

# **Module ASR4 ASR40**

## **Réseaux informatiques**

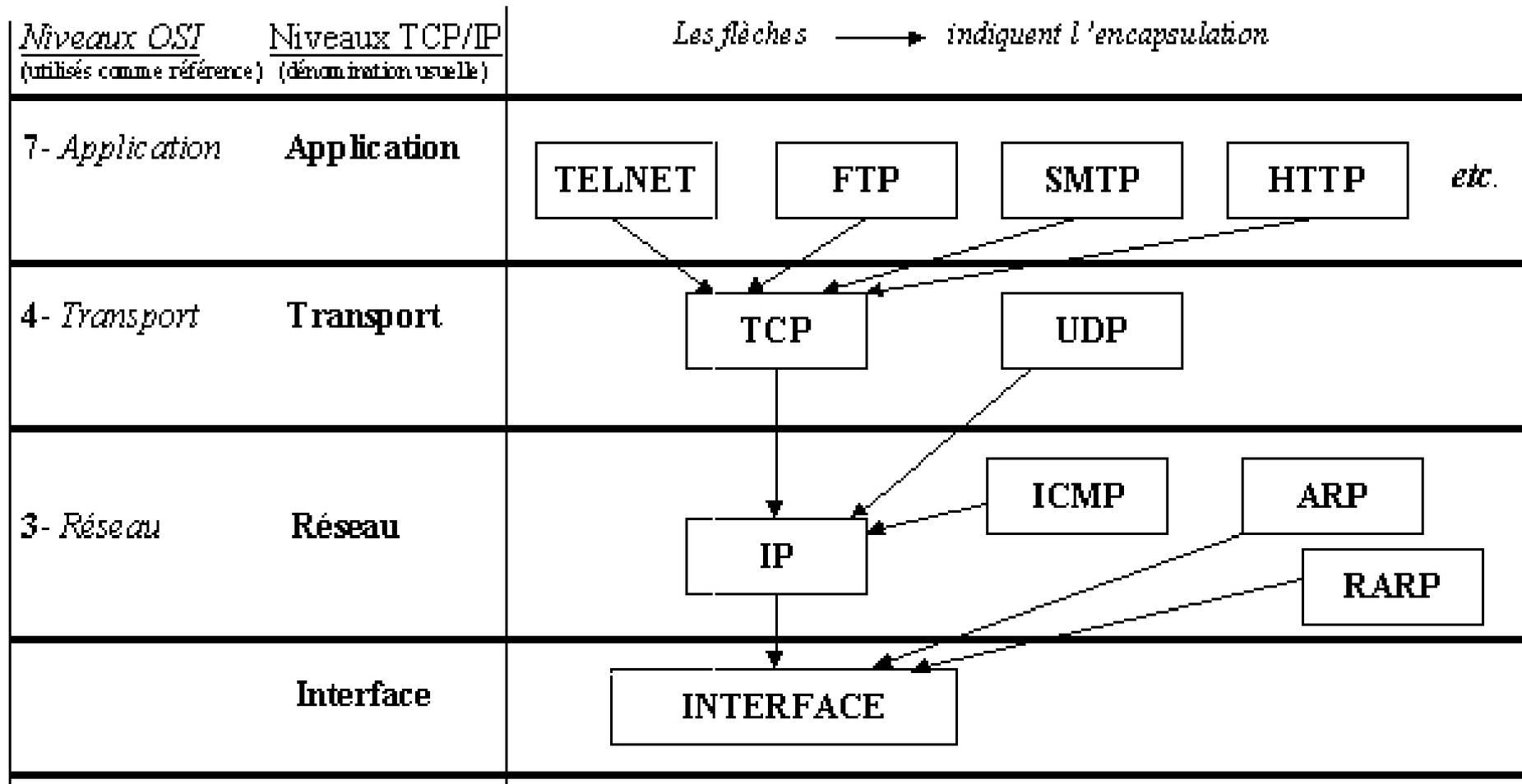
### **Chapitre 3**

#### **Architecture TCP/IP**

#### **Protocole IP**

# Architecture TCP/IP

- Objectifs : déploiement d'applications sur un système d'interconnexion de réseaux, indépendamment des technologies physiques de ces réseaux.



# Principes de l'architecture TCP/IP

- Architecture en 4 niveaux :
  - Applications :
    - applications standard : FTP, HTTP, SMTP, POP, IMAP, ...
    - applications de service : DNS, DHCP, NFS, X11, SNMP
    - applications spécifiques développées avec le modèle client/serveur
  - Transport :
    - UDP : service de transport « simple » sans connexion
    - TCP : service de transport avec connexion assurant la fiabilité des connexions
  - Réseau :
    - IP : bâti sur un adressage logique des stations « l'adresse IP »
    - Protocoles de service : ICMP (contrôle), ARP (adressage)
  - Interface : assure l'accès aux différents réseaux physiques

# Identifiants dans l'architecture TCP/IP

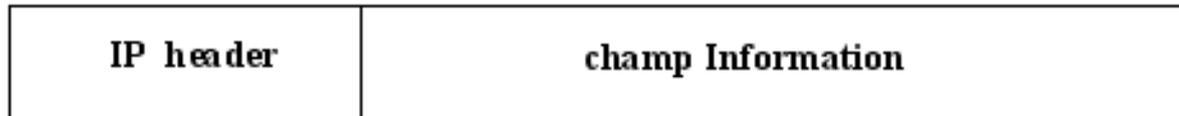
- adresses physiques du niveau **interface** :
  - dépend du réseau (ex. adresse MAC Ethernet ou WiFi)
- Adresse du niveau **réseau** :
  - Adresse IP : comprenant une partie identifiant le réseau et une partie identifiant la machine dans le réseau
  - Routeur IP : machine connectée à plusieurs réseaux, donc ayant plusieurs adresses IP
- Identification des processus au niveau **transport** :
  - numéro de port (+ adresse IP de la station)
- Identification des utilisateurs/ressources dans les **applications** : adresse mail, URL, etc...

# Protocole IP

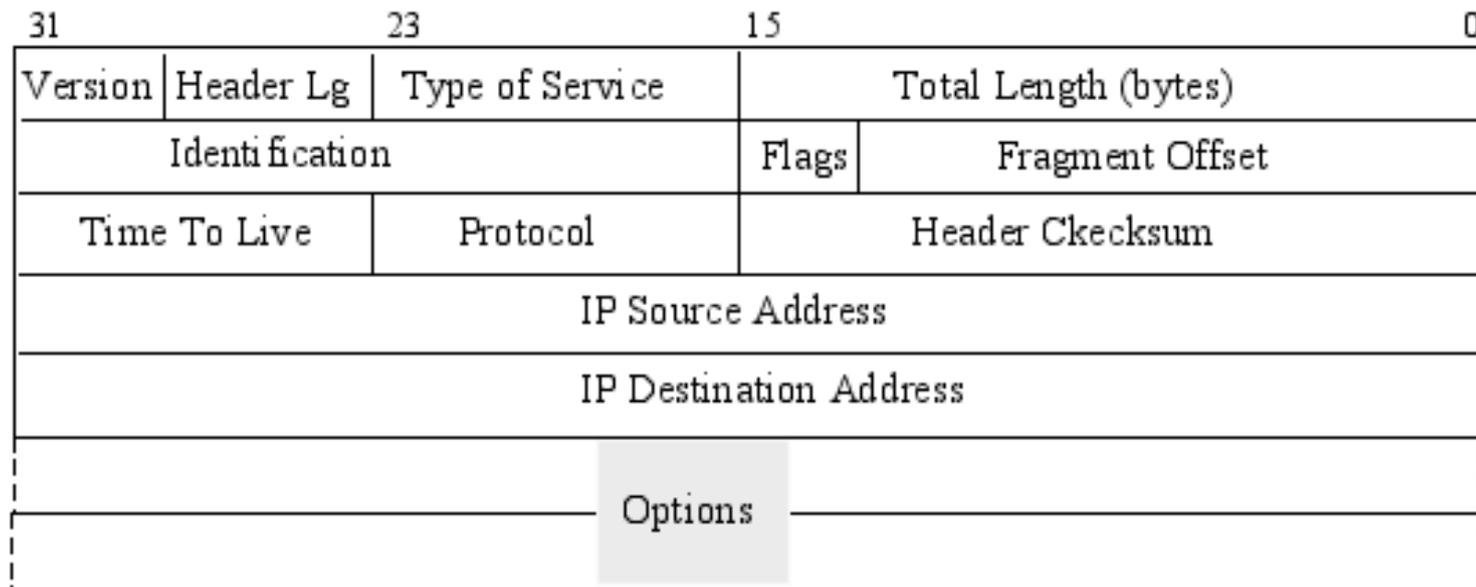
- Fonction : assurer l'acheminement des UD unités de données « paquets IP » ou « datagrammes IP » dans l'inter-réseau
- Mode non connecté, sans contrôle d'erreur ni contrôle de flux de bout en bout
- Service de type « best-effort »
- Fragmentation possible suivant les réseaux traversés
- Deux versions du protocole :
  - IPV4 : adresses sur 32 bits
  - IPV6 : adresses de 128 bits

# Format des paquets IPv4

20 octets (+ options)



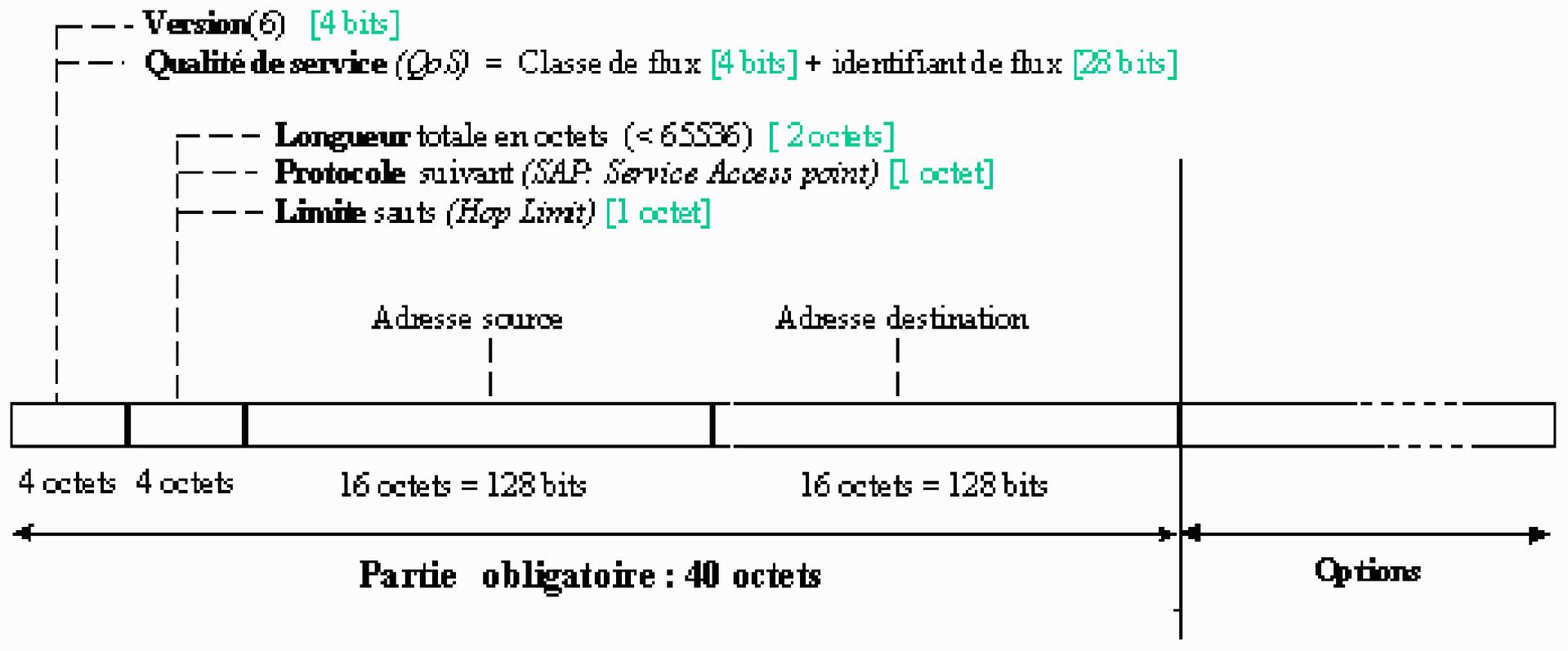
Longueur maximale: configurable, inférieure à 64 Kioctets



# Champs de l'en-tête IPv4

- Version (4 bits): valeur = 4.
- Header Lg (4 bits): longueur de l'en-tête en mots de 32 bits.
- Identification: numéro d'émission du paquet.
- Flags (3 bits): b2=0 si frag. autorisée, b3 =0 dernier fragment
- Fragment Offset (13 bits): position du fragment dans le paquet.
- TTL « Time To Live » (1 octet): nombre maximum de routeurs que le paquet est autorisé à traverser, décrémenté par chaque routeur traversé.
- Protocol: identifiant du protocole en charge du champ  
Information : ICMP = (01)16, TCP = (06)16, UDP = (17)16 .
- Source Address, Destination Address: adresses IP.

# Format des paquets IPv6



# Adressage IP

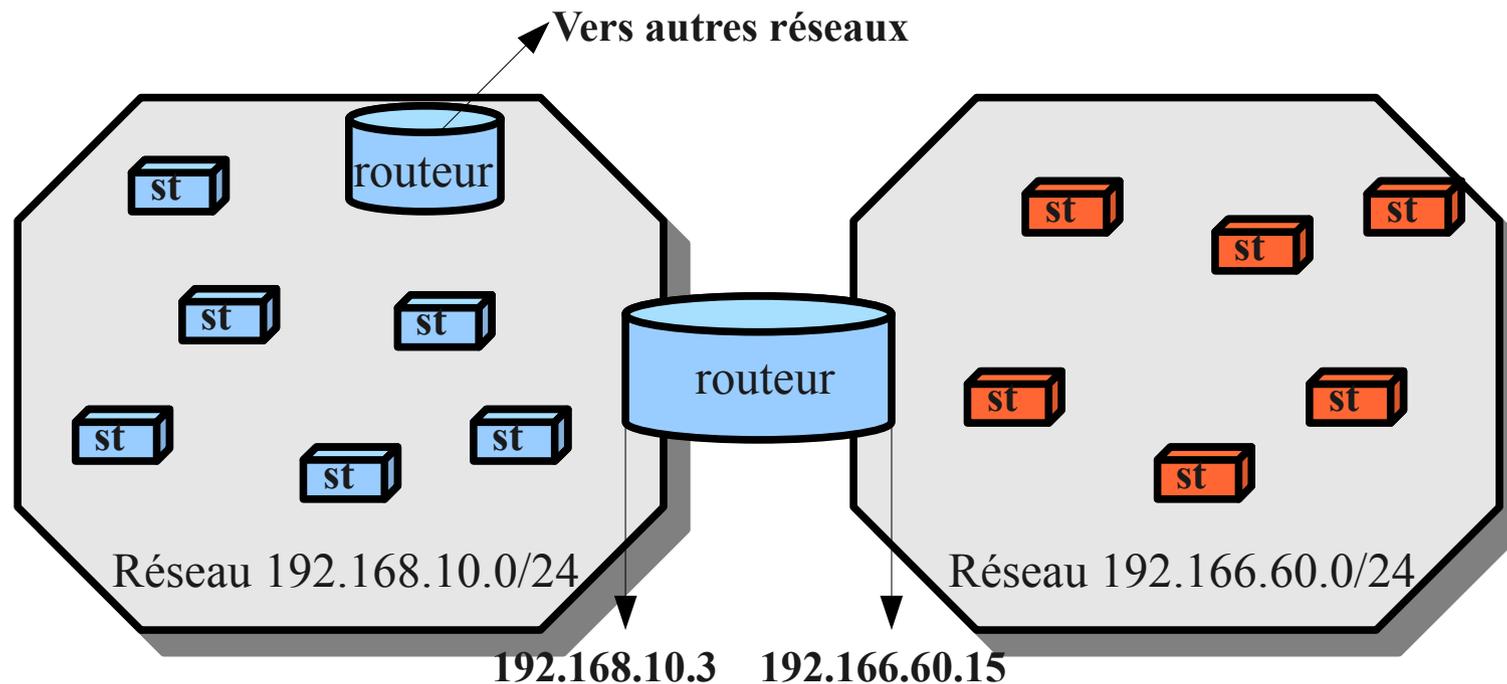
- Adressage hiérarchique :
  - Adresse de réseau IP
  - Adresse de chaque machine dans le réseau
  - + Adresse de diffusion
- Réseau IP : défini par une suite d'adresses contiguës, donc avec la même valeur de poids fort
- Format d'adresse :
  - 32 bits : adresse /réseau (n bits) + adresse machine (m bits)
  - un réseau IP possède  $2^m$  valeurs réparties en :
    - l'adresse IP du réseau : les m bits sont tous à 0
    - les adresses des machines : au maximum  $2^m - 2$  machines
    - une adresse de diffusion : les m bits sont tous à 1

# Notation CIDR des adresses IP

- Représentation « décimale pointée » : les 32 bits sont regroupés par 8 et codés en décimal
  - Ex: 11000000 00010010 10000011 00011001  
192 . 18 . 131 . 25
- Notation CIDR (Classless Inter-Domain Routing) :
  - Adresse de réseau IP / nombre de bits du préfixe réseau.
  - Exemple : 192.18.131.0/24 : 24 bits de préfixe réseau
    - Il reste 8 bits pour la partie adresse machine :  $2^8 - 2$  machines
    - Adresse de diffusion dans ce réseau : 192.18.131.255
  - Remarque : cette notation est équivalente à celle qui consiste à donner l'adresse du réseau et l'adresse du masque de réseau (utilisée dans les tables de routage).
- Classification historique: classe A (/8) classe B (/16) classe C (/24)

# Routeur IP

- Un routeur IP est un équipement connecté à plusieurs réseaux IP :
  - Il a une adresse IP dans chacun des réseaux auquel il est connecté
  - Il a une adresse physique (MAC) dans chacun des réseaux auquel il est connecté



# Routage IP

- Principe : lorsqu'un paquet IP arrive dans un routeur, celui-ci retransmet le paquet :
  - Soit à la station destinataire si celle-ci est directement connectée au routeur
  - Soit vers un autre routeur auquel il est directement connecté... le routage se fait « de proche en proche »
- Ce principe s'applique à toute station, même si elle n'est pas routeur!
- La détermination du routeur responsable de l'acheminement se fait par une table de routage :
  - Table de correspondance entre adresse de réseau destinataire et routeur (avec interface d'envoi de la trame).

# Table de routage

- **Structure de la table** : tableau de 4 (ou plus) colonnes et d'autant de lignes que de réseaux destinataires
  - colonnes principales : **Destination Mask Gateway Interface**
    - **Destination Mask** : pour identifier le **réseau** (adrDestination) auquel appartient la machine **destinataire** du paquet (adrIP-dest)
    - **Gateway Interface** : pour déterminer quelle trame envoyer : vers un routeur ou vers le destinataire final si la cellule Gateway est vide.
- **Algorithme** : pour chaque paquet à envoyer, chaque ligne est essayée successivement jusqu'à trouver une correspondance entre l'adresse IP destinataire et une adresse de la colonne **Destination** :
  - *Si* (adrIP-dest && Mask) = adrDestination *alors* Trouvé (&& = ET logique)
  - La dernière ligne peut indiquer le routeur à utiliser par défaut pour toutes les adresses non identifiées dans les lignes précédentes :  
Le champ Destination est default ou 0.0.0.0

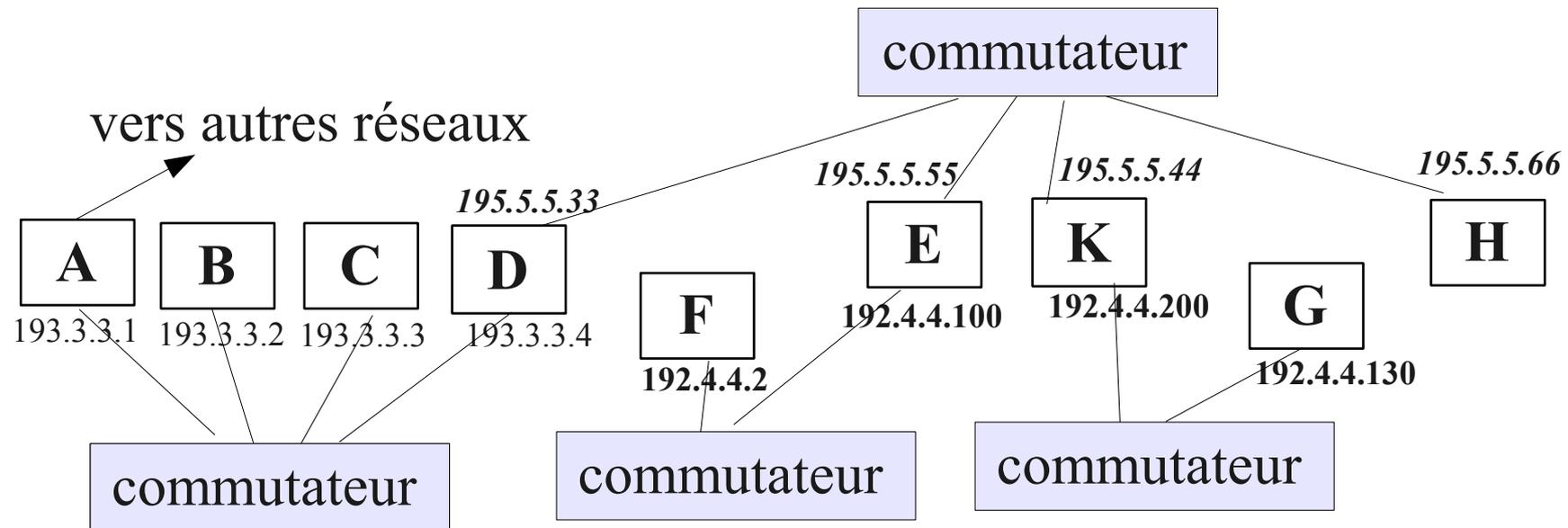
# Routage depuis une station pc-dg-xxx-yy

commande : **netstat -r**

Destination	Mask	Gateway	Interface
192.168.1.0	255.255.255.0	lv-routeur	eth0
192.168.141.0	255.255.255.0	*	eth0
default	0.0.0.0	sw-dg-40d-1-tx	eth0

- Si le destinataire du paquet est une machine du réseau 192.168.1.0/24, le paquet est envoyé au routeur « lv-routeur ».
- Si le destinataire du paquet est une machine du réseau 192.168.141.0/24, c'est une station du même réseau que la station pc-dg-xxx-yy :
  - la station pc-dg-xxx-yy trouvera l'adresse Ethernet de ce destinataire (avec le protocole ARP)
  - et elle enverra directement le paquet encapsulé dans la trame Ethernet portant cette adresse.

# Exemple de table de routage



- Table de routage de la machine D :

Destination	Mask	Gateway	Interface
193.3.3.0	255.255.255.0	*	eth1
195.5.5.0	255.255.255.0	*	eth0
192.4.4.0	255.255.255.128	195.5.5.55	eth0
192.4.4.128	255.255.255.128	195.5.5.44	eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	193.3.3.1	eth1

# Routage dans la station D

- **Cas d'un paquet émis par B vers H :**
  - $195.5.5.66 \ \&\& \ 255.255.255.0 = 195.5.5.0$
  - Deuxième ligne, Gateway = \*
  - C'est un acheminement **direct** de D au destinataire H puisqu'ils sont sur un même réseau :  $195.5.5.0/24$ .
- **Cas d'un paquet émis par B vers F :**
  - $192.4.4.2 \ \&\& \ 255.255.255.128 = 192.4.4.0$
  - Troisième ligne, **Gateway** =  $195.5.5.55$   
(c'est l'adresse de E sur le réseau  $195.5.5.0/24$ )
  - C'est un acheminement vers un autre **routeur** car le destinataire F n'est pas situé sur un même réseau que D.

# Routage dans la station D

- **Cas d'un paquet émis par E vers A :**
  - ligne appliquée :
  - Gateway =
  - Interprétation :
- **Cas d'un paquet émis par A vers G :**
  - ligne appliquée :
  - Gateway =
  - Interprétation :
- **Table de routage de la machine E :**

<b>Destination</b>	<b>Mask</b>	<b>Gateway</b>	<b>Interface</b>
<b>0.0.0.0</b>			

# Glossaire

- ARP
- Best-effort
- CIDR
- DHCP
- DNS
- FTP
- Gateway
- ICMP
- IMAP
- Interface
- IPV4
- IPV6
- Mask
- POP
- SMTP
- TTL
- URL