

La couche L3

Network, partie 2

Corentin Badot-Bertrand

PARTIE #1

Les bases du routage

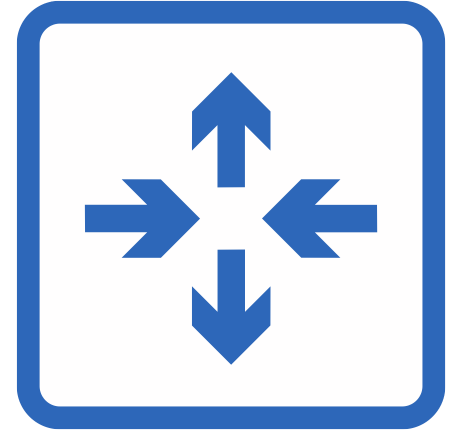
Echanger des informations de
façon efficace entre réseaux



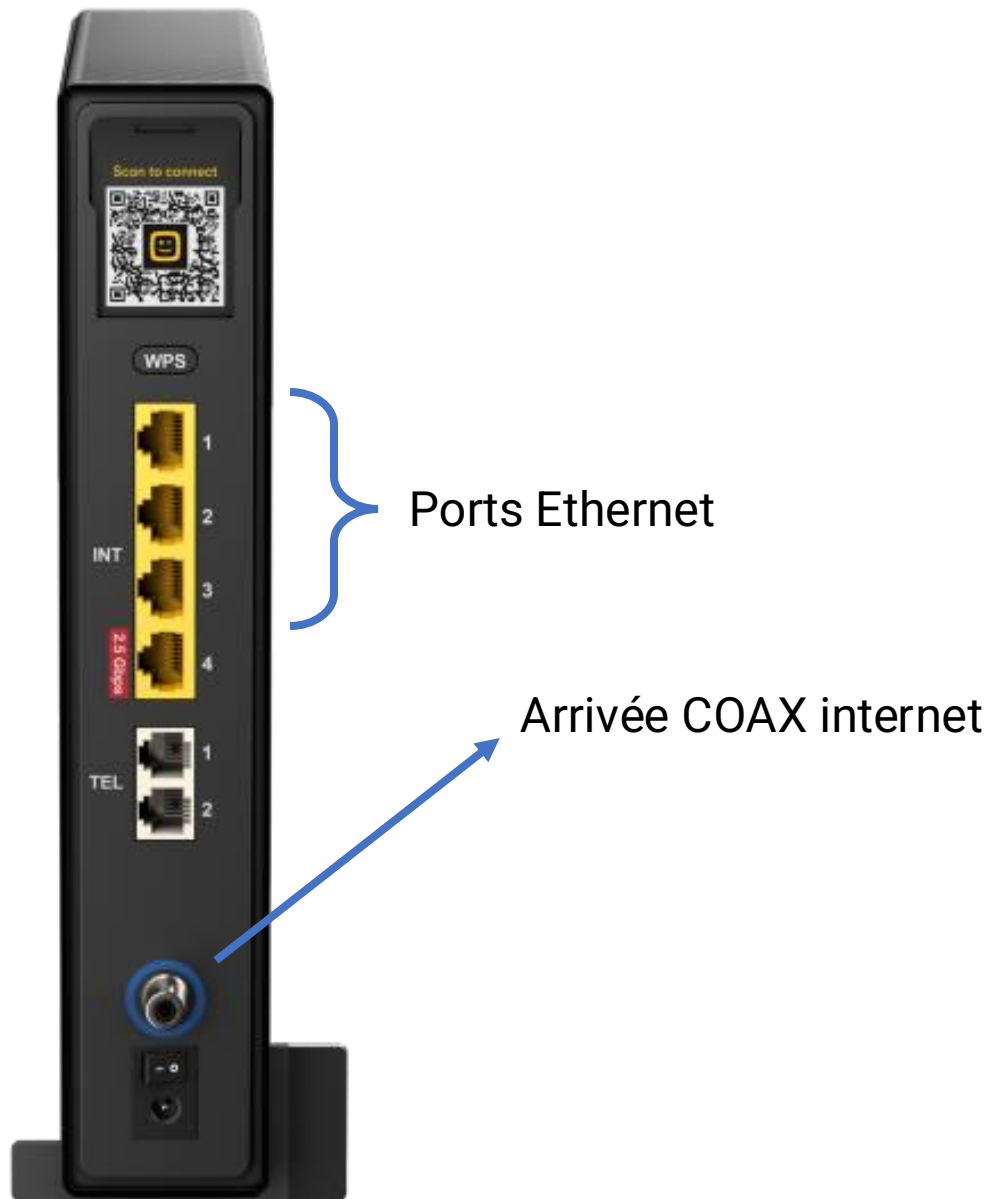
Routeur (L3 Network)

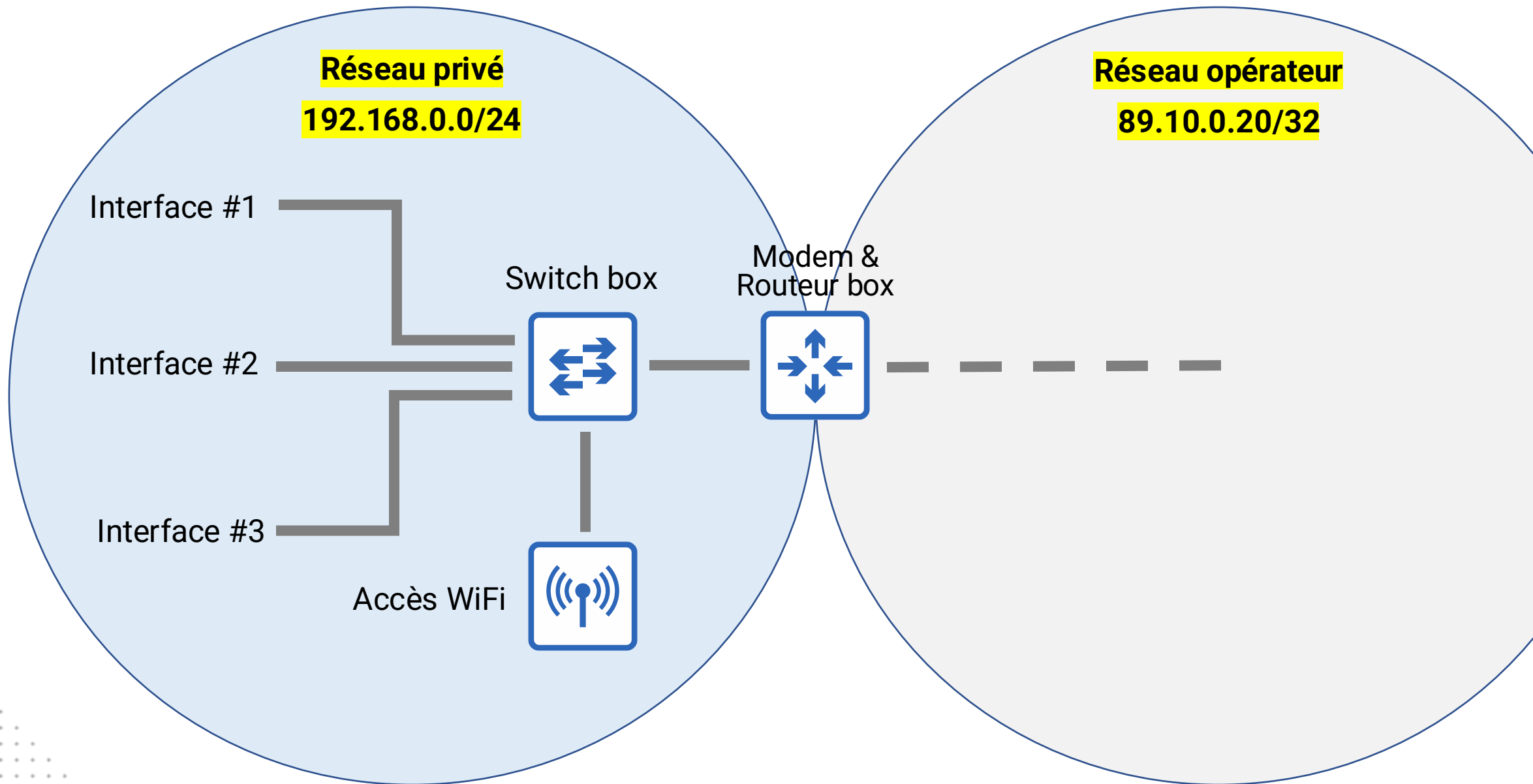
Equipement réseau qui fait transiter les paquets (OSI L3)

- Transit = acheminer les données (paquets)
- ... d'une source vers une destination
- Sur base d'une logique (mécanisme de routage) il transfère les paquets
- ... d'une interface vers une autre interface réseau



Les routeurs sont omniprésents dans les réseaux modernes





Rappel, adresses IP privées

Certaines ranges d'IP sont assignées à des réseaux privés

- Réseaux locaux d'entreprise & domestiques
- 10.0.0.0 – 10.255.255.255
- 172.16.0.0 – 172.31.255.255
- 192.168.0.0 – 192.168.255.255

Les adresses non-assignables

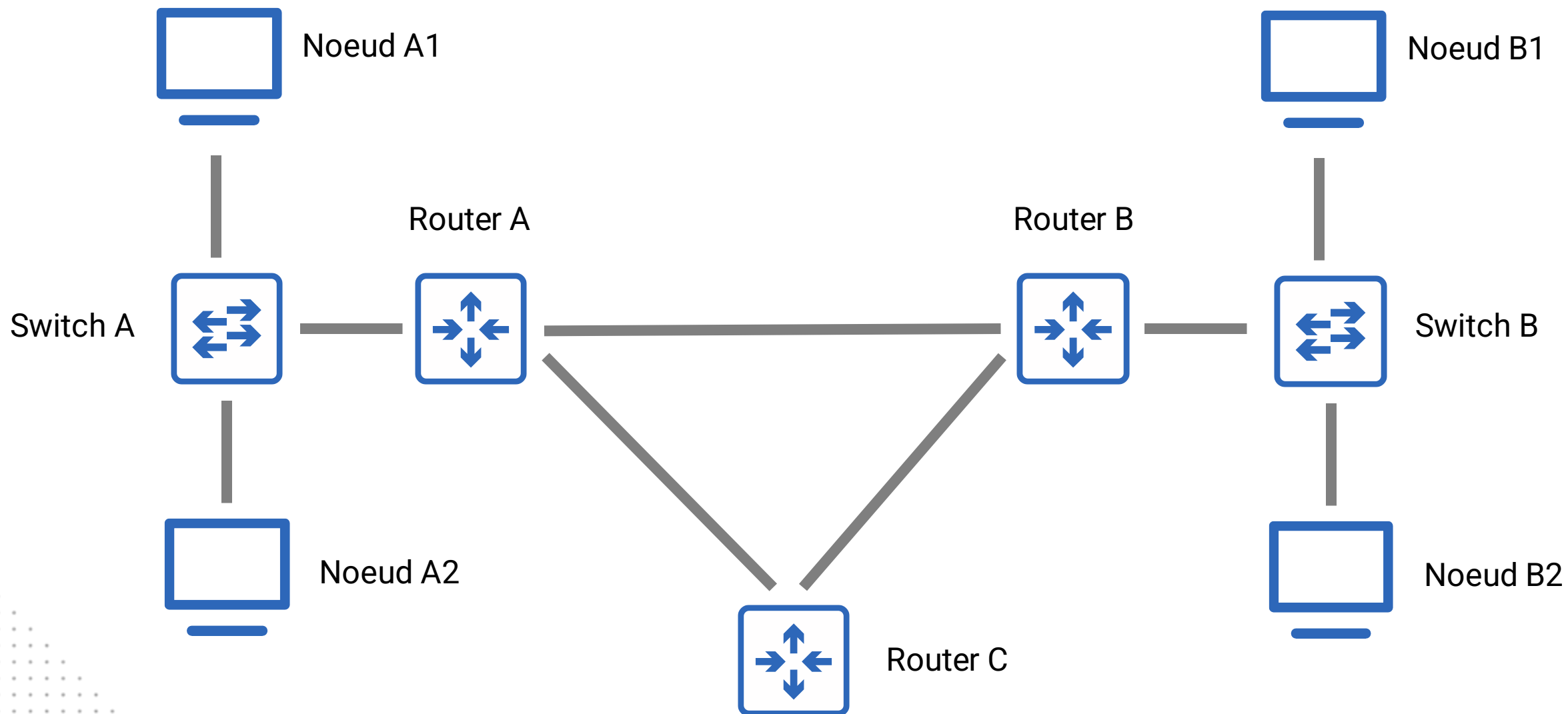
Certaines IP ne peuvent pas être assignées à une machine

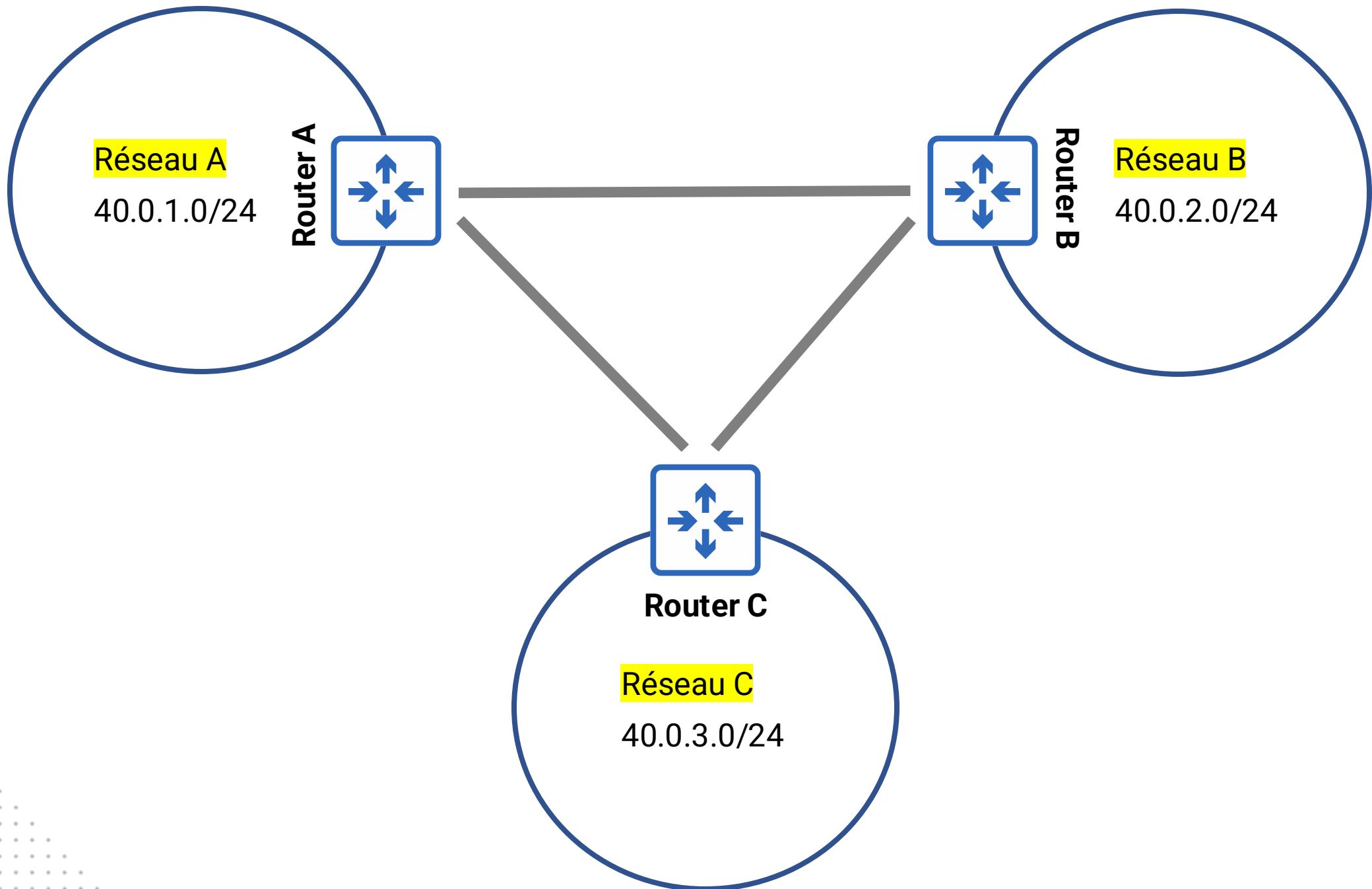
- **127.0.0.1** : adresse locale, la machine elle-même (localhost)
- **0.0.0.0** : destination inconnue (route par défaut)
- **X.X.0.0** : adresse qui identifie le réseau (bits host à 0)
- **X.X.255.255** : broadcast, toutes les machines (bits host à 1)

A decorative pattern of small, light gray dots arranged in a grid-like fashion, partially visible behind the text.

Exercice

**Dimensionnez un réseau,
la façon réaliste**





A decorative pattern of small, light gray dots arranged in a grid, located on the left side of the slide.

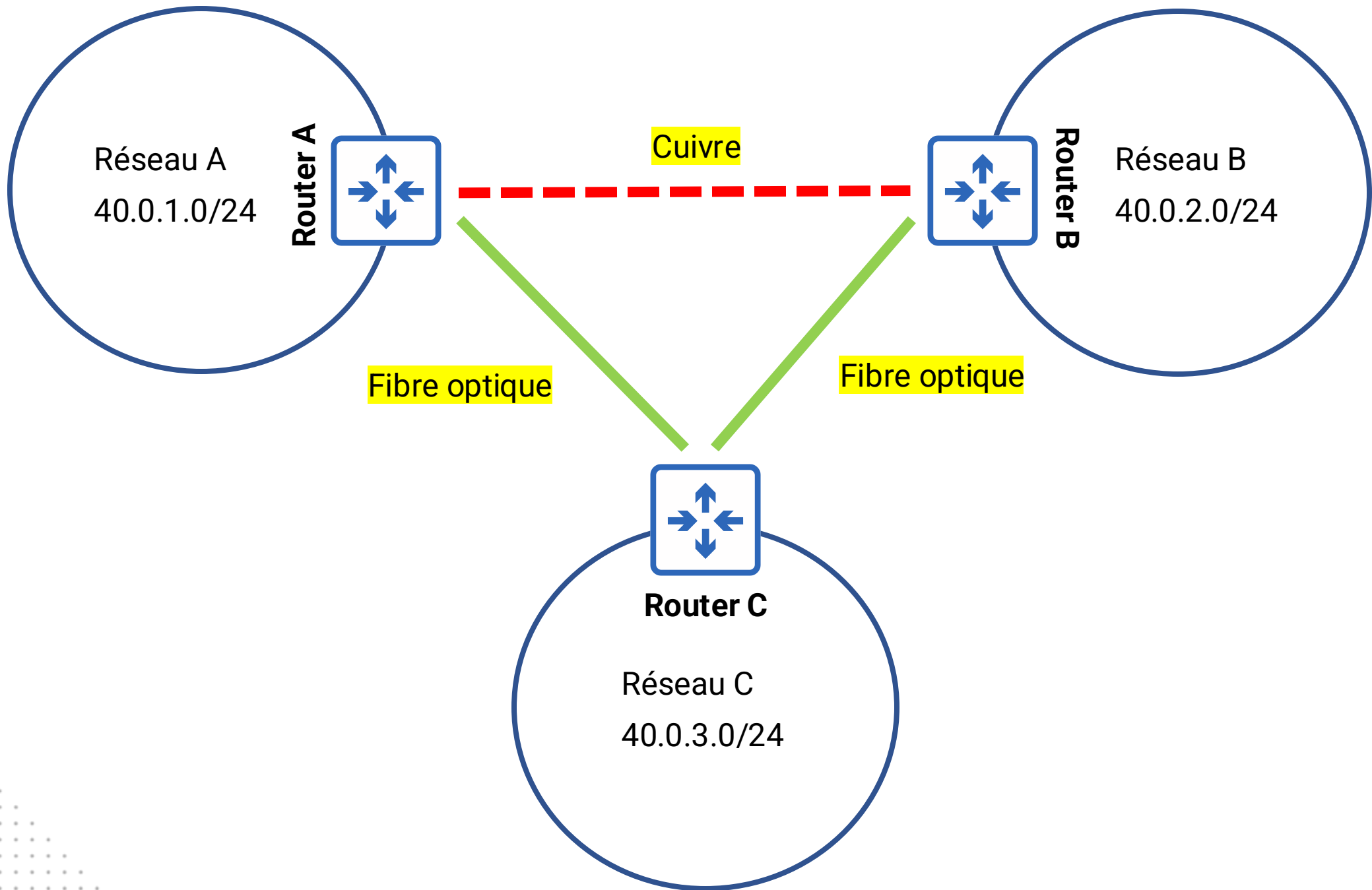
**Est-ce que toutes les
connexions entre routeurs
sont identiques ?**



Métriques de distance

Permet à un protocole de routage de quantifier la qualité d'une route pour décider du routage

- Longueur du lien (10m, 5km, 700km, ...)
- Bande passante (50 Mbs, 2 Gbs, ...)
- Charge (lien peu utilisé, lien très chargé, ...)
- Délais
- Fiabilité
- Coûts de communication (prix du cloud, ...)
- ...





**Est-ce qu'un routeur a
besoin d'une adresse IP
sur ses interfaces ?**

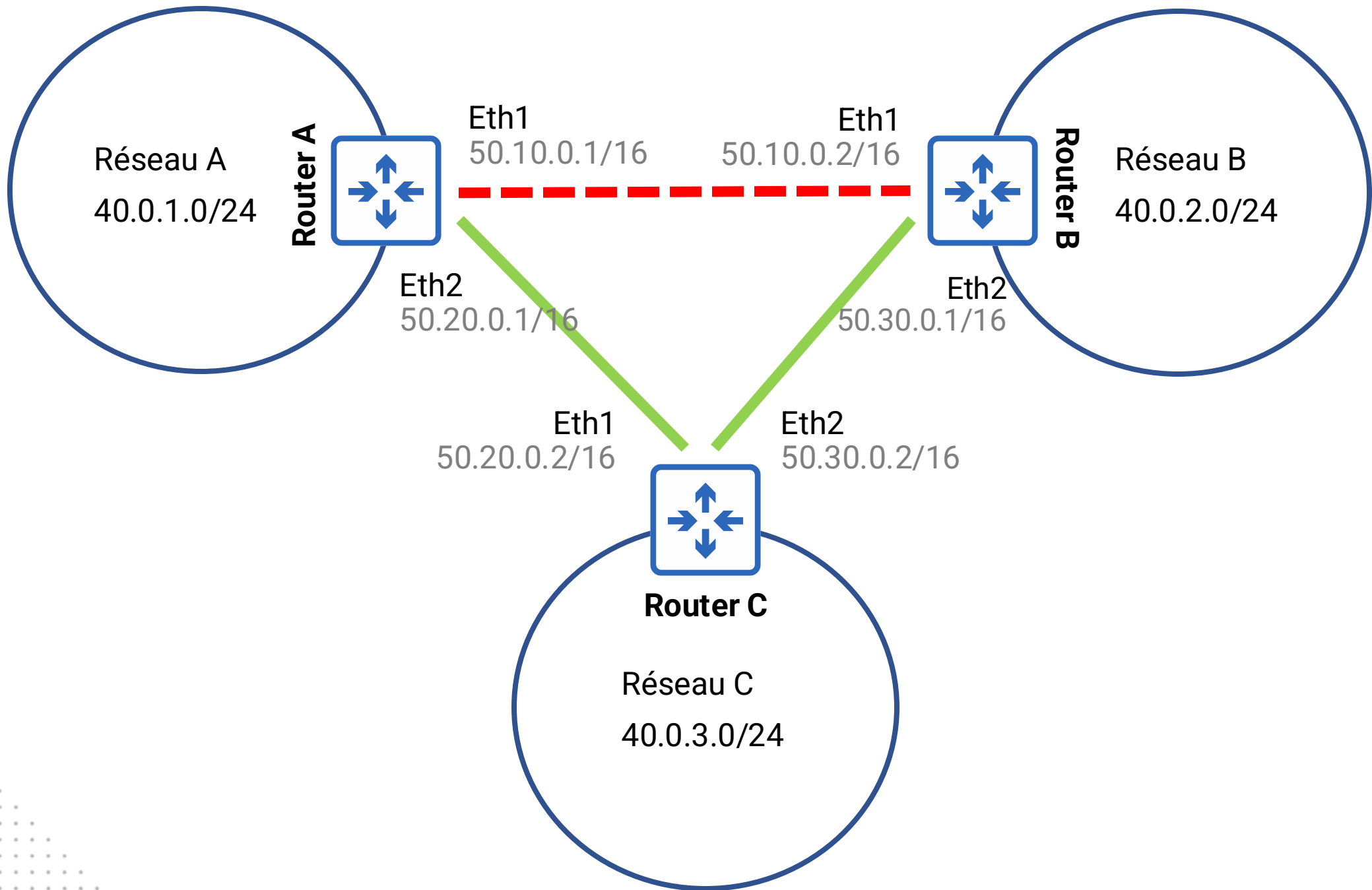


Table de routage (routing table)

Base de données contenant les informations pour router des paquets

- Présent sur les routeurs
- Présent également sur vos machines ou tout équipement L3
- Contient à minima le réseau à atteindre, une métrique de distance et *next hop*
- Le « next hop » est le prochain nœud à contacter ~ *gateway*

Réseau	Masque réseau	Next hop (gateway)	Métrique	Interface
40.0.3.0	255.255.255.0	50.20.0.2	10	Eth2

Table de routage, exemple routeur A

Réseau	Masque réseau	Next hop (gateway)	Métrique	Interface
40.0.1.0	255.255.255.0	<i>Directly connected</i>	0	Eth0
40.0.2.0	255.255.255.0	50.10.0.2	15	Eth1
40.0.3.0	255.255.255.0	50.20.0.2	10	Eth2

Un peu de redondance... (résilience)

Réseau	Masque réseau	Next hop (gateway)	Métrique	Interface
40.0.1.0	255.255.255.0	<i>Directly connected</i>	0	Eth0
40.0.2.0	255.255.255.0	50.10.0.2	15	Eth1
40.0.2.0	255.255.255.0	50.20.0.2	25	Eth2
40.0.3.0	255.255.255.0	50.20.0.2	10	Eth2

A decorative pattern of small, light gray dots arranged in a grid-like fashion, positioned to the left of the text.

Exercice

**Construisez la table
de routage du routeur
B**

Concrètement, sous Linux

Commande 'ip route list' remplace anciennes commandes 'netsat' et 'route'

```
$ sudo route -n
```

Kernel IP routing table

Destination	Gateway	Genmask	Flags	Metric	Ref	Use	Iface
192.168.0.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
0.0.0.0	192.168.0.1	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth0

PARTIE #2

Les AS, briques de l'Internet

Un aperçu du concept des Autonomous Systems



Concept : les Autonomous System (AS)


Un *Autonomous System* est un réseau géré par une entité et identifié par ASN

- Chaque numéro d'AS est unique (ASN)
- Chaque AS possède des réseaux (*IP range*) qui lui appartiennent
- Un AS est géré par une entité ou organisation (pays, société, ...)
- **L'Internet est composé une multitude d'AS**

Exemple d'AS : Harvard

8	RICE-AS	Rice University	rice.edu
9	CMU-ROUTER	Carnegie Mellon University	cmu.edu
10	CSNET-EXT-AS	CSNET Coordination and Information Center (CSNET-CIC)	genuity.net
11	HARVARD	Harvard University	harvard.edu
12	NYU-DOMAIN	New York University	nyu.edu
13	DNIC-AS-00013	Headquarters, USAISC	-
14	COLUMBIA-GW	Columbia University	columbia.edu
15	NET-DYNAMICS-EXP	DYNAMICS	sri.com

Exemple d'AS : Harvard

<div>ASN11</div> <div>Harvard University</div>	
Regional Internet registrar:	American Registry for Internet Numbers – ARIN
Registration date:	4 July 1984
Organization ID:	HARVARD
Country:	 United States
City:	Cambridge
Address:	HUIT Network Services Patrick McEvilly - Director 784 Memorial Drive

Exemple d'AS : Harvard

IP ranges	
Range:	178.253.38.0 - 178.253.38.255
Number of addresses in the block:	256
Description:	178.253.38.0/24
Domains:	-
Range:	178.253.55.0 - 178.253.55.255
Number of addresses in the block:	256
Description:	178.253.55.0/24
Domains:	-
Range:	185.232.206.0 - 185.232.206.255
Number of addresses in the block:	256
Description:	185.232.206.0/24
Domains:	-
Range:	202.73.107.0 - 202.73.107.255
Number of addresses in the block:	256
Description:	202.73.107.0/24
Domains:	-

Exemple d'AS : Proximus

<div>ASN5432</div> <div>Proximus NV</div>	
Regional Internet registrar:	Réseaux IP Européens Network Coordination Centre – RIPE NCC
Registration date:	10 September 2002
Organization ID:	PROXIMUS-ISP-AS
Country:	 Belgium
City:	Brussels
Address:	Koning AlbertII-laan 27 1030 Brussels BELGIUM
Homepage:	 proximus.com

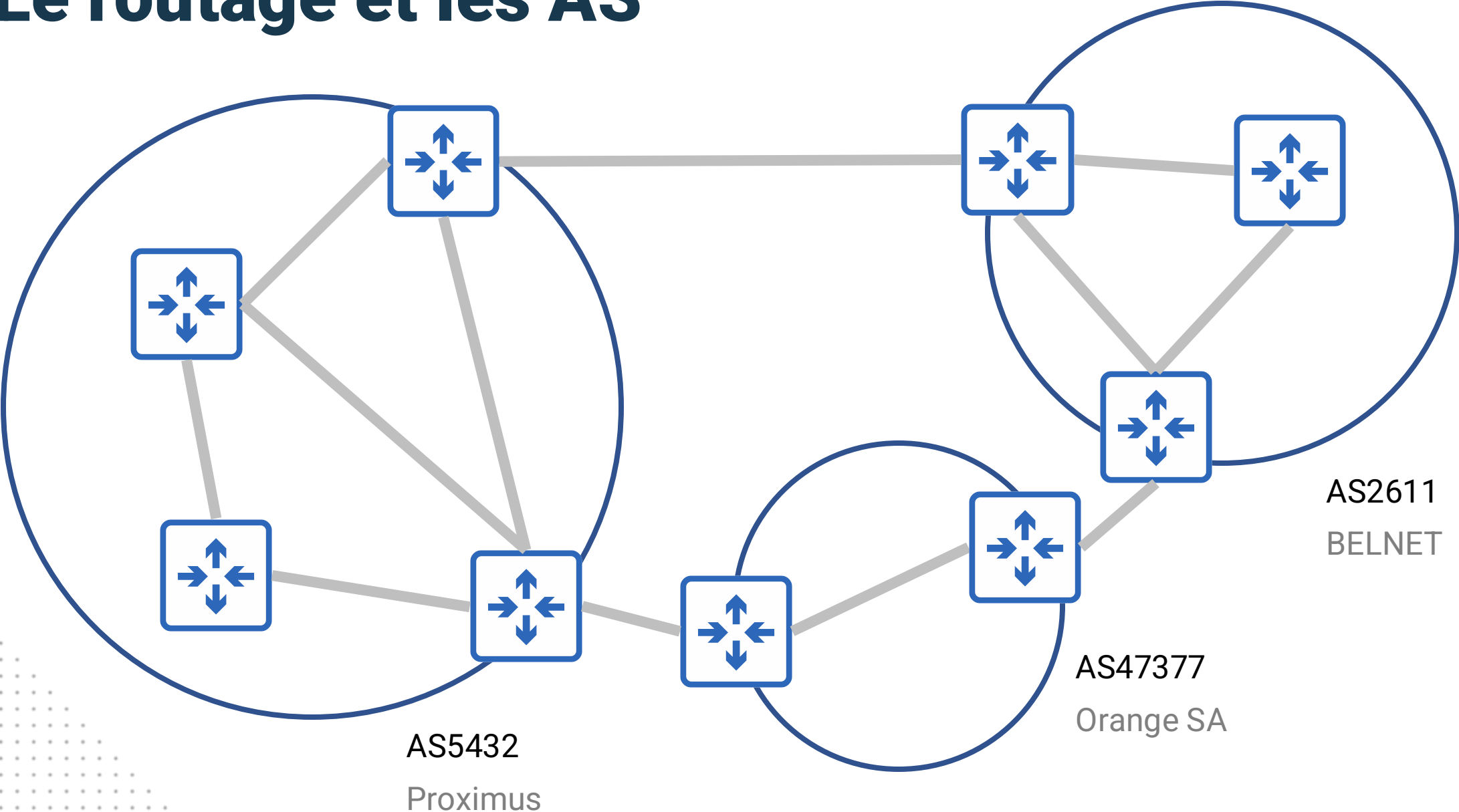
Trouver l'AS derrière une IPv4

X.X.X.X (mon IPv4)				
AS Handle	AS5432			
ASN Name	PROXIMUS-ISP-AS			
Organization Name	Proximus NV			
Organization ID	ORG-BA4-RIPE			
Country	 Belgium			
Regional Registry	RIPE			
IPv4 CIDRs	<ul style="list-style-type: none">• 23.61.4.0/22• 46.178.0.0/15• 80.236.128.0/17• 83.134.0.0/16• 23.201.208.0/22• 62.4.128.0/17• 81.11.128.0/17• 87.64.0.0/14• 37.62.0.0/16• 62.235.0.0/16• 81.169.0.0/17• 88.197.128.0/17• 37.184.0.0/15• 80.200.0.0/15• 81.240.0.0/13• 91.176.0.0/13			

Trouver l'AS derrière une IPv4

193.190.75.187 (vinci.be)				
AS Handle	AS2611			
ASN Name	BELNET			
Organization Name	BELNET			
Organization ID	ORG-BA5-RIPE			
Country	🇧🇪 Belgium			
Regional Registry	RIPE			
IPv4 CIDRs	<ul style="list-style-type: none">• 5.149.143.0/24• 134.58.0.0/16• 139.191.112.0/20• 146.175.0.0/16• 77.246.241.0/24• 134.184.0.0/16• 143.129.0.0/16• 157.193.0.0/16• 109.69.223.0/24• 138.48.0.0/16• 143.169.0.0/16• 164.15.0.0/16• 130.104.0.0/16• 139.165.0.0/16• 144.248.0.0/16• 185.182.132.0/22			

Le routage et les AS



A decorative graphic consisting of a grid of small, light gray dots, partially visible on the left side of the slide.

**Est-ce que chaque routeur
déclare des routes à
l'échelle mondiale ?**

PARTIE #3

Protocoles de routage

Découverte des différents
protocoles de routage

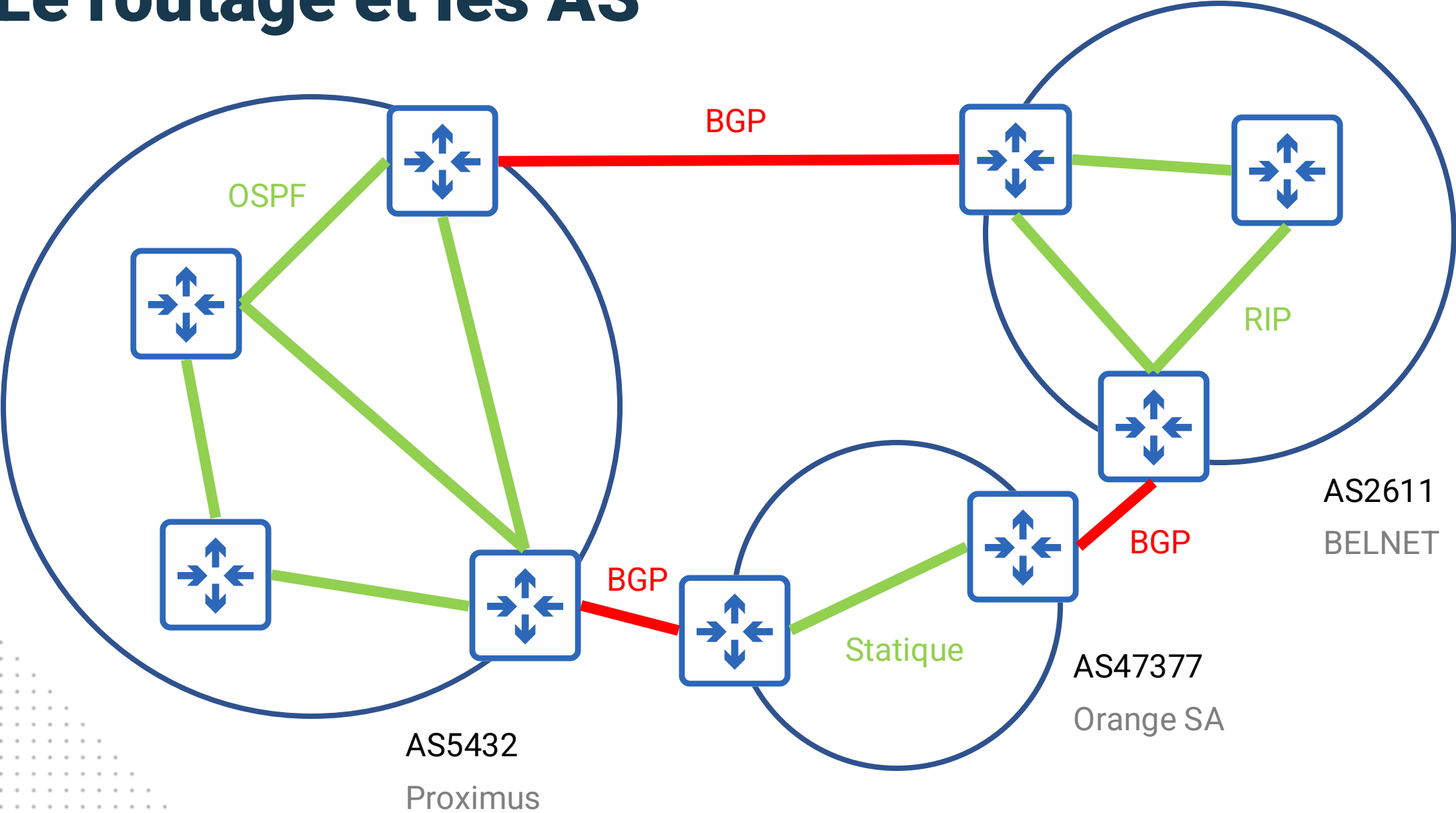


Familles de protocoles

Les grandes familles des protocoles de routage

- Statique
- Dynamique : Interior Gateway Protocols (IGP)
 - Distance Vector Routing : RIP ou IGRP
 - Link State Routing : OSPF ou IS-IS
- Dynamique : Exterior Gateway Protocols (EGP)
 - Path Vector Routing : BGP

Le routage et les AS



Routage statique

Déclaration d'une **table de routage manuellement** dans chaque routeur

- N'est pas exclusif avec du routage dynamique
- Par exemple : un routeur dynamique peut avoir une **default route statique**
- Adapté aux petits réseaux
- Avantages : peu d'impact CPU, pas complexe
- Désavantages : **aucune adaptation** (taille, échecs, ...) et probabilité d'erreurs

Routage dynamique

Routeur transmet des données vers d'autres routeurs et s'adapte au réseau

- Les routeurs échangent des informations sur l'état du réseau (tables)
- **Protocoles distance/path vector** : les routeurs n'ont pas de vision complète
 - RIP
 - BGP
- **Protocoles link state** : les routeurs connaissent la topologie réseau
 - Via l'algorithme de Dijkstra
 - OSPF

RIP

Routing Internet Protocol

- **Interior Gateway Protocol (IGP)**, utilisé dans un AS
- Chaque routeur communique avec ses voisins
- Métrique de routage est le nombre de « hops »

Concept : pour chaque réseau

1. Un routeur retient seulement le meilleur voisin (métrique plus petite)
2. Il diffuse ses meilleures routes toutes les 30 secondes
3. Il reçoit des mises à jour et s'adapte en fonction

OSPF

Open Shortest Path First

- Interior Gateway Protocol (IGP), utilisé dans un AS
- Remplaçant du RIP
- Plus complexe (notion d'aires, ...)
- Peut aller au-delà de 15 sauts (*hops*)
- Prends en compte les liaisons et l'état de la bande passante

BGP

Border Gateway Protocol

- Exterior Gateway Protocol (EGP), utilisé entre les AS
- Le protocole qui porte Internet
- Echange des informations de routage entre AS