INTERACTION DISTRIBUÉE

Ph. Truillet
http://www.irit.fr/~Philippe.Truillet
Septembre 2019

UPSSITECH
ÉCOLE D'INGÉNIEURS

UN MONDE EN RÉSEAU

- **avant-hier**
  - *internet* connecte tous les ordinateurs (ou presque)
- **hier**
  - les terminaux sont omniprésents (*notion d'informatique embarquée*) : smartphones, tablettes, …
- **aujourd'hui et demain**
  - chaque objet physique est connecté (notion *informatique diffuse ou ubiquitaire – pervasive computing, « internet of things » IoT, smart cities, …*)

INTERNET OF THINGS

UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER

UN PEU D'HISTOIRE

En **1982,** « *The internet Coke Machine* », une machine à boissons de Carnegie Mellon University est connectée à des terminaux via une liaison série (Michael Kazar) : elle fait un rapport de son stock et donne sa température sur le réseau.

En **1992,** la « *Trojan Room Coffee Pot* » à Cambridge University (fermé le 22/08/2001)

Le terme "***Internet of Things***" est utilisé la première fois par Kevin Ashton en **1999.**

https://knowyourmeme.com/memes/internet-coke-machine
https://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/cacm200107.html

RÉSEAUX

Quand on parle de réseaux, on l'associe souvent à un protocole réseau généralisé depuis les années 90 → la pile de protcoles **TCP/IP**

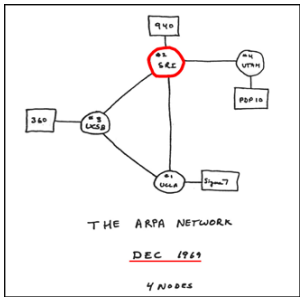
Néanmoins, on a :

- des **couches physiques *hétérogènes***
- des **protocoles** et des **architectures <u>hétérogènes</u>**

Et bien évidemment, de nombreux protocoles non-IP !

INTERNET ?

Un des pionniers : Douglas Engelbart (1925-2013)



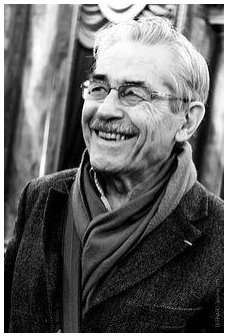
- A l'intuition d'internet[1] dès les années 50 (son laboratoire (SRI) participe à la première liaison en 1969 avec l'UCLA)
- Démontre la première vidéoconférence (1968) « The Mother of All demos » [2]
- Invente la souris (1968)

[1]Augmented Human intellect:
http://www.dougengelbart.org/pubs/augment-3906.html
[2]The Mother of All demos,
http://www.dougengelbart.org/firsts/dougs-1968-demo.html

INTERNET ?

D'autres pionniers

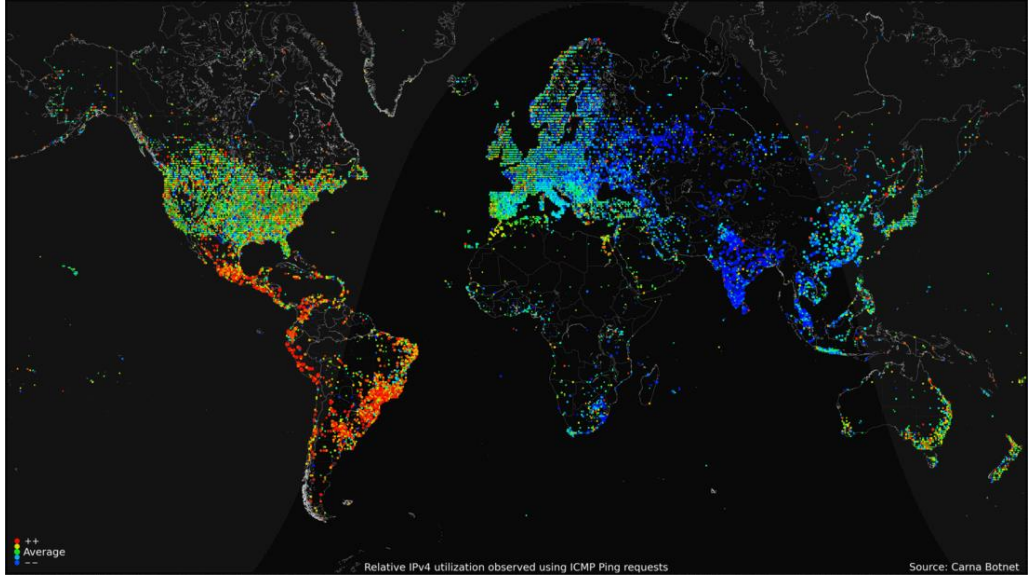
- Louis Pouzin (1931- ?), « inventeur » de la commutation de paquets (IRIA, Projet Cyclades 1971-1978)



- Vint Cerf (1943- ?), « co-inventeur » du protocole TCP/IP, « Chief Internet Evangelist » chez Google depuis 2005

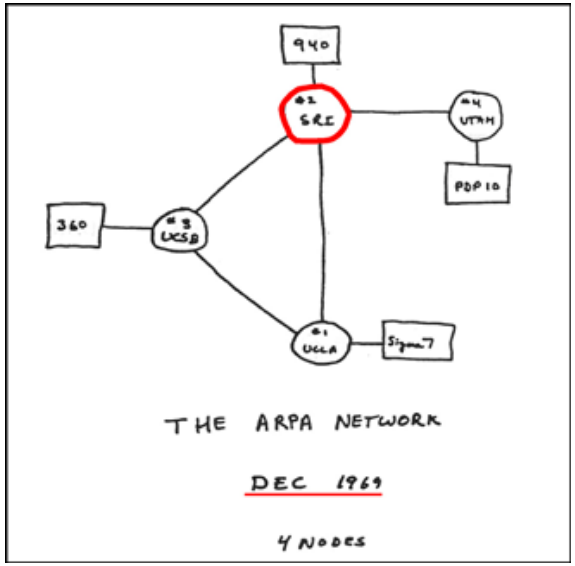
- …

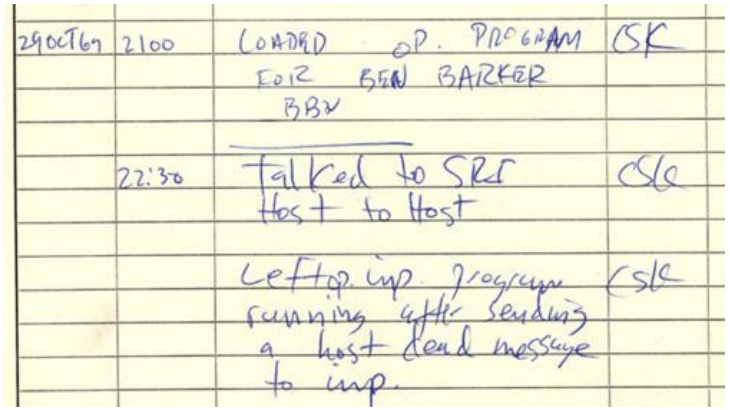
INTERNET ?



http://motherboard.vice.com/blog/this-is-most-detailed-picture-internet-ever

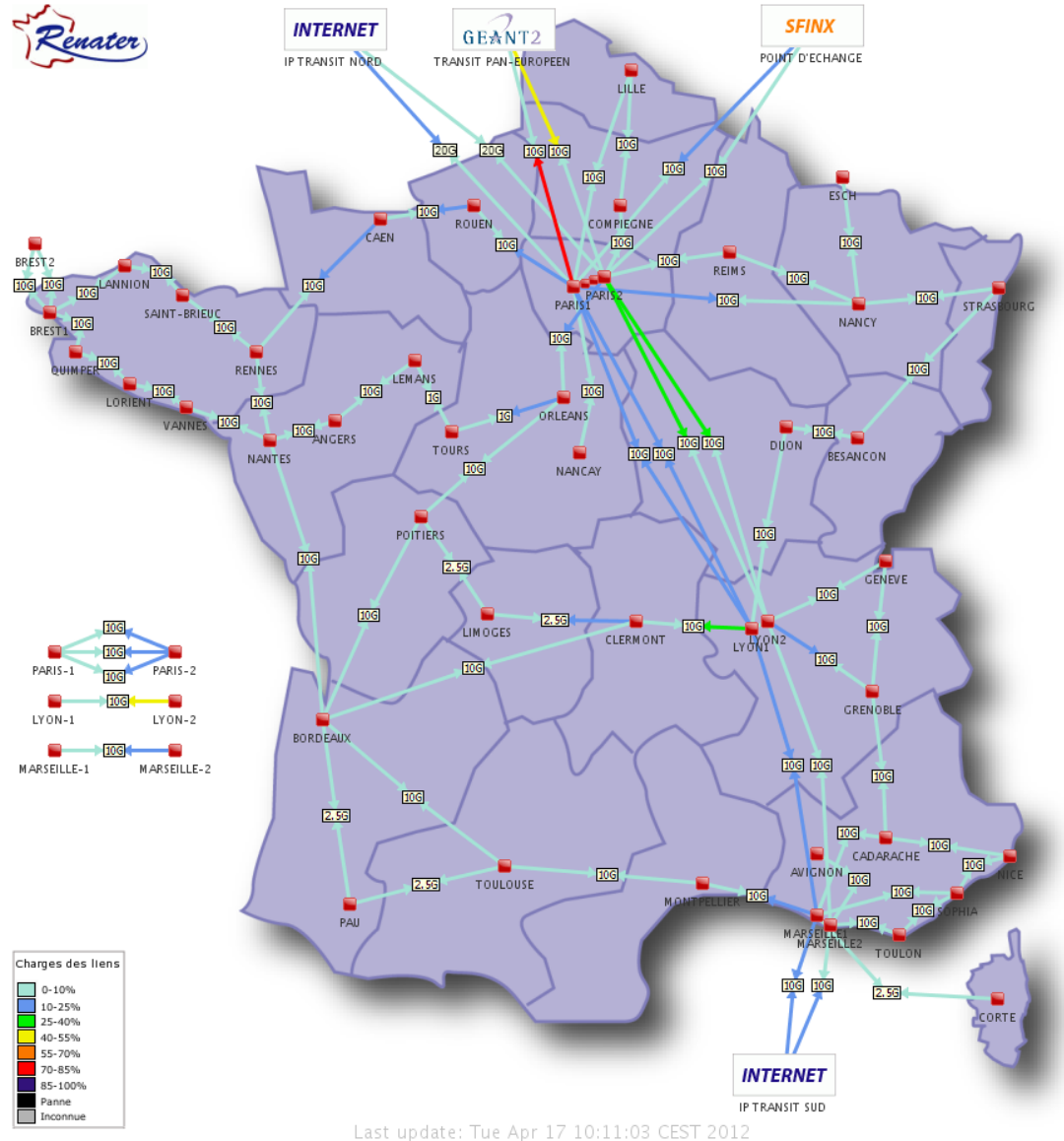
Internet est … un réseau de réseaux (hétérogènes)

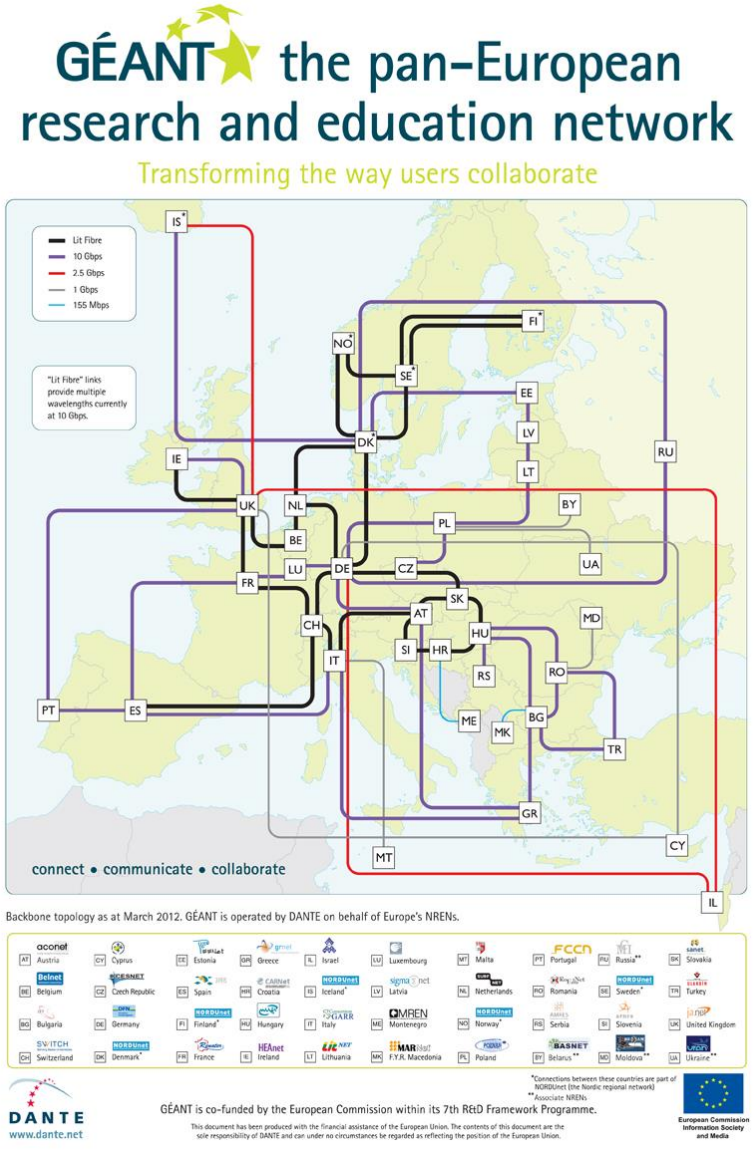




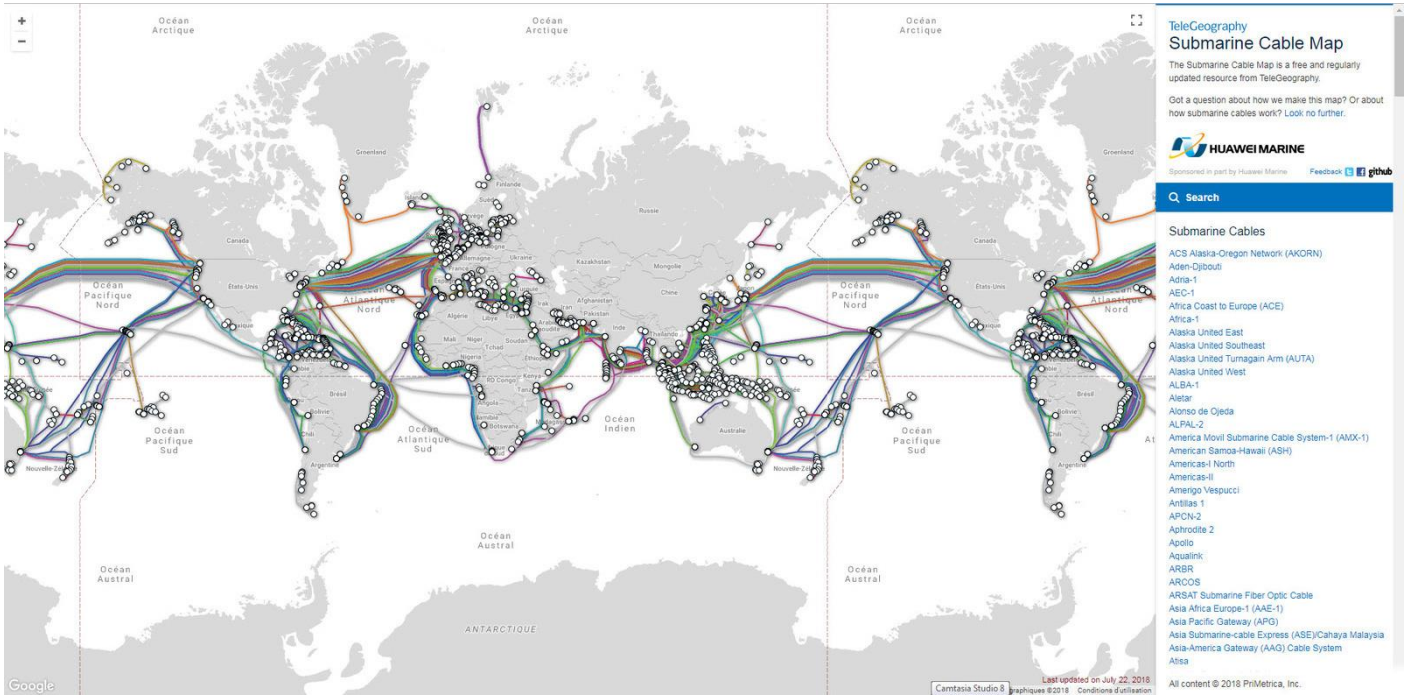
http://www.computerhistory.org/internet_history

INTERNET ?


Renater
INTERNET
IP TRANSIT NORD
GEANT2
TRANSIT PAN-EUROPEEN
SFINX
POINT D'ECHANGE
LILLE
ESCH
CAEN
ROUEN
COMPIEGNE
REIMS
BREST2
LANNION
SAINT-BRIEUC
BREST1
QUIMPER
RENNES
LEMANS
PARIS1
PARIS2
NANCY
STRASBOURG
LORIENT
VANNES
ANGERS
NANTES
TOURS
ORLEANS
NANCAY
DIJON
BESANCON
POITIERS
GENEVE
LIMOGES
CLERMONT
LYON1
LYON2
GRENOBLE
BORDEAUX
CADARACHE
AVIGNON
NICE
TOULOUSE
MONTPELLIER
SOPHIA
PAU
MARSEILLE1
MARSEILLE2
TOULON
CORTE
PARIS-1
PARIS-2
LYON-1
LYON-2
MARSEILLE-1
MARSEILLE-2
Charges des liens
0-10%
10-25%
25-40%
40-55%
55-70%
70-85%
85-100%
Panne
Inconnue
INTERNET
IP TRANSIT SUD
Last update: Tue Apr 17 10:11:03 CEST 2012


GÉANT the pan-European research and education network
Transforming the way users collaborate
Lit Fibre
10 Gbps
2.5 Gbps
1 Gbps
155 Mbps
"Lit Fibre" links provide multiple wavelengths currently at 10 Gbps.
connect • communicate • collaborate
Backbone topology as at March 2012. GÉANT is operated by DANTE on behalf of Europe's NRENs.
DANTE
www.dante.net
GÉANT is co-funded by the European Commission within its 7th RtD Framework Programme.
European Commission Information Society and Media

INTERNET ?



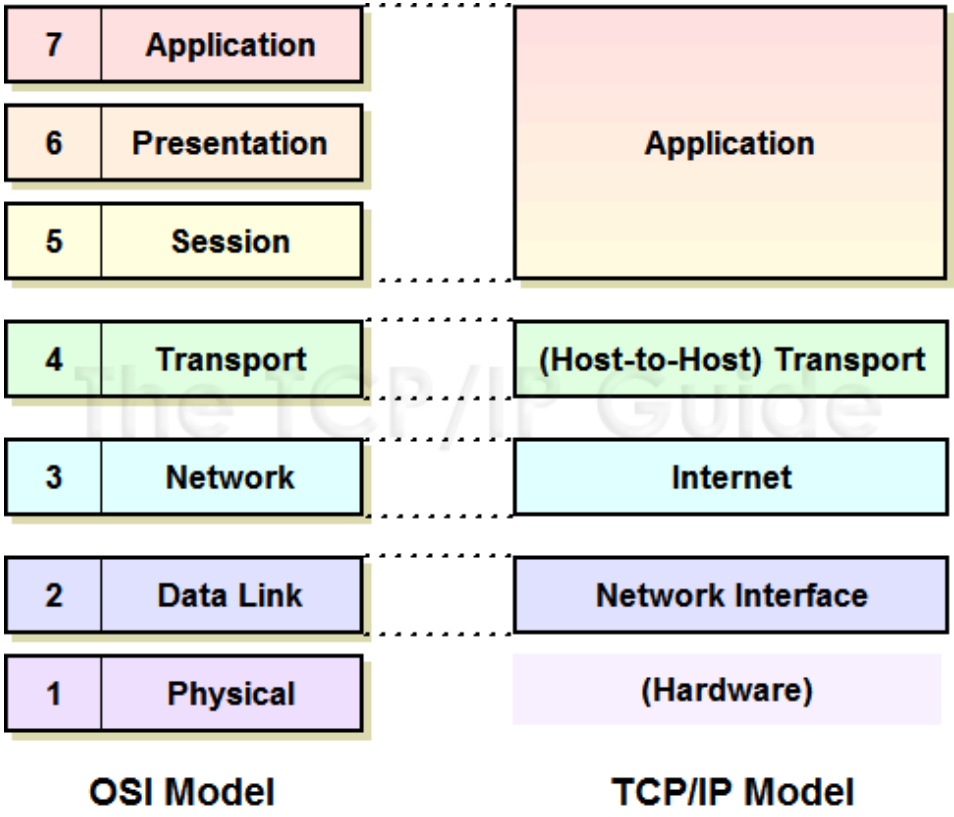
https://www.submarinecablemap.com

Câble le plus long : 39 000 km (SEA ME WE 3)

Au total, 800 000 km (20 fois le tour de la terre) et 99% des communications mondiales

INTERNET

internet … est un ensemble de protocoles (1969/1972)



http://www.tcpipguide.com/free

IP "Internet Protocol" (couche réseau)

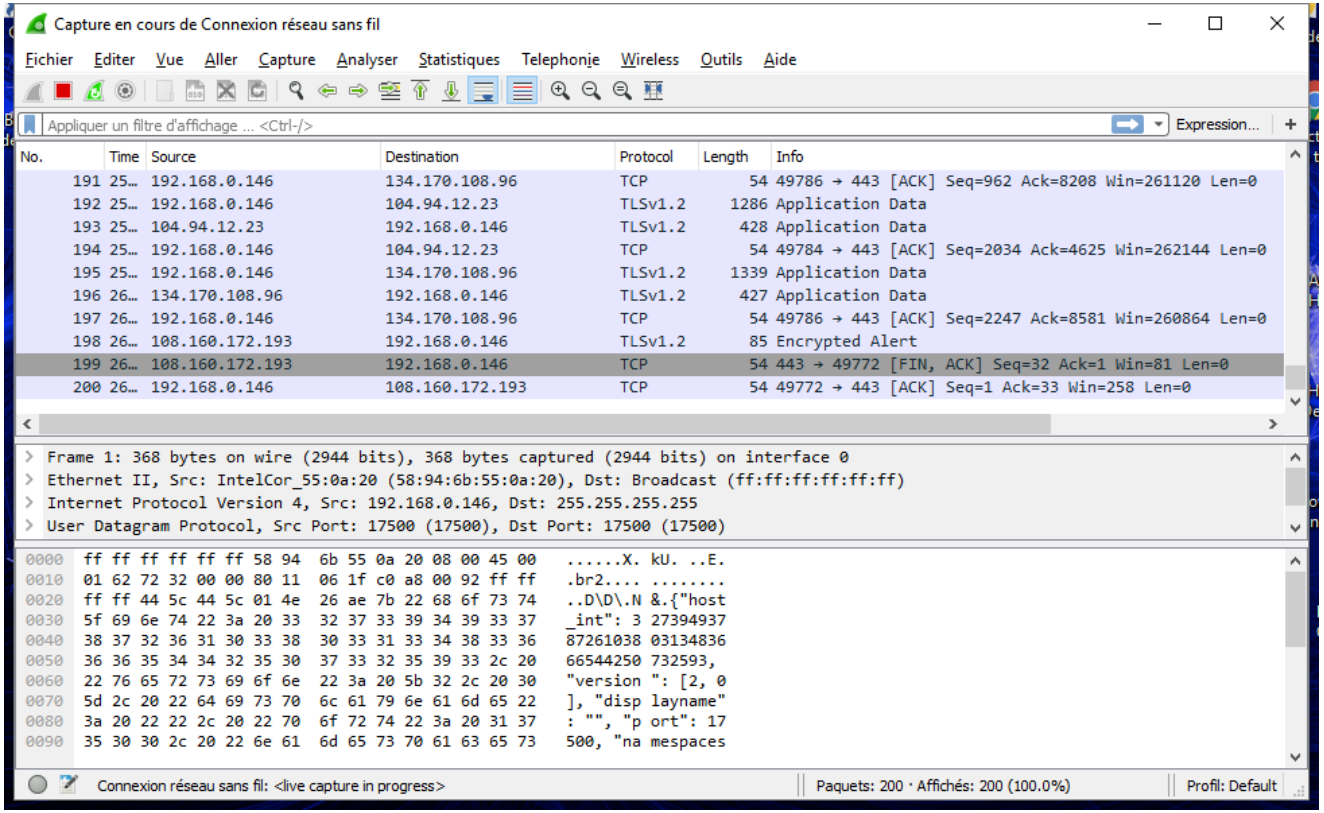
échange les données entre ordinateurs hôtes

TCP "Transport Control Protocol" (couche transport)

échange les données entre les applications

INTERNET … ?

Ce fonctionnement « en couches » est intéressant mais pose ~~certains~~ de nombreux problèmes de sécurité.

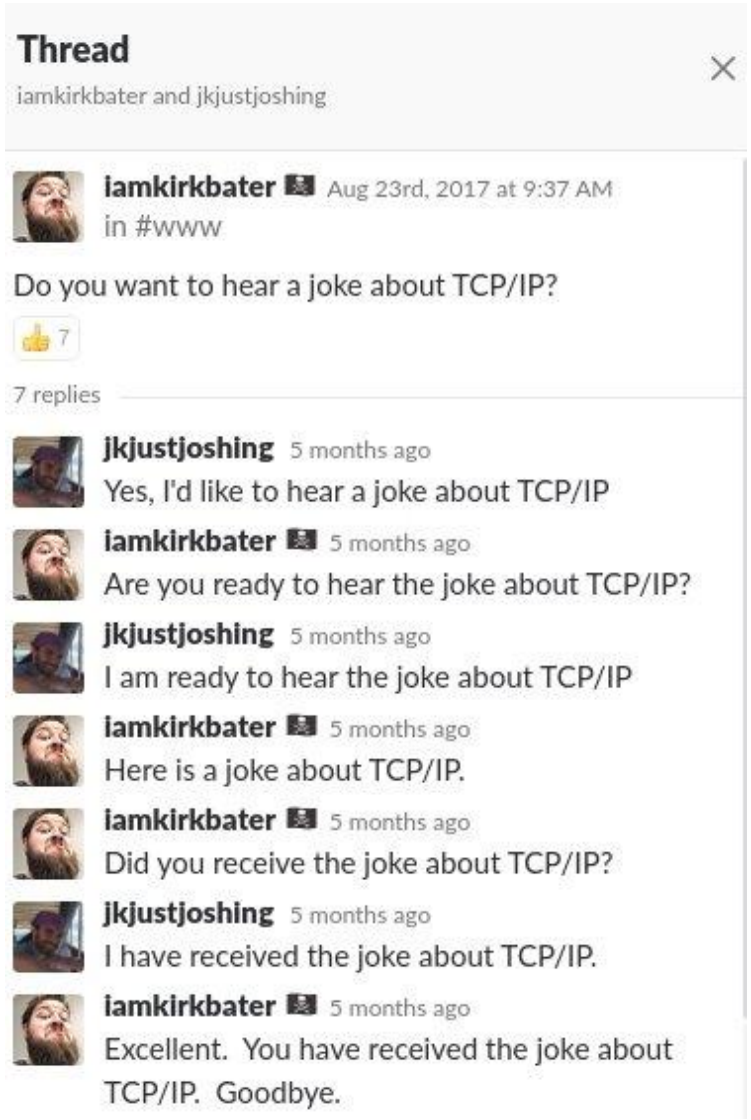


http://www.wireshark.org

UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER

INTERNET … ?

La plupart des protocoles utilisés (et pas que dans ce cours !) sont forgés sur ces couches et vont permettre de faire une abstraction plus ou moins importante du réseau !



SYSTÈMES RÉPARTIS

définition très large : un système réparti est un système informatique dans lequel les ressources ne sont pas centralisées

Les ressources ont un sens très large :

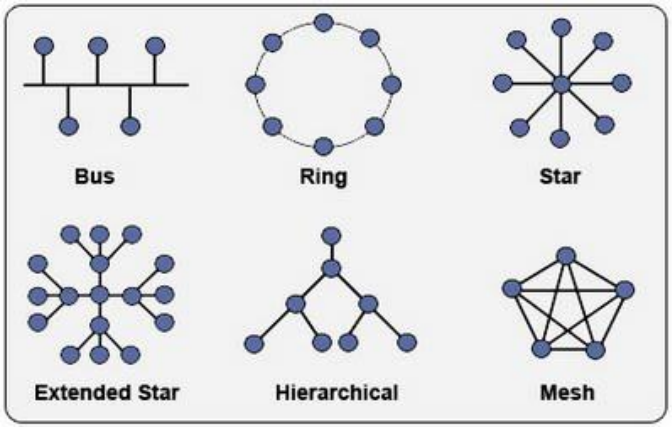
- stockage (disques, bases de données)
- puissance de calcul
- mais aussi les **utilisateurs**

SYSTÈMES RÉPARTIS

- **But** : permettre à des utilisateurs de manipuler (calculer) leurs données (stocker) sans contrainte sur les localisations respectives des éléments du système

- La plupart du temps, cela correspond à la généralisation et l'amélioration du schéma client/serveur :
  - serveurs multiples (équilibrage de charge, redondance)
  - systèmes multi-couches (*tiers*)
  - *peer to peer*

- Dans notre cas, **réparti ≈ <u>distribué</u>**



POURQUOI DES SYSTÈMES RÉPARTIS ?

- pour des aspects **économiques**
  - réalisation de systèmes à haute disponibilité
  - partage de ressources (programmes, données, services)
  - réalisation de systèmes à grande capacité d'évolution
- **pour une adaptation** de la structure d'un système à celle des applications
- pour un besoin **d'intégration**
- pour un besoin de **communication** et de **partage** d'information

DOMAINES D'APPLICATION

ingénierie

- coopération d'équipes pour la conception d'un produit
- production coopérative de documents
- partage cohérent d'information

gestion intégrée des informations d'une entreprise

- intégration de l'existant

contrôle et organisation d'activités en temps réel

centres de documentation, bibliothèques

- recherche, navigation, visualisation multimédia

systèmes d'aide à la formation (collecticiels, …)

BESOINS DES APPLICATIONS

ouverture

- interopérabilité, portabilité, fédération ; réutilisation de l'existant

coopération, coordination, partage

- vision commune cohérente d'informations partagées (globalement, par groupes)
- interaction en temps réel, support multimédia

transparence

- **accès** (mobilité des usagers avec préservation de l'environnement)
- **localisation** (de l'information, des services, ...)

BESOINS DES APPLICATIONS

qualité de service

- disponibilité, délais, coûts, qualité de perception, ... avec niveau garanti

sécurité

- authentification, intégrité, confidentialité, ...

évolutivité, administrabilité

- reconfiguration, gestion dynamique de services

QUELQUES DIFFICULTÉS LIÉES À LA RÉPARTITION

- **accès** aux données distantes
- **maintien** du service (gestion des pannes)

- **encodage/décodage des données** (*marshalling*, *unmarshalling*)

- **accès concurrents** au(x) service(s)
- **gestion des droits** à distance
- …

NOTIONS FONDAMENTALES : CLIENT/SERVEUR ET PROTOCOLES

QUELQUES NOTIONS
ARCHITECTURE CLIENT/SERVEUR

Serveur : celui qui offre un service (doit l'offrir de manière permanente) -> « daemon »

- Accepte les requêtes, les traite en renvoie une réponse
- Ex : http**d**, ftp**d**, telnet**d**, …

Client : celui qui utilise le service

- Envoie une requête et reçoit la réponse

QUELQUES NOTIONS
ARCHITECTURE CLIENT/SERVEUR

Architecture C/S → description du comportement coopératif entre le serveur et les clients

→ fonctionnement général des services internet

→ s'appuie sur des protocoles entre les processus communicants

QUELQUES NOTIONS
PROTOCOLE

On nomme **protocole** les **conventions** qui facilitent une communication sans faire directement partie du sujet de la communication elle-même

Exemples de protocole : FTP, HTTP, …

- Sont compilées dans les RFC (Request for Comments)
- FTP → RFC 114 (Avril 1971), HTTP → RFC 1945 (mai 1996), RFC 2616 (juin 1999), …
- IPoAC (RFC 1149) ☺

QUELQUES NOTIONS PROTOCOLE

HTTP 1.1

localisation : http_URL = "http:" "//" host [":" port] [abs_path ["?" query]]

requête (client) : Method SP Request-URI SP HTTP-Version CRLF

Ex : GET /index.php HTTP/1.1 <entrée>

réponse (serveur) : Status-Line

*((general-header | response-header | entity-header) CRLF)

CRLF [corps de message]

Ex :

```
HTTP/1.1 400 Bad Request
Date: Tue, 13 Sep 2011 14:27:22 GMT
Server: Apache
Content-Length: 226
Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//IETF//DTD HTML 2.0//EN">
```

QUELQUES NOTIONS
SERVICES

Une machine offre usuellement plusieurs services accessibles par un numéro de port (de 1 à 65535)

- On doit connaître ce numéro pour accéder au service → notion de ports « *bien connus* »

Ex : echo : port 7

daytime : port 13

ftp : port 21

http : port 80

/etc/services sous Linux

EXEMPLE : LE DNS

DNS : Domain Name Server (1984)

Permet de trouver l'adresse IP correspondant au nom de domaine

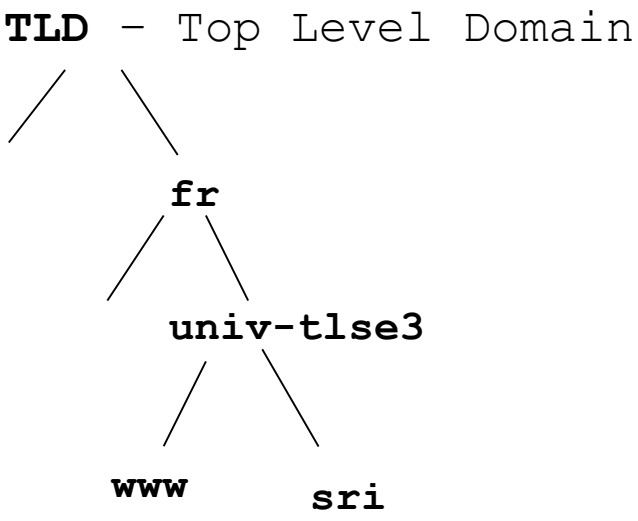
exemple : `sri.univ-tlse3.fr` → `195.220.43.54`

DNS : base de donnée répartie, système hiérarchique

EXEMPLE : DNS

un serveur DNS gère un domaine

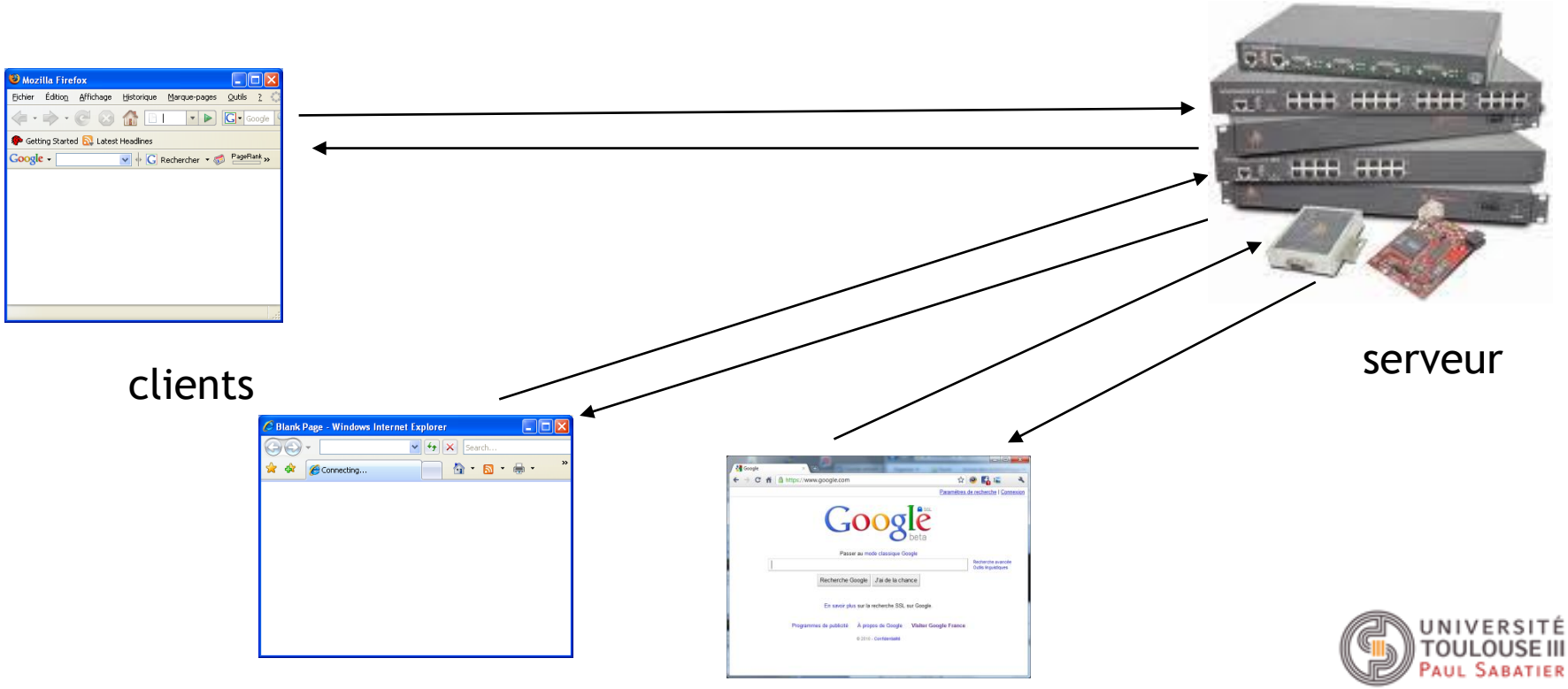
le gestionnaire peut déléguer la gestion d'un sous-domaine à une autre gestionnaire



EXEMPLE : HTTP

HTTP : HyperText Transfer Protocol

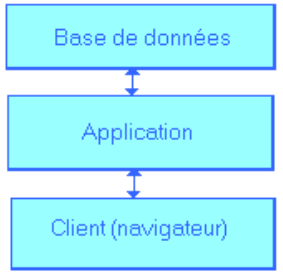
Protocole client-serveur très simple. Une requête → une réponse



EXEMPLE : ARCHITECTURE MULTI-COUCHES

Classiquement, 3 couches (extension du modèle Client/Serveur)

- **Présentation** : (Interface) – visible et interactive
- **Application** : (partie fonctionnelle) - couche métier, logique applicative
- **Stockage**



EXEMPLE : P2P

Principe du « pair-à-pair » : chacun est à la fois client et serveur

- p2p « *pur* » : connexions directes entre participants
- p2p « *pratique* » : des serveurs existent entre les clients permettant l'existence d'un service d'annuaire (qui est connecté, qui propose quoi et où ?, …)

COMMUNICATION

- Plusieurs niveaux d'abstraction :
  - Bas-niveau : la socket (échanges de messages)

```
...
// connexion
leSocket = new Socket(machine, port);

// Mise en forme du flux de sortie
fluxSortieSocket = new
  PrintStream(leSocket.getOutputStream());

fluxSortieSocket.println("GET /cam_picture
  HTTP/1.0\r\n");
```

COMMUNICATION

- Appel à des procédures distantes (RPC, SOAP, …)

```
...
Resultat = calcul_addition_1(&parametre, clnt);

if (resultat == (reponse *) NULL) {
 clnt_perror (clnt, "call failed");    clnt_destroy
 (clnt);    exit(EXIT_FAILURE);
}
```

COMMUNICATION

- Appel à des méthodes distantes (RMI, CORBA, …)

```
…
ORB orb = ORB.init(argv, null);
// get the root naming context
org.omg.CORBA.Object objRef =

  orb.resolve_initial_references("NameService");
NamingContext ncRef =
NamingContextHelper.narrow(objRef);
NameComponent nc = new NameComponent("Horloge", "
  ");
// Resolve the object reference in naming
NameComponent path[] = {nc};

// La classe Helper fournit une fonction "narrow"
  pour obtenir un objet sur lequel on peut
  invoquer les methodes
Horloge horloge =
  HorlogeHelper.narrow(ncRef.resolve(path));
```

COMMUNICATION

- Déclenchement d'événements distants (OSGi, …)

```
public class AmpouleListener implements
 ServiceListener {


public void serviceChanged(ServiceEvent event) {

 // ServiceReference ref = e.getServiceReference();

 String[] objectClass = (String[])
 event.getServiceReference().getProperty("objectClass
 ");

 …
```

COMMUNICATION

- Publisher/Subscriber (MQTT, ROS, …)

```
cli = paho.Client(client_id="PiZero2")
cli.on_message = on_message
cli.on_publish = on_publish
cli.username_pw_set("try", password="try")
cli.connect("broker.shiftr.io", 1883, 60);
cli.subscribe("/data",0);
while cli.loop()==0:
 cli.publish('/Bureau/temperature',
 '{0:0.2f}'.format(sensor.read_temperature()))
 cli.publish('/Bureau/pressure',
 '{0:0.2f}'.format(sensor.read_pressure()))
 time.sleep(60) # delay for 1 minute
```

CE QUE L'ON VA FAIRE

- des travaux … **pratiques** !

- programmation en java et python (la plupart du temps) mais vous pouvez choisir **un autre langage** si vous le souhaitez

- Objectifs : avoir des notions solides sur les protocoles les plus utilisés.

En tester les avantages et inconvénients de chaque approche

OUTILS

KiTTY :

- http://www.9bis.net/kitty/?zone=fr

- http://curl.haxx.se

Terminal :

- https://sites.google.com/site/terminalbpp

TRAVAUX PRATIQUES (6+1 SÉANCES)

- **Echange de messages**
  - *bus à événements, prototypage (ivy) – 2 h → utile pour le TP IHM*
  - programmation sockets – 2 h
  - MQTT – 4 h (+ raspberry)

- **Appel de méthodes et d'objets à distance**
  - RMI/CORBA - 2 à 4 h
  - JSON / API REST – 2 h

- **SOP : Service Oriented Programming (*support disponible*)**
  - OSGi

EVALUATION

UNIQUEMENT sur un mini-projet technique (à 2 ou 3) !

- **2013/2014** : projet « myCloud »
- **2014/2015** : projet « pimp my P2P »
- **2015/2016** : projet « Lord of the sensors »
- **2016/2017** : projet « Lord of the sensors (le retour) » : one place to rule them all
- **2017/2018** : projet « CMS – Check My Sensors »
- **2018/2019** : projet « My Smart Quiet Locality »

Sujet donné mi octobre, à livrer mi-janvier (mini-rapport + code + démonstration)