

# Open Shortest Path First

Christophe Viroulaud

Terminale - NSI

**Archi 13**

# Le protocole RIP souffre de plusieurs limitations

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

Quelle solution mettre en place pour surmonter ces limitations ?

## 1. Bande passante

## 2. Open Shortest Path First

## 3. Utilisation du protocole

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

## À retenir

La *bande passante* est la quantité d'information qui peut être transmise par unité de temps. Elle se mesure en *bits par seconde (bit/s)*.

On définira maintenant le *coût d'une liaison* pour relier deux routeurs.

## À retenir

Le coût d'une liaison est calculé par la relation :

$$\frac{10^8}{\text{bande passante}}$$

Dans le cas d'une connexion asymétrique on utilise le débit descendant.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

**Activité 1** : Calculer les coûts des connexions suivantes :

- ▶ satellite 50Mbit/s,
- ▶ câble Éthernet 10Mbit/s,
- ▶ modem 62500bit/s,
- ▶ fibre optique 1Gbit/s,
- ▶ ADSL 13Mbit/s (descendant), 1Mbit/s (montant).

- ▶ satellite 50Mbit/s :  $\frac{10^8}{5 \times 10^7} = 2,$
- ▶ câble Éthernet 10Mbit/s :  $\frac{10^8}{10^7} = 10,$
- ▶ modem 62500bit/s :  $\frac{10^8}{6,25 \times 10^4} = 1600,$
- ▶ fibre optique 1Gbit/s :  $\frac{10^8}{10^9} = 0,1,$
- ▶ ADSL 13Mbit/s (descendant), 1Mbit/s (montant) :  
 $\frac{10^8}{1,3 \times 10^7} = 7,7.$

## 1. Bande passante

## 2. Open Shortest Path First

### 2.1 Principe

### 2.2 Organisation en zones

### 2.3 Découverte du réseau

### 2.4 Calculs des meilleurs routes

## 3. Utilisation du protocole

Bande passante

### Open Shortest Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole



Bande passante

Open Shortest  
Path First

**Principe**

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

- ▶ Le protocole OSPF a été développé dans les années 90 pour pallier les difficultés du protocole RIP.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

## Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

- ▶ Le protocole OSPF a été développé dans les années 90 pour pallier les difficultés du protocole RIP.
- ▶ C'est un **roulage à état de lien** :
  - ▶ mise à jour seulement quand il y a une modification,
  - ▶ table de routage en fonction du coût de liaison.

## 1. Bande passante

## 2. Open Shortest Path First

### 2.1 Principe

### 2.2 Organisation en zones

### 2.3 Découverte du réseau

### 2.4 Calculs des meilleurs routes

## 3. Utilisation du protocole

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

**Organisation en zones**

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

# Organisation en zones

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

**Organisation en zones**

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleures routes

Utilisation du  
protocole

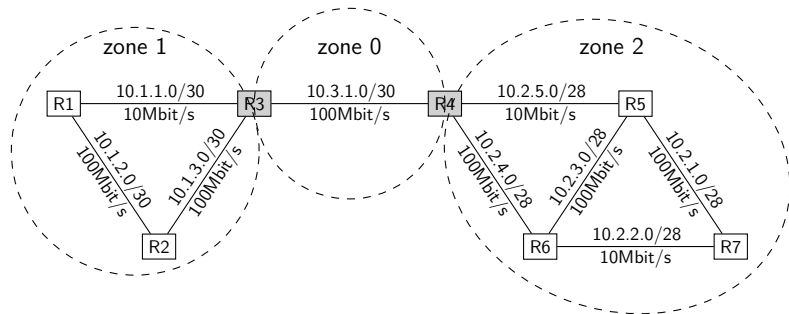


FIGURE 1 – Découpage en zones

## À retenir

Chaque zone a un numéro unique. La zone 0, appelée **Backbone**, est la zone centrale à laquelle toutes les autres zones sont connectées à l'aide d'un routeur particulier appelé **ABR (Area Border Router)**.

## 1. Bande passante

## 2. Open Shortest Path First

### 2.1 Principe

### 2.2 Organisation en zones

### 2.3 Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

### 2.4 Calculs des meilleurs routes

## 3. Utilisation du protocole

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

**Découverte du réseau**

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

## À retenir

Chaque routeur est repéré par un identificateur unique (R1...).

## Remarque

En pratique l'identificateur est la plus grande adresse IP parmi celles des interfaces réseaux du routeur.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

**Identificateur**

Message HELLO

LSA

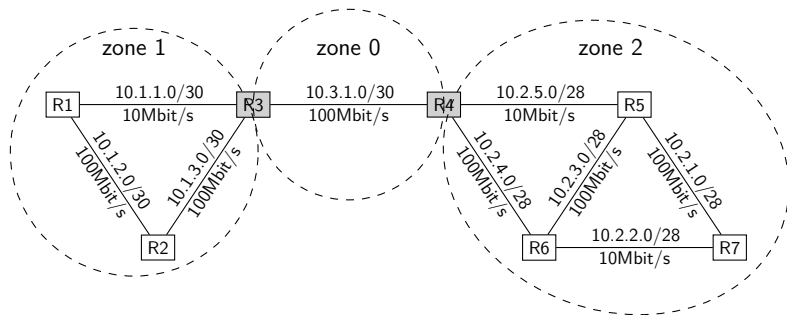
Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

# Message HELLO

## À retenir

Chaque routeur envoie des paquets de type **HELLO** à travers toutes ses interfaces. À réception de la réponse il établit une relation de voisinage.



Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole



Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

**Message HELLO**

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

Lien	Sous-réseau	Coût	Zone
R1 - R2	10.1.2.0/30	1	1
R1 - R3	10.1.1.0/30	10	1

Tableau 1 – Relations de voisinage immédiates pour R1

## Remarque

C'est également lors de cette étape que les routeurs *ABR* annoncent leur rôle aux autres.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

**Message HELLO**

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

**Activité 2** : Établir le tableau des relations de voisinage pour R5.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

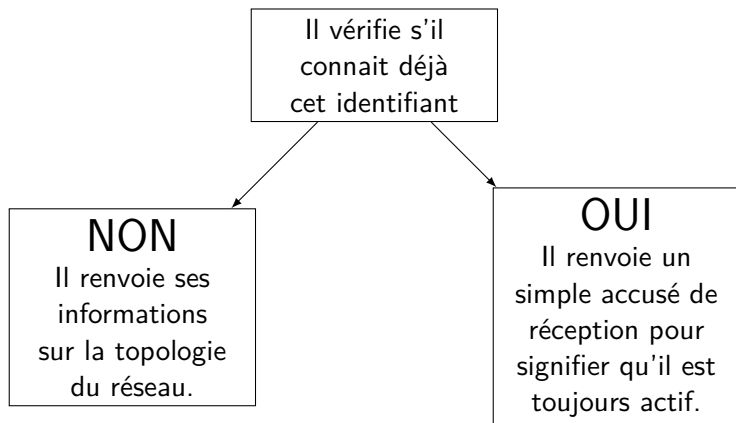
Utilisation du  
protocole

Lien	Sous-réseau	Coût	Zone
R5 - R4	10.2.5.0/28	10	2
R5 - R6	10.2.3.0/28	1	2
R5 - R7	10.2.1.0/28	1	2

Tableau 2 – Relations de voisinage pour R5

# Réponse à HELLO

Quand un routeur de la zone reçoit un paquet HELLO :



Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

## À retenir

Les messages qui contiennent les *informations sur la topologie du réseau* sont appelés **LSA (Link State Advertisement)**. Ces échanges sont *limités à la zone à laquelle appartient le routeur*.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

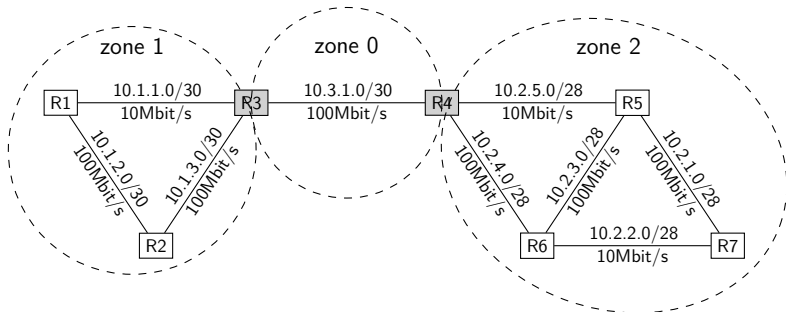
Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleures routes

Utilisation du  
protocole



Le routeur R1 reçoit les messages LSA de R2 et R3.

Lien	Sous-réseau	Coût	Zone
R1 - R2	10.1.2.0/30	1	1
R1 - R3	10.1.1.0/30	10	1
R2 - R3	10.1.3.0/30	1	1

Tableau 3 – Topologie pour R1

## À retenir

Il faut plusieurs échanges HELLO (donc plusieurs messages LSA) pour obtenir une vision globale **de la zone**.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole



Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

**Activité 3** : Établir la vision de la topologie du réseau pour R5.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

Lien	Sous-réseau	Coût	Zone
R5 - R4	10.2.5.0/28	10	2
R5 - R6	10.2.3.0/28	1	2
R5 - R7	10.2.1.0/28	1	2
R4 - R6	10.2.4.0/28	1	2
R6 - R7	10.2.2.0/28	10	2

Tableau 4 – Topologie pour R5

## 1. Bande passante

## 2. Open Shortest Path First

### 2.1 Principe

### 2.2 Organisation en zones

### 2.3 Découverte du réseau

### 2.4 Calculs des meilleurs routes

## 3. Utilisation du protocole

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

**Calculs des meilleurs routes**

Utilisation du  
protocole

## À retenir

Chaque routeur calcule ensuite la meilleure route pour atteindre chaque réseau. **L'algorithme de Dijkstra** -établi en 1959- permet de trouver le plus court chemin entre deux sommets d'un graphe pondéré.

# Dans la zone

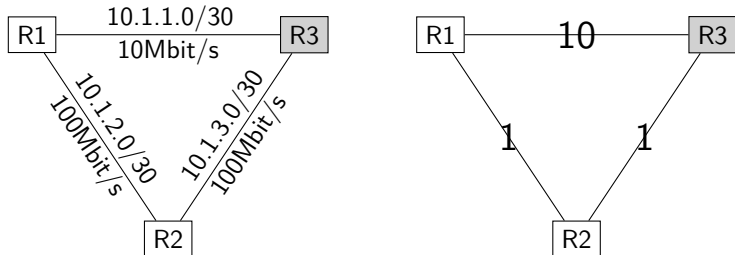


FIGURE 2 – Graphe pondéré de la zone 1

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

## Dans la zone

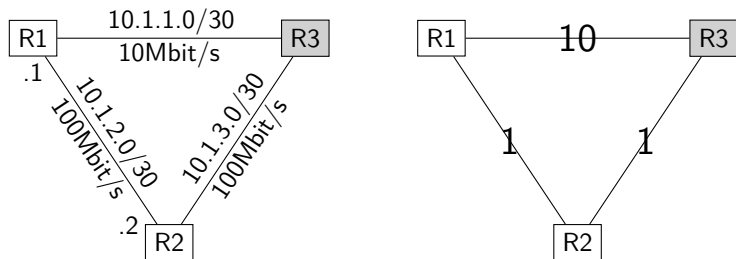


FIGURE 3 – Graphe pondéré de la zone 1

Le routeur R1 calcule le chemin le plus court pour atteindre chaque réseau de la zone 1.

Destination	Passerelle	Interface	Coût
10.1.2.0/30		10.1.2.1	1
10.1.3.0/30	R2	10.1.2.1	2
10.1.1.0/30		10.1.1.1	10

Tableau 5 – Table de routage de R1

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

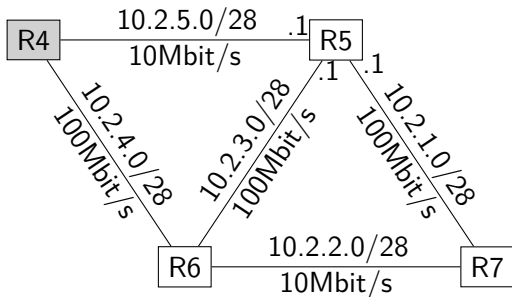
Message HELLO

LSA

Calculs des meilleures routes

Utilisation du  
protocole

**Activité 4** : Établir la table de routage de R5 dans sa zone.



Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

## Correction

Première étape : dans la zone

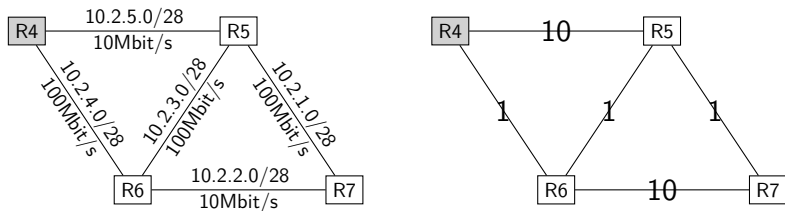


FIGURE 4 – Graphe pondéré de la zone 2

Destination	Passerelle	Interface	Coût
10.2.1.0/28		10.2.1.1	1
10.2.2.0/28	R7	10.2.1.1	11
10.2.3.0/28		10.2.3.1	1
10.2.4.0/28	R6	10.2.3.1	2
10.2.5.0/28		10.2.5.1	10

Tableau 6 – Table de routage de R5

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleures routes

Utilisation du  
protocole



# Depuis les autres zones

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

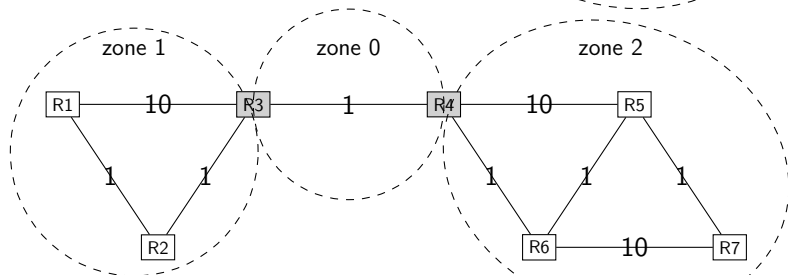
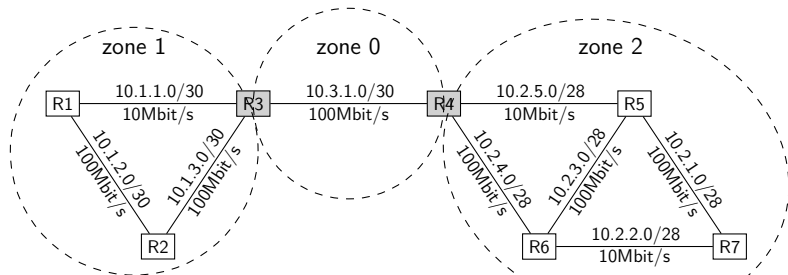
Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole



## Depuis les autres zones

Le routeur *de bordure* R3 communique les plus courts chemins (passant par lui) vers la zone 2. Le routeur R1 complète alors sa table de routage.

Destination	Passerelle	Interface	Coût
10.1.2.0/30		10.1.2.1	1
10.1.3.0/30	R2	10.1.2.1	2
10.1.1.0/30		10.1.1.1	10
10.3.1.0/30	R2	10.1.2.1	3
10.2.5.0/28	R2	10.1.2.1	13
10.2.4.0/28	R2	10.1.2.1	4
10.2.3.0/28	R2	10.1.2.1	5
10.2.1.0/28	R2	10.1.2.1	6

Tableau 7 – Table de routage complète de R1

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

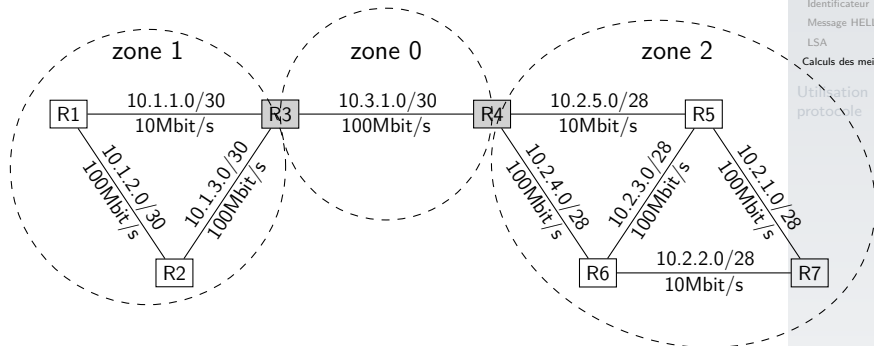
Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

## Activité 5 : Compléter la table de routage de R5.



Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleures routes

Utilisation du  
protocole

## Seconde étape : informations des autres zones

Destination	Passerelle	Interface	Coût
10.2.1.0/28		10.2.1.1	1
10.2.2.0/28	R7	10.2.1.1	11
10.2.3.0/28		10.2.3.1	1
10.2.4.0/28	R6	10.2.3.1	2
10.2.5.0/28		10.2.5.1	10
10.3.1.0/30	R6	10.2.3.1	3
10.1.1.0/30	R6	10.2.3.1	13
10.1.3.0/30	R6	10.2.3.1	4
10.1.2.0/30	R6	10.2.3.1	5

Tableau 8 – Table de routage de R5

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

1. Bande passante
2. Open Shortest Path First
3. Utilisation du protocole

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

- ▶ OSPF est un protocole IGP (Interior Gateway Protocol), c'est-à-dire qu'il agit au sein d'un système autonome. Un fournisseur d'accès internet est un système autonome.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole

- ▶ OSPF est un protocole IGP (Interior Gateway Protocol), c'est-à-dire qu'il agit au sein d'un système autonome. Un fournisseur d'accès internet est un système autonome.
- ▶ Pour assurer le routage entre les systèmes autonomes, un protocole de type EGP (Exterior Gateway Protocol) doit être mis en œuvre. Dans le cas de l'Internet, c'est généralement BGP (Border Gateway Protocol) qui assume cette mission.

Bande passante

Open Shortest  
Path First

Principe

Organisation en zones

Découverte du réseau

Identificateur

Message HELLO

LSA

Calculs des meilleurs routes

Utilisation du  
protocole