

INF157 - Utilisation des Réseaux

Licence 3 Informatique

Arnaud Pecher (repris par Damien Magoni)

Bureau 322, Bâtiment A30, LaBRI
Université de Bordeaux

Licence 3 Informatique - Bordeaux

- 1 Programme
- 2 Réseaux & Débit
- 3 Protocoles texte

Rappel de la fiche

- Titre : Utilisation des réseaux
- Code Apogée : INF157
- 10h40 cours, 16h TD/TP
- Objectifs : Savoir tirer partie du réseau dans son environnement de travail et connaître les rôles des principaux protocoles d'Internet et du Web.
- Programme :
 - les protocoles d'Internet : TCP/IP, UDP
 - les protocoles du Web : HTTP, SOAP
 - outils de mobilité : bureaux virtuels
 - outils collaboratifs : gestion électronique des documents, wikis
- Contrôles des connaissances : 1 examen (1h30), 1 projet surveillé (2 à 4 étudiants)
- calcul de la note finale : $CC = PS$,
 $R1 = 0.5 Ex1 + 0.5 \max(CC, Ex1)$, $R2 = 0.5 \max(Ex1, Ex2) + 0.5 \max(CC, Ex1, Ex2)$



Photo CC saschaaa

- Cours 1 : fondements d'Internet - (TCP/UDP)/IP
- Cours 2 : programmation des réseaux - sockets
- Cours 3 : le protocole de transport du web - HTTP
- Cours 4 : le langage de présentation du web - XHTML
- Cours 5 : les services web - SOAP/WSDL
- Cours 6 : le web 2.0 - AJAX
- Cours 7 : les bureaux virtuels
- Cours 8 : les Wikis

Bibliographie

- Chauvet, "Services Web avec SOAP, WSDL, UDDI, ebXML ...", Eyrolles
- Mahemoff, "Design Patterns en Ajax", O'Reilly
- Perry, "Ajax à 200 %", O'Reilly
- Tanenbaum, "Réseaux", Pearson Education

Cours 1

Notions de base

- 1 Programme
- 2 Réseaux & Débit
- 3 Protocoles texte

1 Programme

2 Réseaux & Débit

3 Protocoles texte

Réseau

Ensemble d'ordinateurs autonomes interconnectés au moyen d'une seule technologie ; deux ordinateurs sont interconnectés s'ils sont aptes à échanger des informations.

A ne pas confondre avec *système réparti* ou *distribué* :

Système réparti

ensemble d'ordinateurs indépendants, présenté à l'utilisateur comme un système unique cohérent.

Par exemple, internet est un réseau de réseaux, et le Web est un système distribué opérant au dessus d'internet.

Internet

Internet est composé d'une **multitude de réseaux** répartis dans le monde entier. **Chaque réseau est rattaché à une entité propre** (université, fournisseur d'accès à Internet, armée) et se voit attribué **un identifiant unique appelé Autonomous System (AS)**.

Historique :

- 1969 : ARPANET premier réseau à transfert de paquets développé aux Etats-Unis par la DARPA ;
- 1974 : TCP/IP (Transmission Control Protocol et Internet Protocol)
- 1980 : séparation - DDN (militaire) / NSFnet (universitaire)
- 1984 : 4 millions de noeuds
- 1991 : World Wide Web (CERN)

Source : wikipedia.fr

Protocole

Ensemble de règles définissant un langage afin de faire communiquer des ordinateurs.

- **IP (Internet Protocol)** : protocole réseau donnant une adresse unique ;
 - **TCP** : transmission fiable
 - **HTTP (HyperText Transfer Protocol)** : navigation hypertexte ;
 - **HTTPS** : HTTP sécurisé ;
 - **FTP (File Transfer Protocol)** : transfert de fichiers ;
 - **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)** : envoi du courrier ;
 - **POP3 (Post Office Protocol version 3)** : réception du courrier ;
 - **IMAP (Internet Message Access Protocol)** : plus évolué que POP3 ;
 - **IRC (Internet Relay Chat)** : chat ;
 - **Nntp (Network News Transfer Protocol)** : forums de discussion ;
 - **SSL ou TLS** : transactions sécurisées ;
 - **UDP** : transmission rapide
 - **DNS (Domain Name System)** : système de résolution de noms .
 - **ICMP (Internet control message protocol)** : contrôle du protocole IP.

World Wide Web

- 1990-92 : Tim Berners-Lee (CERN) et le NCSA ;
- 1994- : Mark Andreesen (Netscape) ;
- 1995- : Internet Explorer (Microsoft) ;
- 1999- : Adoption de XML.

Le web est :

- un langage de représentation de documents : HTML (XHTML) ;
- un protocole réseau : HTTP ;
- un organisme de normalisation : Consortium W3 .

HTML/XHTML n'est pas un langage de programmation !

Débit (binaire)

Le débit d'un réseau est la quantité d'informations que l'on peut transmettre par seconde. Il se mesure en bits par seconde (et non pas octets par seconde)

Exemples de débits :

- modem RTC : 33 kb/s
- ADSL : 512 kb/s, 1 Mb/s, 8 Mb/s, 16 Mb/s
- WIFI : 54 Mb/s, 108 Mb/s
- firewire, USB2 : 400Mb/s
- réseau filaire Ethernet : 10 Mb/s, 100 Mb/s, 1Gb/s

calcul de débit (2)

SleepyNinja est un gamer acharné : il a acheté une carte vidéo capable d'afficher en 2000x1600 en 32 bits et 100 fps. Il décide de montrer en temps réel une de ses parties de Quake 9 à son ami *CrazyLimace*, actuellement à Tombouctou. Quel débit doit fournir le réseau pour que *CrazyLimace* voit la partie sans dégradations ?

interface réseau

Un ordinateur est connecté à un réseau par le biais d'une carte, appelée interface réseau

- une machine peut avoir plusieurs interfaces réseaux ;
- toute machine possède une interface réseau spéciale, appelée *loopback*, qui lui permet de communiquer avec elle-même. Ceci est fondamental car cela permet, entre autre, de jouer à des jeux client/serveur sur une seule machine (ex. freeciv)...

Interfaces réseaux (2)

ifconfig

Comment lister les interfaces réseaux d'une machine ?
Utiliser la commande **ifconfig**.

```
> ifconfig
```

```
eth0      Lien encap:Ethernet  HWaddr 00:0D:56:72:B8:58
inet adr:141.44.75.183 Bcast:141.44.75.255 Masque:255.255.0.0
adr inet6: fe80::20d:56ff:fe72:b858/64 Scope:Lien
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
RX packets:29699 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:22370 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 lg file transmission:1000
RX bytes:21131171 (20.1 MiB)  TX bytes:3782737 (3.6 MiB)
Interruption:11
```

```
lo        Lien encap:Boucle locale
inet adr:127.0.0.1 Masque:255.0.0.0
adr inet6: ::1/128 Scope:Hôte
UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 lg file transmission:0
RX bytes:0 (0.0 b)  TX bytes:0 (0.0 b)
```

```
wlan0    Lien encap:Ethernet  HWaddr 00:90:4B:16:5D:24
adr inet6: fe80::290:4bff:fe16:5d24/64 Scope:Lien
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 lg file transmission:1000
```

- 1 Programme
- 2 Réseaux & Débit
- 3 Protocoles texte**

Exemple de dialogue

le cas ftp

extrait du dialogue avec gftp - (serveur ftp.lip6.fr)

```
Connecté sur ftp.lip6.fr:21 220 nephtys.lip6.fr FTP server
(NetBSD-ftp 20050303) ready. USER anonymous 331 Guest login ok,
type your name as password. PASS xxxx 230- Vous etes dans la
classe guest, vous venez de pdm33-1-82-235-252-106.fbx.proxad.net,
230 Guest login ok, access restrictions apply. SYST 215 UNIX Type:
L8 Version: NetBSD-ftp 20050303 TYPE I 200 Type set to I. PWD 257
"/" is the current directory. PASV 227 Entering Passive Mode
(195,83,118,1,211,112) RETR /pub/new-this-day 150 Opening BINARY
mode data connection for '/pub/new-this-day' (221838 bytes). 226
Transfer complete.
```

protocole FTP pas à pas

A l'aide de l'utilitaire *telnet*, rejouer le scénario précédent.

Solution : liste des commandes saisies

```
> telnet ftp.lip.6.fr
USER anonymous
PASS xxxx
SYST
TYPE I
PWD
PASV
RETR /pub/new-this-day
```

Le transfert du fichier ne marche pas ??

- un protocole texte envoie des commandes sous forme de chaînes de caractères et retourne des réponses également sous forme de chaînes de caractères ;
- une carte réseau envoie/reçoit des données binaires ;
- par exemple, `ethtool -d eth0 raw off` donne le contenu du registre de la carte réseau `eth0` ;
- problématique : **comment traduire un texte en octets et vice-versa ?**
 - le jeu de caractères varie en fonction de la langue ;
 - plusieurs encodages existent : comment détecter l'encodage utilisé ?

Codage ASCII

American Standard Code for Information Interchange

ASCII

Norme pour le codage des caractères, inventée par Bemer en 1961.

- définit 128 caractères codés sur 7 bits ;
- un octet par caractère, 8ème bit à 0 ;
- retour à la ligne : Apple = retour chariot (CR), Unix = saut de ligne (LF), windows = les 2 (CRLF) ;
- norme très utilisée, mais également très limitée (seulement 128 caractères).

Quelques caractères (en base 10) :

- espace (32), CR(13), LF(10)
- 0 (48), 1 (49), ..., 9 (57)
- A (65), B (66), ..., Z (90)
- a (97), b (98), ..., z (122)

ISO 8859

Extension du codage ASCII exploitant le 8ème bit inutilisé pour prendre en compte de nouveaux caractères.

- l'encodage ASCII est bien adapté au monde anglophone ;
- par exemple, les caractères accentués ne sont pas pris en compte ;
- 256 valeurs ne permettent pas de contenir tous les caractères de toutes les langues ;
- ISO 8859-x correspond à une extension ;
- en France, nous utilisons ISO 8859-15 (contient le symbole de l'euro).

Unicode

Norme informatique visant à donner à tout caractère de n'importe quel système d'écriture d'une langue un identifiant unique.

- première publication en 1991 ;
- but : remplacer les pages de code nationales ;
- compatibilité ascendante entre les différentes version ;
- norme structurée en couches :
 - 1 jeu de caractères abstraits : plus de 120000 caractères répertoriés ;
 - 2 jeu de caractères codés : ajout d'un index numérique U+0000 - U+FFFF ;
 - 3 surcodage de transfert.

Plusieurs formes universelles : UTF-8, UTF-16, UTF-32 ...

4 Modèles en couche

5 IP version 4 : datagrammes & adressage

6 Protocoles de transport

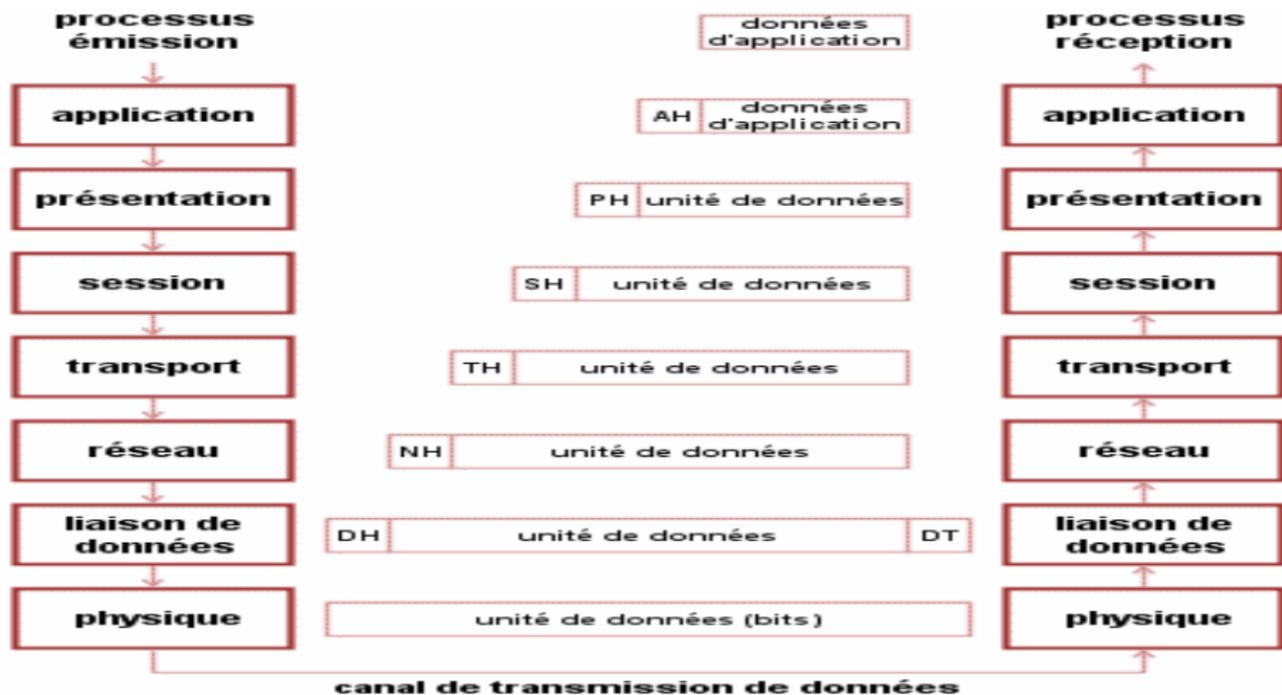
- 4 Modèles en couche
- 5 IP version 4 : datagrammes & adressage
- 6 Protocoles de transport

Modèle de référence OSI

Principes fondateurs

- Une couche doit être créée lorsqu'un nouveau niveau d'abstraction est nécessaire ;
- Chaque couche doit assurer une fonction bien définie ;
- La fonction de chaque couche doit être choisie en visant la définition de protocoles normalisés au niveau international ;
- Les limites d'une couche doivent être fixées de manière à réduire la quantité d'informations devant passer au travers des interfaces ;
- Le nombre de couches doit être assez grand pour que des fonctions très distinctes ne soient pas regroupées dans une même couche, et suffisamment faible pour que l'architecture ne devienne pas trop complexe.

Couches OSI : encapsulations successives



©FrameIP (2003)

Modèle de référence OSI (2)

couches 1,2,3,4

7 couches

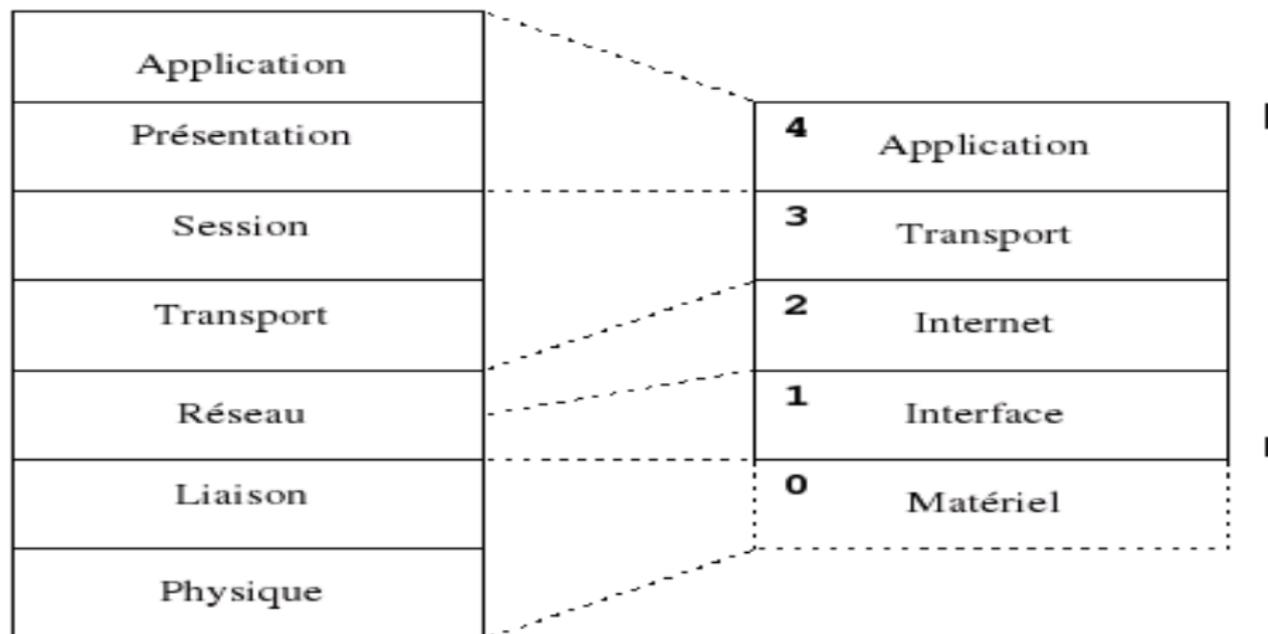
- 1 la **couche physique** se charge de la transmission de bits à l'état brut sur un canal de communication ;
- 2 la **couche liaison de données** décompose les données en trames et les envoie en séquence. Une sous-couche gère le contrôle d'accès au canal, si besoin est ;
- 3 la **couche réseau** gère l'acheminement d'un paquet au sein d'un sous-réseau et l'interconnexion entre sous-réseaux (hétérogènes) ;
- 4 la **couche transport** doit présenter les données sous forme adaptée à la couche réseau et s'assurer que les données parviennent à destination ;

Modèle de référence OSI (3)

couches 5,6,7

- 5 la **couche session** permet aux utilisateurs de différentes machines d'établir des sessions, pour notamment permettre de communiquer, ou contrôler l'accès à des ressources ;
- 6 la **couche présentation** s'intéresse à la syntaxe et à la sémantique des informations transmises ;
- 7 la **couche application** contient une variété de protocoles pour les utilisateurs comme HTTP, SMTP par ex.

Couches TCP/IP : synthèse



©Laissus (2004)

Modèle en couches TCP/IP

4 couches

4 couches

- la **couche hôte-réseau** quasi-inexistante ;
- la **couche internet** : elle définit un format de paquet officiel et un protocole nommé IP (Internet Protocol). Son rôle est d'acheminer les paquets IP jusqu'à leur destination : routage et évitement des congestions ;
- la **couche transport** propose 2 protocoles : TCP (Transmission Control Protocol) est un protocole fiable avec connexion, avec contrôle de flux et UDP (User Datagram Protocol) est un protocole non-fiable sans connexion ;
- la **couche application**, directement au dessus de la couche transport, contenant tous les protocoles de haut niveau (FTP, HTTP, SMTP, DNS ...).

Comparaison avec le modèle OSI

- le modèle OSI, plus récent, est neutre et offre plus de souplesse vis-à-vis des évolutions architecturales ;
- le modèle TCP/IP est un modèle ad-hoc, postérieur à la conception des protocoles concernés ;
- les protocoles TCP/IP sont en parfaite adéquation avec le modèle ;
- TCP/IP ne fait pas clairement la distinction entre les services, les interfaces et les protocoles.

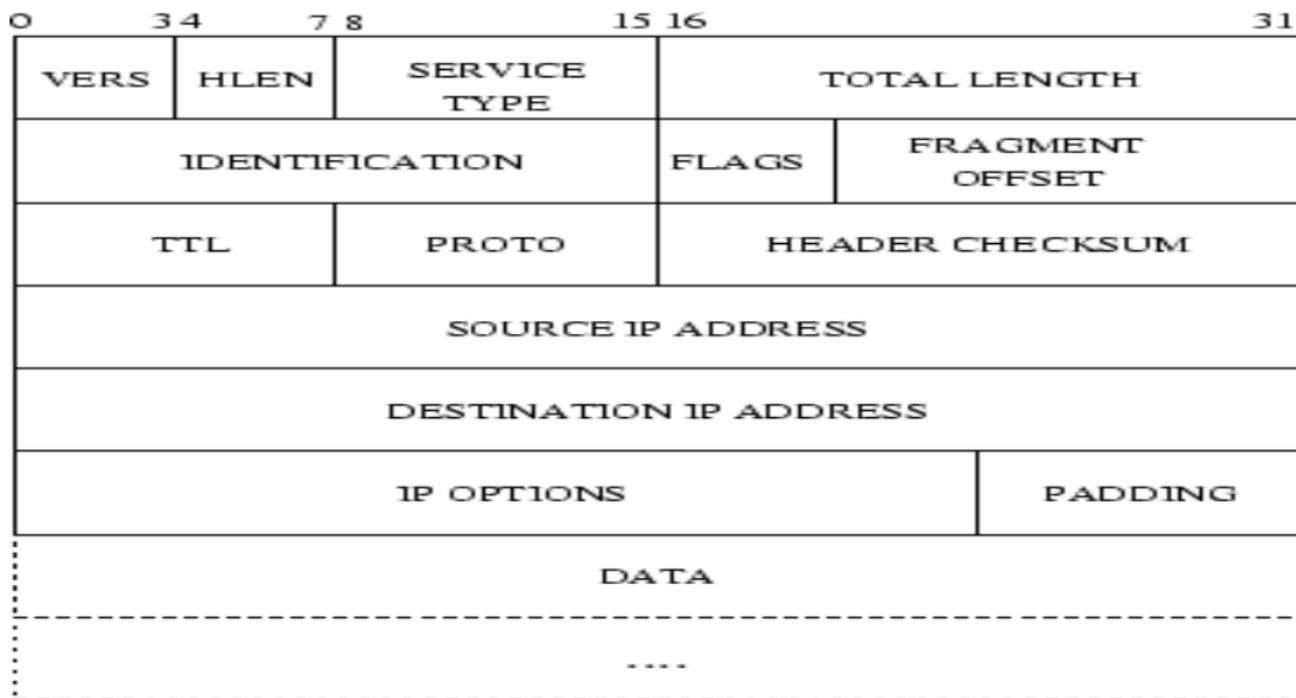
4 Modèles en couche

5 IP version 4 : datagrammes & adressage

6 Protocoles de transport

- la couche transport reçoit des flux de données et les découpe en paquets ;
- **mode sans connexion**, les paquets sont routés indépendamment les uns des autres ; on les appelle **datagramme** ;
- un datagramme peut atteindre une taille maximale (MTU - Maximum Transfer Unit) théorique de 64ko ; dans la pratique, la limite est de 1500 octets ;
- un datagramme peut éventuellement être **fragmenté** en unités plus petites sur son parcours.

Datagramme IPv4 : structure



©Laissus (2004)

Datagramme IPv4

Détails de la structure (1)

Un datagramme IP est formé d'un en-tête et de données.

Structure de l'entête (partie fixe de 20 octets) :

- 1 Version : 4 bits (ex. IPv4 ou IPv6) ;
- 2 HLEN : 4 bits ; longueur de l'entête en nombre de mots de 32 bits (min 5, max 15) ;
- 3 Type de service : 6 bits ; pour distinguer la classe de service demandée (ex. rapidité vs fiabilité) ;
- 4 2 bits inutilisés ;
- 5 Longueur totale : 16 bits ; longueur totale du datagramme en octets (max 65535) ;
- 6 Identification : 16 bits ; (pour le réassemblage des fragments) ;
- 7 1 bit inutilisé ;
- 8 bit DF (don't fragment) ;
- 9 bit MF (more fragment) ;
- 10 Position du fragment : 13 bits (max. 8192) ;

Datagramme IPv4

Détails de la structure (2)

- 1 Durée de vie (TTL - Time To Live) : 8 bits ; décrémente à chaque saut ;
- 2 Protocole : 8 bits ; ex. TCP, UDP ...
- 3 Total de contrôle de l'entête : 16 bits ;
- 4 Adresse source IP : 32 bits ;
- 5 Adresse destination IP : 32 bits ;
- 6 Options : facultatif, longueur mult. de 32 bits, max 320 bits ; 5 options prédéfinies :
 - 1 Sécurité ;
 - 2 Routage strict par la source ;
 - 3 Routage partiel par la source ;
 - 4 Enregistrement de route ;
 - 5 Horodatage ;

- une adresse IPv4 est formée de **4 octets** ;
- la notation décimale est la plus utilisée ; ex : 225.55.120.13 ;
- une adresse IP est divisée en 2 parties : une partie **réseau** & une partie **hôte** ;
- 5 classes d'adresse :
 - **classe A** : de 1.0.0.0 à 127.255.255.255 ; bit 0, 7 bits réseau, **24** bits hôte ;
 - **classe B** : de 128.0.0.0 à 191.255.255.255 ; bits 10, 14 bits réseau, **16** bits hôte ;
 - **classe C** : de 192.0.0.0 à 223.255.255.255 ; bits 110, 21 bits réseau, **8** bits hôte ;
 - **classe D** : de 224.0.0.0 à 239.255.255.255 ; bits 1110, 28 bits adresse multicast ;
 - **classe E** : de 240.0.0.0 à 255.255.255.255 ; bits 1111, 28 bits réservés (futur).

Par conséquent, potentiel de :

- 128 réseaux de $2^{24}=16$ millions de machines de classe A ;
- 16384 réseaux de 65536 machines de classe B ;
- $2^{21}=2$ millions de réseaux de 256 machines de classe C.

Lorsque toute une portion de l'adresse est formée de 0 ou de 1 consécutifs, ceci désigne une adresse spéciale :

- 0.0.0.0 désigne cet hôte (ou ce réseau) ;
- 0..0hôte désigne un hôte sur ce réseau ;
- 255.255.255.255 désigne tous les hôtes de ce réseau ;
- réseau1..1 désigne tous les hôtes du réseau distant ;
- 127.0.0.1 désigne une interface spéciale de cet hôte.

Exercices sur l'adressage IPv4 (1)

conversion en binaire

Ecrivez en binaire les adresses IP 156.78.90.87 et 192.168.23.60

*Réponse : 10011100 01001110 01011010 01010111 et 11000000 10101000
00010111 00111100*

conversion en décimal

Ecrivez sous la forme a.b.c.d les adresses IP 11001101 10101010 01100110
11000111 et 01101001 10011110 01010101 01111110

Réponse : 205.170.102.199 et 105.158.85.126

classes d'adresses

Pour chacune des adresses IP suivantes 200.67.80.45 , 50.98.78.67, 130.89.67.45 :

- 1 indiquez la classe de l'adresse ;
- 2 donnez l'adresse du réseau de classe A, B ou C dans lequel se trouve cette adresse ;
- 3 donnez l'adresse de broadcast de ce réseau ;
- 4 indiquez les adresses IP attribuables à une machine de ce réseau.

La division en 5 classes d'adresse manque de souplesse !

- Il est possible de partitionner un réseau en sous-réseaux de manière transparente vis-à-vis de l'extérieur : l'idée est de prendre des bits dans la partie adresse Hôte pour spécifier un numéro de sous-réseau ;
- Pour spécifier ces bits, on utilise une adresse spéciale a.b.c.d dont les bits à 1 donnent la partie réseau ;
- Exemple (réel) : adresse IP 141.44.75.58 et masque 255.255.255.0 signifie que la machine 141.44.75.58 du réseau de classe B 141.44.0.0 appartient au sous-réseau 141.44.75.0 (et ne peut pas communiquer directement avec les machines d'autres sous-réseaux du réseau 141.44.0.0).

Exemple : _____

192.168.0.50 = 1100 0000 . 1010 1000 . 0000 0000 . 0011 0010

255.255.255.128 = 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 1000 0000

Exercice : masque de sous-réseaux

sous-réseaux

Découpez en 16 sous-réseaux le réseau 150.27.0.0 de masque 255.255.0.0 . Indiquez pour chaque sous-réseau la liste des adresses attribuables à une machine ainsi que l'adresse de diffusion.

- 4 Modèles en couche
- 5 IP version 4 : datagrammes & adressage
- 6 Protocoles de transport**

La couche *transport* permet de

- garantir un service plus fiable que le service réseau sous-jacent ;
- d'isoler les couches supérieures des variations de technologie, de conception des réseaux en offrant des primitives standards (ex. sockets Unix Berkeley) ;

Les utilisateurs n'ont pas de contrôle sur la couche réseau, mais peuvent intervenir sur la couche *transport* car elle est prise en charge par leur ordinateur.

Primitive	Paquet envoyé	Signification
listen	(aucun)	Bloque jusqu'à ce qu'un processus tente de se connecter
connect	CON. REQ.	Tente activement d'établir une connexion
send	DATA	Envoie des informations
receive	(aucun)	Bloque jusqu'à ce que le paquet DATA arrive
disconnect	DISCON. REQ.	Souhaite libérer la connexion

Un port est un "numéro de canal" de communication : **un couple (adresse IP, port) est un identifiant unique d'une connexion.**

Analogie : (adresse, numéro de boîte postale) dans un immeuble.

Les numéros de port <1000 sont réservés (par le système d'exploitation) et certains sont dédiés à certaines applications :

- 21 : protocole FTP (transfert de fichier) ;
- 25 : protocole SMTP (envoi d'email) ;
- 80 : protocole HTTP (navigation web) ;
- 110 : POP3 (réception d'email) ;
- 443 : protocole HTTPS (HTTP crypté) ;
- ...

Commande : netstat

La commande `netstat` liste les connexions actives :

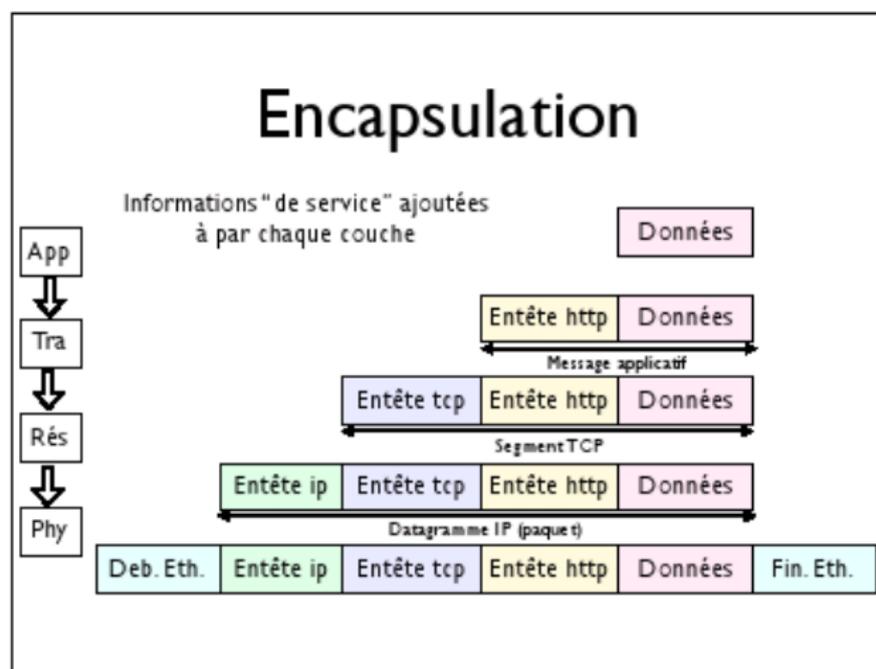
```
+gollum:~$ netstat -a
Connexions Internet actives (serveurs et etablies)
Proto Recv-Q Send-Q Adresse locale Adresse distante Etat
tcp 0 0 localhost.localdoma:ipp ** LISTEN
tcp 0 0 localhost.localdom:smtp ** LISTEN
tcp 0 0 gollum.labri.fr:44772 iona.labri.fr:imap2 ESTABLISHED
tcp 0 0 gollum.labri.fr:43696 miage.emi.u-bordeau:ssh ESTABLISHED
tcp 0 0 gollum.labri.fr:43667 raoul.labri.fr:ssh ESTABLISHED
tcp 1 0 0 gollum.labri.fr:45207 djinn.labri.fr:ipp CLOSE_WAIT
tcp 0 0 gollum.labri.fr:44771 iona.labri.fr:imaps ESTABLISHED
tcp6 0 0 *:ssh ** LISTEN
tcp6 0 0 ip6-localhost:smtp ** LISTEN
udp 0 0 *:33172 **
udp 0 0 *:bootpc **

Sockets du domaine UNIX actives(serveurs et etablies)
Proto RefCpt Indicatr Type Etat I-Node Chemin
unix 2 [ ACC ] STREAM LISTENING 9556 private/bounce
unix 2 [ ACC ] STREAM LISTENING 9560 private/defer
...
```

- Simple interface à IP
 - sans connexion ;
 - ajoute le multiplexage (ports) ;
 - entête de 8 octets :
 - port source (2 octets) ;
 - port destination (2 octets) ;
 - longueur (2 octets) ;
 - somme de contrôle (2 octets) ;
- pas de garantie d'acheminement (pertes, ordre non-respecté).

Conçu pour traiter de bout-en-bout des données de manière fiable sur un ensemble de réseaux non-fiables :

- fonction : transfert d'une séquence d'octets ;
- unité du protocole : segment ;
- phases : connexion, transfert, fermeture ;
- fiabilité : fenêtrage d'anticipation, détection d'erreurs par le récepteur, retransmission ;
- contrôle de flux : fenêtrage modulé par récepteur ;
- contrôle de congestion : adaptation à l'état du réseau.



©Dominique Dhoutaut