

# ResEI 102 : Présentation des notions de réseau utilisées au ResEI

Association ResEI  
<gestion@resel.enst-bretagne.fr>

Réseau des Élèves de l'ENST Bretagne

19 Octobre 2005



Ces slides sont sous licence GPL (General Public Licence). Ils sont disponibles, avec leur code source sur le site de l'Association ResEI (<http://resel.enst-bretagne.fr>).

Ils ont été créés à partir de logiciels libres ( $\text{\LaTeX}$ -beamer).

# Plan

- 1 Introduction
- 2 Ethernet
- 3 Internet Protocol v4 (IPv4)
- 4 Internet Protocol v6 (IPv6)
- 5 Transport Control Protocol (TCP)
- 6 User Datagram Protocol (UDP)
- 7 Network Address Translation (NAT)
- 8 Au dessus du niveau 4...

# Plan

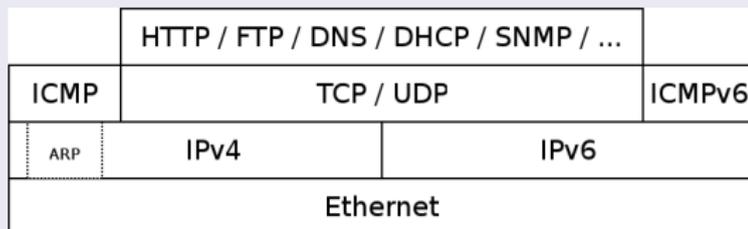
- 1 Introduction
- 2 Ethernet
- 3 Internet Protocol v4 (IPv4)
- 4 Internet Protocol v6 (IPv6)
- 5 Transport Control Protocol (TCP)
- 6 User Datagram Protocol (UDP)
- 7 Network Address Translation (NAT)
- 8 Au dessus du niveau 4...

# Ceci n'est pas un cours de RES

- Il faut avoir un minimum suivi en RES 101 (être allé au premier amphi...)
- On ne va pas vous assomer avec trop de théorie :
  - une découverte des protocoles ;
  - présentation rapide de ceux-ci sans entrer dans les détails ;
  - pour ceux qui veulent en savoir plus, beaucoup de documentation sur internet (sites dédiés, RFCs, ...).

# Modèle OSI - Modèle TCP/IP

- Modèle OSI, vu en cours de RES 101 :
  - Modèle théorique d'abstraction des couches protocolaires ;
  - N'est pas suivi en règle générale ;
- Modèle TCP/IP :
  - Basé sur le modèle en 3 couches du DoD Protocol Model ;
  - Network Access Layer  $\simeq$  la couche 2 du modèle OSI ;
  - Internetwork Layer : protocole IP  $\simeq$  couche 3 ;
  - Host-to Host Transport Layer : protocole TCP  $\simeq$  couche 4 et un peu 5.

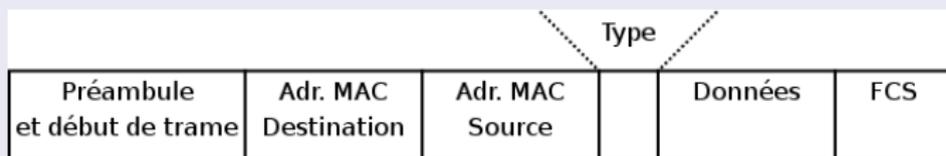


# Plan

- 1 Introduction
- 2 Ethernet**
- 3 Internet Protocol v4 (IPv4)
- 4 Internet Protocol v6 (IPv6)
- 5 Transport Control Protocol (TCP)
- 6 User Datagram Protocol (UDP)
- 7 Network Address Translation (NAT)
- 8 Au dessus du niveau 4...

# Présentation

- Format de la trame Ethernet :



- Préambule et début de trame (8 octets)
- Adresses MAC destination et source (6 octets chacune) :
  - MAC = Medium Access Control ;
  - Adresse unique et associée à une « carte » réseau ;
  - On représente les adresses MAC de cette façon xx-xx-xx-xx-xx-xx où xx est la représentation hexadécimale de l'octet ;
  - Adresse décomposée en deux parties : préfixe constructeur et identifiant de carte ;
- Type (2 octets) : donne le protocole utilisé au niveau supérieur (0x0800 pour IPv4, 0x86dd pour IPv6).

# Réseaux switchés

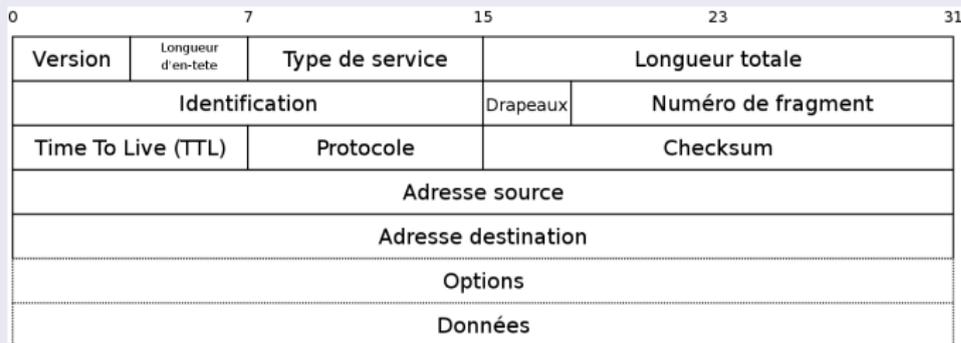
- Hub : répéteur de niveau 1 c-à-d les trames sont copiées sur chaque segment de réseau ;
- Dans les switches, cache des adresses MAC déjà vues ; envoi de la trame sur le bon segment de réseau ;
- Meilleure gestion des ressources ;
- Sécurité améliorée : le trafic est envoyé au seul destinataire.

# Plan

- 1 Introduction
- 2 Ethernet
- 3 Internet Protocol v4 (IPv4)**
- 4 Internet Protocol v6 (IPv6)
- 5 Transport Control Protocol (TCP)
- 6 User Datagram Protocol (UDP)
- 7 Network Address Translation (NAT)
- 8 Au dessus du niveau 4...

# Présentation

- Achemine des paquets sur un réseau en mode non-connecté ;
- Format du paquet IPv4 :



- Champs « importants » :
  - TTL : est décrémenté à chaque passage dans un routeur. Lorsqu'il atteint 0, le paquet est supprimé ;
  - Protocole : indique le protocole de niveau supérieur (1 pour ICMP, 6 pour TCP, 17 pour UDP) ;
  - Adresses source et destination : permet le routage des paquets.

# Adressage 1/2 - Sous-réseaux

- Adresses sur 32 bits, représentées par groupes d'1 octet : x.x.x.x ;
- Adresse associée à une interface réseau ;
- Au commencement d'Internet, répartition en classes d'adresses (A, B, C, D ou E) ;
  - Classe A : 126 réseaux, + de 16 000 000 hôtes par réseau ;
  - Classe B : 16 384 réseaux, 65 532 hôtes sur chacun ;
  - Classe C : + de 2 000 000 de réseaux avec 254 hôtes ;
  - Classe D : adresses multicast ;
  - Classe E : réservée pour des expérimentations ;
  - Mauvaise gestion de l'attribution des adresses ;
- Notation en vigueur CIDR (Classless Inter-Domain Routing) : adresse/masque ;
  - Masque de sous réseau : 255.255.0.0 = /16 ;
  - Permet de mieux découper et hiérarchiser les plages d'IPs.

## Adressage 2/2 - Types d'adresse

- Adresse de loopback : 127.x.x.x (la plus connue étant 127.0.0.1). C'est une adresse de test. La carte réseau ne l'envoie pas sur le réseau mais se la renvoie ;
- Adresses privées : Ces adresses ne sont pas routées c-à-d les paquets dont l'IP destination contient une adresse privée sont supprimés lorsqu'ils atteignent un routeur. Ce sont :
  - 10.0.0.0/8 ;
  - 172.16.0.0/16 ;
  - 192.168.0.0/24 ;
- Adresses multicast : 224.0.0.0 à 239.255.255.255 ;
- Adresses publiques : tout le reste (ou presque).

# Address Resolution Protocol (ARP)

- Permet de faire la correspondance adresse IP ↔ adresse MAC ;
- `arp who-has 172.16.23.1 tell 172.16.25.185 ;`
- `arp reply 172.16.23.1 is-at 00:01:01:F7:2F:90.`

# Internet Control Message Protocol (ICMP)

- Permet d'échanger des messages d'erreur et des demandes d'information ;
- Le paquet est constituée du type de message, du code de message et de données variables qui dépendent de ces deux champs ;
- Commande ping :
  - Envoie des messages icmp echo-request (Type = 8, Code = 0) ;
  - Reçoit en réponse des icmp echo-reply (Type = 0, Code = 0) ;
- Autre exemple : message icmp avec Type = 3 et Code = 0. C'est le message reçu par notre machine, lorsque le réseau sur lequel se situe la machine que l'on veut atteindre n'est pas accessible.

# Multicast en IPv4

- Principe de multidiffusion : le trafic est envoyé en un seul exemplaire à une seule adresse, dite de groupe ;
- Le réseau réplique de manière intelligente le trafic pour le faire parvenir aux « abonnés » ;
- Les adresses utilisées pour le multicast dans IPv4 sont de classe D : 224.0.0.1 à 239.255.255.254 ;
- L'utilisateur utilise IGMP (*Internet Group Management Protocol*) pour rejoindre ou quitter un groupe multicast.

# Plan

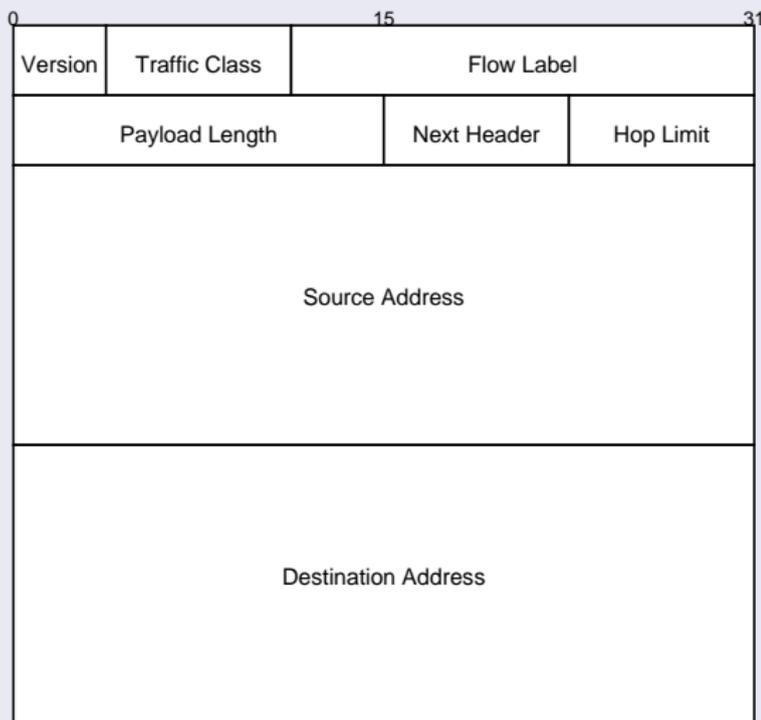
- 1 Introduction
- 2 Ethernet
- 3 Internet Protocol v4 (IPv4)
- 4 Internet Protocol v6 (IPv6)**
- 5 Transport Control Protocol (TCP)
- 6 User Datagram Protocol (UDP)
- 7 Network Address Translation (NAT)
- 8 Au dessus du niveau 4...

# Présentation 1/3

- Adresses sur 128 bits : espace d'adressage beaucoup plus important que pour IPv4 ;
- Simplification de l'en-tête des paquets ;
- Mécanismes d'autoconfiguration des machines ;
- IPsec, QoS et multicast « natifs » ;
- Mobilité accrue ;
- Coexistence aisée avec IPv4 pour la transition ;
- Compatibilité assurée avec la plupart des autres protocoles de l'Internet avec pas ou peu de modifications de ceux-ci.

# Présentation 2/3

- Format du paquet IPv6 :



# Présentation 3/3

- Version (4 bits) : numéro de version du protocole IP = 6 ;
- Traffic Class (8 bits) : permet de faire la distinction entre le trafic temps réel et les autres et dans chacune de ces deux classes de définir des priorités ; QoS intégrée ;
- Flow Label (20 bits) : label qui permet d'appliquer des traitements particuliers à un flux de données dans les noeuds du réseau ;
- Payload Length (16 bits) : Longueur des données après l'en-tête ;
- Next Header (8 bits) : Identifie le protocole situé juste après ;
- Hop Limit (8 bits) : Remplace le TTL d'IPv4.

# Adresses IPv6

- Adresses sur 128 bits : on les note en faisant des groupes de 2 octets séparés par « : » : fe80:0000:0000:0000:0214:85ff:fe80:0d33 ;
- Pour raccourcir ces adresse :
  - On peut enlever les premiers 0 de chaque bloc ;
  - Les blocs de 4 zéros consécutifs sont omis ;
  - Avec l'exemple : fe80::214:85ff:fe80:d33 ;
- Types d'adresse :
  - Unicast : associée à une interface réseau ;
  - Multicast : paquets envoyés à un groupe d'interfaces réseau ;
  - Anycast : paquets envoyés à une seule interface parmi un groupe.

# ICMPv6

- Même format d'en-tête que ICMPv4 ;
- Plus de types de messages :
  - Les mêmes qu'ICMP ;
  - Neighbor Solicitation/Advertisement : remplace ARP ;
  - Router Solicitation/Advertisement : permet d'annoncer les « routes » et le préfixe de sous-réseau pour l'autoconfiguration ;
- Autoconfiguration de l'adresse IPv6 :
  - L'interface réseau envoie un message Router Solicitation pour obtenir l'adresse du routeur ainsi que le préfixe de sous-réseau ;
  - Le routeur répond par un Router Advertisement ;
  - La machine reçoit le préfixe (2001:660:7302:3::0/64 par exemple) et rajoute derrière son adresse MAC un peu modifiée. Cela assure l'unicité de l'IP sur le réseau.

# Plan

- 1 Introduction
- 2 Ethernet
- 3 Internet Protocol v4 (IPv4)
- 4 Internet Protocol v6 (IPv6)
- 5 Transport Control Protocol (TCP)**
- 6 User Datagram Protocol (UDP)
- 7 Network Address Translation (NAT)
- 8 Au dessus du niveau 4...

# Présentation

- Protocole en mode connecté ;
- Three Way Handshake :
  - Le client demande une connection au serveur ;
  - Le serveur acquitte cette demande ;
  - Le client confirme qu'il a bien reçu l'acquittement ;
- Gestion des sessions ;
- Contrôle d'erreur ;

# Notion de port

- Dans l'en-tête TCP, numéros de port destination et source codés sur 16 bits ;
- Une session TCP monopolise au moins un port chez le client et le serveur ;
- Numéros de ports inférieurs à 1024 : réservés pour des applications classiques (80 : http, 22 : ssh, 25 smtp, ...), assignés par l'IANA (*Internet Assigned Number Authority*) ;
- Entre 1024 et 49151, ports réservés ;
- À partir de 49152, ports dynamiques, c-à-d partagés par toutes les applications et alloués en fonction des besoins.

# Plan

- 1 Introduction
- 2 Ethernet
- 3 Internet Protocol v4 (IPv4)
- 4 Internet Protocol v6 (IPv6)
- 5 Transport Control Protocol (TCP)
- 6 User Datagram Protocol (UDP)**
- 7 Network Address Translation (NAT)
- 8 Au dessus du niveau 4...

# User Datagram Protocol (UDP)

- Protocole en mode non connecté ;
- Les paquets en erreur ne sont pas réémis ;
- Idéal pour les flux temps réel ;
- Même notion de ports que pour TCP.

# Plan

- 1 Introduction
- 2 Ethernet
- 3 Internet Protocol v4 (IPv4)
- 4 Internet Protocol v6 (IPv6)
- 5 Transport Control Protocol (TCP)
- 6 User Datagram Protocol (UDP)
- 7 Network Address Translation (NAT)**
- 8 Au dessus du niveau 4...

# Network Address Translation (NAT)

- Face à la pénurie d'adresses IPv4 et avant la mise en place d'IPv6, besoin d'une solution pour pouvoir rajouter des machines ;
- Principe du NAT :
  - Réseau privé sur lequel est connecté un certain nombre de machines ;
  - Une passerelle avec 2 interfaces réseau, une sur le réseau privé et une avec une IP publique, connectée à Internet ;
  - Les requêtes des machines internes sont vues de l'extérieur comme venant de la passerelle ;
  - Lorsque la passerelle reçoit une réponse, elle s'occupe de la rediriger vers la bonne machine.

# Plan

- 1 Introduction
- 2 Ethernet
- 3 Internet Protocol v4 (IPv4)
- 4 Internet Protocol v6 (IPv6)
- 5 Transport Control Protocol (TCP)
- 6 User Datagram Protocol (UDP)
- 7 Network Address Translation (NAT)
- 8 Au dessus du niveau 4...**

# Au dessus du niveau 4...

- De nombreux protocoles ;
- DNS : Domain Name System. Correspondance IP ↔ adresse compréhensible ;
- DHCP : Dynamic Host Configuration Protocol. Permet de configurer un hôte automatiquement ;
- SNMP : Simple Network Management Protocol. Permet de gérer du matériel à distance.