

TD séance n° 13

Réseaux

1 Introduction

Avant de nous lancer dans la compréhension des réseaux informatiques, nous allons essayer de prendre un peu de recul quant à la notion même de réseau. En effet, les réseaux sont omniprésents dans notre vie quotidienne et partagent un certain nombre de caractéristiques que nous allons tenter d'identifier.

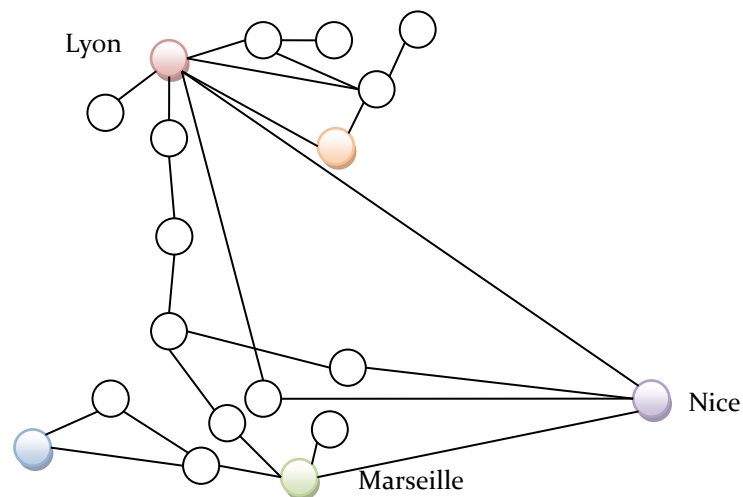
1.1 Définition et exemple de réseau

Tout d'abord, qu'est-ce qu'un réseau ? Si nous recherchons la définition d'un réseau, nous trouvons les définitions suivantes :

Définition 1 : Un réseau est un ensemble d'entités interconnectées ou maintenues en liaison pour réaliser l'échange ou la circulation de biens ou de choses.

Définition 2 : Un réseau est un ensemble de nœuds (ou pôles) reliés entre eux par des liens (ou canaux).

A partir de ces définitions, si nous tentons de schématiser un réseau, celui-ci pourra être représenté par un graphe :



Ce schéma est le plan du réseau de Free.fr pour le ¼ Sud-est de la France, permettant de véhiculer des milliards d'informations par jour. Mais les réseaux informatiques ou de transport d'information ne sont pas les seuls réseaux.

1.2 Types de réseaux

Nous pouvons distinguer plusieurs types de réseaux que nous pouvons classer de la manière suivante :

- réseaux sociaux (amitiés, collaboration, clandestin, ...),
- réseaux de l'organisme humain (sanguin, nerveux, neurones, ...),
- réseaux de transport :
 - de biens et de personnes (routier, ferroviaire, bus, métro, ...),
 - de ressources (eau, gaz, électricité, ...)
 - d'informations (télévision, téléphonique, informatique, ...)
- ...

Maintenant que nous avons une meilleure idée de ce qu'est un réseau, nous pouvons regarder le cas particulier d'un réseau de transport d'informations : un réseau informatique.

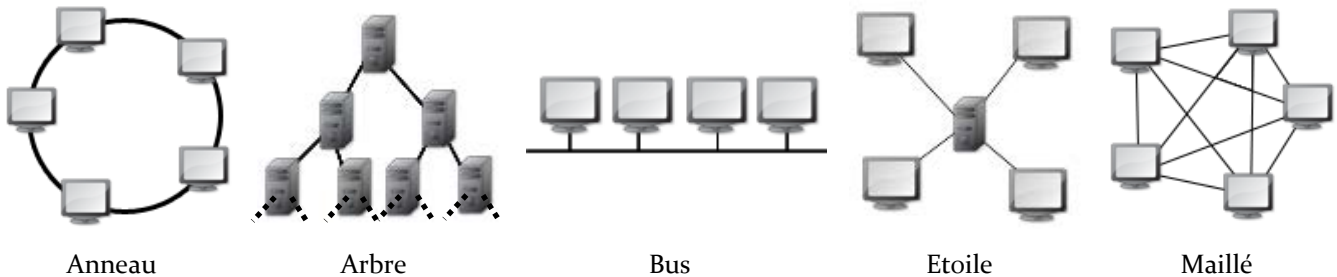
TD séance n° 13

Réseaux

2 Réseaux de transport d'informations : le cas des réseaux informatiques

2.1 Topologie d'un réseau

Certains réseaux ont une architecture particulière qui présente des caractéristiques et des propriétés : on appelle cela la topologie d'un réseau. Dans le cas des réseaux informatiques, on peut distinguer entre autres les cas suivants :

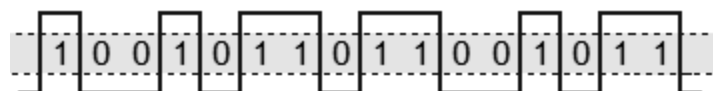


Chaque topologie a des caractéristiques et des propriétés que nous verrons en cours. En particulier, certaines topologies sont plus résistantes aux pannes ou plus efficaces dans l'envoi d'informations.

2.2 Support physique et représentation des données

Les réseaux peuvent aussi être hétérogènes et utiliser différentes technologies pour interconnecter un maximum de terminaux. C'est par exemple le cas d'**Internet** qui prend son nom même de l'**Inter**connexion de réseaux (**net** en anglais) qui peuvent utiliser des technologies de transport de l'information différentes et donc utiliser différents types de media physiques (câble électrique, fibre optique, ondes radio, ...).

Cette couche physique assurant la liaison entre les entités est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Il peut alors être nécessaire de transformer les données de l'analogique au numérique et vice versa.



C'est par exemple ce qui se passe quand vous envoyez et recevez des données depuis votre ordinateur à la maison. Vos informations numériques sont transformées en impulsions électriques pour passer sur la ligne téléphonique et vice versa (modulation et démodulation de fréquences : **modem**).

2.3 Entités du réseau et liaison

On peut voir sur les schémas de topologie qu'un réseau informatique n'est pas forcément constitué d'entités « nœuds » toutes identiques. On a utilisé sur ces schémas deux entités qui sont :

Les nœuds terminaux (les ordinateurs et serveurs)  et les nœuds du réseau (les hubs, switches et routeurs) .

Le canal ou lien physique, qui permet de relier les entités entre elles, peut-être de deux types :

- filaire (exemple : câble RJ45 que l'on branche derrière la machine)
- sans fil (exemple : ondes radioélectriques)

3 Réseaux Informatique, un cas "particulier": Internet

Votre machine peut contenir plusieurs interfaces réseau afin de se connecter sur un réseau filaire ou sans fil par exemple. La commande sous linux vous permettant de voir les interfaces réseaux et leurs paramètres est `ifconfig`.

TD séance n° 13

Réseaux

3.1 Identification des entités

Pour pouvoir envoyer une information d'un ordinateur à un autre, il est nécessaire de pouvoir identifier les entités. Quand on envoie un courrier, on a une adresse d'expéditeur et de destinataire pour que le courrier puisse arriver à destination et que le destinataire puisse répondre à l'expéditeur du message. Dans un réseau informatique, c'est la même chose. Il faut pouvoir identifier chacune des machines avec lesquelles on veut communiquer. Il y a donc nécessité d'avoir une adresse pour chaque machine.

Nous pouvons distinguer deux types d'adresses qui sont utilisées dans la communication dans un réseau informatique de type Internet.

3.1.1 Adresse MAC

La première est l'adresse dite physique de l'interface ou MAC (pour Medium Access Control). Elle est normalement fournie par le constructeur sur 48 bits (6 octets) et caractérise le matériel. Sa valeur est en général exprimée sous la forme d'une notation hexadécimale, par exemple : 55-D9-87-AB-E6-3B.

Cette adresse MAC permet la liaison entre la couche physique et le réseau. Elle n'est utilisée que sur le réseau local.

3.1.2 Adresses IP

L'autre type d'adresse utilisé est l'adresse IP (pour Internet Protocol). Cette adresse IP peut, elle-même, prendre deux formes : IPv4 et/ou IPv6 selon la version du protocole IP utilisé.

- Une adresse IPv4 est représentée sur 4 octets (donc 4 valeurs entre 0 et 255), par exemple 134.59.132.248
- Une adresse IPv6, plus longue, est représentée sur 16 octets (128 bits) par exemple 2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001.

L'adresse IP est l'adresse qui est utilisée pour identifier et ainsi faire la différence entre deux machines à travers le monde.

La commande `ping` permet (grâce au protocole ICMP) de tester les communications entre deux machines. Cette commande s'utilise en donnant en paramètre l'adresse IP de la machine que l'on souhaite contacter. Un message est alors envoyé, reçu par la machine désignée qui elle-même renvoie un message vers l'expéditeur pour lui signaler qu'elle a bien reçu la demande.

3.1.3 DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

Mais comment sont données ces adresses IP aux machines d'un réseau ? Vous pouvez vous même choisir l'adresse IP de votre machine en utilisant la commande `ifconfig` qui se trouve dans le dossier `/sbin` (`/sbin/ifconfig eth0 192.168.1.1` par exemple).

Mais alors, comment assurer que chaque machine possède une adresse unique sur le réseau local ? Si chacun choisit une adresse, il ne sera plus possible d'assurer l'unicité d'une adresse pour chacune des machines connectées. Et vous n'avez sûrement jamais attribué une adresse vous-même à votre machine quand vous vous connectez à un réseau (au réseau via WiFi par exemple). Un service sur le réseau local permet donc d'assurer la configuration automatique des paramètres IP d'une machine : c'est le DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Ce serveur DHCP est un programme qui fonctionne sur une machine de votre réseau local et qui reçoit les messages de demande d'adresse à chaque fois qu'un nouvel appareil se connecte sur le réseau local.

Mais alors, comment assurer que chaque machine possède une adresse unique sur le réseau au niveau mondial ? En fait, vous connectez toujours une machine via un réseau existant (celui de l'Université, le réseau de votre fournisseur d'accès quand vous êtes à la maison, ...). Il est donc nécessaire que chaque réseau local administre correctement l'attribution des adresses avec un DHCP pour chacune des machines qui se connecte sur son réseau. Et chaque réseau possède un ensemble d'adresses IP qui lui sont réservées et pour lesquels il fait ce qu'il veut. Ces adresses IP pour une même organisation commencent toutes par les mêmes numéros. C'est ce que l'on appelle un

TD séance n° 13

Réseaux

préfixe. Par exemple, à l'Université Nice Sophia Antipolis, l'adresse IP de toutes les machines du réseau commence par le préfixe 134.59. Personne d'autre n'a le droit de donner une adresse qui commence par 134.59 (et même s'il le faisait, cela aurait pour conséquence qu'il ne recevrait pas les messages car ceux-ci seraient envoyés vers l'Université). Pour faire un parallèle, dans la téléphonie, vous avez un préfixe qui définit dans quelle région de France vous appelez : 01 : Régions d'Ile de France, 02 : quart nord-ouest, 03 : quart sud-est, ... C'est la même chose.

3.1.4 DNS: Domain Name System

Vous avez déjà utilisé Internet à de nombreuses reprises et pourtant « *vous n'avez jamais utilisé* » ces adresses IP. Vous utilisez un nom pour vous connecter à une machine sur Internet avec votre navigateur, comme `www.google.com`.

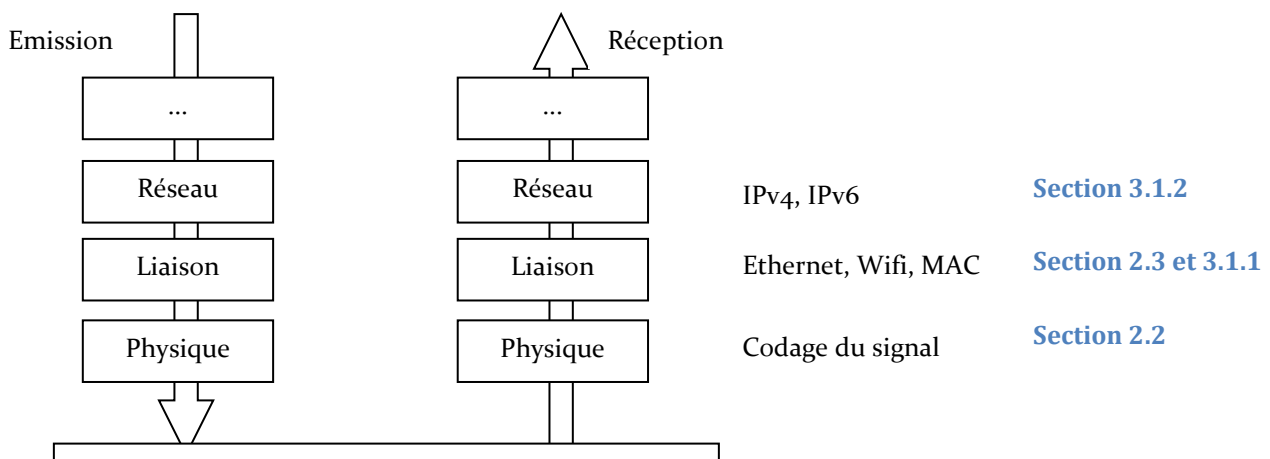
Mais quel est le rapport entre l'adresse IP qui identifie chaque machine et les noms que nous utilisons quotidiennement ? Sur Internet, on utilise donc un annuaire qui convertit le nom d'une machine en son adresse IP correspondante. (On fait la même chose avec son annuaire de contacts dans son téléphone. On associe un nom à un numéro de téléphone pour éviter d'avoir à retenir tous les numéros).

Sur un réseau informatique, nous avons donc plusieurs machines dédiées qui servent à stocker les annuaires et à faire les conversions : *nom* -> *adresse_IP* ou *adresse_IP* -> *nom*. Les services effectuant cette conversion s'appellent des DNS (Domain Name System).

La commande en ligne `nslookup` permet grâce au service DNS de récupérer un certain nombre d'informations sur les machines du réseau Internet dont l'adresse IP.

4 Synthèse

Si nous remettons en perspective ce que nous venons de voir sur les réseaux dans ce TD, nous pouvons représenter la mise en œuvre d'un réseau informatique suivant un modèle qui est schématisé de la manière suivante :



Ce modèle en couche est le Modèle OSI (Open Systems Interconnection).

5 Pour aller plus loin...

Le modèle OSI en couches que nous venons d'introduire décrit les fonctionnalités nécessaires à la communication et l'organisation de ces fonctions en couches. Chaque couche gère les paramètres qu'elle prend en compte avant de passer l'information à la couche suivante dans le traitement. Le modèle OSI complet comprend 7 couches. Dans un souci de simplification, nous n'en considérerons que 5 (bit, trame, datagramme, segments, donnée) dans ce TD.

TD séance n° 13

Réseaux

5.1 Modèle OSI

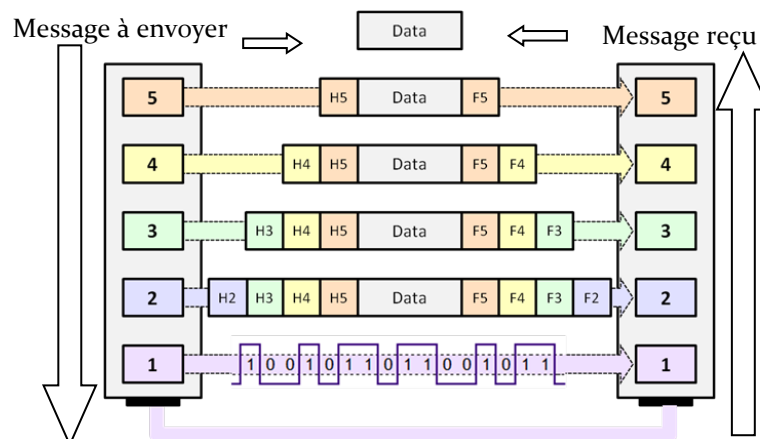
Nous avons étudié le modèle OSI, modèle en couches, qui permet d'identifier les différentes fonctionnalités de traitement en fonction des couches.

Modèle OSI

	Type de Donnée	Couche	Fonction
Couches Hautes	Donnée	7. Application	Point d'accès aux services réseaux
		6. Présentation	Gère le chiffrement et le déchiffrement des données, convertit les données machine en données exploitable par n'importe quelle autre machine
		5. Session	Communication Interhost, gère les sessions entre les différentes applications
Couches Matérielles	Segments	4. Transport	Connexions bout à bout, connectabilité et contrôle de flux
	Paquet/Datagramme	3. Réseau	Détermine le parcours des données et l'adressage logique
	Trame	2. Liaison	Adressage physique
	Bit	1. Physique	Transmission des signaux sous forme binaire

5.2 Encapsulation des données

Pour que le système fonctionne, chaque couche va ajouter au message les informations qui lui sont nécessaires. Ainsi le message de départ va être encapsulé avec des informations qui vont permettre à la couche en question à la réception de vérifier les informations. C'est un peu comme mettre le message que l'on envoie (la lettre) dans une enveloppe et à chaque couche traversée dans le modèle OSI, on ajoute une sur-enveloppe avec l'ensemble des informations nécessaires. Donc quand on envoie un message, on ajoute une information supplémentaire et quand on le reçoit, on l'épluche comme un oignon (ou le principe des poupées russes). Nous pouvons représenter cette notion de la manière suivante:



5.3 Modèle TCP/IP

Nous avons vu dans les semaines précédentes que sur Internet, les machines utilisent TCP/IP pour communiquer. Le modèle TCP/IP (appelé aussi modèle Internet), qui date de 1976, a été stabilisé bien avant la publication du modèle OSI en 1984. Il présente aussi une approche modulaire (utilisation de couches) mais en contient uniquement quatre :

- Couche Physique
- Couche Réseau

TD séance n° 13

Réseaux

- Couche Transport
- Couche Services

Aujourd'hui, c'est le modèle TCP/IP, plus souple, qui l'emporte sur le marché. Le modèle OSI, plus rigoureux, est principalement utilisé pour certaines applications critiques.

TD séance n° 13 Réseaux

Exercices

5.1 Définition d'un réseau

Exercice n°1:

Quel est le réseau minimal et donc combien de nœuds et liens faut-il au minimum ?

Exercice n°2:

Pour un type de réseau donné (réseau social, de l'organisme humain ou de transport par exemple) illustrez par un exemple les nœuds, les liens et le type d'entité en circulation sur un tel réseau.

5.2 Topologie d'un réseau

Exercice n°3:

Quel est l'avantage de la topologie d'un réseau bus par rapport à un réseau en arbre vis-à-vis d'un problème de panne sur un nœud ?

Exercice n°4:

Le réseau auquel vous êtes connectés à l'école peut-il avoir la topologie d'un réseau en anneau ? Pourquoi ?

Exercice n°5:

Quand vous vous connectez à un réseau Wifi chez vous, quel est la topologie de ce sous-réseau sans-fil ?

5.3 Support physique, Codage de l'information

Exercice n°6:

A votre avis quelle est la topologie d'Internet ?

Exercice n°7:

Citez un exemple de transformation de données analogiques en données numériques que vous avez vu dans les cours précédents.

5.4 Entités du réseau et Liaison

Exercice n°8:

Donnez un exemple de protocole que vous connaissez utilisant les ondes radio pour un réseau informatique et pour un réseau téléphonique.

5.5 Réseau Informatique, Réseau Internet

Exercice n°9:

De combien d'interfaces réseau disposez-vous ? Donnez leurs noms.

5.5.1 Adresse MAC

Exercice n°10:

Quelle est l'adresse MAC de votre interface réseau filaire ?

TD séance n° 13

Réseaux

5.5.2 Adresse IP

Exercice n°11:

Quelle est l'adresse IPv4 de votre interface filaire ? Sur combien d'octets est codée une adresse IPv4 ?

Exercice n°12:

Quelle est l'adresse IPv6 de votre interface filaire ?

Exercice n°13:

Si une adresse IPv6 utilise 16 octets, combien d'adresses sont possibles ?

Exercice n°14:

D'après les informations précédentes, quelle est ou quelles sont les interfaces actives et correctement configurées pour autoriser une communication ?

Exercice n°15:

Quelle commande effectuer pour tester la communication avec la machine de votre voisin ? Testez l'envoi d'un message à l'aide de cette commande.

5.5.3 DNS

Exercice n°16:

Quelle est l'adresse IPv4 de la machine `www.unice.fr` ?

Exercice n°17:

Quelles est l'adresse IPv4 de la machine `edt.polytech.unice.fr` ?

Exercice n°18:

Que remarquez-vous quant aux noms et aux adresses IP correspondantes ?

TD séance n° 13

Réseaux

Exercices complémentaires

5.6 Modèle en couches

Exercice n°19:

Dire à quelles couches sont associées à IP, Ethernet et Wifi dans les couches du modèle OSI.

Exercice n°20:

Associez chacun des protocoles aux couches du modèle décrit dans la section 2.1.

Exercice n°21:

Dire quelles sont les informations nécessaires par chaque couche.