

Sommaire

- Carte d'identité de OSPF
- RIP ou OSPF ?
- la métrique OSPF
- modifier le coût OSPF
- Configurer le coût OSPF
- Modifier la bande passante OSPF
- DV et LS
- LS : Les annonces
- Router-ID ?
- OSPF et les Ressources
- OSPF-Optimisation des ressources - Notion d'aires
- OSPF - Les trois étapes
- Activer OSPF sur une interface
- Recherche des voisins avec le message HELLO
- Relation de voisinage
- échange des LSA
- Le statut "FULL"
- Topologie OSPF "Base de données Topologique"
- Algorithme de Dijkstra
- OSPF - Notion de DR et BDR et priorité sur L'Interface
- les deux adresses multicast

Routage Inter-domaine vs Routage Intra-domaine

Routage IntraDomaine (IGP)

Objectif

- Choisir le **meilleur chemin** vers chaque destination, en respectant une **métrique donnée** (par exemple le retard, la bande passante) à l'intérieur des systèmes autonomes (AS)

Problèmes à prendre en compte

- L'IGP devrait réagir **rapidement aux changements** de topologie

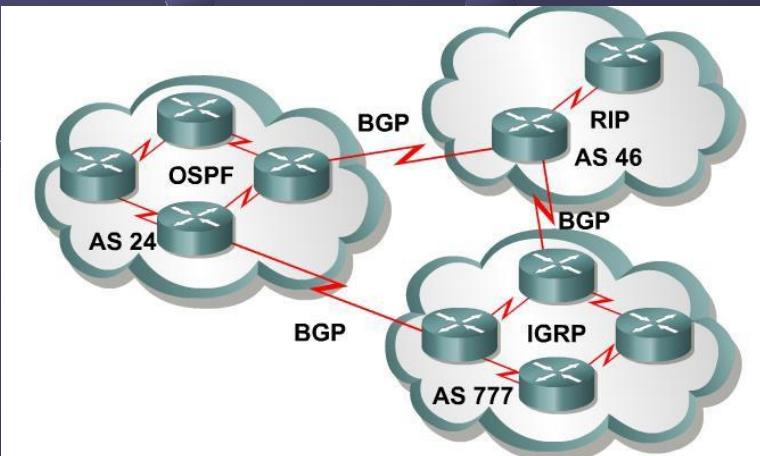
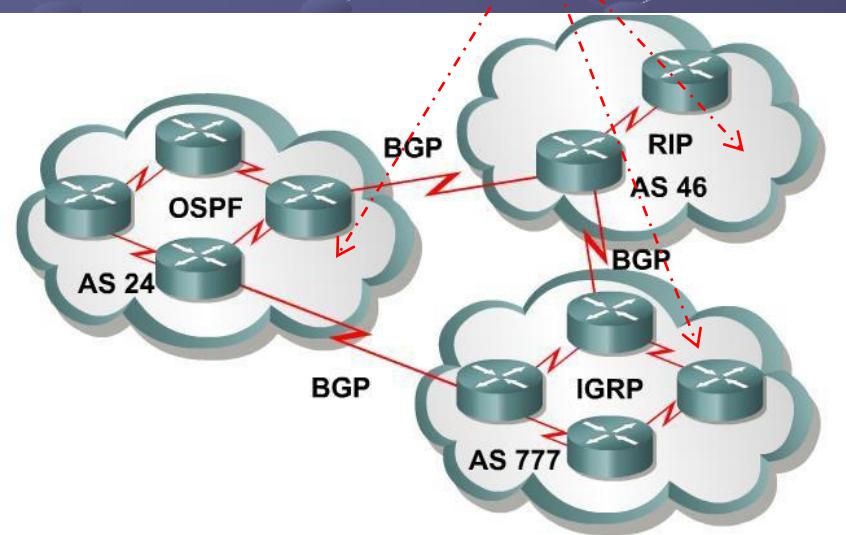
Routage Inter-domaine(EGP)

Objectif :

- Choisir un **meilleur chemin** vers chaque destination et qui est compatible avec les **politiques de routage** des AS de transit sans connaître la topologie du passage ces ASes.

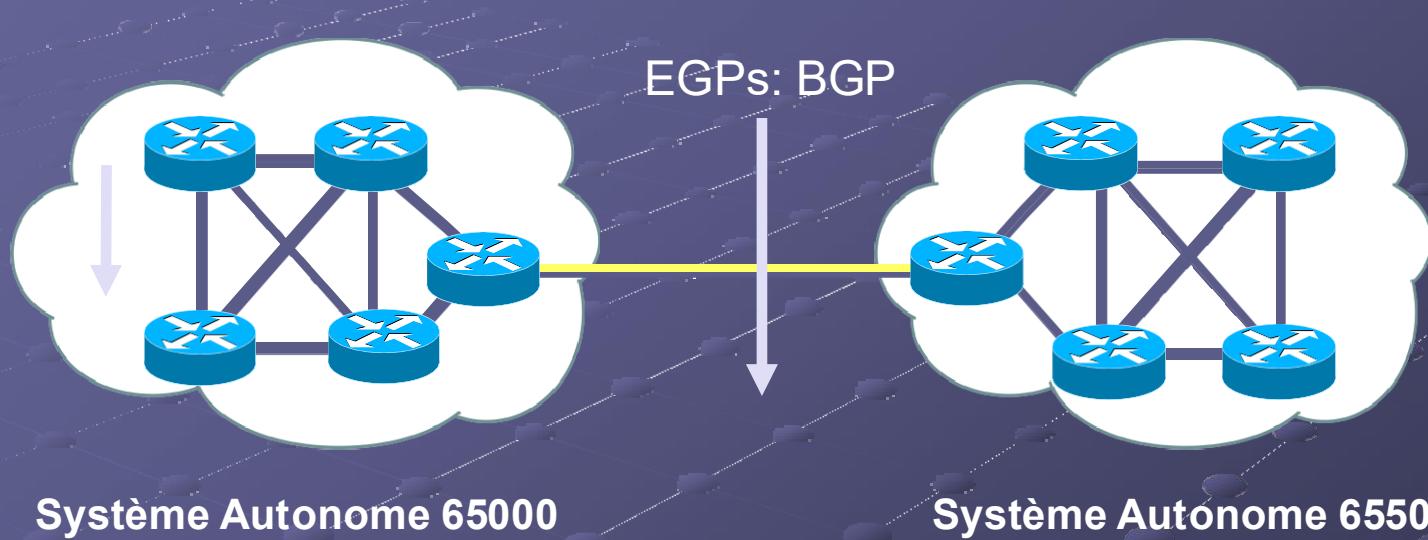
Problèmes à prendre en compte :

- Chaque AS peut **définir ses propres politiques de routage** (\Leftrightarrow permettre à chaque SA de choisir sa propre politique de routage), (Share Cost Peering, Customer-Provider, ...etc.)
- L'EGP devrait être **scalable** (exemple : 15 000 AS, 120 000 chemins)



Routage Inter-domaine vs Routage Intra-domaine

IGPs: RIP, IGRP,
OSPF, EIGRP



- Un système autonome ou AS (Autonomous System) est un ensemble de réseaux sous le contrôle d'une seule autorité administrative.
- Les IGPs (Interior Gateway Protocols) opèrent dans un système autonome
- Les EGPs (Exterior Gateway Protocols) opèrent entre systèmes autonomes

Carte d'identité de OSPF

- Standard ou Propriétaire ?
standard
- IGP / EGP ?
IGP
- DV ou LS ?
LS : Link-State
- Distance administrative : AD ?
110
- Métrique ?
 Σ coûts
- Lettre qui identifie ce protocole dans `sh ip route` ?
O

RIP ou OSPF ?

- Si un routeur reçoit 2 annonces pour exactement le **même** sous-réseau et le **même** masque :
 - l'une de **RIP**, métrique 5
 - l'autre de **OSPF**, métrique 10
- Laquelle sera préférée ?
 - **OSPF**
 - car on compare les **Distances Administratives** :
 - la plus petite AD est préférée
 - $110 < 120$
 - **OSPF** est préférable à **RIP**

La métrique d'OSPF 1/2

- Chaque interface a un **coût** :

- BW = bande passante
- Exprimée en bits/s

$$\frac{10^8}{\text{BW}}$$

- Exemples :

| | | |
|----------------|------------|------------|
| ■ FastEthernet | 100 Mb/s | coût = 1 |
| ■ Ethernet | 10 Mb/s | coût = 10 |
| ■ | 1 Mb/s | coût = 100 |
| ■ Serial | 1,544 Mb/s | coût ≈ 65 |

La métrique d'OSPF 2/2

- La métrique est la **somme** des coûts.



| | Réseau | [AD / m] | somme des coûts |
|---|--------------|---------------------|-----------------|
| C | 10.0.1.0 /24 | | |
| C | 10.0.2.0 /24 | | |
| O | 10.0.3.0 /24 | [110 / 2] | 1+1 |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / 102] | 1+1+100 |

| | Réseau | [AD / m] | somme des coûts |
|---|--------------|---------------------|-----------------|
| O | 10.0.1.0 /24 | [110 / 11] | 1+10 |
| C | 10.0.2.0 /24 | | |
| C | 10.0.3.0 /24 | | |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / 101] | 1+100 |

Exercice 1

- La métrique est la **somme** des coûts.



| | Réseau | [AD / m] |
|---|--------------|-----------|
| C | 10.0.1.0 /24 | |
| C | 10.0.2.0 /24 | |
| O | 10.0.3.0 /24 | [110 / ?] |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / ?] |

| | Réseau | [AD / m] |
|---|--------------|-----------|
| O | 10.0.1.0 /24 | [110 / ?] |
| C | 10.0.2.0 /24 | |
| C | 10.0.3.0 /24 | |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / ?] |

Solution 1

- La métrique est la **somme** des coûts.



| | Réseau | [AD / m] | somme des coûts |
|---|--------------|-----------|-----------------|
| C | 10.0.1.0 /24 | | |
| C | 10.0.2.0 /24 | | |
| O | 10.0.3.0 /24 | [110 / 2] | 1+1 |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / 3] | 1+1+1 |

| | Réseau | [AD / m] | somme des coûts |
|---|--------------|-----------|-----------------|
| O | 10.0.1.0 /24 | [110 / 2] | 1+1 |
| C | 10.0.2.0 /24 | | |
| C | 10.0.3.0 /24 | | |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / 2] | 1+1 |

Formule inadaptée

Adapter la formule 1/2

- On peut configurer OSPF pour qu'il adapte la formule de calcul du coût.
- Exemples :

| | Formule de calcul du coût : | Le coût de 1 est attribué à : | soit : | « Reference bandwidth » = |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------------|
| Valeur par défaut : | $\frac{10^8}{\text{BW}}$ | 100 Mb/s | 100 Mb/s | 100 |
| | $\frac{10^9}{\text{BW}}$ | 1 Gb/s | 1000 Mb/s | 1000 |
| | $\frac{10^{10}}{\text{BW}}$ | 10 Gb/s | 10,000 Mb/s | 10,000 |

Adapter la formule 2/2

- configure terminal
- router ospf 1
 - auto-cost reference-bandwidth **100**
 - valeur par défaut
 - auto-cost reference-bandwidth **1000**
 - pour tenir compte de bandes passantes jusqu'à 1000 Mb/s, soit 1 Gb/s

Saisir cette commande sur tous les routeurs !

Exercice 2

auto-cost reference-bandwidth **100**

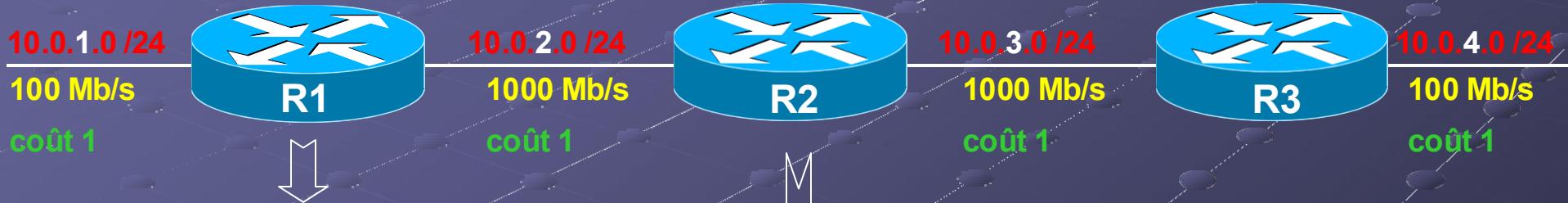


| | Réseau | [AD / m] |
|---|--------------|-----------|
| C | 10.0.1.0 /24 | |
| C | 10.0.2.0 /24 | |
| O | 10.0.3.0 /24 | [110 / ?] |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / ?] |

| | Réseau | [AD / m] |
|---|--------------|-----------|
| O | 10.0.1.0 /24 | [110 / ?] |
| C | 10.0.2.0 /24 | |
| C | 10.0.3.0 /24 | |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / ?] |

Solution 2

auto-cost reference-bandwidth **100**



| | Réseau | [AD / m] | somme des coûts |
|---|--------------|-------------------|-----------------|
| C | 10.0.1.0 /24 | | |
| C | 10.0.2.0 /24 | | |
| O | 10.0.3.0 /24 | [110 / 2] | 1+1 |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / 3] | 1+1+1 |

| | Réseau | [AD / m] | somme des coûts |
|---|--------------|-------------------|-----------------|
| O | 10.0.1.0 /24 | [110 / 2] | 1+1 |
| C | 10.0.2.0 /24 | | |
| C | 10.0.3.0 /24 | | |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / 2] | 1+1 |

Exercice 3

auto-cost reference-bandwidth **1000**

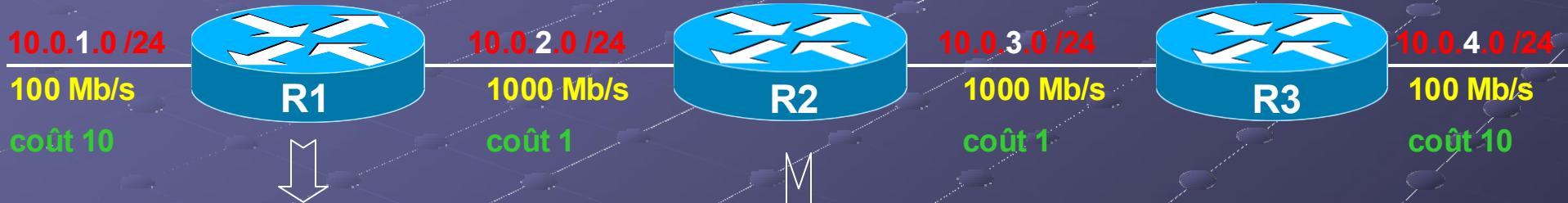


| | Réseau | [AD / m] |
|---|--------------|-----------|
| C | 10.0.1.0 /24 | |
| C | 10.0.2.0 /24 | |
| O | 10.0.3.0 /24 | [110 / ?] |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / ?] |

| | Réseau | [AD / m] |
|---|--------------|-----------|
| O | 10.0.1.0 /24 | [110 / ?] |
| C | 10.0.2.0 /24 | |
| C | 10.0.3.0 /24 | |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / ?] |

Solution 3

auto-cost reference-bandwidth 1000



| | Réseau | [AD / m] | somme des coûts |
|---|--------------|------------|-----------------|
| C | 10.0.1.0 /24 | | |
| C | 10.0.2.0 /24 | | |
| O | 10.0.3.0 /24 | [110 / 2] | 1+1 |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / 12] | 1+1+10 |

| | Réseau | [AD / m] | somme des coûts |
|---|--------------|------------|-----------------|
| O | 10.0.1.0 /24 | [110 / 11] | 1+10 |
| C | 10.0.2.0 /24 | | |
| C | 10.0.3.0 /24 | | |
| O | 10.0.4.0 /24 | [110 / 11] | 1+10 |

Modifier le coût OSPF

- Le coût associé à une interface peut être modifié de 2 manières :
 - soit en configurant directement ce coût
 - soit en modifiant la bande passante de l'interface

Configurer le coût

```
configure terminal  
interface fa0/0  
ip ospf cost 100
```

Le routeur ne tiendra plus compte de la bande passante de l'interface pour calculer le coût de l'interface

Modifier la bande passante

```
configure terminal  
interface fa0/0  
bandwidth 1000
```

en kbit/s

Attention : d'autres protocoles seront impactés par cette modification.

Exemple : STP, EIGRP

OSPF

Un protocole à ETATS de LIENS :

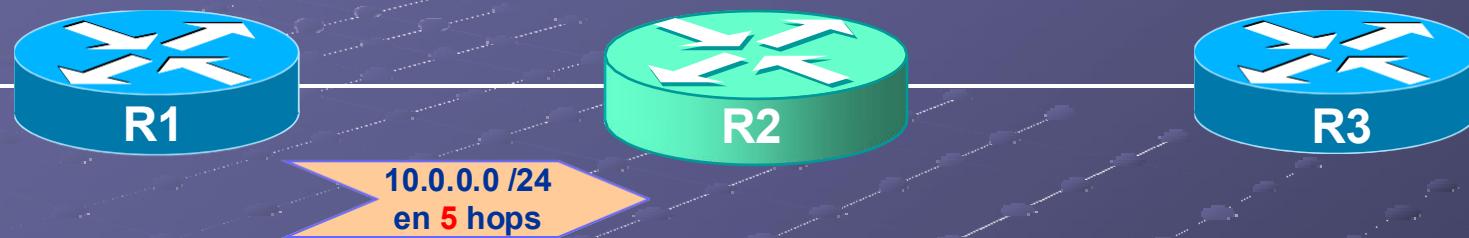
LS

« Link State »

DV et LS

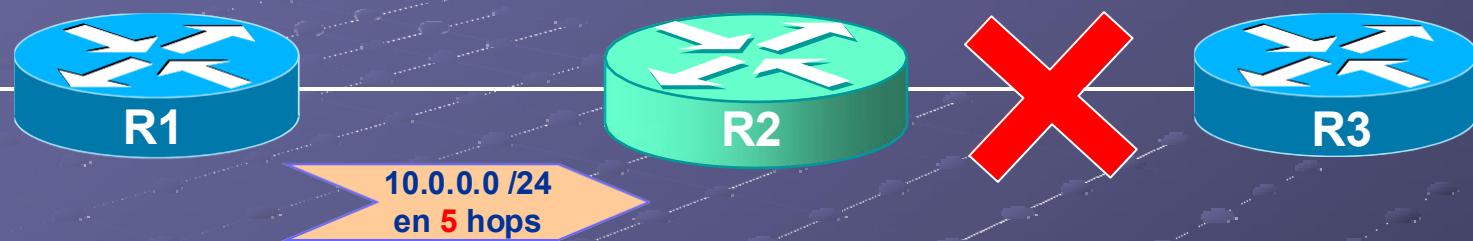
- Les protocoles à Vecteur de distance envoient à leurs voisins une partie de leur table de routage.
 - cette information sera-t-elle transférée par le voisin à un tiers ?
- Les protocoles à Etat de Lien envoient à leurs voisins des données sur les réseaux auxquels ils sont connectés.
 - cette information sera-t-elle transférée par le voisin à un tiers ?

DV : Le transfert d'une annonce



1. R1 me dit que je peux atteindre le sous-réseau 10.0.0.0 /24 en 5 hops, AD 120.
2. Ai-je une **meilleure** route vers 10.0.0.0 /24 ?

DV : Le transfert d'une annonce

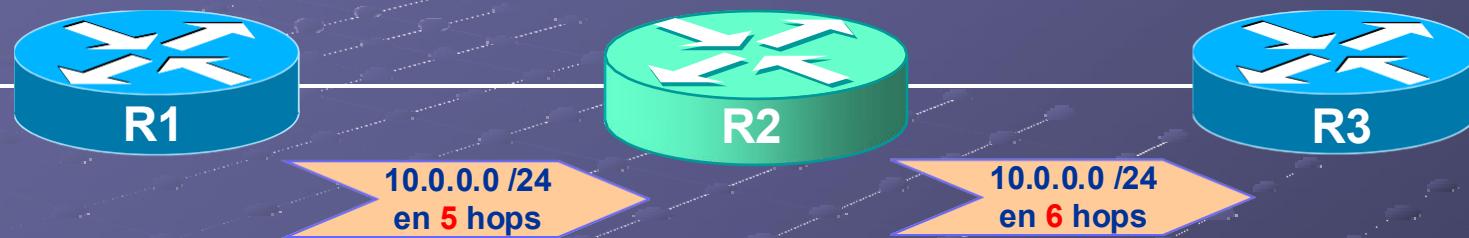


OUI : j'ai une meilleure route vers 10.0.0.0 /24 !

Je ne tiens pas compte de l'annonce reçue,
i.e. je ne modifie pas ma table de routage.

Je ne transfère pas cette annonce à R3

DV : Le transfert d'une annonce

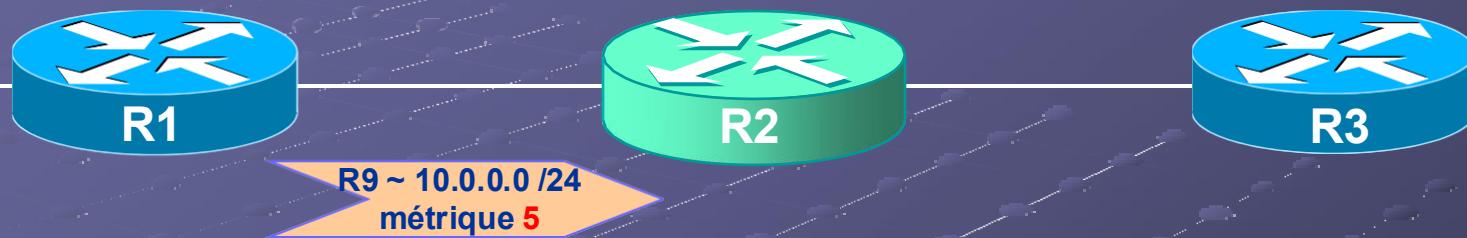


NON : je n'ai pas de meilleure route
vers 10.0.0.0 /24 !

Je tiens compte de l'annonce reçue,
i.e. j'injecte cette route dans ma table de routage.

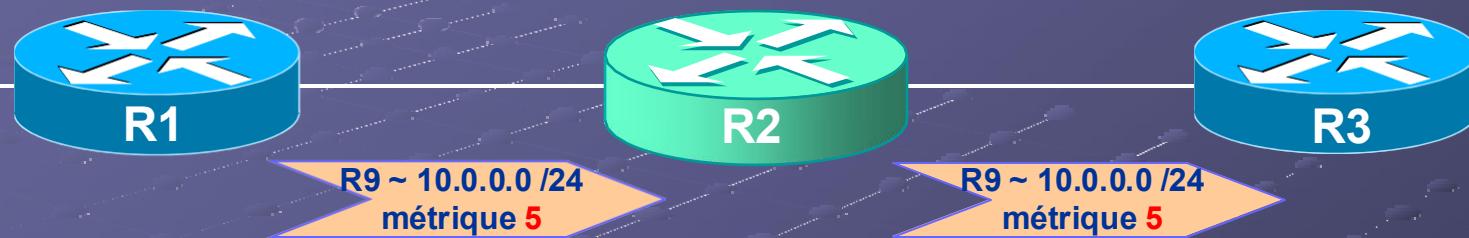
Je transfère à R3 une annonce **modifiée** :
j'ai mis à jour la métrique.

LS : Le transfert d'une annonce



1. R1 m'envoie une annonce avec les informations suivantes :
« le routeur R9 est connecté au sous-réseau 10.0.0.0 /24, coût du lien 5, AD 110. »
2. Je ne me pose **pas** la question de savoir si j'ai une meilleure route vers 10.0.0.0 /24 !

LS : Le transfert d'une annonce



J'envoie systématiquement cette information à mes voisins, **sans la modifier** :

« le routeur R9 est connecté au sous-réseau 10.0.0.0 /24, coût du lien 5, AD 110. »

LS : les annonces

- Ces annonces s'appellent des LSA :
 - Link State Advertisement
- Elles contiennent :
 - l'identité du routeur qui a généré l'annonce
 - le ROUTER-ID
 - le sous-réseau annoncé
 - le masque de sous-réseau
 - la distance administrative
 - le coût du lien
 - etc....

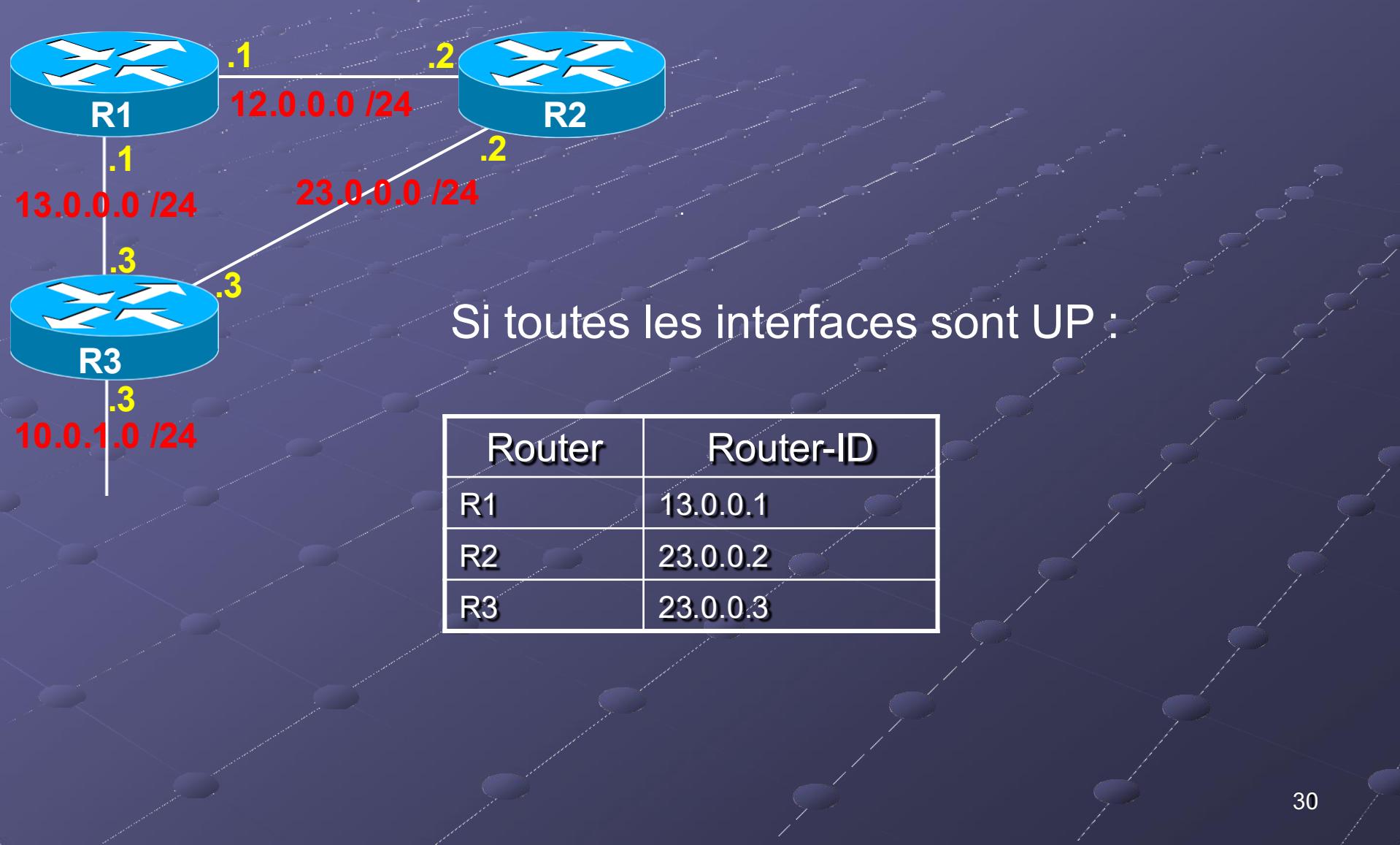
Router-ID

- C'est une **adresse IP**.
- Le Router-ID peut être configuré **manuellement**:
 - `conf t`
 - `router ospf 1`
 - ● `router-ID 1.1.1.1`
- Sinon, il sera calculé **automatiquement**:
 - Existe-t-il une interface LOOPBACK ?
 - **Si OUI**, alors
 - le Router-ID = la plus grande adresse IP des interfaces Loopback.
 - **Si NON**, alors
 - le Router-ID = la plus grande adresse IP des interfaces UP

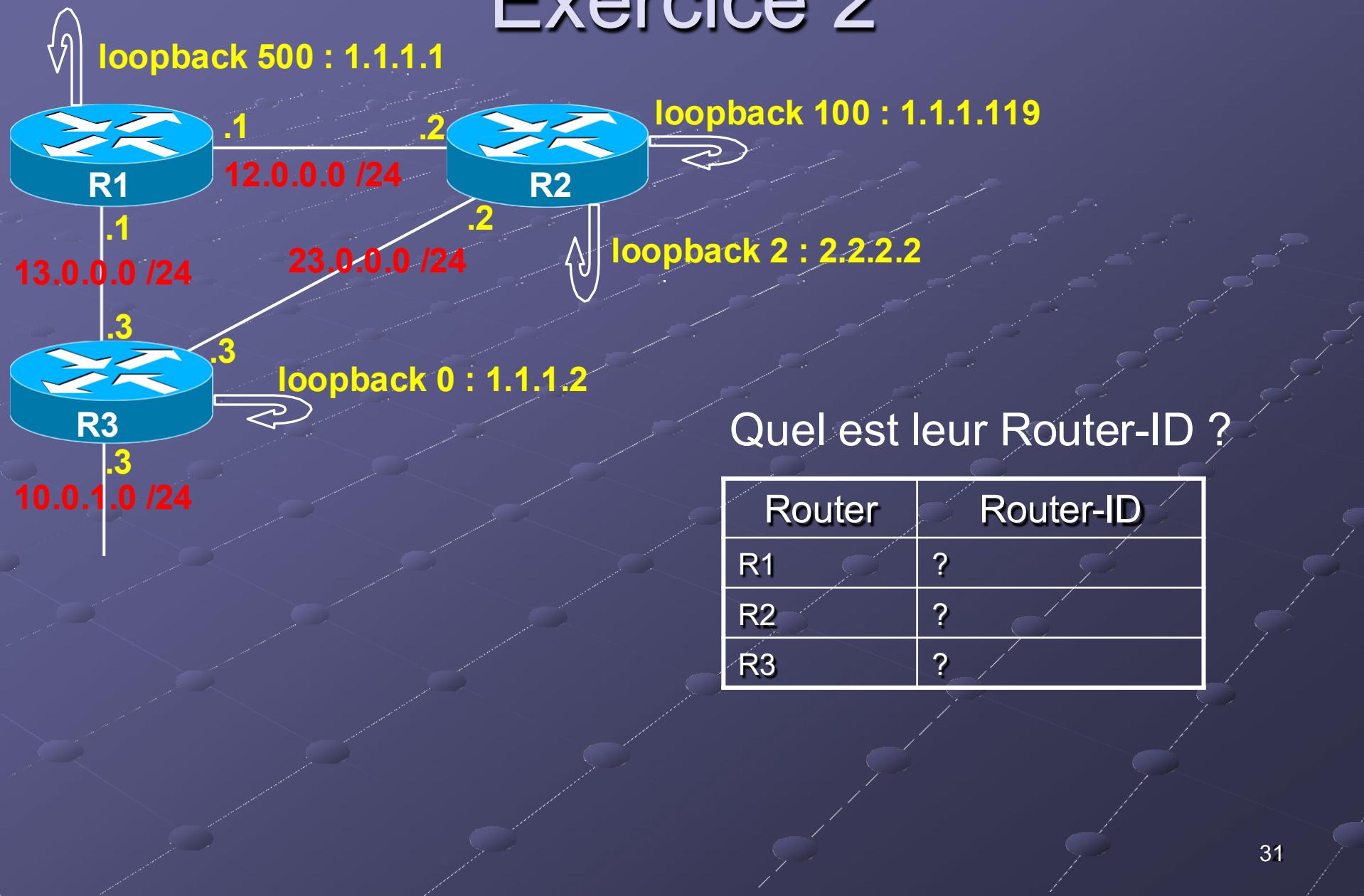
Exercice 1



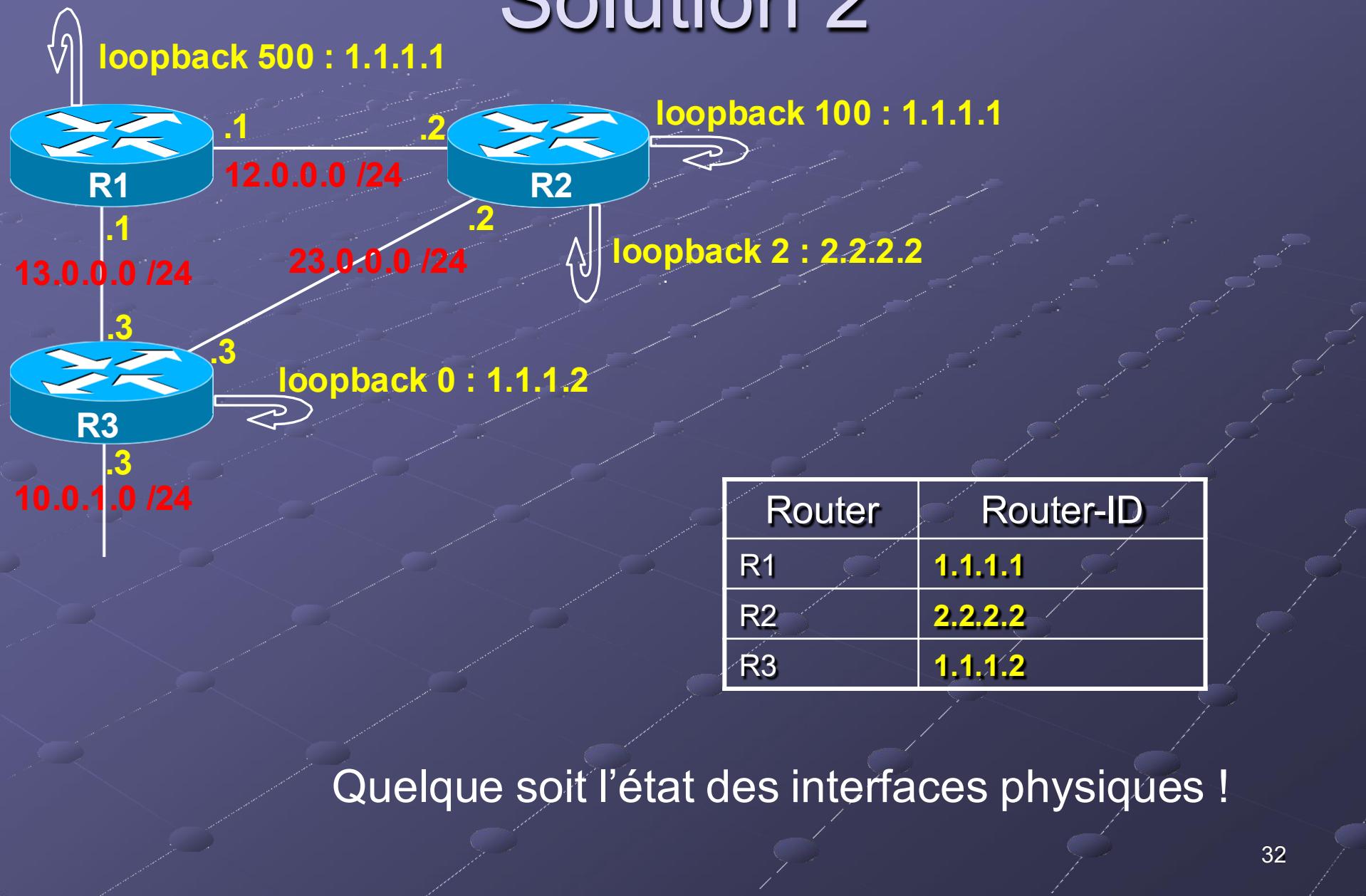
Solution 1



Exercice 2



Solution 2



LSA

- Pourquoi les LSA sont-ils systématiquement envoyés à tous les voisins ?
- Pour que chaque routeur puisse construire la topologie globale du réseau.
- OSPF-Trois étapes :
 1. Chacun identifie ses *voisins*.
 2. Chacun construit la *cartographie* du réseau.
 3. Chacun applique ensuite un *algorithme* pour décider du chemin qu'il prendra pour atteindre les sous-réseaux annoncés.

Ressources

- Mémoriser la cartographie :
 - nécessite de la **RAM**
- Appliquer un algorithme :
 - nécessite du **CPU**

Problèmes pour « grands » réseaux.

Solution :
découper la réseau en plusieurs AIRES



OSPF

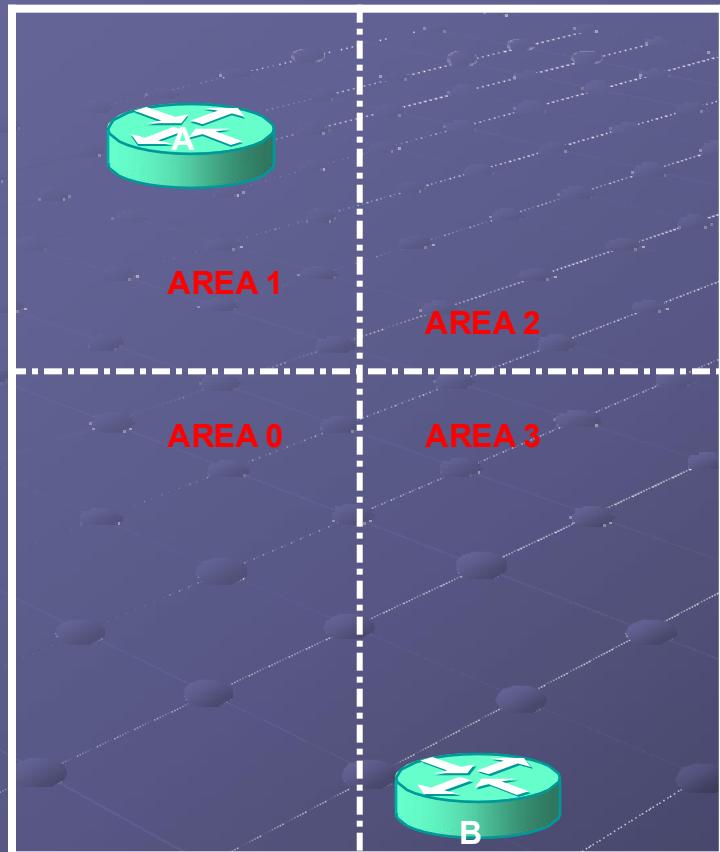
Optimiser les ressources

Sans aires



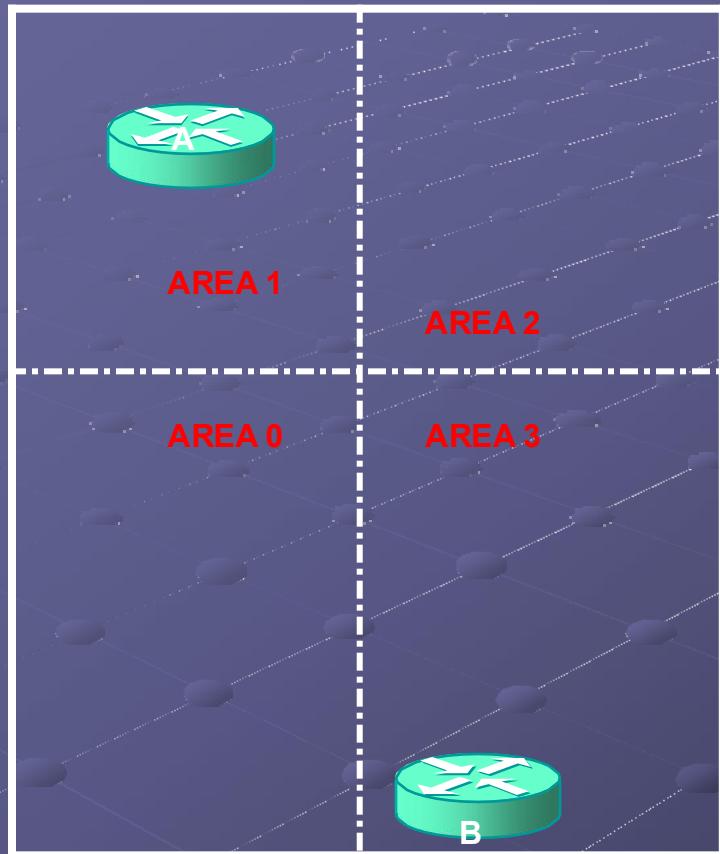
- A et B auront en mémoire la même cartographie, i.e. **TOUT** le réseau.
- A et B devront appliquer l'algorithme à toute la cartographie, i.e. **TOUS** les sous-réseaux.

Avec aires



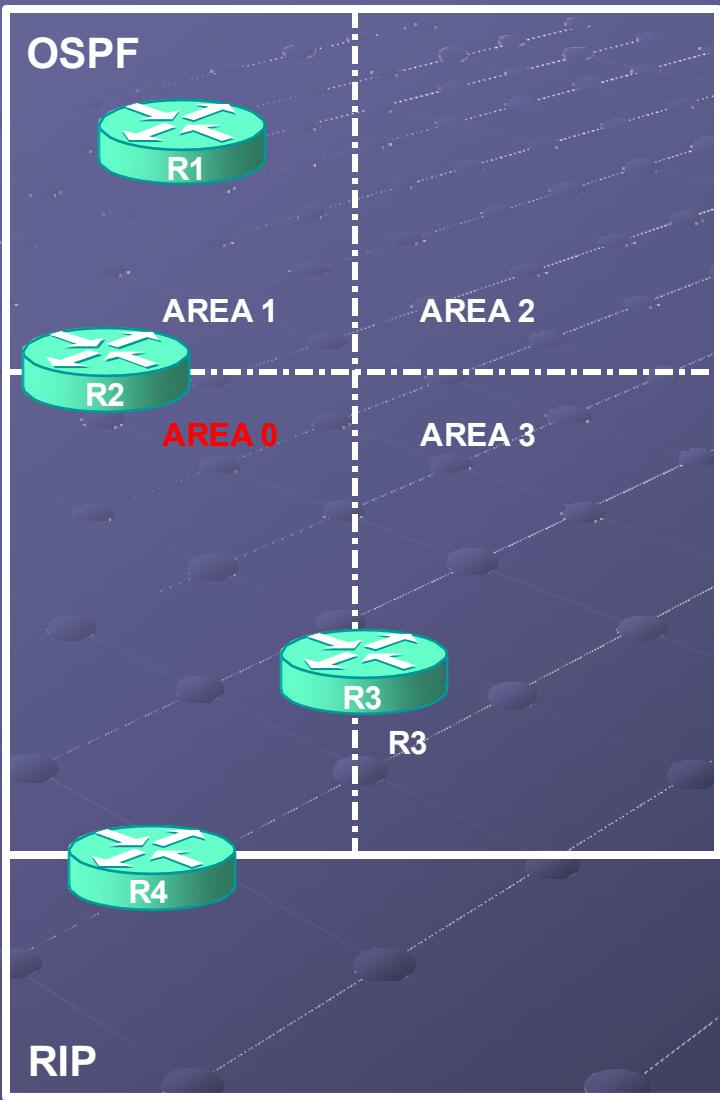
- A n'aura en mémoire que la cartographie de l'aire 1.
- A ne devra appliquer l'algorithme qu'aux sous-réseaux de l'aire 1.

Problème avec les aires



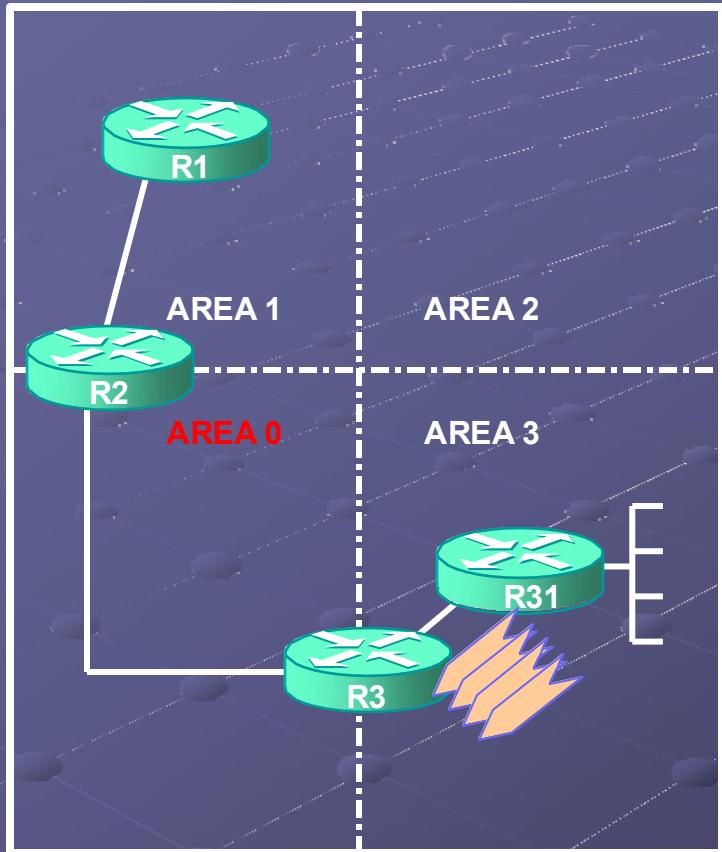
Donc **A** ne saura **pas** joindre
les sous-réseaux des
autres aires !

Rôles



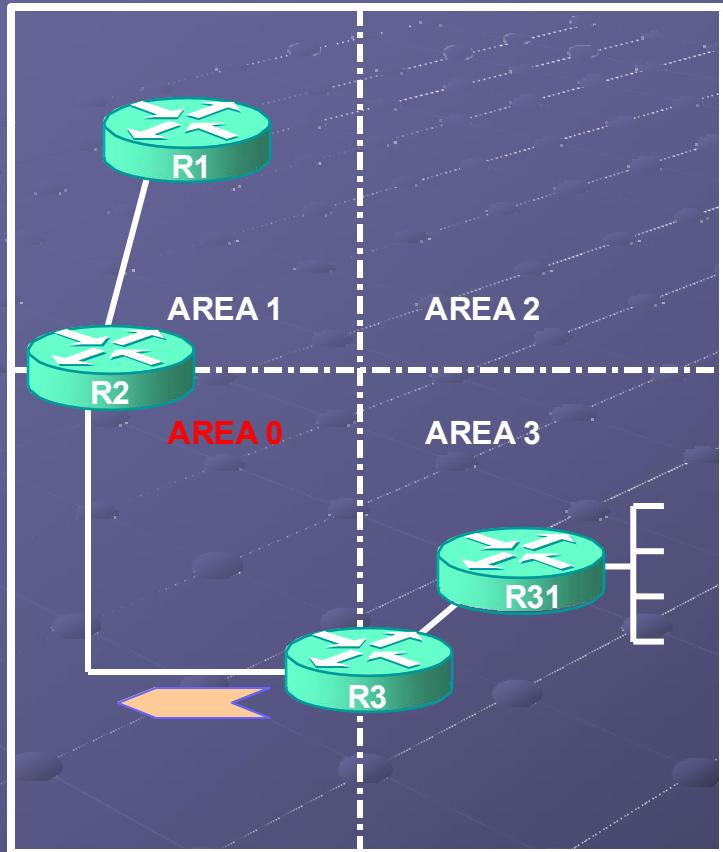
- R1 : **Internal Router**.
- R2, R3 : **Area Border Router = ABR**.
- R4 : **Autonomous System Border Router = ASBR**.
- Area 0 : **Backbone** = toutes les autres aires doivent lui être rattachées.

Intérêts des Aires 1/3



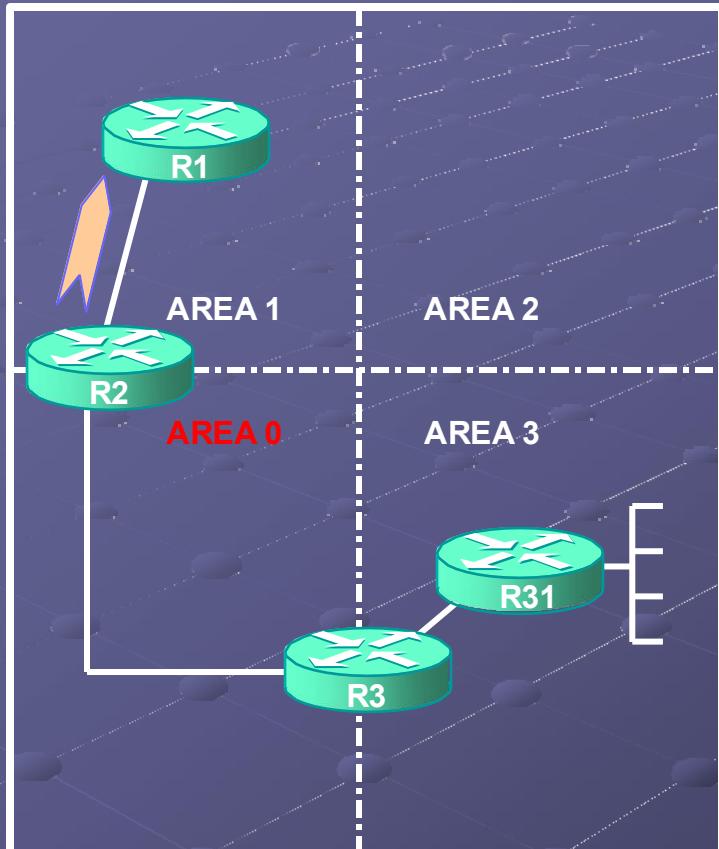
- R31 (**internal**) va générer au moins 4 LSA, une pour chacun de ses 4 sous-réseaux.

Intérêts des Aires 2/3



- R3 (**ABR**) va résumer les 4 sous-réseaux en un seul sous-réseau.

Intérêts des Aires 3/3



- R1 (**internal**) n'aura donc qu'une seule LSA pour ces 4 sous-réseaux.
 - moins de RAM nécessaire pour conserver en mémoire la cartographie du réseau
 - moins de CPU nécessaire pour exécuter l'algorithme
 - si bagotage d'un des 4 sous-réseaux, aucun impact sur la summary.
 - pas de perte de connectivité.



OSPF

Les étapes

TROIS étapes

ETAPE 1

Objectif :
Découvrir tous
mes **voisins**
directs.

ETAPE 2

Objectif :
Construire la
cartographie du
réseau.

ETAPE 3

Objectif :
Décider du
chemin le plus
court pour
atteindre
chaque sous-
réseau
annoncé.



OSPF

Configuration

Lancer OSPF

- configure terminal
- router ospf **1**

signifie :

« lancer sur ce routeur un process OSPF
et attribuer le numéro de process **1** »

- on peut lancer plusieurs process OSPF sur un même routeur
- le numéro de process a une portée **LOCALE**
 - il n'est **PAS nécessaire** que deux routeurs voisins utilisent le même numéro de process.

Activer OSPF sur une interface

- configure terminal
- router ospf 1
- network **10.0.0.0 0.0.0.255 area 0**

masque inversé

signifie :

« activer OSPF sur toute interface
dont l'adresse IP appartient
au réseau 10.0.0.0 /24
et positionner cette interface dans l'aire 0»

Exercice 1

```
router ospf 1  
network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0
```

OSPF est-il activé sur ces interfaces ?

| | |
|---------------|---|
| 10.0.0.1 /24 | ? |
| 10.0.1.1 /24 | ? |
| 10.1.1.1 /24 | ? |
| 10.0.0.1 /28 | ? |
| 10.0.0.55 /24 | ? |

Solution 1

```
router ospf 1  
network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0
```

figé

OSPF est-il activé sur ces interfaces ?

| | |
|---------------|-------------|
| 10.0.0.1 /24 | OUI, area 0 |
| 10.0.1.1 /24 | NON |
| 10.1.1.1 /24 | NON |
| 10.0.0.1 /28 | OUI, area 0 |
| 10.0.0.55 /24 | OUI, area 0 |

Exercice 2

Activer OSPF uniquement sur ces interfaces :

| | |
|-------------------|-------------|
| 10.0.0.1 /24 | OUI, area 0 |
| 172.16.1.1 /16 | NON |
| 172.17.1.1 /16 | NON |
| 10.1.1.1/24 | OUI, area 0 |
| 192.168.12.12 /24 | OUI, area 0 |

Plusieurs configurations possibles !

Solution 2

Activer OSPF uniquement
sur ces interfaces :

| | |
|------------------|-------------|
| 10.0.0.1 /24 | OUI, area 0 |
| 172.16.1.1/16 | NON |
| 172.17.1.1/16 | NON |
| 10.1.1.1/24 | OUI, area 0 |
| 192.168.12.12/24 | OUI, area 0 |

Configuration n°1

```
router ospf 1
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0
```

Configuration n°2

```
router ospf 1
network 10.0.0.1 0.0.0.0 area 0
network 10.1.1.1 0.0.0.0 area 0
network 192.168.12.12 0.0.0.0 area 0
```

Masques « extrêmes »

Activer sur **TOUTES** les interfaces en une seule commande :

- `network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0`
*pour des raisons de simplification,
cette commande est arbitrairement écrite de la manière suivante :*
- `network 0.0.0.0 0.0.0.0 area 0`

Activer sur **UNE SEULE** interface :

- `network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0 activer sur 1.1.1.1`
- `network 2.2.2.2 0.0.0.0 area 0 activer sur 2.2.2.2`

Vérifier les interfaces OSPF

Vérifier sur quelles interfaces OSPF est activé :

```
R1(config)#router ospf 1
```

```
R1(config-router)#network 0.0.0.0 0.0.0.0 area 0
```

```
R1#show ip ospf interface brief
```

| Interface | PID | Area | IP Address/Mask | Cost | State | Nbrs | F/C |
|-----------|-----|------|-----------------|------|-------|------|-----|
| Fa1/0 | 1 | 0 | 13.0.0.1/24 | 1 | BDR | 1/1 | |
| Fa0/0 | 1 | 0 | 12.0.0.1/24 | 1 | BDR | 1/1 | |

Process ID



Bande passante = 100 Mb/s
(si 'reference-bandwidth' par défaut)

Exercice

Quelle commande a été saisie ?
Quelle est la bande passante de chaque interface ?

```
R1#show ip ospf interface brief
```

| Interface | PID | Area | IP Address/Mask | Cost | State | Nbrs | F/C |
|-----------|-----|------|-----------------|------|-------|------|-----|
| Fa1/0 | 10 | 0 | 13.0.0.1/24 | 1 | BDR | 1/1 | |
| Fa0/0 | 10 | 1 | 12.0.0.1/24 | 10 | BDR | 1/1 | |

Une solution possible

Quelle commande a été saisie ?
Quelle est la bande passante de chaque interface ?

```
R1#show ip ospf interface brief
```

| Interface | PID | Area | IP Address/Mask | Cost | State | Nbrs | F/C |
|-----------|-----|------|-----------------|------|-------|------|-----|
| Fa1/0 | 10 | 0 | 13.0.0.1/24 | 1 | BDR | 1/1 | |
| Fa0/0 | 10 | 1 | 12.0.0.1/24 | 10 | BDR | 1/1 | |

```
R1(config)#router ospf 10
```

```
R1(config-router)#network 13.0.0.1 0.0.0.0 area 0
```

```
R1(config-router)#network 12.0.0.1 0.0.0.0 area 1
```

Si 'reference-bandwidth' par défaut :

- Bande passante de Fa1/0 = 100 Mb/s
- Bande passante de Fa0/0 = 10 Mb/s

Que signifie « Activer » ?

« Activer OSPF sur une interface »

signifie :

le routeur va **chercher des voisins OSPF**
sur cette interface.

Il échangera ensuite des LSA
avec tous ces voisins.



OSPF

Recherche de voisins

TROIS étapes

ETAPE 1

Objectif :
Découvrir tous
mes **voisins**
directs.

ETAPE 2

Objectif :
Construire la
cartographie du
réseau.

ETAPE 3

Objectif :
Décider du
chemin le plus
court pour
atteindre
chaque sous-
réseau
annoncé.

Deux méthodes

Est-ce que les multicast sont autorisés sur cette interface ?

- Si OUI :

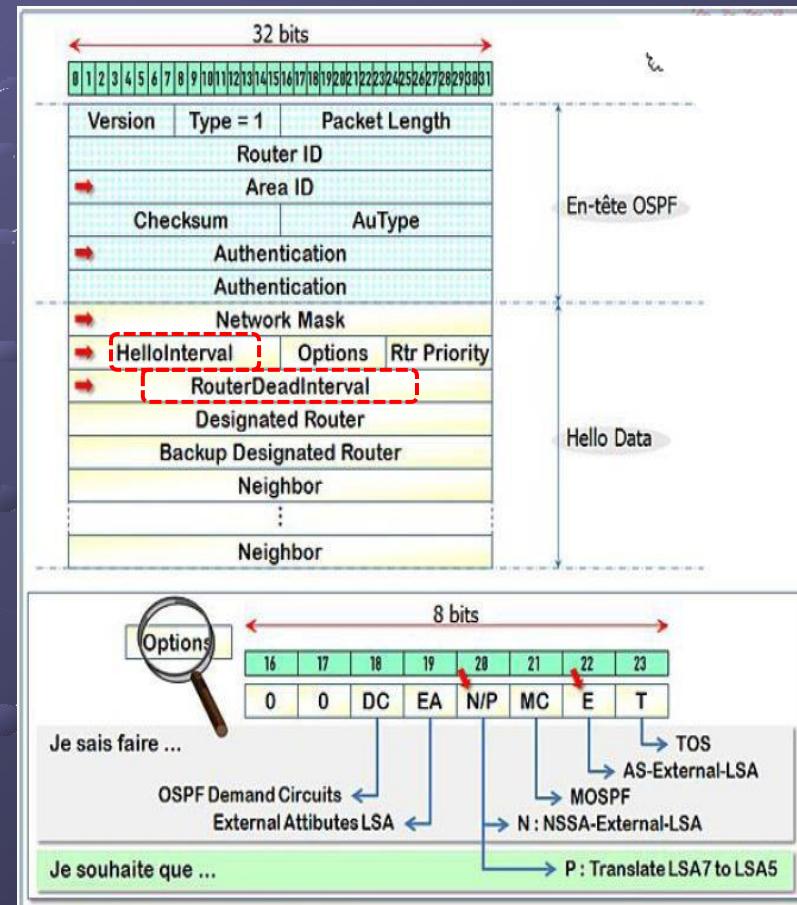
- recherche automatique des voisins
- utiliser l'adresse IP multicast 224.0.0.5.

- Si NON :

- recherche manuelle des voisins

Recherche automatique

- Le routeur envoie des paquets **HELLO** sur l'interface :
 - envoyés à fréquence fixe :
 - selon la valeur du **timer 'HELLO'**
 - configurable
 - par défaut :
 - HELLO = 10 sec. sur un réseau 'broadcast'
 - HELLO = 30 sec. sur un réseau 'NBMA'
 - ont une durée de vie limitée :
 - selon la valeur du **timer 'DEAD'**
 - configurable
 - par défaut :
 - DEAD** = **HELLO** x 4
 - 40 secondes sur un réseau 'broadcast'
 - 120 secondes sur un réseau 'NBMA'



Le paquet Hello

Configurer un timer

- configure terminal
- interface fa0/0
- ip ospf hello-interval 5
 - entre 1 et 65535 sec.
- ip ospf dead-interval 30
 - entre 1 et 65535 sec.

Vérifier un timer

```
R1#show ip ospf interface fa0/0
```

FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
 Internet Address 12.0.0.1/24, Area 1
 Process ID 1, Router ID 13.0.0.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
 Transmit Delay is 1 sec, State BDR, Priority 1
 Designated Router (ID) 24.0.0.2, Interface address 12.0.0.2
 Backup Designated router (ID) 13.0.0.1, Interface address 12.0.0.11
 Timer intervals configured, **Hello 10, Dead 40**, Wait 40, Retransmit 5
 oob-resync timeout 40
 Hello due in 00:00:05
 Supports Link-local Signaling (LLS)
 Index 1/1, flood queue length 0
 Next 0x0(0)/0x0(0)
 Last flood scan length is 1, maximum is 1
 Last flood scan time is 0 msec, maximum is 4 msec
 Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
 Adjacent with neighbor 24.0.0.2 (Designated Router)
 Suppress hello for 0 neighbor(s)

```
R1#show ip ospf interface fa0/0 | include Dead
```

 Timer intervals configured, **Hello 10, Dead 40**, Wait 40, Retransmit 5

Vérifier l'envoi du prochain HELLO

```
R1#show ip ospf interface fa0/0
```

FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 12.0.0.1/24, Area 1
Process ID 1, Router ID 13.0.0.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Transmit Delay is 1 sec, State BDR, Priority 1
Designated Router (ID) 24.0.0.2, Interface address 12.0.0.2
Backup Designated router (ID) 13.0.0.1, Interface address 12.0.0.1
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
oob-resync timeout 40
Hello due in 00:00:05

Supports Link-local Signaling (LLS)

Index 1/1, flood queue length 0

Next 0x0(0)/0x0(0)

Last flood scan length is 1, maximum is 1

Last flood scan time is 0 msec, maximum is 4 msec

Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1

 Adjacent with neighbor 24.0.0.2 (Designated Router)

Suppress hello for 0 neighbor(s)

```
R1#show ip ospf interface fa0/0 || include due
```

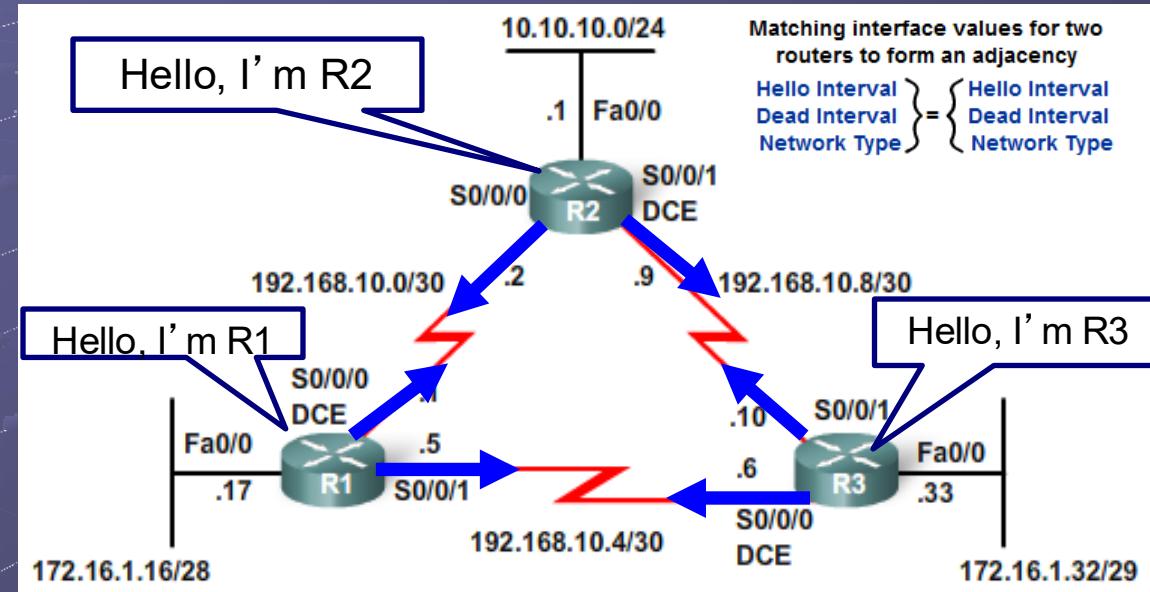
Hello due in 00:00:02

Le paquet HELLO

- Il est envoyé à l'adresse IP destination : 224.0.0.5
- Il contient les infos suivantes :
 - mon Router-ID
 - l'**AREA** de mon interface
 - la valeur de mon timer **HELLO**
 - la valeur de mon timer **DEAD**
 - les Router-ID de tous les voisins que j'ai déjà identifiés
 - etc...

La relation de voisinage

- Si je reçois un paquet HELLO avec :
 - la même valeur de AREA que la mienne
 - la même valeur du timer HELLO que le mien
 - la même valeur du timer DEAD que le mien
- Alors je reconnaiss cet individu comme un **voisin** :
 - je rajoute son Router-ID dans ma liste des voisins



La relation ‘TWO-WAY’

- Si je reçois un paquet HELLO dans lequel je vois mon Router-ID :
 - ce voisin m'a reconnu comme voisin.
- Deux équipements qui se reconnaissent comme voisins ont une relation dite ‘**TWO-WAY**’

Vérifier le statut de la relation

```
R1#show ip ospf neighbor
```

| Neighbor ID | Pri | State | Dead Time | Address | Interface |
|-------------|-----|---------|-----------|----------|-----------------|
| 34.0.0.3 | 1 | TWO-WAY | 00:00:39 | 13.0.0.3 | FastEthernet1/0 |
| 24.0.0.2 | 1 | TWO-WAY | 00:00:39 | 12.0.0.2 | FastEthernet0/0 |

Router-ID du voisin

Adresse IP du voisin

Durée de vie restante
du dernier HELLO reçu.

Le voisin sera déclaré 'mort'
dans 39 sec.

Interface sur laquelle
j'ai reçu le HELLO
du voisin.

Exercice 1

R1#show ip ospf neighbor

| Neighbor ID | Pri | State | Dead Time | Address | Interface |
|-------------|-----|---------|-----------|----------|-----------------|
| 3.3.3.3 | 1 | TWO-WAY | 00:00:32 | 3.0.0.3 | FastEthernet1/0 |
| 4.0.0.2 | 1 | TWO-WAY | 00:00:35 | 12.0.0.2 | FastEthernet1/0 |
| 22.0.0.2 | 1 | TWO-WAY | 00:00:34 | 22.0.0.2 | FastEthernet0/0 |

1. Combien ai-je de voisins ?
2. Combien ai-je de voisins sur Fa1/0 ?
 - Quels sont leurs Router-ID ?
 - Quels sont leurs Adresses IP ?
 - Dans combien de temps seront-il dead ?
3. Combien ai-je de voisins sur Fa0/0 ?
 - Quels sont leurs Router-ID ?
 - Quels sont leurs Adresses IP ?
 - Quand ai-je reçu leur dernier HELLO ?

Solution 1

R1#show ip ospf neighbor

| Neighbor ID | Pri | State | Dead Time | Address | Interface |
|-------------|-----|---------|-----------|----------|-----------------|
| 3.3.3.3 | 1 | TWO-WAY | 00:00:32 | 3.0.0.3 | FastEthernet1/0 |
| 4.0.0.2 | 1 | TWO-WAY | 00:00:35 | 12.0.0.2 | FastEthernet1/0 |
| 22.0.0.2 | 1 | TWO-WAY | 00:00:34 | 22.0.0.2 | FastEthernet0/0 |

1. Combien ai-je de voisins ?
2. Combien ai-je de voisins sur Fa1/0 ?
 - Quels sont leurs Router-ID ?
 - Quels sont leurs Adresses IP ?
 - Dans combien de temps seront-il dead ?
3. Combien ai-je de voisins sur Fa0/0 ?
 - Quels sont leurs Router-ID ?
 - Quels sont leurs Adresses IP ?
 - Quand ai-je reçu leur dernier HELLO ?

3
2
3.3.3.3 et 4.0.0.2
3.0.0.3 et 12.0.0.2
32 et 35 sec.

1
22.0.0.2
22.0.0.2
6 sec.

Exercice 2

R1#show ip ospf neighbor

| Neighbor ID | Pri | State | Dead Time | Address | Interface |
|-------------|-----|---------|-----------|----------|-----------------|
| 3.3.3.3 | 1 | TWO-WAY | 00:00:32 | 3.0.0.3 | FastEthernet1/0 |
| 4.0.0.2 | 1 | TWO-WAY | 00:00:35 | 12.0.0.2 | FastEthernet1/0 |
| 22.0.0.2 | 1 | TWO-WAY | 00:00:34 | 22.0.0.2 | FastEthernet0/0 |

Sur un réseau broadcast,
si tout fonctionne correctement,
quelles sont les valeurs MINIMALES et MAXIMALES
de la colonne ‘DEAD TIME’ ?

Solution 2

```
R1#show ip ospf neighbor
```

| Neighbor ID | Pri | State | Dead Time | Address | Interface |
|-------------|-----|---------|-----------|----------|-----------------|
| 3.3.3.3 | 1 | TWO-WAY | 00:00:32 | 3.0.0.3 | FastEthernet1/0 |
| 4.0.0.2 | 1 | TWO-WAY | 00:00:35 | 12.0.0.2 | FastEthernet1/0 |
| 22.0.0.2 | 1 | TWO-WAY | 00:00:34 | 22.0.0.2 | FastEthernet0/0 |

Le paquet HELLO est envoyé toutes les 10 secondes (HELLO timer), et sa durée de vie est de 40 secondes (DEAD timer).

Le DEAD TIME est donc initié à **40**.

Il passe ensuite à 39, puis 38, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 31, **30**. A cet instant, je devrais recevoir un nouveau paquet HELLO.



OSPF

La cartographie

TROIS étapes

ETAPE 1

Objectif :
Découvrir tous
mes **voisins**
directs.

ETAPE 2

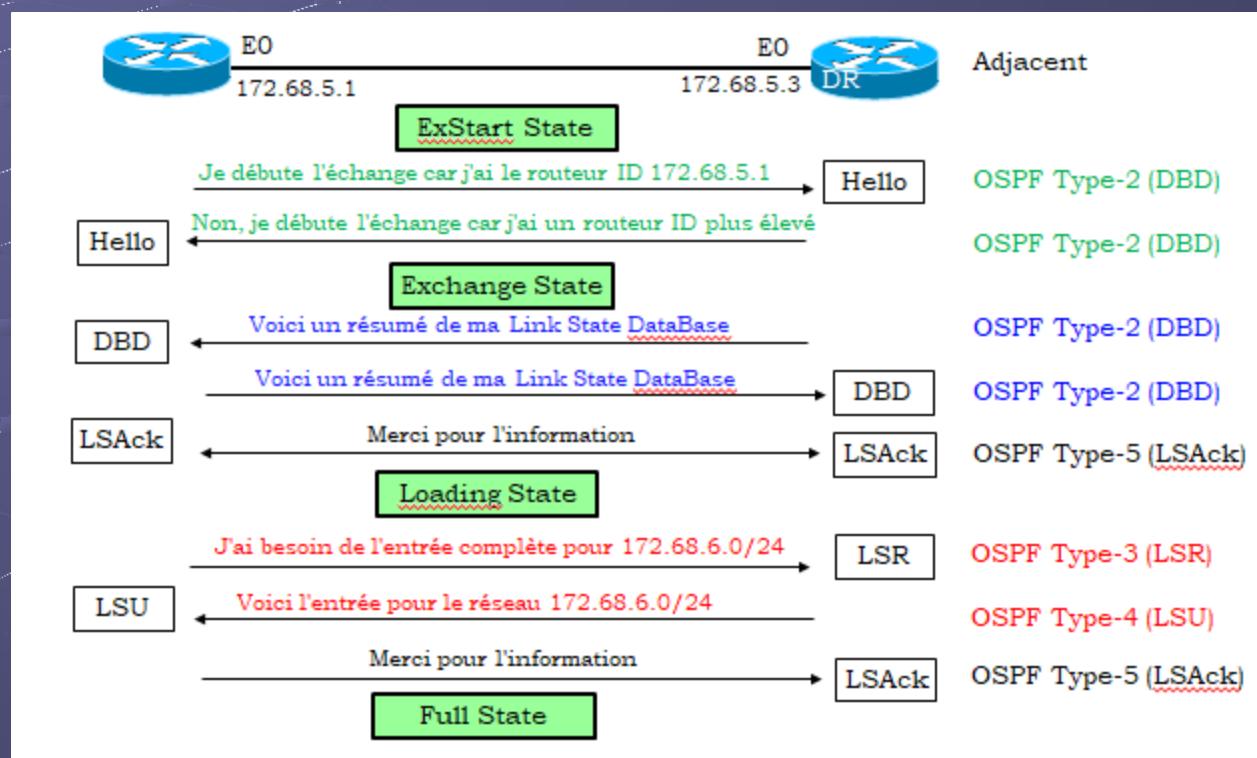
Objectif :
Construire la
cartographie du
réseau.

ETAPE 3

Objectif :
Décider du
chemin le plus
court pour
atteindre
chaque sous-
réseau
annoncé.

Echanges des LSA

- Dès que deux voisins sont '**TWO-WAY**', ils commencent à s'envoyer tous leurs **LSA**.
- Lorsque l'échange est terminé, ils deviennent '**FULL**' :



```
R1#show ip ospf neighbor
```

| Neighbor | ID | Pri | State | Dead Time | Address | Interface |
|----------|----|-----|-------------|-----------|----------|-----------------|
| 34.0.0.3 | | 1 | FULL | 00:00:39 | 13.0.0.3 | FastEthernet1/0 |
| 24.0.0.2 | | 1 | FULL | 00:00:39 | 12.0.0.2 | FastEthernet0/0 |

Découverte des routes et passage à l'état FULL

Le statut ‘FULL’

- Ce statut indique que les 2 voisins ont maintenant la même vision du réseau, i.e. la même cartographie.
- La commande **show ip ospf database** permet de voir la cartographie du réseau.
- Cette commande donnera donc le même résultat sur les 2 voisins, pour l'aire dans laquelle sont configurées leurs interfaces.

La topologie selon le routeur

```
R1#show ip ospf database
```

OSPF Router with ID (13.0.0.1) (Process ID 1)

Router Link States (Area 0)

| Link ID | ADV Router | Age | Seq# | Checksum | Link count |
|----------|------------|------|------------|----------|------------|
| 13.0.0.1 | 13.0.0.1 | 2025 | 0x80000005 | 0x007E4B | 2 |
| 24.0.0.2 | 24.0.0.2 | 201 | 0x80000007 | 0x007026 | 2 |
| 34.0.0.3 | 34.0.0.3 | 41 | 0x80000007 | 0x00A0C6 | 2 |
| 34.0.0.4 | 34.0.0.4 | 35 | 0x80000006 | 0x00A0AC | 2 |

Net Link States (Area 0)

| Link ID | ADV Router | Age | Seq# | Checksum |
|----------|------------|-----|------------|----------|
| 12.0.0.2 | 24.0.0.2 | 201 | 0x80000005 | 0x005C89 |
| 13.0.0.3 | 34.0.0.3 | 41 | 0x80000005 | 0x003598 |
| 24.0.0.4 | 34.0.0.4 | 35 | 0x80000005 | 0x00278C |
| 34.0.0.4 | 34.0.0.4 | 35 | 0x80000005 | 0x00217D |

La topologie expliquée

R1#show ip ospf database

Les Router-ID des 4 routeurs de cette aire

| Link ID | ADV Router | Age | Seq# | Checksum | Link count |
|----------|------------|------|------------|----------|------------|
| 13.0.0.1 | 13.0.0.1 | 2025 | 0x80000005 | 0x007E4B | 2 |
| 24.0.0.2 | 24.0.0.2 | 201 | 0x80000007 | 0x007026 | 2 |
| 34.0.0.3 | 34.0.0.3 | 41 | 0x80000007 | 0x00A0C6 | 2 |
| 34.0.0.4 | 34.0.0.4 | 35 | 0x80000006 | 0x00A0AC | 2 |

Net Link States (Area 0)

| Link ID | ADV Router | Age | Seq# | Checksum |
|----------|------------|-----|------------|----------|
| 12.0.0.2 | 24.0.0.2 | 201 | 0x80000005 | 0x005C89 |
| 13.0.0.3 | 34.0.0.3 | 41 | 0x80000005 | 0x003598 |
| 24.0.0.4 | 34.0.0.4 | 35 | 0x80000005 | 0x00278C |
| 34.0.0.4 | 34.0.0.4 | 35 | 0x80000005 | 0x00217D |

Les 4 réseaux annoncés

Les Router-ID des annonces

Mon Router-ID

Mon n° de process

Le numéro de l'aire

Timers

- Tant qu'il n'y a pas de modification de topologie, je n'envoie que des paquets **HELLO** toutes les 10 sec.
- Chaque **LSA** est également renvoyé toutes les 30 minutes, pour une meilleure synchronisation des bases de données.



OSPF

L'algorithme

TROIS étapes

ETAPE 1

Objectif :
Découvrir tous
mes **voisins**
directs.

ETAPE 2

Objectif :
Construire la
cartographie du
réseau.

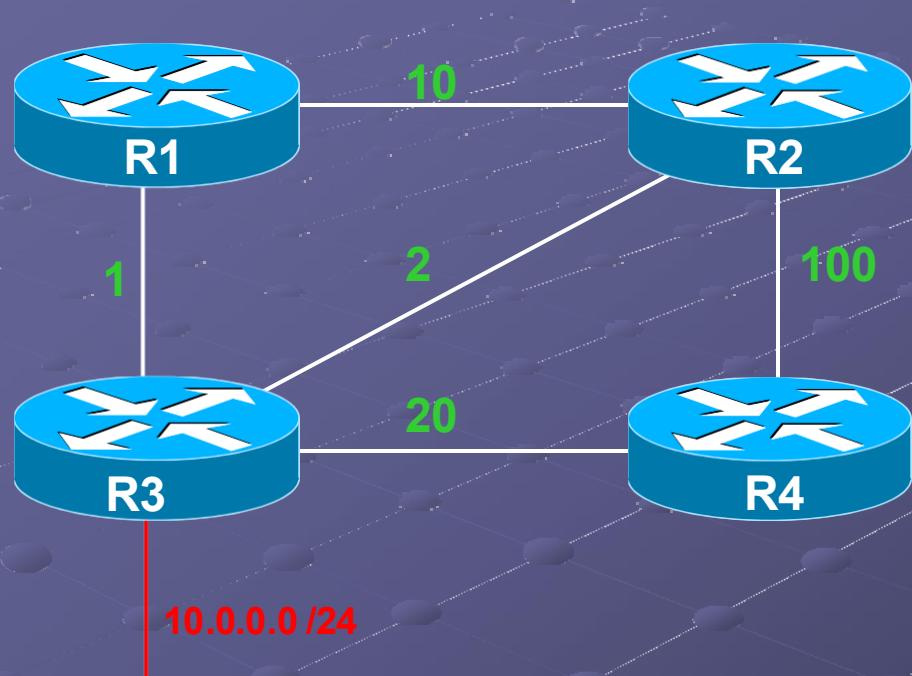
ETAPE 3

Objectif :
Décider du
chemin le plus
court pour
atteindre
chaque sous-
réseau
annoncé.

Dijkstra

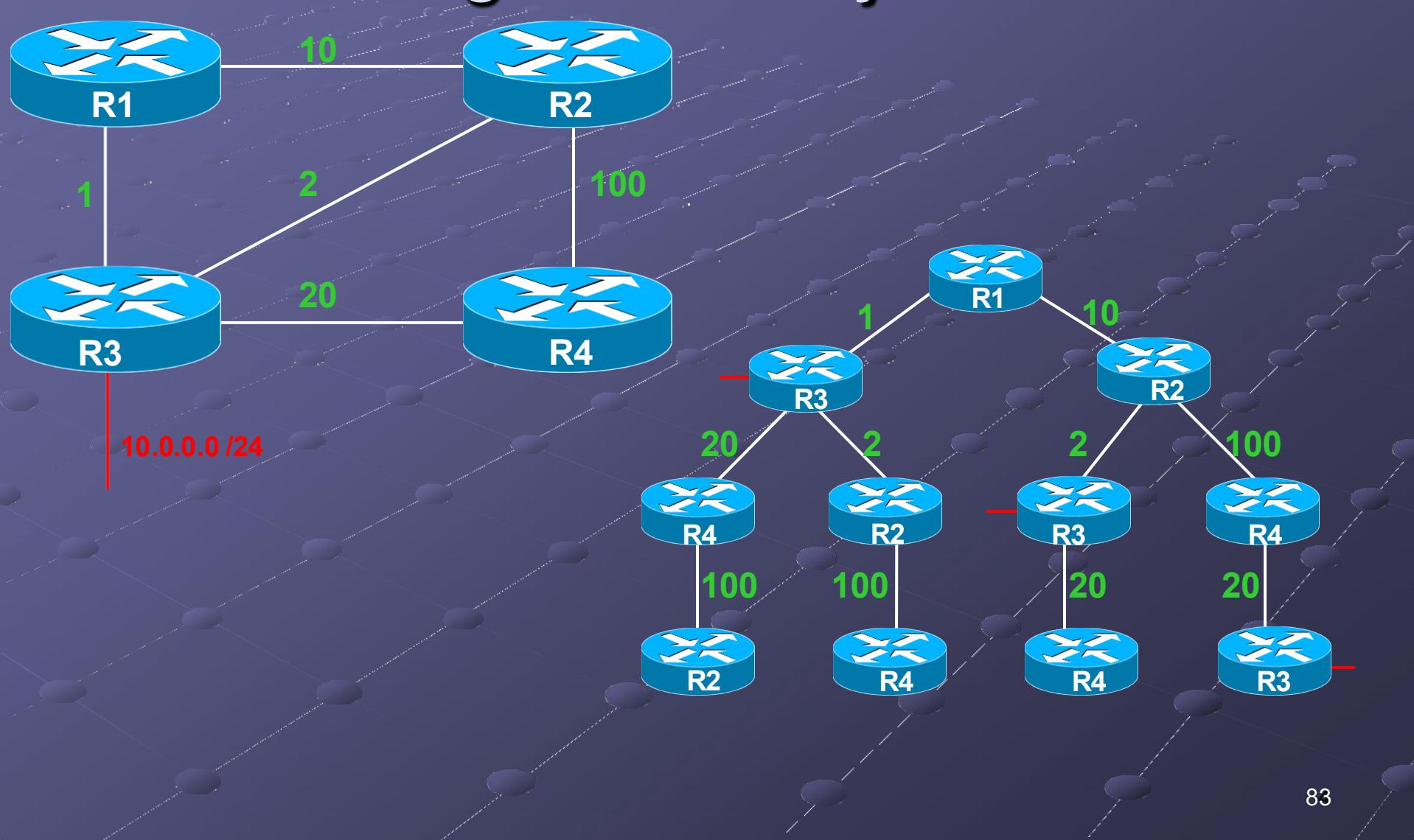
- Egalement appelé algorithme **SPF** : Shortest Path First
- **Déterminer** le chemin le plus court pour atteindre chaque réseau annoncé.
- **Injecter** ce chemin dans la table de routage, si pas de meilleur chemin déjà présent.

Exemple de topologie



Pour R1, quel est le chemin le plus court pour aller vers 10.0.0.0 /24 ?

Exemple d'application de l'algorithme Dijkstra

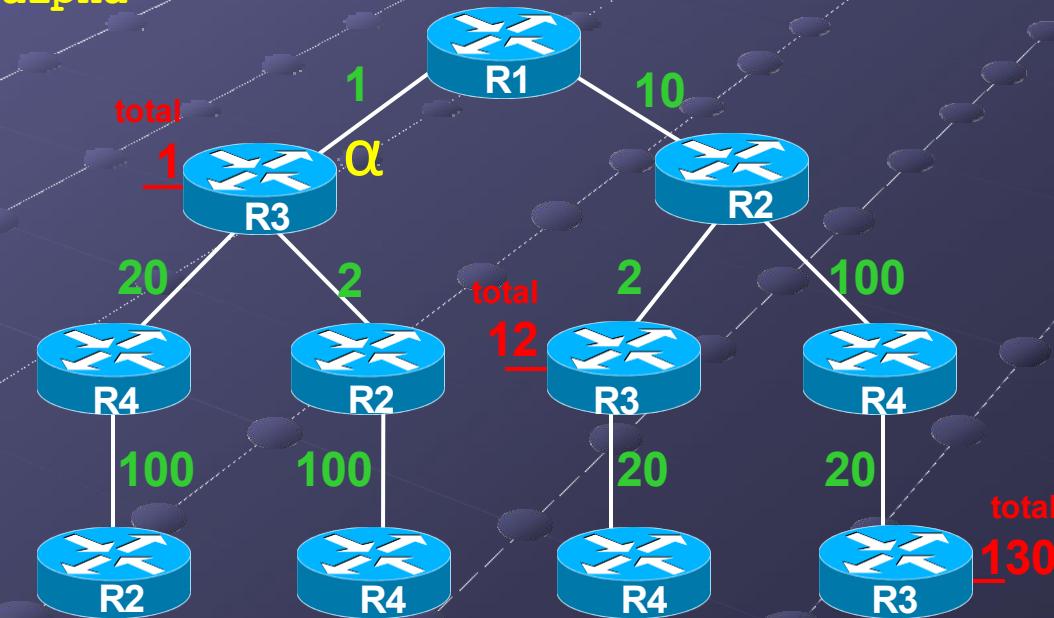


Métrique = somme des coûts

Le chemin le plus court est injecté dans la table de routage, si elle ne contenait pas de meilleur chemin :

```
show ip route
```

```
o  10.0.0.0/24 [110/1] alpha
```



Vérifier les 3 étapes

ETAPE 1

```
show ip ospf  
neighbor
```

ETAPE 2

```
show ip ospf  
database
```

ETAPE 3

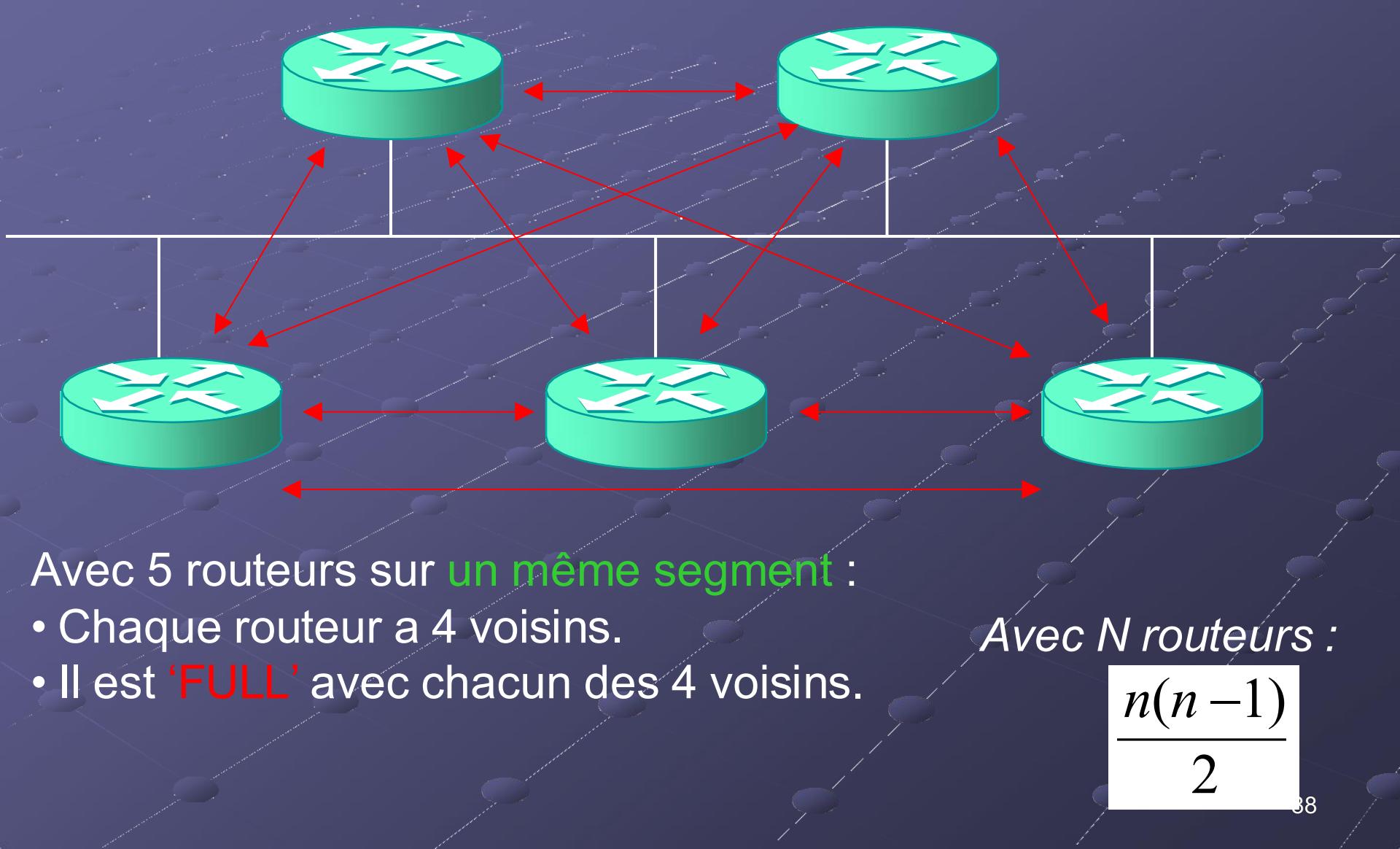
```
show ip  
route ospf
```



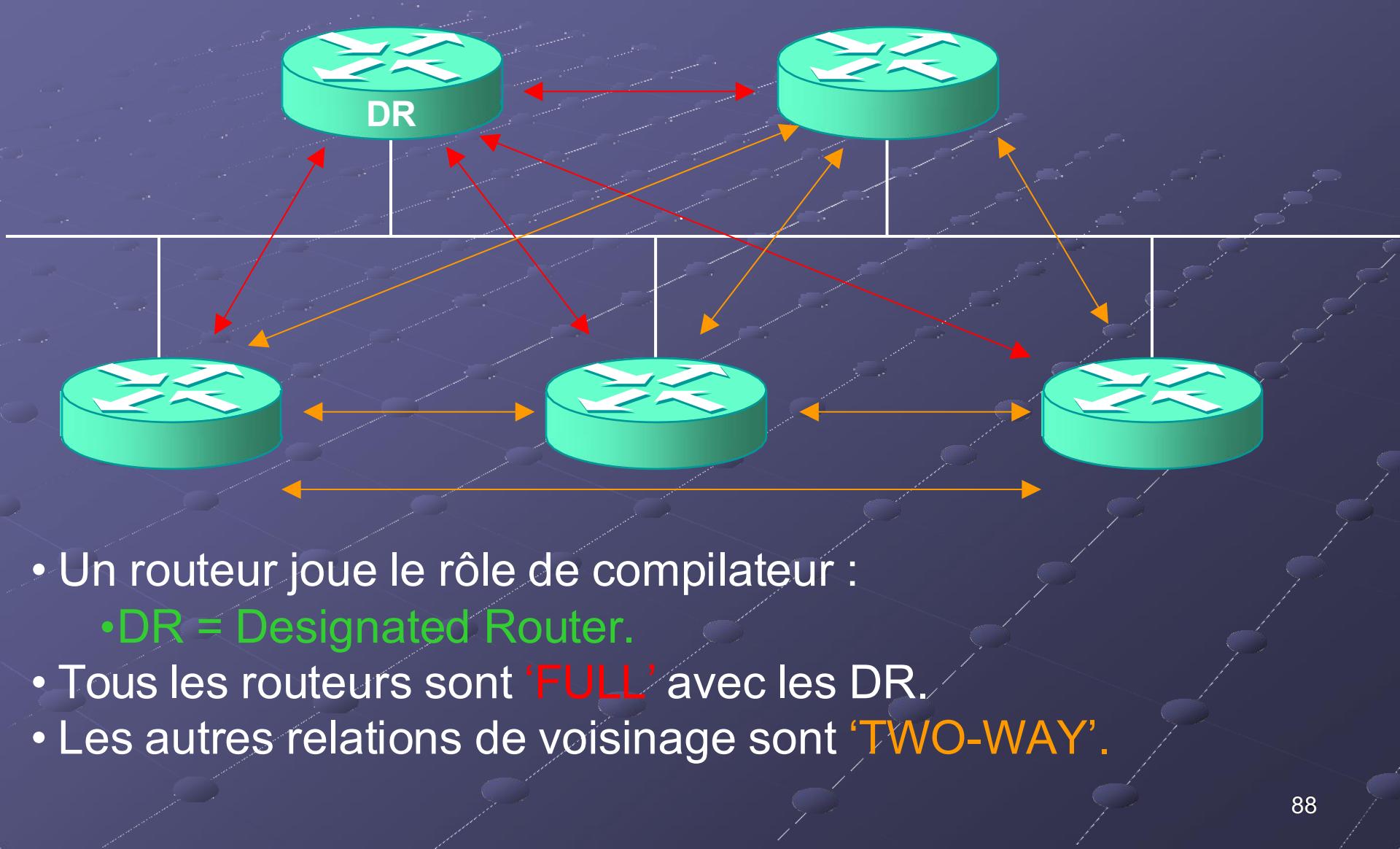
OSPF

Optimisation DR et BDR

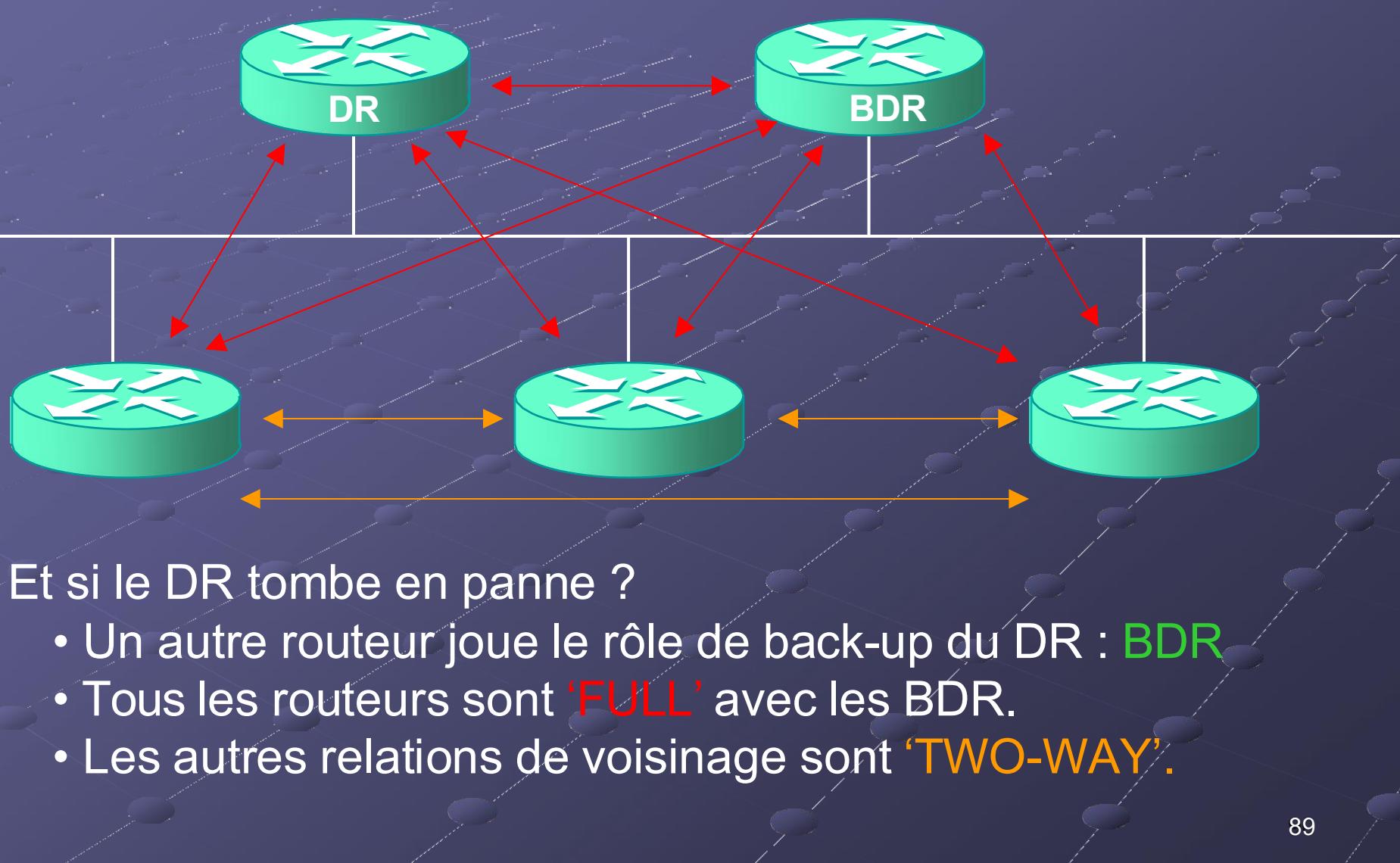
10 relations ‘FULL’



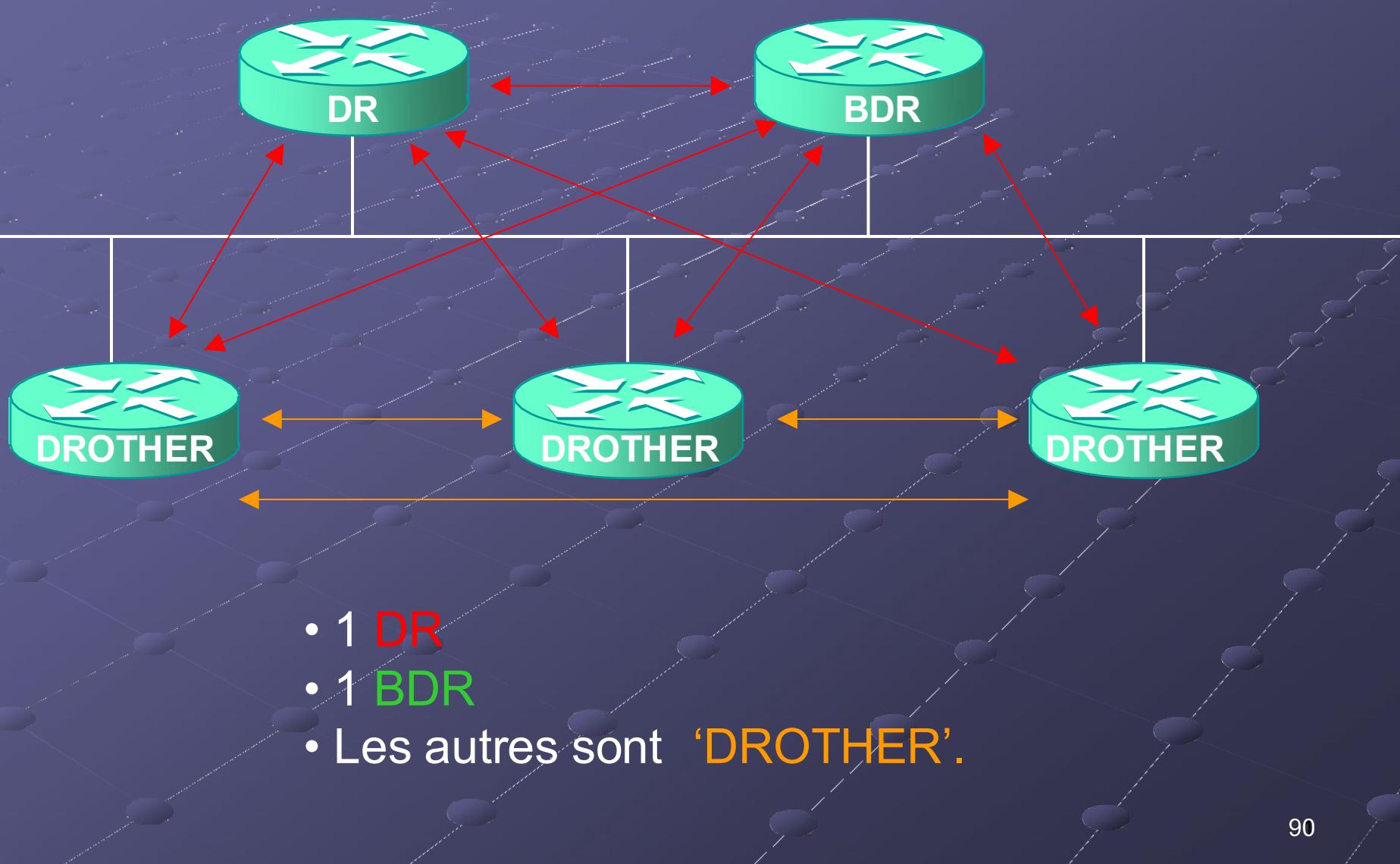
4 relations ‘FULL’



7 relations ‘FULL’



Configuration finale



Priorité OSPF

- Chaque interface a une priorité.
- Par défaut, la priorité est égale à 1.
- Configurable entre 0 et 255 :
 - configure terminal
 - interface fa0/0
 - ip ospf priority 2
- Election de DR/BDR
- The following criteria are applied:
 1. DR: Router with the highest OSPF interface priority (from 0 to 255).
 2. BDR: Router with the second highest OSPF interface priority.
 3. If OSPF interface priorities are equal, the highest router ID is used to break the tie.
- Default OSPF interface priority is 1.
- Current configuration, the OSPF router ID is used to elect the DR and BDR.

Le choix du DR

- Le DR est celui ...
dont **la priorité est la plus grande.**

*une priorité de 0 signifie que
ce routeur n'est pas éligible en tant que DR ni BDR*

- En cas d'égalité, le DR est celui ...
dont **le Router-ID est le plus grand.**

le Router-ID est unique

Le choix du DR n'est pas préemptif !

- The following **criteria** are applied:
 - DR:** Router with the highest OSPF interface priority (from 0 to 255).
 - BDR:** Router with the second highest OSPF interface priority.
 - If OSPF interface priorities are equal, the highest router ID is used to break the tie.
- Default OSPF interface priority** is 1.
- Current configuration, the OSPF router ID is used to elect the DR and BDR.

Deux adresses multicast

- Les DR et BDR écoutent sur 224.0.0.6
- Tous les routeurs OSPF écoutent sur 224.0.0.5
- Pour communiquer avec le DR ou BDR, j'utilise 224.0.0.6
- Pour communiquer avec tout voisin OSPF, j'utilise 225.0.0.5