des données topologiques
- mises à jour des bases de données
- calcul du chemin le plus court

Trois sous-protocoles :

- **Hello** : entre deux routeurs adjacents pour synchroniser leurs BD
- **d'échange** : lors de l'initialisation d'un routeur pour acquérir les entrées de sa BD
- **d'inondation (flooding)** : pour signaler la modification de l'état d'un lien qui lui est attaché

# Protocole HELLO

Message HELLO (utilisé pour vérifier que les liaisons sont opérationnelles). 4 types :

- 1 description de la base de donnée .
- 2 demande de l'état d'un lien .
- 3 mise à jour de l'état d'un lien .
- 4 reconnaissance d'un état d'un lien (acknowledgement)

# Protocole d'échange

Après découverte de ses voisins, le routeur doit initialiser sa base de données topologique.

- liste des liens
- routeurs responsables de la mise à jour

Champs ensuite maintenus à jour par le protocole d'inondation.

**MC**  **URS.com** (Zone Cours)  
www.mccours.com : Site N° 1 des Cours et Exercices

# Link State Advertisement (LSA)

- ID du créateur du LSA
- Liste des couples (voisin, coût)
- Numéro de séquence
- âge

# Protocole d'inondation (flooding)

- À chaque changement d'état d'un lien, le routeur qui en a la charge émet un LSA.
- Chaque routeur recevant le LSA cherche l'entrée du LSA dans sa base par le numéro de séquence.
- Si LSA non présent ou si annonce plus récente
  - met à jour la base
  - retransmet le LSA sur toutes ses interfaces sauf celle par laquelle il a reçu l'annonce
  - acquitte le message (OSPF type 5)

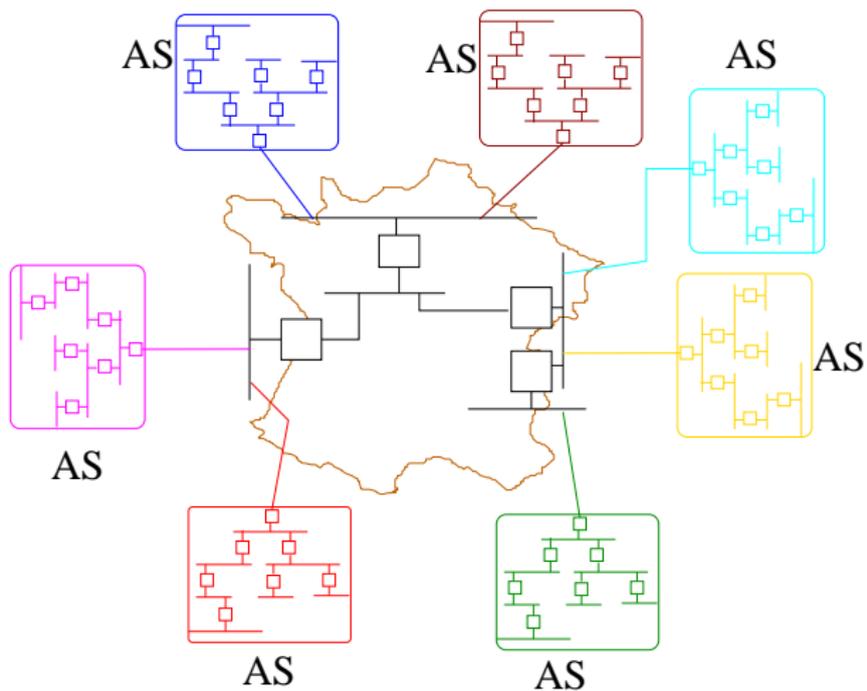
# Synthèse OSPF

Protocole à état de lien recommandé pour remplacer RIP

- plus fiable
- hiérarchisé
- authentification
- équilibrage de charge

- 1 Routage statique
- 2 Principes généraux du routage dynamique
- 3 Protocoles de routage interne (IGP)
- 4 Protocoles de routage externe (IGP)
  - EGP
- 5 Références bibliographiques

# EGP (External Gateway Protocol)



# EGP (External Gateway Protocol)

Routage inter-domaine.



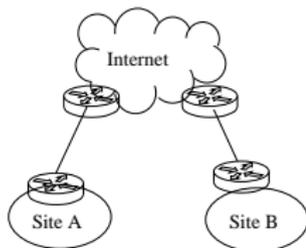
Problèmes techniques :

- les métriques sont différentes suivant les protocoles internes aux AS.

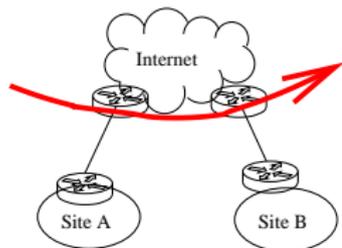
# EGP (External Gateway Protocol)

## Problèmes politiques :

- 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.
- Politique sur le trafic de transit



# EGP (External Gateway Protocol)



Problèmes politiques :

- 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.
- Politique sur le trafic de transit

# BGP (Border Gateway Protocol)

- protocole standard de l'Internet pour les interconnexions entre opérateurs.
- on doit annoncer exactement le préfixe réseau que l'on veut diffuser.

**MC**  **URS.com** (Zone Cours)  
www.mccours.com : Site N° 1 des Cours et Exercices

# BGP (Border Gateway Protocol)

- protocole point à point entre routeurs de bords de l'AS
  - établissement de session BGP (TCP port 179)
  - échange de message BGP
  - un routeur peut participer à plusieurs sessions BGP
- routage par vecteur de chemin (et pas par vecteur de distance)
- un noeud n'a pas à accepter une route apprise par ses voisins, il peut l'accepter ou la refuser.
- un noeud BGP annonce une partie de sa table de routage
- ce qui est partagé et accepté dépend de la politique de routage

# CIDR et longest prefix match

CIDR : utilisation de préfixes de longueur variable.

- Pour l'instant les tables BGP de l'Internet comportent un peu plus de 90.000 routes.
- CIDR utilisé pour réduire les tables de routage (supernetting).
- Possibilité de recouvrement des préfixes

un routeur entend :

- R1 annonce 193.51.0.0/16 et
- R2 annonce 193.51.24.0/24

Préfixe de longueur maximale. 193.51.24.3 : R2, 193.51.33.14 : R1

# BGP 4

## Informations :

- numéro d'AS
- liste des réseaux de chaque AS
- distance vers les sous-réseau de l'AS
- IP du routeur d'entrée vers les sous-réseaux.

## Messages échangés :

- Message d'ouverture (numéro d'AS) entre deux routeurs
- Message de mise à jour : signale chaque changement d'état et les routes inaccessibles
- Message de notification : motif de la fermeture
- Message Hello keepalive : pour signaler que le routeur est toujours vivant.

# En pratique

- chaque grand FAI est un AS
- entre 2 AS, accord d'échange de trafic entre 2 FAI : entre IXP (Internet Exchange Point) ou ligne privée louée
- communication avec ses pairs par BGP
- validation des annonces : Serveurs de routes IRR (Internet Routing Registry) infos relatives aux blocs détenus par chaque FAI
- problème de validation des données des serveurs de routeurs.
- problème de routage temporaire, trous noirs de l'Internet

- 1 Routage statique
- 2 Principes généraux du routage dynamique
- 3 Protocoles de routage interne (IGP)
- 4 Protocoles de routage externe (IGP)
- 5 **Références bibliographiques**

- «
  - Réseaux et télécoms - cours avec 129 exercices corrigés » par Claude Servin aux éditions Dunod ; 2ème édition
- «
  - TCP/IP : Architectures, protocoles et applications » par Douglas Comer aux éditions Pearson education , 5ème édition.
  - [http ://www-lsr.imag.fr/users/Martin.Heusse/](http://www-lsr.imag.fr/users/Martin.Heusse/)

**MC**  **URS.com** (Zone Cours)  
www.mccours.com : Site N° 1 des Cours et Exercices