



ANNÉE PASSERELLE EN INGÉNIERIE



Chapitre 18 — RIP et OSPF

Introduction à la Téléinformatique

Vincent Audergon · HEIA-FR

Année académique 2026-2027

- 01** Protocoles de routage
- 02** RIP : fonctionnement
- 03** RIP : timers et limites
- 04** OSPF — principes
- 05** OSPF : fonctionnement et aires

À l'issue de ce chapitre, vous saurez :

- **expliquer** le rôle et l'utilité d'un protocole de routage ;
- **décrire** la différence entre protocole de routage et protocole routé ;
- **distinguer** les protocoles à vecteur de distance des protocoles à état de lien ;
- **expliquer** le fonctionnement du protocole RIP ;
- **décrire** le principe de fonctionnement du protocole OSPF.

SECTION

01 —

Protocoles de routage

01 Protocoles de routage

02 RIP : fonctionnement

03 RIP : timers et limites

04 OSPF — principes

05 OSPF : fonctionnement et
aires

Rappel

Le **routage** détermine le chemin qu'un paquet doit emprunter pour atteindre sa destination (couche réseau, L3).

Les tables de routage sont **statiques** (configurées manuellement) ou **dynamiques** (appries automatiquement via un protocole de routage).

Protocole de routage vs protocole routé

Protocole de routage

Utilisé **par les routeurs** pour échanger des informations sur les routes et construire leurs tables de routage.

Exemples : **RIP**, **OSPF**, EIGRP.

REMARQUE

Les protocoles de routage ne se limitent pas à L1-3 : RIP, par exemple, utilise **UDP** (L4) pour échanger ses informations.

Protocole routé

Utilisé **par les périphériques** pour transmettre des données à travers le réseau (L3).

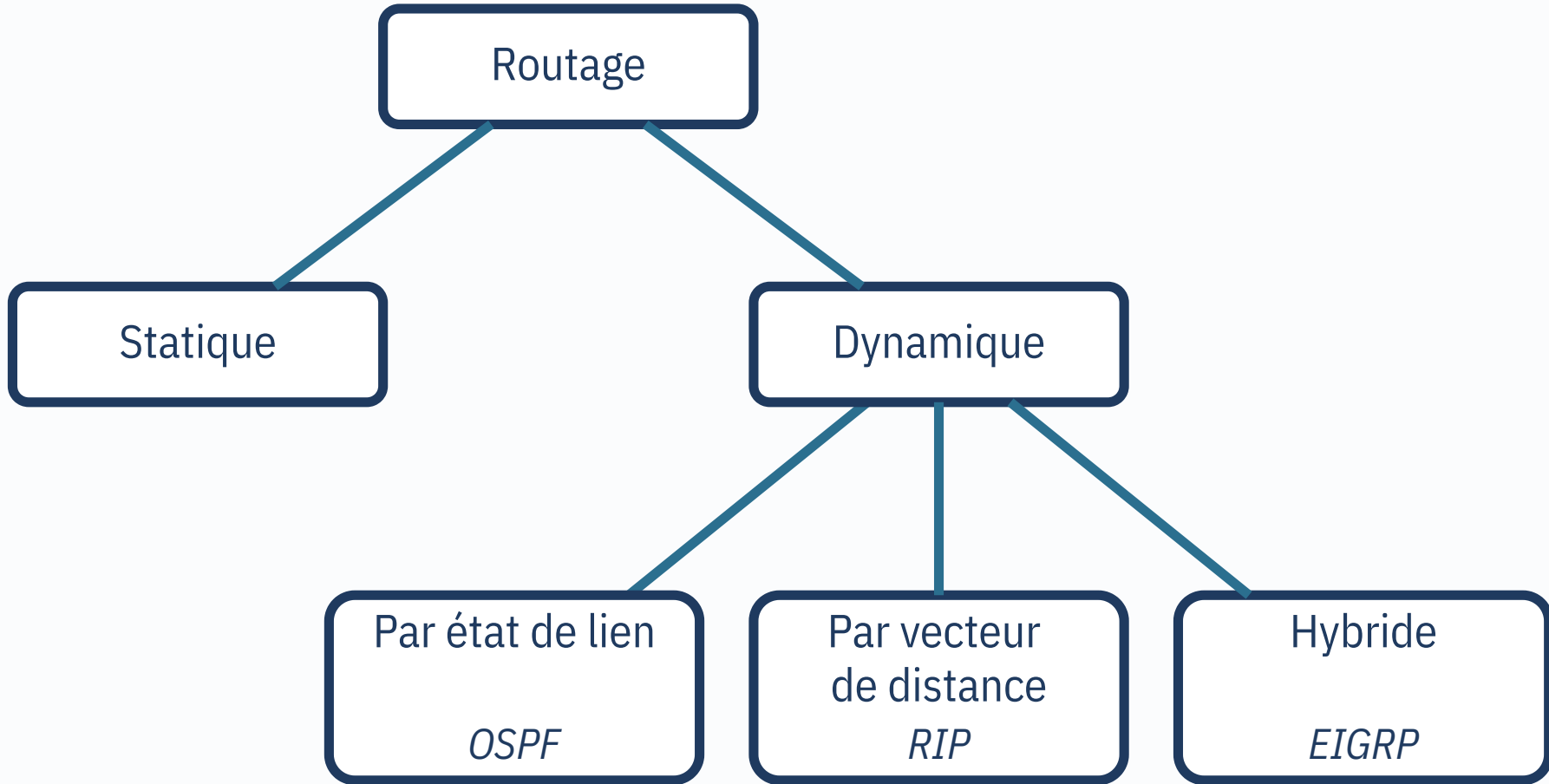
Exemples : **IPv4**, **IPv6**.

Vecteur de distance vs état de lien

	Vecteur de distance	État de lien
Métrique	Nombre de sauts	Bande passante, coût...
Connaissance	Voisins uniquement	Topologie complète
Exemple	RIP	OSPF

REMARQUE

Il existe aussi des protocoles **hybrides** (ex. EIGRP), combinant des éléments des deux approches.



DÉFINITION · CONVERGENCE

État dans lequel tous les routeurs du réseau ont des tables de routage **cohérentes et à jour**.

La vitesse de convergence dépend :

- de la **taille** du réseau.
- du **protocole** utilisé.
- de la **fréquence** des mises à jour.

Une convergence rapide est souhaitable pour assurer la fiabilité du réseau. Il ne faut toutefois pas surcharger le réseau avec des mises à jour trop fréquentes.

? QUESTION 1

RIP et IPv4 sont tous deux utilisés par un routeur. Lequel est un protocole de **rou tage**, lequel est un protocole **rou té** ?

RÉPONSE

RIP est un protocole de **rou tage** : il sert aux routeurs à échanger des informations sur les réseaux connus. **IPv4** est un protocole **rou té** : c'est lui qui définit le format des paquets effectivement acheminés à travers le réseau.

SECTION

02

RIP : fonctionnement

01 Protocoles de routage

02 RIP : fonctionnement

03 RIP : timers et limites

04 OSPF — principes

05 OSPF : fonctionnement et
aires

RIP (**Routing Information Protocol**) est un protocole à **vecteur de distance**, simple mais limité en scalabilité et en vitesse de convergence.

- Port **UDP 520**, adresse multicast `224.0.0.9`.
- Métrique = nombre de **sauts** (hops), de 0 à **16** (« infini » = inaccessible).
- Adapté aux **petits réseaux** (moins de 15 sauts).

REMARQUE

Sauf mention contraire, « RIP » désigne dans ce cours **RIPv2**, version améliorée de RIPv1.

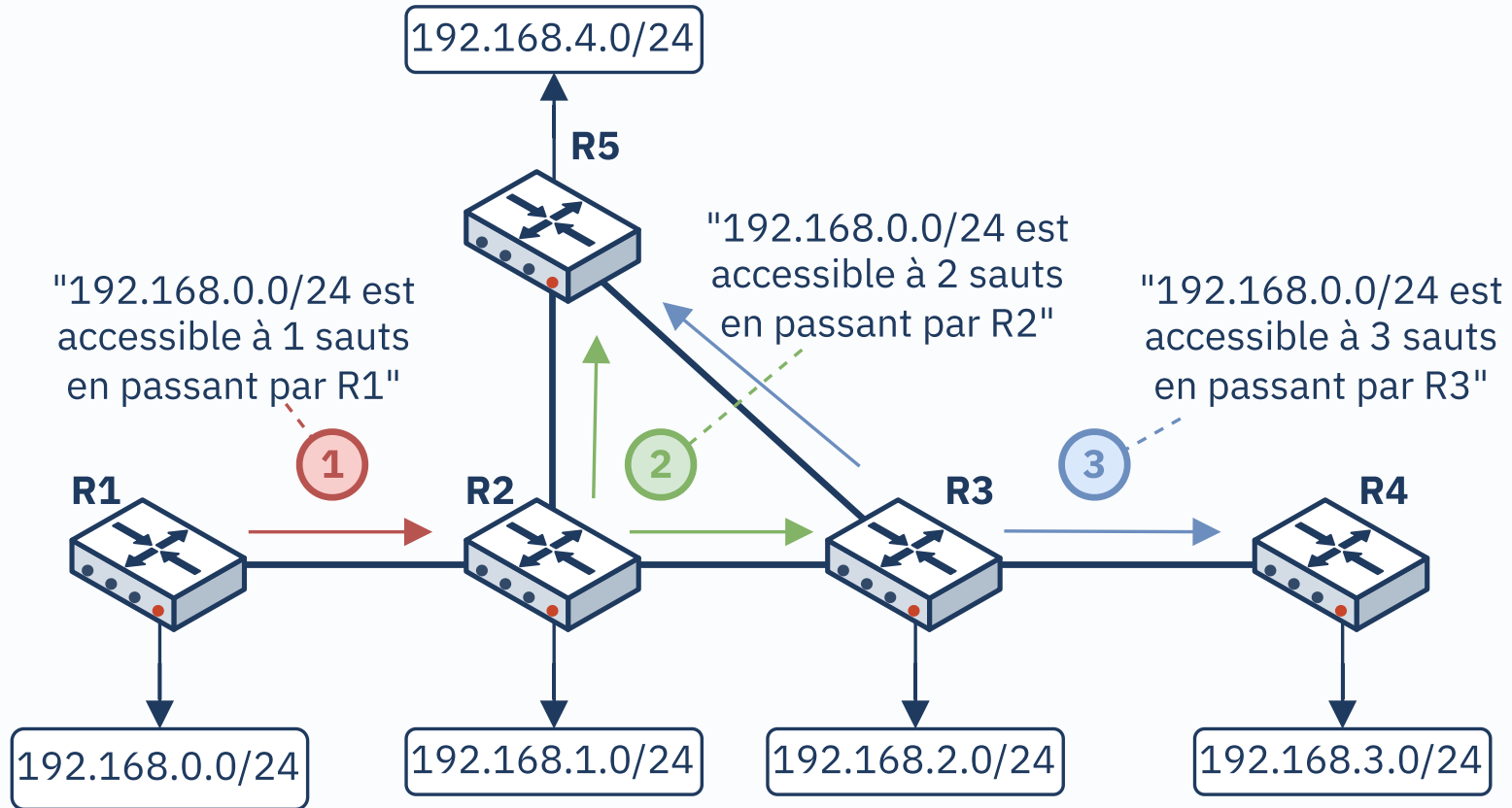
Comment RIP construit ses tables

1. Chaque routeur remplit sa table avec ses réseaux **directement connectés** (métrique 0).
2. Il envoie sa table à ses voisins toutes les **30 secondes**, en incrémentant chaque métrique de 1.
3. Un voisin garde une route si sa métrique est **plus petite** que celle déjà connue, puis la repropage à son tour.
4. Une route non renouvelée pendant **180 s** passe à la métrique 16 (« infinie »).

REMARQUE

Split horizon : un routeur ne réannonce jamais une route par l'interface d'où il l'a apprise — cela évite les boucles entre voisins.

Propagation d'une route RIP



R1 ANNONCE SES RÉSEAUX À R2, QUI LES REPROPAGE À R3 ET R5 EN INCRÉMENTANT LA MÉTRIQUE

? QUESTION 2

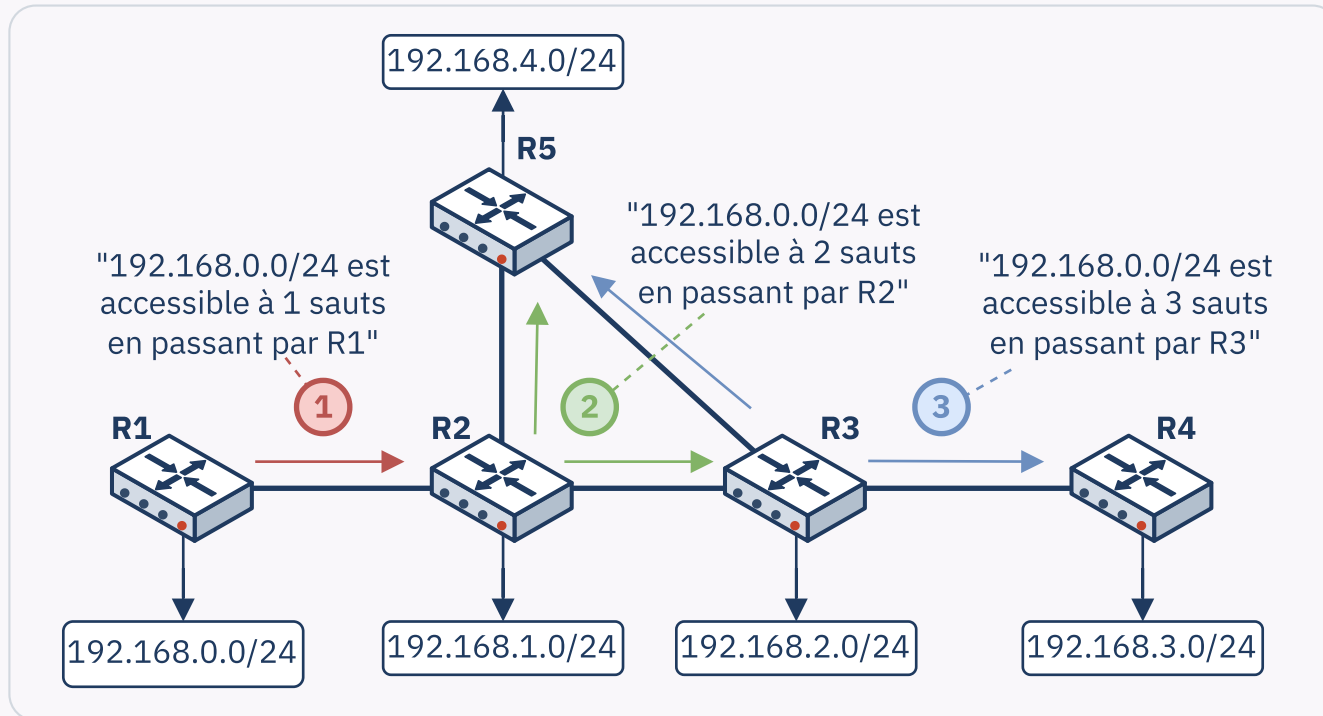
R1 annonce un réseau à R2 avec la métrique 1. R2 le repropage à R5 avec la métrique 2. Un autre chemin fait parvenir la même route à R5 avec la métrique 3. Quelle métrique R5 retient-il pour ce réseau ?

RÉPONSE

R5 retient la métrique la plus **faible**, soit **2**. RIP choisit toujours le chemin avec le plus petit nombre de sauts parmi les annonces reçues.

? QUESTION 3

Soit le réseau ci-dessous avec RIP activé. Après convergence, quelle sera la table de routage de R3 ?



RÉPONSE

Destination	Via	Protocole	Métrique
192.168.0.0/24	R2	RIP	2
192.168.1.0/24	R2	RIP	1
192.168.2.0/24	Directement connecté	Local	0
192.168.3.0/24	R4	RIP	1
192.168.4.0/24	R5	RIP	1

Pour vous exercer : toutes les tables de routages sont disponibles dans le support de cours (exercice 18.2).

SECTION

03

RIP : timers et limites

- 01 Protocoles de routage
- 02 RIP : fonctionnement
- 03 **RIP : timers et limites**
- 04 OSPF — principes
- 05 OSPF : fonctionnement et aires

Timer	Rôle et valeur par défaut
Update	30s $\pm$ 5s : fréquence des mises à jour périodiques
Invalid	180 s : route déclarée « infinie » (métrique 16) sans nouvelle annonce
Flush	120 s : suppression définitive de la route après invalidation
Triggered	1 à 5 s : mise à jour immédiate après un changement

ATTENTION

Ces valeurs sont celles de la RFC 2453 ; certaines implémentations (ex. Cisco) utilisent un timer **flush** différent (240 s).

$$\text{Temps de convergence} = T_{\text{détection}} + N_{\text{cycles}} \times T_{\text{cycle}}$$

- $T_{\text{détection}}$: nul si la panne est **physiquement visible** (interface down), jusqu'à 180 s sinon.
- T_{cycle} : 1 à 5 s (triggered updates), 30 s au pire cas.
- N_{cycles} : nombre de sauts jusqu'au routeur le plus éloigné.

EXEMPLE · PANNE NON DÉTECTABLE, RÉSEAU À 5 SAUTS

$180 + 5 \times 30s = 330s$ dans le pire des cas, contre $0 + 5 \times 1s = 5s$ si la panne est détectée physiquement.

? QUESTION 4

Un routeur R1 tombe en panne (détection **physique** immédiate). Combien de temps faut-il à un voisin situé à 1 saut pour **supprimer définitivement** la route, avec les timers RFC 2453 par défaut ?

RÉPONSE

La panne est annoncée immédiatement (détection physique) + 1 à 5 s (mise à jour déclenchée), puis le timer **flush** de 120 s s'écoule avant suppression définitive. Total : environ **121 à 125 secondes**.

Démo : RIP sur CISCO Packet Tracer

SECTION

04

OSPF — principes

- 01 Protocoles de routage
- 02 RIP : fonctionnement
- 03 RIP : timers et limites
- 04 **OSPF — principes**
- 05 OSPF : fonctionnement et aires

OSPF (**Open Shortest Path First**) est un protocole à **état de lien**, basé sur l'algorithme de **Dijkstra**.

Avantages sur RIP

- Meilleure **scalabilité**
- Convergence plus **rapide**
- Choix de route basé sur la **bande passante**

En contrepartie

- Plus **complexe** à configurer
- Nécessite une bonne compréhension de la topologie

REMARQUE

Différence de fond : Dijkstra exige de connaître **tout le graphe** avant de calculer un chemin. Un routeur RIP, lui, ne connaît que ses voisins.

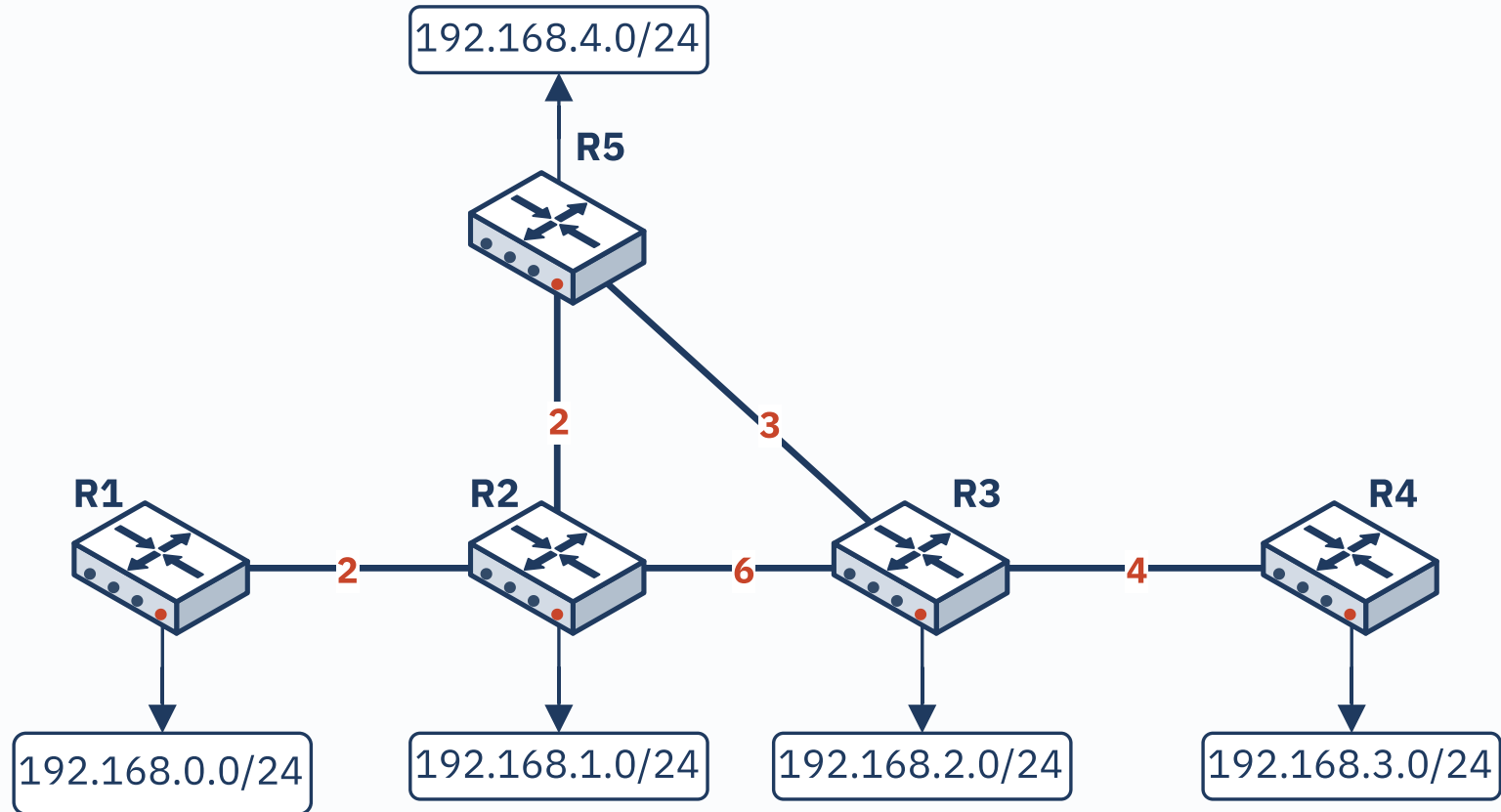
Algorithme de Dijkstra en bref

- Permet de calculer le **chemin le plus court** dans un graphe pondéré.
- Un graphe pondéré est un ensemble de **nœuds** reliés par des **arêtes**, chaque arête ayant un **poids** (coût).
- Nécessite de connaître le graphe complet avant de calculer le chemin le plus court entre deux nœuds.
- Dans le cadre d'OSPF, le poids est le **coût du lien**.

$$c = \frac{\text{bande passante de référence}}{\text{bande passante du lien}}$$

Bande passante de référence par défaut : **100 Mbps**. Un lien à 10 Mbps a un coût de 10. Le coût effectif est minimalisé à 1. Division entière.

Chemin le plus court en coût, pas en sauts



R1→R2→R5→R3→R4 (COÛT 11) EST PRÉFÉRÉ À R1→R2→R3→R4 (COÛT 12)

? QUESTION 5

Quel impact peut avoir le choix de la bande passante de référence sur le calcul des routes OSPF ?

RÉPONSE

Puisque le coût d'un lien est en général plafonné à 1, il est possible que deux liens avec des bandes passantes différentes aient le même coût. Par exemple, un lien de 100 Mbps et un lien de 200 Mbps auront tous deux un coût de 1 si la bande passante de référence est fixée à 100 Mbps. En changeant la bande passante de référence, on peut influencer le plafonnement du coût des liens et donc le choix des chemins dans le réseau.

? QUESTION 6

Pourquoi le chemin le plus court en **nombre de sauts** n'est-il pas forcément celui choisi par OSPF ?

RÉPONSE

OSPF choisit le chemin de **coût total minimal**, calculé à partir de la bande passante de chaque lien, pas le chemin ayant le moins de sauts. Un chemin plus long mais composé de liens rapides peut avoir un coût total inférieur à un chemin court mais lent.

Démo : Fonction de coût OSPF

[https://www.geogebra.org/
calculator/gcrwh6a5](https://www.geogebra.org/calculator/gcrwh6a5)



SECTION

05

OSPF : fonctionnement et aires

- 01 Protocoles de routage
- 02 RIP : fonctionnement
- 03 RIP : timers et limites
- 04 OSPF — principes
- 05 OSPF : fonctionnement et aires**

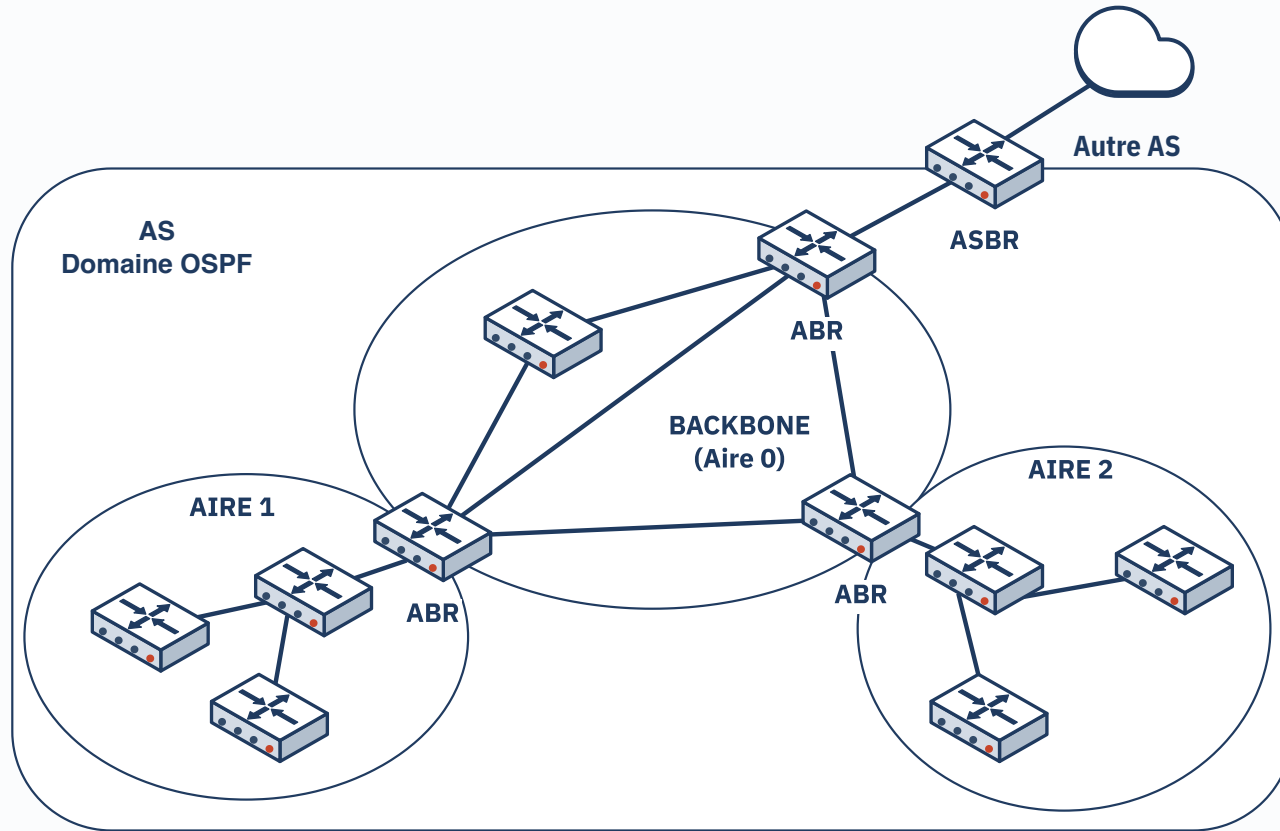
1. Chaque routeur découvre ses voisins via le protocole **Hello** (multicast `224.0.0.5`, toutes les 10 s ; voisin inactif après 40 s).
2. Chaque routeur envoie des **LSA** (Link State Advertisement) décrivant l'état de ses liens.
3. Chaque routeur construit sa **LSDB** (Link State Database) : la carte complète du réseau, puis exécute Dijkstra pour calculer ses routes.
4. Un changement déclenche l'envoi immédiat d'un LSA mis à jour, pour une convergence rapide.

Diviser pour régner : les aires OSPF

Pour limiter la taille de la LSDB, un grand réseau OSPF est divisé en **aires**, toutes reliées à l'**aire 0** (backbone).

- **ABR** (Area Border Router) : à la frontière entre deux aires.
- **ASBR** (Autonomous System Boundary Router) : à la frontière entre le domaine OSPF et un autre système autonome.

Domaine OSPF multi-aires



AIRE 0 (BACKBONE), AIRES PÉRIPHÉRIQUES, ROUTEURS ABR ET ASBR

? QUESTION 7

À quoi sert l'aire 0 (backbone) dans une architecture OSPF multi-aires ?

RÉPONSE

Toutes les autres aires doivent obligatoirement se connecter à l'aire 0, qui centralise l'échange d'informations entre elles (topologie en étoile). C'est pourquoi elle est en général maillée et redondante, pour garantir la résilience de tout le domaine OSPF.

■ CE QU'IL FAUT RETENIR

- Un protocole de **routing** (RIP, OSPF) échange des routes entre routeurs ; un protocole **routé** (IPv4, IPv6) transporte les données.
- **RIP** : vecteur de distance, métrique en sauts (max 16), convergence lente, adapté aux petits réseaux.
- **OSPF** : état de lien, algorithme de **Dijkstra**, coût basé sur la bande passante, convergence rapide.
- OSPF divise les grands réseaux en **aires**, toutes reliées au backbone (aire 0).

Des questions ?

Les sources utilisées pour ce cours (normes, documentation officielle, articles, ouvrages de référence) sont citées et listées intégralement dans la **bibliographie du support de cours écrit**, disponible sur le site du cours :

<https://api-teleinfo.isc.heia-fr.ch>

