

# Architecture de réseaux

Enseignante: Judith Soulamite Nouho Noutat, Msc en Informatique

# Chapitre 3: Conception de réseaux IP étendus avec protocoles de routage interne

# Introduction

- Ce chapitre décrit les implications de l'utilisation des protocoles **EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)**, **OSPF (Open Shortest Path First)** et **ODR (On-Demand Routing)** lors de la conception de réseaux IP étendus, à travers l'étude des éléments suivants :
  - topologie de réseau ;
  - adressage et synthèse de routage ;
  - sélection de route ;
  - convergence ;
  - évolutivité du réseau ;
  - sécurité.
- EIGRP et OSPF sont des protocoles de routage pour IP (Internet Protocol).

# Topologie de réseau

- La topologie physique d'un réseau est représentée par l'ensemble complet des routeurs et des réseaux qu'ils relient.
- Les divers protocoles de routage apprennent différemment les informations de topologie.
  - Certains requièrent une notion de hiérarchie et d'autres pas.
  - Cette hiérarchie est nécessaire aux réseaux pour être évolutifs.
  - Par conséquent, les protocoles ne requérant pas de hiérarchie devraient néanmoins l'implémenter à un certain degré, au risque de ne pas être évolutifs.
- Certains protocoles exigent la création explicite d'une topologie hiérarchique par l'établissement d'un réseau fédérateur et de zones logiques.
  - Les protocoles OSPF et IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System) sont des exemples de protocoles de routage qui utilisent une telle structure.
  - Une topologie explicite selon un schéma hiérarchique est prioritaire sur une topologie créée par un système d'adressage.

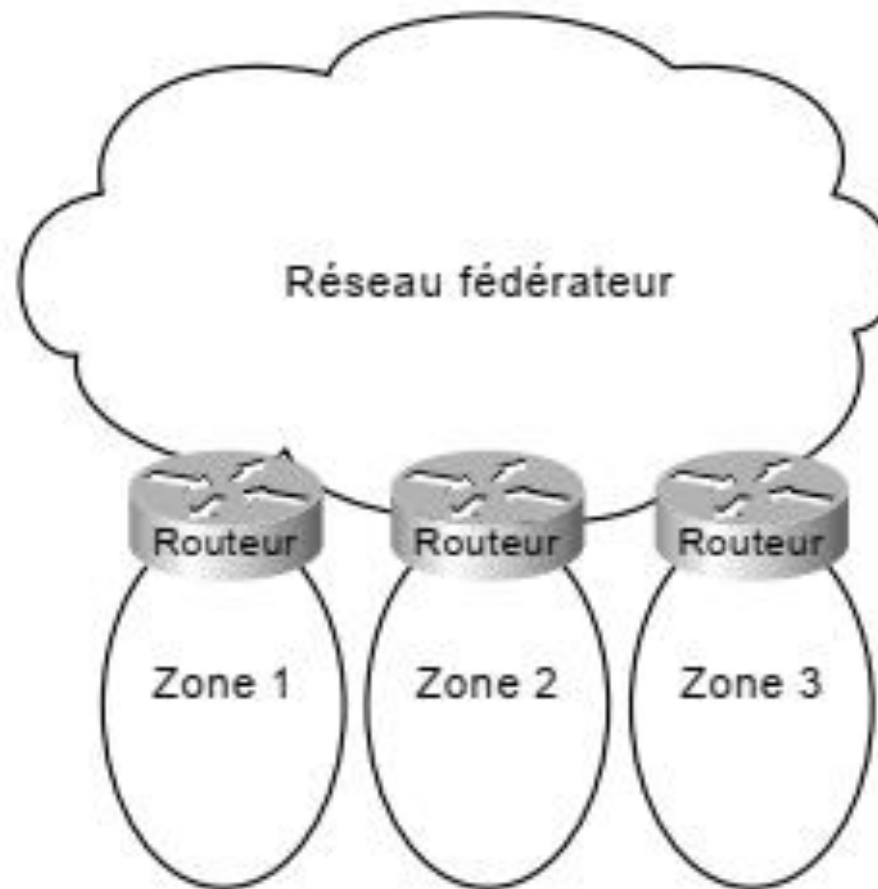
# Topologie de réseau

- Quel que soit le protocole de routage utilisé, la topologie d'adressage devrait être définie de façon à refléter la hiérarchie.
- Deux méthodes sont recommandées pour assigner les adresses sur un réseau hiérarchique.
  - La plus simple est d'attribuer à chaque zone, y compris au réseau fédérateur, une adresse de réseau unique.
  - L'autre solution consiste à réserver des plages d'adresse pour chaque zone.
- Une zone est un ensemble logique de réseaux et d'hôtes contigus.
  - Elle comprend aussi tous les routeurs dotés d'une interface sur l'un des réseaux inclus.
  - Chaque zone exécute une copie distincte de l'algorithme de routage de base, et possède, par conséquent, sa propre base de données topologique.

# Topologie de réseau

*Figure 3.1*

*Un réseau hiérarchique.*

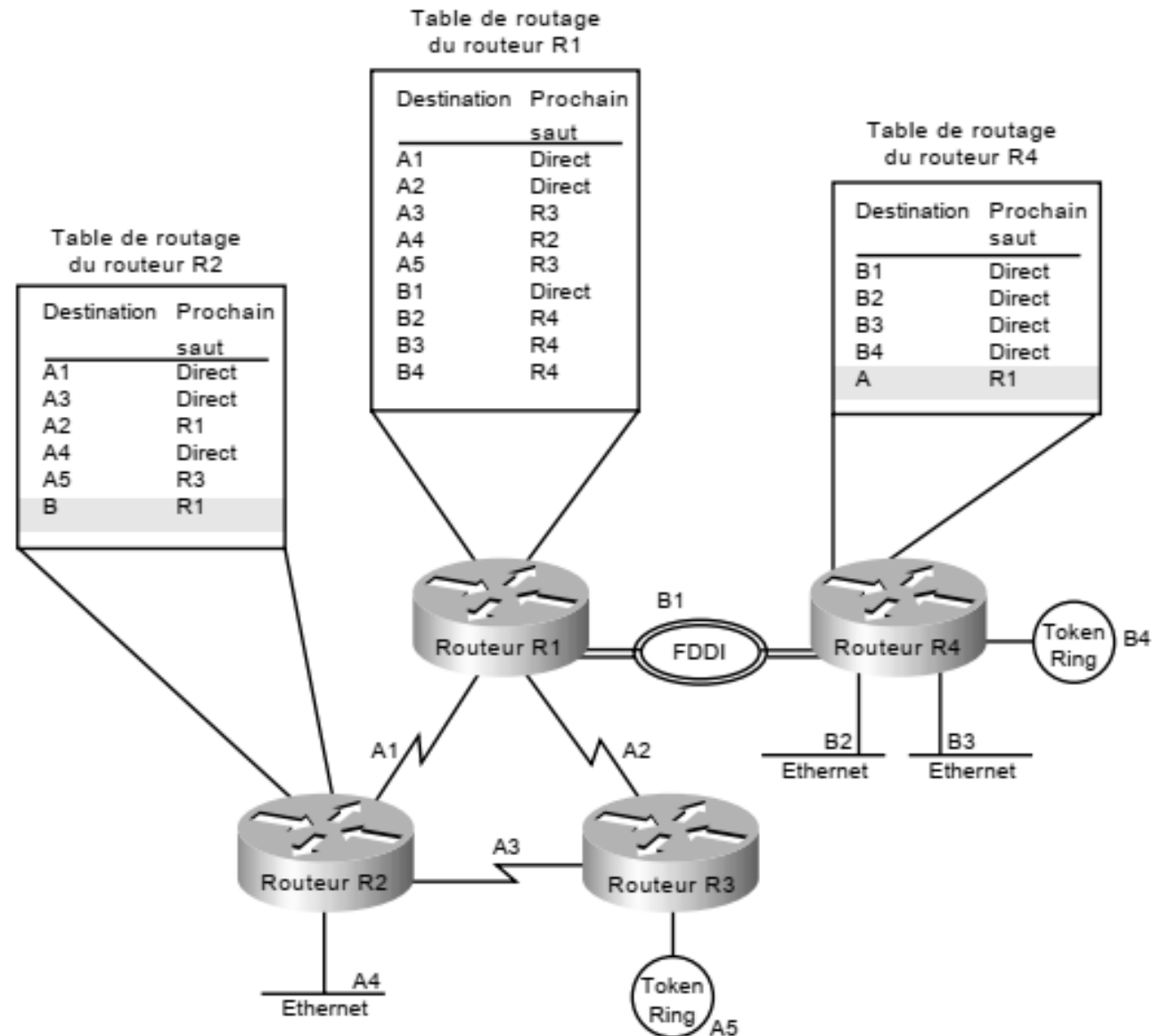


# Adressage et synthèse de routage

- Le processus de synthèse de routes condense les informations de routage.
  - Il permet aux routeurs de résumer un certain ensemble d'itinéraires en une seule annonce, réduisant ainsi la charge qu'ils doivent gérer et la complexité apparente du réseau.
- L'importance de ce processus croît avec la taille du réseau.
- Lorsqu'il n'est pas utilisé, chaque routeur sur un réseau doit mémoriser un chemin vers chaque sous-réseau.

# Adressage et synthèse de routage

**Figure 3.2**  
*Exemple de synthèse de routage.*





# Adressage et synthèse de routage

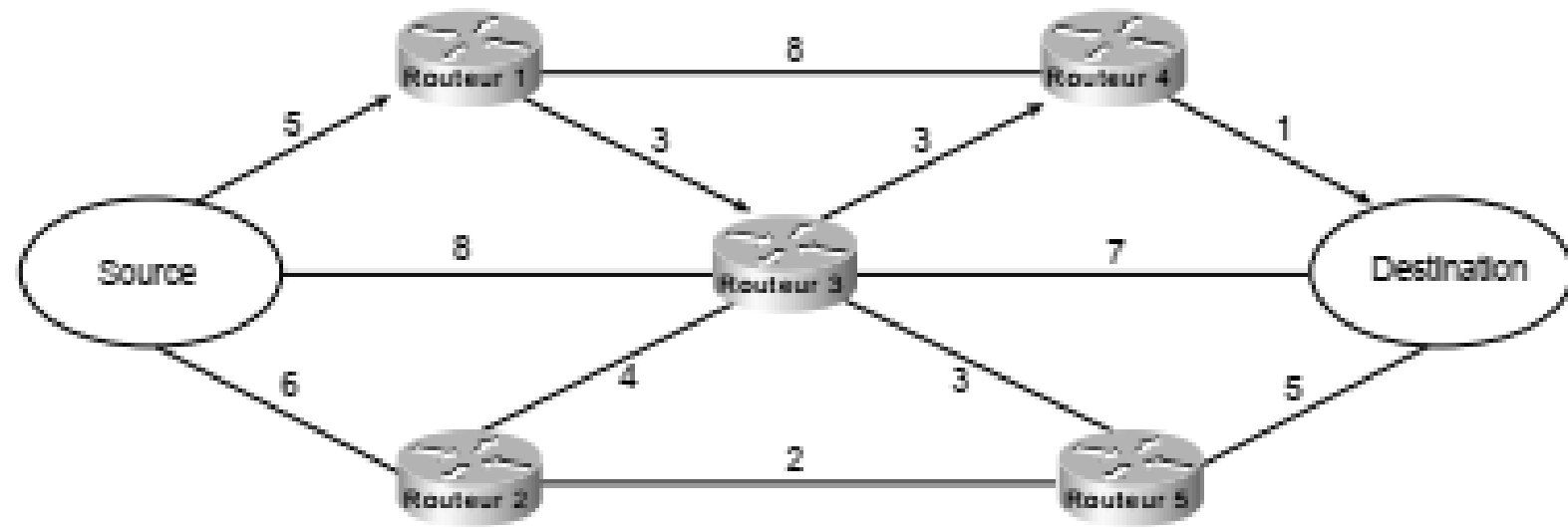
- L'exemple précédent illustre le type de synthèse de routage le plus simple, où tous les accès aux sous-réseaux sont ramenés à un seul chemin vers un réseau donné.
- Certains protocoles de routage supportent la synthèse de routes au niveau de n'importe quelle limite binaire (plutôt que seulement au niveau des limites principales des adresses de réseaux).
- Un protocole de routage ne peut réaliser une synthèse au niveau bit que s'il supporte les masques de sous-réseau de longueur variable (VLSM, Variable-Length Subnet Mask).
- Certains protocoles de routage effectuent une synthèse automatique et d'autres nécessitent une configuration manuelle

# Sélection d'itinéraire

- La sélection de route est insignifiante lorsqu'il n'existe qu'un seul chemin vers la destination.
  - Cependant, si une section du chemin unique devient impraticable, aucun rétablissement n'est possible.
  - Par conséquent, la plupart des réseaux sont conçus avec des **chemins multiples** pour qu'une autre solution puisse être envisagée en cas de défaillance d'un lien.
- Les protocoles de routage comparent les métriques de distance pour sélectionner le meilleur chemin parmi plusieurs solutions.
  - Elles sont calculées en se fondant sur une caractéristique ou sur un ensemble de caractéristiques définies pour chaque réseau.
- Une **métrique** est donc un agrégat des caractéristiques de chaque réseau physique rencontré sur une route.

# Sélection d'itinéraire

*Figure 3.4*  
*Métriques de routage*  
*et sélection d'itinéraire.*



# Sélection d'itinéraire

- Les protocoles de routage utilisent diverses techniques pour attribuer une métrique à un réseau et chaque protocole possède une manière propre de former un agrégat métrique.
  - La plupart d'entre eux sont capables d'utiliser plusieurs chemins lorsqu'ils sont de même coût. Seuls certains protocoles peuvent exploiter plusieurs chemins de coût inégal.
  - Dans tous les cas, cet équilibrage de charge contribue à améliorer l'allocation globale de la bande passante du réseau.
- Lorsque plusieurs itinéraires sont utilisés, il est possible de distribuer les paquets de différentes façons.
  - Les deux mécanismes les plus courants sont l'équilibrage de charge par paquet et l'équilibrage de charge par destination.
    - Le premier **répartit les paquets sur tous les itinéraires possibles** proportionnellement aux métriques de distance.
    - Le second mécanisme **répartit les paquets sur toutes les routes possibles** pour une destination donnée.

# Convergence

- Lorsque la topologie de réseau change, le trafic doit être réaiguillé rapidement.
- L'expression "**temps de convergence**" désigne le délai nécessaire à un routeur pour prendre en compte une nouvelle route.
- Un routeur réagit en **trois temps** suite à un changement de topologie :
  - Il détecte le changement.
  - Il choisit un nouvel itinéraire.
  - Il retransmet les informations de changement d'itinéraire.
- En général, la capacité des routeurs à détecter les problèmes dépend du média et du protocole de routage exploités.

# Evolutivité du réseau

- La capacité à faire évoluer un réseau est liée en partie aux propriétés d'adaptabilité des **protocoles de routage** utilisés et à la **qualité de conception du réseau**.
- Deux facteurs limitent les possibilités d'évolution d'un réseau : **les problèmes fonctionnels et les problèmes techniques**.
  - Les considérations liées à l'aspect fonctionnel encouragent l'emploi de grandes zones ou de protocoles qui ne requièrent pas de structure hiérarchique. Lorsque des protocoles hiérarchiques sont nécessaires, les considérations concernant l'aspect technique favorisent l'exploitation de zones dont la taille est basée sur les ressources disponibles (CPU, mémoire, etc.).
  - D'un point de vue technique, on peut dire que les protocoles de routage s'adaptent bien lorsque leur consommation en ressources ne croît pas proportionnellement au développement du réseau. Trois ressources essentielles sont exploitées par les protocoles de routage : mémoire, processeur et bande

# Mémoire

- Les protocoles de routage utilisent la mémoire pour y stocker des tables de routage et des informations sur la topologie.
- La synthèse de routage permet à tous ces protocoles de réaliser des économies de mémoire.
- Maintenir des zones de petit taille permet de réduire la consommation de mémoire dans le cas de protocoles de routage hiérarchiques.

# Processeur

- L'utilisation du processeur est dépendante du protocole.
- Les protocoles de routage exploitent les cycles processeur pour calculer les routes.
- Le fait de limiter au minimum les informations de routage au moyen de la synthèse de routage permet de réduire cette consommation, car les effets d'un changement de topologie ont une portée limitée et le nombre de routes devant être recalculées après un changement est plus faible.



# Bande passante

- La consommation de la bande passante est également dépendante du protocole.
- Trois facteurs influent sur la quantité de bande passante utilisée par les protocoles de routage :
  - **Le moment où les informations de routage sont envoyées.**
    - Des mises à jour périodiques sont émises à intervalles réguliers.
    - Les mises à jour flash ne sont transmises que lorsqu'un changement a eu lieu.
  - **Les informations de routage elles-mêmes.**
    - Les mises à jour complètes contiennent toutes les informations de routage.
    - Les mises à jour partielles ne contiennent que les informations modifiées.
  - **La destination des informations de routage.**
    - Les mises à jour par inondation sont envoyées à tous les routeurs.
    - Les mises à jour liées ne sont transmises qu'aux routeurs qui sont concernés par un changement.

# Convergence des protocoles

- Les protocoles par vecteur de distance tels que **RIP (Routing Information Protocol)** et **IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)** diffusent de façon périodique la totalité de leur table de routage en mode broadcast, indépendamment du fait qu'elle ait changé ou non.
  - L'intervalle d'annonce varie entre 10 secondes pour RIP et 90 secondes pour IGRP.
- Les protocoles de routage par état de lien tels que **OSPF, IS-IS et NLSP (NetWare Link Services Protocol)** ont été conçus pour apporter une solution aux limitations des protocoles par vecteur de distance (convergence lente et utilisation inutile de la bande passante).
  - Ils sont plus complexes et exploitent davantage les ressources processeur et la mémoire.
  - Lorsque le réseau est stable, les protocoles par état de lien minimisent l'exploitation de la bande passante en transmettant des mises à jour uniquement dans le cas de changements.
  - Un mécanisme de signalisation Hello vérifie l'accessibilité des voisins.
  - Lorsqu'une panne se produit sur le réseau, ce type de protocole inonde la zone concernée avec des annonces d'état de lien **LSA (Link-State Advertisement)**.

# Convergence des protocoles

- EIGRP est un protocole par vecteur de distance avancé qui possède certaines des propriétés des protocoles par état de lien.
  - Lorsque le réseau est stable, il envoie des mises à jour uniquement en cas de changement sur le réseau.
- A l'instar des protocoles par état de lien, il utilise un mécanisme de signalisation Hello pour déterminer l'accessibilité de ses voisins.

# Sécurité

- Le contrôle de l'accès aux ressources d'un réseau est essentiel.
- Certains protocoles de routage fournissent des techniques pouvant être exploitées dans le cadre d'une stratégie de sécurité.
  - Avec certains protocoles, il est possible de placer un filtre pour que des itinéraires spécifiques ne soient pas annoncés dans certaines parties du réseau.
  - Certains protocoles de routage peuvent authentifier les routeurs qui utilisent le même protocole. Les mécanismes d'authentification sont spécifiques aux protocoles et généralement insuffisants.
- L'authentification peut améliorer la stabilité du réseau en empêchant des routeurs ou des hôtes non autorisés de participer au protocole de routage, que la tentative de participation soit accidentelle ou délibérée.

# Directives de conception d'un réseau EIGRP

# EIGRP

- **EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)** est un protocole de routage développé par Cisco Systems qui a été introduit avec la version 9.21 de System Software et la version 10.0 de Cisco IOS (Internetworking Operating System).
- Il combine les avantages des protocoles par vecteur de distance tels que IGRP avec ceux des protocoles par état de lien comme OSPF.
- Il utilise l'algorithme **DUAL (Diffusing Update Algorithm)** pour permettre une convergence rapide.
- Il inclut le support des protocoles de réseau IP, Novell NetWare et AppleTalk.

# Topologie de réseau EIGRP

- Le protocole EIGRP peut utiliser une topologie non hiérarchique (ou linéaire).
- Toutefois, pour concevoir un réseau qui soit évolutif, il faut disposer d'un certain degré de hiérarchie.
- EIGRP assure la synthèse automatique des routes de sous-réseaux de réseaux directement connectés, réduisant les informations de routage au niveau de l'adresse de réseau

# Adressage EIGRP

- La première étape dans la conception d'un réseau EIGRP consiste à décider de la façon dont son adressage doit être réalisé.
- Dans de nombreuses situations, une entreprise reçoit une seule adresse du NIC (Network Information Center), comme une adresse de Classe B, qu'elle doit allouer à son réseau.
  - La division en sous-réseaux et les masques de sous-réseaux de longueur variable (VLSM) servent à optimiser l'exploitation de l'espace d'adresse.
  - EIGRP pour IP supporte l'utilisation de VLSM.



# Synthèse de routes EIGRP

- Avec ce protocole, les adresses des sous-réseaux de réseaux directement connectés sont automatiquement ramenées aux limites de l'adresse de réseau.
- De plus, un administrateur de réseau peut configurer la synthèse de routes sur une interface, au niveau de n'importe quelle limite binaire, permettant aux plages d'adresse de réseaux d'être résumées de façon arbitraire

# Sélection de route EIGRP

- EIGRP protocole utilise le même vecteur de métriques que IGRP.
  - Des valeurs de métriques distinctes sont assignées pour la bande passante, le délai, la fiabilité et la charge.
  - Par défaut, EIGRP calcule la métrique d'une route en utilisant la bande passante minimale de chaque saut emprunté sur l'itinéraire et en ajoutant un délai spécifique au média pour chaque saut.
- Voici les métriques qu'il utilise :
  - **Bande passante.**
    - La bande passante est déduite d'après le type d'interface. Elle peut être modifiée avec la commande bandwidth.
  - **Délai.**
    - Chaque type de média comporte un délai de propagation qui lui est associé. Cette valeur peut être modifiée avec la commande delay.
  - **Fiabilité.**
    - La fiabilité est définie dynamiquement sous la forme d'une moyenne pondérée calculée sur 5 secondes.
  - **Charge.**
    - La charge est définie dynamiquement sous la forme d'une moyenne pondérée calculée sur 5 secondes.

# Convergence EIGRP

- Le protocole EIGRP implémente un nouvel algorithme de convergence appelé **DUAL**.
- DUAL utilise deux techniques qui permettent au protocole de converger très rapidement.
  - Tout d'abord, chaque routeur EIGRP crée une table topologique EIGRP à partir des tables de routage reçues de ses voisins.
    - Un routeur peut ainsi emprunter instantanément un nouvel itinéraire vers une destination donnée, à condition qu'il en existe un, connu d'après les informations recueillies au préalable auprès de ses voisins.
  - Ensuite, seuls les changements apportés dans les tables sont envoyés, et uniquement aux routeurs affectés par ces changements.
    - Un successeur est un routeur voisin actuellement utilisé pour la transmission de paquets qui fournit la route de plus faible coût vers une destination donnée, et qui n'est pas impliqué dans une boucle de routage. Lorsque la route passant par ce routeur est perdue, le successeur possible, s'il en existe un pour cette route, devient le successeur.

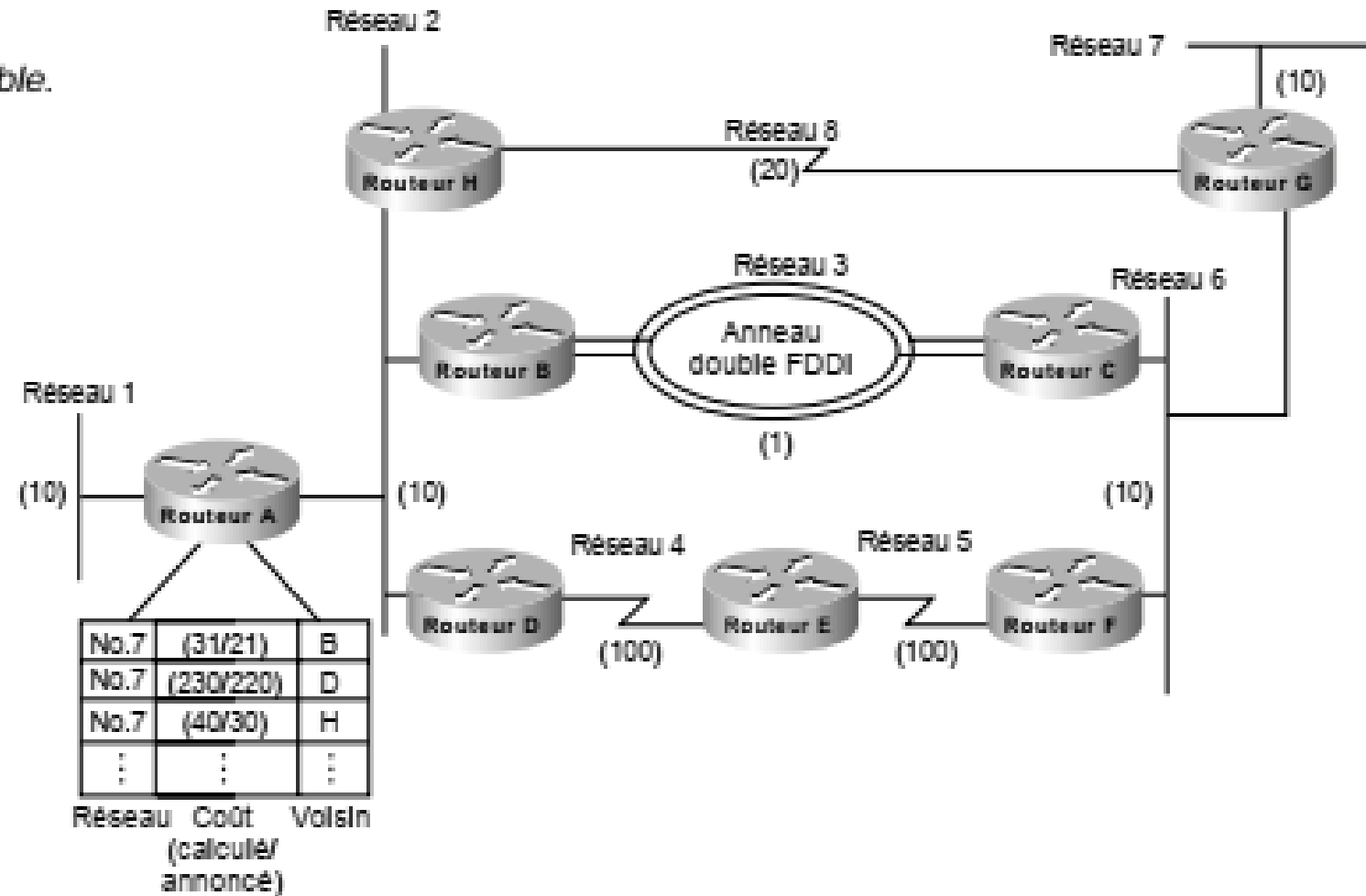
# Convergence EIGRP

- La **table de routage** maintient une liste des coûts calculés pour atteindre différents réseaux. La **table topologique** maintient toutes les routes annoncées par les voisins.
- Pour chaque réseau, un routeur conserve le coût réel qui lui est associé, ainsi que celui annoncé par son voisin.
  - En cas de panne, la convergence est instantanée si un successeur possible peut être localisé.
  - Un voisin peut accéder au rang de successeur possible s'il satisfait aux conditions de faisabilité définies par l'algorithme DUAL.
- L'algorithme identifie un successeur possible au moyen de la procédure suivante :
  - Il détermine l'appartenance à un ensemble V1. V1 représente tous les voisins dont la distance annoncée vers le réseau x est inférieure à DP — **DP** est la distance possible et est définie comme étant la métrique la plus intéressante durant une transition d'état, actif vers passif.
  - Il calcule **Dmin** qui est le coût minimal calculé pour joindre le réseau x.
  - Il détermine l'appartenance à V2. V2 est l'ensemble des voisins qui appartiennent à V1 et qui offrent un coût calculé vers le réseau x égal à Dmin.

# Convergence EIGRP

Figure 3.6

Successesseur DUAL possible.



# Evolutivité d'un réseau EIGRP

- L'aptitude d'un réseau à évoluer est limitée par deux facteurs : les problèmes fonctionnels et les problèmes techniques.
  - **Sur le plan fonctionnel**, EIGRP est facile à configurer.
  - **Sur le plan technique**, sa consommation des ressources n'augmente pas proportionnellement avec le développement du réseau, s'il est conçu correctement.
    - La notion de hiérarchie, à la fois logique et physique, est essentielle pour concevoir un réseau EIGRP évolutif.
- **Mémoire**
  - Un routeur exécutant EIGRP stocke les routes annoncées par ses voisins afin de pouvoir s'adapter rapidement à tout changement de topologie et exploiter les itinéraires alternatifs.
  - Plus un routeur a de voisins, plus il consomme de mémoire.
  - La fonction d'agrégation automatique de routes de EIGRP limite de façon naturelle la taille de la table de routage.
  - Une limitation supplémentaire est possible avec une configuration manuelle de cette fonction.

# Evolutivité d'un réseau EIGRP

- **Processeur**

- EIGRP utilise l'algorithme DUAL pour fournir une convergence rapide.
- Il ne recalcule que les routes qui sont affectées par un changement de topologie. DUAL n'entraîne pas de calcul complexe, mais le pourcentage d'utilisation du processeur dépend de la stabilité du réseau, des limites des requêtes et de la fiabilité des liens.

- **Bande passante**

- EIGRP utilise des mises à jour partielles.
- Elle ne sont générées que lorsqu'un changement se produit ; seules les informations modifiées sont envoyées, et uniquement aux routeurs concernés par le changement.
- En raison de ce comportement, ce protocole est très efficace dans son utilisation de la bande passante.
- Le protocole Hello de EIGRP induit une consommation supplémentaire de la bande passante pour maintenir les informations d'activité des routeurs voisins.

# Evolutivité d'un réseau EIGRP

- Pour créer un réseau EIGRP évolutif, il est conseillé d'implémenter la **synthèse de routage**.
  - Pour qu'un environnement soit capable de supporter cette fonction, l'implémentation d'un schéma d'adressage hiérarchique efficace est nécessaire.
  - La raison est que les performances et l'évolutivité d'un réseau EIGRP peuvent être considérablement affectées par la structure d'adressage mise en œuvre.
- **Sécurité avec EIGRP**
  - Le protocole EIGRP n'est disponible que sur les routeurs Cisco.
  - Cela prévient tout risque d'interruption de routage, accidentelle ou malveillante, pouvant être provoquée par un hôte du réseau.
  - De plus, des filtres de route peuvent être mis en place sur n'importe quelle interface pour empêcher que les informations de routage ne soient recueillies ou propagées de façon inappropriée.



# Résumé EIGRP

- Vidéo Youtube
  - [https://www.youtube.com/watch?v=OgfuR\\_oh0bl](https://www.youtube.com/watch?v=OgfuR_oh0bl)

# Directives de conception d'un réseau OSPF

# OSPF

- OSPF est un protocole de routage interne, ou **IGP (Interior Gateway Protocol)**, qui a été développé pour être utilisé sur les réseaux s'appuyant sur le protocole IP.
- En tant que protocole de routage interne, il ne distribue les informations de routage qu'entre les routeurs d'un système autonome (**AS, Autonomous System**).
  - Un système autonome est un groupe de routeurs qui échangent des informations de routage via un protocole de routage commun.
- OSPF s'appuie sur un algorithme de routage par le plus court chemin (**SPF, Shortest Path First**) ou par état de lien.
  - Il a été développé par le groupe de travail OSPF de l'IETF (Internet Engineering Task Force).
  - Il a été conçu expressément pour être exploité dans un environnement IP, avec un support explicite des sous-réseaux IP et du marquage des informations de routage provenant de l'extérieur.
  - La version 2 du protocole est documentée dans le RFC 1247

# OSPF

- L'implémentation réussie d'un environnement OSPF implique deux phases importantes :
  - la définition des limites de zones ;
  - l'assignation des adresses.
- Une planification et une exécution efficaces de ces deux phases garantiront le succès de votre implémentation.

# Topologie de réseau OSPF

- C'est dans un environnement de routage hiérarchique que le protocole OSPF fonctionne le mieux.
- La première décision — et la plus importante — lors de la conception d'un réseau OSPF consiste à déterminer les routeurs et les liens qui doivent faire partie de l'épine dorsale et ceux qui doivent être inclus dans chaque zone.
- Voici plusieurs directives importantes à considérer lors de la conception d'une topologie OSPF :

# Topologie de réseau OSPF

- **Le nombre de routeurs dans une zone.**
  - OSPF utilise un algorithme gourmand en ressources processeur.
  - Le nombre de routeurs dans une zone dépend de leur processeur, de leur mémoire et du nombre de liens dans la zone.
- **Le nombre de voisins pour chaque routeur.**
  - OSPF envoie par inondation tous les changements d'état de lien à tous les routeurs d'une zone.
  - Le nombre de voisins par routeur dépend du processeur de celui-ci, du nombre de liens dans une zone, du processeur des routeurs voisins, et de la bande passante des liens menant vers les voisins.
- **Le nombre de zones supportées par chaque routeur.**
  - Un routeur doit exécuter l'algorithme LSA pour chaque changement d'état de lien qui intervient dans une zone à laquelle il participe.
  - Chaque routeur interzones (Area Border Router) est impliqué dans au moins deux zones (celle de l'épine dorsale et celle qu'il connecte à l'épine dorsale).
- **Choix du routeur désigné.**
  - En général, le routeur désigné et le routeur désigné de secours sur un LAN sont voisins de tous les autres routeurs.
  - Il est donc conseillé de choisir pour ces rôles des routeurs qui ne sont pas déjà fortement sollicités par des activités consommatrices en ressources processeur.

# Considérations liées à l'épine dorsale

- La **stabilité** et la **redondance** sont deux caractéristiques importantes de l'épine dorsale.
- La stabilité est meilleure si la taille de l'épine dorsale reste raisonnable.
  - Une des raisons est que tous les routeurs qui y participent doivent recalculer leurs routes après chaque changement d'état de lien.
  - Une épine dorsale de petite taille limite les probabilités de changements et la consommation de cycles du processeur nécessaires pour recalculer les itinéraires.
- La redondance est importante au niveau de l'épine dorsale afin d'éviter tout partitionnement lorsqu'un lien est coupé.
  - Les épines dorsales bien conçues sont prévues pour pallier cela en cas de défaillance d'une liaison.

# Considérations liées à l'épine dorsale

- Une épine dorsale OSPF doit être continue.
  - Pour cela, OSPF supporte l'utilisation de liaisons virtuelles.
  - Une telle liaison crée un chemin entre deux routeurs interzones (un routeur de ce type relie une zone à l'épine dorsale) qui ne sont pas directement connectés.
- Un lien virtuel peut être utilisé pour soutenir une épine dorsale morcelée.
  - Toutefois, ne concevez pas un réseau OSPF de manière qu'il nécessite l'emploi de liaisons virtuelles.
  - La stabilité d'une liaison virtuelle est déterminée par celle de la zone sous-jacente.
  - Cette dépendance peut compliquer les tâches de dépannage.
  - De plus, elles ne peuvent pas traverser les zones stub.
- Evitez de placer les hôtes (tels que des stations de travail, des serveurs de fichiers ou d'autres ressources) dans la zone de l'épine dorsale.
  - L'extension du réseau est plus simple s'ils sont maintenus en dehors, en outre, l'environnement est aussi plus stable.



# Considérations liées aux zones

- Une zone individuelle doit être continue.
  - Elle peut être partitionnée, mais cela n'est pas recommandé.
  - Dans ce contexte, cela signifie qu'elle doit pouvoir présenter un chemin continu reliant tous les routeurs entre eux.
  - Cela ne signifie pas que tous les routeurs doivent partager un média de réseau commun.
- La conception de zones implique deux tâches essentielles :
  - déterminer l'adressage de la zone ;
  - déterminer comment connecter la zone à l'épine dorsale.

# Considérations liées aux zones

- Les zones devraient posséder un ensemble continu d'adresses de réseaux ou de sous-réseaux.
  - Sans un espace d'adressage continu, il n'est pas possible d'implémenter la synthèse de routes.
- Les routeurs qui relient une zone à l'épine dorsale sont appelés **routeurs interzones (Area Border Router)**.
- Une zone peut disposer d'un ou de plusieurs de ces routeurs.
  - En général, il est souhaitable d'en avoir plus d'un par zone pour réduire les risques de rupture de liaison avec l'épine dorsale.

# Considérations liées aux zones

- Lors de la création d'un réseau OSPF étendu, la définition des zones et l'assignation des ressources qu'elles contiennent doivent s'appuyer sur une approche pragmatique du réseau.
- Les deux règles générales suivantes permettent de s'assurer que le réseau reste souple et offre les performances requises pour un accès fiable aux ressources :
  - **Prendre en compte la proximité physique lors de la définition des zones.**
    - Si un emplacement donné présente une connectivité dense, créez une zone spécifique pour les nœuds qui le forment.
  - **Réduire la taille maximale des zones si les liaisons sont instables.**
    - Si votre réseau comprend des liens instables, envisagez l'implémentation de zones plus petites pour réduire les risques d'instabilité de route.
    - Lorsqu'une route est perdue ou, au contraire, entre en activité, chaque zone affectée doit converger vers une nouvelle topologie.
    - L'algorithme Dykstra est exécuté sur tous les routeurs concernés.
    - En segmentant votre réseau en zones plus petites, vous isolez les liens instables et fournissez un service global plus fiable

# Adressage et synthèse de routes OSPF

- L'assignation d'adresses et la synthèse de routes sont étroitement liées lorsqu'il s'agit de concevoir un réseau OSPF.
- Pour créer un réseau OSPF évolutif, implémentez la synthèse de routes.
  - Celle-ci requiert la mise en œuvre d'une stratégie d'adressage hiérarchique efficace pour pouvoir être supportée par l'environnement développé.
  - La structure de cet adressage peut avoir un impact profond sur les performances et l'aptitude à évoluer de votre réseau.

# Synthèse de routes OSPF

- L'utilisation de la **synthèse de routes** est fortement recommandée pour obtenir un réseau **OSPF fiable et évolutif**.
- L'efficacité de cette fonctionnalité et l'implémentation de votre réseau OSPF en général s'appuient sur la stratégie d'adressage que vous adoptez.
- Cette synthèse se produit entre chaque zone et la zone d'épine dorsale. Elle doit être configurée manuellement avec OSPF.

# Synthèse de routes OSPF

- Lors de la planification de votre réseau, examinez les points suivants :
  - Veillez à ce que votre stratégie d'adressage soit configurée de telle sorte que la plage des adresses de sous-réseaux assignées au sein d'une zone soit continue.
  - Créez un espace d'adresse qui vous permette par la suite de diviser les zones plus facilement lorsque le réseau s'étendra.
    - Si possible, assignez les sous-réseaux en vous fondant sur des limites simples au niveau octet.
    - Si vous ne pouvez pas suivre des règles de division simples et faciles à mémoriser, veillez à disposer d'une structure d'adressage bien détaillée.
- Prévoyez l'ajout de nouveaux routeurs dans votre environnement.
  - Le moment venu, veillez à les installer de façon appropriée comme routeurs intrazone, d'épine dorsale, ou interzones.
  - Ce type de changements provoque la création d'une nouvelle topologie et, en conséquence, des modifications éventuelles au niveau du routage (peut-être aussi au niveau des performances) lorsque la topologie OSPF est recalculée.

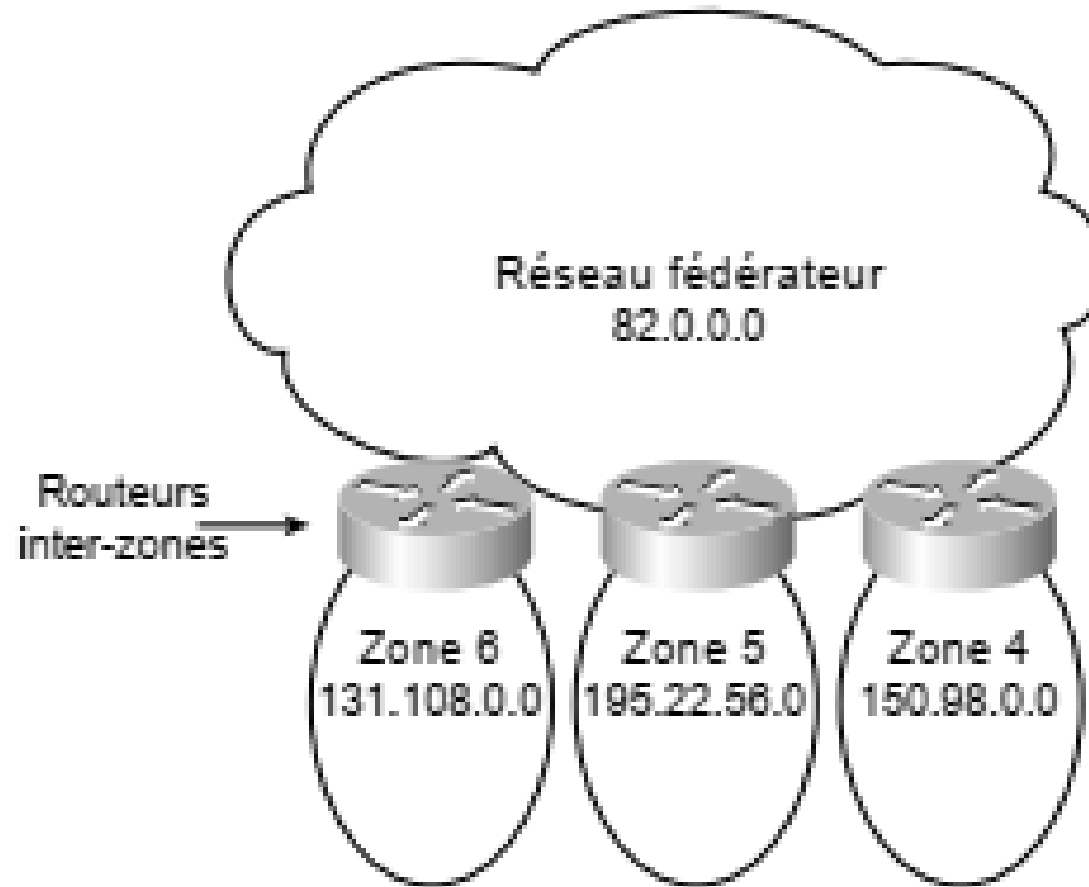
# Structure d'adressage séparée pour chaque zone

- L'une des méthodes d'allocation d'adresses les plus simples avec OSPF consiste à assigner une adresse de réseau distincte à chaque zone.
  - Selon cette procédure, vous créez une épine dorsale et plusieurs zones, et attribuez une adresse de réseau IP différente à chacune des zones.
- Voici les principales étapes de la création d'un tel réseau :
  - 1-Définissez votre structure (identifiez les zones et allouez leur des nœuds).
  - 2-Assignez des adresses aux réseaux, sous-réseaux et stations terminales.

# Structure d'adressage séparée pour chaque zone

**Figure 3.11**

*Exemple d'assignation  
d'adresses NIC.*



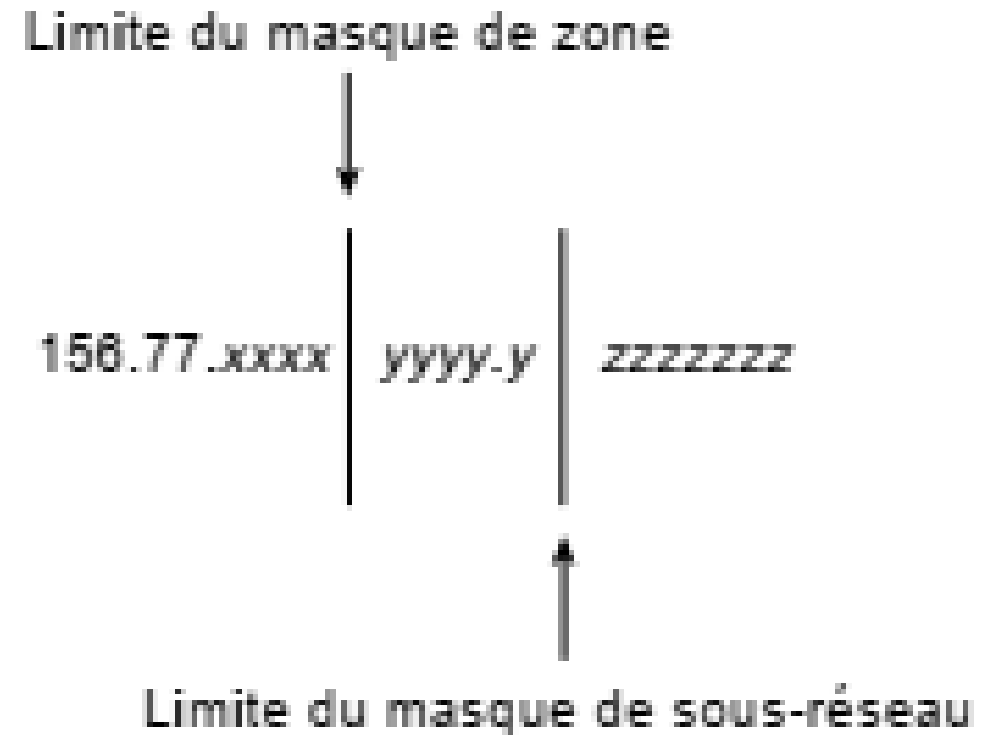


# Structure d'adressage séparée pour chaque zone

- Voici quelques avantages liés à l'attribution d'une adresse unique à chaque zone :
  - L'assignation des adresses est relativement facile à mémoriser.
  - La configuration des routeurs est assez simple — ce qui limite le risque d'erreur.
  - L'exploitation du réseau est simplifiée, car chaque zone possède une adresse de réseau unique et simple.
- Le principal inconvénient de cette approche est un gaspillage de l'espace d'adresse.
  - Si vous adoptez cette mesure, veillez à ce que les routeurs interzones soient configurés pour assurer la synthèse de routes.
  - Celle-ci doit être explicitement définie

# Sous-réseaux avec masques binaires et VLSM

- Les masques de sous-réseaux binaires et de longueur variable peuvent être combinés pour économiser de l'espace d'adresse.
- Imaginez un réseau sur lequel une adresse de Classe B est divisée au moyen d'un masque binaire pour être répartie sur seize zones



# Adressage privé

- L'adressage privé est une autre option souvent citée comme étant plus simple que le développement d'une stratégie d'adressage de zone au moyen de masques de sous-réseaux binaires.
- Bien que l'adressage privé apporte un excellent niveau de souplesse et ne limite pas la croissance d'un réseau OSPF, il s'accompagne de certains inconvénients.
  - Par exemple, le développement d'un réseau très étendu composé de nœuds dotés d'adresses IP privées empêche toute connexion à l'Internet et nécessite l'implémentation d'une zone démilitarisée (DMZ).

# Techniques de synthèse de routes

- La synthèse de routes est une fonction particulièrement importante dans un environnement OSPF, car elle améliore la stabilité du réseau.
  - Lorsqu'elle est utilisée, les modifications qui portent sur des routes au sein d'une zone n'ont pas besoin d'être répercutées au niveau de l'épine dorsale ou des autres zones.
- Cette fonctionnalité renvoie à deux questions importantes concernant la distribution d'informations de routage :
  - Quelles sont les informations que l'épine dorsale doit connaître à propos de chaque zone ?
    - La réponse implique les informations de routage transmises des zones vers l'épine dorsale.
  - Quelles sont les informations que chaque zone doit connaître à propos de l'épine dorsale et des autres zones ?
    - La réponse concerne les informations de routage transitant de l'épine dorsale vers les zones.

# Annonces de routage dans le sens zone-épine dorsale

- Plusieurs points essentiels doivent être considérés lors de la définition de la synthèse de routes pour une zone OSPF :
  - La synthèse de routes a lieu au niveau des routeurs interzones.
- OSPF supporte VLSM.
  - Il est donc possible d'effectuer une synthèse de routes au niveau d'un bit d'adresse de réseau ou de sous-réseau.
- OSPF nécessite une configuration manuelle de la synthèse.
  - Lorsque vous concevez les zones, vous devez déterminer la synthèse à appliquer sur chaque routeur interzones.

# Annonces de routage dans le sens épine dorsale-zone

- Il existe quatre types possibles d'informations de routage dans une zone :
  - **Par défaut.**
    - Si une route explicite ne peut pas être localisée pour un réseau ou un sous-réseau IP donné, le routeur transmet le paquet vers la destination spécifiée en utilisant l'itinéraire par défaut.
  - **Routes intrazone.**
    - Des informations explicites de routes de réseaux ou de sous-réseaux doivent être propagées pour tous les réseaux ou les sous-réseaux se trouvant à l'intérieur d'une zone.
  - **Routes interzones.**
    - Une zone peut transporter des informations de routes explicites de réseaux ou de sous-réseaux pour tous les réseaux ou les sous-réseaux qui font partie du système autonome, mais pas de la zone.
  - **Routes externes.**
    - Il s'agit des routes dont les informations de routage sont échangées par différents systèmes autonomes.

# Annonces de routage

- En général, il est souhaitable de restreindre les informations de routage de n'importe quelle zone à l'ensemble minimal dont elle a besoin.
- Il existe trois types de zones définies conformément aux informations de routage qu'elles utilisent en interne :
  - **Zones non stub.**
    - Les zones non stub transportent une route par défaut, ainsi que des routes statiques, intrazone, interzones et externes.
    - Une zone doit être non stub lorsqu'elle contient un routeur qui utilise à la fois OSPF et n'importe quel autre protocole, tel que RIP. Un tel routeur est appelé **routeur intersystèmes autonomes (ASBR, Autonomous System Border Router)**.
    - Une zone doit aussi être non stub lorsqu'un lien virtuel est configuré à travers elle.
    - Ce type de zone consomme davantage de ressources comparé aux autres.
  - **Zones stub.**
    - Les zones stub transportent une route par défaut, ainsi que des routes intrazone et interzones, mais pas de routes externes.
    - L'utilisation de zones stubs est soumise à deux restrictions : les liens virtuels ne peuvent pas être configurés à travers elles et elles ne peuvent pas comprendre de routeur intersystèmes.
  - **Zones stub sans synthèse de routes.**
    - Les versions 9.1(11) et 9.21(2) de System Software ainsi que les versions 10.0(1) et plus de Cisco IOS supportent les zones stub sans synthèse de routes, permettant de créer des zones qui ne transportent qu'une route par défaut et des routes intrazone.
    - Les zones stub sans synthèse ne transportent pas d'informations de routes interzones ou externes.
    - Ce type de zone est recommandé pour les configurations simples dans lesquelles un seul routeur connecte une zone à l'épine dorsale

# Informations de routage utilisées dans les zones OSPF

Tableau 3.1 : Informations de routage utilisées dans les zones OSPF

<i>Type de zone</i>	<i>Route par défaut</i>	<i>Routes intrazone</i>	<i>Routes interzones</i>	<i>Routes externes</i>
Non stub	Oui	Oui	Oui	Oui
Stub	Oui	Oui	Oui	Non
Stub sans synthèse	Oui	Oui	Non	Non



# Sélection de route OSPF

- Lors de la conception d'un réseau OSPF, considérez les trois aspects importants suivants qui contribuent à l'obtention d'une fonction de sélection de route efficace :
  - Optimisation des métriques OSPF
  - Contrôle du trafic interzones
  - Equilibrage de charge sur un réseau OSPF.

# Optimisation des métriques OSPF

- La valeur par défaut des métriques utilisées par OSPF se base sur la bande passante.
- Les caractéristiques suivantes illustrent de quelle façon les métriques sont générées :
  - Chaque lien reçoit une valeur de métrique basée sur sa bande passante.
    - La valeur de métrique d'un lien spécifique est l'inverse de celle de sa bande passante.
    - La métrique d'un itinéraire est la somme des métriques de tous les liens traversés.
  - Lorsque la synthèse de route est activée, OSPF utilise la métrique du plus mauvais itinéraire dans la synthèse.
- Il existe deux formes de métriques externes : type 1 et type 2.
  - L'utilisation des métriques de type 1 provoque l'ajout de la métrique interne OSPF à la métrique de route externe.
  - Les métriques de type 2 n'ont pas cet effet.
  - La métrique externe de type 1 est généralement utilisée de préférence.
  - Si vous disposez de plus d'une connexion externe, les deux métriques peuvent affecter la façon dont les chemins multiples sont utilisés.

# Contrôle du trafic interzones

- Lorsqu'une zone ne possède qu'un seul routeur interzones, tout le trafic qui n'appartient pas à la zone passe par lui.
- Dans les zones comprenant plusieurs routeurs interzones, deux options s'offrent au trafic qui doit quitter la zone :
  - Le routeur interzones le plus proche de l'origine du trafic est utilisé (le trafic quitte la zone le plus tôt possible).
  - Le routeur interzones le plus proche de la destination du trafic est utilisé (le trafic quitte la zone le plus tard possible).

# Contrôle du trafic interzones

- Si les routeurs interzones n'injectent que la route par défaut, le trafic est transmis au routeur interzones qui est le plus proche de la source.
  - Ce comportement est le plus souvent souhaitable, car l'épine dorsale possède généralement des lignes disponibles avec une bande passante plus élevée.
  - Toutefois, pour que le trafic utilise le routeur interzones situé le plus près de la destination (pour que le trafic quitte la zone le plus tard possible), les routeurs interzones doivent injecter les synthèses dans la zone au lieu de ne lui transmettre que la route par défaut.
- La plupart des concepteurs de réseaux préfèrent éviter un routage asymétrique (c'est-à-dire l'utilisation d'un chemin pour les paquets passant de A vers B différent de celui qu'empruntent les paquets allant de B vers A).
  - Il est important de comprendre de quelle façon le routage se produit entre des zones pour éviter un routage asymétrique.

# Equilibrage de charge sur un réseau OSPF

- Les topologies de réseau sont généralement conçues pour fournir des routes redondantes afin d'éviter un morcellement du réseau.
- La redondance permet aussi de bénéficier d'une bande passante supplémentaire dans les zones à fort trafic.
- S'il existe des chemins de coût égal en direction d'une destination, les routeurs Cisco équilibrent automatiquement la charge dans un environnement OSPF.
  - Les routeurs Cisco utilisent jusqu'à quatre chemins de coût égal pour une destination donnée.
  - Le trafic est distribué par rapport à la destination (avec la commutation rapide) ou par rapport aux paquets.
  - L'équilibrage de charge par destination représente le comportement par défaut.

# Convergence OSPF

- L'une des fonctionnalités les plus attrayantes de OSPF est sa capacité à s'adapter rapidement aux changements de topologie.
- Deux composantes du protocole participent à la convergence des informations de routage :
  - **Détection des changements de topologie.**
    - OSPF utilise deux mécanismes pour détecter les changements qui interviennent au niveau de la topologie.
    - La surveillance des changements d'état d'interface (tels qu'un problème de porteur sur une ligne série) constitue le premier mécanisme.
    - Le second mécanisme est la surveillance de l'échec de réception d'un paquet Hello de la part du voisin au sein d'une fenêtre de temporisation appelée **temporisateur d'inactivité**.
  - **Calcul de routes.**
    - Après qu'un routeur a détecté une panne, il envoie un paquet d'état de lien avec les informations de changement à tous les routeurs situés dans la zone.
    - Tous les routeurs procèdent à un nouveau calcul des itinéraires au moyen de l'algorithme Dijkstra (ou SPF).
    - Le temps requis pour l'exécution de l'algorithme dépend d'une combinaison qui prend en compte la taille de la zone et le nombre de routes dans la base de données.

# Evolutivité d'un réseau OSPF

- L'aptitude d'un réseau OSPF à évoluer dépend de l'ensemble de sa structure et de la stratégie d'adressage utilisée.
- Concernant la topologie de réseau et la synthèse de routes, l'adoption d'un environnement d'adressage hiérarchique et le respect de règles d'assignation d'adresses structurées représentent les facteurs déterminants de la capacité de votre réseau à évoluer.
- Cette adaptabilité est affectée par des considérations fonctionnelles et techniques :
  - Sur un plan fonctionnel, un réseau OSPF devrait être conçu de manière que les zones n'aient pas besoin d'être divisées pour s'adapter à sa croissance. L'espace d'adresse devrait être réservé pour autoriser l'ajout de nouvelles zones.
  - Sur le plan technique, l'adaptabilité est conditionnée par l'utilisation de trois ressources : mémoire, processeur et bande passante.

# Evolutivité d'un réseau OSPF

- **Mémoire**

- Un routeur OSPF conserve tous les états de liens pour toutes les zones dans lesquelles il se trouve.
- De plus, il stocke également les synthèses et les routes externes. Un emploi prudent de la synthèse de routes et des zones stub permet de réduire de façon substantielle l'utilisation de la mémoire.

- **Processeur**

- Un routeur OSPF utilise les cycles du processeur chaque fois qu'un changement d'état de lien se produit.
- Le maintien de zones de petite taille et l'emploi de la synthèse de routes réduit de façon considérable l'utilisation des ressources processeur et permet d'obtenir un environnement plus stable.

- **Bande passante**

- OSPF envoie des mises à jour partielles chaque fois qu'un changement d'état de lien intervient.
- Les mises à jour sont envoyées par inondation vers tous les routeurs de la zone.
- Sur un réseau stable, OSPF est stable lui aussi.
- Sur un réseau changeant fréquemment, le protocole minimise la quantité de bande passante utilisée.



# Sécurité avec OSPF

- Deux types de sécurité peuvent être appliqués aux protocoles de routage :
  - **Contrôle des routeurs qui participent à un réseau OSPF.**
    - OSPF contient un champ d'authentification optionnel.
    - Tous les routeurs au sein d'une zone doivent s'accorder sur la valeur de ce champ.
    - Comme OSPF est un protocole standard disponible sur de nombreuses plates-formes, y compris sur certains hôtes, l'emploi du champ d'authentification empêche le démarrage accidentel de OSPF sur une plate-forme non contrôlée de votre réseau et réduit le potentiel d'instabilité.
  - **Contrôle des informations de routage échangées par les routeurs.**
    - Tous les routeurs doivent détenir les mêmes données au sein d'une zone OSPF.
    - En conséquence, il n'est pas possible d'utiliser des filtres de routes sur un réseau OSPF pour en assurer la sécurité.

# Fonctionnalités de la zone NSSA de OSPF

- Avant NSSA (Not-So-Stubby Area), il fallait définir une zone comme zone stub pour lui éviter de recevoir des annonces d'état de lien (**LSA, Link-State Advertisement**) externes (Type 5).
- Les routeurs interzones (ABR, Area Border Router) qui connectent des zones stub ne les inondent pas avec les informations de routes externes qu'ils reçoivent.
  - Pour renvoyer des paquets vers des destinations en dehors de la zone stub, une route par défaut passant par le routeur interzones est utilisée
- La RFC 1587 définit une zone hybride appelée NSSA.
  - Une telle zone est semblable à une zone stub, mais autorise les fonctionnalités suivantes :
    - importation (redistribution) de routes externes en tant qu'annonces LSA Type 7 dans les zones NSSA par les routeurs intersystèmes autonomes (ASBR) de ces zones ;
    - traduction d'annonces de routes spécifiques LSA Type 7 en LSA Type 5 par les routeurs interzones NSSA.

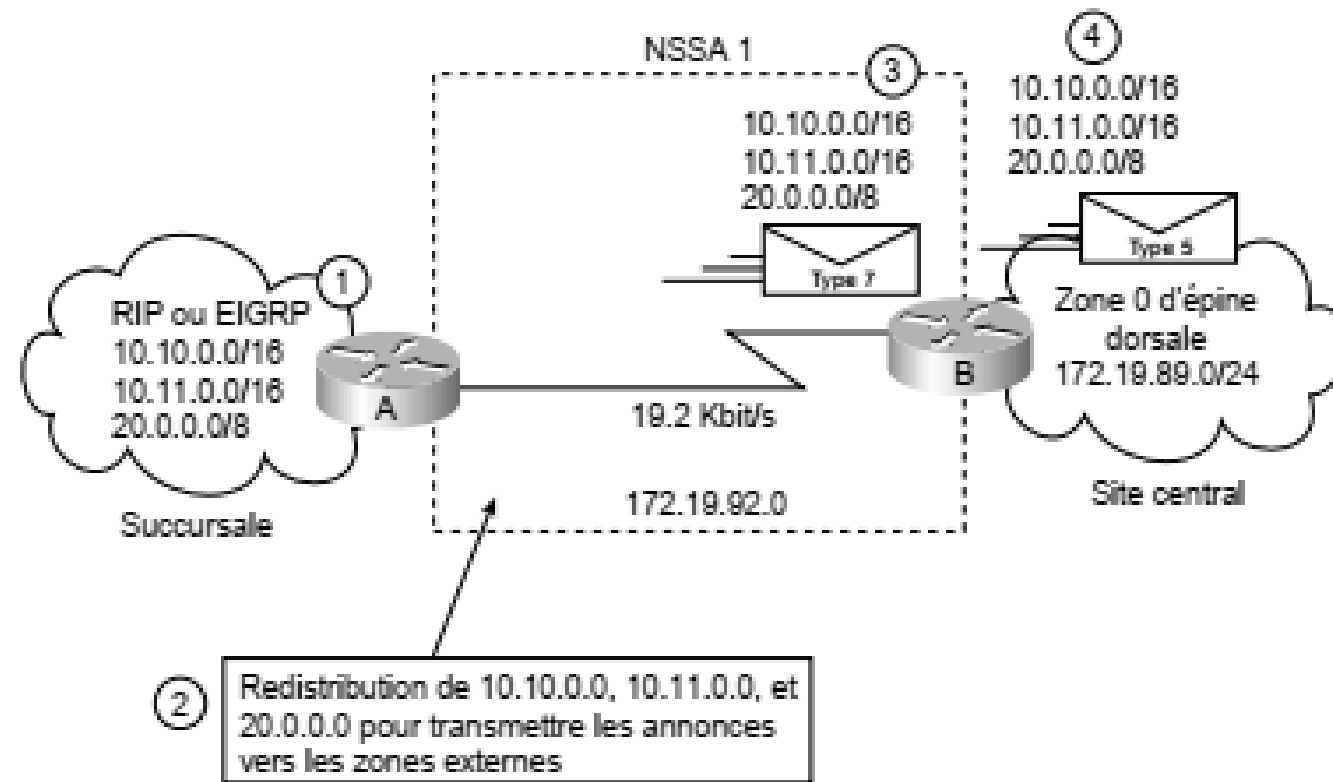
# Utilisation des zones NSSA de OSPF

- Utilisez les zones NSSA de OSPF pour synthétiser ou filtrer les annonces LSA Type 5 avant qu'elles ne soient transmises dans une zone OSPF.
- La spécification de OSPF (RFC 1583) interdit la synthèse ou le filtrage des annonces LSA Type 5.
  - C'est une exigence de OSPF que les annonces de Type 5 soient toujours transmises par inondation à travers le domaine de routage.
  - Lorsque vous définissez une zone NSSA, importez-y des informations de routes externes spécifiques en tant qu'annonces de Type 7.
- De plus, lors de la traduction des annonces de Type 7 devant être importées dans des zones non stub, synthétisez-les ou filtrez-les avant leur exportation en tant qu'annonces de Type 5.

# Utilisation des zones NSSA de OSPF

Figure 3.14

Exploitation de zones  
NSSA de OSPF.



# Caractéristiques des annonces d'état de lien

## LSA Type 7

- Les annonces LSA Type 7 possèdent les caractéristiques suivantes:
  - Elles ne sont émises que par les routeurs intersystèmes connectés entre la zone NSSA et le domaine du système autonome.
  - Elles incluent un champ d'adresse de transmission. Ce champ est retenu lorsqu'une annonce de Type 7 est traduite en Type 5.
  - Elles ne sont transmises qu'au sein d'une zone NSSA.
  - Elles ne sont pas envoyées par inondation au-delà d'une zone NSSA. Le routeur interzones qui est connecté à une autre zone non stub, reconvertit les annonces de Type 7 en annonces de Type 5 avant de les envoyer.
  - Les routeurs interzones NSSA peuvent être configurés pour synthétiser ou filtrer les annonces de Type 7 et les convertir en annonces de Type 5.
  - Les routeurs interzones NSSA transmettent des annonces Type 7 de route par défaut dans la zone NSSA.
  - Les annonces Type 7 possèdent une priorité inférieure à celle des annonces Type 5. Aussi, lorsque des informations de route sont recueillies par des annonces Type 5 et Type 7, la route définie dans l'annonce Type 5 est sélectionnée en premier

# Considérations d'implémentation de NSSA

- Veuillez à examiner ces considérations avant d'implémenter NSSA.
  - Définissez une annonce Type 7 de route par défaut qui peut être utilisée pour atteindre les destinations externes.
  - Lorsqu'il est configuré, le routeur génère une annonce Type 7 de route par défaut dans la zone NSSA via le routeur interzones NSSA.
  - Tous les routeurs d'une même zone doivent accepter la zone NSSA, sinon ils ne seront pas capables de communiquer entre eux.
  - Si possible, évitez une redistribution explicite sur le routeur interzones NSSA, car vous pourriez ne plus distinguer quels sont les paquets traduits par tel ou tel routeur.

# OSPF On-Demand Circuit

- **OSPF On-Demand Circuit (ODC)** est une amélioration du protocole OSPF qui est efficace sur les circuits à la demande tels que RNIS, les circuits virtuels commutés (SVC, Switched Virtual Circuit) de X.25 et les lignes commutées.
- Cette fonctionnalité supporte les spécifications du RFC 1793, Extending OSPF to Support On-Demand Circuits.
  - Ce RFC est utile pour en comprendre le fonctionnement.
  - Il contient de bons exemples et explique l'exploitation de OSPF dans ce type d'environnement.

# OSPF On-Demand Circuit

- Avant l'introduction de OSPF ODC, des messages Hello et LSA périodiques étaient échangés entre des routeurs qui connectaient une ligne à la demande même lorsque aucun changement n'avait lieu.
- Avec OSPF ODC, les messages Hello périodiques sont supprimés et les mises à jour d'annonces LSA n'inondent plus les circuits à la demande.
  - Ces paquets provoquent l'ouverture des lignes uniquement lorsqu'il sont échangés la première fois ou lorsqu'il y a une modification dans les informations qu'ils contiennent, permettant ainsi de libérer la connexion au niveau de la couche liaison de données sous-jacente, lorsque la topologie de réseau est stable, et de maintenir des coûts minimaux pour un circuit à la demande.



# Pourquoi utiliser OSPF On-Demand Circuit ?

- Cette fonction est utile pour disposer d'une épine dorsale OSPF sur un site central et permettre à des succursales ou à des travailleurs distants de s'y connecter.
  - Dans ce cas, ODC permet de tirer profit des avantages de OSPF sur l'intégralité du domaine sans entraîner de coûts de connexion excessifs.
  - Les mises à jour périodiques Hello et LSA, ou autres surcharges de protocole, ne sont pas autorisées à déclencher l'activation d'un circuit à la demande lorsqu'il n'y a pas de véritables données à transmettre.
  - Les protocoles générant des surcharges, du genre paquets Hello et LSA, sont transmis sur le circuit à la demande uniquement lors du démarrage initial et lorsqu'ils reflètent un changement dans la topologie.
  - Cela signifie que les modifications essentielles qui nécessitent de nouveaux calculs SPF sont transmises afin de permettre la maintenance de l'intégrité du réseau, mais les mises à jour périodiques qui n'incluent pas de modifications ne sont pas envoyées sur la ligne.

# Considérations d'implémentation pour OSPF On-Demand Circuit

- Considérez les points suivants avant d'implémenter OSPF ODC :
  - Comme les annonces LSA indiquant des changements de topologie inondent un circuit à la demande, il est conseillé de placer les circuits à l'intérieur de zones stub OSPF ou de zones NSSA afin de les isoler le plus possible des changements de topologie.
  - Pour tirer profit des fonctionnalités d'un circuit à la demande au sein une zone stub ou d'une zone NSSA, chaque routeur dans la zone doit avoir cette fonctionnalité chargée. Si la fonctionnalité est déployée à l'intérieur d'une zone normale, toutes les autres zones normales doivent aussi la supporter pour qu'elle puisse être effective. La raison en est que les annonces LSA inondent l'ensemble des zones.
  - N'activez pas cette fonction sur une topologie de réseau broadcast, car les messages Hello ne peuvent pas être supprimés de façon efficace, ce qui signifie que la ligne sera toujours active

# OSPF sur les réseaux non broadcast

- **Les réseaux NBMA (Non Broadcast Multiple Access)** supportent de nombreux routeurs, mais ils ne disposent pas de fonctions broadcast.
  - Sur ce type de réseau, les routeurs voisins sont déterminés au moyen du protocole Hello de OSPF.
  - Toutefois, en raison de cette absence de fonctions broadcast, certaines informations de configuration pourraient se révéler nécessaires pour permettre la découverte des voisins.
  - Les paquets du protocole OSPF qui sont normalement multidestinataires doivent être envoyés tour à tour vers chaque routeur voisin.
  - Un réseau de données public X.25 est un exemple de réseau non broadcast.
- Notez les points suivants :
  - OSPF s'exécute dans un des deux modes disponibles sur un réseau non broadcast.
    - Le premier mode, appelé **accès multiple non broadcast (sans diffusion) ou NBMA**, simule le fonctionnement de OSPF sur un réseau broadcast.
    - Le second mode, appelé **point-multipoint**, gère le réseau non broadcast comme un ensemble de liens point-à-point.
  - Les réseaux non broadcast sont donc appelés réseaux NBMA ou réseaux point-multipoint, selon le mode OSPF exploité.
- En mode NBMA, OSPF émule le fonctionnement d'un réseau broadcast.
  - Un routeur désigné est élu et génère une annonce LSA pour le réseau.
  - La représentation graphique pour les réseaux broadcast et les réseaux non broadcast est identique.

# Mode NBMA

- Le mode NBMA représente la méthode la plus efficace d'exploitation de OSPF sur un réseau non broadcast, aussi bien en termes de taille de base de données d'état de liens qu'en termes de quantité de trafic généré par le protocole de routage.
  - Toutefois, ce mode souffre d'une restriction significative ; il nécessite que tous les routeurs soient connectés au réseau NBMA pour pouvoir communiquer entre eux.
  - Bien que cette restriction peut être rencontrée sur certains réseaux non broadcast tels qu'un sous-réseau ATM utilisant des circuits virtuels commutés (SVC), on ne la rencontre pas souvent sur les réseaux Frame Relay à circuits virtuels permanents (PVC).
- Sur les réseaux non broadcast, les routeurs ne communiquent pas tous directement.
  - Pour permettre une communication directe, divisez le réseau en sous-réseaux logiques.
  - Chaque sous-réseau peut ensuite être exploité comme réseau NBMA ou point-à-point si chaque circuit virtuel est défini en tant que sous-réseau logique séparé.
  - Cette configuration entraîne toutefois une certaine surcharge administrative, et est propice aux erreurs de configuration.
  - Il est probablement préférable d'exploiter un tel réseau non broadcast en mode point-multipoint.

# Mode point-multipoint

- Les réseaux point-multipoint ont été conçus pour fonctionner simplement et naturellement lorsqu'ils reposent sur une connectivité partiellement maillée.
  - Dans ce mode, OSPF traite toutes les connexions de routeur à routeur sur le réseau non broadcast comme si elles représentaient des liaisons point-à-point.
  - Aucun routeur désigné n'est élu et aucune annonce LSA n'est générée pour le réseau.
  - Il peut se révéler nécessaire de configurer l'ensemble des voisins qui sont directement accessibles à travers le réseau point-multipoint.
  - Sur ce type de réseau, chaque voisin est identifié par son adresse IP. Comme aucun routeur désigné n'est élu, l'éligibilité des routeurs voisins configurés est indéfinie.

# Mode point-multipoint

- Alternativement, des voisins peuvent être dynamiquement découverts par des protocoles d'un niveau inférieur comme ARP inverse.
- A la différence des réseaux NBMA, les réseaux point-multipoint présentent les caractéristiques suivantes :
  - Des dépendances sont établies entre tous les routeurs voisins.
    - Il n'y a pas de routeur désigné ou de routeur désigné de secours.
    - Aucune annonce LSA n'est générée pour le réseau. La priorité de routage n'est pas configurée pour les interfaces, ni pour les voisins.
  - Lors de la génération d'une annonce LSA de routeur, l'interface point-multipoint est présentée comme un ensemble de "liens point-à-point" vers l'interface de tous ses voisins adjacents, et possédant en même temps un seul lien stub annonçant l'adresse IP de l'interface avec un coût de 0.
  - Lors d'une inondation sur une interface non broadcast (en mode NBMA ou point-multipoint), le paquet de mise à jour ou d'acquittement d'état de lien doit être reproduit afin d'être envoyé à chacun des voisins de l'interface.

# Résumé OSPF

- Vidéo youtube
  - <https://www.youtube.com/watch?v=6FeNi1djwc8>

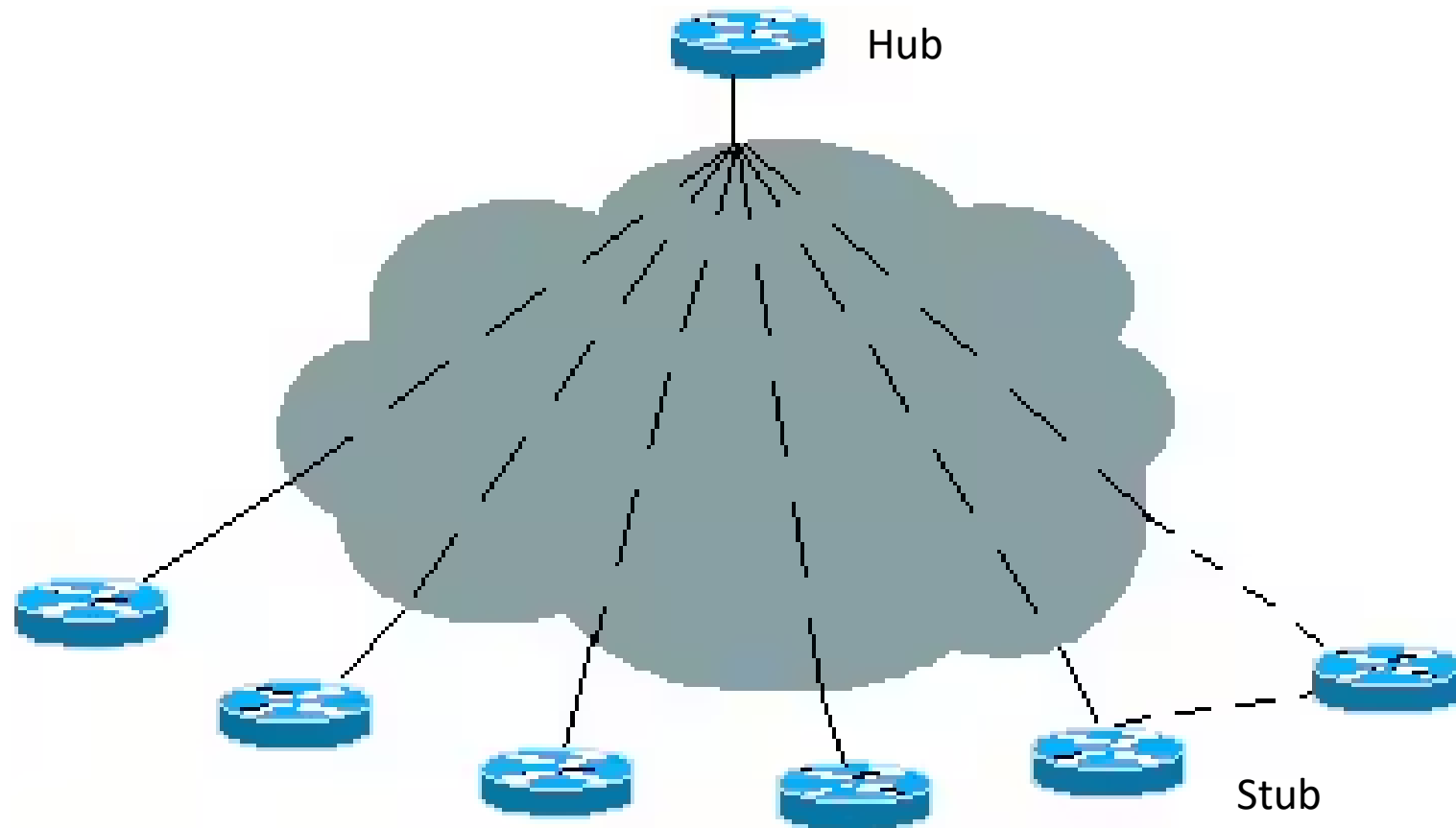
# Routage à la demande (ODR, On-Demand Routing)



# ODR

- Le mécanisme de routage à la demande, ou ODR (On-Demand Routing), permet de router IP avec une surcharge minimale au niveau des sites stub.
- La surcharge liée à un protocole de routage dynamique typique est ainsi évitée, sans pour autant entraîner une surcharge additionnelle due à la configuration et la gestion du routage statique.
- Le terme **routeur stub** désigne un routeur de périphérie sur une topologie de réseau **hub-and-spoke**.
- Un routeur stub possède généralement une connexion WAN vers le routeur hub et un petit nombre de segments LAN (réseaux stub) qui lui sont directement connectés.
  - Pour mettre en œuvre une connectivité totale, configurez statiquement un routeur hub afin de lui indiquer un réseau stub particulier accessible par l'intermédiaire d'un routeur d'accès spécifié.
  - Lorsqu'il existe plusieurs routeurs hub, de nombreux réseaux stub, ou des connexions asynchrones entre les sites centraux (hubs) et les sites distants (spokes), la surcharge induite par la configuration statique des informations de réseaux stub sur les routeurs hub devient trop importante.

# ODR



# ODR

- ODR autorise les routeurs stub à annoncer leurs réseaux stub connectés au moyen du protocole CDP (Cisco Discovery Protocol).
- ODR requiert que les routeurs stub soient configurés statiquement avec des routes par défaut pointant vers les routeurs hub.
  - Ces derniers sont configurés pour accepter les réseaux stub distants via CDP.
  - Une fois que ODR a été activé sur un routeur hub, celui-ci commence à enregistrer les routes de réseaux stub dans la table de transmission IP.
  - Le routeur hub peut également être configuré pour redistribuer ces routes dans n'importe quel protocole de routage pour IP dynamique configuré.
  - Aucun protocole de routage pour IP n'est configuré sur les routeurs stub.
- Avec ODR, un routeur est automatiquement considéré comme étant un routeur stub lorsque aucun protocole de routage pour IP n'a été configuré dessus.
  - Voici une commande de configuration ODR requise sur un routeur hub :  
***router odr***
- Aucune configuration n'est nécessaire sur les routeurs distants, car CDP est activé par défaut

# Avantages de ODR

- ODR est un mécanisme qui permet de router IP avec une surcharge minimale au niveau des sites stub.
  - La surcharge liée à un protocole de routage dynamique typique est ainsi évitée, sans pour autant entraîner une surcharge additionnelle due à la configuration et la gestion du routage statique.
- ODR simplifie l'implémentation de réseaux stub IP puisque les routeurs hub maintiennent dynamiquement des routes vers ces réseaux.
  - Pour cela, il n'est pas nécessaire de configurer un protocole de routage pour IP sur les routeurs stub. Avec ODR, le routeur stub annonce les préfixes IP correspondant aux réseaux IP configurés sur les interfaces qui lui sont directement connectées.
  - Comme ODR annonce les préfixes IP à la place des adresses de réseau IP, il peut transporter des informations de masques de sous-réseaux de longueur variable (VLSM).
- ODR limite la surcharge de configuration et de bande passante liée à une connectivité de routage totale.
  - De plus, il élimine le besoin de configurer un protocole de routage pour IP sur les routeurs stub.

# Utilisation de ODR

- Tenez compte des éléments suivants lorsque vous utilisez ODR :
  - ODR propage les routes entre les routeurs au moyen du protocole CDP.
    - Par conséquent, ODR est partiellement contrôlé par la configuration de CDP.
    - Si CDP est désactivé, la propagation des informations de routage par ODR cesse.
  - Par défaut, CDP envoie des mises à jour toutes les 60 secondes.
    - Cet intervalle n'est parfois pas assez court pour permettre une convergence rapide, auquel cas il faut envisager de modifier sa valeur.
- Il est conseillé de limiter le nombre d'interfaces sur le hub.

# Questions de révision

1- Citez 6 principaux éléments à tenir compte lors du choix d'un protocole de routage.

## **EIGRP:**

- 2- Quelles sont les métriques utilisées par le protocole EIGRP pour le calcul des routes?
- 3- Quelles sont les deux tables maintenues par EIGRP? Quelle est la différence entre le coût calculé et le coût annoncé?
- 4- Expliquer le fonctionnement de l'algorithme DUAL dans EIGRP
- 5- Comment est-ce que EIGRP gère les éléments suivants: Mémoire, Processeur, Bande passante et sécurité

## **OSPF:**

- 6- Quelles sont les 2 étapes importantes dans la conception d'un réseau avec OSPF?
- 7- Citer 4 directives importantes à considérer lors de la conception d'une topologie OSPF
- 8- Quelle est la principale métrique utilisée par OSPF pour le calcul des routes?
- 9- Citer trois types de zones définies dans OSPF conformément aux informations de routage qu'elles utilisent en interne

## **ODR:**

- 10- Citer et expliquer 3 avantages du protocole ODR.

# Compléments

- Vidéos Youtube
  - EIGRP:  
<https://www.youtube.com/watch?v=LzU4vHnPEAg>
  - OSPF  
<https://www.youtube.com/watch?v=gKrY1bLtcxs>