COURS – Internet (Généralités) – SNT

Sommaire

A) Introduction

1) Historique

Évolution du réseau de communication au niveau mondial

Aloha	1970	Transmissions de données par radio entre les îles d'Hawaii
Arpanet	1972	Premières démonstrations
Cyclades		
Réseau du NPL		
TCP/IP	1973	Première publication
Internet	1983	Arpanet adopte TCP/IP, naissance d'Internet, du DNS
	1984	Internet comporte 1000 machines
	1985	Premiers domaines de 1er niveau : .com, .net...
World Wide Web	1991	Premier site Web au monde http://info.cern.ch
	1993	Premier navigateur dans le domaine public Mosaic
	1995	Naissance du JavaScript
	2000	Adoption du CSS par les navigateurs

À retenir : On dit d'Internet qu'il est né en 1983.

2) Définitions

Internet : Réseau mondial de réseaux basé sur le protocole IP.

Rque : Internet fonctionne avec divers protocoles, imbriqués les uns dans les autres, mais le protocole IP reste toujours présent.

Protocole : Ensemble de règles permettant d'établir une communication.

Protocole IP (Internet Protocol) : Protocole caractérisé par un adressage unique pour l'ensemble des machines connectées.

Rques :

- Pour être plus précis, il s'agit de l'adresse IP d'une interface réseau de la machine. Si l'adresse IP est unique sur Internet, une interface réseau peut posséder plusieurs adresses IP et une machine plusieurs interfaces réseau.
- Le protocole IP est complété par d'un autres protocoles comme TCP ou UDP.

TCP (Transmission Control Protocol) :
Un protocole très utilisé sur Internet pour :

- Fractionner l'information numérique en paquets.
- Recombiner les paquets.
- Assurer la fiabilité de la transmission de données

Rque : Le protocole UDP (User Datagram Protocol) est très utilisé pour transmettre les flux audio ou les flux vidéo.

B) Adressages

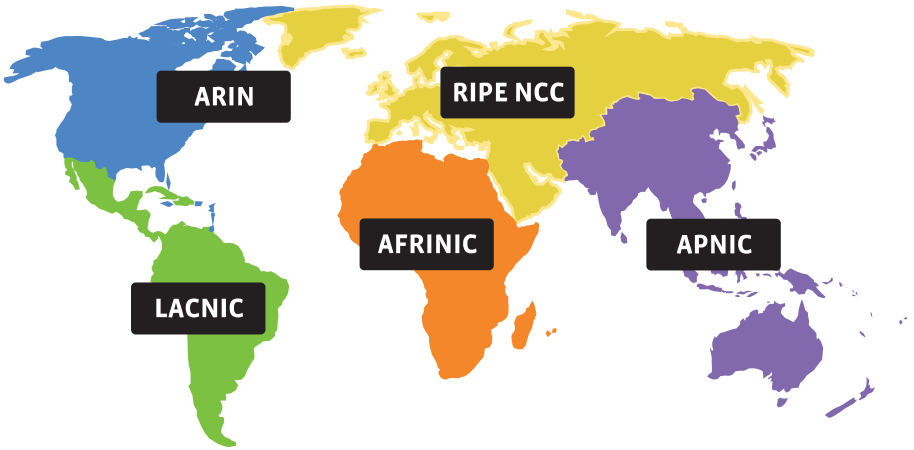
1) Gestion des adresses

Pour faire face à l'épuisement des adresses IPv4 en 2019, on a adopté les adresses IPv6. Les deux types d'adresses sont actuellement en vigueur sur Internet. A terme, les adresses IPv4 devraient disparaître

Les ***adresses IP*** sont distribuées par :

- L'IANA (Internet Assigned Numbers Authority).
- Placé sous l'autorité de l'ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
- Dont dépend les **5 RIR** (registres Internet régionaux).

Sigle	Désignation	Création	Aire géographique
RIPE-NCC	Réseaux IP Européens - Network Coordination Centre	1992	Europe, Moyen-Orient
APNIC	Asia Pacific Network Information Center	1993	Asie, Pacifique
ARIN	American Registry for Internet Numbers	1997	Amérique du Nord
LACNIC	Latin America and Caribbean Network Information Center	1999	Amérique latine, îles des Caraïbes
AFRINIC	African Network Information Center	2005	Afrique



Les **RIR** distribuent à leur tour des blocs d'adresses IP aux LIR (registres Internet locaux) :

- Opérateurs de réseau.
- Fournisseurs d'accès à Internet.

Une adresse IP se décompose en deux parties :

- L'adresse du sous-réseau.
- L'adresse de l'hôte.

2) Adresses IPv4

Exemple d'adresse Ipv4 : 193.43.55.67

- Codage : 4 octets soit 32 bits
- Notation (décimale pointée) :
  - 4 nombres représentant 1 octet chacun.
  - En notation décimale, de 0 à 255.
  - Séparés par le caractère « point »
- Nombre total d'adresses : $2^{32} = 4{,}29.10^{9}$

Sous-réseaux

- Les sous-réseaux sont codés sur un nombre variable de bits.
- Le masque de sous-réseau permet d'identifier les bits d'une adresse IPv4 utilisés pour le sous-réseau.
- La notation CIDR (Classless Inter-Domain Routing). consiste en une barre oblique suivie du nombre de bits à 1 dans la notation binaire du masque de sous-réseau.
- Exemple : l'adresse 91.198.174.2/19 désigne l'adresse IP 91.198.174.2 avec le masque 255.255.224.0
  - *Calculateur de masque Ipv4 en ligne :* https://cric.grenoble.cnrs.fr/Administrateurs/Outils/CalculMasque/

Rque : Une séance de TP sera prévue afin d'expliquer le détail du calcul des masques de sous-réseaux (classe A – classe B – classe C)

Adresses publiques, privées

- Les adresses publiques sont uniques sur Internet.
- Les adresses privées, visibles seulement au sein d'un réseau local, s'utilisent librement.
- Les systèmes de translation d'adresses NAT (Network address translation) permettent aux machines du réseau local d'accéder à Internet.

Adresses IPv4 privées		
Plage d'adresses	**Masque de réseau**	**CIDR**
10.0.0.0 - 10.255.255.255	255.0.0.0	/8
172.16.0.0 - 172.31.255.255	255.255.0.0	/16
192.168.0.0 - 192.168.255.255	255.255.255.0	/24

Explications :

- $2^7+2^6+2^5+2^4+2^3+2^2+2^1+2^0=255$
- *classe A* : 255.0.0.0 pour un maximum de 8 bits du masque
- *classe B* : 255.255.0.0 pour un maximum de 16 bits du masque
- *classe C* : 255.255.255.0 pour un maximum de 24 bits du masque

3) Adresses IPv6

Exemple : 2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:0001

Forme canonique : 2001:db8::85a3:::ac1f:1

- Codage : 16 octets soit 128 bits
- Notation :
  - 8 nombres représentant 2 octets chacun.
  - En notation hexadécimale, de 0 à ffff
  - Séparés par le caractère « deux-points »
- Nombre total d'adresses : $2^{128} = 3{,}4.10^{38}$

Sous-réseaux

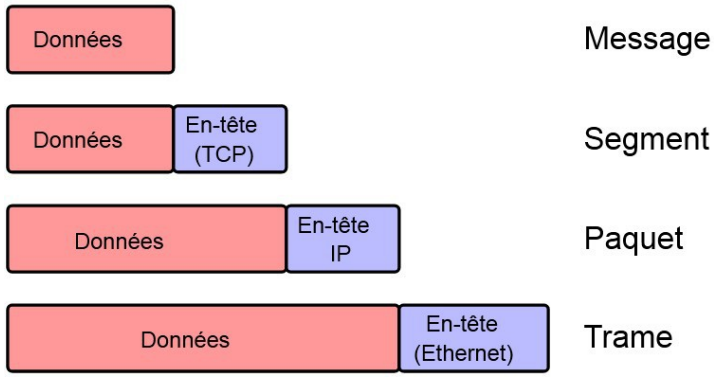
- Les sous-réseaux sont codés sur 64 bits.
- Masque : ffff:ffff:ffff:ffff:0000:0000:0000:0000
- CIDR : /64

C) Encapsulation

1) Principe

L'encapsulation consiste à inclure les données d'un protocole dans un autre protocole. Aux données à transmettre sont ajoutées un en-tête (parfois un pied) pour obtenir des données utilisables par le protocole choisi.

Paquet (packet)				
IP source	Ip destination	protocole	Autres infos	Mes données



Terminologie

Le datagramme est un nom générique pour désigner un bloc de données. Il peut correspondre, par exemple, à un segment ou à un paquet. On distingue :

- Le message : Bloc de données à transmettre à une application.
- Le segment : Message auquel on a ajouté l'en-tête TCP (ou UDP).
- Le paquet : Segment auquel on a ajouté l'en-tête IP.
- La Trame : Paquet auquel on a ajouté un en-tête (parfois un pied ou queue) utile au protocole du système de communication.

Taille maximale d'une trame

La taille maximale d'une trame se nomme MTU (Maximum Transfer Unit) :

- La trame sera fragmentée si sa taille est supérieure au MTU du réseau.
- Pour Ethernet : MTU = 1500 octets

Remarque : Une adresse MAC (Media Access Control) utilisée par le protocole Ethernet est codée sur 6 octets.

2) Protocole IP

L'en-tête IP contient essentiellement :

- L'adresse IP source.
- L'adresse IP destination.

Et, également :

- La version du protocole : IPv4 ou IPv6.
- La durée de vie, en nombre de routeurs traversés.

Détail d'un paquet IPv4

32 bits			
Version *(4 bits)*	Longueur d'en-tête *(4 bits)*	Type de service *(8 bits)*	Longueur totale *(16 bits)*
Identification *(16 bits)*		Drapeau *(3 bits)*	Décalage fragment *(13 bits)*
Durée de vie *(8 bits)*	Protocole *(8 bits)*	Somme de contrôle en-tête *(16 bits)*	
Adresse IP source *(32 bits)*			
Adresse IP destination *(32 bits)*			
Données			

Détail d'un paquet Ipv6

32 bits			32 bits		
Version *(4 bits)*	Classe *(8 bits)*	Identificateur de flux *(20 bits)*	Longueur des données *(16 bits)*	En-tête suivant *(8 bits)*	Durée de vie *(8 bits)*
Adresse IP source *(128 bits)*					
Adresse IP destination *(128 bits)*					
Données					

3) Protocole TCP

L'en-tête TCP contient essentiellement :

- Le port source.
- Le port destination.
- Le numéro d'ordre.

Détail d'un segment

32 bits								
Port Source *(16 bits)*								Port destination *(16 bits)*
Numéro d'ordre *(32 bits)*								
Numéro d'accusé de réception *(32 bits)*								
Décalage données *(4 bits)*	Réservé *(6 bits)*	URG *(1 bit)*	ACK *(1 bit)*	PSH *(1 bit)*	RST *(1 bit)*	SYN *(1 bit)*	FIN *(1 bit)*	Fenêtre *(16 bits)*
Somme de contrôle *(16 bits)*								Pointeur d'urgence *(16 bits)*
Options *(Taille variable)*								Remplissage *(Taille variable)*
Données								

4) Modèle OSI

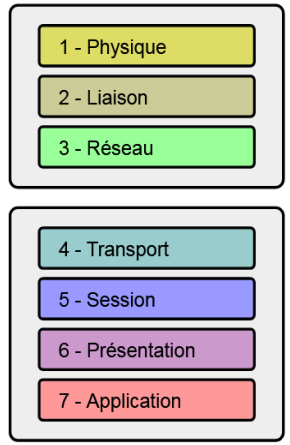
Le modèle OSI (Open System Interconnection) est un modèle théorique décrivant des règles de communication entre ordinateurs. Il comporte sept couches. Chaque couche peut communiquer avec les couches adjacentes, supérieure ou inférieure.

Exemple de liaison entre un navigateur et un serveur web via un câble ethernet :

- Couche 1 - Physique : Câble ethernet.
- Couche 2 - Liaison : Trame ethernet.
- Couche 3 - Réseau : Paquet IP.
- Couche 4 - Transport : Segment TPC.
- Couche 5 - Session : Gestion des connexions.
- Couche 6 - Présentation : Protocole HTTPS (chiffrement et déchiffrement des données).
- Couche 7 - Application : Navigateur (ou serveur web).

Couches matérielles

Couches hautes



A retenir : Le modèle OSI comporte sept couches.

D) Routage

1) Principe du Routeur

Un paquet peut emprunter plusieurs chemins et passer par divers routeurs ou relais. Ces derniers sont programmés avec deux types d'algorithmes :

- Algorithmes statiques.
- Algorithmes dynamiques.

Le protocole TCP vérifie l'intégrité de la transmission.

2) Les limites du Routeur

- Aucune garantie sur la durée de la transmission.
- Le trafic sur Internet peut se comparer au trafic routier :
  - Rupture de câble.
  - Panne sur un routeur.
  - Ligne encombrée.

3) Appareils utilisés sur les réseaux

La passerelle (gateway) est le nom générique pour divers appareils utilisés dans les réseaux informatiques. Elle peut être un répéteur, un proxy, un routeur...

Désignation	Fonction	Couche du modèle OSI
Pare-feu (firewall)	Protège un ordinateur ou un réseau des intrusions provenant d'Internet	7
Proxy	Sert d'intermédiaire pour faciliter ou surveiller les échanges	5 à 7
Routeur (router)	Assure le routage des paquets	3
Relais de trame (frame relay)	Assure le routage des trames	2
Commutateur (switch)	Réalise un réseau filaire en récupérant des données sur un port et en les diffusant sur le port adéquat	2
Modem (modulateur-démodulateur)	Convertit un signal numérique en signal analogique et réciproquement	1
Répéteur (repeater)	Régénère un signal pour augmenter la distance entre les appareils connectés	1
Concentrateur (hub)	Réalise un réseau filaire en récupérant des données sur un port et en les diffusant sur l'ensemble des ports	1

Note : Ici, port désigne un connecteur recevant un câble, à ne pas le confondre avec le port logiciel.

Note : Ici, port désigne un connecteur recevant un câble, à ne pas le confondre avec le port logiciel.

E) Services sur Internet

1) Numéros de ports

Internet offre de nombreux services, pas seulement le Web. Le numéro de port identifie quel logiciel doit traiter tel paquet transmis à l'ordinateur.

- Le numéro de port est codé sur 2 octets soit 16 bits.
- Il existe au maximum 2^{16} = 65 536 ports distincts par machine.
- Les ports inférieurs à 1024 sont appelés ports réservés.

2) Quelques ports usuels

Port	Application	Protocole	Signification
20/21	Serveur de fichiers Transfert de données/contrôle de flux	FTP	File Transfer Protocol
22	Serveur/client d'administration à distance sécurisé	SSH	Secure Shell
23	Serveur/client d'administration à distance	Telnet	Terminal Network
25	Serveur de messagerie	SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
53	Serveur de nom de domaine	DNS	Domain Name System
67/68	Serveur/client d'attribution d'adresse IP	DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
80	Serveur Web	HTTP	Hypertext Transfer Protocol
110	Client de messagerie	POP3	Post Office Protocol version 3
119	Forums de discussions en temps différés	NNTP	Network News Transfert Protocol
143	Client de messagerie	IMAP	Internet Message Access Protocol
123	Serveur de temps	NTP	Network Time Protocol
194	Dialogue en temps réel	IRC	Internet Relay Chat
433	Serveur Web chiffré	HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure

3) Architectures logicielles

Architecture clients-serveur

Dans une relation clients-serveur, le serveur répond aux clients. Le serveur et les clients s'envoient des messages :

- Un client envoie au serveur une requête.
- Le serveur retourne au client une réponse

Avantages :

- Installation des ressources sur un seul serveur.
- Disponibilité des ressources pour toute machine reliée au serveur.

Inconvénients :

- Si le serveur tombe en panne, les ressources ne sont plus disponibles.
- Si trop de clients veulent accéder au serveur en même temps, il risque de ne pas supporter la charge.
- Les clients doivent passer par le serveur pour communiquer entre eux.

Fonctionnement :

- Le serveur est démarré avec le numéro de port qui lui est dédié.
- Le client est démarré, selon le cas :
  - Avec un port quelconque, pas encore utilisé et différent d'un port réservé.
  - Avec le numéro de port qui lui est dédié.
- Le client connaît le numéro de port du serveur.
- Le client communique son numéro de port au serveur.

Architecture pair à pair :

Dans une relation pair à pair, chaque logiciel connecté joue tour à tour les rôles de client et de serveur.
Deux systèmes existent :

- Système centralisée : Gestion des partages est faite par un serveur.
- Système décentralisée : Robuste, mais la recherche d'informations est plus difficile.

Les logiciels pair à pair utilisent par défaut des ports spécifiques :

- Morpheus et BearShare utilisent le port 6346
- Edonkey utilise le port 4662
- Bittorrent utilise les ports tcp 6881 et udp 6889
- Limewire utilise les ports tcp 6346 et udp 6347
- WinMx utilise les ports tcp 6699 et udp 6257
- … etc

F) Commandes d'administration de réseaux

1) La commande « ping »

Il existe de nombreuses commandes d'administration de réseau.
On en présente ici quatre.

Cette commande permet de tester l'accessibilité d'une autre machine au travers un réseau IP. Exemple :

```
$ ping 192.168.0.10
```

2) La commande « ipconfig »

Cette commande affiche les adresses IP et le masque de sous-réseau des interfaces réseau de l'ordinateur.

Remarques :

- Sous Windows, cette commande se note *ipconfig*.
- Elle affiche également d'autres informations.
- Elle permet aussi de configurer une interface réseau, de l'activer ou la désactiver.
- « ip a » est une autre commande équivalente

3) La commande « traceroute »

Cette commande analyse les sauts nécessaires pour atteindre une destination. Elle se note tracert sous Windows.

Exemple :

```
$ traceroute 192.168.0.10
```

4) La commande « host »

Cette commande indique les adresses IP associées à un nom de domaine. Exemple :

```
$ host wikipedia.org
```

G) Le serveur DHCP

1) IP statique & IP dynamique

L'adresse IP d'un ordinateur peut être :

- *Statique* (ou fixe) : Configurée manuellement sur l'ordinateur pour qu'il ait l'adresse IP choisie.
- *Dynamique* : Attribuée par un serveur DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).
- En IPV6, un mécanisme existe pour qu'une adresse IP soit attribuée automatiquement

Une adresse IP se décompose en deux parties :

- L'adresse du sous-réseau.
- L'adresse de l'hôte.

2) Informations fournies

Le serveur DHCP délivre :

- Une adresse IP à l'ordinateur qui la demande pour se connecter au réseau.
- Accompagnée de quelques paramètres du réseau :
  - IP du DNS.
  - IP de la passerelle.
  - Masque de sous-réseau.