

M2 ESECURE

Réseaux Routage interne : OSPF

Jean SAQUET
Pierre BLONDEAU

OSPF

Open Shortest Path First :

Protocole défini par l'IETF : RFC 2328 (OSPF v2), basé sur l'état des liens (Link State Algorithm)

Caractéristiques du protocole :

- Connaissance complète de la topologie
- Pas de boucles ni de comptage à l'infini
- Convergence rapide
- Possibilités de partage de charge sur des routes de même coût.
- Consommation de ressources plus importantes (CPU et mémoire) : algorithme centralisé (Dijkstra)
- Métrique = coût d'une interface, dépend de la bande passante du lien

Etat de liens : principe

État des interfaces et des relations d'adjacences avec les routeurs voisins.

Chaque nœud maintient une base de données topologique de tous les états de liens de l'inter-réseau.

L'algorithme à état de lien ne diffuse, sur le réseau, que les modifications qu'il a détecté, lien inaccessible, coût modifié...

Etat de liens : algorithme

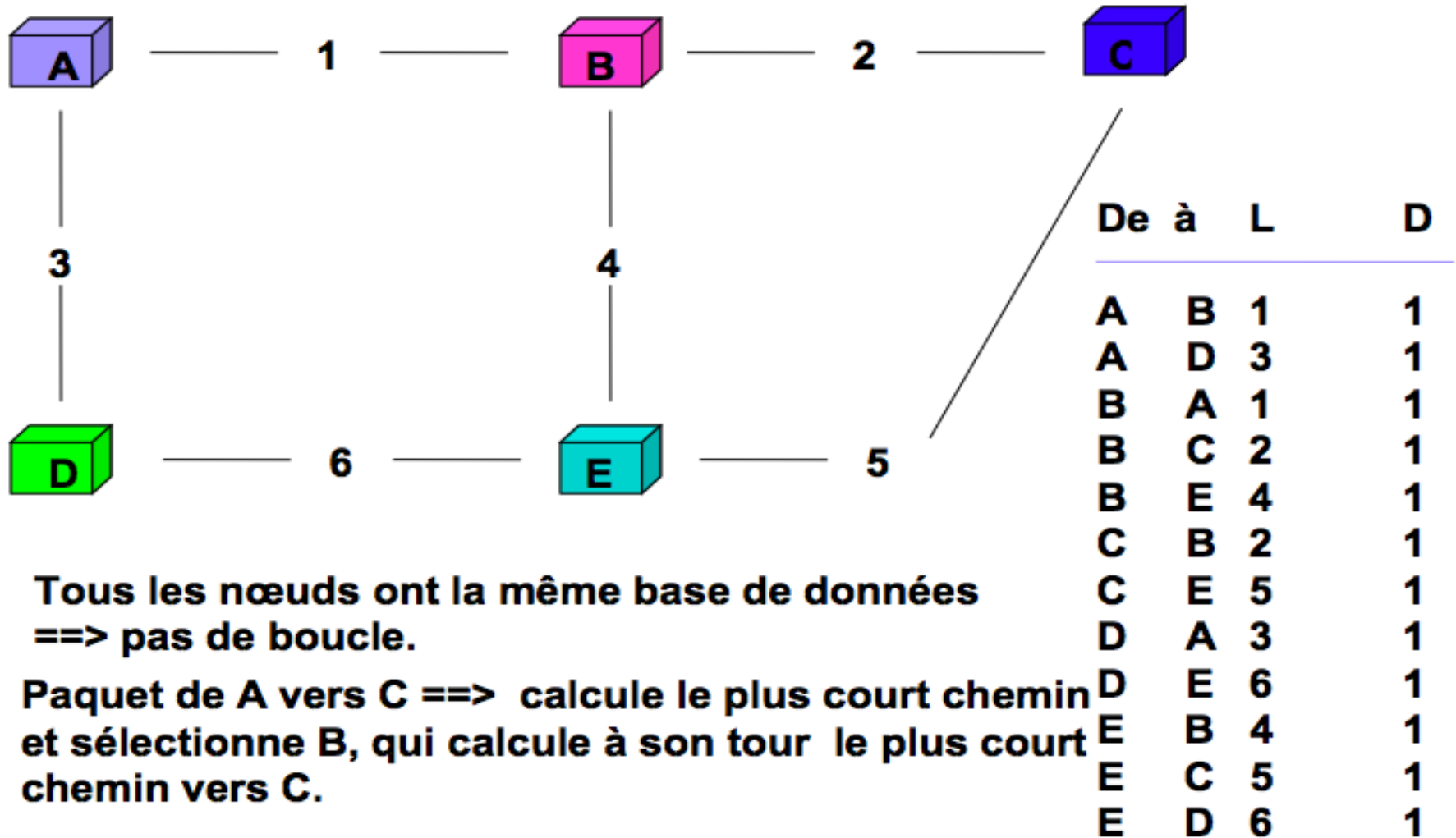
Chaque routeur prend contact avec ses voisins pour connaître leur existence et leur identité (paquets « Hello » émis périodiquement en multicast sur un réseau local)

Chaque routeur construit un paquet "Link State Packet" (LSP) contenant la liste des noms et des coûts d'accès vers chacun de ses voisins

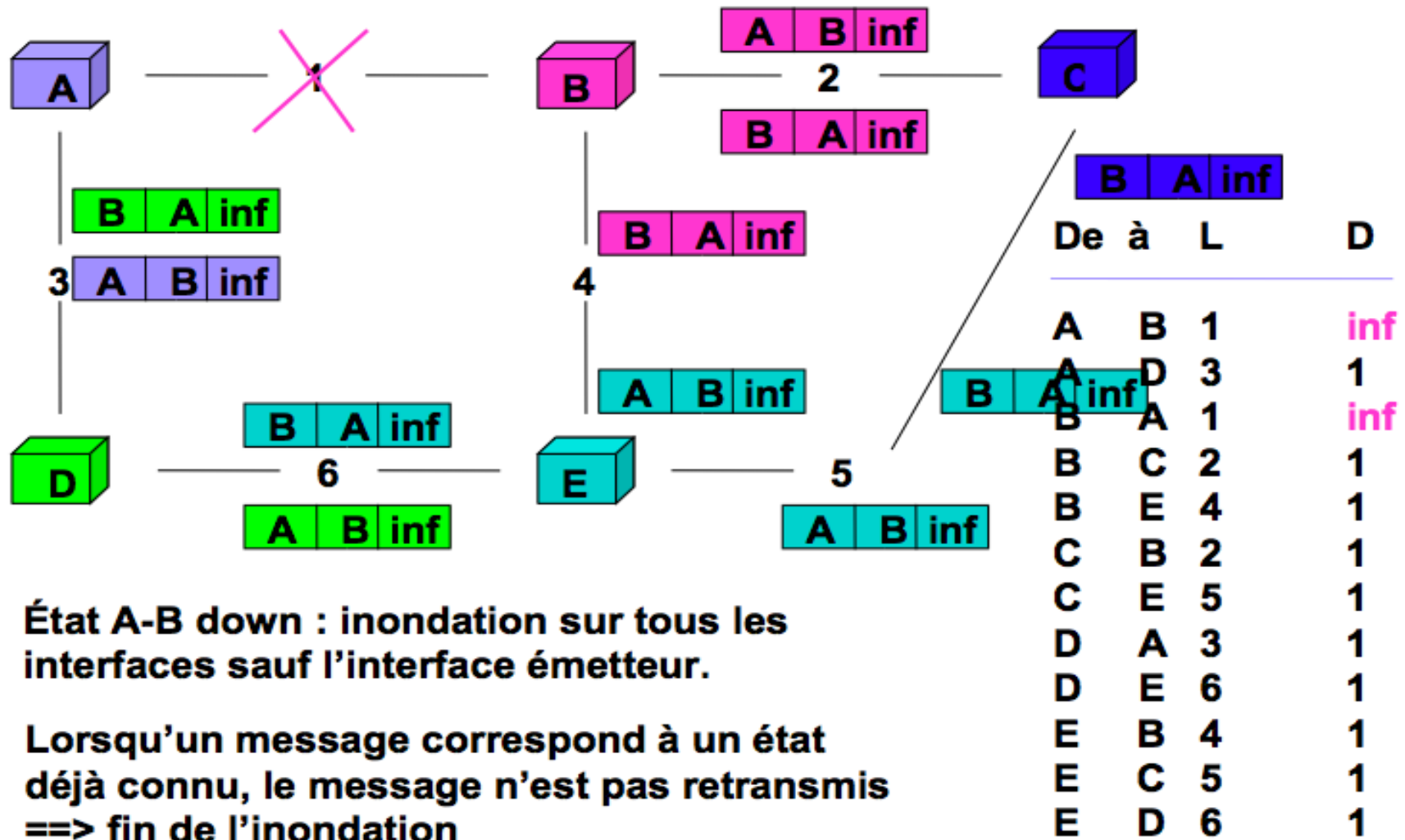
Le paquet LSP est transmis à tous les routeurs, qui gardent le LSP le plus récent de chaque routeur :

Transmission par inondation contrôlée : les LSP sont annoncés en cas de changement et périodiquement
Chaque routeur connaît alors la topologie complète du réseau, et calcule la route pour chaque destination :
Algorithme de Dijkstra

Etat de liens : exemple



Cas de rupture



Fonctionnement d'OSPF

Plusieurs étapes pour le calcul de la table de routage :

- Découverte des routeurs voisins
- Élection d'un routeur désigné (*DR*)
- Constitution de la base topologique
- Construction de la table de routage
- Maintien de la base topologique

Découverte des voisins

Les routeurs envoient des messages "Hello" pour établir et surveiller les "adjacences" avec les voisins

Messages émis sur l'adresse IPv4 Multicast 224.0.0.5 (routeurs OSPF)

Les routeurs ayant reçu chacun un message de l'autre sont voisins

Chaque routeur génère des **paquet à état de liens** (***LSA: Link-State-Advertisement***) : collection de toutes les relations d'adjacences établies avec le voisinage du routeur

Point à point ou multipoint

Cas d'une relation de voisinage point à point

2 routeurs seulement sont voisins : ils sont adjacents.

Les routeurs doivent alors synchroniser leurs bases de données (Voir plus loin)

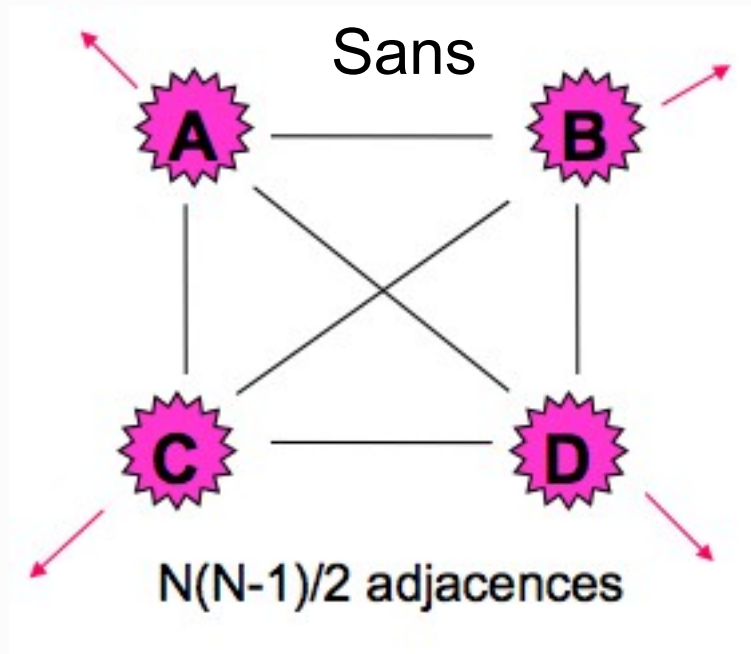
Cas d'une relation de voisinage multipoint

Plusieurs routeurs sont voisins sur un réseau multipoint

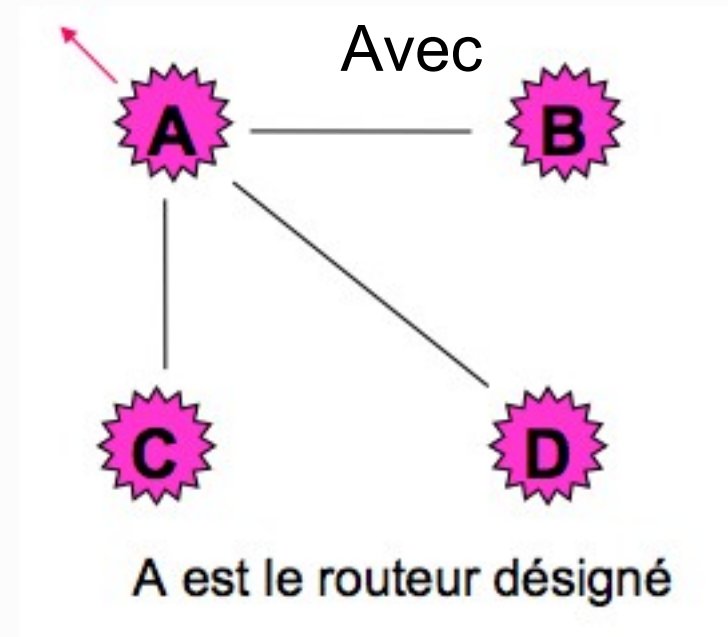
Ils doivent élire un **routeur désigné** (DR) et un routeur désigné de **back-up** sur le réseau

Le processus d'élection utilise les mêmes messages Hello

Pourquoi un routeur désigné



$N*(N-1)/2$
échanges



N échanges

Avantages du DR

Simplification de la procédure de synchronisation entre routeurs adjacents

Diminution du nombre d'enregistrements d'états de liens dans la base

Les routeurs non désignés n'annoncent que le routeur désigné

Le routeur désigné annonce tous les routeurs

Simplification de la procédure d'inondation

Un nouveau message d'état de lien n'est transmis qu'au routeur désigné (sur l'adresse multicast 224.0.0.6 « les routeurs désignés »)

Election du DR et du BDR

Algorithme d'élection réparti basé sur les identifiants des routeurs (une adresse IP choisie pour l'identifier).

Construction d'un arbre enraciné au DR

Constitution de la base de données

L'ensemble des routeurs s'échangent les LSA pour construire la base de données d'état des liens

Les routeurs qui deviennent adjacents synchronisent leurs bases de données

La synchronisation de la base de données est ensuite maintenue par le **protocole d'inondation**

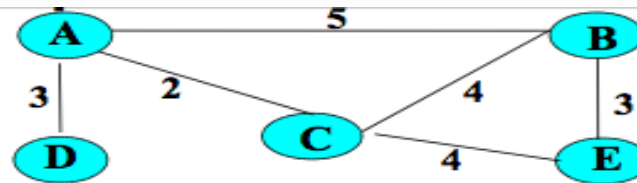
Calcul de la table de routage

Une fois la base de données synchronisée:

- Les routeurs sont dits en adjacence complète (Full Adjacency),
- Calcul l'arbre du chemin le plus court (***Shortest Path Tree***) vers toutes les destinations avec l'algorithme de Dijkstra,
- **Équilibrage des charges** si plusieurs routes vers une même destination de même coût.

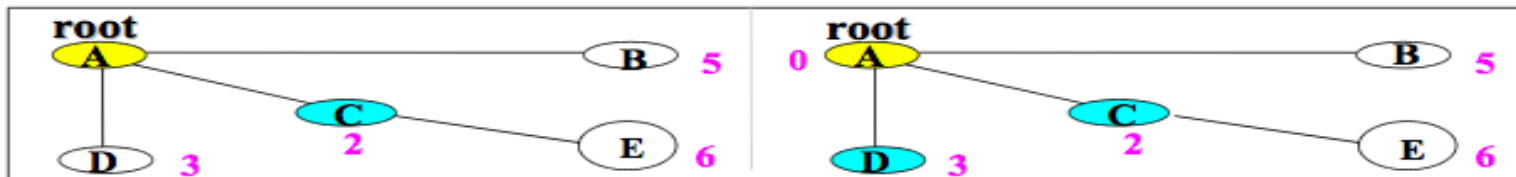
En cas de changement, il y aura échange d'informations des paquets LSA et recalcul des plus court chemins.

Calcul des plus courts chemins



1. Set root to A and move A to tentative list

2. Move A to permanent list and add B, C and D to tentative list



3. Move C to permanent and add E to tentative list

4. Move D to permanent list



5. Move B to permanent list

6. Move E to permanent list (tentative list is empty)

Les aires OSPF

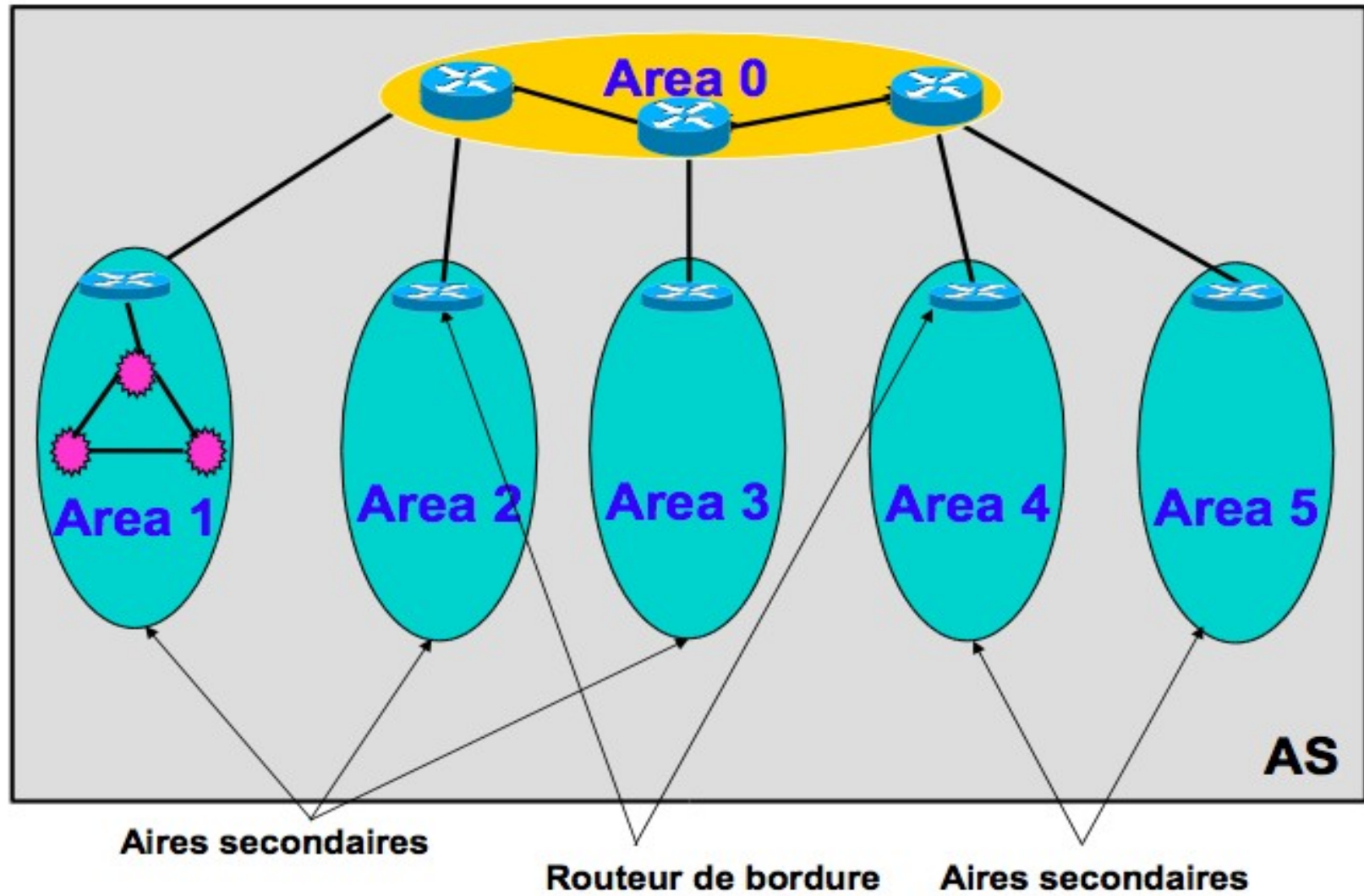
OSPF offre un modèle de routage hiérarchique:
Découpage du domaine de routage en aires (Areas)

Une aire principale permet de relier toutes les aires

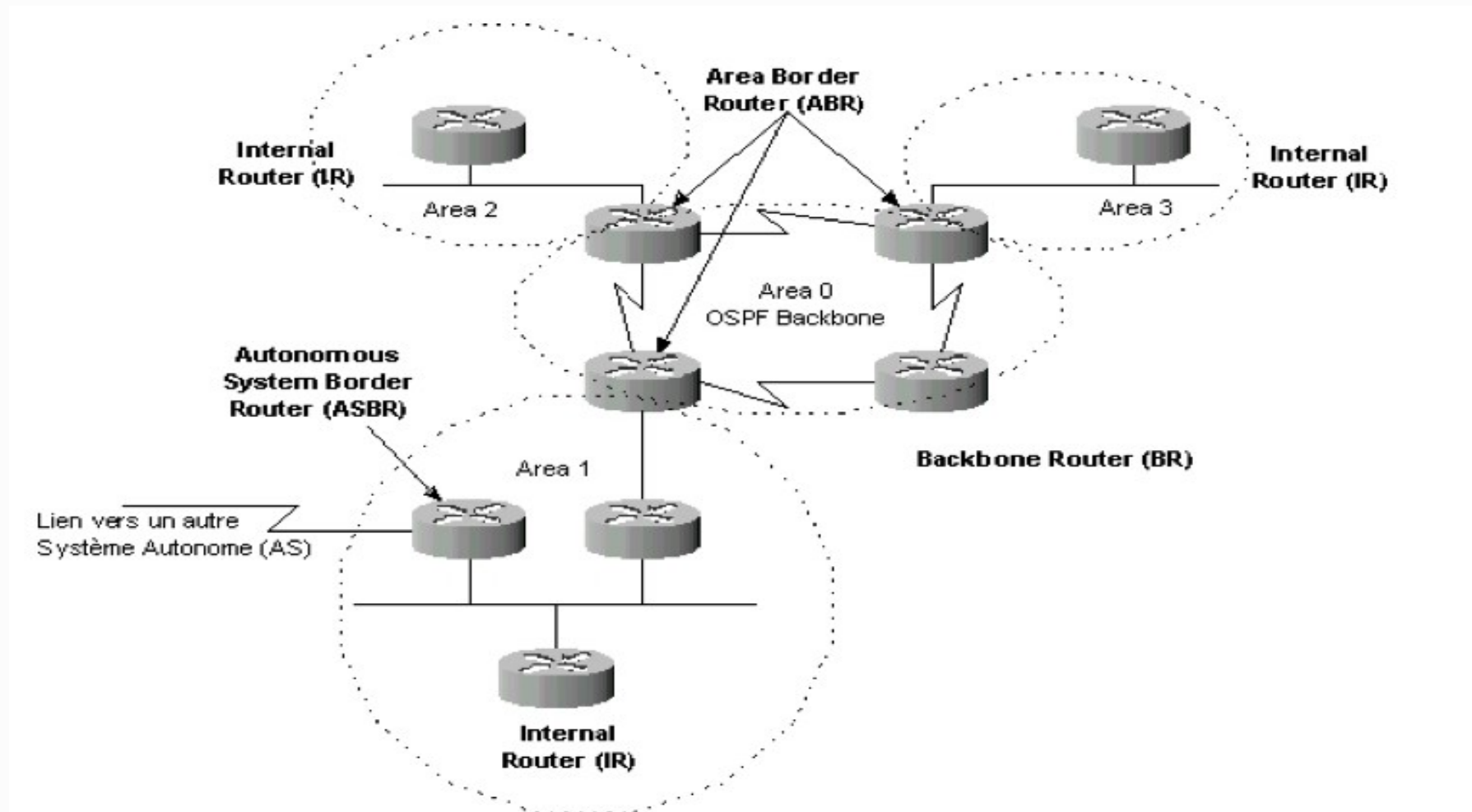
Chaque aire se comporte comme un réseau indépendant:

- Une base de données d'état des liens propre à l'aire
- L'inondation des LSA s'arrête aux frontières de l'aire
- Les routeurs ne calculent que les routes internes de l'aire

Les aires : exemple



Routeurs OSPF, exemple



Routeurs OSPF

Peuvent prendre en charge trois types d'opérations :

- opération dans une zone,
- connexion inter-zone,
- connexion entre systèmes autonomes (AS).

Trois niveaux de routage :

Intra Area : entièrement à l'intérieur d'une aire,

Inter Area : connexion inter-zone,

Inter AS : connexion entre systèmes autonomes.

Routeurs OSPF - suite

- **Internal Router (IR)** : Remplit des fonctions au sein d'une zone uniquement. Permet d'entretenir à jour sa link-state database avec tous les réseaux de sa zone.
- **Backbone Router (BR)** : Routeur appartenant à la zone 0.
- **Area Border Router (ABR)** : Connecte deux ou plusieurs zones.
- **Autonomous System Boundary Router (ASBR)** : Routeur frontière de l'AS qui apprend les routes extérieures à l'AS. Ce type de routeur fera en quelque sorte office de passerelle vers un ou plusieurs AS.

Types de messages LSA

LSA de type 1 :

Émis par chaque routeur, et propagé dans une aire. Contient tous ses liens, avec leurs statuts et leurs coûts

LSA de type 2 :

Émis par un routeur désigné et propagé dans une aire. Contient le préfixe du réseau et les identifiants des autres routeurs du réseau

LSA de type 3 :

Émis par un ABR et propagé dans l'aire. Annonce à une aire les réseaux d'une autre aire, avec leurs métriques

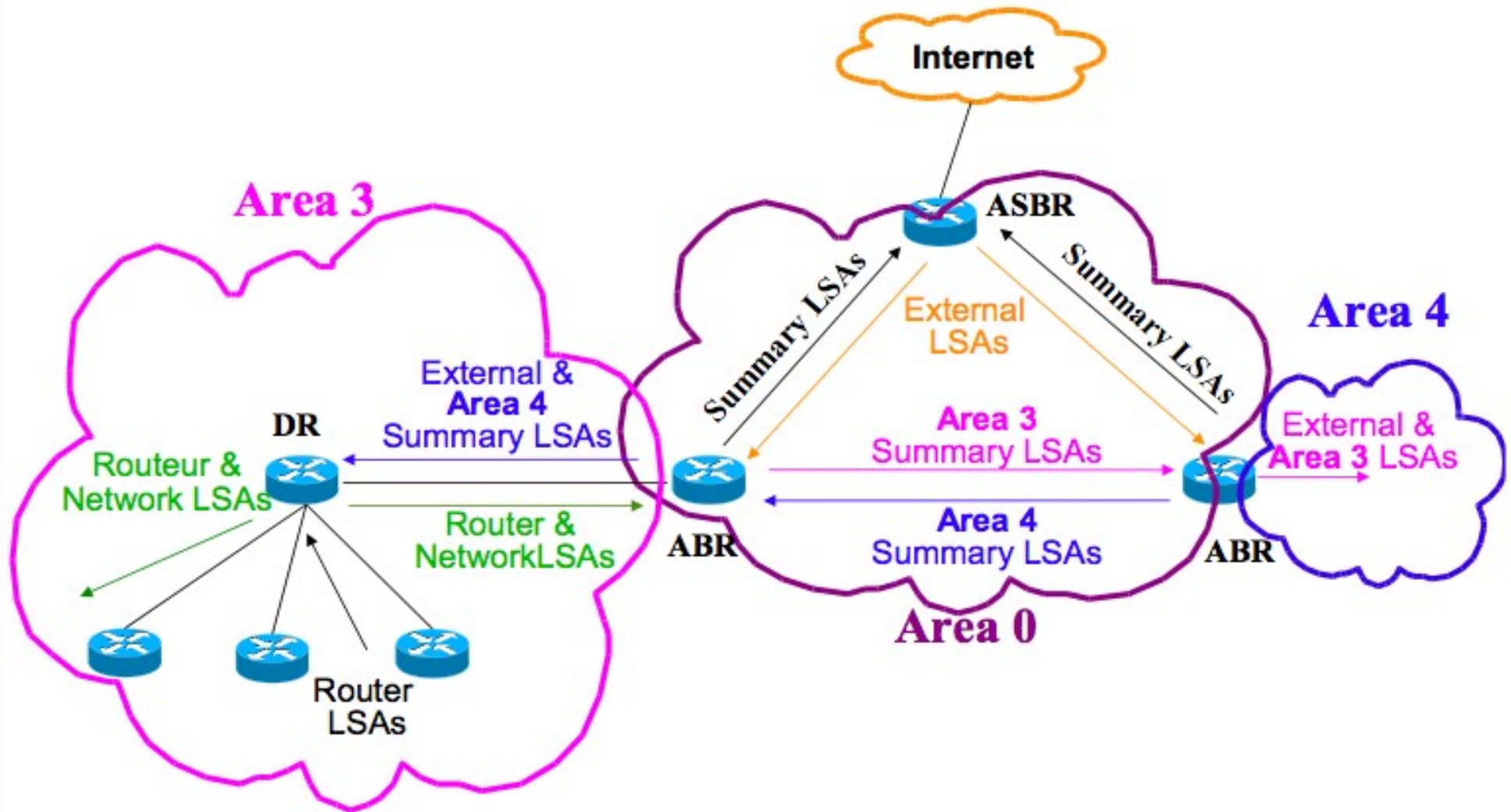
LSA de type 4 :

Émis par un ABR vers un ASBR (routeur connectant l'aire vers l'extérieur). Contient en autres le coût de la métrique vers l'ASBR

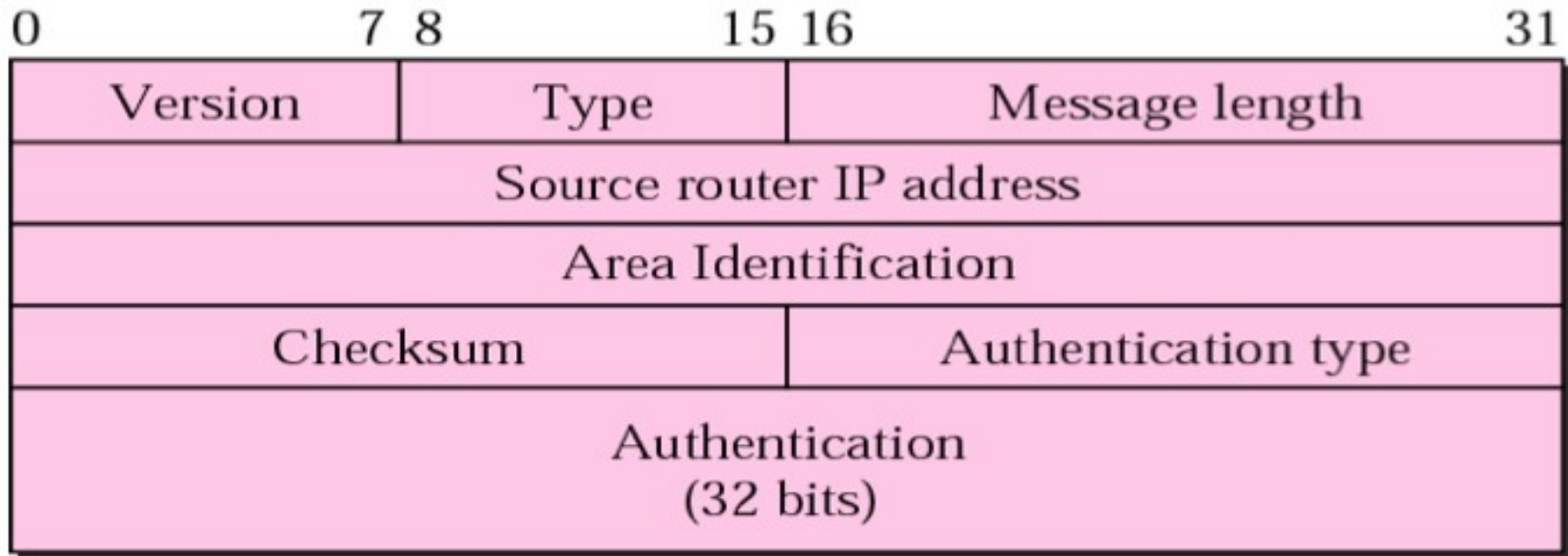
LSA de type 5 :

Émis par un ASBR et propagé dans toutes les aire. Annonce les routes externes à l'AS (obtenues par BGP)

Propagation des LSA, exemple



Paquet OSPF, En-tête



Type : identifie le type du message :

Type 1 : message HELLO

Type 2 : description de la base de donnée

Type 3 : demande de l'état d'un lien

Type 4 : mise à jour de l'état d'un lien

Type 5 : acquittement d'un état d'un lien

Paquet LSA, en-tête

Link state age	Reserved	E	T	Link state type
Link state ID				
Advertising router				
Link state sequence number				
Link state checksum	Length			

LS Age : Nombre de secondes écoulée depuis que le LSA a été crée.

LS Type : Indique le type de lien que le LSA décrit :

(1 : Router LSAs, 2 : Network LSAs, 3 : Summary LSAs (IP network)
4 : Summary LSAs (ASBR) 5 : AS-external LSAs)

Link State ID : Identifie le lien (généralement une IP, dépendra du Type)

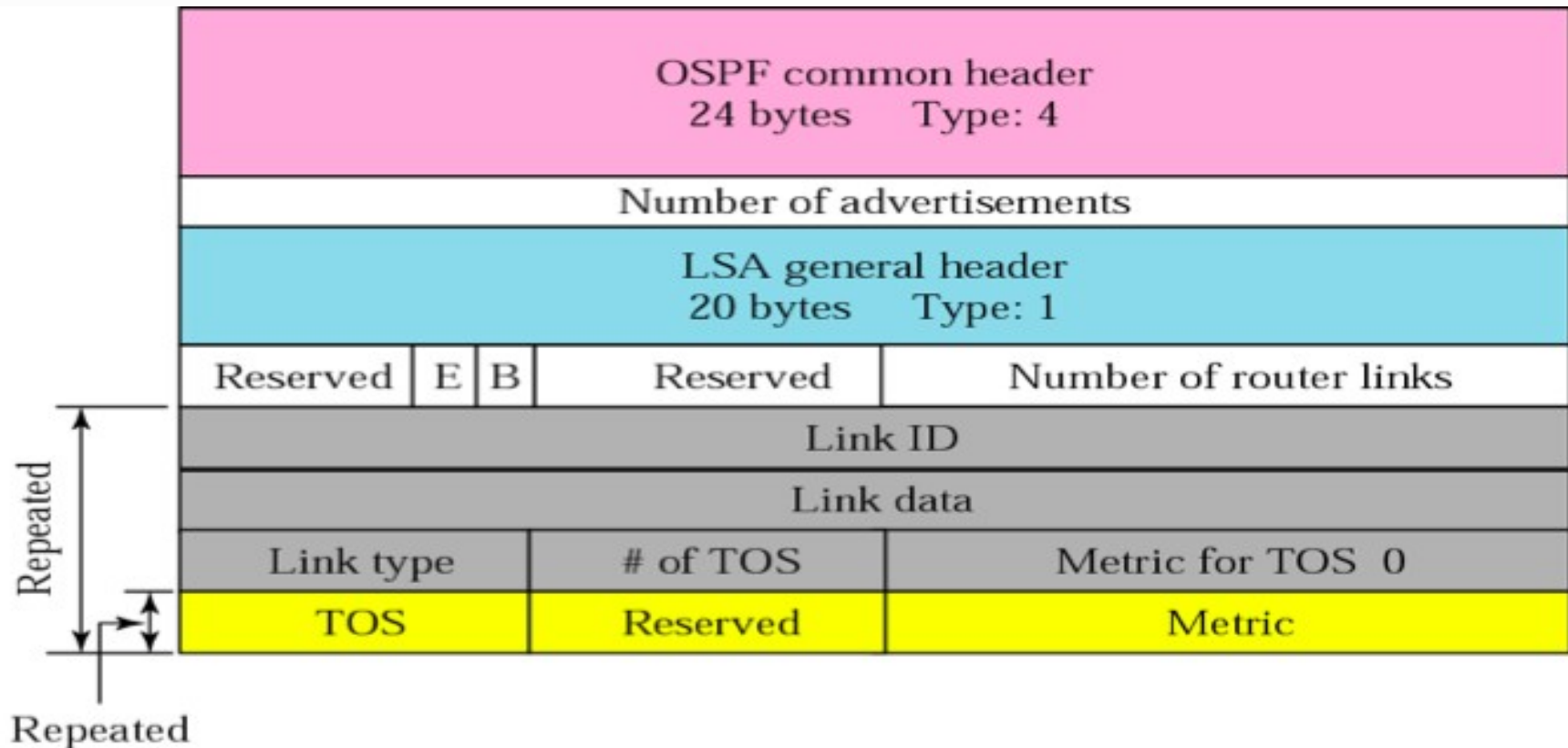
Advertising Router : L'ip du routeur qui envoi (généralement le DR)

LS Sequence Number : Pour détecter les doublons

LS Checksum : Pour détecter des éventuelles données corrompus.

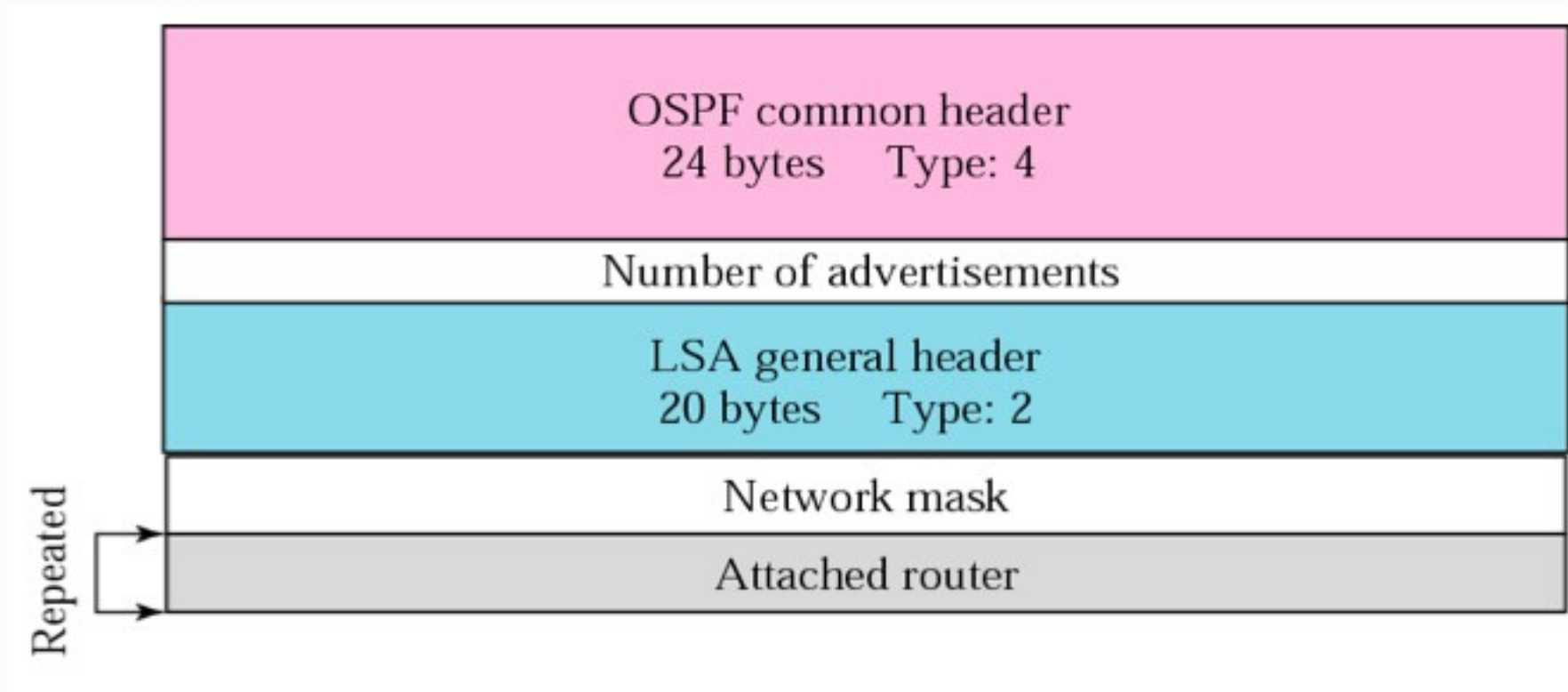
Length : La taille en byte du LSA (incluant les 20 octets de l'entête)

Router link LSA



<i>Link Type</i>	<i>Link Identification</i>	<i>Link Data</i>
Type 1: Point-to-point	Adresse du routeur voisin	Numéro d'interface
Type 2 : Transient	Adresse du routeur désigné	Adresse routeur
Type 3: Stub	Adresse de réseau	Masque de réseau

Network link LSA



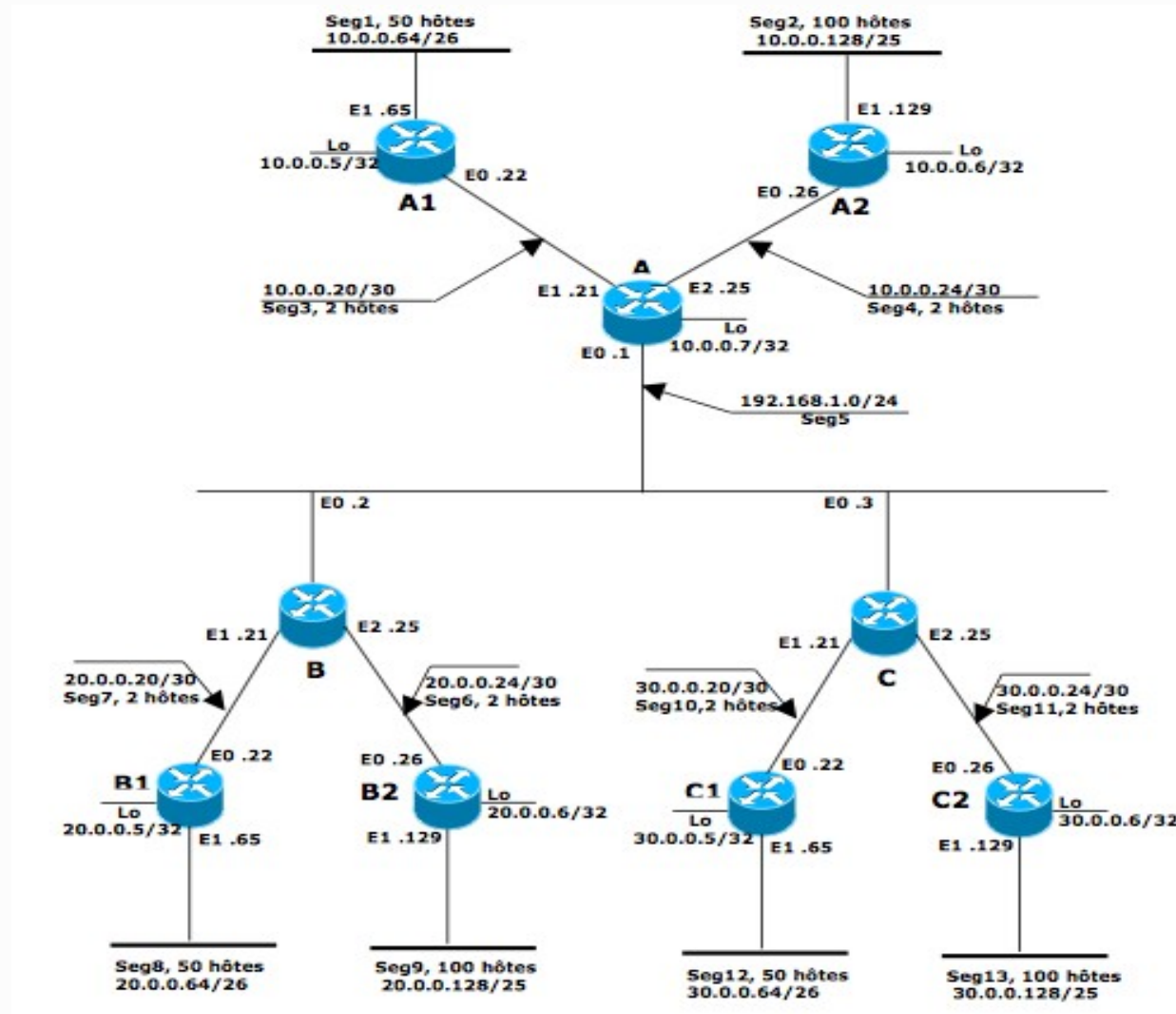
OSPF : configuration

Quelques commandes pour les routeurs :

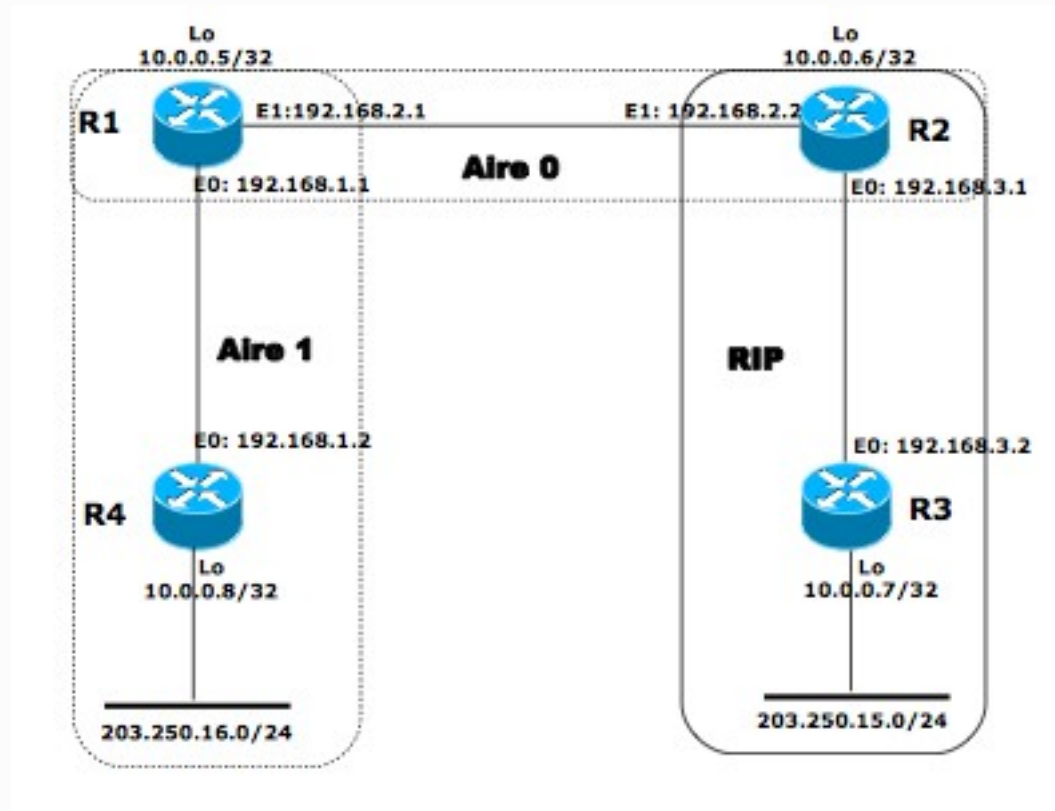
```
router ospf  
network <adresse/masque> area <area id>
```

```
show ip protocol  
show ip route  
show ip ospf interface  
show ip ospf  
show ip ospf neighbor detail  
show ip ospf database
```

Réseau pour TP



Mixage OSPF/RIP



Quelques références

Documentation CISCO :
OSPF Design Guide, Configuring OSFP

Cours Cisco Networking Academy Program (CCNA-1, 2)

Réseaux et Télécoms, édition Dunod (2003), C. Servin

Transparents Luc.Saccavini (INRIA), Pierre Laforgue
(ENSIMAG), Samir Loudni (GREYC)