 Cours **Réseaux**

# Fiche de Rapport

**INFORMATIONS ETUDIANT :**

PRENOM **: SOULEYMANE**

NOM **: DIALLO**

EMAIL **:** [diallo.souleymane1@uam.edu.sn](mailto:diallo.souleymane1@uam.edu.sn)

**Sommaire** (interactif) :

***Merci de bien vouloir cliquer sur un titre ou sous-titre pour un accès direct***

[Fiche de Rapport 1](#_Toc122771275)

[Introduction Générale : 3](#_Toc122771276)

[Introduction : 3](#_Toc122771277)

[Concepts Généraux : 3](#_Toc122771278)

[1 Chapitre 1 : Topologie et classification des réseaux 3](#_Toc122771279)

[1.1 Introduction 3](#_Toc122771280)

[1.2 Résumé ou points clés du cours 4](#_Toc122771281)

[1.3 Conclusion 5](#_Toc122771282)

[2 Chapitre 2 : Le modèle OSI de l’ISO 5](#_Toc122771283)

[2.1 Introduction 5](#_Toc122771284)

[2.2 Résumé 5](#_Toc122771285)

[2.2.1 Le modèle OSI 6](#_Toc122771286)

[2.2.2 Le standard TCP/IP 6](#_Toc122771287)

[2.3 Conclusion 6](#_Toc122771288)

[3 Chapitre 3 : Les éléments d’interconnexion 7](#_Toc122771289)

[3.1 Introduction 7](#_Toc122771290)

[3.2 Résumé 7](#_Toc122771291)

[3.3 Conclusion 8](#_Toc122771292)

[4 Chapitre 4 : Couche 2, le protocole Ethernet 8](#_Toc122771293)

[4.1 Introduction 8](#_Toc122771294)

[4.2 Résumé 8](#_Toc122771295)

[4.3 Conclusion 11](#_Toc122771296)

[5 Chapitre 5 : Les protocoles de couche3(IP, ARP, ICMP…) 12](#_Toc122771297)

[5.1 Introduction 12](#_Toc122771298)

[5.2 Résumé 12](#_Toc122771299)

[5.3 Conclusion 14](#_Toc122771300)

[6 Chapitre 6 : Le routage IP 14](#_Toc122771301)

[6.1 Introduction 14](#_Toc122771302)

[6.2 Résumé 14](#_Toc122771303)

[6.3 Conclusion 16](#_Toc122771304)

[7 Chapitre 7 : Les protocoles de couche 4 (TCP, UDP…) 16](#_Toc122771305)

[7.1 Introduction 16](#_Toc122771306)

[7.2 Résumé 16](#_Toc122771307)

[7.3 Conclusion 21](#_Toc122771308)

[8 Conclusion générale 21](#_Toc122771309)

# Introduction Générale :

## Introduction :

Dans les technologies de l’information, un réseau est défini par la mise en relation de deux systèmes informatiques au moyen d’un câble ou sans fil, par liaison radio. Le réseau le plus basique comporte deux ordinateurs reliés par un câble.

Les réseaux modernes sont un peu plus complexes en général et comportent bien plus que deux ordinateurs. Pour les systèmes à plus de dix participants, on utilise habituellement une configuration de type client/serveur. Dans ce modèle, un ordinateur agissant comme point de commutation central (serveur) met ses ressources à disposition des autres participants au réseau (clients).

## Concepts Généraux :

* **Etudier un réseau** : c’est étudier les équipements et les logiciels
* Les équipements à étudier :
  + Les **cartes réseaux**
    - Les cartes réseaux sans fils
    - Les cartes réseaux filaires
  + Les **switches** ou commutateurs permettant d’interconnecter les machines
  + Les **routeurs** qui sont des équipements permettant d’orienter les données à travers un réseau.
* Logiciels à étudier :
  + Les systèmes d’exploitation Windows, Linux, Mac OS
  + Les systèmes d’exploitation des équipements tels que Cisco, Juniper, Huawei, etc.
* **Les couches protocolaires** : donnent des règles de communication entre deux couches
* **GNS3** : logiciel permettant d’émuler des équipements tels que PC, switch, routeurs et firewall
* **Virtual Box** : un logiciel permettant de créer et gérer les machines virtuelles
* **Wireshark** : logiciel permettant d’analyser des données réseaux et de voir leur composition
* **NodeJs :**  permet de développer des applications aussi bien coté frontend que backend
* **PORT CONSOLE** : utilisé pour paramétrer un routeur ou un switch
* **Pare-feu ou firewall** : met en place les règles de filtrage. C’est un appareil de sécurité réseau qui surveille et filtre le trafic réseau entrant et sortant en s'appuyant sur des politiques de sécurité préalablement établies.

# Chapitre 1 : Topologie et classification des réseaux

## Introduction

Les équipements et les logiciels sont les principaux composants de base des réseaux informatiques. Ainsi, les comprendre constitue un atout majeur pour pouvoir exercer fondamentalement dans ce domaine.

## Résumé ou points clés du cours

Les réseaux sont classifiés selon leur taille en termes de zone de couverture en LAN, MAN et WAN :

* **LAN** ou réseau local ou Local Area Network : limité à une entreprise, une administration ou à un utilisateur privé
* **MAN** ou réseau métropolitain pour Metropolitain Area Network : peut s’étendre à l’échelle d’un campus ou d’une ville.
* **WAN** ou Wide Area Network : peut s’étendre à l’échelle d’un pays ou monde
* **Caractéristiques d’un support de transmission :** 
  + **Débit maximal :** nombre de bits/seconde pouvant être transporté sur le support
  + **Type de signal véhiculé :** électrique, lumineux ou ondes électromagnétiques
  + **Atténuation :** affaiblissement du signal le long de la ligne en dB/m
  + **Sensibilité :** aux perturbations électromagnétiques
  + **Couts :** fabrication et installation
* **Fibre optique** : support de transmission utilisé pour des liaisons longues distances. Elle est **insensible aux perturbations électromagnétiques**
  + **Débit maximal :** vitesse de transmission très élevée
  + **Type de signal véhiculé :** ondes lumineuses
  + **Atténuation :** 0.15 dB/km
  + **Pose délicate : matériau rigide & angle de courbure important**
  + **Couts :** élevés
  + **Poids au mètre faible**
* **Réseaux sans fils** : classifiés selon leur taille en termes de zone de couverture ;
  + **WPAN** ou Wireless Personnal Area Network: **Bluetooth** (faible portée / fort debit)
  + **WLAN** ou Wireless Local Area Network: wifi, Zigbee: Faible débit / Low Power
  + **WMAN** ou Wireless Metropolitain Area Network : destiné principalement aux opérateurs de télécommunication : **WiMAX**, permettant d'obtenir des débits de l'ordre de 70 Mbit/s
  + **WWAN ou** Wireless Wide Area Network: réseau cellulaire mobile
    - GSM (Global System for Mobile Communication).
    - GPRS (General Packet Radio Service).
    - EDGE, 3G, 4G
* **Topologies:**
  + **Topologie physique :** désigne la façon dont les ordinateurs sont interconnectés entres eux
  + **Topologie logique :** désigne leur interconnexion interne
* **Caractéristique d’une transmission :** 
  + **Full duplex :** échange bidirectionnel en même temps. Ex : Communication téléphonique, deux ou plusieurs ordinateurs connectés à un périphérique réseau, tel qu’un commutateur (Switch) fournissant l’option full duplex.
  + **Half duplex :** Les données peuvent voyager dans les deux sens mais pas en même temps. Chaque extrémité de la liaison de communication joue le rôle de l’expéditeur et de destinataire (échange bidirectionnel mais **alternativement ;** les données ne peuvent fonctionner que dans une seule direction à la fois ; l’envoi et la réception des données ne se font pas en même temps.) Ex : TALKIE WALKIE, Hub, …
    - **CSMA/CD : Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection** oucircuit de détection de collision. Ce module sera mis en œuvre dans ce type de transmission
  + **Simplex :** échangeunidirectionnel. Ex : données envoyées à un tableau d’affichage électronique tel que celles trouvées dans les gares et les aéroports, clavier et moniteur, etc.
* **Commutation :** c’est le transfert de donnée d’un nœud émetteur à un nœud récepteur
  + **Commutation de circuit :** méthode de transfert de données consistant à établir un **circuit dédié au sein d’un réseau**
  + **Commutation de paquets :** lesdonnées sont découpées en paquets de données (segmentation) et **émis indépendamment sur le réseau**
* **Caractéristiques des signaux**
  + **Transmission en bande de base :** les caractéristiques du signal lui permettent d’être transporté en tant que tel sur le support.

**Inconvénients** :

* + - Monopolisation du support
    - Dispersion du spectre (étalement du signal)
    - Sensibilité aux perturbations
* **Transmission en bande transposé ou par modulation : *on modifie les caractéristiques du signal pour qu’il puisse être véhiculer sur le support***. A la réception on trouvera une technique de restitution du signal original. On utilise pour cela des équipements appelés modem (pour modulateur et démodulateur)
* Un modem est un modulateur. La modulation change les caractéristiques du signal au départ et les restitue à l’arrivée (démodulateur)

## Conclusion

Un réseau informatique est donc principalement destiné au transport des messages des applications. C’est dans ce sillage donc que savoir identifier les besoins des différentes classes d'applications s’avère être une nécessité.

# Chapitre 2 : Le modèle OSI de l’ISO

## Introduction

Pour une bonne entente et un bon fonctionnement, il est important de définir des règles de communication : c’est l’objet des protocoles et modèles d’organisation.

## Résumé

* **Protocole :** c’est un ensemble de règles qui régissent la façon dont sera organisée l’information pour qu’elle soit compréhensible par deux entités distantes.
* **OSI : (Open Systems Interconnection) ou interconnexion de systèmes ouverts**
* **ISO :** International Organization for Standardization
* **Le serveur DNS** : (Domain Name System, ou Système de noms de domaine) est un service dont la principale fonction est de traduire un nom de domaine en adresse IP : il convertit les lettres en chiffres.
* **Encapsulation**: processus de génération des données à transporter au niveau d’un émetteur
* **Désencapsulation**: processus de restitution des données utiles au niveau du destinataire

### Le modèle OSI

* **La couche application** sert d'interface entre les applications et le réseau.
* **La couche présentation** met en forme ou présente les données provenant du périphérique source dans un format compatible pour la réception par le périphérique de destination.
* **La Couche session** crée et gère les dialogues entre les applications source et de destination. Elle redémarre les sessions interrompues ou inactives pendant une longue période.
* **La couche transport** prépare les données à transmettre sur le réseau. Elle assure la division des données en segments, s'assure qu'aucun des segments n'est perdu et vérifie si tous les segments sont arrivés. Son unité d’information est le **segment**.
* **La couche réseau** fournit des services permettant aux périphériques finaux (ordinateurs, serveurs, etc.) d'échanger des données sur le réseau. Pour elle utilise quatre processus de base : *Adressage des périphériques finaux, Encapsulation, Routage et Désencapsulation*. Son unité d’information est **le paquet IP ou datagramme IP**.
* **La couche liaison de données** accepte les paquets de couche 3, les encapsule dans des unités de données appelées trames, contrôle l'accès au support et détecte les erreurs.
* **La couche physique** fournit un moyen de transporter sur le support réseau les bits constituant une trame de couche liaison de données.

### Le standard TCP/IP

Le standard TCP/IP (Protocole de contrôle de transmission/ Protocole Internet) est structuré en 4 niveaux :

* **L’interface réseau physique** (couches 1 et 2 du modèle OSI) : dispositifs d’interconnexion et protocole Ethernet.
* **La couche INTERNET** (couche 3 du modèle OSI) : achemine les paquets (routage) d’un ordinateur à un autre.
* **La couche transport** (couche 4 du modèle OSI) : Assure le transport et éventuellement le bon acheminement des paquets.
* **La couche application** (couches 5, 6 et 7 du modèle OSI) : Protocoles d'applications.

## Conclusion

TCP/IP est le modèle véritablement mis en œuvre car étant plus fiable, robuste, flexible et réel que le modèle conceptuel OSI.

# Chapitre 3 : Les éléments d’interconnexion

## Introduction

Pour exercer dans le domaine du réseau, il est primordial de maitriser les équipements. Ce chapitre traite les principaux composants à connaitre absolument.

## Résumé

* **Normalisation** : ensembles des règles
* **Carte réseau** : permet de convertir les signaux venant de support de transmission et allant vers un ordinateur ou inversement.

Exemple de cartes réseaux :

* + Carte Ethernet pour les réseaux à câbles
  + Carte wifi pour l’accès aux réseaux sans fil
* **Codage en ligne** : processus de conversion de bits en courant électrique dans les réseaux à câble ou en ondes radio dans des réseaux sans fil tel que le wifi.

### Répéteur et Hub

* **Répéteur** : permet de **répéter** les blocs d’information d’un segment à l’autre et de **régénérer** le signal pour compenser l’affaiblissement.
* **Un HUB** est un répéteur à plusieurs ports permettant de connecter plusieurs machines entre elles.

*L’inconvénient est de partager le débit du réseau concerné.*

Le répéteur et hub sont des équipements de la couche physique du modèle OSI.

### Pont et Switch

* **Pont**: permet de **reconnaître** les adresses physiques des informations qui transitent, **filtrer** et laisser passer seulement l’information destiné au réseau raccordé.

Il **assurer** l’interconnexion de stations ou de segments en leur attribuant **l'intégralité** de la bande passante.

* **Switch :** c’est un pont à plusieurs ports. Il fonctionne au niveau de la couche liaison de données du modèle OSI

**Ponts et Switch** manipulent les **trames** contrairement au répéteur et aux hubs qui manipulent des **bits**

### Routeur

* **Routeur** : permet de relier de nombreux réseaux locaux de sorte à permettre la circulation des datagramme IP d'un réseau à un autre.
* Fonctions d’un routeur :
  + **Analyser** et choisir un chemin à travers le réseau pour véhiculer les paquets sur le réseau
  + **Fragmenter** si nécessaire un datagramme IP pour respecter la taille maximale des données supportée par le réseau sur lequel le datagramme est transféré.

**Le routeur** fonctionne au niveau 3 du modèle OSI et par conséquent manipule **les datagramme IP.**

## Conclusion

Ce chapitre nous a permis entre autres de situer le niveau d’opération des équipements par rapport au modèle de référence OSI.

# Chapitre 4 : Couche 2, le protocole Ethernet

## Introduction

**Ethernet** désigne un protocole de réseau local ([LAN](https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203395-lan-local-area-network-definition-traduction/)) basé sur des commutations de paquets et sur des câbles à paires torsadées permettant de relier plusieurs machines entre elles. A l’issue de ce chapitre, nous aurons mis en exergue l’une des deux normes les plus importantes des réseaux locaux : le norme **Ethernet**.

## Résumé

* Ethernet est le type de réseau le plus répandu en informatique.
* Ethernet utilise les 3 catégories de supports de transmission :
* Câbles à paires torsadées
* Fibre optique
* Les ondes radios (Wifi)

Deux principales normes :

* **La norme dite 802.3 ou Ethernet** déployé dans les réseaux câbles
* **La norme 802.11** dont le nom commercial est le **WIFI** pour Wireless Fidelity

Etudier une norme réseau, c’est :

* Etudier les équipements à utiliser pour déployer un réseau respectant cette norme
* Etudier les supports de transmission utilisés par ce réseau
* Etudier les formats de données manipulées dans cette norme (de quoi sont constituées ces données)

Adresses destinations : Adresses unicast, multicast, broadcast

* **Unicast :** communication 1 vers 1
* **Multicast :** communication 1 vers plusieurs
* **Broadcat ou anycast :** communication 1 vers tous

### Norme Ethernet 1

* **Norme Ethernet 1** (Ethernet Partagé) : l’équipement d’interconnexion utilise des HUB (écoute de l’équipement), les cartes réseaux font du Half duplex

Les deux sous couches de la couche **Liaison** du modèle OSI :

* **La sous-couche LLC** (norme 802.2) : chargée d’effectuer directement des contrôles sans le concours des couches supérieures
* **La sous-couche MAC** (norme 802.3) : définissant la méthode d’accès au support

**Ethernet partagé** : caractéristiques de la première version (obsolète de nos jours)

* Tous les ordinateurs du réseau Ethernet sont reliés à une même ligne de transmission
* Toute machine est autorisée à émettre sur la ligne à n'importe quel moment et sans notion de priorité entre les machines
* Les différents nœuds réseau sont reliés entre eux par un concentrateur (hub) ;
* Un hub transmet sur tous les autres ports ce qu’il reçoit sur un port ;

Cette version d’Ethernet utilise une topologie physique en étoile et une topologie logique en Bus.

**Principe du CSMA/CD**

* Dans Ethernet partagé, le bus est partagé par toutes les stations.
* Ainsi deux stations émettant en même temps peuvent voir leurs signaux se brouiller : on dit alors qu’il y a **collision**.

Deux stations connectées à un même Hub sont dites **être dans le même domaine de collision**.

Pour résoudre le problème, l’approche CSMA consiste à écouter tout d’abord la porteuse du signal pour savoir si les données y circulent sinon **transmettre** tout en mettant en place un mécanisme pour détecter la collision.

La version d’Ethernet sans fil (wifi) utilise la méthode CSMA/CA qui consiste à écouter le support avant d’émettre tout en mettant un mécanisme pour éviter les.

CSMA/CA, **CA : Collision** **Avoidance** (évitement des collisions).

* **Brouillage :** envoie d’une séquence de 4 octets incohérents, lorsqu’une collision est détectée, permettant à toutes les machines de s’assurer de la collision.
* Dans ce cas, pour éviter que plusieurs machines essayent de retransmettre au même moment, elles attendent un temps tiré aléatoirement appelé délai de **BackOff** ou **délai aléatoire après collision**.

Adresse MAC :

* **Une adresse MAC (Media Access Control)** est un identifiant unique attribué à chaque périphérique réseau par le fabricant
* Codée sur 48 bits (6 octets), sa forme est (exemple) : 3c:07:54:3c:75:f9
* L'adresse MAC de diffusion comporte 48 uns (1), représentés au format hexadécimal : FF:FF:FF:FF:FF:FF.

A completer : polynomes FCS/RCS ?

**Méthode de réception (algorithme de réception) :**

La méthode de réception mise en œuvre par une interface **Ethernet** peut être décrite ainsi :

1. *Écouter sur le bus et attendre qu’une trame arrive*
2. *Quand la trame arrive, on vérifie :*
   1. *Qu’elle a une longueur ≥ à 72 octets*
   2. *Et qu’elle est correcte (reste de la division des champs de la trame par le polynôme générateur = FCS)*
3. *Si la trame est correcte, on regarde ensuite son champ DA (Destination Adresse) :*
   1. *Si DA = l’adresse de l’interface Ethernet (FF:FF:FF:FF:FF:FF) alors on délivre le champ de Données à la couche supérieure (ou au système d’exploitation si paquet IP)*
   2. *Sinon, la trame n’est pas destinée à l’interface Ethernet et on l’ignore.*

### Norme Ethernet 2 (Ethernet commuté)

* **Norme Ethernet 2** (Ethernet commuté) : l’équipement d’interconnexion utilise des SWITCHS

Mise en place pour résoudre les problèmes que pose Ethernet I à savoir :

* La bande passante partagée entre les hôtes (donc lenteur),
* Un fonctionnement en Half-duplex car il ne peut y avoir qu’une seule trame à la fois,
* Plus il y a d’hôtes, plus les collisions sont fréquentes et ralentissent encore le système ;

Son PRINCIPE est le suivant :

* La topologie physique en étoile est organisée désormais autour d’un commutateur (switch).
* Le switch **inspecte** les adresses source et destination des trames, **dresse** une **table commutation** lui permettant de savoir quelle machine (adresse MAC) est connectée sur tel port du switch. La table de commutation se fait par auto-apprentissage.
* Connaissant le port du destinataire, le commutateur ne transmettra la trame que sur le port adéquat, les autres ports restants ainsi libres pour d’autres transmissions pouvant se produire simultanément.
* Il en résulte que chaque échange peut s’effectuer à débit nominal (plus de partage de la bande passante), sans collisions, avec pour conséquence une augmentation très sensible de la bande passante du réseau (à vitesse nominale égale)
* La détection de collision est désormais désactivée et on passe Full-duplex sur les ports.
* Le protocole CSMA/CD est donc devenu obsolète
* La vitesse de transmission utilisée par chaque machine (autosensing) est réadaptée. Ce qui augmente alors les performances, limite l’espionnage (trafic non partagé par tous les ports) et améliore ainsi la sécurité générale du réseau.

**Auto-construction d’une table de commutation par un switch :**

La table de commutation contient une liste d’enregistrements (adresse MAC, port)

1. **Le switch reçoit une trame Ethernet**
2. **Il vérifie la validité de celle-ci grâce au FCS contenu en fin de trame, si elle est valide on passe au n°3, sinon il la détruit**.
3. **Le switch analyse l’adresse MAC source de la trame.**
   1. Si elle n’est pas présente dans sa table de commutation, il rajoute une nouvelle entrée en l’associant à l’interface par laquelle elle est entrée et lui attribue une durée de vie (300 secondes par défaut sur un switch Cisco)
   2. Si elle est présente et associée à la même interface, le switch rafraîchit la durée de vie.
   3. Si elle est présente mais associée à une autre interface, le switch crée une nouvelle entrée comme s’il s’agissait d’une nouvelle adresse MAC et ensuite supprime l’ancienne entrée.
4. **Le switch analyse l’adresse MAC destination.**
   1. Si l’adresse MAC existe dans la table d’adresse MAC et associée à une interface dans le même vlan que celle d’entrée, le switch propage la trame uniquement par cette interface.
   2. Si l’adresse MAC n’est pas présente dans la table d’adresse MAC, le switch propage la trame par toutes les interfaces du même vlan sauf celle d’où elle provient.
   3. Si l’adresse MAC est soit l’adresse broadcast soit une adresse multicast, le switch propage la trame par toutes les interfaces du même vlan sauf celle d’où elle provient.

## Conclusion

La première version du trame Ethernet (trame Ethernet 1), légèrement différente de la deuxième (trame Ethernet 2) peut coexister avec cette dernière grâce à leurs champs respectives long/type. Par ailleurs, étant le type de réseau le plus répandu en informatique, Ethernet utilise les 3 catégories de supports de transmission (câbles à paires torsadées, fibre optique et ondes radios).

# Chapitre 5 : Les protocoles de couche 3 (IP, ARP, ICMP…)

## Introduction

La couche réseau ou couche 3 du modèle OSI, correspondant à la couche Internet du modèle TCP-IP, est responsable du routage.

## Résumé

**Protocole IP :**

* **Protocole IP (Internet Protocol)** : un des protocoles les plus importants d'Internet, Il permet de spécifier la destination par une adresse (IP). Mais n’assure pas la livraison : IP est un protocole **non fiable.**
* Besoin d’une machine pour dialoguer sur un réseau :
* D’une adresse IP
* D’un masque de sous réseau.
* D’une **passerelle** : Machine à qui transmettre le paquet lorsque le destinataire n’est pas dans le réseau local.

**Paquet IP**

* **Paquet IP = datagramme IP.**
* Le paquet IP contient les informations nécessaires à la réalisation d’une interconnexion.
* **Le champ de données de la trame Ethernet correspond au paquet IP.**
* **Un datagramme IP** est encapsulé dans une trame Ethernet avant d’être transmis dans un réseau local
* A la réception d’une trame Ethernet par la couche accès réseau de TCP/IP, les données sont extraites et transmises au bon protocole de la couche Internet selon le champ EtherType : c’est le **démultiplexage**
  + Le **démultiplexage** : c’est donc l’extraction et la transmission des données au bon protocole de la couche Internet.
  + Le champ EtherType indique le protocole destinataire des **données**.

**Composition d’un datagramme IP**

* Un datagramme IP est composé d’une/de :
  + **en-tête** de taille comprise entre 20 et 60 octets
  + **données IP** nombre quelconque d’octets (limite a 65 315)

**Type d’acheminement désiré :**

* D(elay) : délai d’acheminement court
* T(hroughput) : débit de transmission élevé
* R(eliability) : grande fiabilité

**Réassemblage :**

* Le réassemblage des fragments n’est jamais assuré par les routeurs intermédiaires mais plutôt par le **destinataire final**.
* En effet ce dernier met en attente tous les fragments des datagrammes incomplets, les réordonne pour avoir le datagramme d’origine. Tout datagramme IP dont le TTL passe à 0(zéro) est détruit et l’émetteur est alors informé par un message de type ICMP.

**Systèmes de numération :**

* Un groupe de bits est appelé un **mot**, un mot de **huit bits** est nommé un octet (byte).

**Adressage IP :**

* Une adresse IP, universelle ou publique ou routable, est unique au niveau mondial.
* Elle est codée sur **32 bits soit 4 octets,** la notation la plus courante consiste à indiquer chaque octet en décimal et à les séparer par des points. Exemple : 196.1.95.5

Plus précisément, l’adresse IP d’un ordinateur est composée de deux parties :

* + La première partie correspond à **l’adresse du réseau ou Net-ID**.
  + La deuxième partie correspond à **l’adresse de la machine ou Hots-ID sur le réseau.**

**Attribution d’une adresse IP publique :**

* C'est **l'ICANN** (**Internet Corporation for Assigned Names and Numbers**) qui est chargée d'attribuer des adresses IP publiques.

**Masque de réseau :**

* Un masque de sous-réseau a la même **forme qu'une adresse IP (32 bits**). Il a pour rôle **de distinguer le numéro du réseau, du numéro de l'ordinateur dans ce réseau.**
* Dès lors qu'un équipement possède une adresse IP, il est extrêmement important de connaître le masque y associé afin de déterminer le réseau dans lequel appartient cette machine.
* Par convention, les bits de gauche d'un masque sont à 1, les bits de droite sont à 0.
  + Exemple : 11111111 11111111 11111111 00000000 ce qui correspond à 255.255.255.0
* Pour connaître le réseau dans lequel appartient une machine, on fait un & logique entre le masque de sous réseau et l’adresse IP de la machine.
  + Exemple :
* Une machine possède l'adresse IP : 194. 214. 110. 35

&

* Elle possède un masque : 255. 255. 255. 0
* L'adresse du réseau est : **194. 214. 110. 0**
* L'adresse de cette machine dans le réseau est : **35**
* **Dans chaque réseau, les adresses dont les bits de machine sont tous à 0 (valeur 0) ou tous à 1 (valeur 255) ne peuvent être attribuées :**
  + Tous les bits à ‘0’désigne le réseau dans son ensemble
  + Tous les bits à ‘1’représente l’adresse de diffusion (broadcast) à destination de tous les nœuds du réseau.
  + Une machine dans un réseau IP utilise son masque de réseau pour savoir si une autre machine dont elle connaît l'adresse IP se trouve dans son réseau ou non. De manière précise, si une machine A dont l'adresse IP est IPA veut initier une communication vers une machine dont l'adresse IP est IPB alors le processus suivant est mis en œuvre par A pour savoir si B se trouve sur ce réseau ou pas :
* A applique son masque de réseau NMA à son adresse IP pour obtenir son adresse réseau notée IPRXA
* A applique aussi son masque de réseau NMA à l'adresse IP de B pour obtenir l'adresse réseau de B notée IPRXB
* SI **IPRXA = IPRXB** alors A se dit être dans le même réseau que B.
* Si **IPRXA ≠ IPRXB** alors A ne se trouve pas dans le même réseau que B ; dans ce cas la communication entre A et B n'est possible que par l'intermédiaire d'une passerelle.

**Classification des adresses IP :**

On définit la notion de classe d'une adresse IP en utilisant le **premier octet** de cette adresse. Les trois classes d’adresses les plus couramment utilisés sont A, B et C.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Classe | Format du 1er octet | Adresse minimale | Adresse maximale |
| A | **0XXXXXXX** | **1.0.0.0** | **126.0.0.0** |
| B | **10XXXXXX** | **127.0.0.0** | **191.255.0.0** |

**Adresses IP particulières :**

* **Diffusions locale et distante :** 
  + **255.255.255.255** : adresse de broadcast sur le réseau IP local (ne passe pas le routeur, traduit en broadcast ARP)
  + <NET\_ID><111...111> : adresse de broadcast dirigée vers le réseau de numéro NET\_ID. (Exemple : 132.227.255.255 = diffusion dans le réseau 132.227.0.0 traduit en broadcast ARP par le routeur destination) !
* **Rebouclage local (adresse de *loopback*) : 127.X.Y.Z**
  + Généralement 127.0.0.1 (localhost)
  + Permet de tester la pile TCP/IP locale sans passer par une interface matérielle
  + L'adresse 0.0.0.0 est utilisé par le protocole RARP par les terminaux sans disque au démarrage mais aussi comme **adresse de route par défaut par les routeurs**.

**Adresses IP privées :**

* Les adresses privées ne sont jamais utilisées sur Internet, car non « **routées** ». C’est-à-dire qu’aucun paquet d’un ordinateur possédant une adresse privée ne sera transmis aux autres ordinateurs.
* Pour les réseaux à usage privé (non connecté à internet), on choisit de préférence les adresses réservées à cet effet :
  + 10.0.0.1 à 10.255.255.254
  + 172.16.0.1 à 172.31.255.254
  + **192.168.0.1 à 192.168.255.254 (les plus courantes)**
* De nos jours, le nombre d’adresses IP est devenu trop faible par rapport au nombre de terminaux désirant se connecter à internet. De ce fait, on fait recours aux adresses IP privées et à la translation d'adresses pour permettre aux machines ayant des adresses IP privées d'accéder à internet sans pour autant que les paquets transmis aient comme adresse source de type privé.
  + Au sortir du réseau privé le routeur remplace l'adresse IP source des paquets par des **adresses IP routables** avant d'envoyer les paquets sur internet : on parle de *principe de translation d'adresse* appelé **NAT** pour Network Address Translation.

**Principe de résolution d’adresse par ARP** (protocole de résolution d’adresse)**:**

Supposons que deux machines A et B souhaitent communiquer.

* L'émetteur A envoie une trame Ethernet de diffusion (broadcast) contenant un message ARP « **ARP Request** » demandant qui est l’adresse IPB ?
* Toutes les machines du réseau local reçoivent la requête. Seul B d'adresse **IPB** se reconnaît, et elle répond à A (adresse IPA) via une trame contenant un message « **ARP Reply** » destinée à l’adresse EthA
* La machine A retrouve l’adresse EthB de la machine B (adresse MAC de B) dans la trame Ethernet répondue.
* Chaque machine maintient en mémoire une **table ARP de correspondances adresse IP / adresse Eth** (adresse MAC) pour éviter trop de requêtes ARP. Chaque entrée de la table à une durée de vie limitée.

**Le protocole ICMP :**

* Ce protocole est utilisé par tous les routeurs pour signaler une erreur.
* La commande ***Ping*** utilise les paquets ICMP de demande et de réponse d'écho afin de déterminer si une machine d'un réseau fonctionne.
* Elle permet ainsi de diagnostiquer les défaillances au niveau d'un réseau IP ou des routeurs.

## Conclusion

Pourvu la multiplication des usagers et le nombre d’adresses IP devenu très faible, la transaction d’adresse est utilisée de nos jours par les boxes fournis par les **FAI** en guise de solution pour une meilleure connectivité. Cependant le passage à IPv6, avec son adressage codé sur 128 bits au lieu de 32 bits en IPv4, s’avère être une nécessité afin de garantir une solution plus que pérenne.

# Chapitre 6 : Le routage IP

## Introduction

## Résumé

**Routage IP :**

* Le routage est une fonction essentielle qui consiste à choisir le **chemin** pour transmettre un **datagramme IP** à travers les divers réseaux.
* On appelle **routeur** un équipement relié à **au moins deux réseaux** (cet équipement pouvant être un ordinateur, au sens classique du terme, qui assure les fonctionnalités de routage).
* Un routeur réémettra des datagrammes venus d'une de ses interfaces vers une autre.

**Routage direct :**

* Le **routage direct** correspond au transfert d'un **datagramme** au sein d’un même réseau. La démarche est la suivante :
  + L'expéditeur vérifie que le destinataire final partage le même réseau que lui.
  + Si c’est le cas, le routage direct est suffisant :
    1. L’émetteur lance une requête ARP pour connaître l'adresse MAC du destinataire (à partir de son adresse IP).
    2. L’émetteur encapsule le **datagramme** à transférer dans une **trame Ethernet** et le transmet dans le réseau.

**Routage indirect :**

* Le **routage indirect** est mis en œuvre quand au moins un **routeur sépare** l'expéditeur initial et le destinataire final. La démarche est la suivante :
  + L’expéditeur doit déterminer vers quel routeur envoyer **le datagramme IP** en fonction de sa destination finale.
* Cela est rendu possible par l'utilisation d'une table de routage spécifique à chaque routeur, et qui permet, de déterminer le prochain routeur destinataire pour transmettre le paquet.

**Table de routage :**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Réseau de destination | Passerelle ou Gateway | Masque | Interface |
| C’est l’adresse IP du réseau de destination | C’est l’adresse IP du prochain routeur vers lequel le datagramme sera envoyé | C’est le masque associé au réseau de destination | Désigne l’interface physique par laquelle le datagramme doit être expédié |

* Une table de routage peut contenir une **route par défaut** qui spécifie un **routeur par défaut** vers lequel sont envoyés tous les datagrammes pour lesquels il n'existe pas de route dans la table.
* Tous les routeurs mentionnés dans une table de routage doivent être directement accessibles à partir du routeur considéré.
* **Aucune machine, ni routeur ne connaît le chemin complet de routage des paquets.**
* **Chaque routeur connaît seulement le prochain routeur à qui le datagramme doit être envoyé**

**Processus de routage :**

* Supposons qu’une machine ‘A’souhaite envoyer une information à une machine B.
* A compare la partie réseau de son adresse avec la partie réseau de l’adresse de B.
  + Si A et B font partie du même réseau (ou sous-réseau). A envoie son information directement à B (routage direct).
  + Si A et B ne font pas partie du même réseau. A cherche, dans sa table de routage, la passerelle pour transmettre le datagramme.
  + Si A n'a toujours rien trouvé dans sa table de routage, il envoie l'information à la passerelle par défaut (default Gateway).

**Le Routage statique :**

* On dit qu’un routage est statique lorsque la table de routage est entrée manuellement par l’administrateur.
* Dans ce cas le routeur ne partage les informations manuellement entrées par l’administrateur avec les autres routeurs.
* **Lorsqu’un nouveau réseau est ajouté, il faut reconfigurer l'ensemble manuellement**. De plus, pour prévenir tout dysfonctionnement (panne d'un routeur, ligne coupée, etc.), il faut effectuer une surveillance permanente et reconfigurer chaque routeur le cas échéant.

**Inconvénient :**

* + *Plus un réseau est important, plus cette tâche devient* ***fastidieuse****.*
* *Pour gérer la table de routage dans un réseau de grande taille, on fait appel aux protocoles de routages qui permettront aux routeurs d’échanger dynamiquement des informations sur tables de routage sans que l’administrateur n’intervienne.*

**Le routage dynamique :**

* Quand on utilise un protocole de routage, le routeur construit lui-même sa table de routage en fonction des informations qu'il reçoit de ce protocole de routage.
* Le routeur sélectionne la route la mieux adaptée à un paquet circulant sur le réseau en utilisant les informations d'état du réseau transmises d'un routeur à l'autre.

**Le protocole de routage RIP :**

**Le protocole RIP (Routing Information Protocol) est utilisé pour gérer les informations du routeur dans un réseau autonome.**

* Avec RIP, un routeur **transmet** à ses voisins **les adresses réseaux qu'il connaît** ainsi que **la distance pour les atteindre.**
* Ces **couples adresse/distance** sont appelés **vecteurs de distance**.
* La métrique utilisée par RIP est la distance correspondant au nombre de routeurs à traverser (hop ou nombre de sauts) avant d'atteindre un réseau.
* Si plusieurs routes mènent à la même destination, le routeur doit alors choisir la meilleure route vers une destination donnée.
* Sur chaque routeur, si des routes redondantes apparaissent, il retient celle qui traverse le moins de routeur.

## Conclusion

# Chapitre 7 : Les protocoles de couche 4 (TCP, UDP…)

## Introduction

## Résumé

**Préliminaire :**

* Dans un réseau IP, les applications sont identifiées par le couple (**adresse IP, numéro du port**)
* Socket : un socket peut être vu comme une attente de disponibilité des moyens de transports (file d’attente).
* **Flux réseau :** c’est un ensemble de paquets quittant la même source et allant à la même destination
* Les protocoles de transports TCP et UDP ont été défini pour pallier aux limitations d’IP telles que :
  + **la non garantie de livraison de datagramme IP**
  + **les erreurs non signalées**
  + **dé-séquencement possibles des datagrammes**
  + **la non prise en charge des mécanismes de détection des erreurs sur les données**
  + **la non gestion de contrôle de flux**
  + **et surtout le non adressage des applications clients/serveurs**

Ces protocoles de transport ont été définis pour pouvoir corriger les erreurs signalées par **ICMP** comme celles qui ne sont pas signalées

* Ainsi, de manière précise l’adresse d’une application dans un réseau IP est le triplet (**Adresse IP, Protocole de transport et numéro du port**).
* Quand la couche réseau reçoit un datagramme IP sur une machine destinataire, elle examine le champ protocole du datagramme IP pour savoir à quel protocole de transport remettre les données (17 si UDP, 6 si TCP)

**Protocole UDP :**

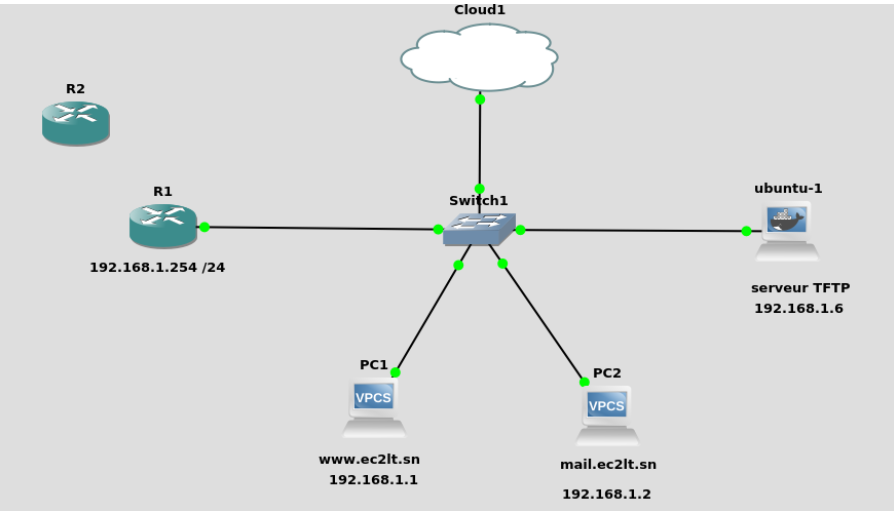
* Le protocole fonctionne en mode **non connecté** (possibilité de pertes, dé-séquencement des messages, duplication, la non régulation des flux) et rend les services suivants :
  + envoi/réception de messages entre applications (processus) à travers Internet
  + adressage des applications par numéro de port
  + multiplexage/démultiplexage par numéros de port
  + contrôle facultatif de l’intégrité des données
* Certains ports UDP sont réservés pour des applications particulières :
  + Les ports [1, 1023] sont réservés et ne sont jamais à utiliser
  + les ports [1024, 49151] sont enregistrés (mais peuvent être utilisés)
  + les ports [49152, 65535] sont dits dynamiques et/ou à usage privé
* Champs UDP : Checksum
  + Ce champ permet de vérifier l’intégrité de la totalité du datagramme IP.
  + Il permet également de s’assurer que :
    - Les données reçues sont correctes
    - les ports sont corrects
    - les adresses IP sont correctes
* Un **serveur** est un dispositif informatique (matériel et logiciel) qui offre des services à un ou plusieurs clients (parfois même des milliers).
* Un **service** est un couple client-serveur
* Le protocole ou environnement ***client–serveur*** désigne un mode de transaction (souvent à travers un réseau) entre plusieurs programmes ou processus : l'un, qualifié de *client*, **envoie des requêtes** ; l'autre, qualifié de *serveur*, **attend les requêtes des clients et y répond.**
  + **Navigateur :** client d’un serveur
* Le serveur est démarré sur un ordinateur en écoute sur un port. Son adresse est le triplet : (adresse IP, UDP, port)

Quelques services de base :

* **ftp**(file transport Protocol) : permet de transférer des fichiers. Il utilise 2 ports :
  + **20 pour les requêtes**
  + **21 pour les données**
* **Secure shell ssh**: assure une authentification forte et des communications de données chiffrées sécurisées entre deux ordinateurs connectés sur un réseau peu sûr, tel qu'Internet. Il utilise le port 22 et le protocole TCP
* **telnet**: protocole de connexion à distance non sécurisé. Il utilise protocole de transport TCP et le port 23
* **smtp** (simple mail transport protocol) : protocole de transport de mail. Port : 25
* **domain** (domain name server) : utilise les protocoles TCP Et UDP, et le port 53
* **tftp** (Trivial File Transfert Protocol ) : est un protocole simplifié de transfert de fichiers. Il fonctionne en UDP sur le port 69.

Il permet de sauvegarder des fichiers de configuration de Routeurs, etc.

Par exemple, on peut installer n machines avec ce serveur tftp en même temps.



* **kerberos :** est un service d'authentification qui est utilisé sur les réseaux informatiques ouverts ou non sécurisés. Il utilise les protocoles TCP & UDP, et le port 88
* **pop3** (post office protocol) : sert à télécharger des mails ; protocole TCP & port 110
* **imap2** (internet mail access protocol) : permet d’accéder à ses mails sans pour autant les télécharger ; port 143
* **https :** les données sont cryptées avant d’être envoyer
* **DHCP**: protocole UDP ; port 67

Un serveur DHCP (ou service DHCP) est un serveur (ou service) qui délivre des adresses IP aux équipements qui se connectent sur le réseau.

DHCP est l’abréviation de Dynamic Host Configuration Protocol (en français : Protocole de Configuration Dynamique d’Hôte

* **DNS**: protocoles : TCP/UDP ; port 53

**Le protocole TCP (Transport Control Protocol) :**

* Le protocole de transport **TCP** fonctionne en **mode connecté.**
* Le protocole de transport TCP est un protocole fiable avec des propriétés suivantes :
  + **Orienté connexion** : transfert de flots d’octets. La suite d’octets remise au destinataire est la même que celle émise.
  + **Circuits virtuels** : une fois une connexion demandée et acceptée, les applications la voient comme un circuit dédié
  + **Transferts tamponnés** : quelle que soit la taille des blocs de données émis par les applications, TCP est libre de les découper ou de les regrouper
  + **Connexions non structurées** : pas de frontière placée par TCP entre les messages émis par les applications
  + **Connexions full-duplex** : les données s’échangent dans les deux sens (mais un côté peut libérer un sens de transmission quand il n’a plus de données à émettre)

**Adresse d’application, port et connexion**

* Comme pour UDP, l’adresse d’une application est un triplet (**adresse IP, TCP, port**) : le serveur et le client doivent en posséder une. Le port du client est généralement quelconque.
* Mais à la différence d’UDP, on ne peut envoyer un message directement à une adresse : il faut que le client établisse une connexion avec le serveur. Ils ne peuvent échanger des messages que via une connexion
* **Établissement d’une connexion** :
  + Serveur : effectue une ouverture passive en écoutant sur un port, c’est à dire en demandant un port et en attendant qu’un client s’y connecte.
  + Client : effectue une ouverture active en demandant l’établissement d’une connexion entre son adresse et celle du serveur. Le serveur doit être en écoute. Les modules TCP du client et du serveur interagissent pour établir cette **connexion.**
* Une fois la connexion établie, le serveur et le client doivent l’utiliser pour envoyer/recevoir des messages. TCP est chargé d’assurer la fiabilité de la connexion (notamment s’occupe des acquittements/ retransmissions)

**Ports réservés TCP :**

* Certaines applications bien connues ont des ports TCP réservés [0, 1023].
* Une connexion est identifiée par le quadruplet formé avec l’adresse de ses deux extrémités : (adresse IP locale, port local, adresse IP distante, port distant)

**Segment TCP : Checksum**

* Ce champ est obligatoire et permet de vérifier la totalité de l’intégrité du segment + son Pseudo en-tête TCP. Comme pour UDP, ce champ permet de s’assurer :
  + que les données sont correctes
  + que les ports sont corrects
  + que les adresses IP sont correctes

**Segment TCP : option MSS**

* Le champ option MSS n’est utilisé que pendant la phase de connexion et sa taille est de 4 octets
* Chaque côté de connexion indique la taille maximale des données des segments appelé MSS (Maximum Segment Size) qu’il veut recevoir :
* généralement MSS est fixé à MTU - 40 (en-têtes IP et TCP sans option)
* MSS dépend aussi de la taille des buffers de réception
* par défaut sa taille est de 536 octets
* MSS est difficile à choisir sur l’Internet :
* si elle est trop petite alors on peut avoir une perte d’efficacité
* si elle est trop grande alors il y a risque de fragmentation des datagramme IP contenant des segments

**Translation d’adresses :**

* Le mécanisme de translation d'adresses (Network Address Translation noté NAT) a été mis au point afin de répondre à la pénurie d'adresses IP avec le protocole IPv4.
* Cela consiste donc à utiliser une passerelle de connexion à internet, possédant au moins une interface réseau connectée sur le réseau privé et au moins une interface réseau connectée à Internet (possédant une adresse IP routable).
* C’est le cas des **routeurs ADSL** utilisés au Sénégal qui ont une adresse IP publique et une interface connectée au réseau privé des abonnés de la SONATEL (Société Nationale des Télécommunications).
  + Lorsqu’une machine dans le réseau privé veut envoyer des paquets sur internet, l’adresse IP source du paquet sortant sur l’interface publique du routeur qui fait le NAT est remplacée par l’adresse IP publique du routeur.
  + En revanche, les paquets reçus d’internet par le routeur résultant des requêtes émises du réseau privé voient leur adresse de destination remplacée par une adresse du réseau privé avant que ceux-ci ne soient retransmis à leur destinataire dans le réseau privé.
* Une connexion vers une application nécessite le quadruplet (adresse IP source, port source et adresse IP destination, port destination)

**Les paquets rentrants**

Pour retrouver les adresses IP des paquets IP qui reviennent au client,

* Le routeur NAT utilise une table de correspondance appelé table de NAT qui est construite de manière dynamique comme le montre le tableau suivant :
* Par exemple si le routeur NAT reçoit des demandes de connexion des machines 10.0.0.2 et 10.0.0.4 avec des ports sources confondus 51000 alors pour éviter des confusions le routeur décide d’associer le port 52000 comme port source de requête de la machine 10.0.0.4.
* Ainsi si un paquet venant d’internet allant vers le port 51000 du routeur NAT sera redirigé vers la machine 10.0.0.2 port 51000 alors un paquet venant d’internet et allant vers le port 52000 du routeur NAT sera redirigé sur le port 51000 de la machine 10.0.0.4.
* Ce mécanisme de translation de port est appelé **PAT** (Port Address Translation) utilisé par des routeurs ADSL ne possédant qu’une seule adresse IP publique à un instant donné.

**Trois types de translation d’adresses** :

* **NAT statique** : à une adresse IP source dans le privé on associe une adresse et une seule adresse IP publique.
* **NAT dynamique** : on définit une plage d’adresses IP publique qu’on attribue à des machines qui initient des connexions vers l’extérieur
* **PAT** : une seule adresse IP publique est utilisée pour toutes les connexions sortantes quel que soit la machine dans le réseau privé mais à chaque requête on associe un numéro de port.

## Conclusion

# Conclusion générale

