

Cours de Réseau et communication Unix n°6

Edouard THIEL

Faculté des Sciences

Université d'Aix-Marseille (AMU)

Septembre 2016

Les transparents de ce cours sont téléchargeables ici :

<http://pageperso.lif.univ-mrs.fr/~edouard.thiel/ens/rezo/>

Lien court : <http://j.mp/rezocom>

Plan du cours n°6

1. Les réseaux informatiques
2. Le modèle de référence OSI
3. Le concept Internet

1 - Les réseaux informatiques

Réseaux pour interconnecter des machines avec des architectures différentes.

Catégories de réseaux

- ▶ Réseau local filaire (LAN, Local Area Network)
ethernet, token ring, ...
- ▶ Réseau sans fil
WiFi, bluetooth, ...
- ▶ Réseau longue distance (WAN, Wide Area Network)
fibre optique, FAI
- ▶ Réseau courte distance
USB, bus I2C (SMBus), HDMI, ...
- ▶ Bus de **terrain**
Bus CAN
- ▶ Réseau Radioamateur
- ▶ Réseau Virtuel Privé (VPN)
- ▶ **etc**

Topologies

- ▶ Point à point (relie 2 machines)
- ▶ Multipoint :
 - ▶ en bus
 - ▶ en anneau
 - ▶ en étoile
 - ▶ en arbre
 - ▶ maillé (plusieurs chemins)

Architecture en couches

Principe :

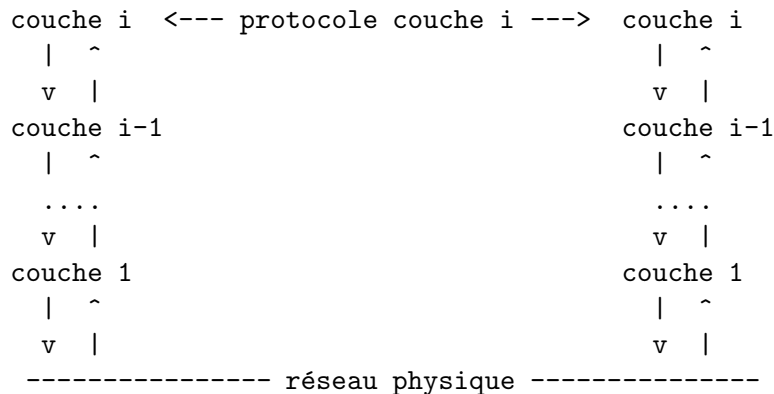
- ▶ la communication se fait entre deux couches de même niveau ;
- ▶ chaque couche offre des services à la couche immédiatement supérieure ;
- ▶ chaque couche s'appuie sur des services de la couche immédiatement inférieure.

Nécessite un ensemble de règles précises : protocoles

Relations entre les couches

Machine A

Machine B



2 - Le modèle de référence OSI

Modèle en couche **OSI** = Open Systems Interconnection
proposé par **ISO** = International Standard Organization

Les 7 couches OSI

couche 7	Application	
6	Présentation	
5	Session	
4	Transport	segment
3	Réseau	paquet
2	Liaison	trame
1	Physique	bit

Couche 1 : Physique

Transmission de bits entre deux machines reliées directement

Activation, maintien, désactivation de la connexion physique

Prise en compte des caractéristiques physiques :
codage des bits, tensions, fréquences, brochage, etc.

Couche 2 : Liaison de données

Acheminement de données entre 2 cartes réseaux dans un LAN, avec adressage physique

Exemple : adresses **MAC** (Media Acces Control)

Groupement de bits en trames, avec codes correcteurs

Gestion conflits d'accès :

- ▶ **Ethernet** : émission / détection collision / ré-émission
- ▶ **Token Ring** : circulation d'un jeton = droit d'émettre
- ▶ **USB** : arbre à jetons, max 127 périphériques, 7 niveaux de hubs.
- ▶ couche liaison du **Wi-Fi** sous différents modes : infrastructure (sur un point d'accès), *ad-hoc* (point à point), ...

Couche 3 : Réseau

Acheminement de paquets entre deux machines, sur réseaux différents.

Adressage logique des machines – exemple : IP

Niveau **routing** :
directions à suivre à travers des routeurs ou passerelles

Couche 4 : Transport

Acheminement de segments de données entre 2 processus.

Différentes fiabilités de service

Mode connecté (ex: **TCP**) ou non connecté (ex: **UDP**)

Couche 5 : Session

Permet l'ouverture et la fermeture de sessions (ensemble de communications).

Gestion des échanges multipoint (synchronisation, qui répond à quoi, ..)

Transactions, restauration d'un état antérieur.

Exemples : protocoles AppleTalk, NetBIOS, RPC, ..

Couche 6 : Présentation

Échange de données typées, structurées.

Encodages des caractères : ASCII, Latin-1, UTF-8, ...

Représentation standard et traduction sur machines différentes :
sérialisation et dé-sérialisation.

Transmission d'objets, de vidéos, ..

Compression et cryptographie.

Exemple : représentations XDR de Sun, XML, ...

Couche 7 : Application

Définition de services standard :

- ▶ Protocoles de transfert de fichiers : FTP, TFTP, NFS, SMB/CIFS, ...
- ▶ Protocoles de messagerie : SMTP, POP3, IMAP, NNTP, ...
- ▶ Protocoles de session à distance : telnet, rlogin, ssh, X11, ...
- ▶ Protocoles d'envoi de pages web : HTTP
- ▶ protocoles de gestion réseau : DNS, SNMP, ...

3 - Le concept Internet

Le réseau des réseaux.

Historique

À l'initiative **DARPA** (agence militaire US, 1960s) :

- ▶ interconnexion de réseaux hétérogènes pour créer un "réseau logique" ;
- ▶ résilience : résistance aux pannes, aux attaques.

Poursuivi dans monde universitaire (1970s, 1980s) :

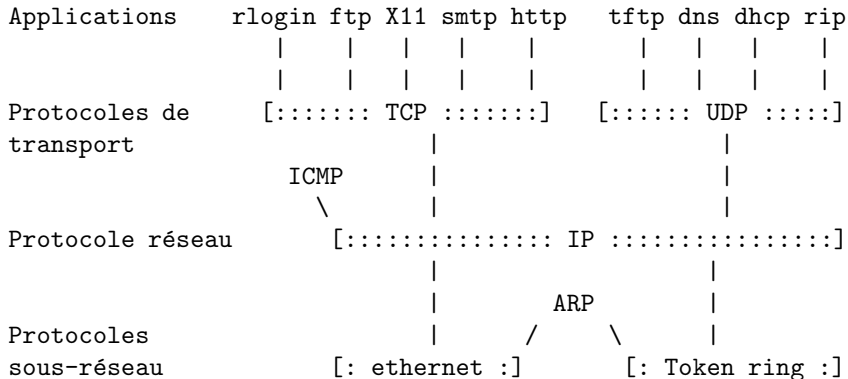
- ▶ Unix BSD (Berkeley),
- ▶ puis autres Unix (propriétaires) ;
- ▶ avènement du web (CERN 1990, **Mosaic** 1993, **Netscape**, ...).

Enfin, ère grand public, puis commerciale :

- ▶ FAI, fournisseur d'accès internet ;
- ▶ ADSL, fibre optique, WiFi ;
- ▶ 3G, smartphones, tablettes, ...

Modèle en couches d'Internet

Proche OSI, avec moins de couches :



Requests For Comments

Les spécifications des protocoles d'internet sont publiées dans les **RFC** : documents textuels, numérotés, disponibles gratuitement sur internet :

- ▶ <http://www.ietf.org/rfc.html>
- ▶ <http://www.faqs.org/rfcs/>

Exemples :

UDP : RFC 768 (1980)
IP : RFC 791 (1981)
TCP : RFC 793 (1981)
URI : RFC 1630 (1994)
HTTP : RFC 1945 (1996)

Le protocole IP

Couche 3 OSI : acheminement de messages de taille limitée en mode non connecté.

Objectif : interconnexion de réseaux, via des nœuds (passerelles ou routeurs).

- ▶ Mécanisme d'adressage unique, commun à tous les réseaux : adresses IP.
- ▶ Mécanisme de routage : calcul de la liste des nœuds à traverser.

Passerelle

Une passerelle (gateway) interconnecte plusieurs réseaux :

- ▶ elle appartient à chacun de ces réseaux (1 carte / réseau) ;
- ▶ elle possède une adresse MAC différente pour chaque réseau.

Une passerelle est une sorte de routeur ; de plus elle

- ▶ sait convertir un protocole en un autre ;
- ▶ peut offrir d'autres services (NAT, proxy, firewall, ..)

Une box est une sorte de passerelle.

Adresses IP

Deux familles d'adresses:

- ▶ IPv4 : sur 32 bits (4 octets) – presque saturé
- ▶ IPv6 : sur 128 bits (16 octets)

Notation des adresses :

IPv4 : $a.b.c.d$ où $a, b, c, d \in [0..255]$ en base 10

IPv6 : $a:b:c:d:e:f:g:h$ où $a, \dots, h \in [0..ffff]$ en base 16

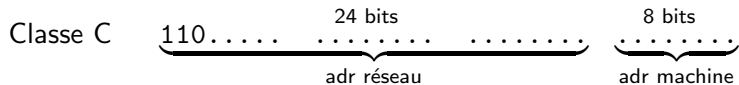
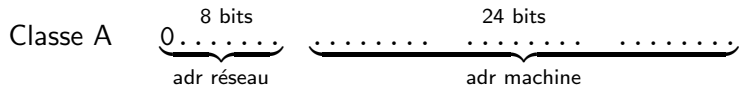
Adresse réseau IPv4

Principe : adresse IP = { adresse de réseau } +
{ adresse de machine sur ce réseau }

Adresse réseau de taille variable. Comment la déterminer ?

- ▶ Classes de réseau
- ▶ Notation CIDR avec masque de sous-réseau

Classes de réseau IPv4



Classe D 1110 multicast

Classe E 1111 réservé

... trop rigide, abandonné en 1992

Masque de sous-réseau : le netmask

Adresse IP = $\overbrace{\text{abcdefghijklmnopqrstuvwxyzaBCDEF}}^{32 \text{ bits}}$

Netmask = $\overbrace{\text{111111111111111111111111}}^{r \text{ bits}} \overbrace{\text{000000000000}}^{32-r \text{ bits}}$

Adresse de réseau = adresse IP & netmask

= $\overbrace{\text{abcdefghijklmnopqrst}}^{r \text{ bits}} \overbrace{\text{000000000000}}^{32-r \text{ bits}}$

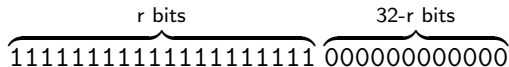
Sous-adresse machine = adresse IP & \sim netmask

= $\overbrace{\text{000000000000000000000000}}^{r \text{ bits}} \overbrace{\text{uvwxyzABCDEF}}^{32-r \text{ bits}}$

Notation CIDR

Classless Inter-Domain Routing, 1993

Une adresse IP a.b.c.d avec un netmask de taille r



est notée : a.b.c.d/r

Exemple : une machine d'adresse IP 125.21.178.31/19

- ▶ le netmask est 255.255.224.0
- ▶ l'adresse du réseau est 125.21.160.0
- ▶ la sous-adresse de la machine est 0.0.18.31
- ▶ la plage du sous-réseau est 125.21.160.1 à 125.21.191.255

Utilisation du netmask

- Deux machines appartiennent au même réseau si elles ont la même adresse réseau (obtenue avec le netmask).

Exemple : 125.21.178.31/19 et 125.21.205.63/19
appartiennent au même réseau ?

178 = 10110010, 205 = 11001101

AR(125.21.178.31/19) = 125.21.160.0

AR(125.21.205.63/19) = 125.21.192.0

Réponse : non

- Tables de routages : mémorisent uniquement les adresses de réseaux.

Adresse IPv6

32 bits → 128 bits

Notation : $a:b:c:d:e:f:g:h$ où $a, \dots, h \in [0..ffff]$ en base 16

Exemple :

2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8f01

peut s'abrégier en enlevant les 0 non significatifs

2001:db8:0:85a3:0:0:ac1f:8f01

On peut remplacer $:0:0:\dots:0:$ par $::$ (un seul par adresse)

2001:db8:0:85a3::ac1f:8f01

Voir [RFC 5952](#) (2010)

Notation CIDR

Même principe que pour IPv4.

Exemple : 2001:db8:0:85a3::ac1f:8f01/62

- ▶ netmask ffff:ffff:ffff:fffc::
- ▶ adresse réseau 2001:db8:0:85a0::
- ▶ sous-adresse machine ::3:0:0:ac1f:8f01