Réseaux : modèles, protocoles, programmation

Pablo Rauzy
pr@up8.edu
pablo.rauzy.name/teaching/rmpp

UFR MITSIC / L2 informatique

Séance 0

Chargement d'une page web
Présentation du cours

Chargement d'une page web

Taper une adresse dans son navigateur

- Que se passe-t-il quand on demande à son navigateur de charger une page web ?

Taper une adresse dans son navigateur

- Que se passe-t-il quand on demande à son navigateur de charger une page web ?
  - requête DNS (*Domain Name System*),

Taper une adresse dans son navigateur

- Que se passe-t-il quand on demande à son navigateur de charger une page web ?
  - requête DNS (*Domain Name System*),
  - requête HTTP (*HyperText Transfer Protocol*).

Taper une adresse dans son navigateur

- Que se passe-t-il quand on demande à son navigateur de charger une page web ?
  - requête DNS (*Domain Name System*),
  - requête HTTP (*HyperText Transfer Protocol*).
- On va prendre l'exemple de `www.univ-paris8.fr`.

Requête DNS

- Le but de la requête DNS est de trouver l'adresse IP associée au nom de domaine du site web qu'on veut consulter.
- Cette requête va être adressée à un *serveur de nom*, sous forme d'un *paquet*.
- Un paquet est constitué d'entêtes et d'un corps.

Création d'un paquet DNS

- Votre système crée donc un paquet DNS.
- Les entêtes de ce paquet disent (entre autres) :
  - je suis une requête (et pas une réponse),
  - si le message arrive en une seule fois ou si il est tronqué,
  - j'autorise (ou non) les requêtes récursives.
- Le corps de ce paquet dit :
  - pour le nom de domaine `www.univ-paris8.fr`,
  - je veux l'adresse IPv4 (`A`),
  - sur internet (`IN`).

Encapsulation dans un paquet UDP

- La requête ne part pas encore de votre système, avant ça elle est *encapsulée* dans un paquet UDP.
- UDP signifie *User Datagram Protocol*.
- Le rôle de UDP est celui d'une enveloppe de *transport* des données (ici notre paquet DNS) d'un programme source à un programme destination.

Encapsulation dans un paquet UDP

- La requête ne part pas encore de votre système, avant ça elle est *encapsulée* dans un paquet UDP.
- UDP signifie *User Datagram Protocol*.
- Le rôle de UDP est celui d'une enveloppe de *transport* des données (ici notre paquet DNS) d'un programme source à un programme destination.

- Le système crée donc un paquet UDP.
- Les entêtes de ce paquet UDP contiennent (entre autres) :
  - le port source (par exemple `43234`),
  - le port destination (`53`, le port assigné aux serveurs de noms).
- Le corps de ce paquet contient le paquet DNS.

Encapsulation dans un paquet IP

- La requête ne part toujours pas de votre système !
  Avant ça, elle est encapsulée dans un paquet IP.
- IP signifie *Internet Protocol*.
- Le rôle de IP est de servir de transporteur sur le *réseau*.

Encapsulation dans un paquet IP

- La requête ne part toujours pas de votre système !
  Avant ça, elle est encapsulée dans un paquet IP.
- IP signifie *Internet Protocol*.
- Le rôle de IP est de servir de transporteur sur le *réseau*.

- Le système crée donc un paquet IP.
- Les entêtes de ce paquet IP contiennent (entre autres) :
  - la version du protocole utilisé (`4` ou `6`),
  - le protocole utilisé au niveau supérieur (pour nous `17` pour UDP),
  - l'adresse source (par exemple `192.168.1.51`),
  - l'adresse destination (par exemple `192.168.1.254`).

Encapsulation dans un paquet Ethernet

- La requête ne part toujours pas de votre système !
  Avant ça, elle est encapsulée dans un paquet Ethernet.
- Dans notre analogie Ethernet est en quelques sortes la sacoche du postier qui récupère le courrier dans la boîte au lettre et l'amène au centre de tri.

Encapsulation dans un paquet Ethernet

- La requête ne part toujours pas de votre système !
  Avant ça, elle est encapsulée dans un paquet Ethernet.
- Dans notre analogie Ethernet est en quelques sortes la sacoche du postier qui récupère le courrier dans la boîte au lettre et l'amène au centre de tri.
- Le système crée donc un paquet Ethernet.
- Les entêtes de ce paquet Ethernet contiennent (entre autres) :
  - le protocole utilisé au niveau supérieur (pour nous `0×0800` pour IPv4),
  - l'adresse mac source (par exemple `3c:a9:f4:78:78:78`),
  - l'adresse mac destination (par exemple `e8:f1:b0:78:78:78`).

- Arrive enfin le déplacement “physique” des données.
- Dans mon cas, elles sont transmises suivant le protocole 802.11n (WiFi) jusqu'à ma box ADSL.
- Dans notre analogie, il s'agit de la mobylette du postier.

Réponse DNS

- La réponse à ma requête DNS est transmise par ma box ADSL à mon ordinateur de la même manière.
- Si la réponse n'était pas en cache au niveau de la box, celle-ci fait alors récursivement la requête à un autre serveur de noms (celui de mon fournisseur d'accès) :
  - Cette fois-ci, le déplacement physique s'est fait en ADSL (au moins au début),
  - la liaison avec le protocole ATM (par exemple, sur la partie ADSL).

Réponse DNS reçue

- Une fois la réponse DNS reçue, on connaît l'adresse IP de la machine qui héberge `www.univ-paris8.fr` : `193.54.174.19`.
- On peut donc lui faire notre requête HTTP.

Requête HTTP

- Le but de la requête HTTP est de récupérer le contenu de la page web qu'on veut visiter.
- Cette requête va être adressée à un *serveur web*.

Création de la requête HTTP

- Votre système crée la requête HTTP.
- HTTP est un protocole haut niveau (application).
- La requête commence par un verbe (`GET`),
  suivie du chemin de la ressource demandée (`/`),
  suivie de la version du protocole (`HTTP/1.1`).
- Viennent ensuite les entêtes, dont :
  - le serveur (`www.univ-paris8.fr`),
  - l'agent utilisateur (`Mozilla (…)`),
  - potentiellement des cookies, etc.
- Vient ensuite le corps de la requête (mais celui-ci est vide pour une requête `GET`).

Encapsulation dans des paquets TCP

- Comme pour la requête DNS, on a besoin d'une enveloppe.
- Cette fois-ci cependant :
  - la requête peut être trop grande pour rentrer dans une seule enveloppe,
  - on veut être sûr d'avoir transmis correctement toutes les enveloppes,
  - et aussi être capable de les remettre dans l'ordre.

Encapsulation dans des paquets TCP

- Comme pour la requête DNS, on a besoin d'une enveloppe.
- Cette fois-ci cependant :
  - la requête peut être trop grande pour rentrer dans une seule enveloppe,
  - on veut être sûr d'avoir transmis correctement toutes les enveloppes,
  - et aussi être capable de les remettre dans l'ordre.
- On utilise donc TCP (*Transmission Control Protocol*) à la place de UDP.
- TCP permet des transmissions par *sessions* :
  - on commence par établir une connexion,
  - on transfert les données,
  - puis on ferme la connexion.
- Chaque paquet TCP contient en entête (entre autres) :
  - le port source (par exemple `57743`),
  - le port destination (`80`, le port assigné aux serveurs web).
  - un numéro de séquence,
  - un numéro d'acquittement.
- Le corps de chaque paquet comprend un morceau de la requête HTTP.

- Comme les paquets UDP, chaque paquet TCP est encapsulé dans un paquet IP.
- Qui sont eux-mêmes encapsulés dans des paquets Ethernet (dans un premier temps).
- Qui eux transitent au niveau de la couche physique (WiFi, puis ADSL, etc.)

- Le *routage* des paquets est assuré par le protocole IP.
- Le paquet est transmis de réseaux en réseaux via des *routeurs*, jusqu'à arriver à destination.
- Un routeurs est un dispositif relié à au moins deux réseaux, avec une table de routage qui lui indique quoi faire en fonction de l'adresse de destination d'un paquet.
- Dans chaque *routeur* sur le trajet il se passe ceci :
  - Si l'adresse de destination est directement accessible, y envoyer le paquet.
  - Si il y a une entrée qui correspond à l'adresse de destination, y router le paquet.
  - Si il existe une route par défaut, y envoyer le paquet.
  - Sinon renvoyer un message d'erreur.
- Il existe différents protocoles de routage, en charge aussi du maintient à jour des routes existantes, le plus présent sur internet est BGP (*Border Gateway Protocol*).

Réponse HTTP

- La réponse HTTP subit le même traitement que la requête, mais depuis le serveur web.
- Une fois les différents paquets TCP arrivés et remis dans l'ordre, la réponse est recomposée et le contenu de la page web récupéré.
- Viennent ensuite les requêtes des autres composants de la page web (images, feuilles de styles, scripts, etc.).

Présentation du cours

Plan du cours (tentative)

- Dans ce cours nous allons étudier :
  - les 7 couches du modèle OSI :
    - application,
    - présentation,
    - session,
    - transport,
    - réseau,
    - liaison,
    - physique ;
  - et certains des protocoles les plus répandus à chaque couche ;
  - la programmation réseau (en particulier dans le modèle TCP/IP, un peu différent du modèle OSI).

Schéma du modèle OSI

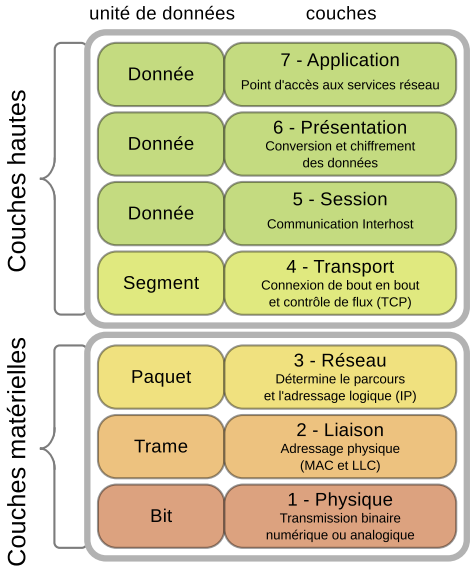
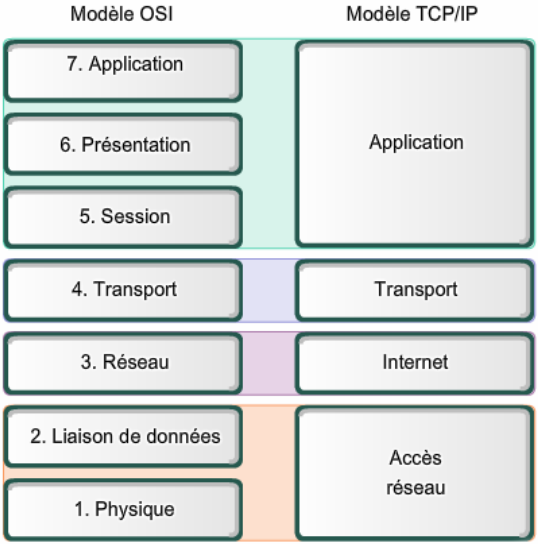


Schéma de comparaison du modèle OSI et du modèle TCP/IP



TPs

- En TP on réalisera :
  - des versions simplifiées d'outils du type :
    - ping,
    - traceroute,
    - netcat.
  - des implémentations simplifiées de protocoles (et clients/serveurs) ;
  - des séances d'encadrement pour vos projets.

Projets

- Par groupe de 3 à 5.
- Concevoir en groupe un protocole client-serveur :
  - jeu à plusieurs,
  - tchat,
  - ...,
  - choix libre, à valider avec moi.
- Chaque membre du groupe implémente un client et un serveur pour le protocole inventé, dans un langage différent des autres membres du groupe.
- Rapport intermédiaire (en groupe) : les spécifications du protocole.
- Rendu final (individuel) : les programmes clients et serveurs + rapport.
- Voir sur la page web du cours pour les dates.

Évaluation

- L'évaluation de ce cours prendra en compte, par ordre d'importance :
  - le projet,
  - les TPs,
  - l'examen.