

Architecture-Réseaux

Dr Brice Ekane - (brice.ekane@irisa.fr)

ISTIC Rennes - France
2024-2025

Objectifs du cours

Rappels réseau

- ▶ Avoir une idée de ce qui se passe en arrière plan
 - ▶ essentiellement les concepts de base
- ▶ Savoir configurer un cluster de machines Linux
 - ▶ Commandes et outils Linux

Introduction

Importance du réseau

- ▶ Les applications sont de plus en plus distribuées
- ▶ Pour plusieurs raisons
 - ▶ Les utilisateurs de la même application sont distribués
 - ▶ Besoin d'une grande puissance de calcul
 - ▶ Les objets connectés

Introduction

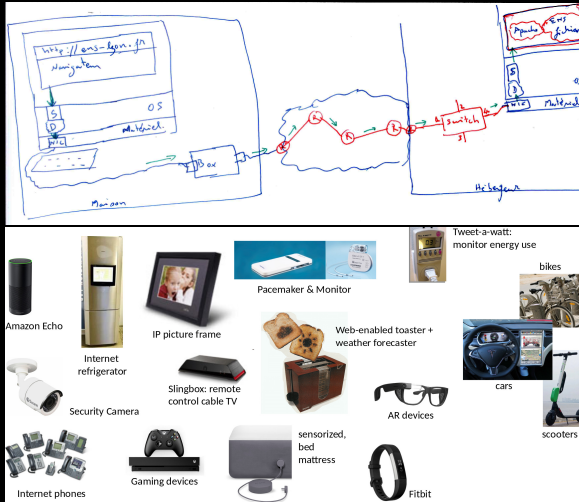


Figure: [figure basse est de J.F. Kurose et K.W. Ross]

Introduction

Importance du réseau

- ▶ Les applications sont de plus en plus distribuées
- ▶ Pour plusieurs raisons
 - ▶ Les utilisateurs de la même application sont distribués
 - ▶ Besoin d'une grande puissance de calcul
 - ▶ Les objets connectés
- ▶ Un réseau est ensemble d'éléments matériels et logiciels interconnectés
- ▶ On distingue deux types de réseaux
 - ▶ Un réseau public (Internet) auquel tout le monde peut participer
 - ▶ Des réseaux privés: uniquement les personnes autorisées peuvent s'y connecter (le réseau de l'école ou d'une entreprise par exemple)

Introduction

Internet est composé de:

- ▶ Noeuds d'exécution, à la périphérie

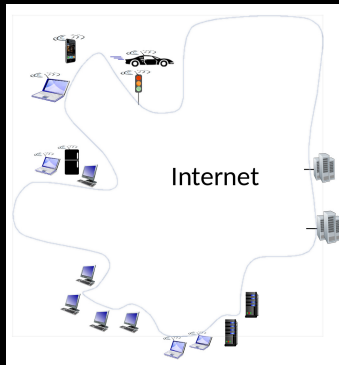
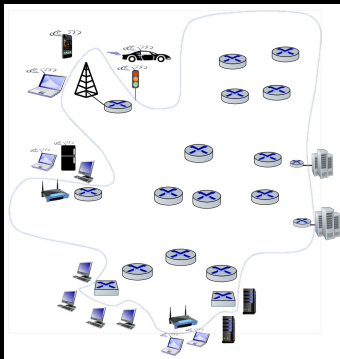


Figure: [figure de J.F. Kurose et K.W. Ross]

Introduction

Internet est composé de:

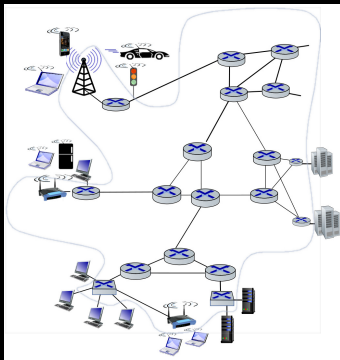
- ▶ Noeuds d'exécution, à la périphérie
- ▶ D'équipement réseaux, pour le routage des données



Introduction

Internet est composé de:

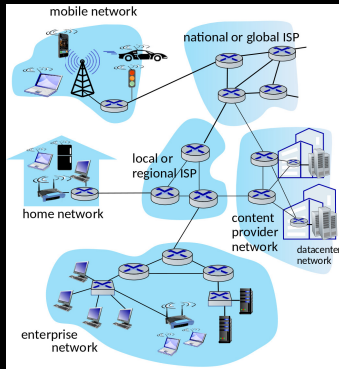
- ▶ Noeuds d'exécution, à la périphérie
- ▶ D'équipement réseaux, pour le routage des données
- ▶ De liaisons (e.g., câbles)



Introduction

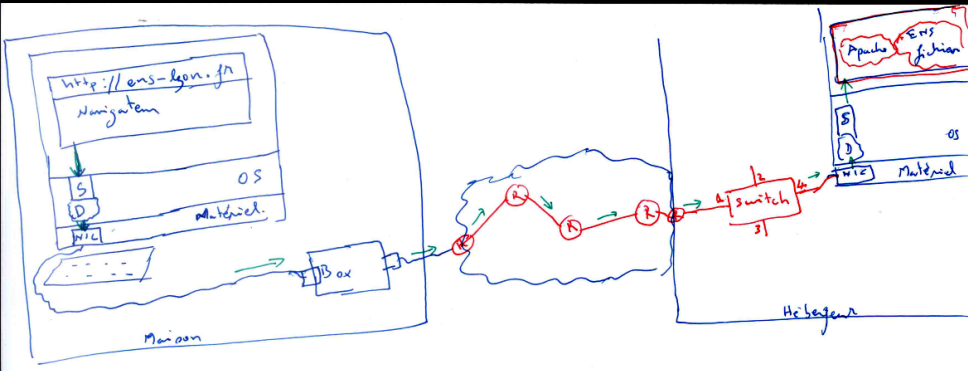
Internet est composé de:

- ▶ Noeuds d'exécution, à la périphérie
- ▶ D'équipement réseaux, pour le routage des données
- ▶ De liaisons (e.g., câbles)
- ▶ De réseaux



Comment fonctionne le réseau?

Partons d'un exemple: connexion au site web de l'école



Comment fonctionne le réseau?

Besoins pour communiquer

- ▶ Nommage: permet d'identifier les interlocuteurs
- ▶ Le protocole: permet aux interlocuteurs de se comprendre (format, ordre et action à prendre). (illustration protocole téléphonique entre les humains)
- ▶ Equipements (de routage, de liaison) et logiciels

Comment fonctionne le réseau?

Besoins pour communiquer

- ▶ Nommage: permet d'identifier les interlocuteurs
- ▶ Le protocole: permet aux interlocuteurs de se comprendre (format, ordre et action à prendre). (illustration protocole téléphonique entre les humains)
- ▶ Equipements (de routage, de liaison) et logiciels
 - ▶ organisés en couches (7 dans le modèle OSI, 5 sur Internet)
 - ▶ le protocole est défini entre élément de même couche

Comment fonctionne le réseau?

Très rapidement, les couches

- ▶ Le découpage en couche permet pour de la modularité (facilite la maintenance, l'évolutivité)
- ① Physique
- ② Liaison
- ③ Réseau
- ④ Transport
- ⑤ Session
- ⑥ Présentation
- ⑦ Application: spécifique à chaque application

Comment fonctionne le réseau?

Très rapidement, les couches

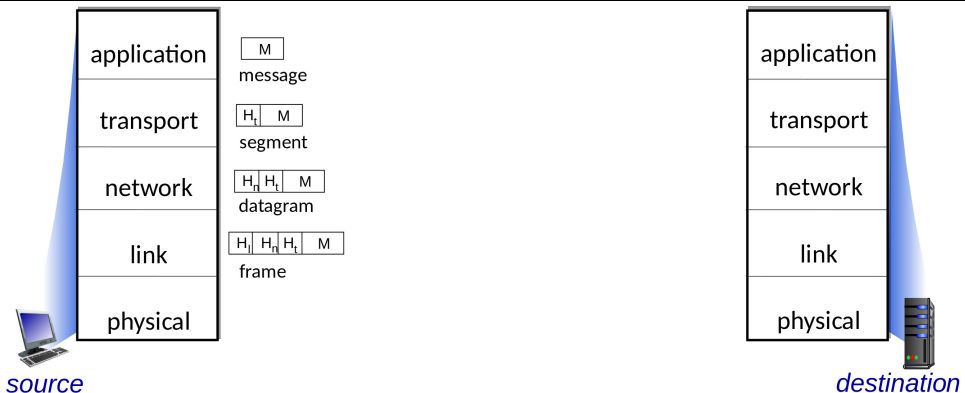
- ① Physique, Liaison et Réseau, qui sont dites couches basses, sont généralement fournies par le matériel et l'OS
- ② Les autres (Transport, Session, Présentation et Application) sont fournies par des bibliothèques et applications
- ③ Sur Internet, Session et Présentation font dans Application

Comment fonctionne le réseau?

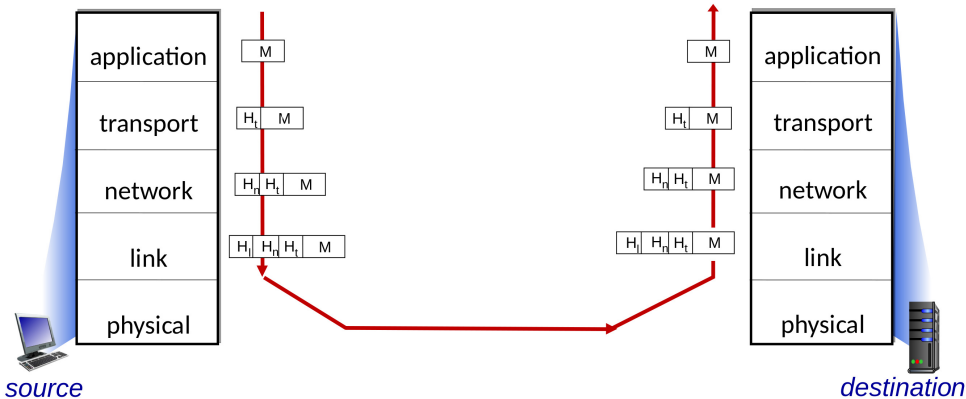
Très rapidement, les couches (unité d'échange)

- 1 Physique (le bit)
- 2 Liaison (la trame)
- 3 Réseau (le paquet)
- 4 Transport (le segment)
- 5 Session (la donnée)
- 6 Présentation (la donnée)
- 7 Application (la donnée)

Comment fonctionne le réseau?



Comment fonctionne le réseau?



Comment fonctionne le réseau?

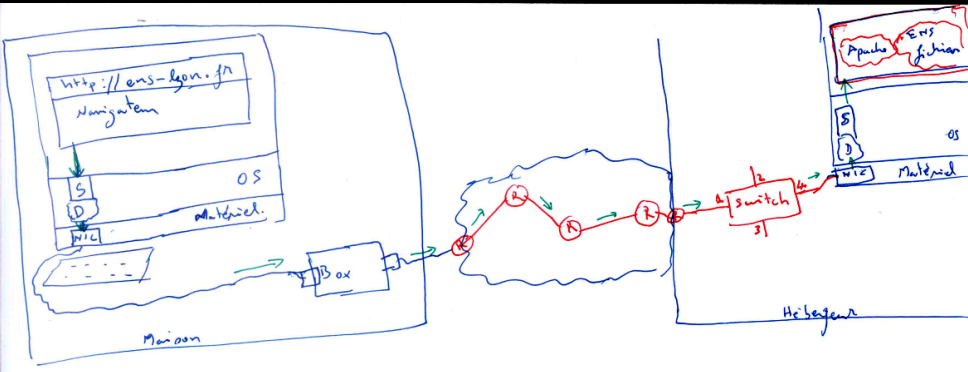
Très rapidement, les couches (exemples de protocole)

- 1 Physique: ADSL, 10BaseT, etc.
- 2 Liaison: Ethernet, anneau à jeton, etc.
- 3 Réseau: IP, ARP, ICMP, etc.
- 4 Transport: TCP, UDP, etc.
- 5 Session: socks, rpc, etc.
- 6 Présentation: HTML, XML, JSON
- 7 Application: http, ssh, nfs, telnet, ftp, etc.

Comment fonctionne le réseau?

Revenons à notre exemple

- Appartenance de chaque élément



Comment fonctionne le réseau?

Nommage

- ▶ Pour discuter avec un serveur disante:
 - ▶ couple (IP,Port)
 - ▶ IP identifie la machine
 - ▶ Port identifie l'application serveur (la même machine peut héberger plusieurs applications serveur)
- ▶ MAC (Media Access Control): identifie de façon unique une carte réseau dans le monde (même si elle peut être modifié par l'utilisateur, à ses risques)

Comment fonctionne le réseau?

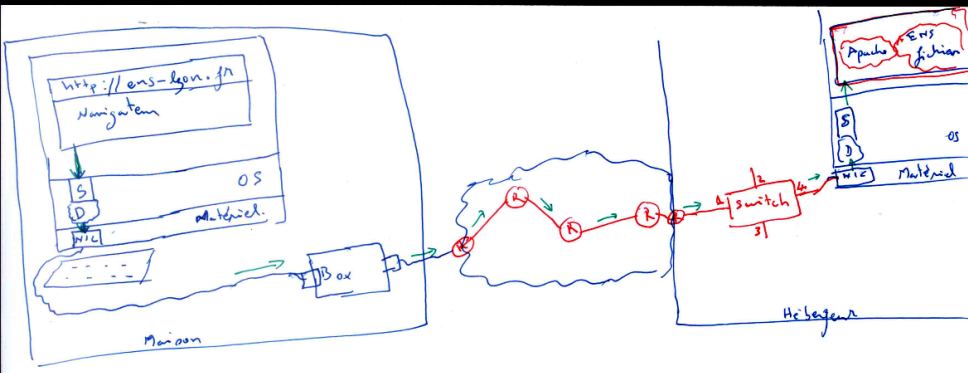
Obtention d'une adresse IP

- ▶ Statiquement
- ▶ Par DHCP

Obtention d'un nom DNS

- ▶ Statiquement et privé
- ▶ Public

Comment fonctionne le réseau?



Comment fonctionne le réseau?

Le navigateur et serveur web

- ▶ Un client web, générique
- ▶ Le serveur web (Apache) est un serveur générique
- ▶ Ils communiquent avec un protocole standard (e.g., HTTP)
 - ▶ un ensemble de méthodes: GET, POST, HEAD, etc.
- ▶ Dans le cas d'une application distribuée privée, vous écrivez votre propre protocole

Comment fonctionne le réseau?

Le navigateur et serveur web

- ▶ Démo HTTP avec navigateur et telnet

Comment fonctionne le réseau?

Que se passe-t-il lorsque le nom DNS est saisi

- ▶ Résolution DNS pour obtenir l'IP correspondante
- ▶ Par les bibliothèques réseaux
 - ▶ localement (`/etc/hosts`)
 - ▶ via un serveur distant (nameserver dans `/etc/resolv.conf`)
- ▶ Démo

Comment fonctionne le réseau?

Que se passe-t-il lorsque le nom DNS est saisi

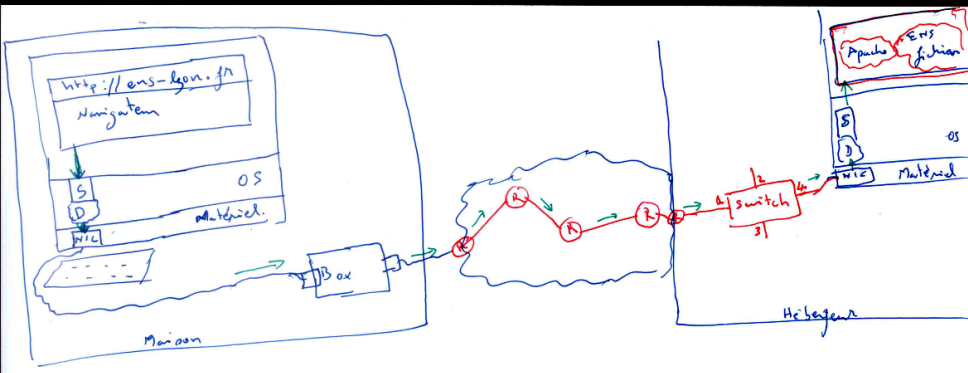
- ▶ Construction d'une requête du protocole HTTP
 - ▶ GET ou POST
- ▶ Appel de l'OS pour ouverture d'une socket sur le serveur distant (IP, port 80) et envoi de la requête

Comment fonctionne le réseau?

Envoie de la requête: machine cliente

- ▶ L'OS encapsule la requête en traversant toutes les couches
 - ▶ si commutation au sein du même réseau, envoi en utilisant l'adresse MAC
 - ▶ sinon, utilisation de l'adresse IP
- ▶ Si réseau différent: envoi du paquet à la passerelle par défaut (la box)
 - ▶ qui est généralement le routeur de sorti du réseau
 - ▶ qui choisit dans sa table de routage le routeur (sur Internet) à même d'acheminer le paquet

Comment fonctionne le réseau?



Introduction

D'Internet au destinataire

► Routage

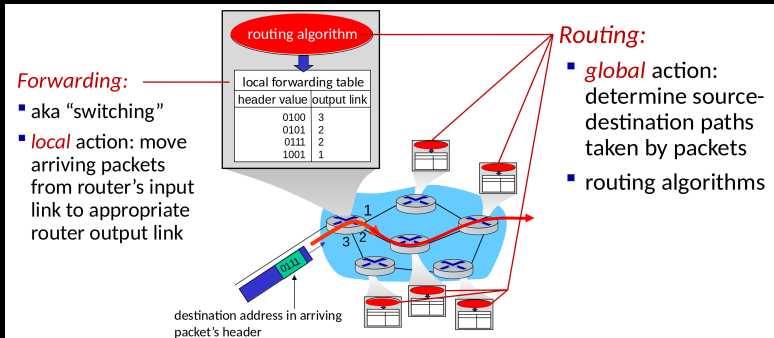


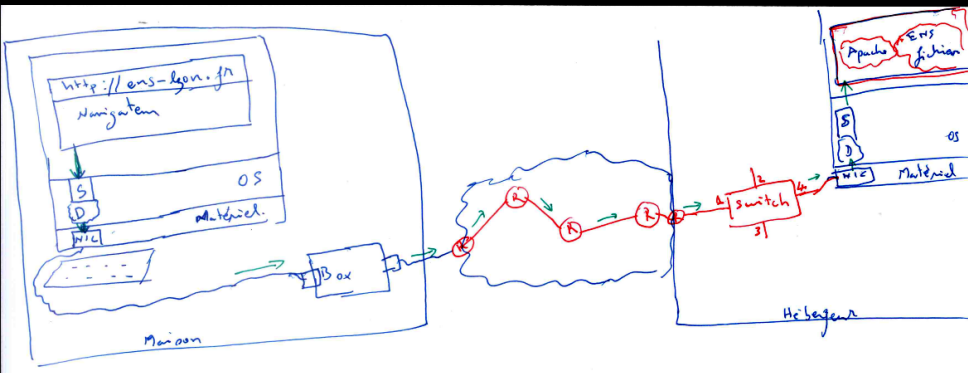
Figure: [figure basse est de J.F. Kurose et K.W. Ross]

Comment fonctionne le réseau?

D'Internet au destinataire

- ▶ Chaque routeur sur Internet fait la même chose
 - ▶ consulte sa table de routage et envoie au routeur idéal
- ▶ Lorsque le paquet arrive au routeur frontière du réseau de l'hébergeur, il envoie le paquet au switch
- ▶ Le switch fait un broadcast ARP pour avoir l'adresse MAC correspondant à l'adresse IP de destination
- ▶ A la réponse de la machine concernée, le switch met à jour sa table de switch et envoie le paquet à la machine

Comment fonctionne le réseau?

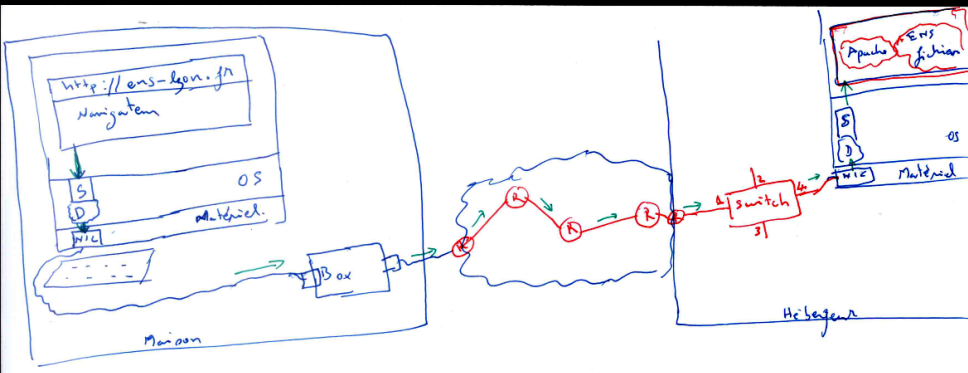


Comment fonctionne le réseau?

Sur la machine destinatrice

- ▶ La carte réseau reçoit le paquet, génère une interruption, le traitant dans le système d'exploitation intervient
- ▶ Le traitant invoque le driver de la carte réseau
- ▶ Le driver interprète une partie du paquet pour retrouver le protocole
- ▶ Invoque la bonne fonction
- ▶ Le paquet est décapsulé à chaque couche
- ▶ L'OS identifie l'application serveur grâce au numéro de port
- ▶ L'OS débloque l'application, le schedule et lui copie le paquet dans son buffer
- ▶ L'application lit le paquet et l'interprète selon le protocole application (HTTP par exemple)

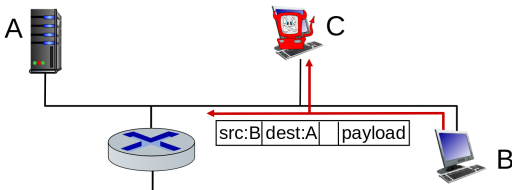
Comment fonctionne le réseau?



Le challenge de sécurité

packet "sniffing":

- broadcast media (shared Ethernet, wireless)
- promiscuous network interface reads/records all packets (e.g., including passwords!) passing by



Wireshark software used for our end-of-chapter labs is a (free) packet-sniffer

Figure: [figure basse est de J.F. Kurose et K.W. Ross]

Le challenge de sécurité

IP spoofing: injection of packet with false source address

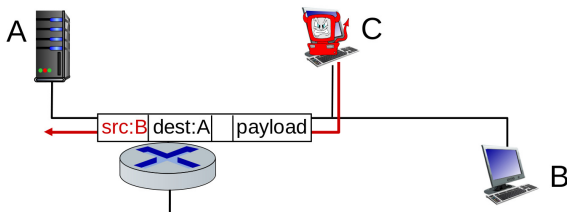


Figure: [figure basse est de J.F. Kurose et K.W. Ross]

Le challenge de sécurité

Denial of Service (DoS): attackers make resources (server, bandwidth) unavailable to legitimate traffic by overwhelming resource with bogus traffic

1. select target
2. break into hosts around the network (see botnet)
3. send packets to target from compromised hosts

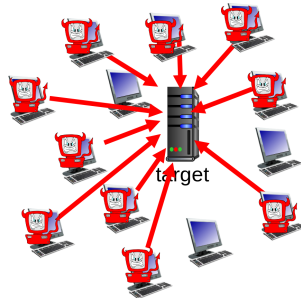


Figure: [figure basse est de J.F. Kurose et K.W. Ross]

Comment fonctionne le réseau?

Les concepts introduits

- ▶ Adressage
 - ▶ MAC, IP, Port
- ▶ Equipement
 - ▶ Routeur, switch, carte réseaux (ethernet, wifi)
- ▶ Services
 - ▶ DHCP, DNS
- ▶ Protocole
 - ▶ IP, TCP, UDP, HTTP, BGP, ARP,
- ▶ Logiciel
 - ▶ driver, OS, bibliothèques réseaux, commandes, application web
- ▶ Quelques attaques: sniffing, spoofing, DoS