

# 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

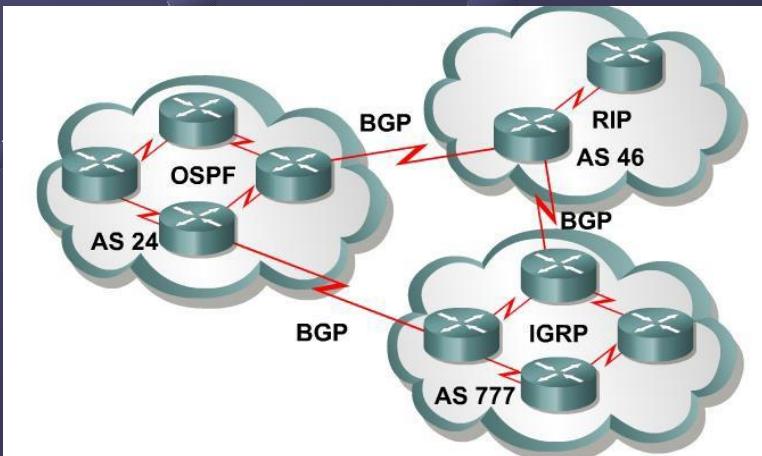
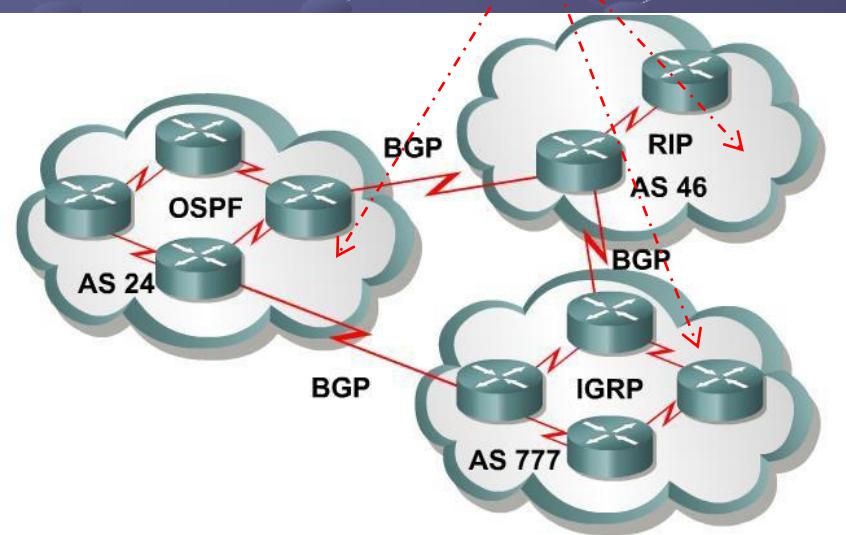
## Routage Inter-domaine(EGP)

### 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.

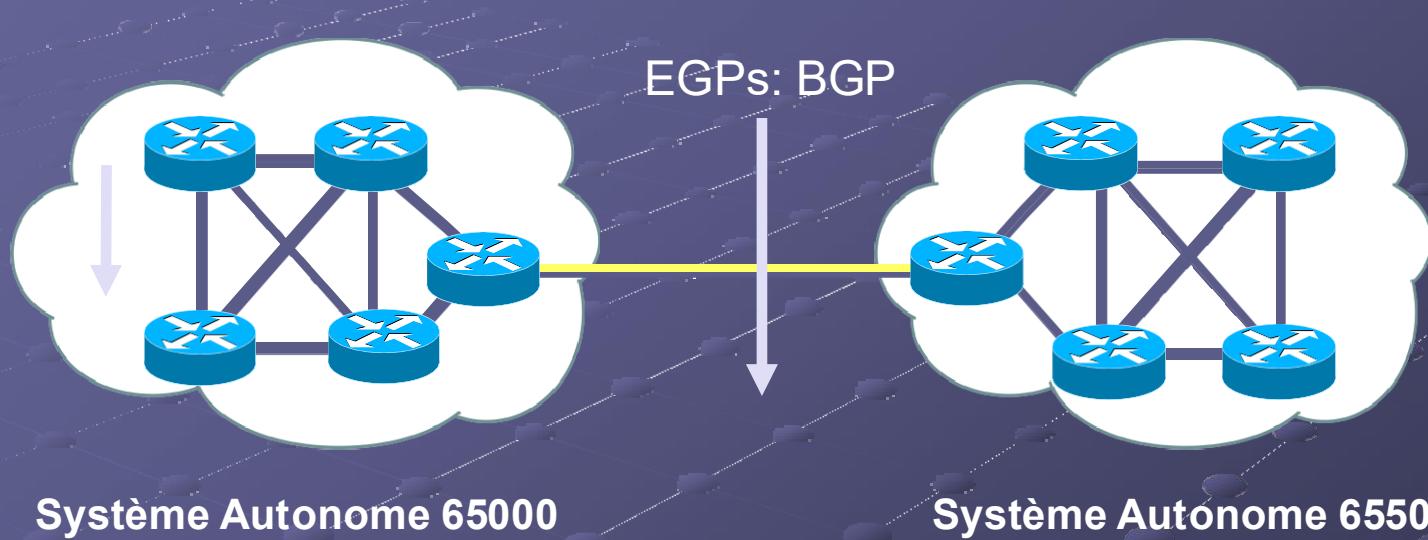
### Problèmes à prendre en compte :

- 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 ?  
 **$\Sigma$  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 / <b>2</b> ]	<b>1+1</b>
O	10.0.4.0 /24	[110 / <b>102</b> ]	<b>1+1+100</b>

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

# 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

- Le coût doit être un entier.

- Ceci pose problème pour toutes les bandes passantes supérieures à 100 Mb/s

- Exemples :

- 100 Mb/s                      coût = 1
  - 1 Gb/s                         coût = 0,1  
                                        ramené à 1
  - 10 Gb/s                        coût = 0,01  
                                       ramené à 1

- Conséquence :

- Par défaut, OSPF ne sait pas faire de distinction entre 100 Mb/s et 1 Gb/s

# 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**

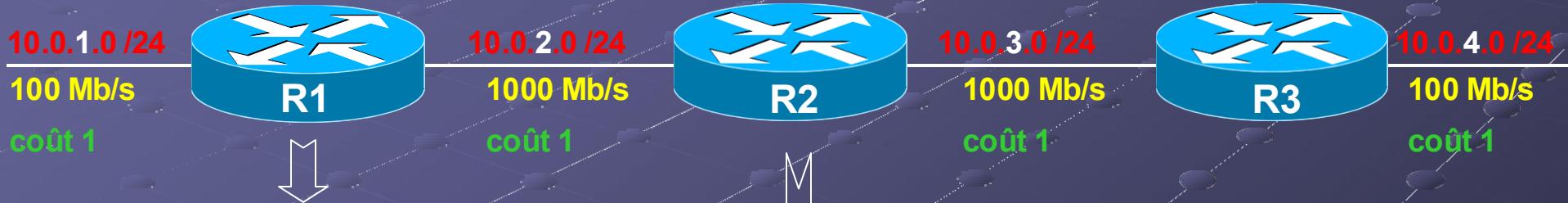


	Réseau	[AD / m]
C	10.0.1.0 /24	
C	10.0.2.0 /24	
O	10.0.3.0 /24	[110 / ?]
O	10.0.4.0 /24	[110 / ?]

	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 / <b>2</b> ]	<b>1+1</b>
O	10.0.4.0 /24	[110 / <b>3</b> ]	<b>1+1+1</b>

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

# 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 :

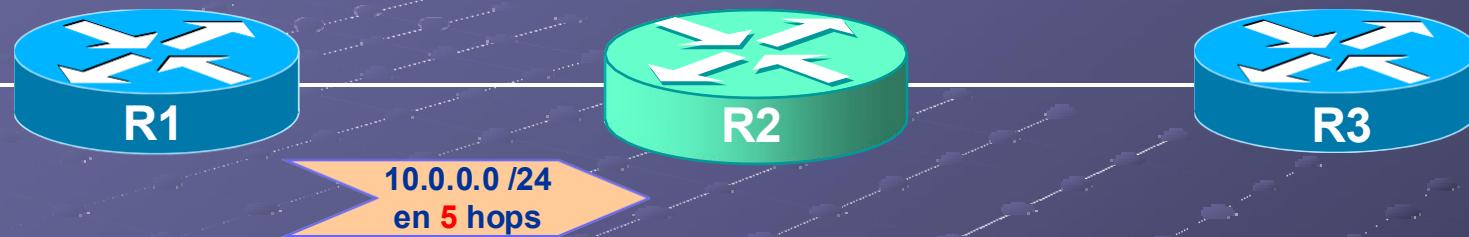
LS

« Link State »

# DV et LS

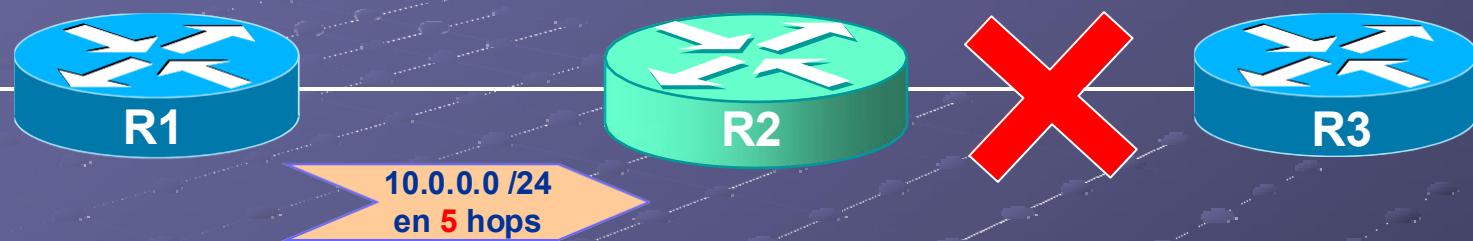
- Les protocoles à Vecteur de distance envoient à leurs voisins une partie de leur table de routage.
  - cette information sera-t-elle transférée par le voisin à un tiers ?
- Les protocoles à Etat de Lien envoient à leurs voisins des données sur les réseaux auxquels ils sont connectés.
  - cette information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

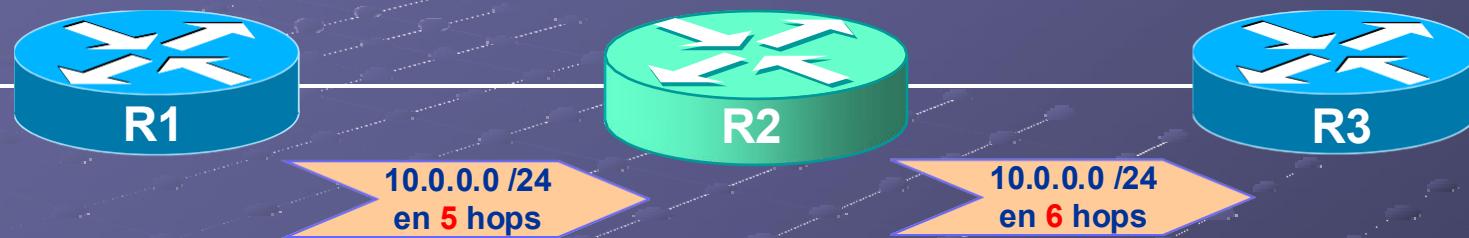


OUI : j'ai une meilleure route vers 10.0.0.0 /24 !

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

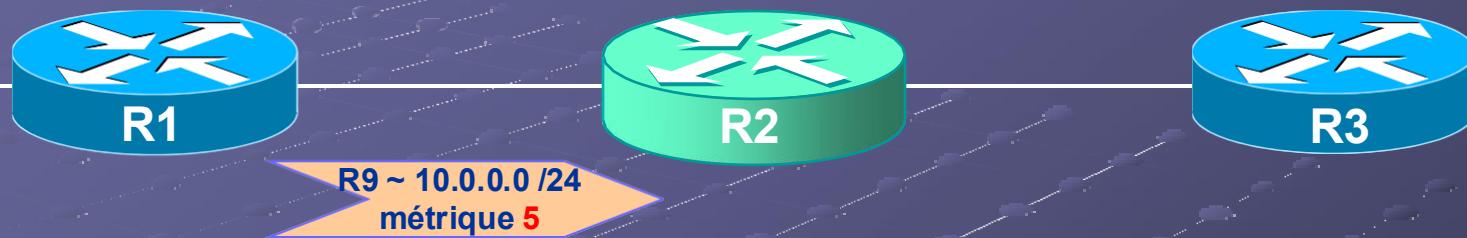


NON : je n'ai pas de meilleure route  
vers 10.0.0.0 /24 !

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

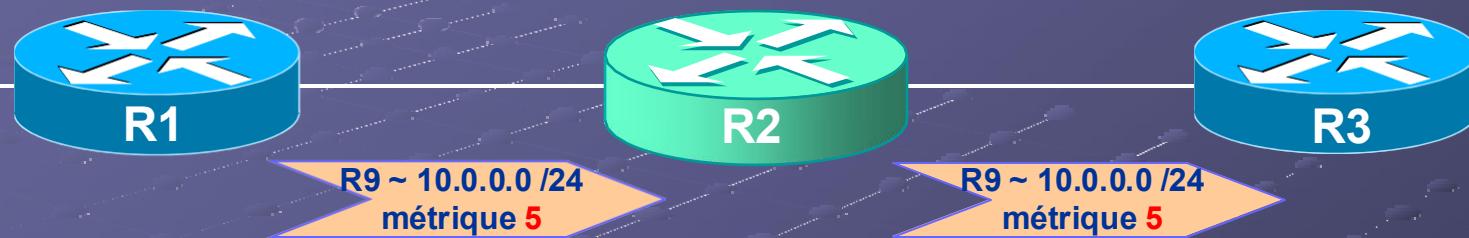
Je transfère à R3 une annonce **modifiée** :  
j'ai mis à jour la métrique.

# 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....

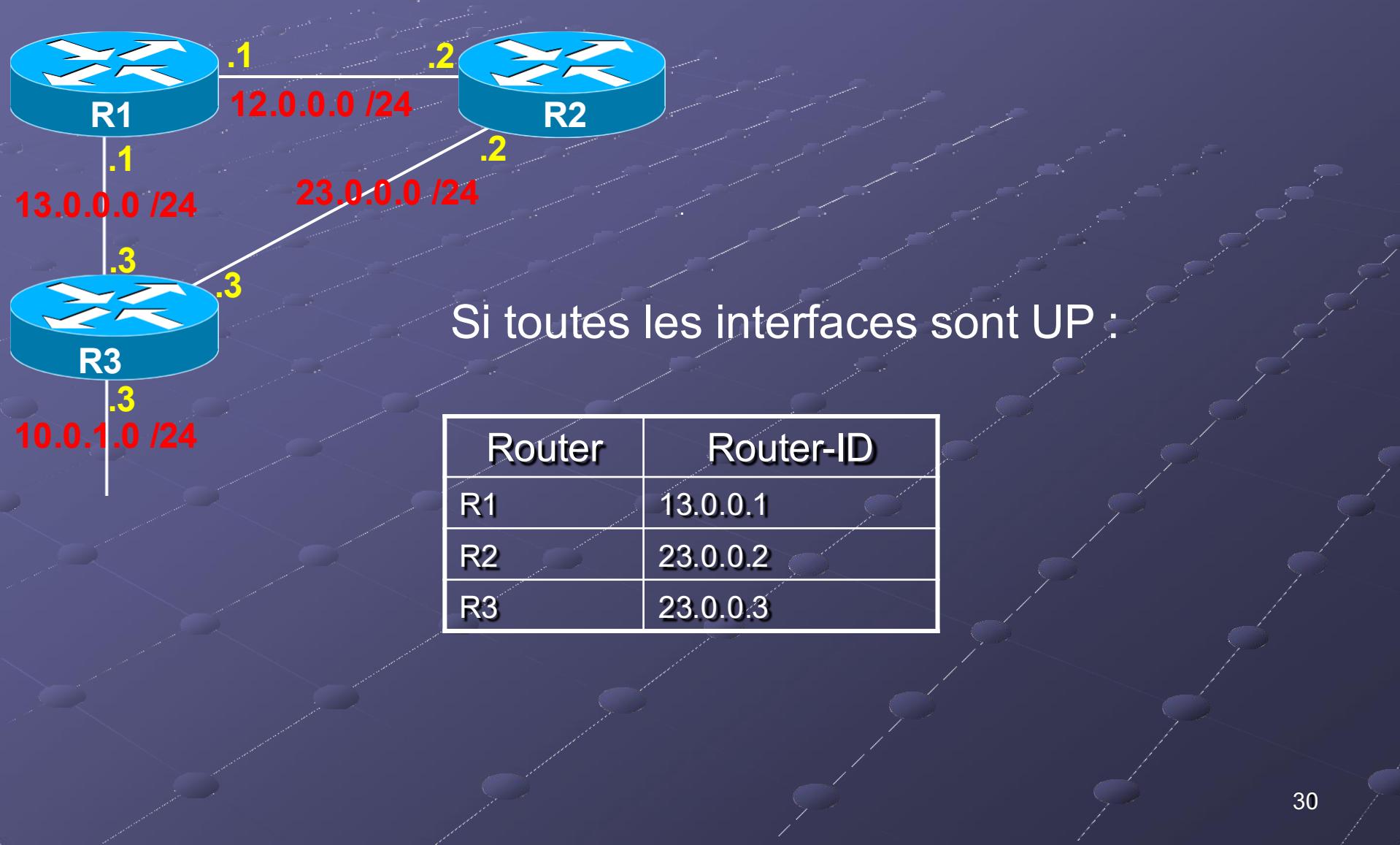
# Router-ID

- 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

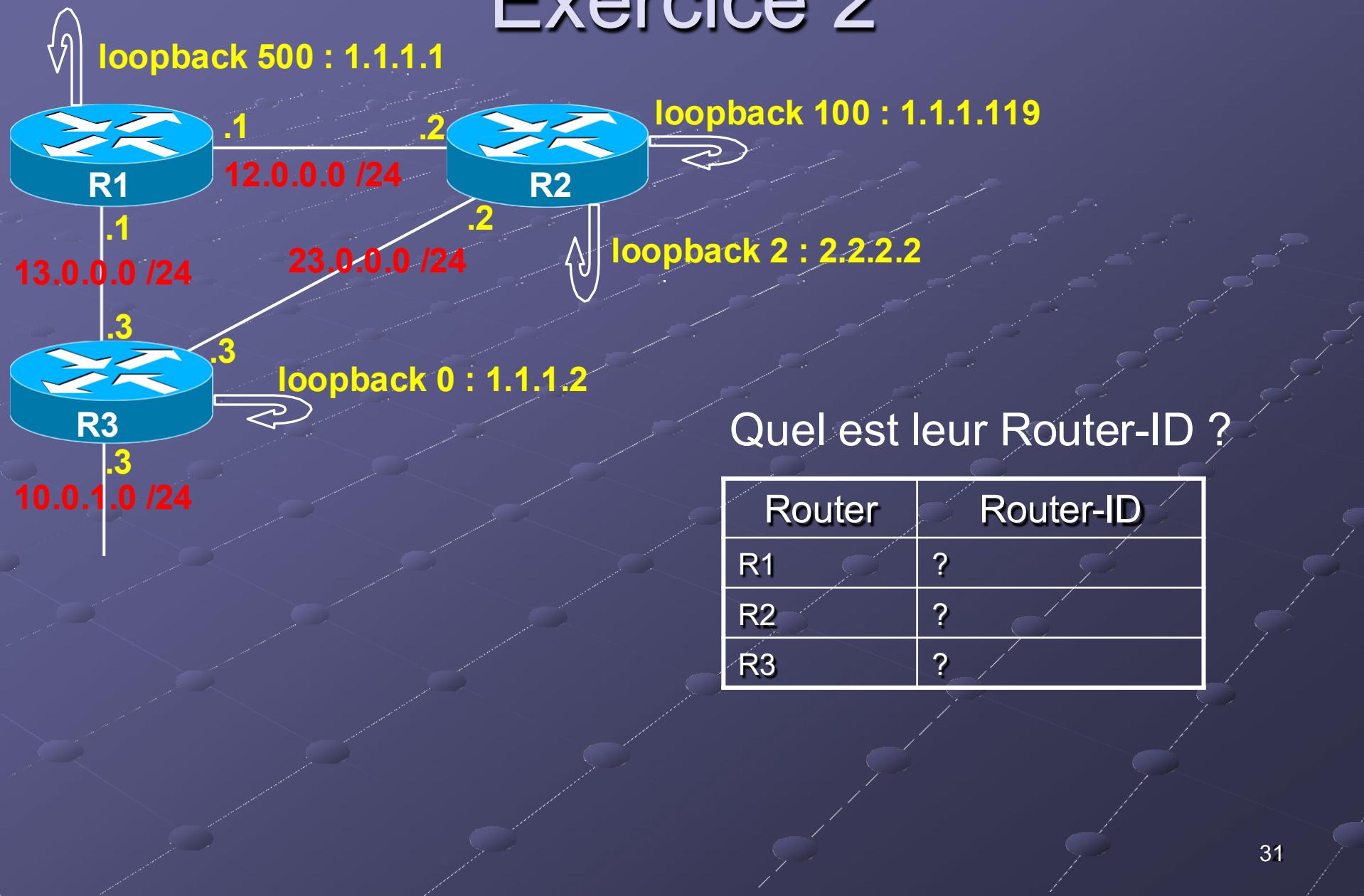
# Exercice 1



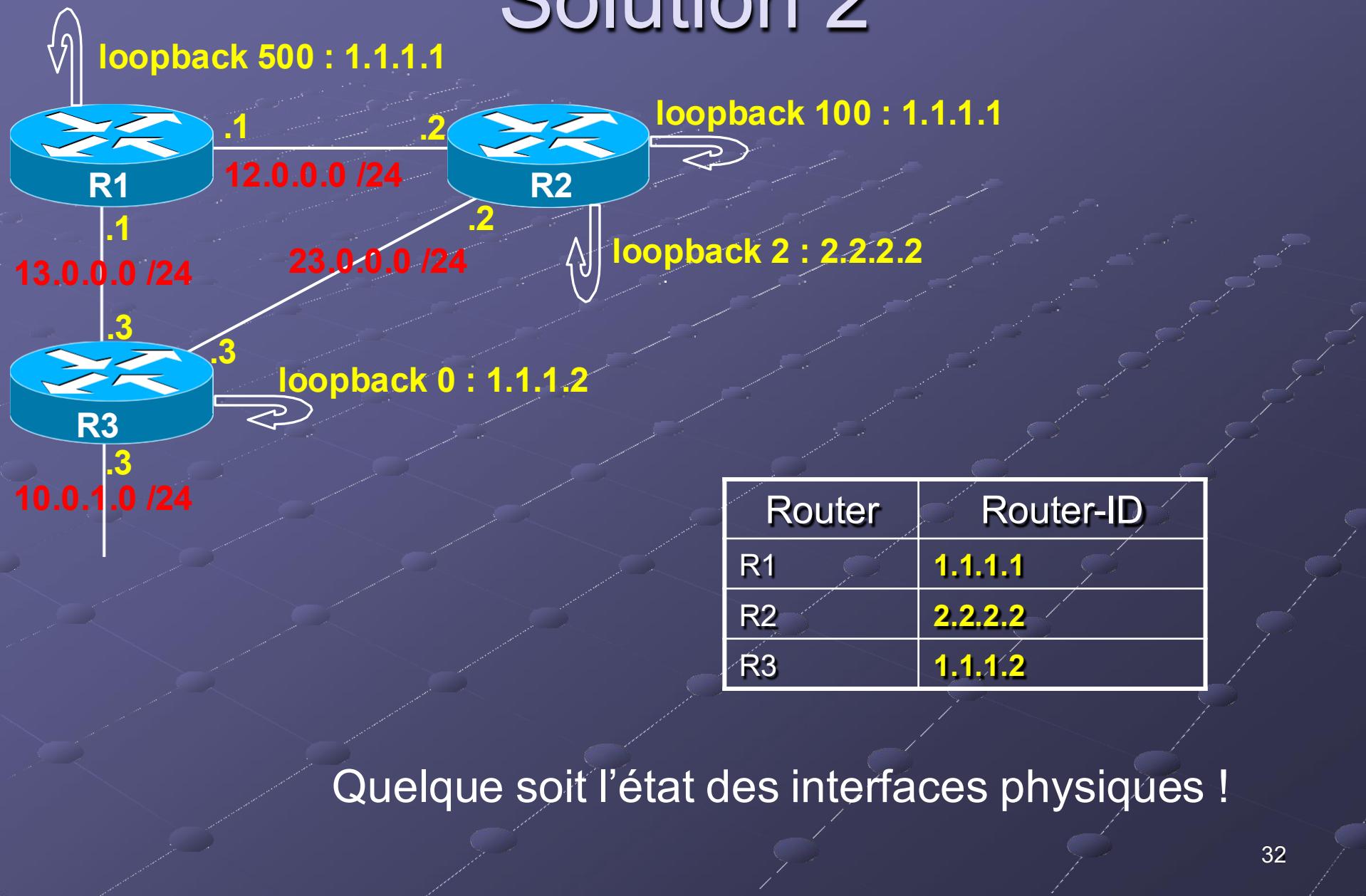
# Solution 1



# 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

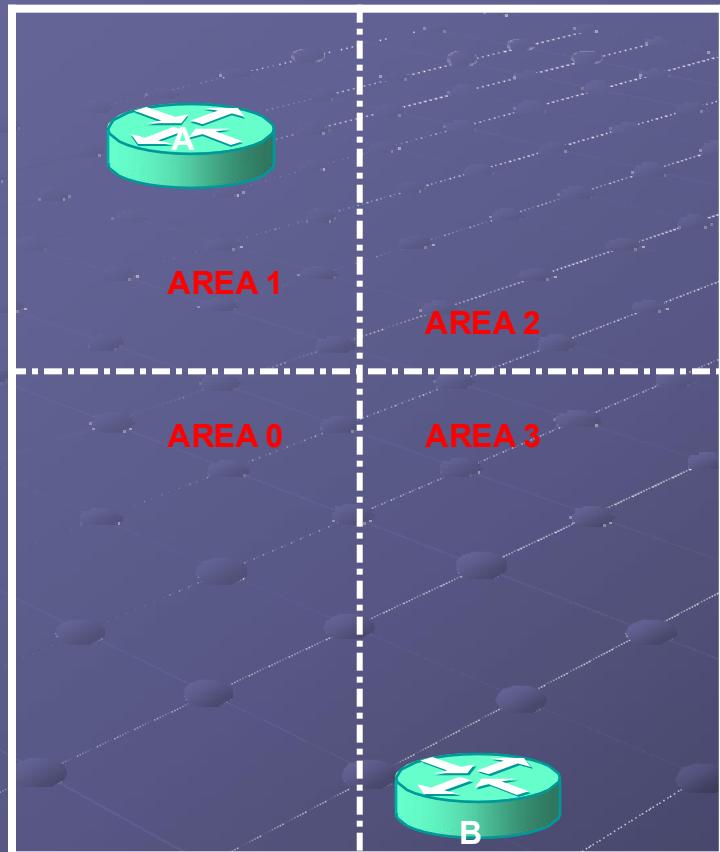
## Optimiser les ressources

# Sans aires



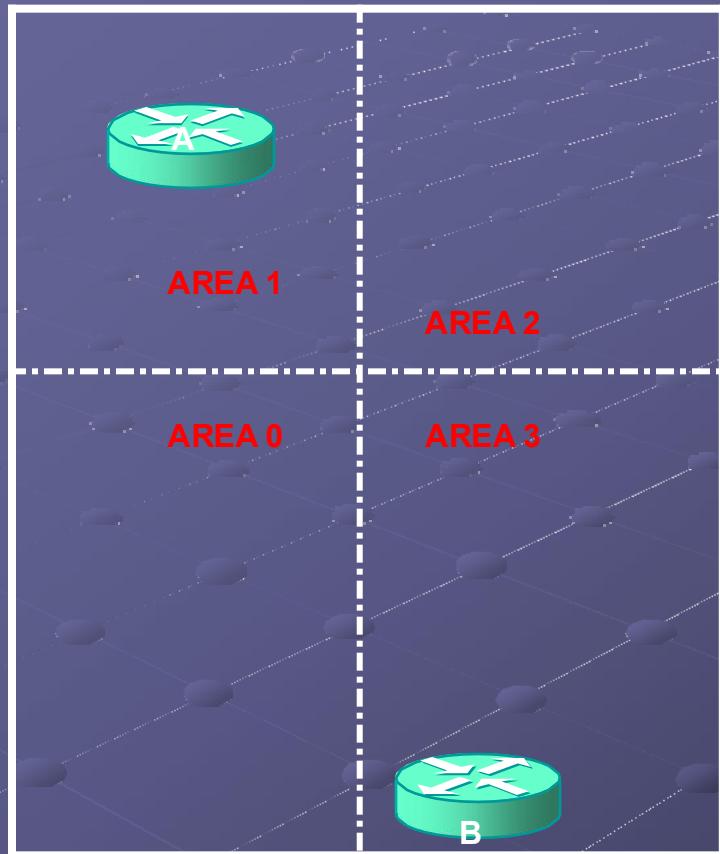
- A et B auront en mémoire la même cartographie, i.e. **TOUT** le réseau.
- A et B devront appliquer l'algorithme à toute la cartographie, i.e. **TOUS** les sous-réseaux.

# Avec aires



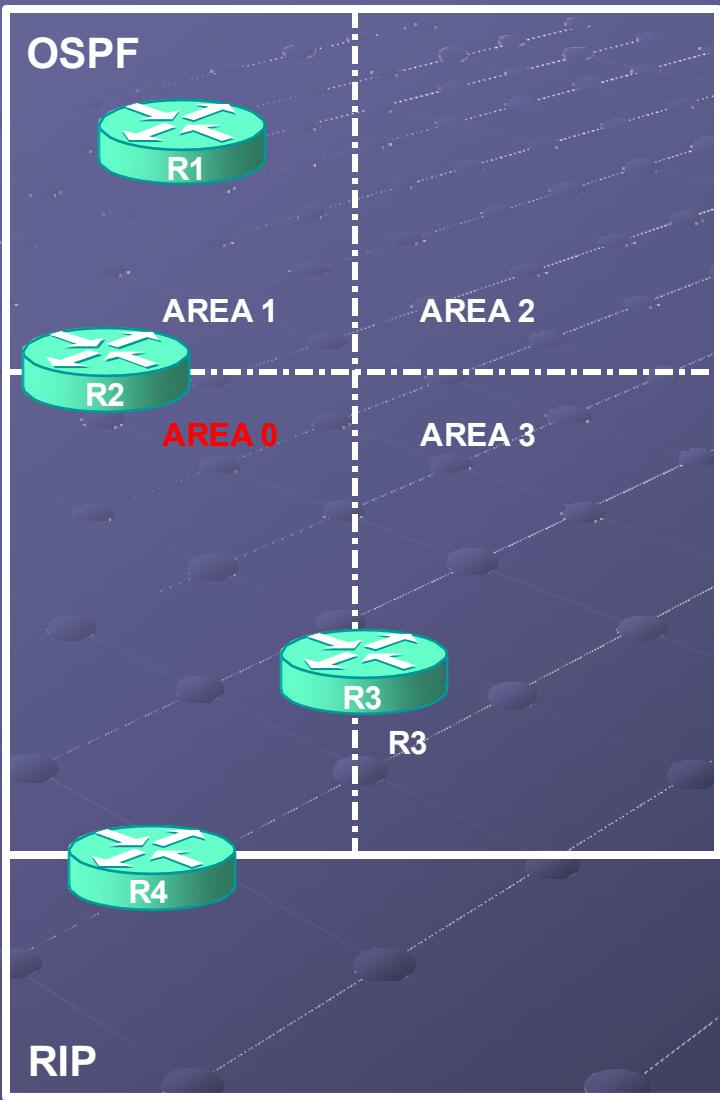
- A n'aura en mémoire que la cartographie de l'aire 1.
- A ne devra appliquer l'algorithme qu'aux sous-réseaux de l'aire 1.

# Problème avec les aires



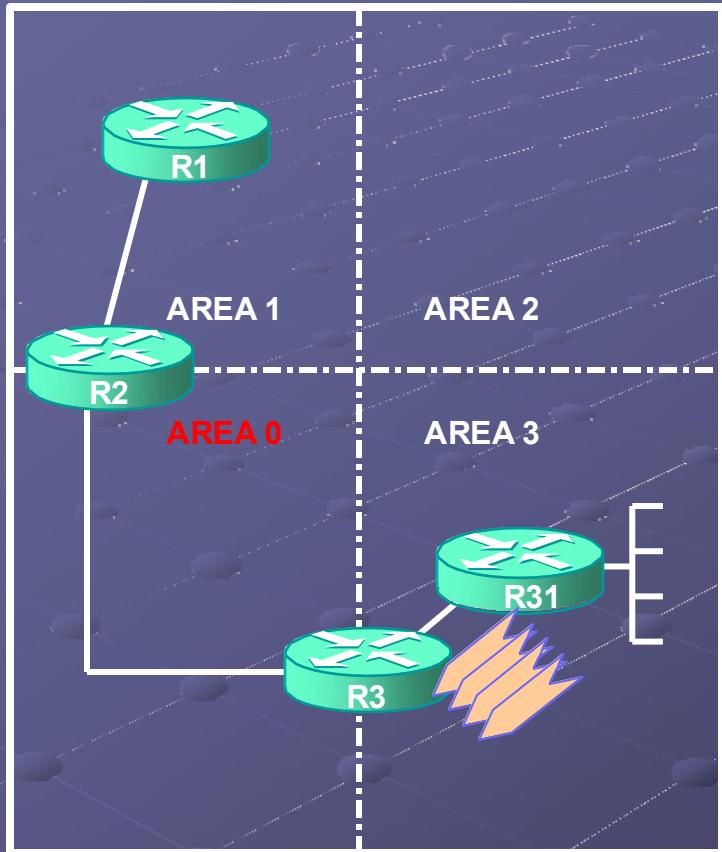
Donc **A** ne saura **pas** joindre  
les sous-réseaux des  
autres aires !

# Rôles



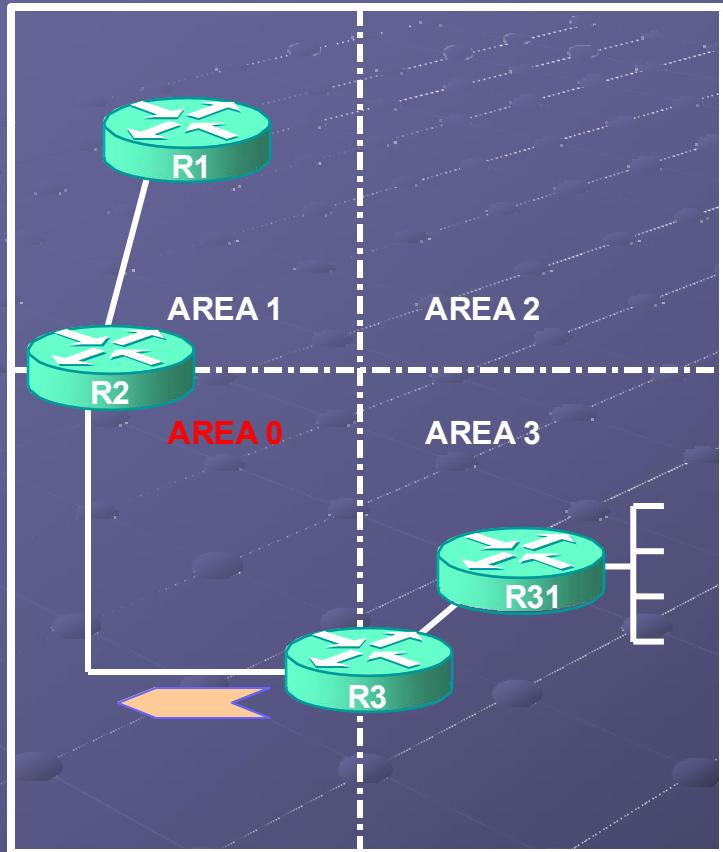
- R1 : **Internal Router**.
- R2, R3 : **Area Border Router = ABR**.
- R4 : **Autonomous System Border Router = ASBR**.
- Area 0 : **Backbone** = toutes les autres aires doivent lui être rattachées.

# Intérêts des Aires 1/3



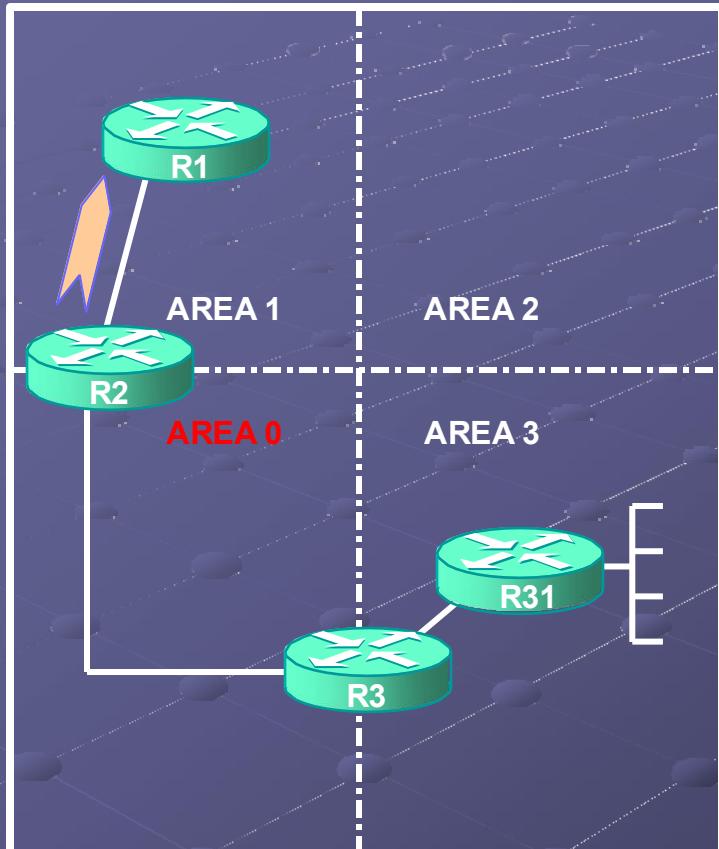
- R31 (**internal**) va générer au moins 4 LSA, une pour chacun de ses 4 sous-réseaux.

# 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 :

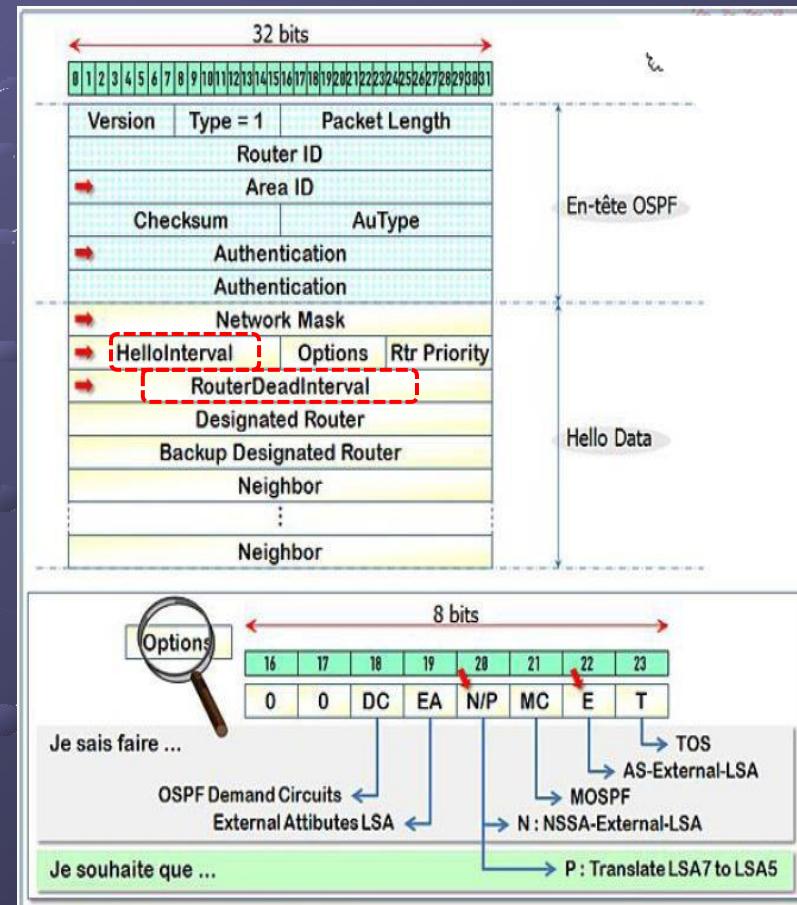
- recherche automatique des voisins
- utiliser l'adresse IP multicast 224.0.0.5.

● 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
```

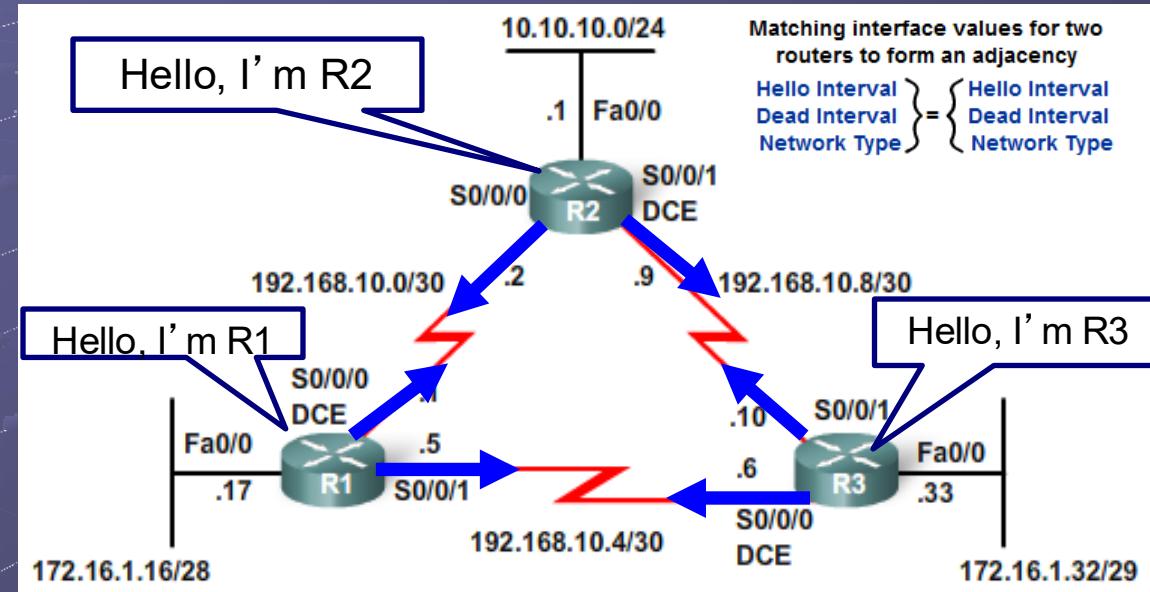
**Hello due in 00:00:02**

# 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

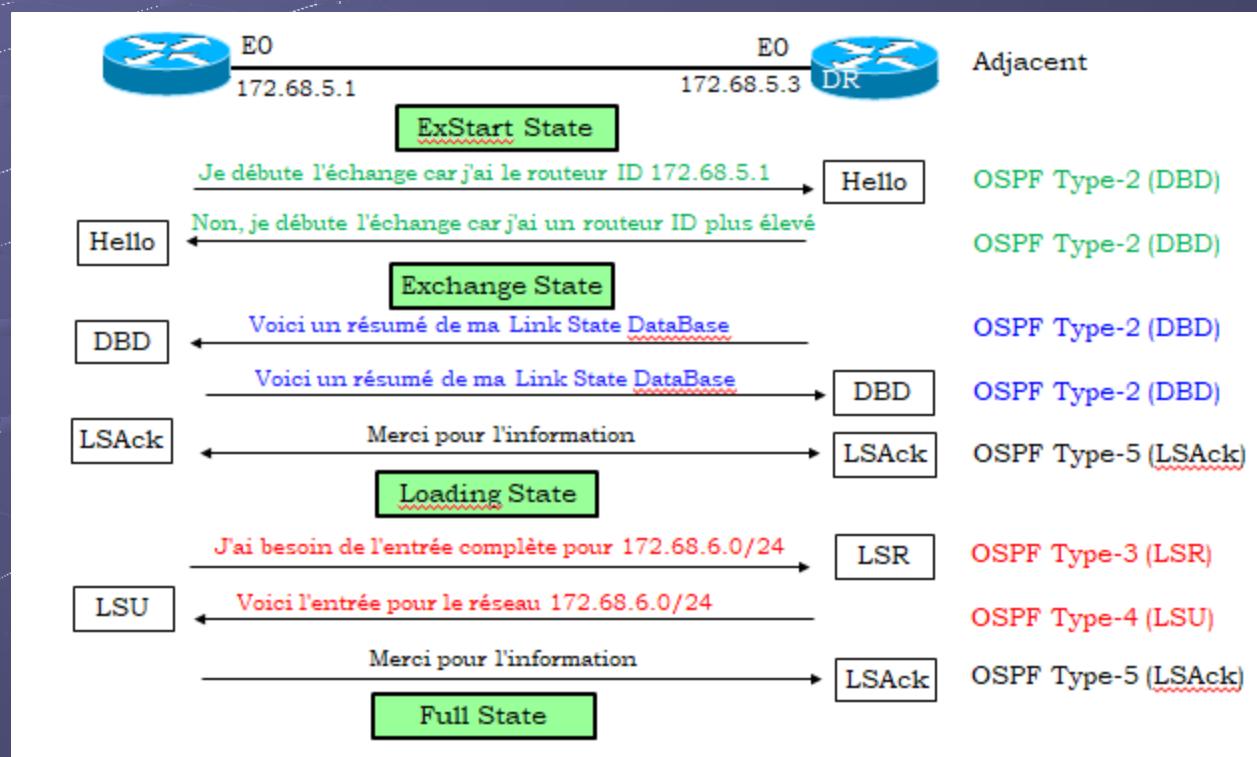
Objectif :  
Construire la  
**cartographie** du  
réseau.

## 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	<b>FULL</b>	00:00:39	13.0.0.3	FastEthernet1/0
24.0.0.2		1	<b>FULL</b>	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

Mon Router-ID

Mon n° de process

Le numéro de l'aire

Router Link States (Area 0)

Link ID

12.0.0.2  
13.0.0.3  
24.0.0.4  
34.0.0.4

ADV Router

24.0.0.2  
34.0.0.3  
34.0.0.4  
34.0.0.4

Age

201  
41  
35  
35

Seq#

0x80000005  
0x80000005  
0x80000005  
0x80000005

Checksum

0x005C89  
0x003598  
0x00278C  
0x00217D

Net Link States (Area 0)

Les 4 réseaux annoncés

Les Router-ID des annonces

# 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.

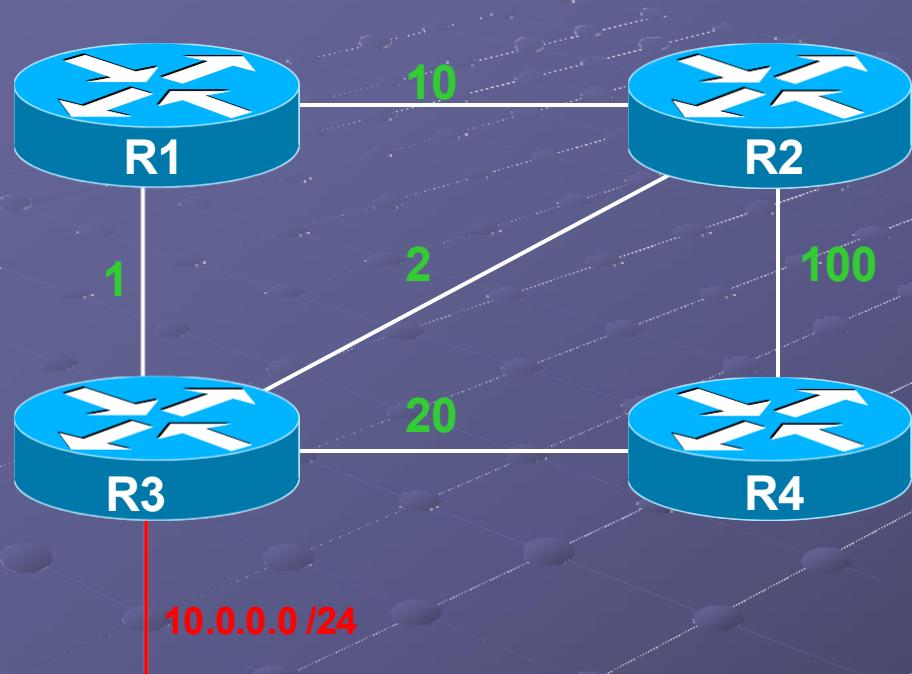
## ETAPE 3

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

# Dijkstra

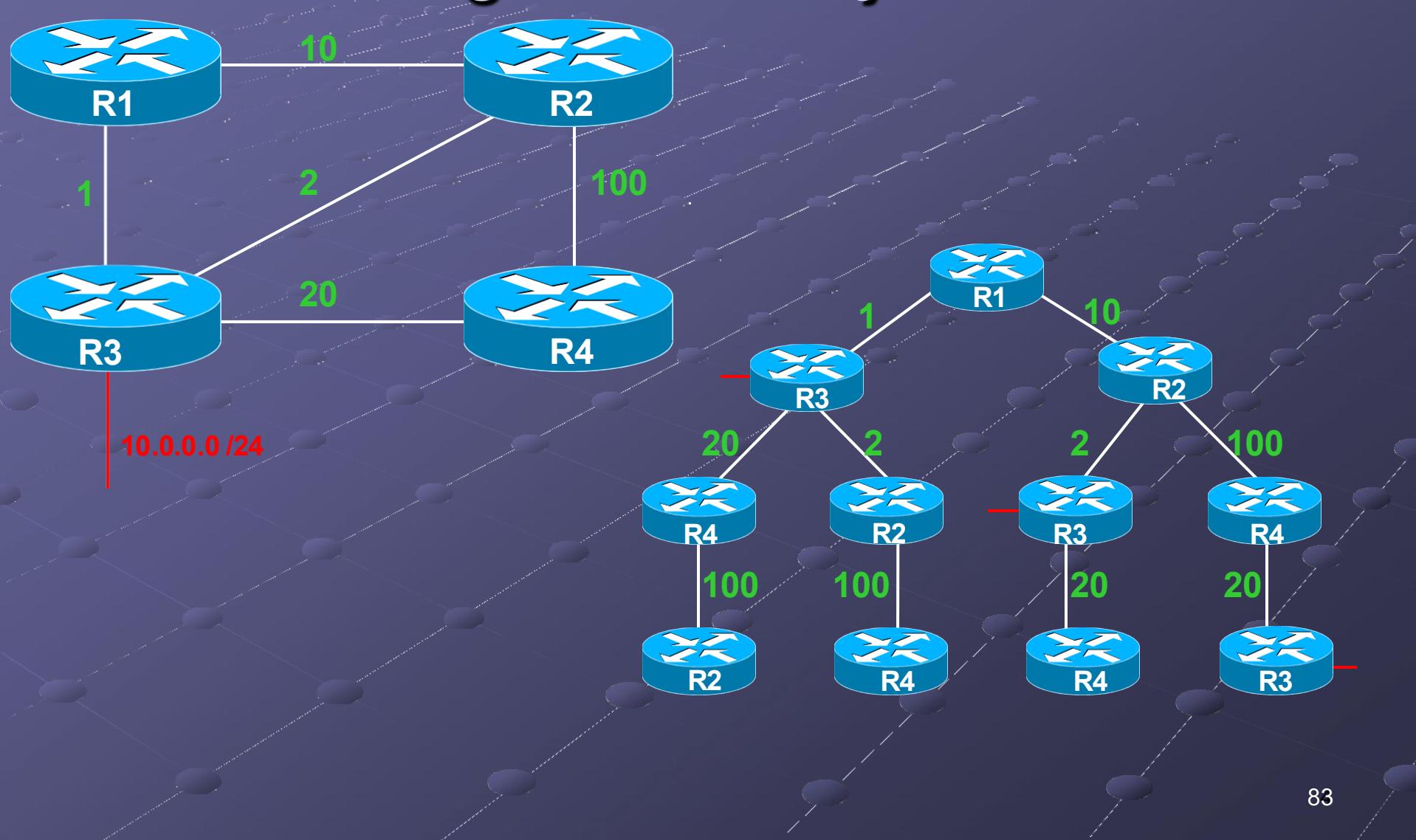
- Egalement appelé algorithme **SPF** : Shortest Path First
- **Déterminer** le chemin le plus court pour atteindre chaque réseau annoncé.
- **Injecter** ce chemin dans la table de routage, si pas de meilleur chemin déjà présent.

# 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

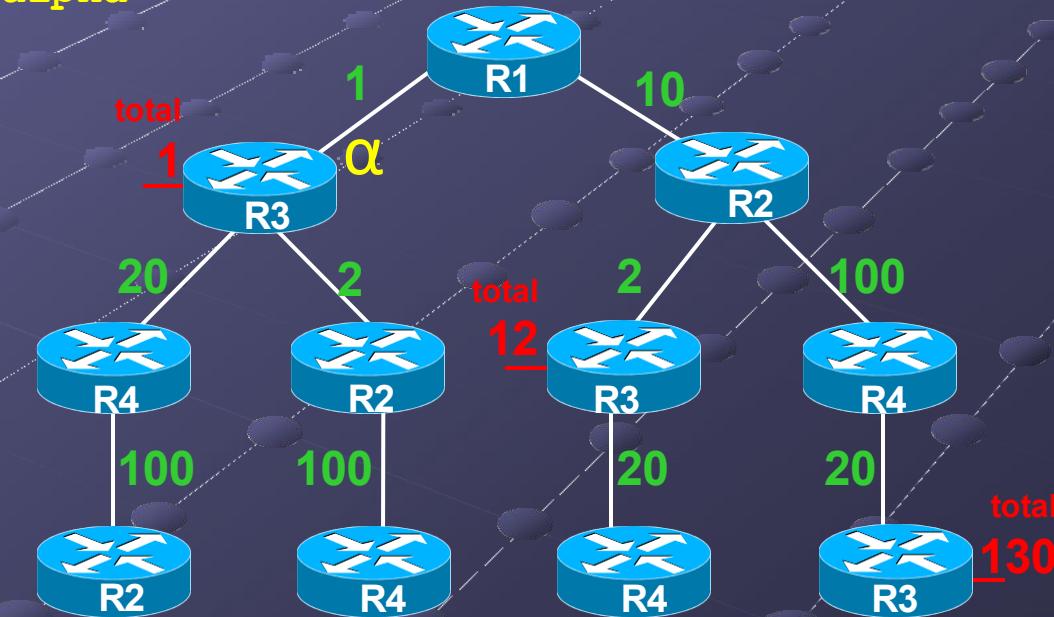


# Métrique = somme des coûts

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

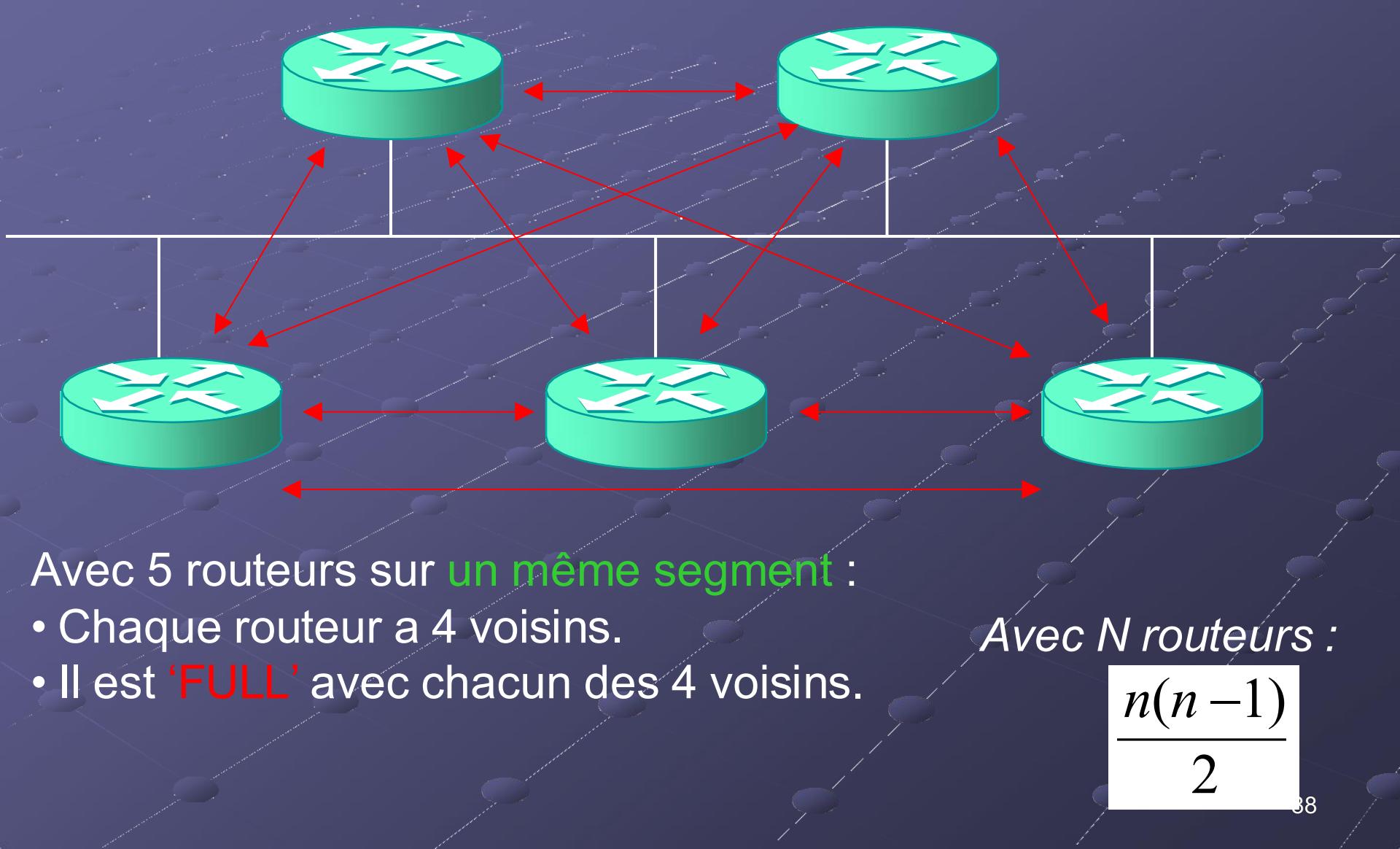
```
show ip  
route ospf
```



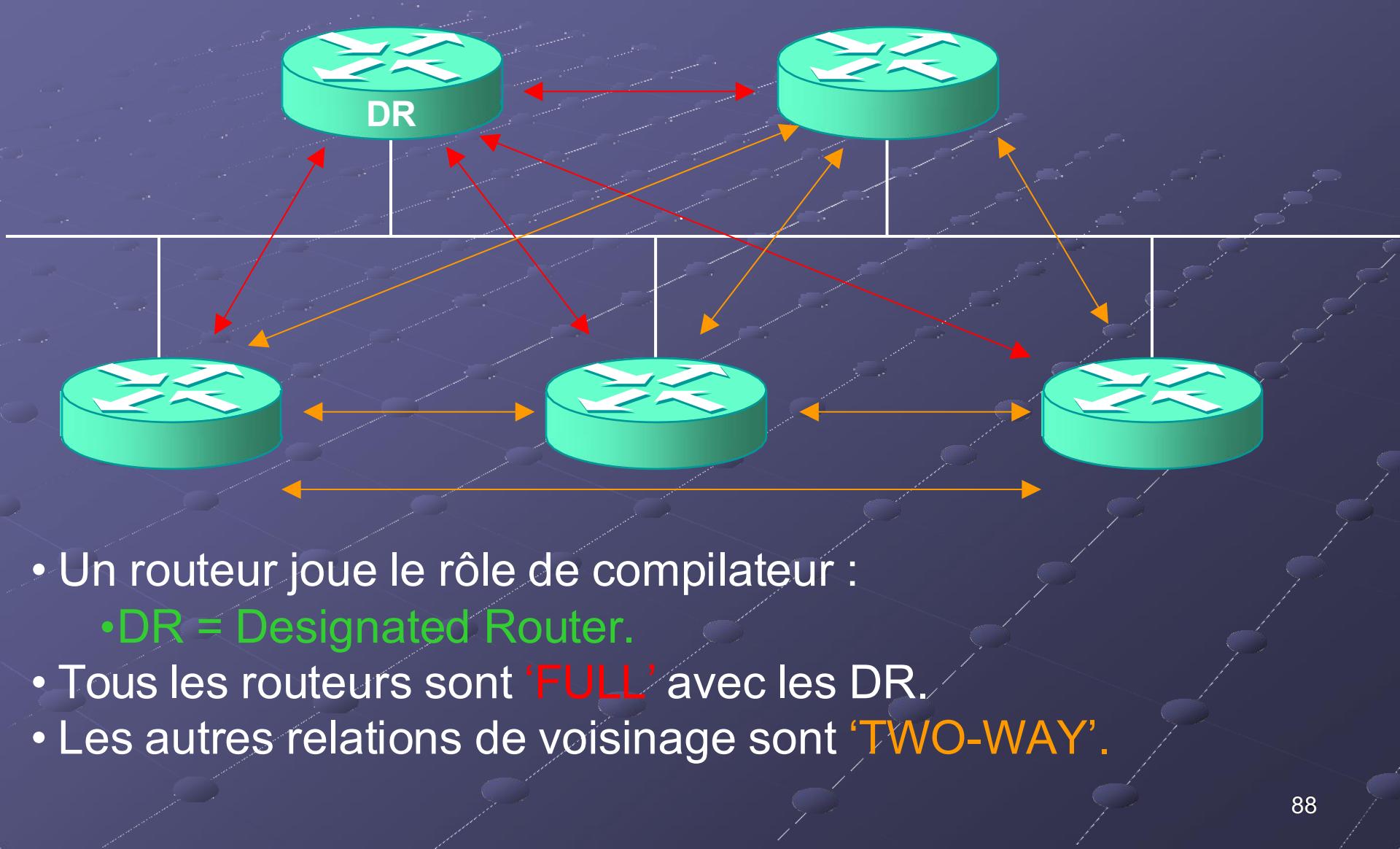
# OSPF

## Optimisation DR et BDR

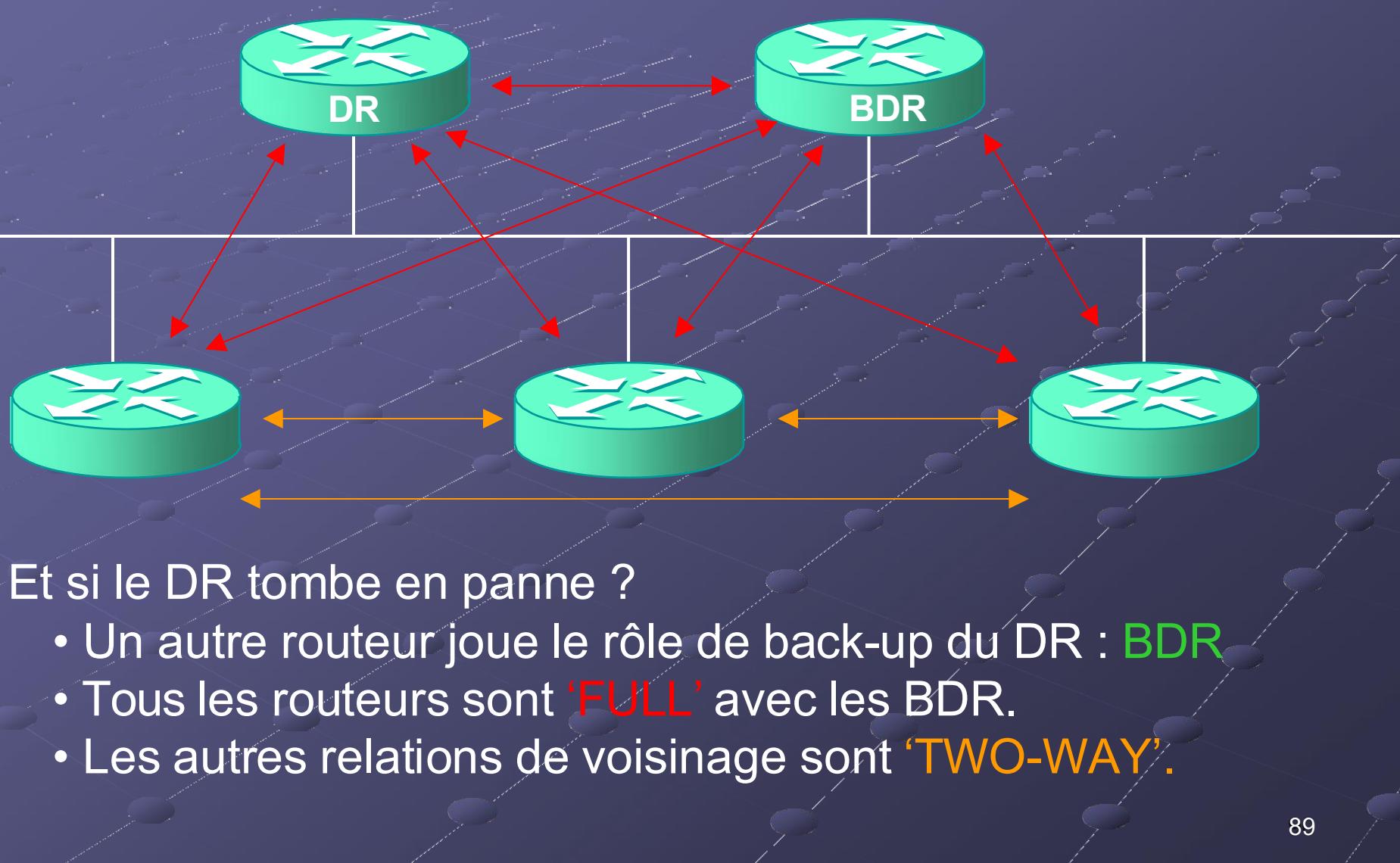
# 10 relations ‘FULL’



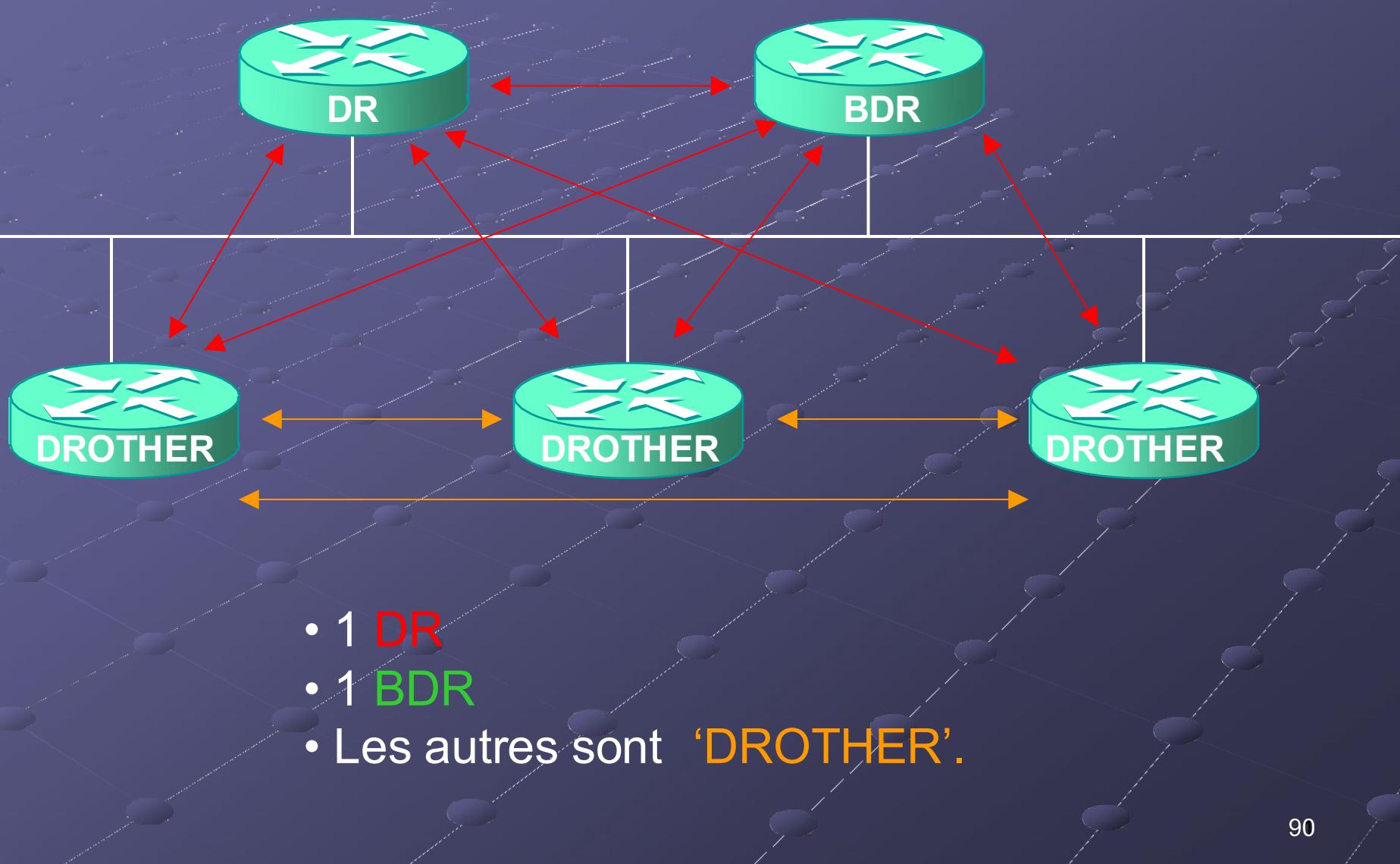
# 4 relations ‘FULL’



# 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