

# INFO0561

Réseaux Informatiques

Partie 3 - Adressage IP

Luiz Angelo Steffenen

[Angelo.steffenen@univ-reims.fr](mailto:Angelo.steffenen@univ-reims.fr)

# Table des matières

- 1 La notion d'adresse IP
- 2 Sous-réseaux
- 3 Le routage
- 4 Agrégation de routes

# Table des matières

- 1 La notion d'adresse IP
  - La couche réseau
  - L'adressage IP
  - Plages d'adresses
- 2 Sous-réseaux
- 3 Le routage
- 4 Agrégation de routes

# La couche réseau : rôle dans le modèle OSI

## La couche réseau : couche 3

- Fonction de routage :
  - Logique mise en œuvre pour réussir à acheminer de bout en bout un message, d'un expéditeur jusqu'à une destination
- Fonction d'adressage :
  - Déterminer une adresse unique pour chaque entité d'un réseau
  - Regrouper certaines adresses par groupe, selon une logique
  - Structuration de l'adresse afin de déterminer facilement à quel groupe une adresse appartient
- Contrôle de flux :
  - Qualité de service
  - Contrôle des paquets

# Les protocoles de la couche réseau

## Dans les modèles

### Modèle TCP/IP



Transport

Internet

Accès réseau

### Modèle OSI

Application

Présentation

Session

Transport

Réseau

Liaison données

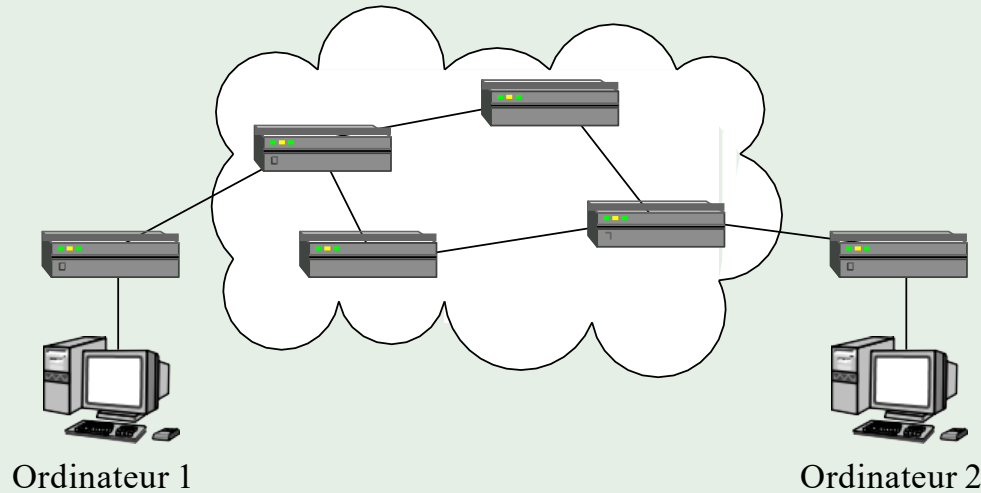
Physique

## Exemple de protocoles

- CLNP (*ConnectionLess Network Protocol*) :  
→ Protocole OSI inspiré de IP
- IP (*Internet Protocol*)
- ICMP (*Internet Control Message Protocol*) :  
→ Protocole de support IP (notification d'erreurs)
- IPX (*Internetwork Packet eXchange*) (Novell)

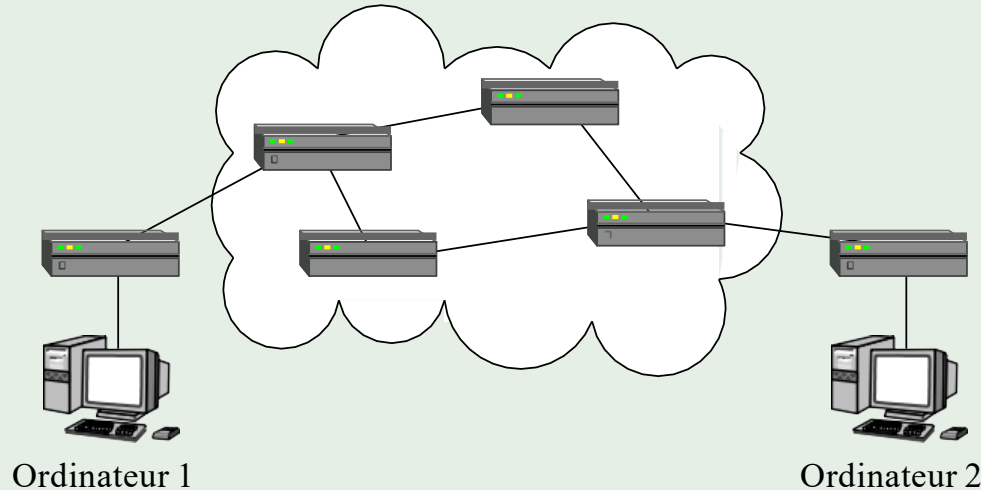
# Une adresse IP

Comment identifier un ordinateur connecté à Internet ?



# Une adresse IP

Comment identifier un ordinateur connecté à Internet ?



## L'adresse IP

- Tout ordinateur connecté à un réseau IP (comme Internet) possède une adresse IP

# Format de l'adresse IP

## Définition : une adresse IP

- Une adresse IP permet d'identifier (de manière unique) une interface réseau d'un matériel informatique
- En IPv4, les adresses sont constituées de 4 octets :  
→ 4 entiers dans l'intervalle [0; 255]
- Elles sont notées sous la forme *décimal pointé* :  
→ Les 4 nombres sont écrits séparés par un point

## Exemples

- Université de Reims :
  - [www.univ-reims.fr](http://www.univ-reims.fr) : 194.57.105.10
  - ebureau.univ-reims.fr : 194.57.104.111
- Les adresses IP de [www.google.fr](http://www.google.fr) :
  - 209.85.129.103, 209.85.129.104, 209.85.129.147, 209.85.129.99

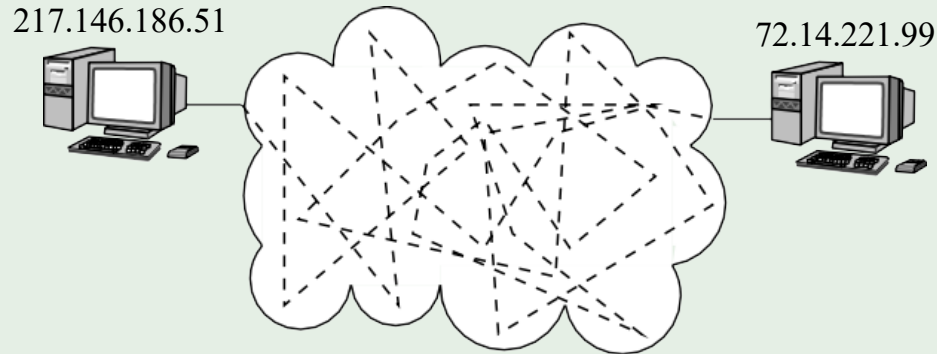


# Introduction sur le routage (1/2)

## Localisation d'une adresse IP

- Une adresse IP permet d'identifier une machine sur Internet, mais quelle route prendre ?

## Exemple



# Introduction sur le routage (2/2)

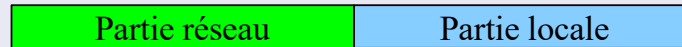
## Généralités

- Une adresse IP permet d'identifier une machine sur Internet. . .
- . . . mais elle permet aussi de l'atteindre
- Une adresse IP de destination n'est pas auto-suffisante pour connaître la route de l'émetteur jusqu'au destinataire
- Le transfert se fait étape par étape, chaque étape étant un *routeur* :
  - On parle de routage de bout en bout
- Le routeur prend une décision à partir de l'adresse de destination à l'aide de règles qui lui sont connues :
  - Ces règles forment la *table de routage*

# Format d'une adresse IP

## Constitution d'une adresse IP

- Une adresse IP permet d'identifier un hôte mais aussi le réseau dans lequel il se trouve
- Deux parties dans une adresse IP :



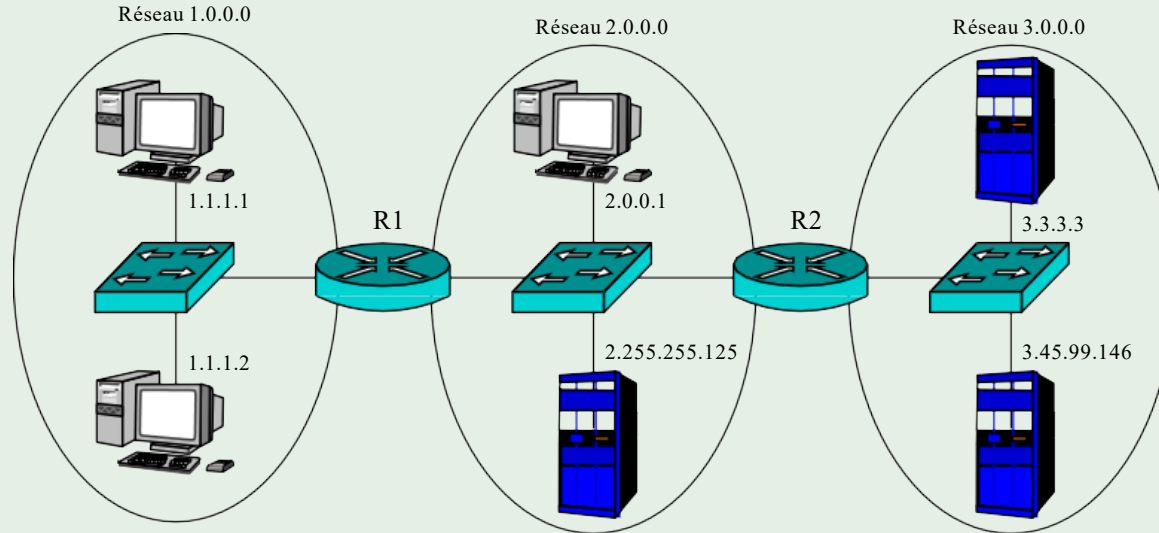
- Partie réseau (*Net-id*) : désigne le réseau d'appartenance
- Partie hôte (*Host-id*) : désigne la machine (ou “*hôte TCP/IP*”)

## Adresses particulières

- Adresse de réseau : partie hôte avec uniquement des 0 (en binaire)
- Adresse de diffusion (*broadcast*) : partie hôte avec uniquement des 1 (en binaire)

# Réseaux IP

## Exemples de réseaux IP interconnectés



- Réseau 1.0.0.0 : adresses entre 1.0.0.1 et 1.255.255.254
- Réseau 2.0.0.0 : adresses entre 2.0.0.1 et 2.255.255.254
- Réseau 3.0.0.0 : adresses entre 3.0.0.1 et 3.255.255.254

# Notion de classe

## Classification des réseaux suivant leur taille

- Les RFC originales de IP répartissent les réseaux en 3 classes suivant leur taille
- Suivant la classe, la partie Internet de l'adresse est plus ou moins grande : 1, 2 ou 3 octets

## Plages de validité

- Pour éviter que des adresses de classes différentes se chevauchent, les plages de validité sont les suivantes :
  - Classe A : 1.0.0.0 à 126.0.0.0  
 $\Rightarrow 2^7 - 2 \rightarrow 126$  réseaux
  - Classe B : 128.1.0.0 à 191.254.0.0  
 $\Rightarrow 2^{14} - 2 \rightarrow 16\,382$  réseaux
  - Classe C : 192.0.1.0 à 223.255.254.0  
 $\Rightarrow 2^{21} - 2 \rightarrow 2\,097\,150$  réseaux

# Les plages d'adresses (1 / 2) (cf RFC 3330)

## Adresses réservées

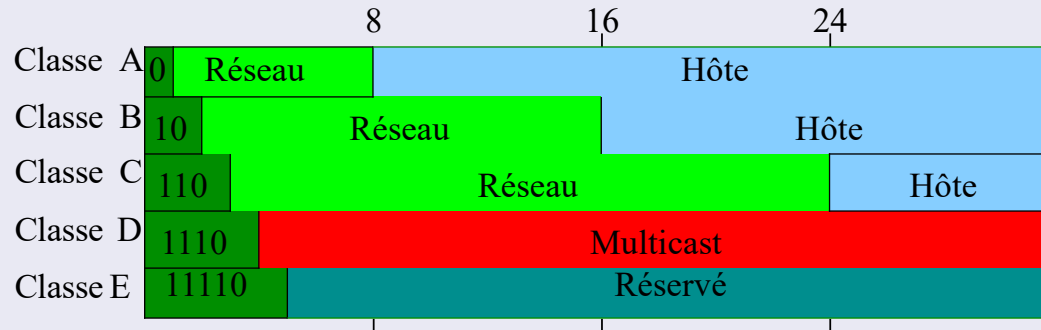
- Le réseau 127.0.0.0 réservé pour la boucle locale :  
→ On évite toutes les adresses 127.x.y.z
- 0.0.0.0 et 255.255.255.255 : réservées pour la diffusion
- 128.0.0.0, 191.255.0.0 et 223.255.255.0 : réservées par l'IANA  
→ IANA : Internet Assigned Numbers Authority

## Plages d'adresses privées

- 10.0.0.1 à 10.255.255.254 → 16.777.214 hôtes
- 172.16.0.1 à 172.31.255.254 → 1.048.574 hôtes
- 192.168.0.1 à 192.168.255.254 → 65.534 hôtes

# Les plages d'adresses (2/2)

## Côté binaire

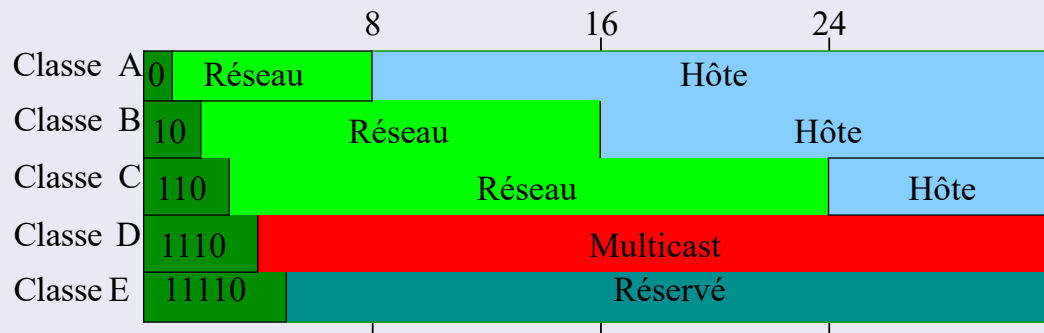


## Exercices : déterminez la classe des adresses suivantes

- 192.164.10.25
- 193.128.128.10
- 15.0.0.15
- 178.120.125.11

# Les plages d'adresses (2/2)

## Côté binaire



## Exercices : déterminez la classe des adresses suivantes

- 192.164.10.25 ⇒ **Classe C**
- 193.128.128.10 ⇒ **Classe C**
- 15.0.0.15 ⇒ **Classe A**
- 178.120.125.11 ⇒ **Classe B**



# Table des matières

## 1 La notion d'adresse IP

## 2 Sous-réseaux

- Le gâchis d'adresses IP
- Décomposition
- Masque de sous-réseau
- Création de sous-réseaux

## 3 Le routage

## 4 Agrégation de routes

# Le problème du gâchis d'adresses IP

## Règles à appliquer dans un réseau IP

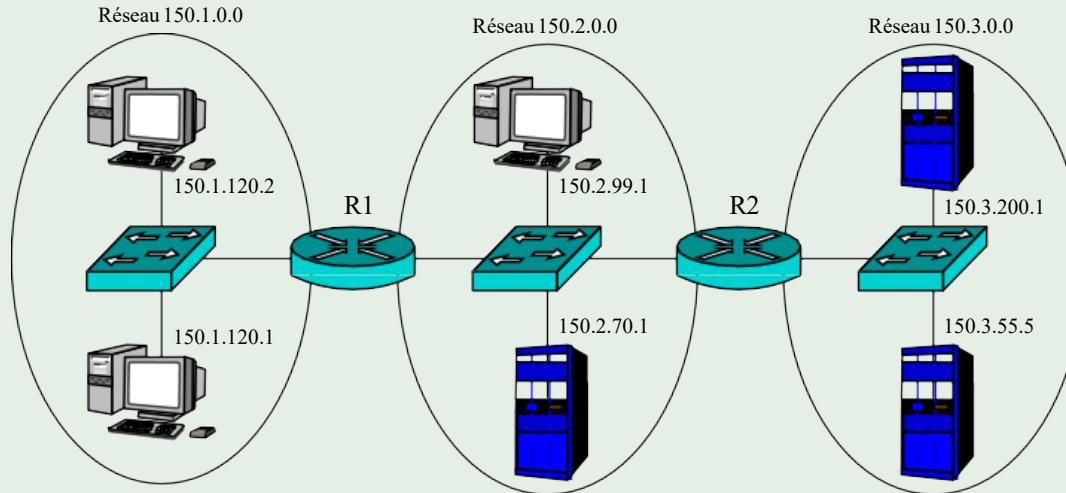
- Les équipements appartenant à des réseaux différents doivent être séparés par un routeur
- Les équipements appartenant à un même réseau ne peuvent pas être séparés par un routeur

## Problème du gâchis d'adresses IP

- Le réseau dont l'adresse de classe B est 150.1.0.0 peut contenir 65534 machines  
⇒ Beaucoup d'adresses IP perdues !!!

# Exemple de gâchis d'adresses IP

## Exemple de trois réseaux de classe B

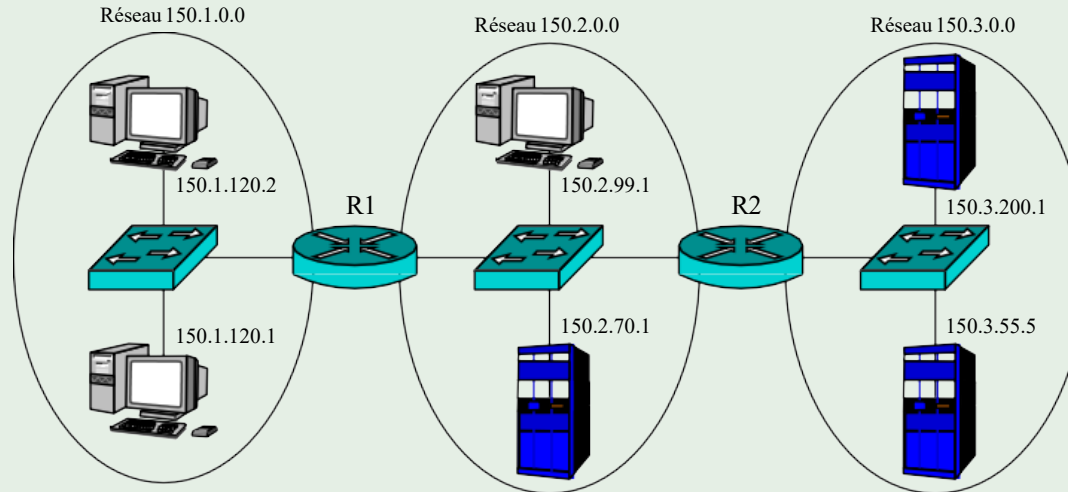


### Question

- Combien d'adresses IP disponibles dans chaque réseau ?
- Combien d'adresses IP utilisées ?

# Exemple de gâchis d'adresses IP

## Exemple de trois réseaux de classe B



### Question

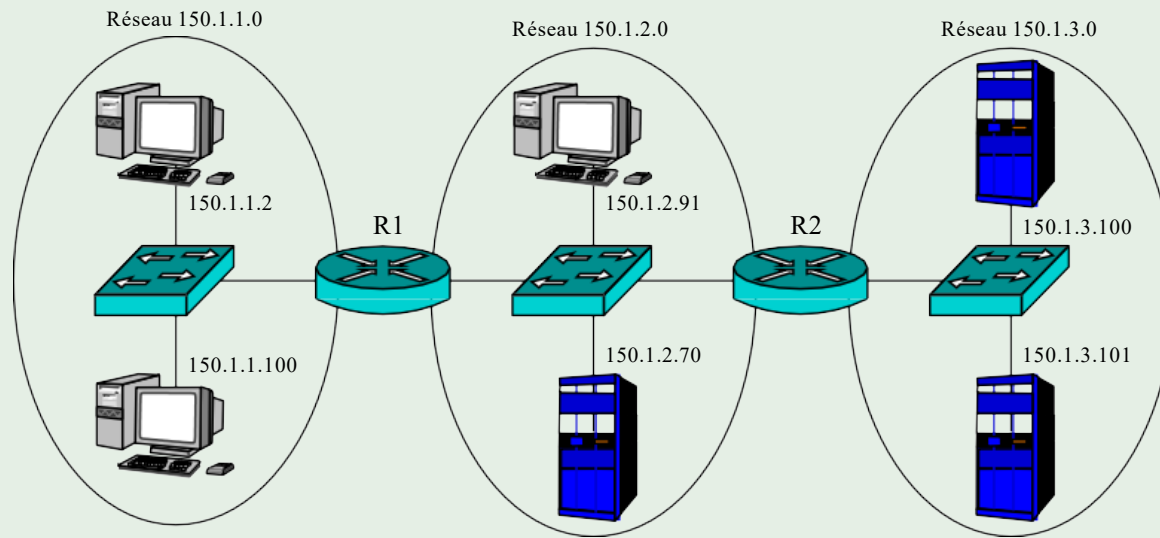
- Combien d'adresses IP disponibles dans chaque réseau ? **65534**
- Combien d'adresses IP utilisées ? **3, 4 et 3**

# Division en sous-réseaux

## Création de sous-réseaux

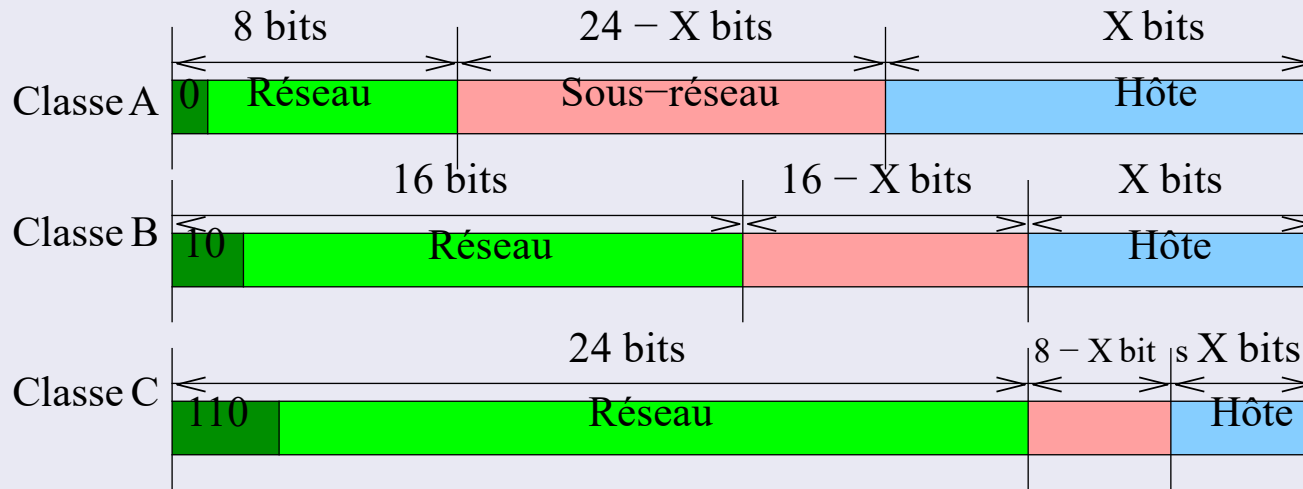
- Subdivision d'un réseau en sous-réseaux plus petits
- Un routeur peut séparer deux sous-réseaux

## Exemple de la subdivision du réseau 150.1.0.0



# Plages d'adresses pour les sous-réseaux

## Plages possibles en fonction des classes



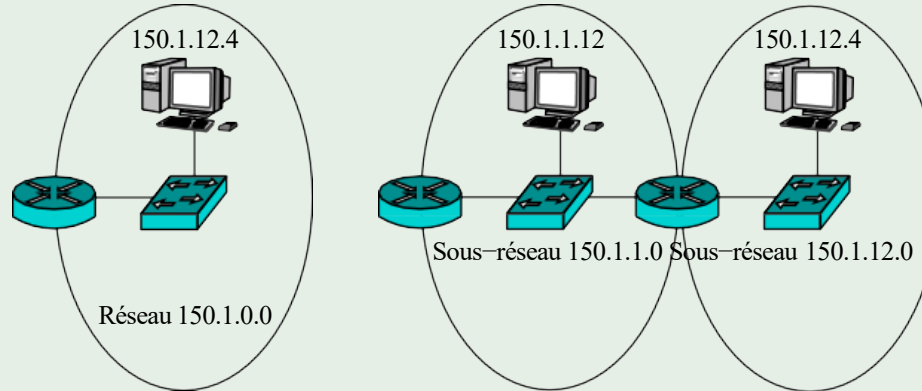
# Extraire la partie hôte de la partie réseau

## Problématique

Comment séparer la partie d'une adresse IP concernant l'hôte et la partie concernant le réseau ?

## Exemple

- Soit l'adresse IP 150.1.12.4, à quel réseau / sous-réseau appartient-elle ?



# Le masque de sous-réseau

## Utilité

- Calcul automatique des parties Internet et hôte d'une adresse IP
- 4 octets constitués d'une suite de 1 contigus puis de 0 (en binaire) :  
→ 255.255.255.240 → 11111111.11111111.11111111.11110000
- Les valeurs décimales possibles pour les octets du masque :  
→ 0, 128, 192, 224, 240, 248, 252, 254, 255

## Notation préfixée du masque

- Adresse IP suivie de "/" puis du nombre de bits à 1
- Exemple : adresse = 164.100.10.1 et masque = 255.255.255.0  
→ Notation : 164.100.10.1/24

## Masques par défaut

Classe A	Classe B	Classe C
255.0.0.0 ou / 8	255.255.0.0 ou /16	255.255.255.0 ou /24



# Un coup de CIDR

## Origine du CIDR

- Les classes IP définies dans les premières spécifications montrent leurs limites
- CIDR : utilisation de masques plus grands et écriture préfixée  
→ CIDR : *Classless Inter-Domain Routing*
- Intérêts :
  - Optimiser (réduire) les tables de routage  
→ Agrégation des routes
  - Éviter le gâchis d'adresses IP
- L'utilisation de l'écriture préfixée oblige qu'un masque soit constitué d'une suite de 1 et de 0 contigus
- IPv6 a repris cette écriture

# Décomposition en sous-réseaux

## Décomposition en sous-réseaux

- Soit un réseau dont l'adresse IP est A / B
- Comment découper ce réseau en sous-réseaux ?
- Idée : on augmente la taille du masque (*i.e.* le nombre de bits à 1)
- Avec 1 bit, on obtient  $2^1$  sous-réseaux, avec 2 bits  $2^2$  . . .

## Exemple

- Réseau 15.0.0.0 / 8 (classe A, donc masque par défaut 255.0.0.0)  
→ 15.10.15.15 et 15.11.15.15 dans le même réseau
- On utilise un masque plus grand (exemple /16) :  
→ 15.10.15.15 dans le sous-réseau 15.10.0.0/16  
→ 15.11.15.15 dans le sous-réseau 15.11.0.0/16

## Attention

Quel que soit le découpage, une adresse IP ne peut pas appartenir à 2 sous-réseaux différents !

# Extraire la partie hôte et la partie réseau

## Algorithme

- Soit une adresse A et un masque B
- L'adresse du réseau est :  $A \text{ AND } B$

## Exemple : retrouvez l'adresse des réseaux

- 192.168.95.146 / 24  
⇒ ?
- 192.168.95.146 / 255.255.255.128  
⇒ ?
- 192.168.95.146 / 255.255.255.240  
⇒ ?

# Extraire la partie hôte et la partie réseau

## Algorithme

- Soit une adresse A et un masque B
- L'adresse du réseau est :  $A \text{ AND } B$

## Exemple : retrouvez l'adresse des réseaux

- 192.168.95.146 / 24  
⇒  $192.168.95.146 \text{ AND } 255.255.255.0 = 192.168.95.0$
- 192.168.95.146 / 255.255.255.128  
⇒  $192.168.95.146 \text{ AND } 255.255.255.128 = 192.168.95.128$
- 192.168.95.146 / 255.255.255.240  
⇒  $192.168.95.146 \text{ AND } 255.255.255.240 = 192.168.95.144$

# Nombre de sous-réseaux et les RFC

## Description

- Les sous-réseaux sur IP sont définis dans la RFC 950 et RFC 1878
- RFC 950 :
  - On retire systématiquement 2 sous-réseaux :
    - Partie sous-réseaux tout à 0
    - Partie sous-réseaux tout à 1
- RFC 1878 (depuis 1995 !!!) :
  - Il est obsolète de retirer les 2 sous-réseaux

## Attention

Dans un sous-réseau on réserve (n'utilise pas) la première et la dernière adresse (partie hôte tout à 0 ou tout à 1)

# Nombre de sous-réseaux

## Procédure

- Récupérer la classe de l'adresse Comparaison
- avec le masque par défaut
- La différence de bits représente les sous-réseaux

## Exemple

- Soit l'adresse 145.112.14.16 / 24
- Adresse de classe B : masque par défaut 255.255.0.0 ( / 16)
- Nombre de bits correspondant aux sous-réseaux :  $24 - 16 = 8$   
→  $2^8 = 256$
- Nombre de bits correspondant aux hôtes : 8  
→  $2^8 - 2 = 254$  (145.112.X.0 et 145.112.X.255 impossibles)

# Adresse de diffusion

## Procédure

- Soit une adresse A et un masque B
- Inversion des bits du masque :  
→ Les 255 deviennent des 0 et inversement
- L'adresse de diffusion est :  $A \text{ OR } \text{INV}(B)$

## Exemple

- Soit l'adresse 145.112.14.16 / 24
- Masque 255.255.255.0
- Inverse du masque 0.0.0.255
- $145.112.14.16 \text{ OR } 0.0.0.255 = 145.112.14.255$

# Table des matières

1 La notion d'adresse IP

2 Sous-réseaux

3 Le routage

- Introduction
- Passerelles par défaut
- La table de routage
- Les algorithmes de routage

4 Agrégation de routes

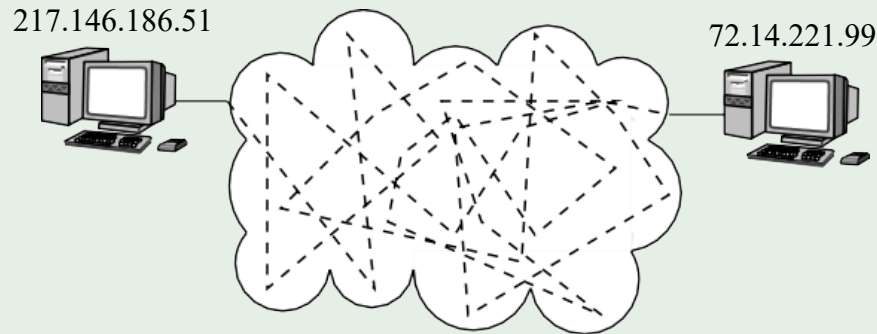


# Équipements de routage

## Localisation d'une adresse IP

- Une adresse IP permet d'identifier une machine sur Internet, mais quelle route prendre ?

## Exemple

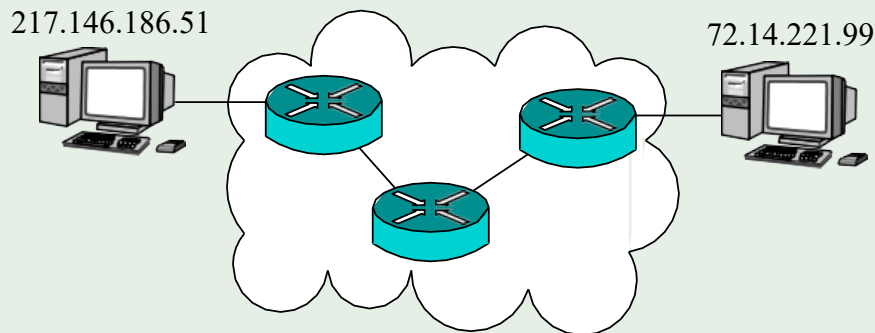


# Équipements de routage

## Localisation d'une adresse IP

- Une adresse IP permet d'identifier une machine sur Internet, mais quelle route prendre ?

## Exemple



## Équipements réseaux

- Des équipements réseaux permettent de router les paquets IP de la source vers la destination

# Quelques définitions

## *Définition* : un routeur

Équipement de réseau doté de plusieurs interfaces physiques et conçu pour acheminer des paquets IP d'un réseau physique à un autre en s'appuyant sur leur adresse IP de destination.

## *Définition* : le routage

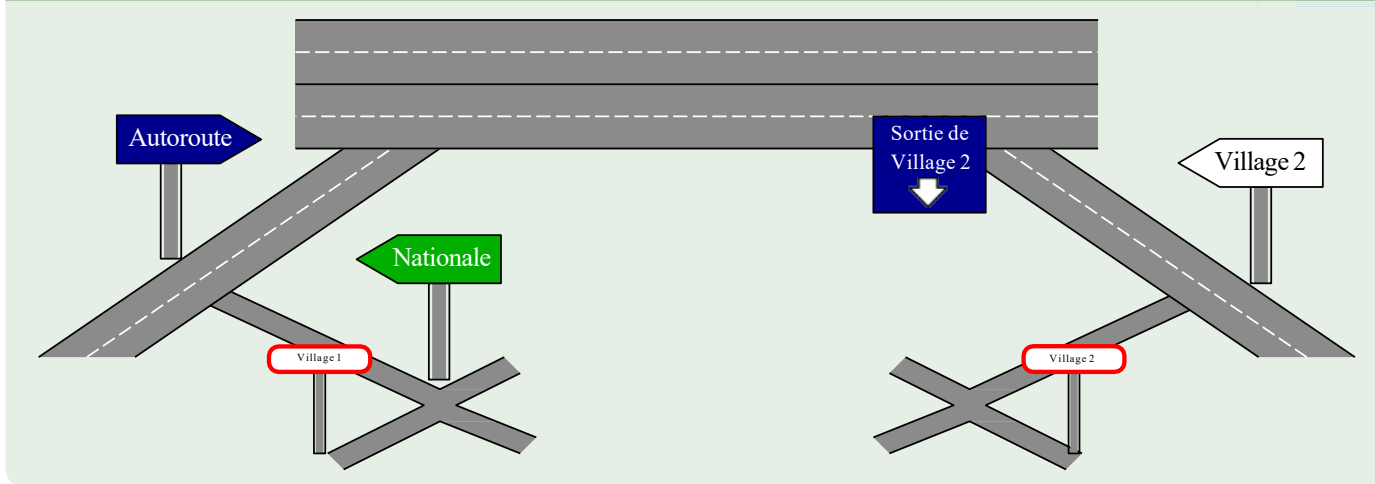
Processus consistant pour un routeur à décider sur quelle interface de sortie acheminer un paquet IP reçu en examinant son adresse IP de destination et à l'expédier.

## *Définition* : la passerelle par défaut

Nom du routeur par défaut permettant de quitter le réseau.

# Processus de routage

## Similitudes avec le réseau routier

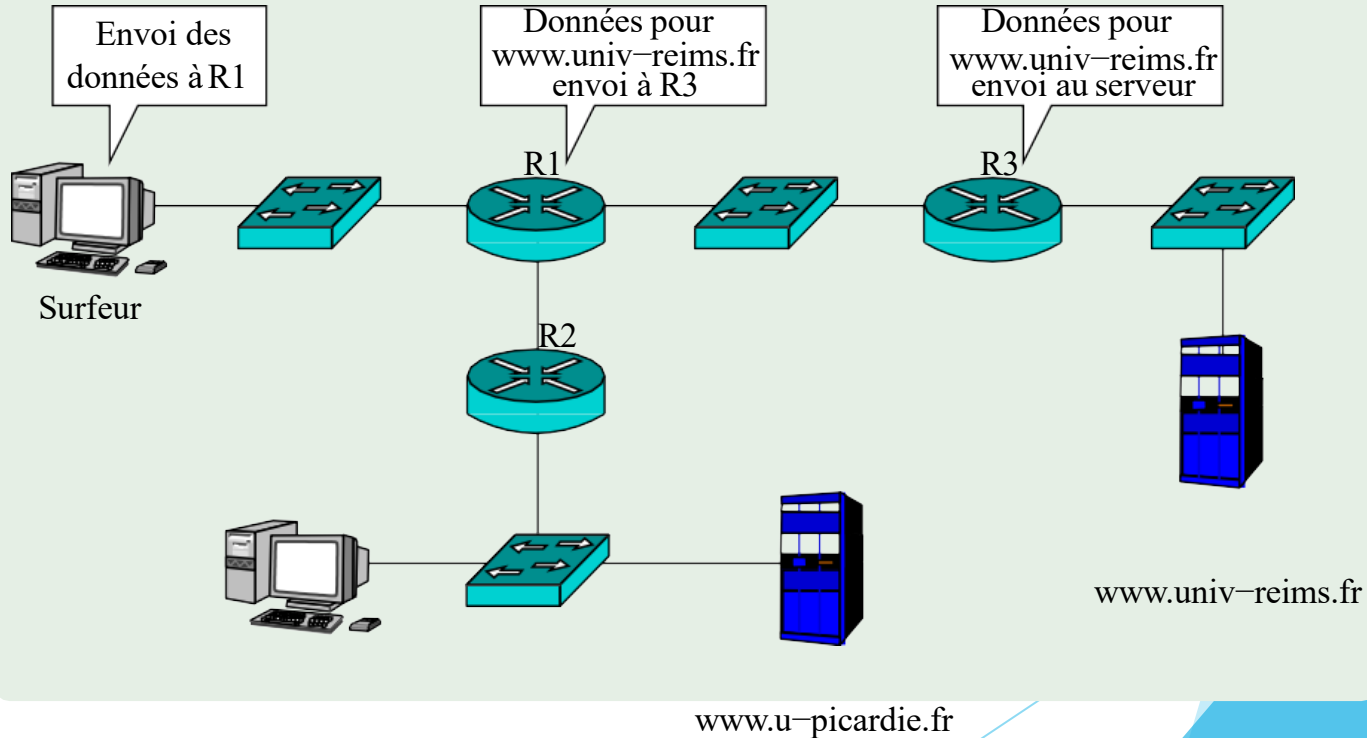


## Rejoindre une destination

- Emprunt de routes départementales pour rejoindre les nationales
- Entrée sur l'autoroute et sortie la plus proche possible
- Emprunt de nationales puis de routes départementales

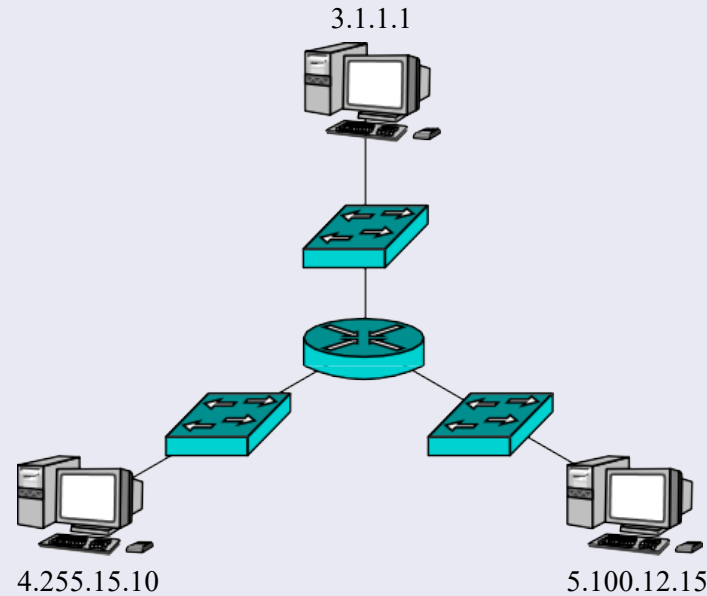
# Exemple de routage

## Envoi de données vers un serveur Web



# La (les) adresse(s) IP d'un routeur

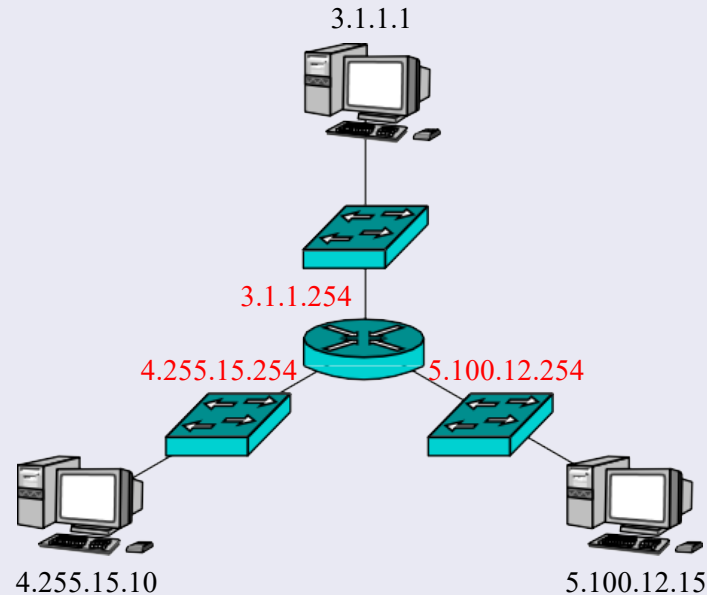
## Interfaces réseaux d'un routeur



Combien d'adresses IP un routeur possède-t-il ?

# La (les) adresse(s) IP d'un routeur

## Interfaces réseaux d'un routeur



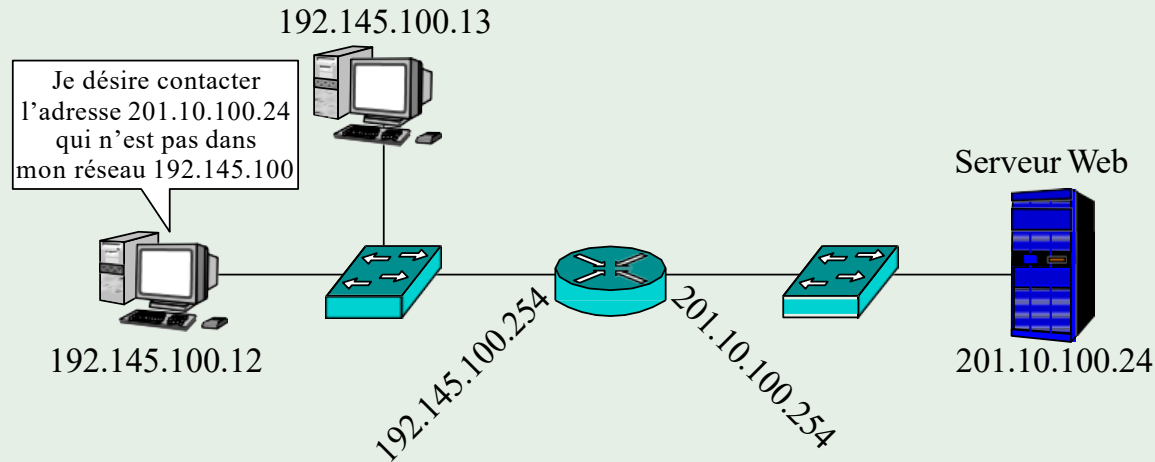
Une adresse par interface  
Une adresse dans chaque réseau

# Envoi de données vers un autre réseau

## Problématique

- Je dois envoyer un paquet IP en dehors de mon réseau :  
→ Comment savoir où les envoyer ?

## Exemple



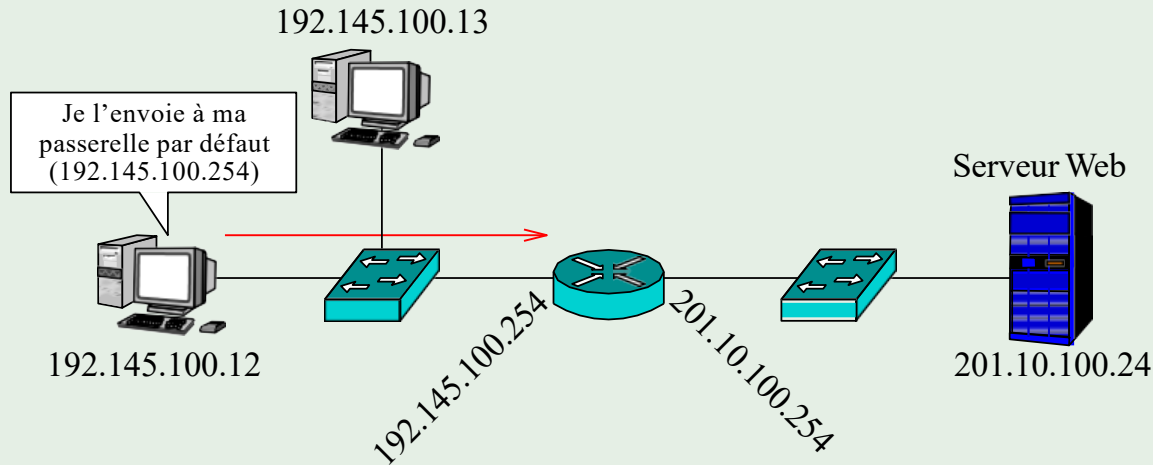


# Envoi de données vers un autre réseau

## Utilité des passerelles par défaut

Lorsqu'un paquet IP doit être envoyé vers un autre réseau, il est envoyé à la passerelle (le routeur) par défaut.

## Exemple

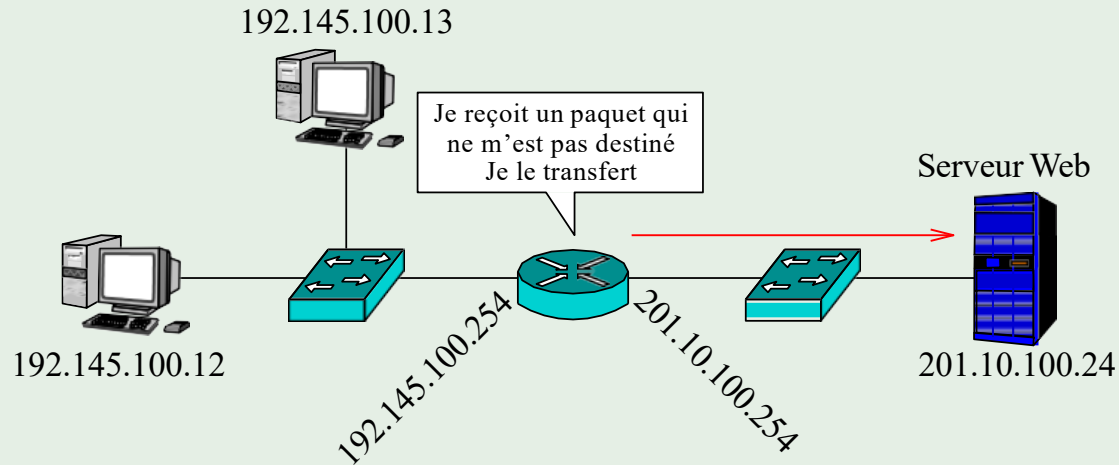


# Envoi de données vers un autre réseau

## Utilité des passerelles par défaut

Lorsqu'un paquet IP doit être envoyé vers un autre réseau, il est envoyé à la passerelle (le routeur) par défaut.

## Exemple



# La table de routage

## La table de routage

- Permet d'associer à une adresse IP de réseau, l'adresse du prochain saut et de l'interface à suivre pour router les paquets
- Forme générale :

Adresse	Masque	Prochain saut	Interface
10.0.0.0	/8	Direct	eth0
132.27.0.0	/16	Direct	eth1
défaut	/0	10.0.37.159	eth0

## Algorithme de routage général

- Si le paquet reçu est sur le réseau : acheminer le paquet
- Sinon, recherche dans la table de routage :
  - Emprunter l'interface spécifiée
  - Router le paquet vers le prochain routeur

# Exemple d'une table de routage

## Exemple

Destination	Masque	Passerelle	Option	<i>Périphérique</i>
10.124.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	U	eth0
10.125.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0	U	eth1
10.126.0.0	255.255.0.0	10.125.31.1	UG	eth1
10.124.12.5	255.255.255.255	0.0.0.0	UH	ppp0
0.0.0.0	0.0.0.0	10.124.25.1	UG	eth0

- Signification des options :

- U : l'interface est *Up*
- G : l'interface utilise une passerelle (G pour *Gateway*)
- H : seul un hôte peut être atteint par cette route

# Traitement des paquets entrants

## Principe

- Lorsqu'un paquet est reçu, il est traité différemment s'il est reçu sur une machine ou une passerelle
- Sur une machine :
  - Déterminer l'adresse IP de destination dans le paquet
  - S'il s'agit de l'adresse de la machine, les données sont délivrées à la couche supérieure
  - Sinon, problème
- Sur une passerelle :
  - IP détermine si le paquet est arrivé à destination :
    - OUI : les données sont délivrées à la couche supérieure
    - NON : routage

# Algorithme de routage simple

Algorithme : Route\_Paquet\_IP(paquet, table\_de\_routage)

ID  $\leftarrow$  adresse destination du paquet

IN  $\leftarrow$  adresse réseau destination du *paquet*

if IN directement accessible then

Envoyer paquet vers la destination, sur ce réseau

else

if il existe une route vers IN dans table\_de\_routage then

Router le paquet suivant les indications

else

if il existe une route par défaut then

Router le paquet vers la route par défaut

else

Erreur de routage

end if

end if

end if

# Routage sur des réseaux *subnettés*

## Principe

- Lorsqu'un paquet est reçu : on essaie de l'acheminer directement sinon routage
- Pour router un paquet :
  - Chercher l'adresse du réseau ou du sous-réseau dans la table de routage
  - Envoyer le paquet vers l'interface et la passerelle spécifiées

## Attention

- 150.10.185.7 et 150.10.147.6 sont-ils dans le même sous-réseau ?
  - Ca dépend du masque !
  - ⇒ 255.255.255.0, 255.255.0.0 ou 255.255.192.0 ?

# Algorithme de routage unifié (réseaux subnettés)

Algorithme : Route\_Paquet\_IP(paquet, table\_de\_routage)

ID  $\leftarrow$  adresse destination du paquet

IN  $\leftarrow$  adresse réseau destination du *paquet*

if IN directement accessible then

Envoyer paquet vers la destination, sur ce réseau

else

for all entrée  $e$  de table\_de\_routage do

N  $\leftarrow$  (ID & masque de sous-réseau de  $e$ )

if N  $\in$  champ d'adresses réseaux de  $e$  then

Router le paquet vers la passerelle spécifiée dans  $e$

end if

end for

if Aucune entrée ne correspondait then

Déclarer une erreur de routage

end if

end if



# Le routage dynamique

## Description

- Le routage statique a certains problèmes :
  - Écrit "en dur", faut renseigner l'ensemble du réseau, etc.
- Utilisation de protocoles de routage pour calculer les routes
  - Choix de routes secondaires en cas de saturation
  - Modification des routes en fonction des pannes
  - Critères de qualité de service . . .
- Rien n'impose que des paquets IP émis par une machine vers un même destinataire suivent la même route

# Table des matières

1 La notion d'adresse IP

2 Sous-réseaux

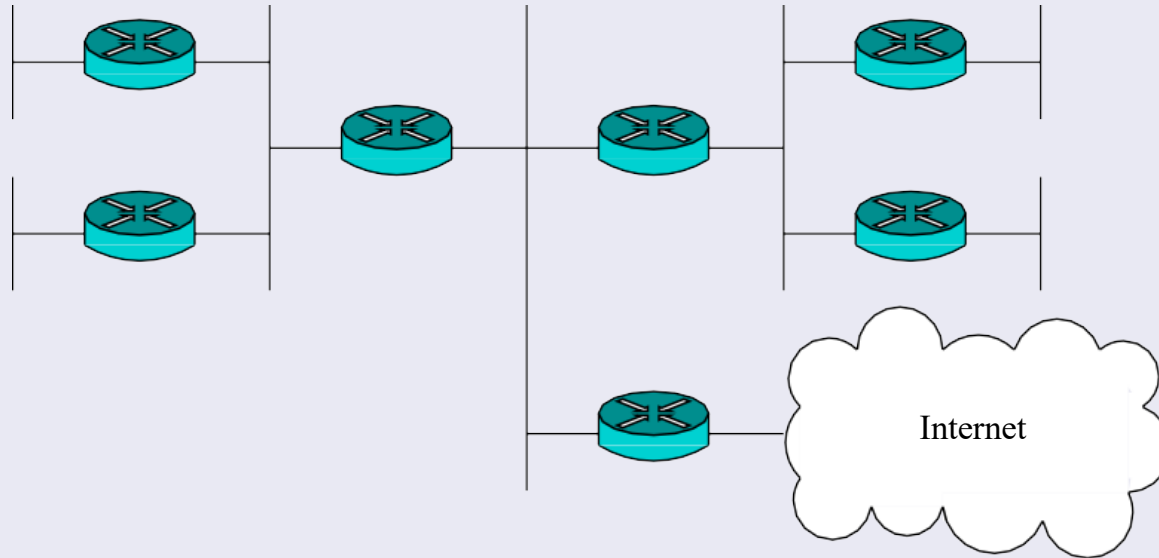
3 Le routage

4 Agrégation de routes

- Problématique
- Solution par un plan d'adressage sans agrégation
- Agrégation des routes
- Plan d'adressage avec agrégation des routes

# Exemple de topologie

## Un réseau quelconque

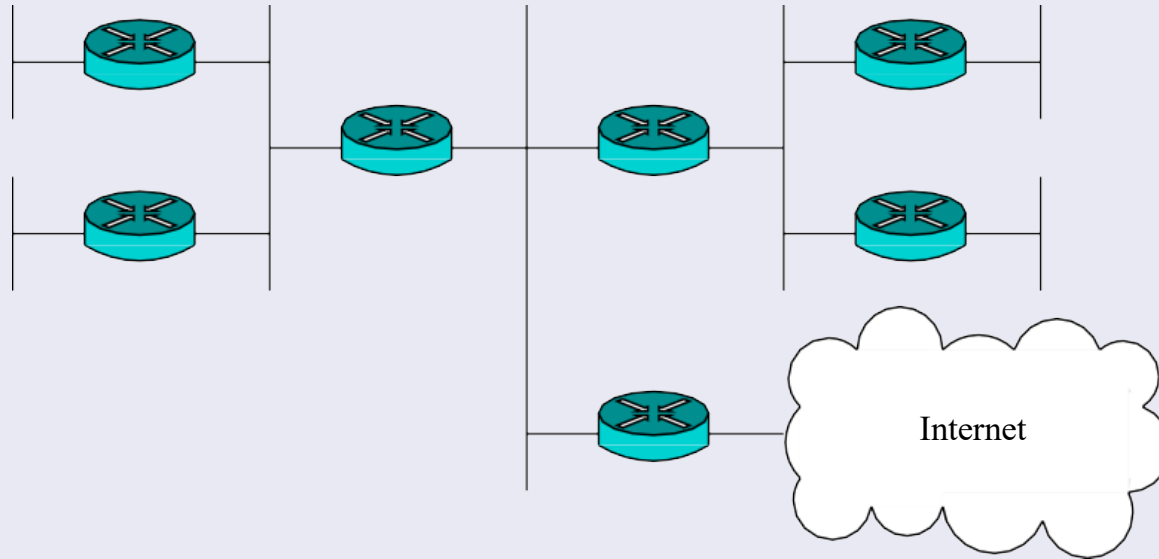


## Problème

- Réaliser le plan d'adressage de ce réseau dont l'adresse est 10.0.0.0

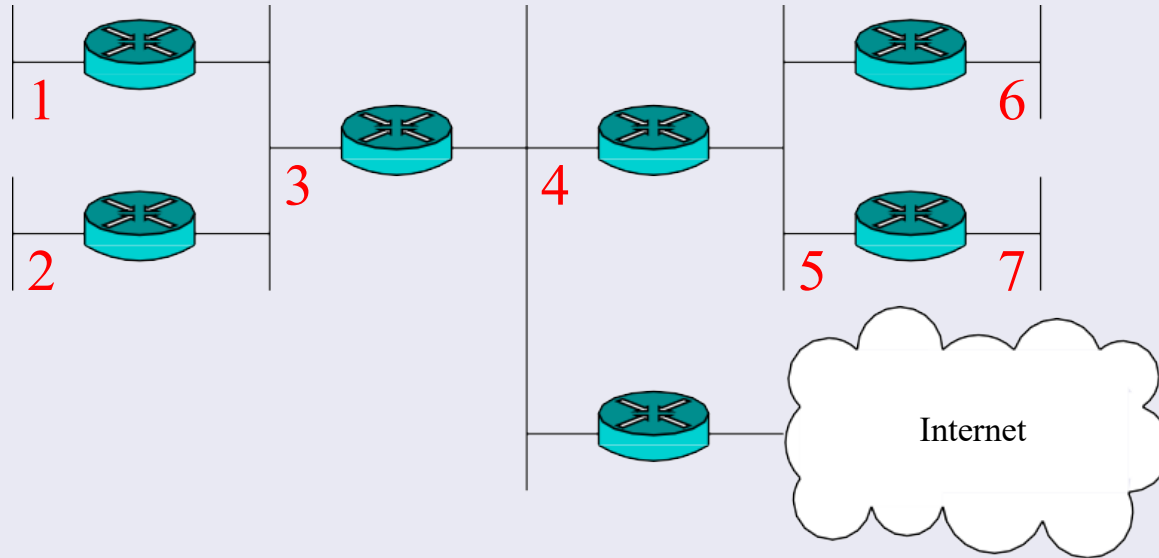
# Première étape : déterminer le nombre de sous-réseaux

Combien de sous-réseaux ?



# Première étape : déterminer le nombre de sous-réseaux

## Les sous-réseaux



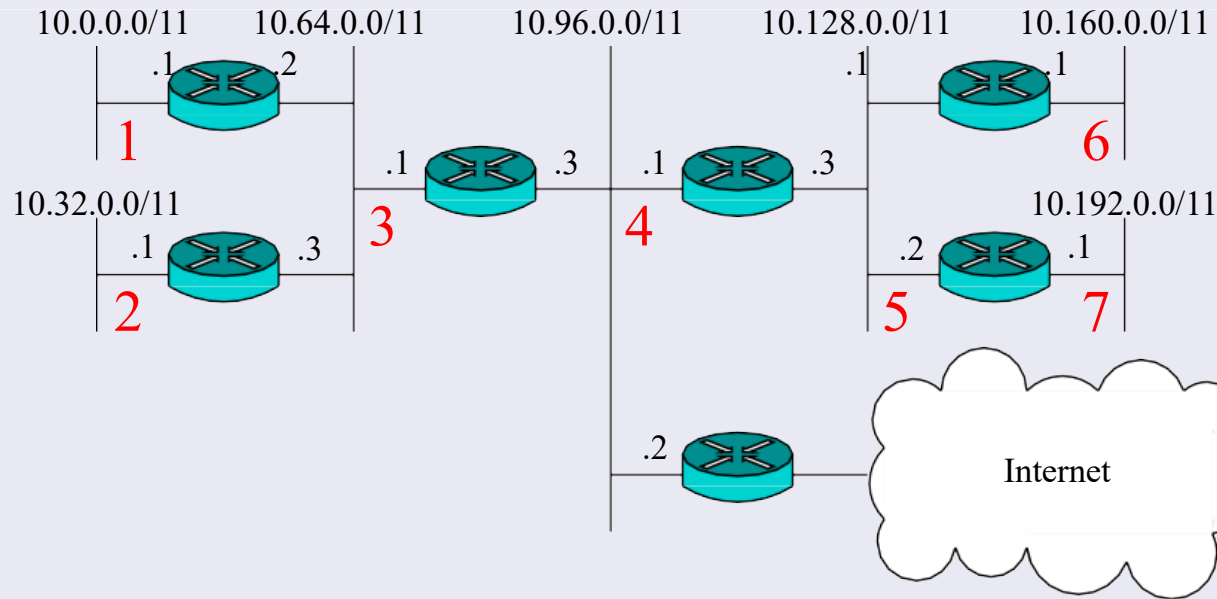
# Deuxième étape : attribuer les adresses aux sous-réseaux

## Description

- L'adresse de ce réseau est 10.0.0.0
- Il y a 7 sous-réseaux :
  - Besoin de 3 bits →  $2^3 = 8$  sous-réseaux possibles
- Les sous-réseaux :
  - 1 : 10.0.0.0/11
  - 2 : 10.32.0.0/11
  - 3 : 10.64.0.0/11
  - 4 : 10.96.0.0/11
  - 5 : 10.128.0.0/11
  - 6 : 10.160.0.0/11
  - 7 : 10.192.0.0/11
  - 10.224.0.0/11 non inutilisé

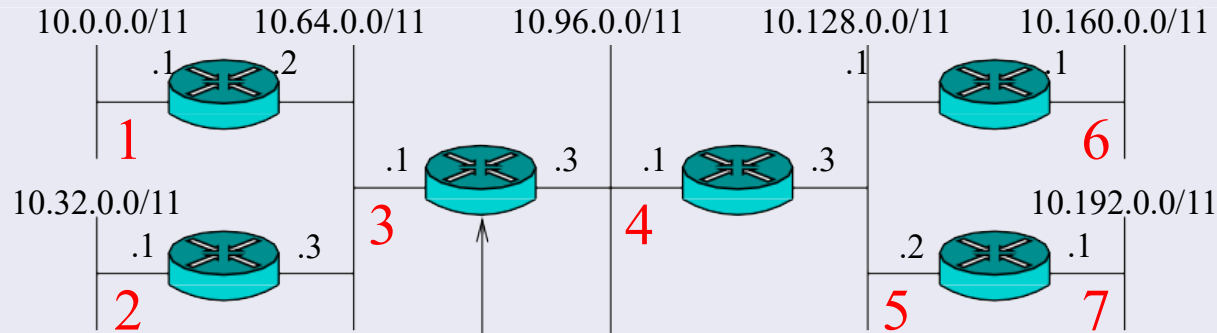
# Troisième étape : le plan d'adressage complété

## Le plan d'adressage complété



# Étude des tables de routage

## Exemple d'une table de routage



Réseaux	Masques	Destination
10.0.0.0	255.224.0.0	10.64.0.2
10.32.0.0	255.224.0.0	10.64.0.3
10.128.0.0	255.224.0.0	10.96.0.1
10.160.0.0	255.224.0.0	10.96.0.1
10.192.0.0	255.224.0.0	10.96.0.1
0.0.0.0	0.0.0.0	10.96.0.2



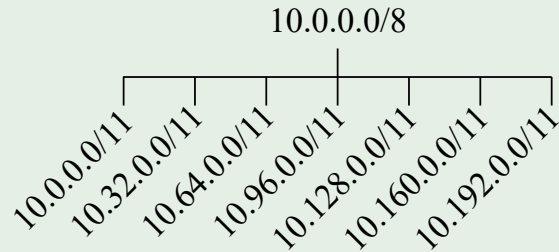
# Enjeux

## Généralités

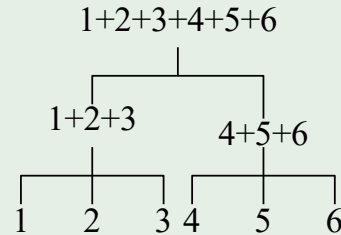
- La topologie d'un réseau n'est pas figée :
  - Croissance du nombre de machines
  - Problèmes techniques
  - Changement de politique
  - Restructurations . . .
- La modification du plan d'adressage implique la modification manuelle des tables de routage (statiques)
- Le but du plan d'adressage :
  - Répondre aux contraintes. . .
  - . . . tout en simplifiant le travail de l'administrateur :
    - Minimiser les modifications

# Différentes vues des sous-réseaux

## Vue à plat du réseau



## Vue hiérarchique du réseau

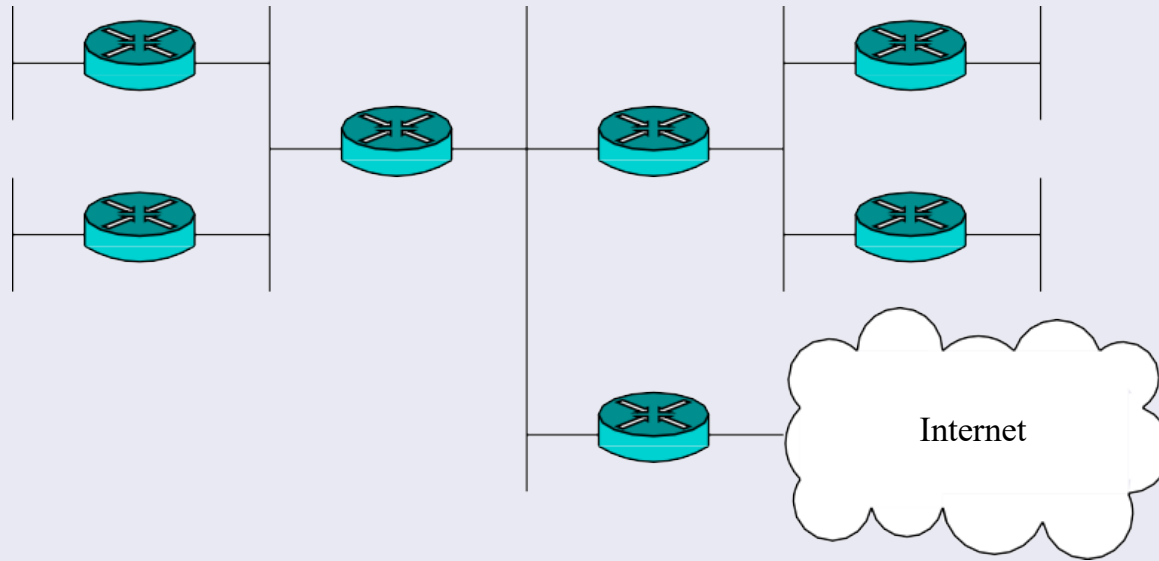


## Description

- Le but de l'adressage IP est d'agréger au maximum les sous-réseaux :  
→ Hiérarchisation du plan d'adressage
- Les tables de routage sont allégées
- La maintenance est simplifiée

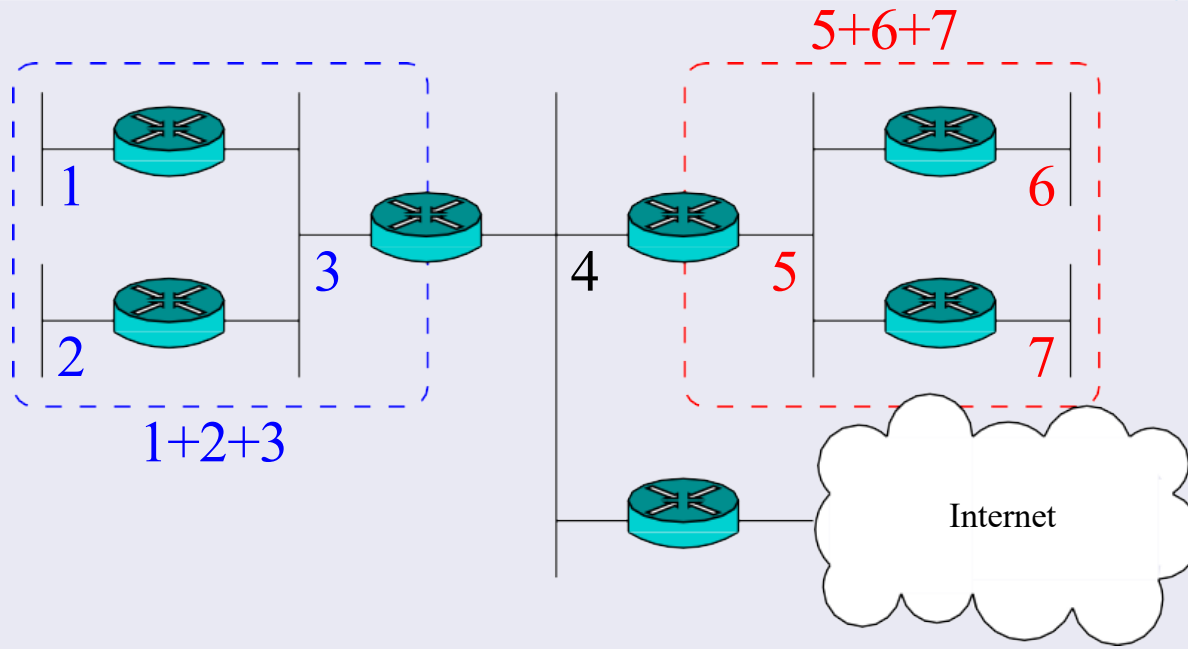
# Réaliser un plan d'adressage avec agrégation des routes

Retour sur l'exemple précédent



# Première étape : identifier la structure du réseau

## Hiérarchie du réseau



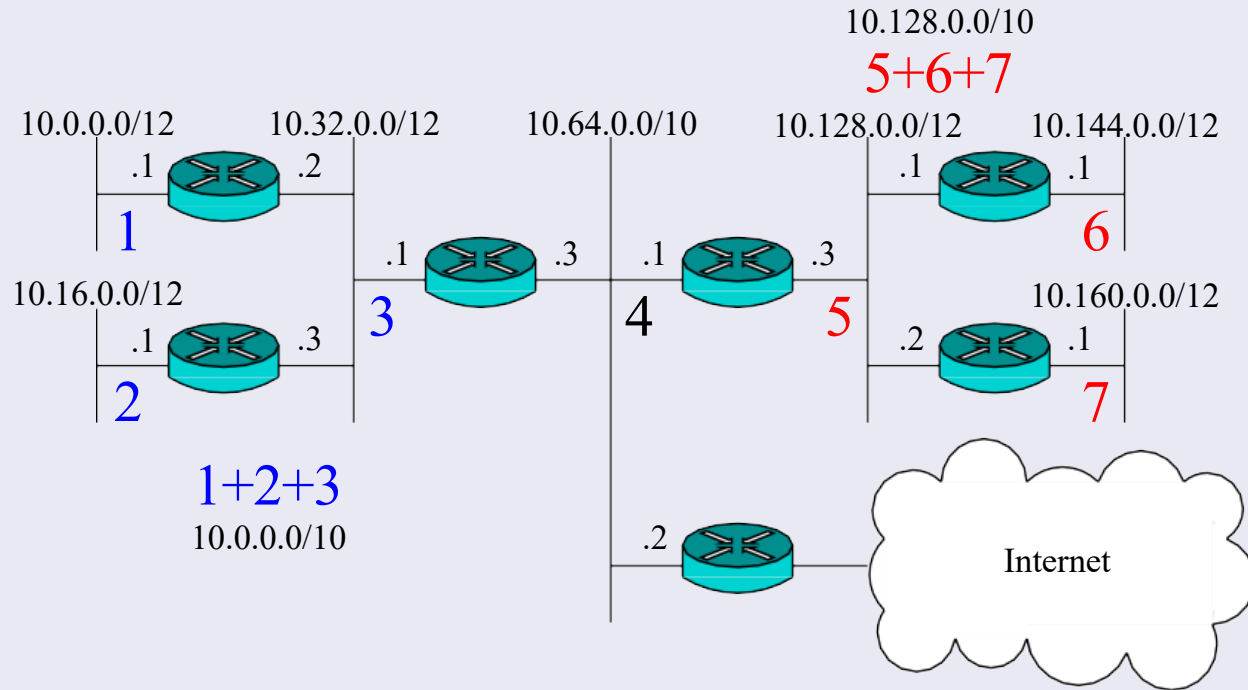
# Deuxième étape : attribuer les adresses aux sous-réseaux

## Description

- 3 sous-réseaux différents → 2 bits nécessaires
  - 1+2+3 : 10.0.0.0/10
  - 4 : 10.64.0.0/10
  - 5+6+7 : 10.128.0.0/10
- Décomposition du sous-réseau 1+2+3 → 2 bits nécessaires
  - 1 : 10.0.0.0/12
  - 2 : 10.16.0.0/12
  - 3 : 10.32.0.0/12
- Idem pour 5+6+7 :
  - 5 : 10.128.0.0/12
  - 6 : 10.144.0.0/12
  - 7 : 10.160.0.0/12

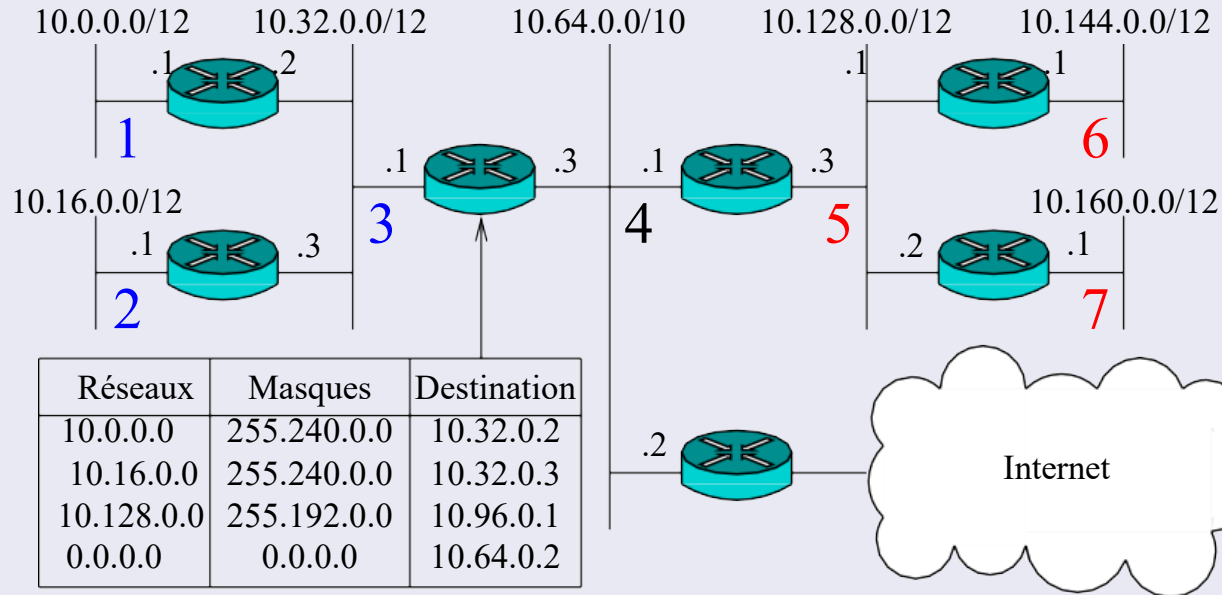
# Troisième étape : le plan d'adressage complété

## Le plan d'adressage complété



# Étude des tables de routage

## Le plan d'adressage complété



Bonus : le protocole ARP

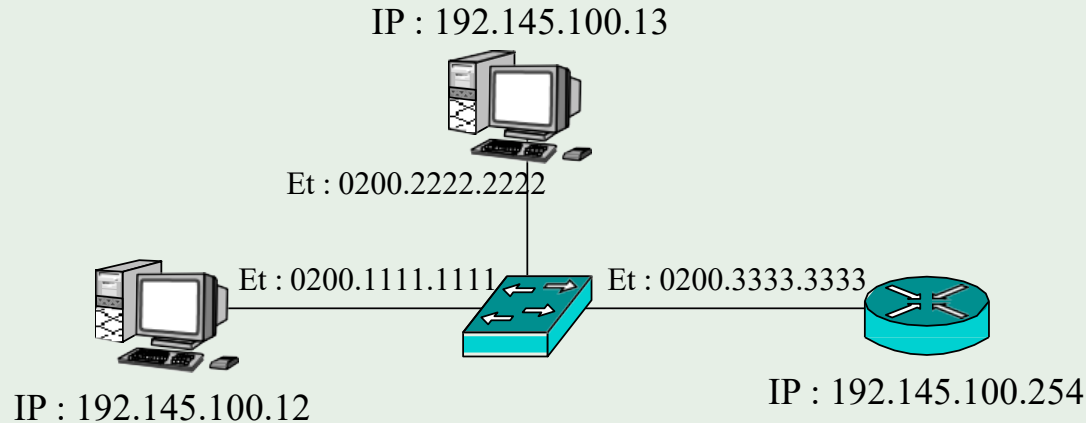


# Associer une adresse IP à une adresse MAC

## Problématique

- Rappel : les paquets IP sont encapsulés dans des trames Ethernet
- Comment savoir vers quelle adresse MAC envoyer les paquets IP ?

## Exemple



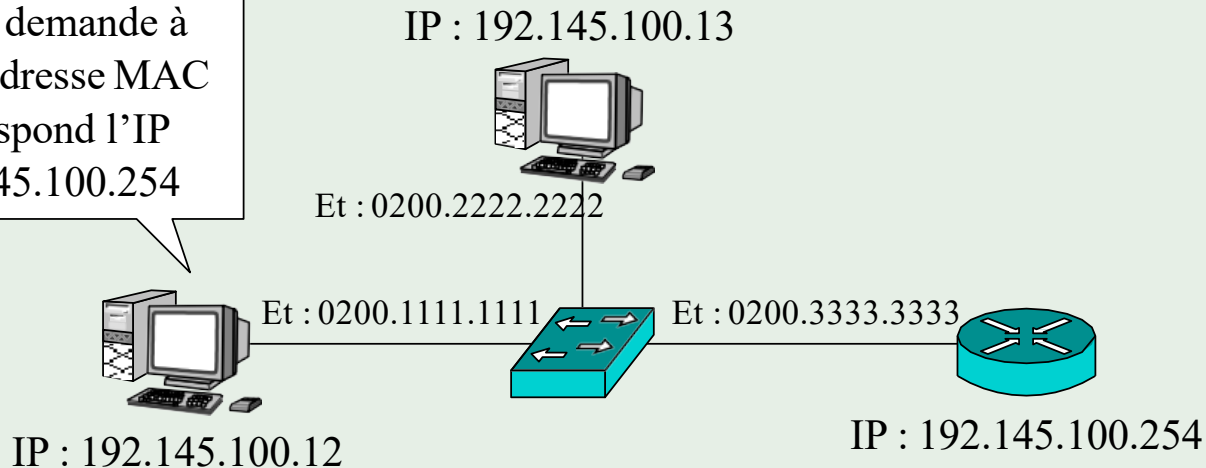
# Le protocole ARP

## ARP (pour *Address Resolution Protocol*)

Protocole au moyen duquel un hôte IP peut découvrir l'adresse MAC d'un hôte situé sur le même sous-réseau à partir de l'adresse IP de ce dernier.

### Exemple de fonctionnement d'ARP

Je me demande à  
quelle adresse MAC  
correspond l'IP  
192.145.100.254

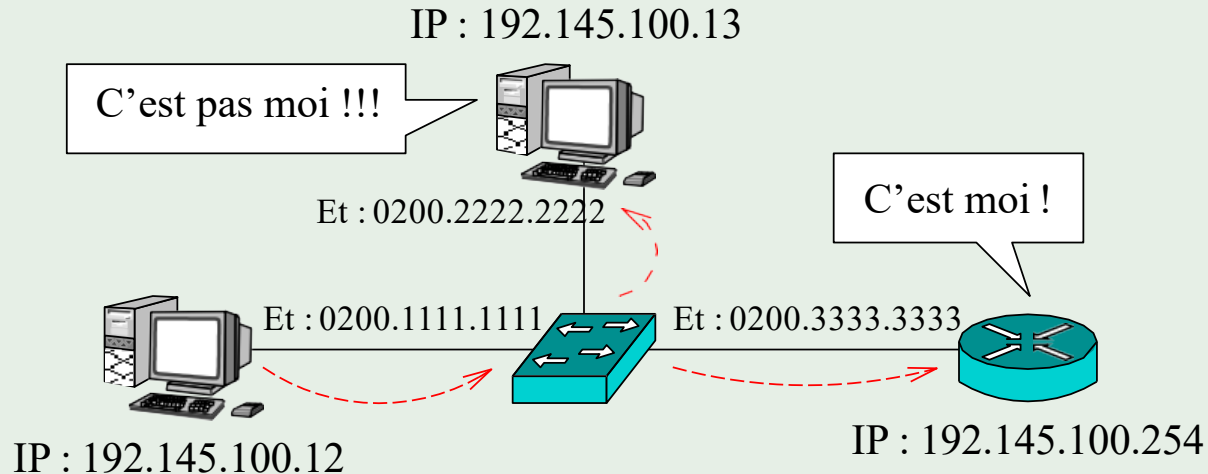


# Le protocole ARP

## ARP (pour *Address Resolution Protocol*)

Protocole au moyen duquel un hôte IP peut découvrir l'adresse MAC d'un hôte situé sur le même sous-réseau à partir de l'adresse IP de ce dernier.

### Exemple de fonctionnement d'ARP

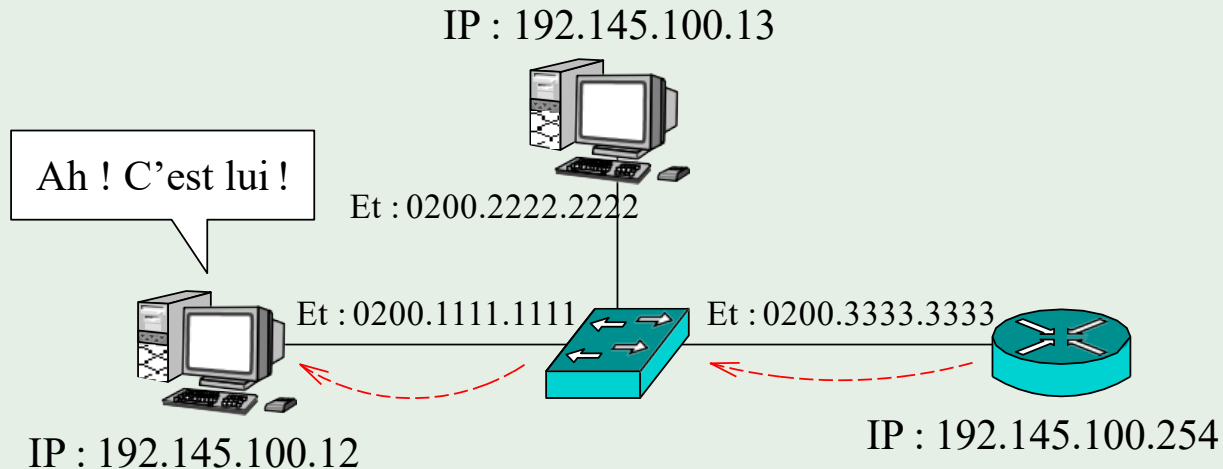


# Le protocole ARP

ARP (pour *Address Resolution Protocol*)

Protocole au moyen duquel un hôte IP peut découvrir l'adresse MAC d'un hôte situé sur le même sous-réseau à partir de l'adresse IP de ce dernier.

## Exemple de fonctionnement d'ARP



# Résolution de proche en proche

## La source et le destinataire sont sur le même réseau

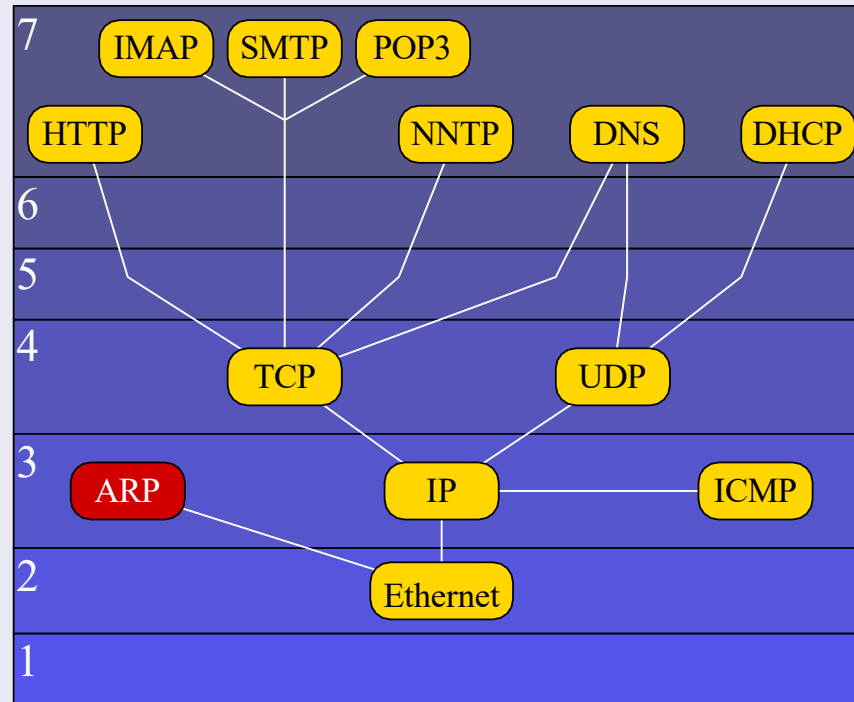
- 1 Diffusion d'une requête ARP de la source :  
↔ *broadcast* avec l'adresse MAC FF:FF:FF:FF:FF:FF
- 2 Réponse du destinataire qui envoie son adresse MAC à la source
- 3 La source peut ensuite envoyer ses données

## La source et le destinataire ne sont pas dans le même réseau

- La diffusion ne passe pas les routeurs (équipement de couche 3)  
Résolution de proche en proche avec requêtes ARP dans chaque
- réseau local

# ARP dans le modèle OSI

## Le modèle OSI



# Format du paquet ARP

## Format d'un paquet ARP

0		8	16	31
Type matériel			Type protocole	
Long. adresse matériel	Long. adresse protocole		Opération	
Adresse matérielle de la source				
Adresse protocole de la source				
Adresse matérielle du destinataire				
Adresse protocole du destinataire				

## Description des champs

- *Type matériel* : 01 pour Ethernet, 04 pour Token Ring, 16 pour ATM
- *Type protocole* : 0x0800 pour IP
- *Long. adresse* : longueurs des adresses matérielles et protocoles
- *Adresse matérielle* : adresse MAC pour Ethernet
- *Adresse protocole* : exemple l'adresse IP

# Optimisations

## Cache ARP

- Table de correspondance adresse MAC/adresse IP conservée localement
- Remplie au fur et à mesure des requêtes

## Affichage de la table ARP

arp -a

Interface : 10.152.40.15

Adresse Internet	Adresse physique	Type
10.152.40.16	00-04-75-c0-f1-a2	dynamique
10.152.40.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	statique
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	statique

## Proxy ARP

- Machine qui répond à une requête à la place du destinataire
- Utile si le destinataire ne peut pas répondre



# Reverse ARP

## Utilité de RARP

- Permet à un hôte sans mémoire de récupérer son adresse IP
  - Stations sans disque
  - Imprimantes . . .
- Au démarrage :
  - Envoi d'une requête dans le réseau pour demander une adresse IP
- Nécessite la mise en place d'un serveur RARP dans chaque réseau

## Fonctionnement

- Même format que ARP, seules les valeurs des champs changent
- Obsolète car remplacé par BOOTP ou DHCP qui ne nécessitent pas un serveur RARP dans chaque réseau