

Réseaux informatiques RXI

Chapitre 5 Les réseaux IP

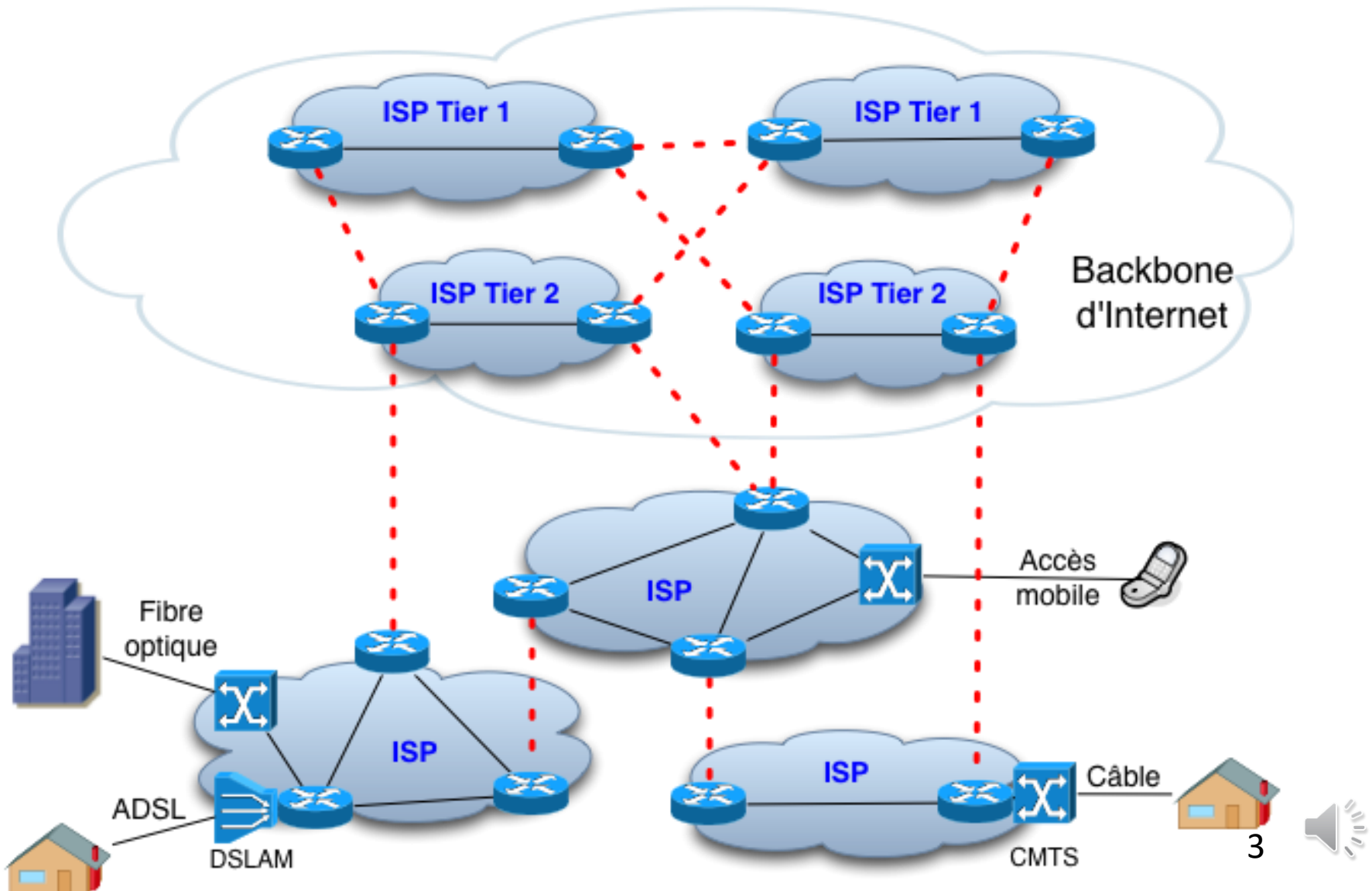


Objectifs d'apprentissage

- Savoir expliquer la structure d'Internet, notamment l'interconnexion des réseaux
- Savoir calculer des **plages d'adresses** pour un masque de sous-réseaux
- Savoir distinguer des plages **d'adresses privées**
- Savoir expliquer le fonctionnement de **NAT** et NAPT
- Savoir expliquer les mécanismes du protocole IP

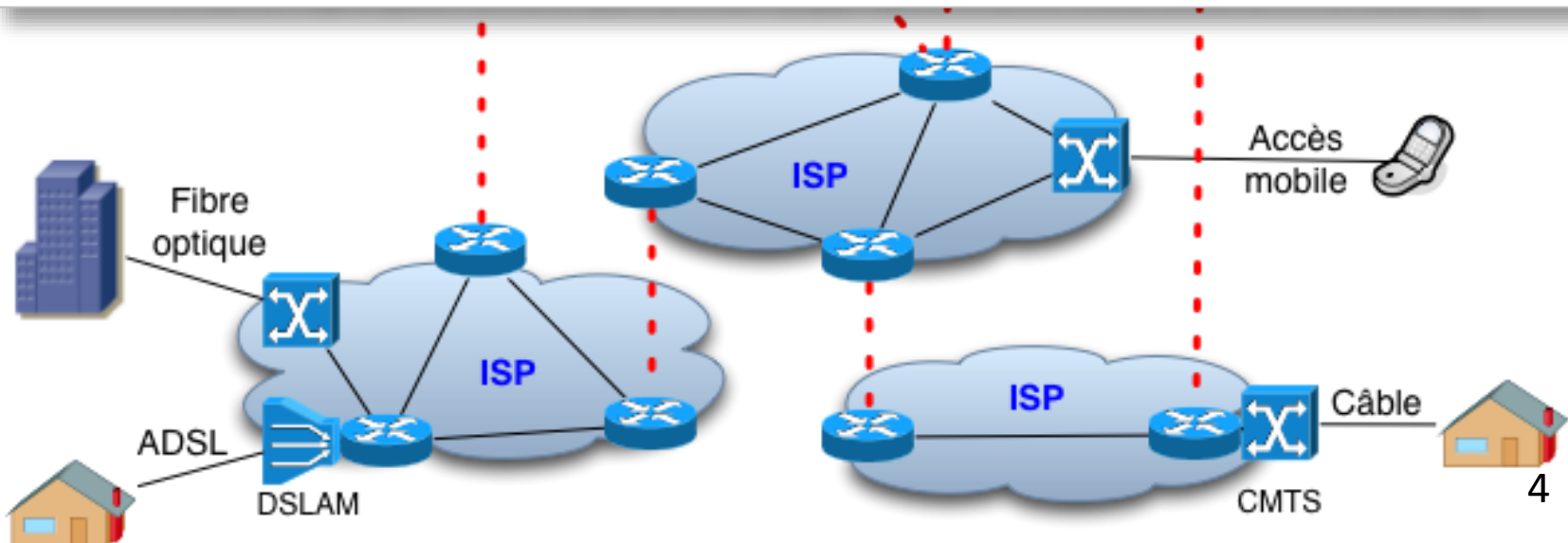


Architecture d'Internet

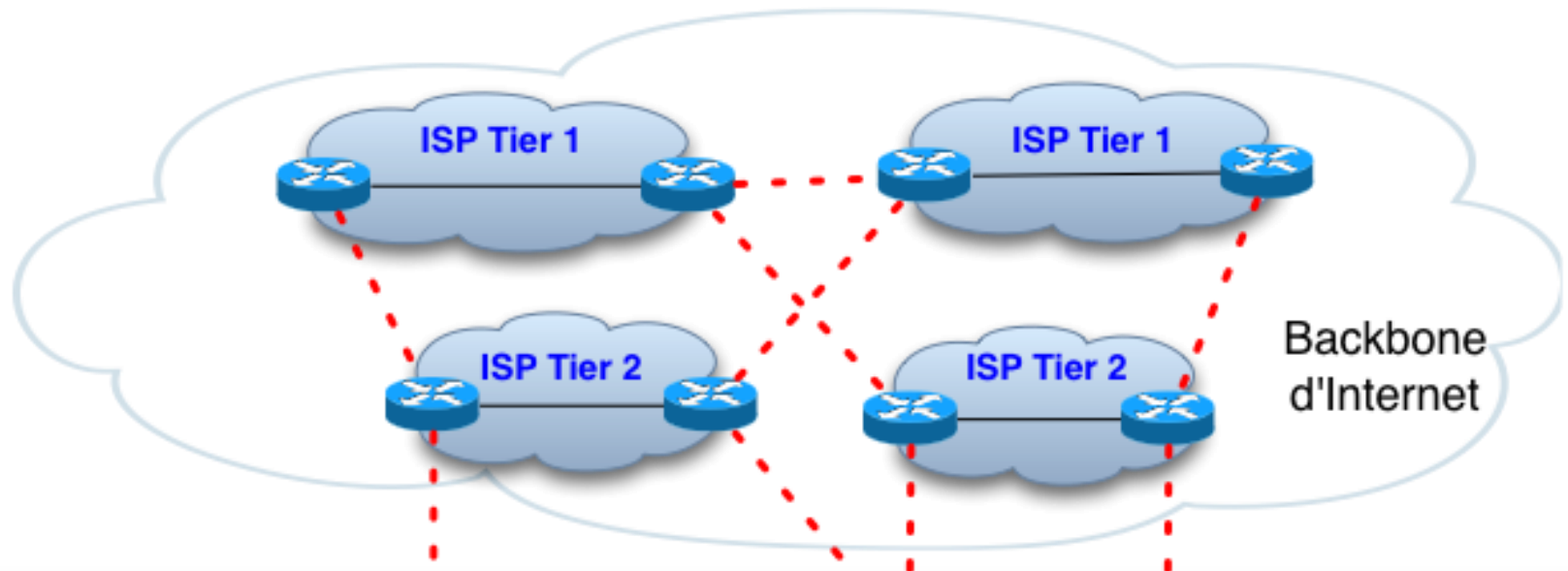


Architecture d'Internet

- Les utilisateurs (particuliers, entreprises et organisations) sont connectés à Internet par un ISP (Internet Service Provider)
- Les technologies typiques sont
 - xDSL (ADSL, VDSL, typiquement 1 – 20 Mb/s)
 - Modem câble (typiquement 1 – 100 Mb/s)
 - Accès mobile (3G ou LTE, typiquement 1 Mb/s – 100 Mb/s)
 - Fibre optique avec Ethernet (typiquement 100 Mb/s – 1 Gb/s)



Architecture d'Internet



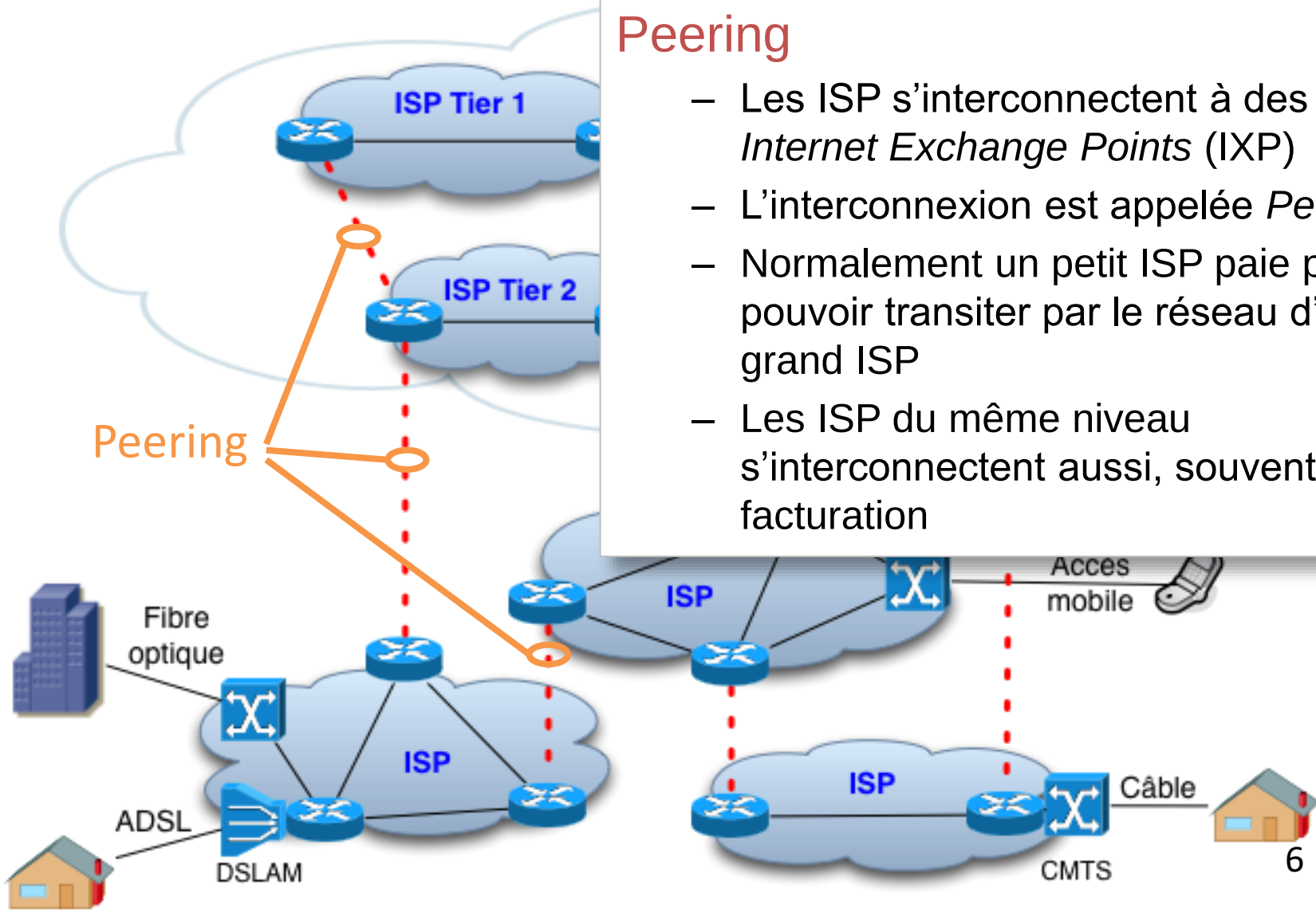
- D'autres ISP (tier 2 et tier 1) fournissent des connexions internationales et intercontinentales
- Les ISP tier 2 et tier 1 forment l'épine dorsale (Backbone) d'Internet
 - 10 – 20 ISP tier 1 en total, par exemple Level3, Deutsche Telekom, Sprint
- Ces ISP utilisent principalement des fibres optiques à longue distance, avec des débits jusqu'à 100 Gb/s



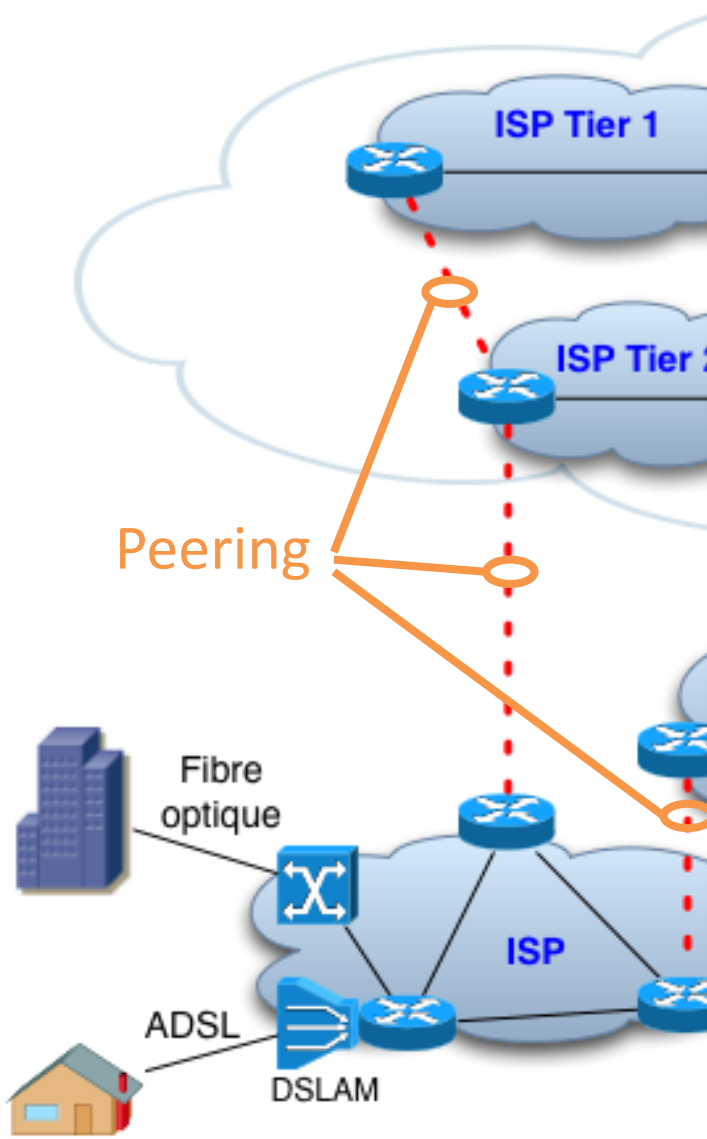
Architecture d'Internet

Peering

- Les ISP s'interconnectent à des *Internet Exchange Points* (IXP)
- L'interconnexion est appelée *Peering*
- Normalement un petit ISP paie pour pouvoir transiter par le réseau d'un grand ISP
- Les ISP du même niveau s'interconnectent aussi, souvent sans facturation



Architecture d'Internet



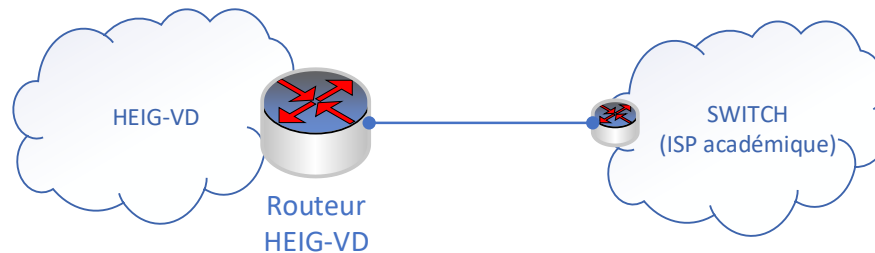
Peering

- Un IXP est simplement une salle avec des routeurs appartenant à différents ISP
- Un LAN haute vitesse permet d'interconnecter les routeurs de deux ISP pour effectuer le peering



Routeurs pour l'interconnexion des réseaux

- Un routeur est un équipement de la couche 3 qui permet d'interconnecter plusieurs réseaux



- **Chaque réseau doit avoir sa propre plage d'adresses**
 - Tous les équipements du réseau ont une adresse de cette plage
 - Les différentes interfaces d'un routeur font partie de réseaux différents
- Le routeur interconnecte les réseaux, mais les sépare aussi



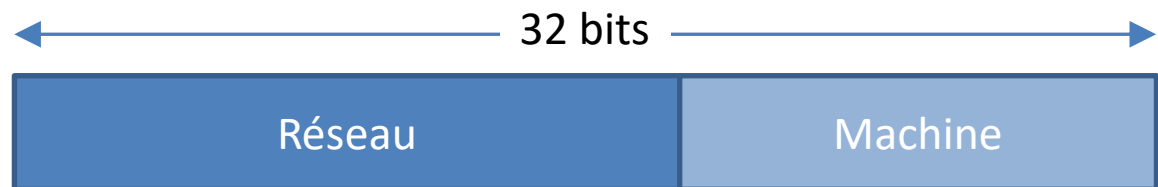
Adressage IP (version 4)

- L'adressage IP est un élément essentiel d'Internet
- Chaque interface réseau connectée à Internet doit avoir une adresse IP pour être atteignable
 - Un PC peut avoir plusieurs adresses IP
- Certaines adresses IP ont une signification particulière
 - Adresses locales
 - Adresses broadcast



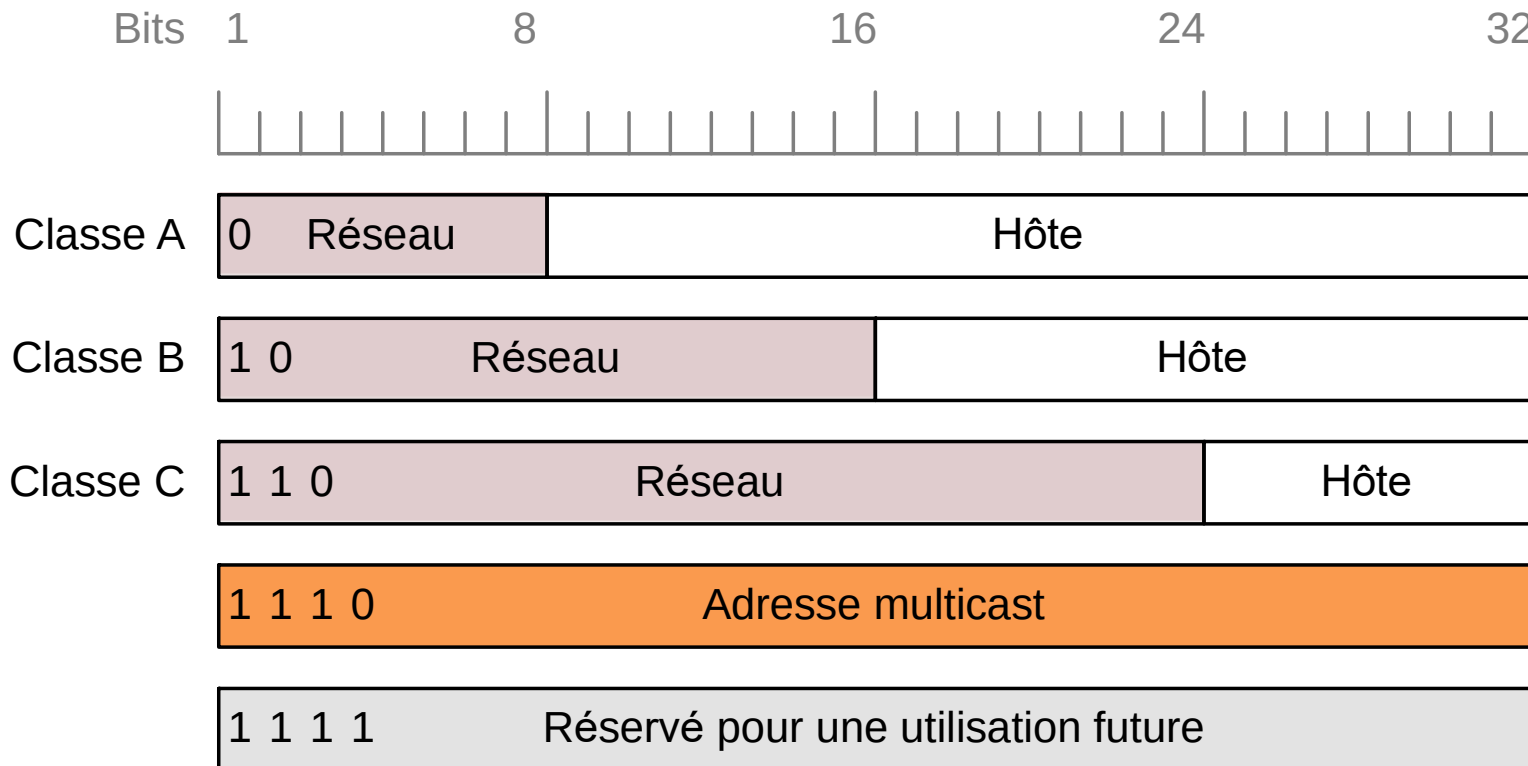
Structure des adresses IPv4

- Longueur: 4 octets
 - Notation décimale pointée: 193.10.4.3
- Contient deux parties
 - Identificateur de réseau (Network ID)
 - Assigné par une autorité (par exemple ISP)
 - Identificateur de machine (Host ID)
 - Assigné par l'entreprise, l'organisation ou l'utilisateur



Classes d'adresses A, B, C

- Selon la longueur du préfixe réseau, on distingue plusieurs classes d'adresses



Classes d'adresses

Classe	Préfixe réseau	Suffixe machine	Plage d'adresses	Exemple	Commentaire
A	8 bits	24 bits	1.0.0.0 – 127.255.255.255	85.218.0.70	126 réseaux, 16 Mio hôtes
B	16 bits	16 bits	128.0.0.0 – 191.255.255.255	128.178.50.12	16k réseaux, 64k hôtes
C	24 bits	8 bits	192.0.0.0 – 223.255.255.255	193.134.220.23	2 Mio réseaux, 254 hôtes
D			224.0.0.0 – 239.255.255.255	224.0.0.2	Adresses multicast, par exemple « Tous les routeurs »



Adresses particulières

Type	Adresses	Commentaire
Loopback	127.x.y.z Typiquement : 127.0.0.1	Typiquement 127.0.0.1. Utilisé pour des tests et pour la communication entre processus de la même machine.
Broadcast local	255.255.255.255	Broadcast à l'intérieur d'un réseau
Adresse du réseau	Préfixe réseau + tous les autres bits à 0 Exemple: 132.2.0.0	Première adresse du réseau. Ne peut pas être assignée à une machine.
Adresse broadcast d'un réseau	Préfixe réseau + tous les autres bits à 1 Exemple: 132.2.255.255	Dernière adresse du réseau. Broadcast depuis l'extérieur. Ne peut pas être assignée à une machine.



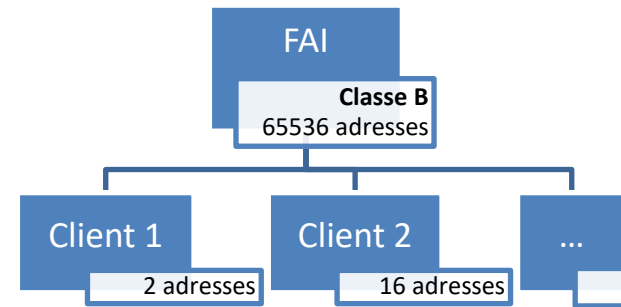
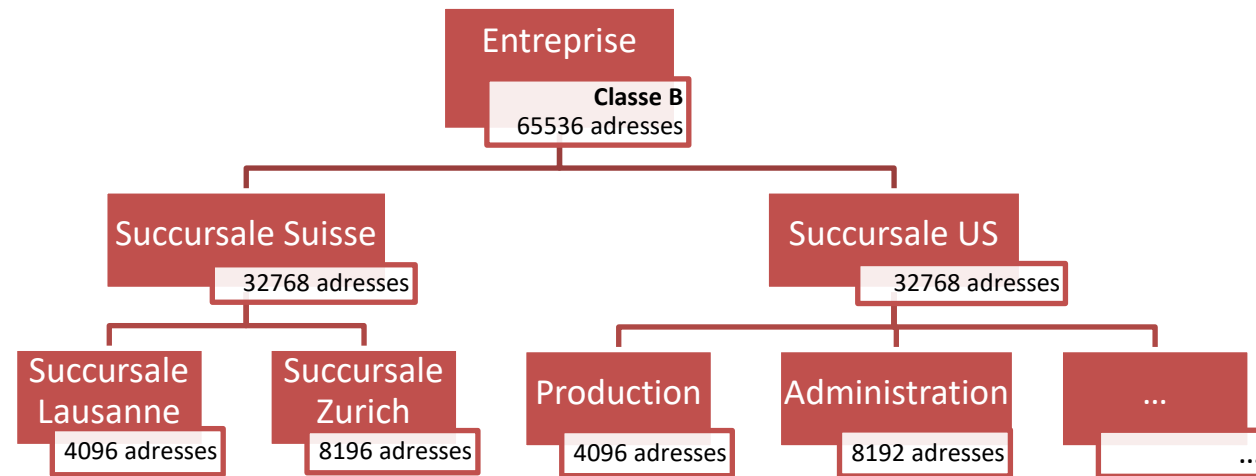
Sous-réseaux et adressage sans classes

- Les classes fixes d'adresses ont plusieurs inconvénients
 - Une entreprise avec 257 machines aurait besoin d'un réseau classe B
 - ➔ Gaspillage d'adresse
 - Une PME avec 2 machines a besoin d'un réseau classe C
 - ➔ Gaspillage d'adresses
 - Une entreprise avec un réseau classe B aimerait subdiviser la plage d'adresse afin de pouvoir la gérer par département
 - ➔ Gestion difficile
- Les sous-réseaux permettent de résoudre ces problèmes



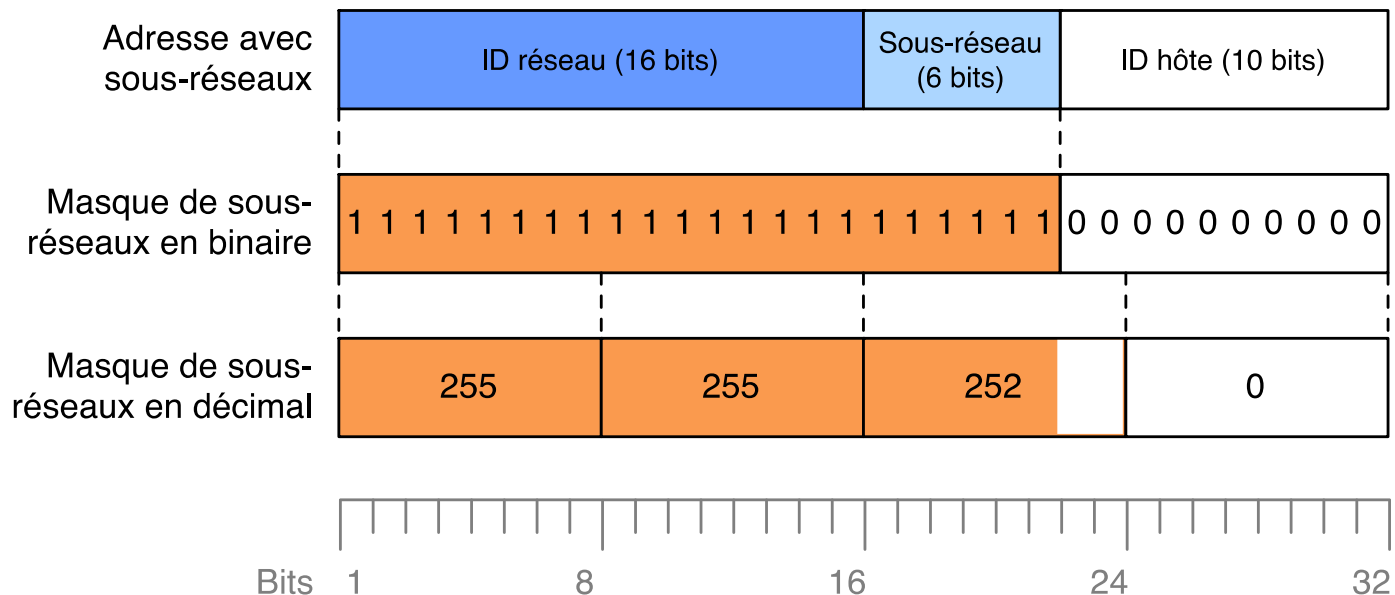
Sous-réseaux

- Idée
 - Subdiviser une plage d'adresse en plages plus petites et les allouer à différents réseaux physiques



Masque de sous-réseaux

- Permet de diviser une plage d'adresses en sous-réseaux
- Adressage à trois niveaux
 - Exemple: réseaux classe B



- Subdivision du réseau classe B en $2^6 = 64$ sous-réseaux, chacun avec $2^{10} = 1024$ stations



Calculs avec masques de sous-réseaux

Deux types de calculs

1. Déterminer un masque de sous-réseaux:

« Une entreprise veut créer **n** sous-réseaux,
avec au minimum **x** machines par sous-réseau.
Quel masque choisir ? »

2. Déterminer les adresses d'un sous-réseau:

« Votre adresse IP est **x**. Votre masque est **m**.
Quelles sont les adresses IP qui font partie de votre
sous-réseau ? »



Exemple: déterminer un masque de sous-réseaux

Données

- Réseau classe B
- Au minimum 10 sous-réseaux
- Au minimum 600 machines par sous-réseau

Calcul

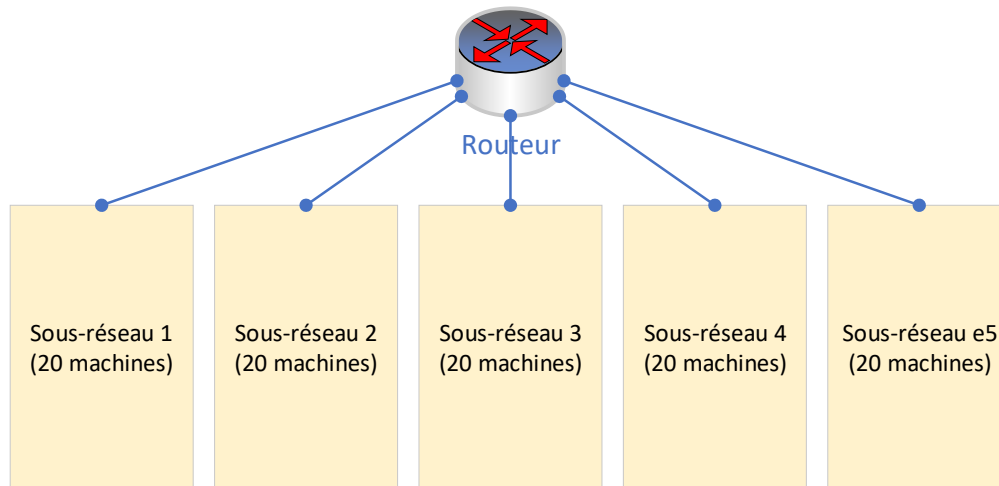
- Classe B → 16 bits réseau, 16 bits disponibles pour sous-réseaux + ID hôte
- 10 sous-réseaux → 4 bits permettent $2^4 = 16$ sous-réseaux
- 600 machines → 10 bits permettent $2^{10} = 1024$ machines par sous-réseau
- Deux bits restent, à ajouter aux sous-réseaux ou aux machines par sous-réseau

Adresse avec sous-réseaux	ID réseau (16 bits)																Sous-réseau (4 bits)				ID hôte (12 bits)											
Masque de sous-réseaux en binaire	1 1 1 1 1 1 1 1								1 1 1 1 1 1 1 1								1 1 1 1				0 0 0 0				0 0 0 0 0 0 0 0							
Masque de sous-réseaux en décimal	255								255								240				0											



Exercice

- Adresse classe C: 200.23.15.0
- 5 sous-réseaux
- 20 machines par sous-réseau



Exercice

- Adresse classe C: 200.23.15.0
- 5 sous-réseaux
- 20 machines par sous-réseau

$$5 \text{ SR} : 2^3 = 8 \Rightarrow 3 \text{ bit}$$

$$20 \text{ m} : 2^5 = 32 \Rightarrow 5 \text{ bit}$$



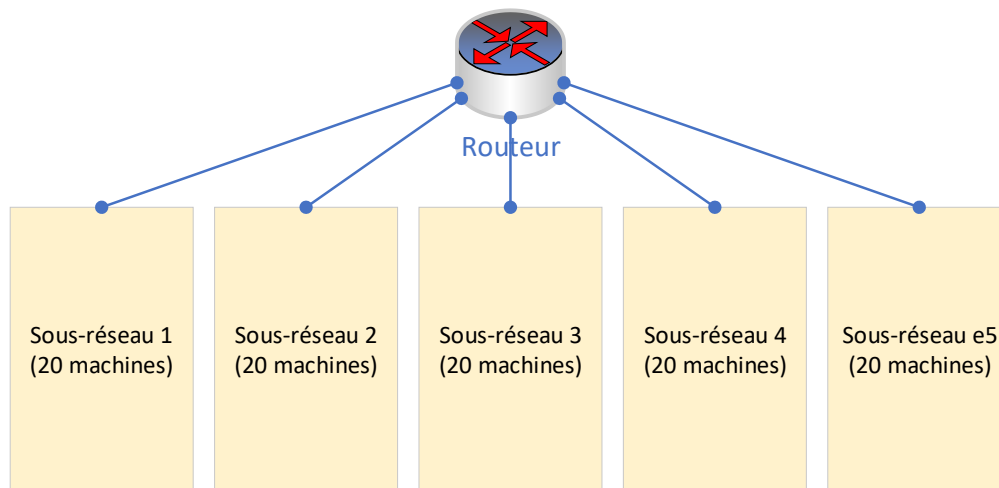
Masque

11 1 | 11100000
255 . 255 . 255 . 224



Exercice

- Adresse classe C: 200.23.15.0
- 5 sous-réseaux
- 20 machines par sous-réseau
- Masque 255.255.255.224
- Quelle plage d'adresses pour chacun des sous-réseau ?



Exemple: déterminer les adresses d'un sous-réseau

Données

- Votre adresse est 200.23.15.147
- Votre masque de sous-réseau est 255.255.255.224

Calcul

Masque	255.255.255.224	1 0 0 0 0 0
Adresse IP classe C	200.23.15.147	1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1
Première adresse (Adresse du réseau)	200.23.15.128	1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Dernière adresse (Adresse broadcast)	200.23.15.159	1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1



Exercice

- Adresse IP: 100.100.100.100
- Masque : 255.255.192.0



Utilisation des adresses d'un sous-réseau

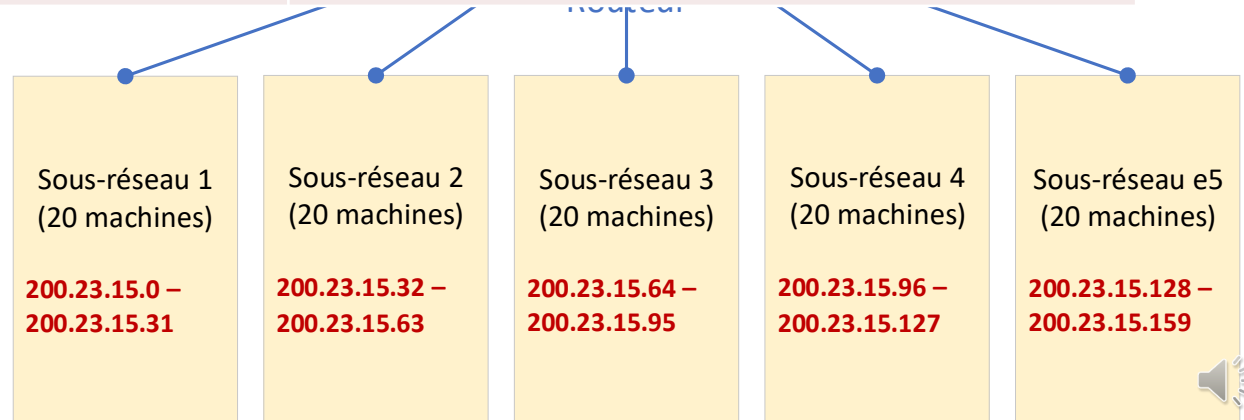
- La **première adresse** d'une plage est l'adresse du sous-réseau
- La **dernière adresse** d'une plage est l'adresse de broadcast / diffusion dirigée du sous-réseau
 - Signifie : toutes les machines du sous-réseau
- Ces deux adresses ne peuvent pas être assignées à des machines
- Exemple:
 - Sous-réseau avec 4 bits / 16 adresses
 - 14 adresses utilisables



Plan d'adressage

- Adresse classe C: 200.23.15.0
- 5 sous-réseaux, 20 machines par sous-réseau
- Masque 255.255.255.224 (3 bits du dernier octet pour les sous-réseaux)

Masque	255.255.255.224	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1110 0000
Préfixe réseau	200.23.15.0	1100 1000.0001 0111.0000 1111.0000 0000
SR1 1 ^{ère} adresse	200.23.15.0	1100 1000.0001 0111.0000 1111.0000 0000
SR2 1 ^{ère} adresse	200.23.15.32	1100 1000.0001 0111.0000 1111.0010 0000
...		
SR5 1 ^{ère} adresse	200.23.15.128	1100 1000.0001 0111.0000 1111.1000 0000



Notation CIDR

- CIDR: *Classless Interdomain Routing*
 - Permet de réduire la taille des tables de routage en fusionnant des réseaux pour créer des super-réseaux
- CIDR introduit une nouvelle notation
 - Exemple: 200.123.230.13/21
 - Indique masque avec les premiers 21 bits à 1
 - Correspond à un masque de 255.255.248.0



Adressage privé

- Problème: manque d'adresses IPv4
- Idée: **Réutilisation d'adresses IP**
 - Une organisation utilise des adresses privées à l'intérieur du réseau
 - Pour la communication avec l'extérieur, une adresse publique est assignée de manière temporaire

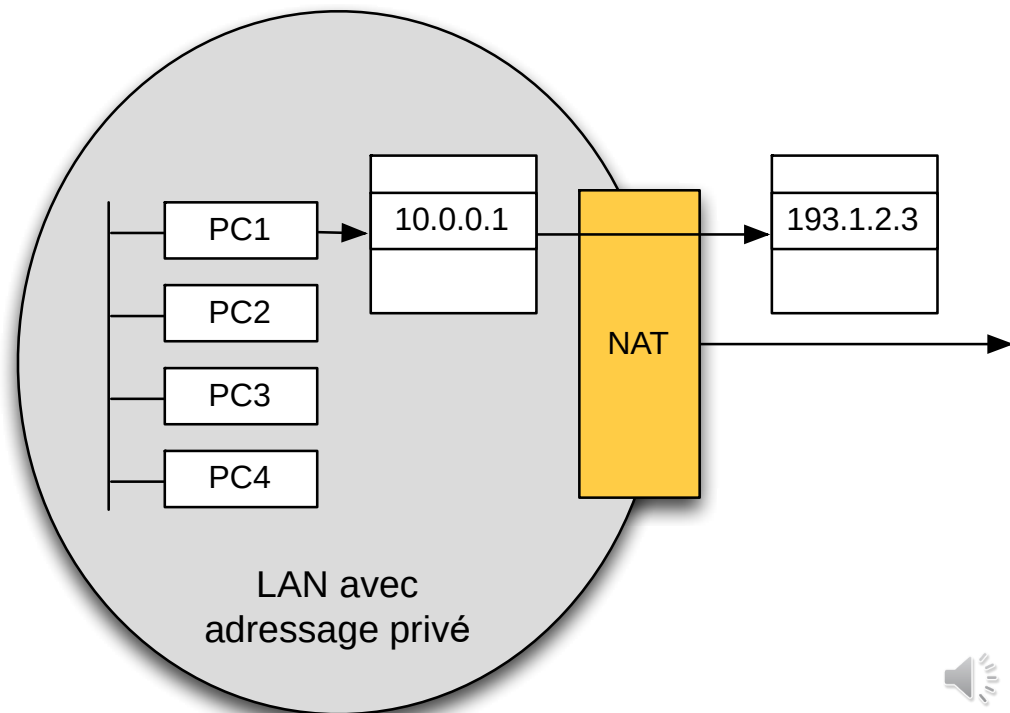
Adresses privées

Adresses		Commentaire
10.0.0.0	– 10.255.255.255	1 réseau classe A
172.16.0.0	– 172.31.255.255	16 réseaux classe B
192.168.0.0	– 192.168.255.255	256 réseaux classe C



Traduction d'adresses privées

- Les adresses privées sont uniques et ne sont donc pas utilisables sur Internet
 - Adresses dites « non routables »
- NAT: *Network Address Translation*
 - Permet de traduire les adresses privées entre le réseau interne et Internet public



Types de NAT

- **NAT dynamique (NAT simple)**

- L'équipement NAT dispose d'un pool d'adresses publiques
- Les adresses publiques sont allouées temporairement à une machine dès qu'elle établit une connexion avec l'extérieur
- Le nombre de connexions simultanées est limité par le nombre d'adresses publiques disponibles

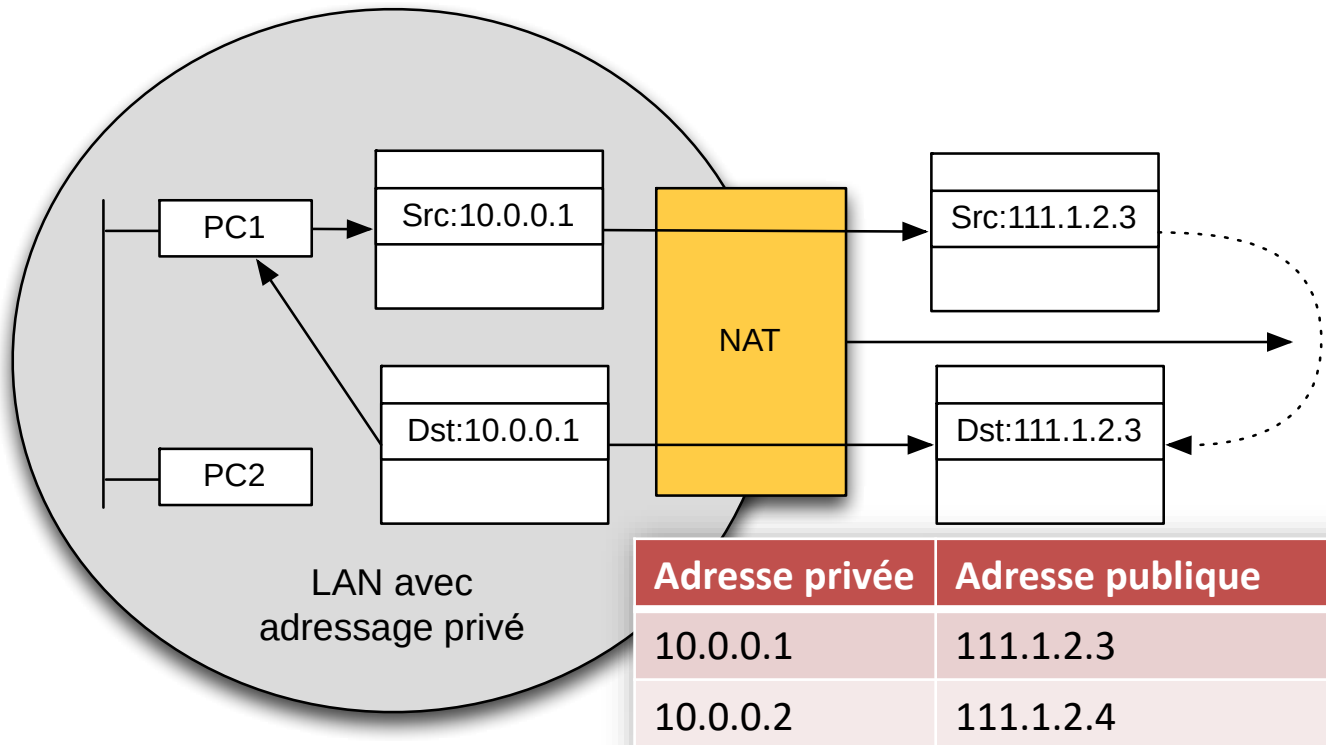
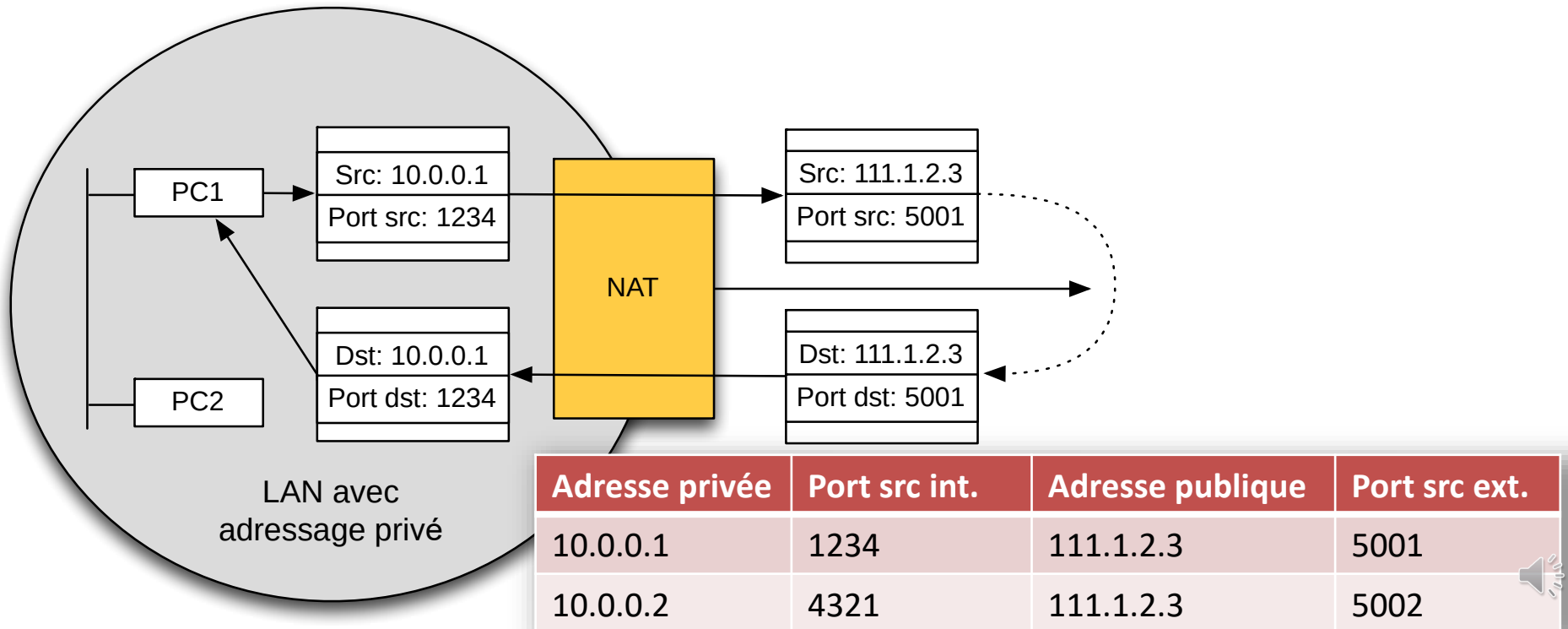


Table de traduction
du NAT



Types de NAT

- **NAPT (*Network Address Port Translation*)**
 - Une seule adresse publique est partagée entre plusieurs connexions simultanées
 - L'équipement NAT modifie l'adresse source privée ainsi que le port TCP/UDP source du paquet sortant
 - Grâce au port source, le NAT peut distinguer les différentes connexions



Fin partie 1

