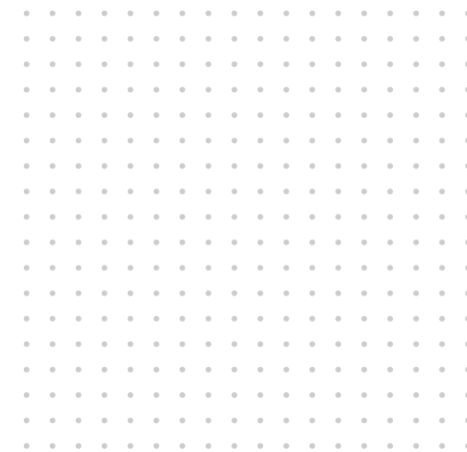


COURS #6

L3 Network, partie 2

Introduction aux réseaux 2023 (Bloc 2)

Corentin Badot-Bertrand



PARTIE #1

Résumé des concepts de la couche L3

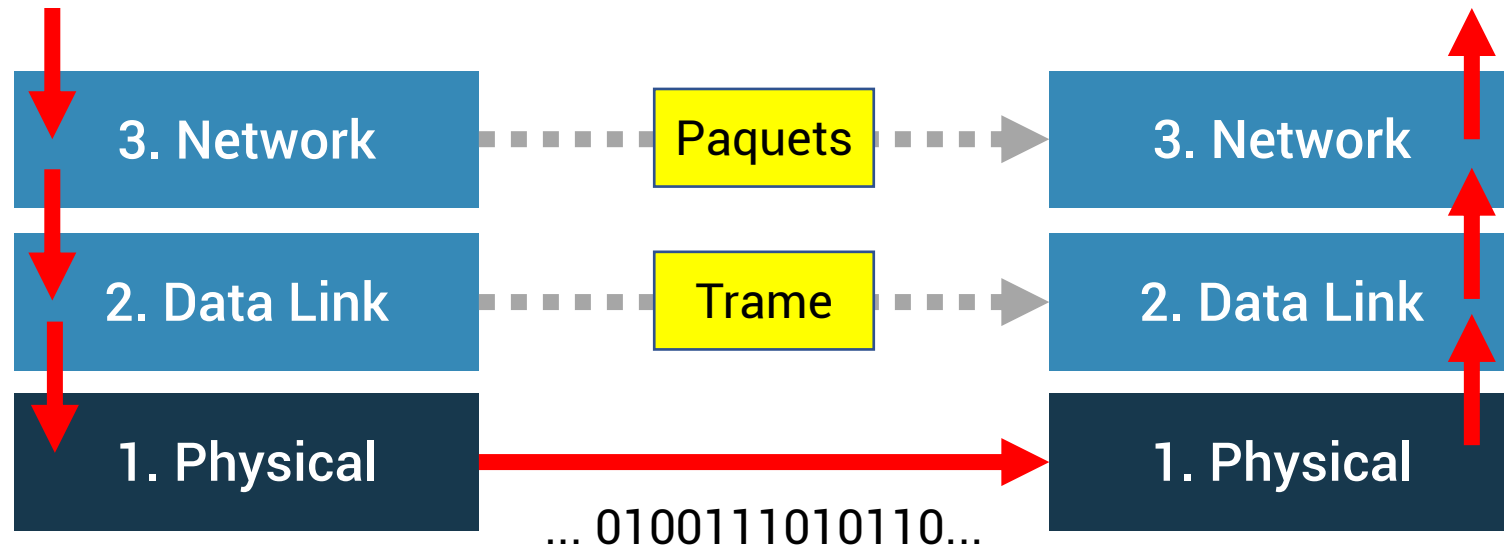
Quelques rappels des bases
de la couche OSI L3 Network



La couche Network

Troisième couche du modèle OSI en charge du **parcours à travers le réseau**

- Ne gère pas les réseaux locaux (L2 Data Link)
- Ne gère pas l'aspect physique (L1 Physical)
- Couche possédant peu de protocoles





**Je souhaite envoyer
une information via la
couche L2 et L3. De
quoi ai-je besoin ?**

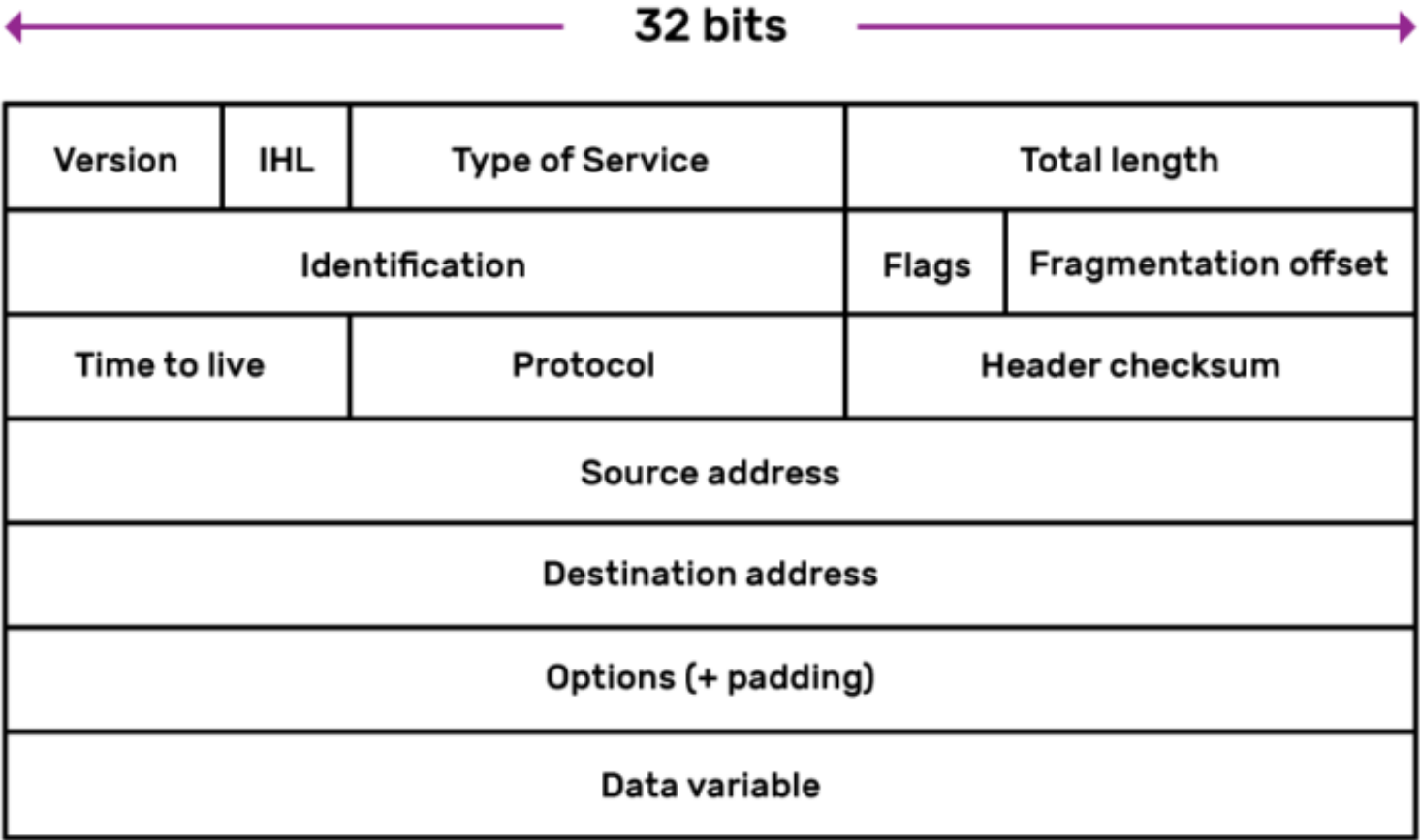
Trame Ethernet

L'adresse MAC source, l'adresse MAC de destination et le EtherType

		Header Ethernet (14 bytes)				
7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46 – 1500 bytes	4 bytes
Préambule	Délimiteur	MAC destination	MAC source	EtherType	Données ...	CRC

Paquet IPv4

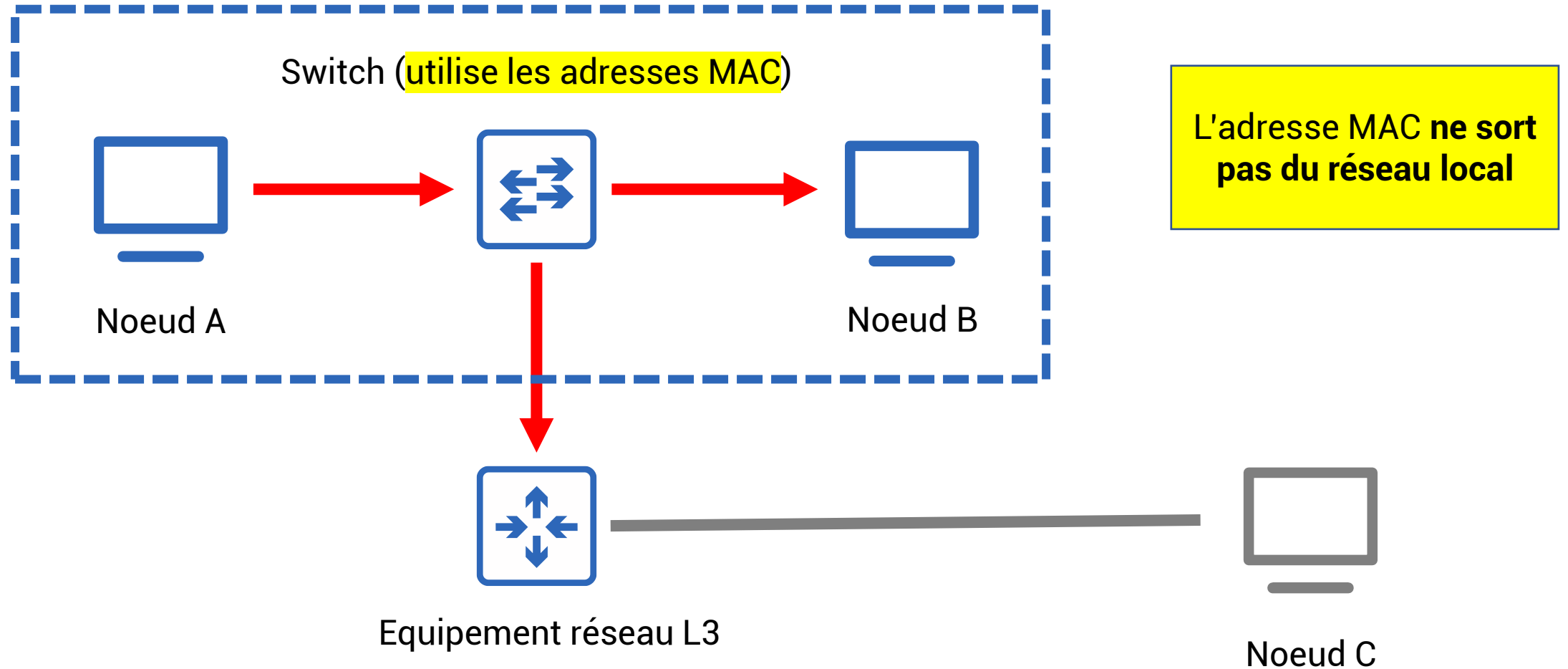
Les champs IPv4 dont l'adresse IP source et l'adresse IP de destination





**Est-ce que ma machine
peut communiquer hors du
réseau local avec une
adresse MAC ?**

Une adresse MAC fait partie de la couche OSI 2



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

Exercice 1

Dimensionnez un réseau

PARTIE #2

Routeurs & protocoles de routage

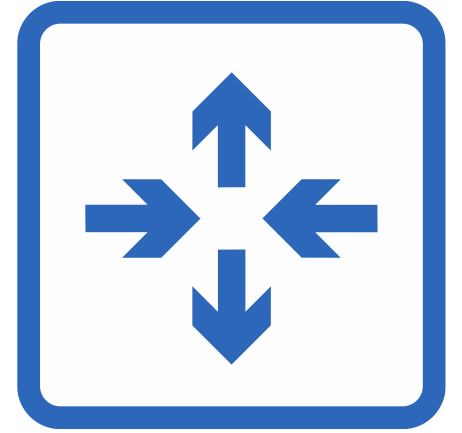
Echanger des informations de façon efficace entre réseaux



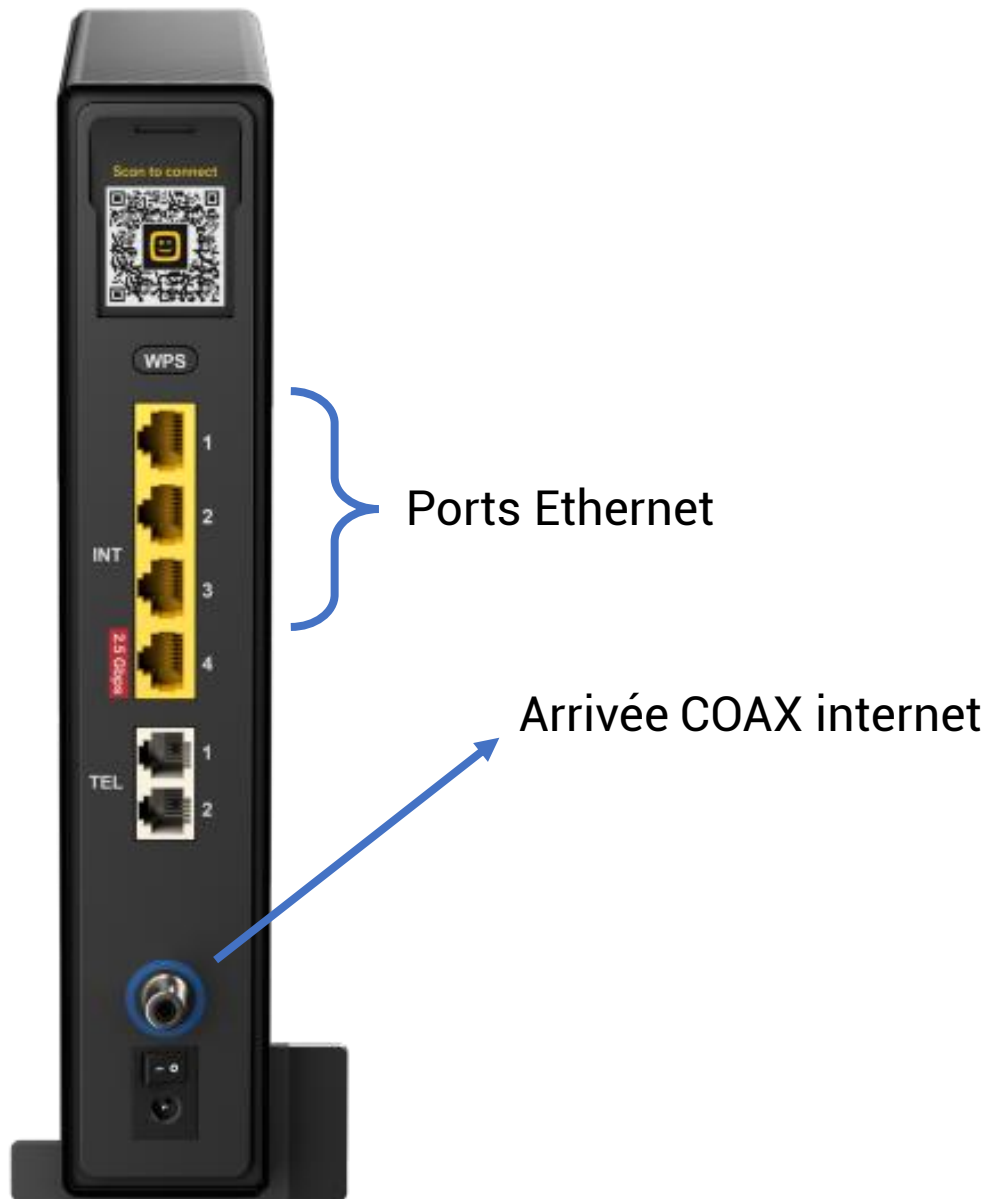
Routeur (L3 Network)

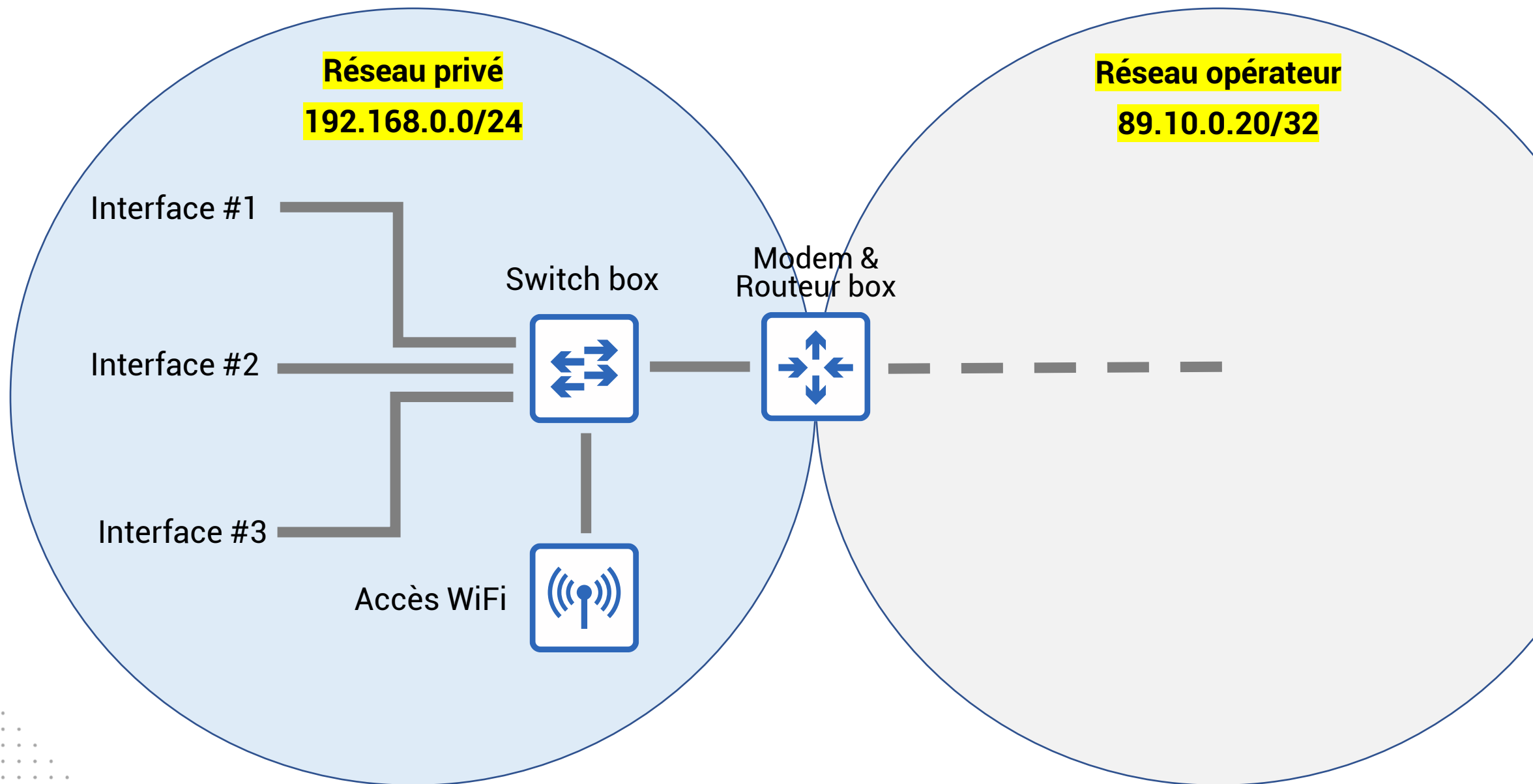
Équipement réseau qui fait transiter les paquets (OSI L3)

- 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

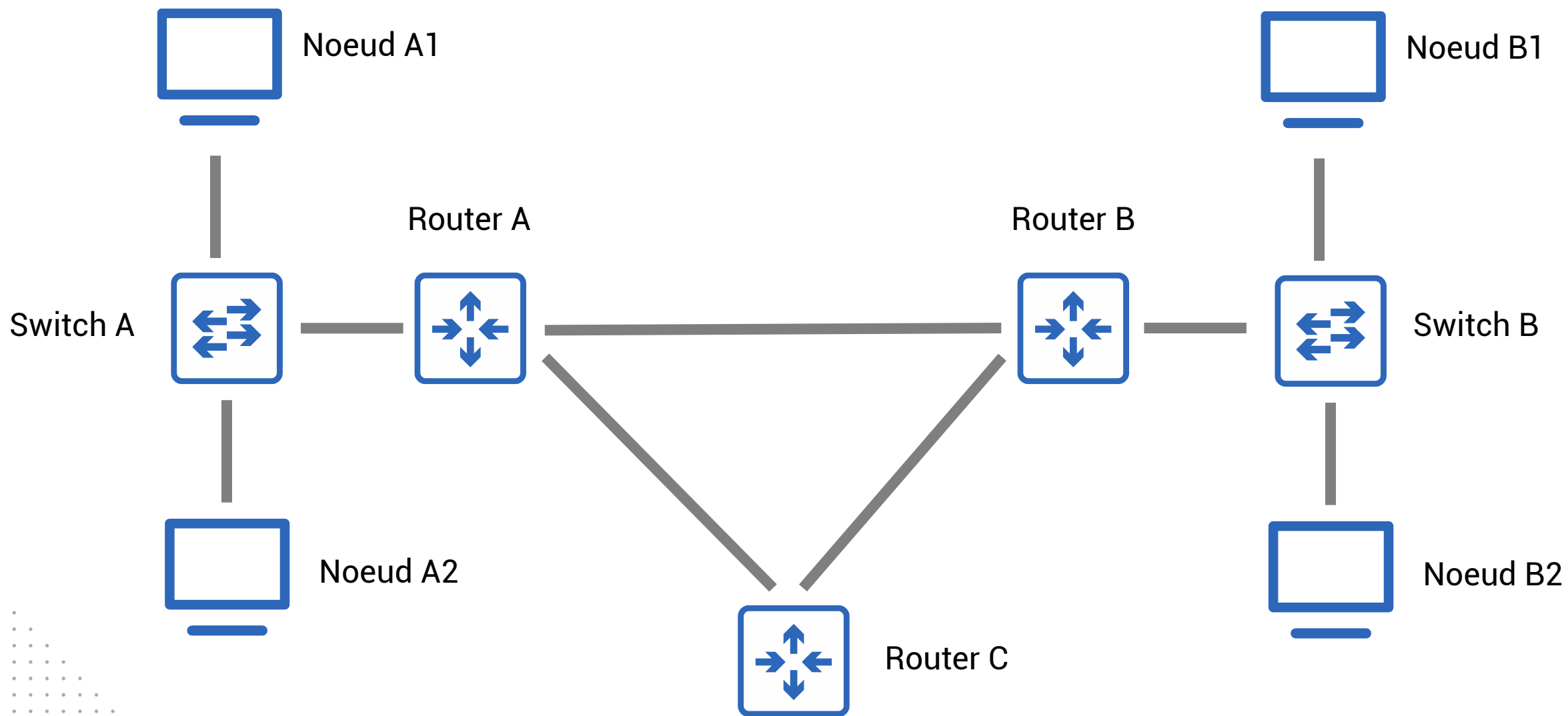
Certaines IP ne peuvent pas être assignées à une machine

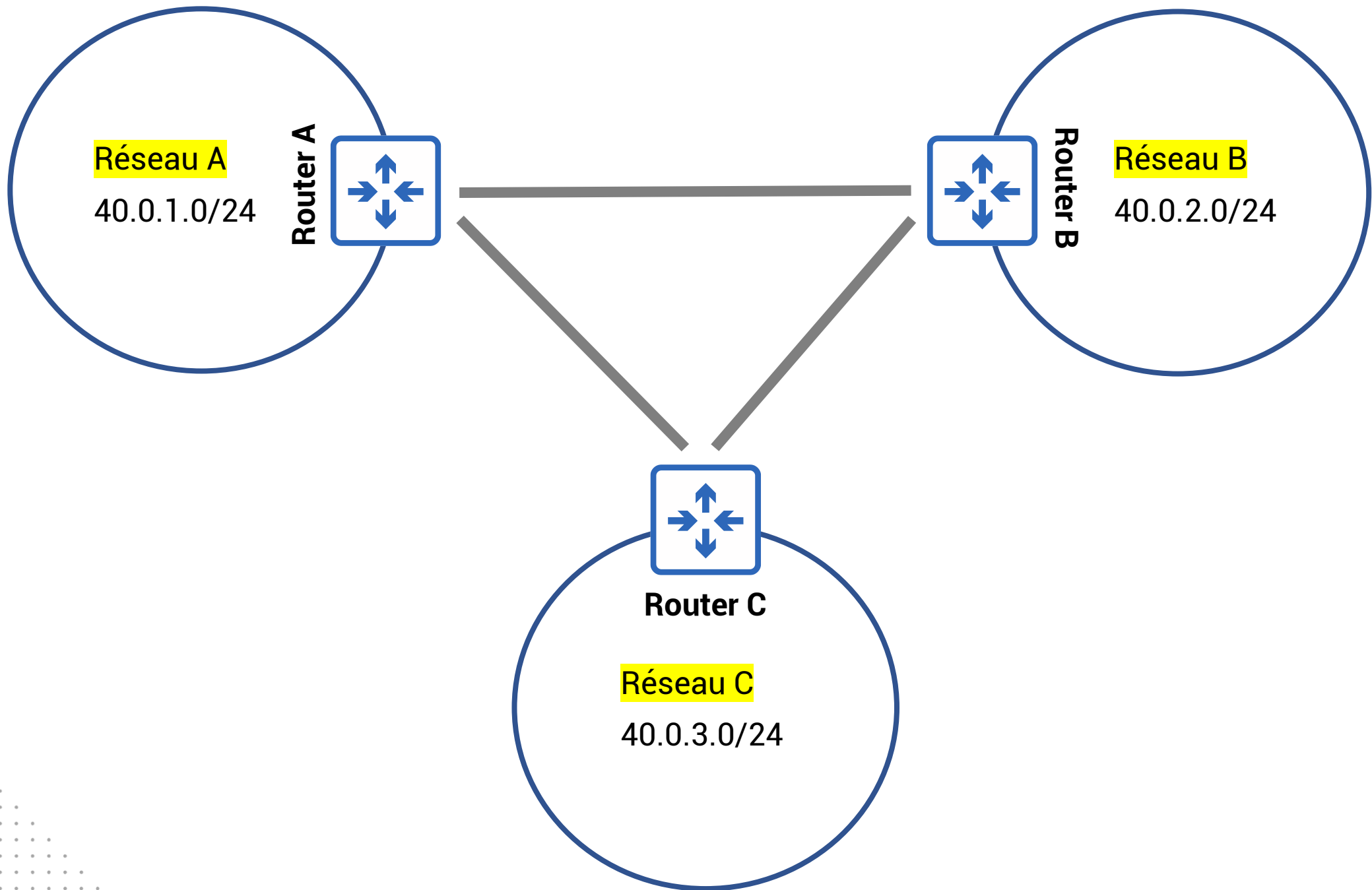
- **127.0.0.1** : adresse locale, la machine elle-même (localhost)
- **0.0.0.0** : destination inconnue (route par défaut)
- **X.X.0.0** : adresse qui identifie le réseau (bits host à 0)
- **X.X.255.255** : broadcast, toutes les machines (bits host à 1)

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

Exercice 2

**Dimensionnez un réseau,
la façon réaliste**





A decorative graphic consisting of a grid of small, light gray dots, arranged in a pattern that tapers to the right, located on the left side of the slide.

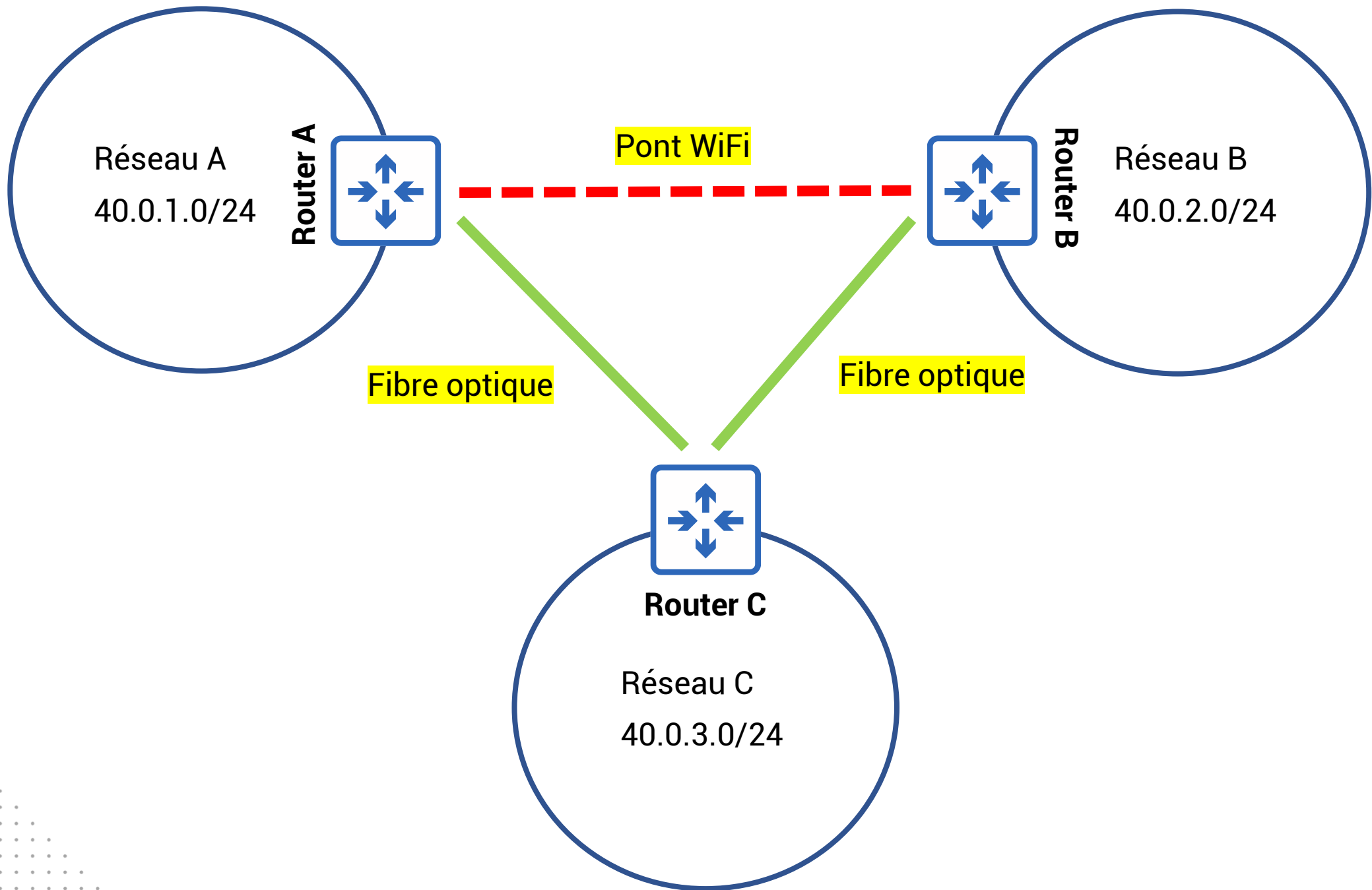
**Est-ce que toutes les
connexions entre routeurs
sont identiques ?**



Métriques de distance

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

- Longueur du lien (10m, 5km, 700km, ...)
- Nombre de sauts (1 saut, 2 sauts, ...)
- Bande passante (50 Mbs, 2 Gbs, ...)
- Charge (lien peu utilisé, lien très chargé, ...)
- Délais
- Fiabilité
- ...





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

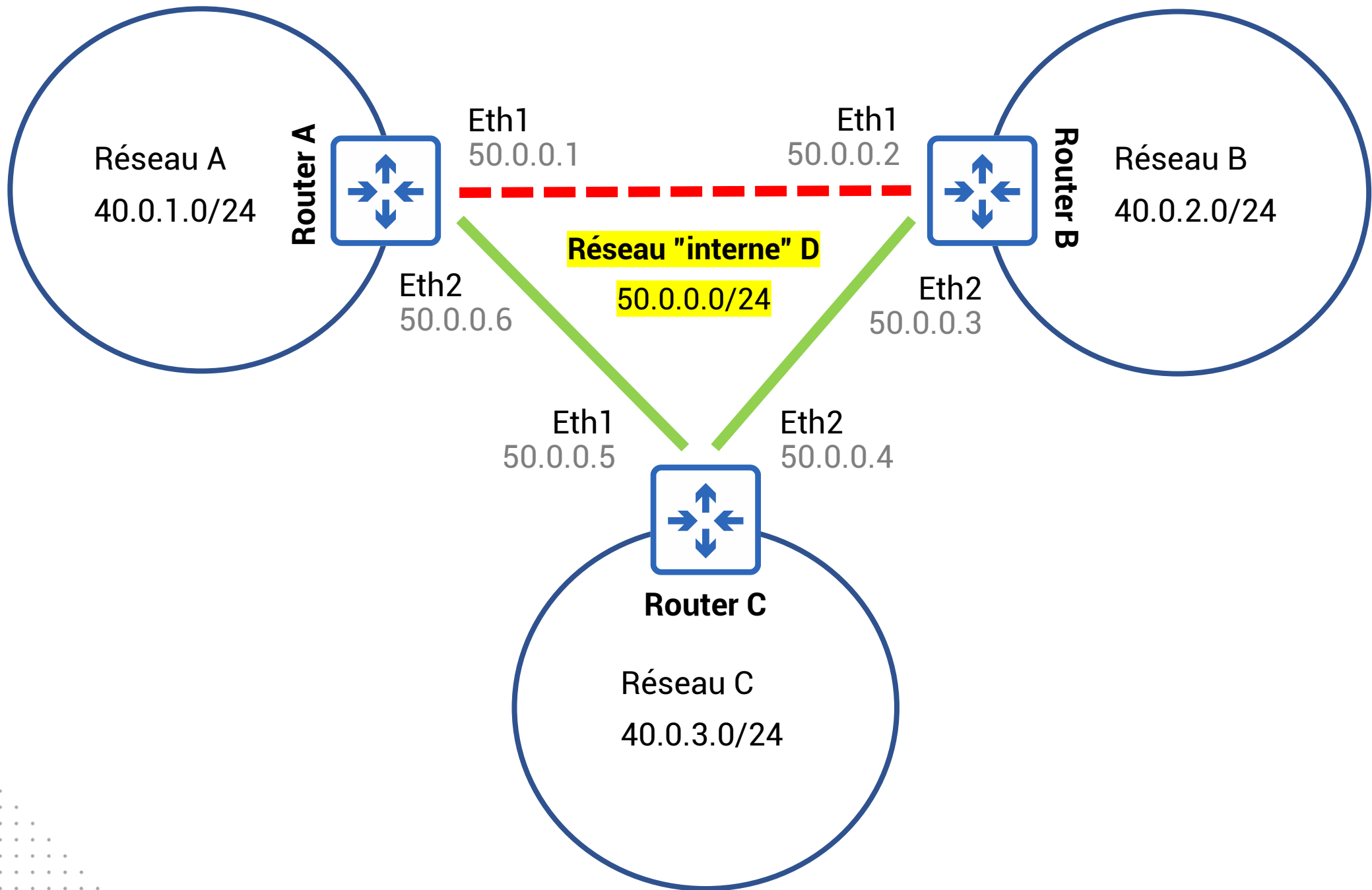


Table de routage (routing table)

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	50.0.0.5	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>	10	Eth0
40.0.2.0	255.255.255.0	50.0.0.2	5	Eth1
40.0.3.0	255.255.255.0	50.0.0.5	10	Eth2



Exercice 3

**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

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 ranges) 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

Familles de protocoles

Les grandes familles des protocoles de routage

- Statique
- Dynamique (catégories distance vector ou link state)
 - Distance vector / Link state
 - IGP : OSPF et RIP
 - EGP : BGP

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

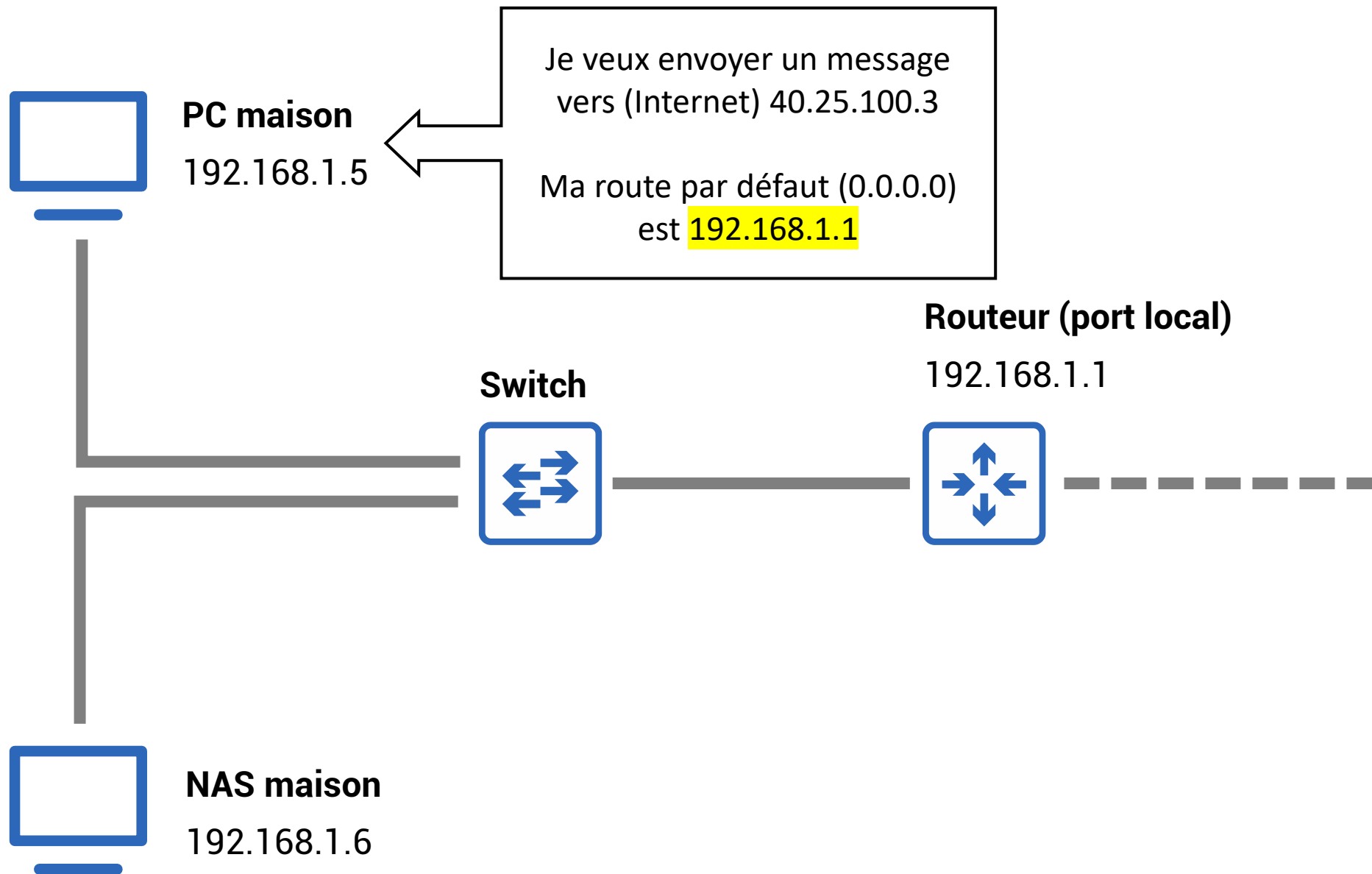
- Exterior Gateway Protocol (EGP), utilisé entre les AS
- Le protocole qui porte Internet
- Echange des information de routage entre AS


PARTIE #3

Résolution d'adresses avec ARP

Passage de l'adresse IP à
l'adresse physique



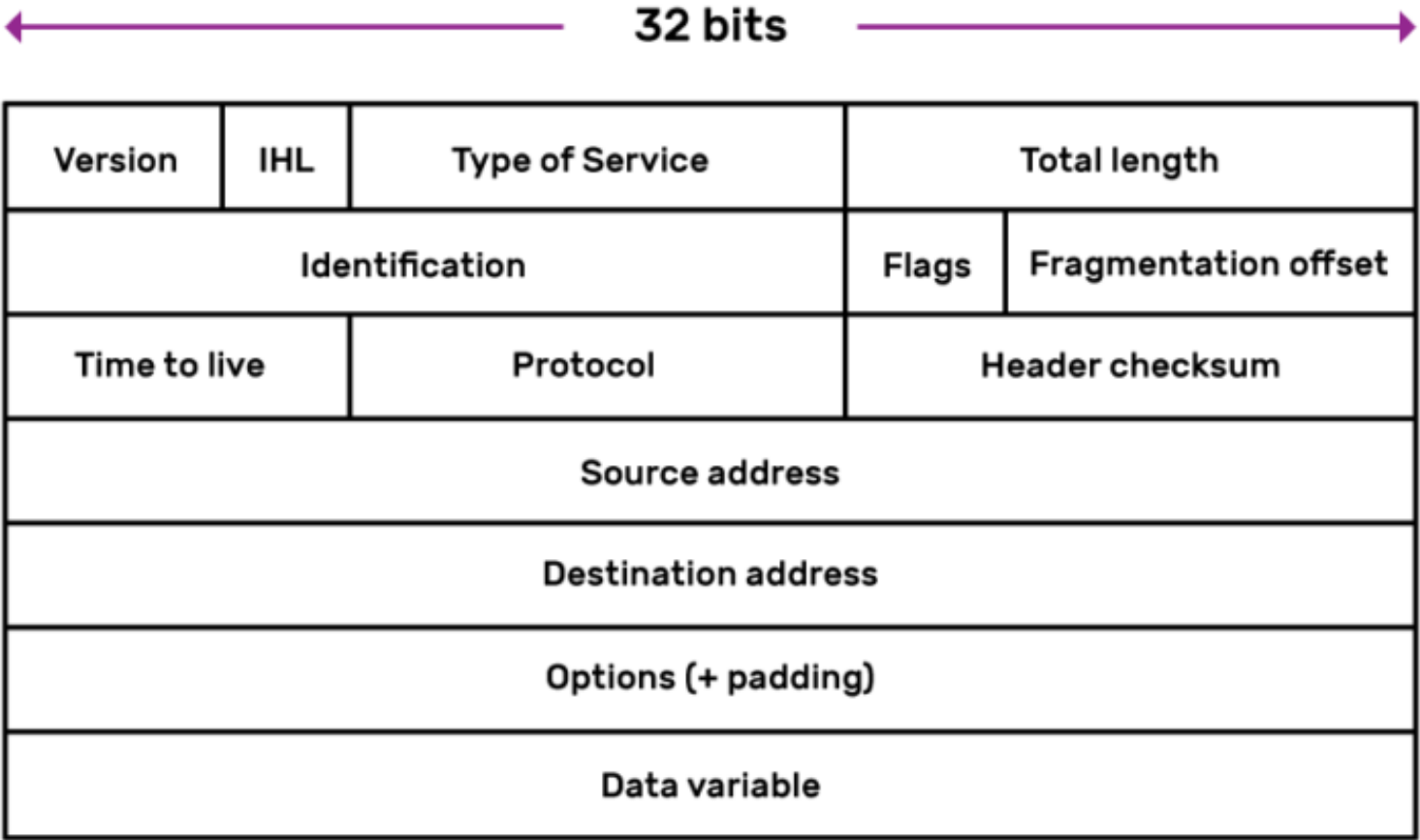


A decorative graphic consisting of a grid of small dots, arranged in a pattern that tapers to the right, located on the left side of the slide.

**Est-ce que je possède
toutes les informations
pour construire mon
paquet réseau ?**

Paquet IPv4

Oui, j'ai l'adresse IP source (192.168.1.1) et destination (40.25.100.3)



Trame Ethernet

J'ai l'adresse MAC source, mais pas la destination MAC

		Header Ethernet (14 bytes)				
7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46 – 1500 bytes	4 bytes
Préambule	Délimiteur	MAC destination	MAC source	EtherType	Données ...	CRC

Protocole ARP

Address Resolution Protocol

- Permet d'associer une adresse IPv4 à une adresse MAC
- Indispensable dans les réseaux locaux
- Le protocole se situe à la couche OSI L3, mais travaille avec OSI L2
- Chaque machine possède un cache ARP (base de données IPv4 – MAC)
- Aucune sécurité, très vulnérable aux attaques

