

# *La couche IP*

- ✓ L'adressage Internet
- ✓ Format de datagrammes IP
- ✓ Le routage IP

1

## L'adressage Internet

- But : fournir un service de communication **universel** permettant à toute machine de communiquer avec toute autre machine de l'interconnexion
- Une machine doit être accessible aussi bien par des humains que par d'autres machines
- Une machine doit pouvoir être identifiée par:
  - un **nom** (mnémotechnique pour les utilisateurs),
  - une **adresse** (identificateur universel de la machine),
  - une **route** (précisant comment la machine peut être atteinte).

→ **Solution** :

- Adressage binaire assurant un routage efficace
- Utilisation de noms pour identifier des machines (réalisée au niveau application: **Domain Name Server**)

2

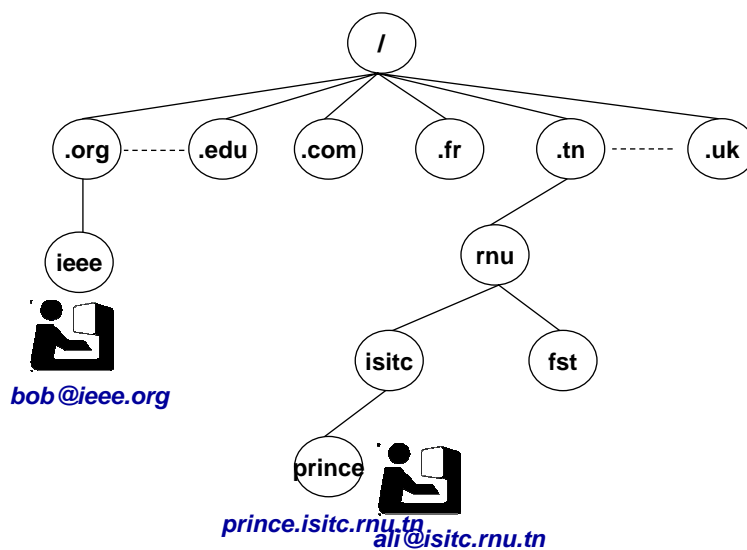
## L'adressage Internet (3)

### Les DNS

- Système distribué qui fournit la correspondance entre un nom de machine et son numéro IP.
- Organisé de manière hiérarchique.
- La responsabilité du nommage est subdivisée par niveau, les niveaux supérieurs déléguant leur autorité aux sous-domaines.

3

## L'adressage Internet (2)

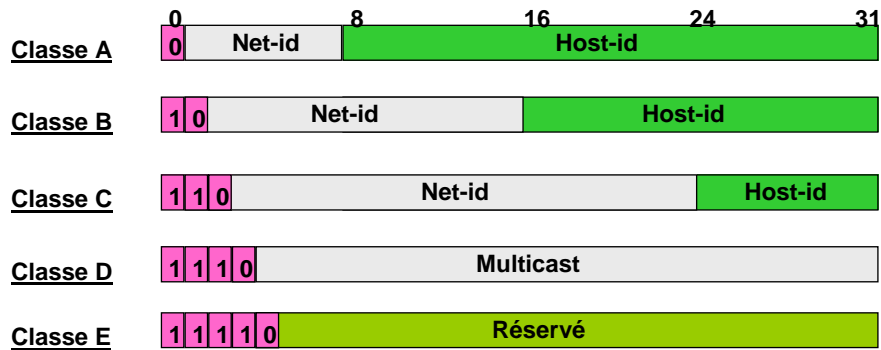


4

## L'adressage Internet (4)

### ➤ Les classes d'adressage

- Une adresse = 32 bits
- "internet address" ou "IP address"
- constituée d'une paire (netid, hostid)
  - netid identifie un réseau et
  - hostid identifie une machine sur ce réseau.



## L'adressage Internet (5)

### Notation décimale

L'adresse IP 10000000 00001010 00000010 00011110  
 s'écrit 128.10.2.30

### Adresses spéciales



## L'adressage Internet (6)

### Adresses privées

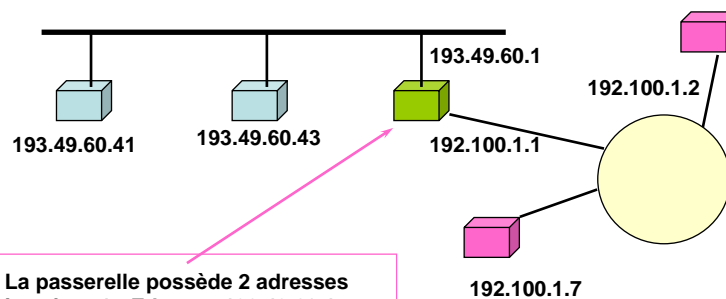
<b>Classe A</b>	10.0.0.0 → 10.255.255.255	Adresses réservées pour les réseaux privés de classe A
<b>Classe B</b>	172.16.0.0 → 172.31.255.255	Adresses réservées pour les réseaux privés de classe B
<b>Classe C</b>	192.168.0.0 → 192.168.255.255	Adresses réservées pour les réseaux privés de classe C

7

## L'adressage Internet (7)

### Adresses et connexions

- Une adresse IP → une interface physique → une connexion réseau.
- Un routeur possède par définition plusieurs connexions à des réseaux différents
- Une machine peut avoir plusieurs adresses IP (cas des passerelles)

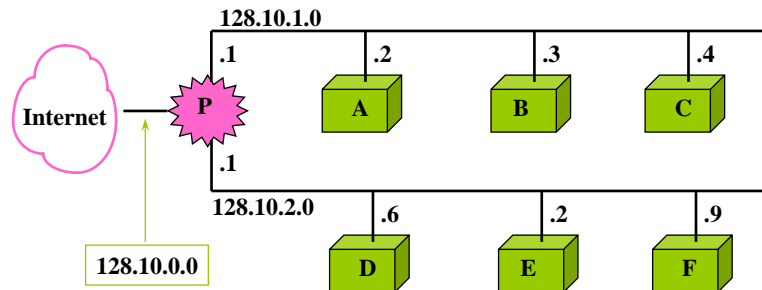


8

## Les sous-réseaux (Subnetting)

### Principes

- A l'intérieur d'une entité associée à une adresse IP de classe A, B ou C, plusieurs réseaux physiques partagent cette adresse IP
- On dit alors que ces réseaux physiques sont des sous-réseaux (*subnet*) du réseau d'adresse IP.



La passerelle P accepte tout le trafic destiné au réseau 128.10.0.0 et sélectionne le sous-réseau en fonction du troisième octet de l'adresse destination.

## Les sous-réseaux (suite)

Partie Internet	Partie locale	
Partie Internet	Réseau physique	Id Machine

- ☞ «Partie Internet» correspond au NetId (plan d'adressage initial)
- ☞ «Partie locale» correspond au HostId (plan d'adressage initial)
- ☞ les champs «Réseau physique» et «identifieur Machine» sont de taille variable

## Les sous-réseaux (suite)

### Exemple de classe B :

- 8 bits pour les parties réseau et machine donnent 256 sous-réseaux et 254 machines par sous-réseau
- 3 bits pour la partie réseau et 13 bits pour le champ machine permettent 8 réseaux de 8190 machines chacun.

### Exemple de classe C :

- 4 bits pour la partie réseau et 4 bits pour le champ machine permettent 16 réseaux de 14 machines chacun.

11

## ARP: Address Resolution Protocol

- Le besoin
  - La communication entre machines ne peut s'effectuer qu'à travers l'interface physique (envoi de trames)
  - Les applications ne connaissant que des adresses IP, comment établir le lien adresse IP / adresse physique?
- La solution : ARP
  - Mise en place dans le standard TCP/IP d'un protocole de bas niveau appelé *Address Resolution Protocol (ARP)*
  - Rôle de ARP : fournir à une machine donnée l'adresse physique d'une autre machine située sur le même réseau à partir de l'adresse IP de la machine destination

12

## ARP (2)

### ➤ Principe

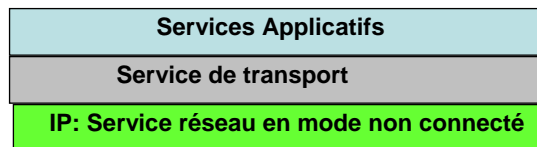
- Diffusion d'adresse sur le réseau physique
- La machine d'adresse IP émet un message contenant son adresse physique
- Les machines non concernées ne répondent pas
- Gestion cache pour ne pas effectuer de requête ARP à chaque émission
- Pour connaître l'adresse physique de B, PB, à partir de son adresse IP IB, la machine A diffuse une requête ARP qui contient l'adresse IB vers toutes les machines; la machine B répond avec un message ARP qui contient la paire (IB, PB).

### Le protocole RARP (Reverse Address Resolution Protocol)

Obtenir une adresse IP à partir d'une adresse physique

13

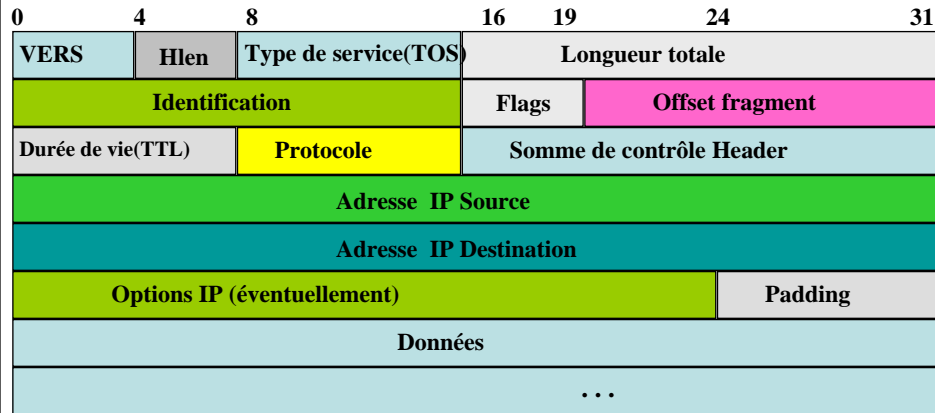
## IP : Internet Protocol



- Le service offert par le protocole IP est dit non fiable :
  - remise de paquets non garantie,
  - sans connexion (paquets traités indépendamment les uns des autres),
  - pour le mieux (*best effort*)
- Le protocole IP définit :
  - l'unité de donnée transférée dans les interconnexions (datagramme),
  - la fonction de routage,
  - les règles pour la remise de paquets en mode non connecté

14

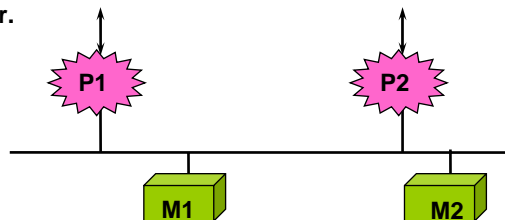
## IP : Format de datagramme



15

## Le routage des datagrammes IP

- Routage = processus permettant à un datagramme d'être acheminé vers le destinataire
- Route = résultat du processus de routage réalisé par les différents routeurs
- les routeurs effectuent le choix de routage vers d'autres routeurs afin d'acheminer le datagramme vers sa destination finale.
- les machines déterminent si le datagramme doit être délivré sur le réseau physique (routage direct) ou bien vers un routeur (routage indirect), qu'elle doit alors identifier.



16

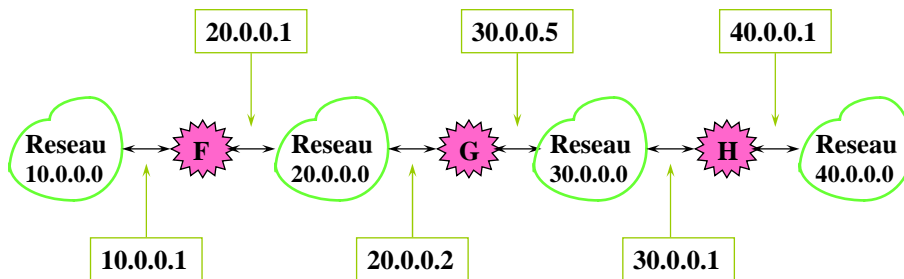


## Les tables de routage

- une table de routage IP, présente sur toute machine et passerelle, indiquant la manière d'atteindre un ensemble de destinations
- La passerelle ignore le chemin complet
- Typiquement, une table de routage contient des couples (R, P)
  - R est l'adresse IP d'un réseau destination
  - P est l'adresse IP de la passerelle correspondant au prochain saut vers le réseau destinataire.

17

## Les tables de routage (Exemple)



Pour atteindre les machines du réseau	10.0.0.0	20.0.0.0	30.0.0.0	40.0.0.0
Router vers	20.0.0.1	direct	direct	30.0.0.1

Table de routage de G

18

## Routage des datagrammes (Algorithme)

Route\_Datagramme\_IP(datagramme, table\_de\_routage)

1. Extraire l'adresse IP destination, ID, du datagramme
2. Calculer l'adresse du réseau destination, IN
3. Si IN correspondant à une adresse de réseau directement accessible, envoyer le datagramme sur ce réseau

sinon

Si dans la table de routage, il existe une route vers ID router le datagramme selon les informations de la table de routage

sinon

Si IN apparaît dans la table de routage, router le datagramme selon les informations de la table de routage

sinon

S'il existe une route par défaut router vers la passerelle par défaut<sup>19</sup>

sinon déclarer une erreur de routage