

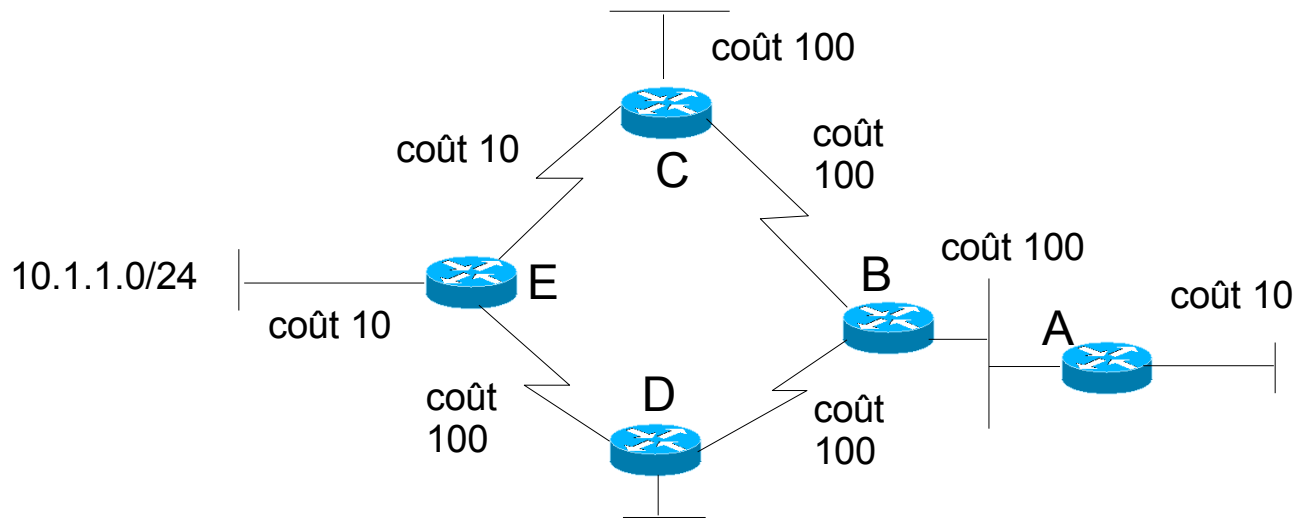
Les protocoles de routage OSPF et EIGRP

Fonctionnement général d'OSPF

Les principes d'OSPF

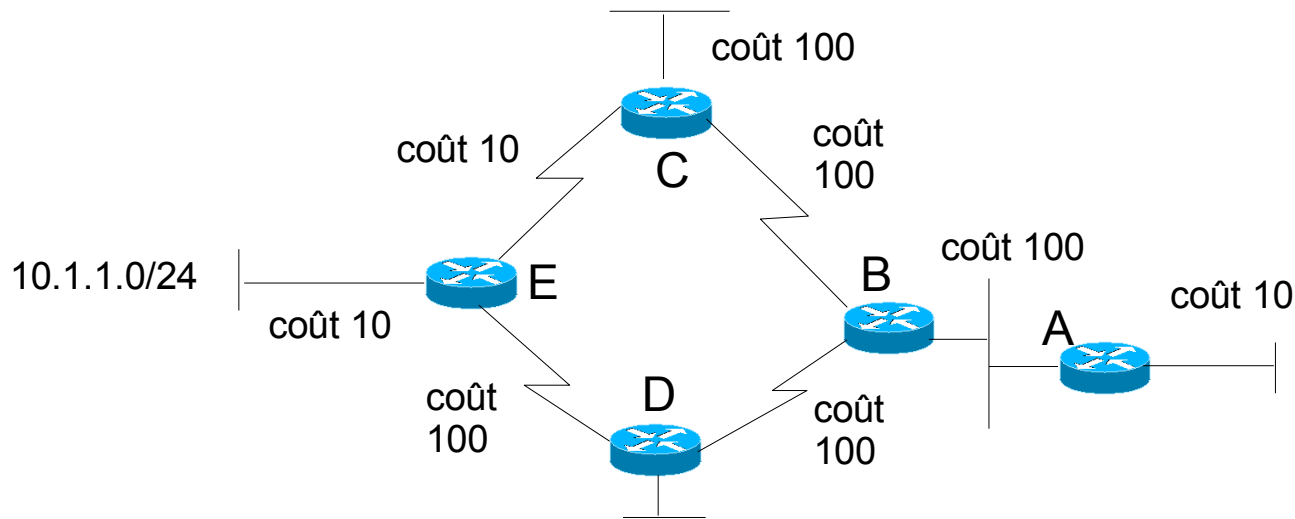
- ▶ Le protocole OSPF est un protocole de routage à état de lien
- ▶ Même objectif que les algorithmes à vecteurs distance
 - ▶ Obtenir une table de routage avec les meilleurs routes
 - ▶ Converger au plus vite vers une table de routage optimale
- ▶ Avec un protocole à vecteur distance
 - ▶ Un routeur connaît ses voisins uniquement lors de la transmission de mise à jour de leur part
 - ▶ Lors d'un envoi d'une mise à jour à un voisin, ce voisin ne retourne aucune confirmation à l'expéditeur
- ▶ Avec un protocole à état de lien
 - ▶ Beaucoup d'informations sont transmises et nécessitent beaucoup de ressources
 - ▶ Chaque routeur doit connaître ses voisins avant d'échanger des informations

Idée du fonctionnement



- ▶ Dans les protocoles à état de lien, B ne va pas donner à A le coût de la liaison mais la carte qu'il connaît du réseau avec les masques associés
- ▶ Ainsi, A va pouvoir calculer les meilleurs routes vers tous les sous-réseaux en se basant sur les informations topologiques transmises par B
- ▶ Comparativement aux protocoles à vecteur distance, les protocoles à états de liens doivent calculer les coûts vers toutes les sous-réseaux

Idée du fonctionnement



- ▶ Avec les vecteurs distances, B dit à A : sous-réseaux 10.1.1.0, metric 3
- ▶ Avec les états de liens : A va apprendre puis calculer
 - ▶ A vers 10.1.1.0/24 : par C, coût 220
 - ▶ A vers 10.1.1.0/24 : par D, coût 310
 - ▶ Résultat : A mettra dans sa table de routage la route vers 10.1.1.0/24 par C

Idée du fonctionnement

- ▶ L'algorithme utilisé pour trouver les meilleurs routes est appelé *Shortest Path First algorithm* : SPF
 - ▶ Appelé également *Dijkstra SPF algorithm* ou bien simplement *Dijkstra algorithm* du nom de son concepteur
- ▶ Les échanges d'informations ne se font pas dès le départ par un broadcast
 - ▶ Initialisation du processus par une recherche des voisins
 - ▶ Après qu'un routeur ait identifié un voisin, les routeurs s'échangent leurs informations topologiques
 - ▶ 4 types de paquets sont utilisés dont
 - ▶ *Link-state updates packets (LSU)* – décrivent les changements de topologie
 - ▶ *Database Description packets (DD)* – contient un résumé de la base de données de chaque routeur dont les noms des routeurs connus
 - ▶ *Link-state advertisements (LSA)* qui contient le sous-réseau, le masque, la métrique et d'autres informations sur les sous-réseaux
 - ▶ *Hello packet* – permet de découvrir ses voisins et d'avertir son entourage de sa présence

Fonctionnement détaillé d'OSPF

- ▶ Le déroulement complet d'OSPF est le suivant :
 - ▶ Chaque routeur découvre son voisinage et conserve une liste de tous ses voisins
 - ▶ Chaque routeur utilise un protocole fiable pour échanger les informations topologiques (LSA) avec ses voisins
 - ▶ Chaque routeur stocke les informations topologiques apprises dans leur base de données
 - ▶ Chaque routeur exécute l'algorithme SPF pour calculer les meilleurs routes
 - ▶ Chaque routeur place ensuite la meilleur route vers chaque sous-réseau dans sa table de routage
- ▶ Chaque routeur possède donc
 - ▶ Une table de ses voisins,
 - ▶ Une base de données de la topologie du réseau
 - ▶ Une table de routage

Les protocoles de routage OSPF et EIGRP

Fonctionnement détaillé d'OSPF

Identification d'un routeur

- ▶ La base de données de la topologie du réseau contient la liste de tous les sous-réseaux, appelé lien, connu du routeur et de l'identité du routeur permettant de faire la liaison avec ce lien
- ▶ Il est facile d'identifier un sous-réseau et son masque associé par contre identifier un routeur est plus compliqué !
- ▶ La solution utilisée doit permettre d'identifier, de façon unique sur le réseau un routeur par un identifiant appelé RID
- ▶ La solution choisie est de se baser sur les adresses IP de ceux-ci
 - ▶ Si le routeur possède un adresse loopback, il prendra l'adresse la plus grande parmi ses adresses de loopback
 - ▶ Sinon, il choisira la plus grande adresse IP de ses interfaces opérationnelles
- ▶ Chaque routeur choisit son OSPF RID à l'initialisation
- ▶ **Attention : le RID ne change pas, même si une nouvelle interface s'active. Les changements n'ont lieu que si le processus OSPF est réinitialisé (clear ip ospf process)**

Découverte des voisins

- ▶ 2 routeurs OSPF deviennent voisins s'ils possèdent une interface sur le même sous-réseau
- ▶ Pour découvrir d'autres routeurs OSPF, un routeur OSPF diffuse par multicast un message du type *OSPF Hello*
 - ▶ Le message Hello suit l'en-tête IP avec le champ type égale à 89 (valeur décimale)
- ▶ Les paquets Hello sont envoyés en multicast à l'adresse 224.0.0.5, c'est à dire à tous les routeurs qui « parlent » OSPF
 - ▶ Ces paquets contiennent le RID de l'expéditeur, l'ID de la zone appelé Area ID, le « hello interval », le « dead interval », la priorité du routeur, le routeur désigné, le routeur désigné de secours et la liste de voisin que l'expéditeur connaît déjà sur le sous-réseau
 - ▶ Nous verrons dans la suite la signification de toutes ces données

Découverte des voisins

- ▶ Chaque routeur a besoin de savoir si l'expédition de son message Hello est bien arrivé à destination
- ▶ Pour cela, si un routeur A reçoit d'un routeur B un message Hello
 - ▶ Il va prévenir B qu'il a bien reçu son message Hello en ajoutant B dans la liste de ses voisins dans le prochain message Hello qu'il expédiera à B
 - ▶ Ensuite, B fera de même en ajoutant A dans la liste de ses voisins dans son prochain message Hello
- ▶ Dès qu'un routeur voit son propre RID dans la liste des voisins incluse dans un message Hello provenant d'un autre routeur, il sait qu'une communication bi-directionnelle aussi appelé « two-way communication » est faite. A partir de cet instant, des informations LSA sont susceptibles d'être échangées

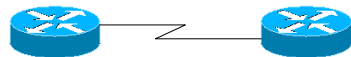
Voisins à coup sur ?

- ▶ Pour être voisin, 2 routeurs doivent avoir les paramètres suivants identiques
 - ▶ Masque de réseau utilisé
 - ▶ Numéro du sous-réseau
 - ▶ « Hello Interval »
 - ▶ « Dead Interval »
 - ▶ « OSPF area ID »
- ▶ Résumons le fonctionnement d'OSPF jusque maintenant
 - ▶ Initialisation et recherche du RID
 - ▶ Découverte du voisinage par échange de messages Hello
 - ▶ Connaissance du voisinage dès qu'une communication bidirectionnelle a eut lieu
- ▶ Maintenant, les routeurs peuvent commencer à s'échanger des informations topologiques mais peuvent aussi utiliser un routeur désigné

Le « Designated Router » »

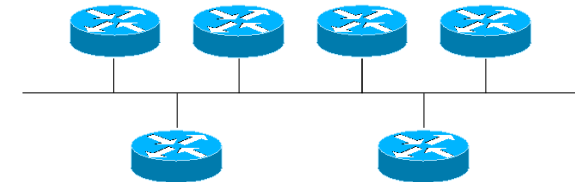
- ▶ Afin de diminuer le trafic réseaux entre tous les routeurs, dans certains cas, un routeur désigné est élu
- ▶ Ainsi, tous les échanges ne se font qu'avec ce routeur désigné

Pas de routeur désigné

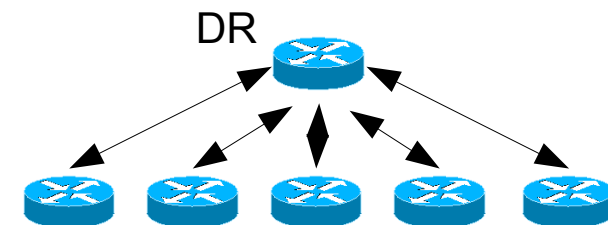


Sans DR sur un réseau de 10 routeurs, il y a 45 couples différents de routeurs entre lesquels des échanges devront avoir lieu !

DR



Après l'élection du DR, les Database Description packets vont vers le DR qui les retransmet à tous



Élection du Designated Router

- ▶ Le DR est élu suivant le principe suivant :
 - ▶ Le routeur qui envoie un message Hello avec la plus grande priorité OSPF est élu DR
 - ▶ Si deux ou plus possèdent la plus haute priorité, celui avec le plus grand RID est élu RID
 - ▶ Généralement, celui avec la 2ème plus grande priorité devient BDR
 - ▶ Les valeurs des priorités varient entre 1 et 255
 - ▶ Si un DR est élu et qu'un routeur apparaît dans le réseau avec une priorité supérieure, le DR ne sera réélu que si une défaillance du DR ou du BDR a lieu
 - ▶ Si le DR est en panne, le BDR devient DR et un nouveau BDR est élu
 - ▶ Si le BDR est en panne, un nouveau BDR est élu

Échanges des données

- ▶ Sur une interface sans DR (liaison point à point par exemple)
 - ▶ Les mises à jour OSPF sont envoyées directement à tous les voisins
- ▶ Sur une interface avec un DR, les routeurs « non DR » envoient leurs mises à jour au DR et BDR en utilisant l'adresse multicast 224.0.0.6
 - ▶ Cette adresse désigne tous les routeurs OSPF DR, ce qui signifie que le DR et le BDR doivent être en écoute de cette adresse
- ▶ Le DR relaie les mises à jour à tous les routeurs OSPF en utilisant l'adresse 224.0.0.5
 - ▶ Le BDR reçoit les mises à jour mais ne les forward pas. Il se tient juste près au cas où le DR tombe en panne
- ▶ Les routeurs voisins échangent alors leur base de données topologiques entre-eux. Dès qu'un routeur a fait cet échange, il est dit être dans l'état « Full state »
- ▶ Un routeur « full state » échange des LSU avec ses voisins
 - ▶ Par conséquent, un routeur sera full-state avec un DR ou un BDR et « 2 way state » avec les autres non-DR

Les autres mécanismes ?

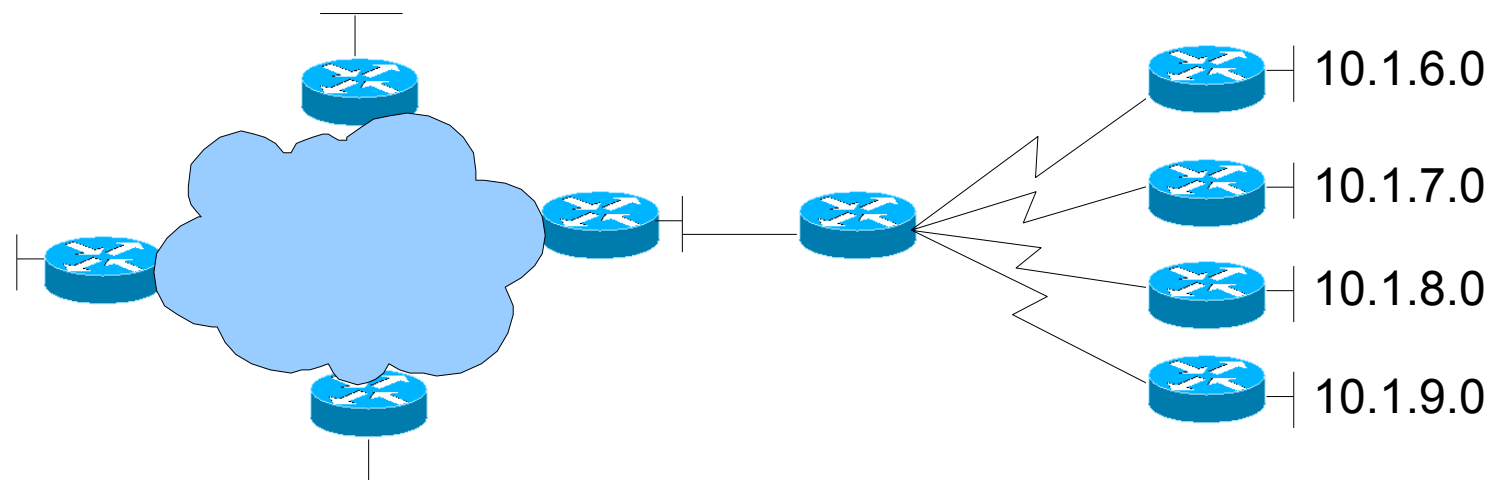
- ▶ Quand un routeur ne reçoit plus de messages « Hello » de la part d'un autre, au bout de l'intervalle de temps « *dead interval* », le routeur silencieux est considéré comme mort
 - ▶ Le « *dead interval* » par défaut est de $4 * \text{« } \textit{hello interval} \text{ »}$
- ▶ Les boucles de routage sont naturellement supprimées grâce à l'algorithme SPF
 - ▶ Dès qu'un routeur est détecté défaillant, tout le monde est immédiatement averti
 - ▶ L'algorithme OSPF peut converger aussi vite que 5 secondes après détection d'une défaillance dans la plupart des cas

Les protocoles de routage OSPF et EIGRP

Passage à l'échelle d'OSPF

Sur grand réseau ?

- ▶ OSPF peut être utilisé sur de très petits réseaux comme les exemples présentés jusqu'à présent
- ▶ Sur de grands réseaux, les ingénieurs doivent étudier la mise en place d'OSPF pour tirer au mieux parti de ses fonctionnalités
- ▶ Prenons l'exemple suivant

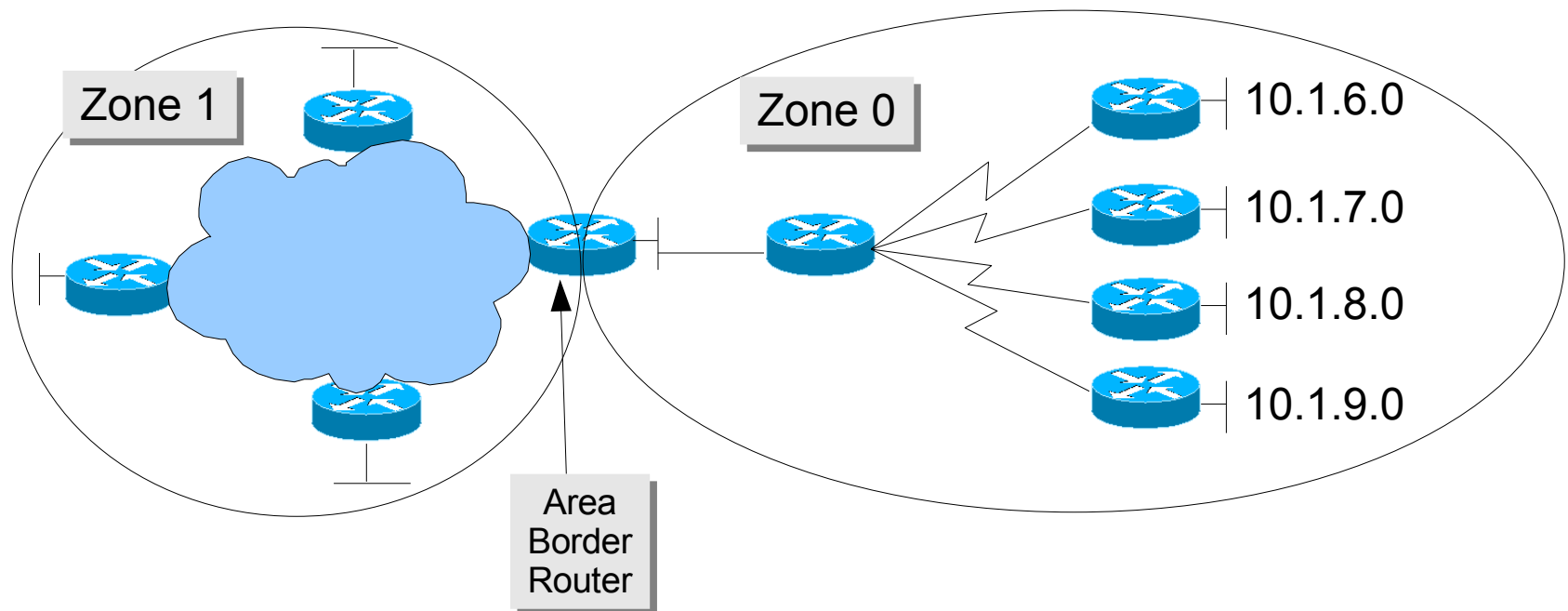


Nouvelle fonctionnalité ?

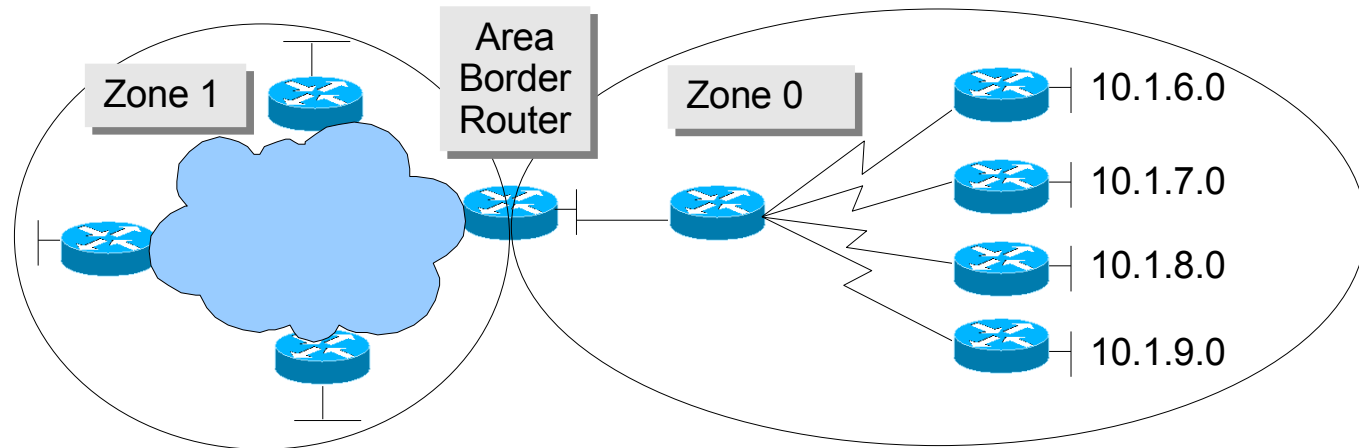
- ▶ Dans ce type de réseau, la topologie réseau est suffisamment petite pour être stockée sur tous les routeurs
- ▶ Supposons maintenant que nous avons 900 routeurs !
 - ▶ Plus le réseau est grand, plus il faudra de mémoire pour stocker la topologie du réseau
 - ▶ La résolution de l'algorithme SPF nécessitera plus de ressources de calcul
 - ▶ Un simple changement de status forcera à ré-exécuter sur tous les routeurs l'algo. SPF
- ▶ C'est pour cela que des solutions de passage à l'échelle permette de résoudre ces problèmes

Le zone OSPF

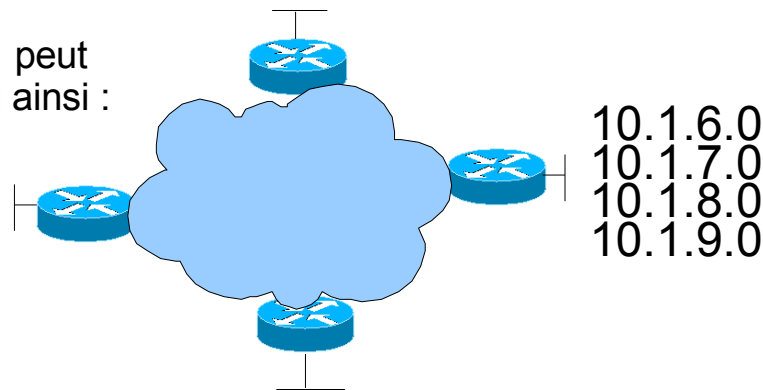
- ▶ Les zones OSPF permettent d'isoler des parties du réseau afin de diminuer la taille de la topologie réseau à mémoriser sur chaque routeur



Le zone OSPF



Zone 1 peut être vu ainsi :



Important : le routeur ABR a toujours besoin des informations des 2 zones

Conclusion sur OSPF

Fonctionnalité	Link State	Distance Vector
Temps de convergence	Rapide	Lent à cause de la détection des boucles
Suppression des boucles	Inhérent au protocole	Nécessite des mécanismes spécifiques
Besoin en Mémoire et CPU	Peut être important	Faible
Nécessite des efforts de conception pour les grands réseaux	Oui	Non
Protocole public ou propriétaire	OSPF publique	RIP public, IGRP propriétaire

Les protocoles de routage OSPF et EIGRP

EIGRP ou un protocole hybride

Les concepts

- ▶ Un protocole de routage dynamique est dit être hybride quand celui-ci possède à la fois des fonctionnalités d'algorithmes de routage à vecteur distance et à états de liens
- ▶ EIGRP est une version avancée d'IGRP
 - ▶ Converge plus vite qu'IGRP
 - ▶ Tous 2 propriétaires de Cisco
 - ▶ EIGRP envoie d'abord toutes ses informations de routage à un voisin et ensuite seulement des mises à jour
 - ▶ IGRP envoie régulièrement (toutes les 90 s.) toute sa table de routage
 - ▶ EIGRP fonctionne avec Novell IPX et Apple AppleTalk, en plus d'IP contrairement à IGRP

Les tables EIGRP

- ▶ Découverte des routeurs voisins attachés à un même sous-réseau et stockage de leur identité dans une table appelé *EIGRP neighbor table*
- ▶ Echange et stockage des informations topologiques dans une table appelé *EIGRP topology table*
- ▶ Après analyse des informations topologiques, les routes de métriques les plus faibles sont stockées dans la table de routage
- ▶ Comme EIGRP fonctionne à la fois avec IP, IPX et Appletalk et que chacune de ces 3 tables est dépendante du protocole réseau de couche 3 utilisé, le routeur doit maintenir constamment à jour 9 tables

Voisinage et information topologique

- ▶ Quand 2 routeurs se sont mutuellement découverts voisins, ils échangent complètement leur table de routage.
- ▶ Ensuite, des messages Hello sont constamment échangés afin de manifester sa présence, comme OSPF. L'intervalle de temps séparant 2 messages Hello est par défaut de
 - ▶ 5 secondes sur un LAN ou connexion PPP
 - ▶ 60 secondes sur un WAN multi-points comme Frame Relay
- ▶ Quand une modification topologique est constatée, seules les nouveautés sont échangées, comme OSPF,
 - ▶ par multicast à l'adresse 224.0.0.10, si plusieurs routeurs doivent être prévenus
 - ▶ par unicast dans le cas contraire
- ▶ Les mises à jour sont envoyées via le protocole RTP (Reliable Transport Protocol)

Suppression des boucles

- ▶ Les boucles sont supprimées grâce aux informations topologiques conservés en mémoire du routeur
- ▶ Quand plusieurs routes sont découvertes vers un même sous-réseau, celle de meilleur métrique est mise dans la table de routage et les autres sont conservées parmi les informations topologiques
- ▶ La deuxième meilleur route est conservée et est appelée « feasible successor »
 - ▶ En cas de défaillance de la meilleur route, la « feasible successor » sera alors mise dans la table de routage