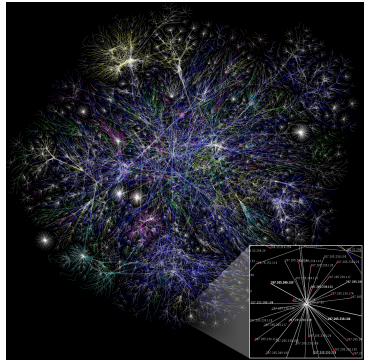


Réseaux Informatiques

[Archi/Lycée]



Nicolas Bredèche

Maître de Conférences
Université Paris-Sud

bredèche@lri.fr



Ressources bibliographiques utilisées pour ce cours :

- <http://compnet.epfl.ch/>
- J. F. Kurose, K.W. Ross. Computer Networking, 2012 (6ème édition).
- Cours de L.Toutain et P.Thiran (<http://icapeople.epfl.ch/thiran/CoursED/>)
- <http://wikipedia.com>
- G. Pujolle, O. Salvatori. Les Réseaux, 2011.

Les sources des illustrations sont données en bas à droite. En l'absence de commentaire, il s'agit de source:Wikipedia.

Objectif du module

- Acquérir un...
 - Savoir
 - ▶ Réseau local
 - ▶ Réseau global (Internet)
 - ▶ Le Mail, le Web, le P2P
 - Savoir faire
 - ▶ Identifier les différents éléments d'un réseau local
 - ▶ Décoder les paquets de données (TCP, IP)

Plan du Cours #3

- Réseaux Informatiques
 - Réseaux locaux
 - Internet
 - Modèles OSI et TCP/IP

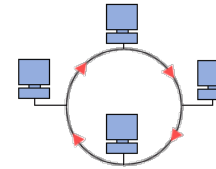
Réseaux Locaux



RJ45

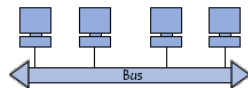


Protocoles d'accès (1)



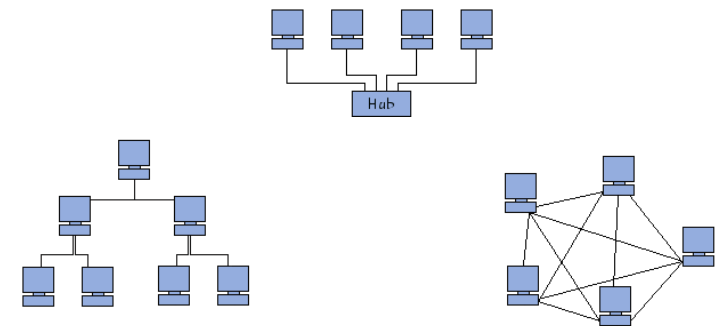
- **Token-Ring** (Aujourd'hui, c'est rarissime d'en trouver)
 - ▶ les machines sont connectées en anneau (ou sur un répartiteur)
 - ▶ un jeton circule sur l'anneau
 - ▶ la machine qui a le jeton peut décider d'émettre

Protocoles d'accès (2)



- **Ethernet**
 - ▶ les machines sont connectées le long d'un câble
 - ▶ toutes les machines peuvent émettre à tout moment
 - ▶ Protocole de communication: CSMA-CD
 - Si personne n'est en train d'émettre, alors j'émet
 - Si il y a eu collision, alors j'attend un délai aléatoire

Protocoles d'accès (3)



TCP, IP, SMTP, etc.

Réseau domestique (1)

9

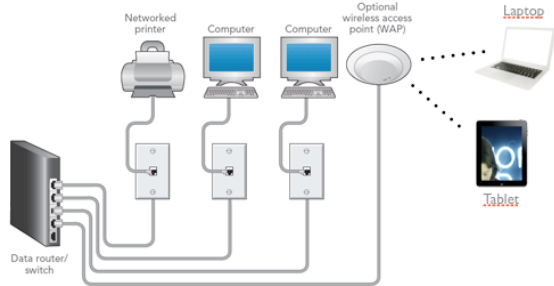


image modifiée à partir de <http://www.geekrich.com/tag/home-network/>

Réseau domestique (2)

10

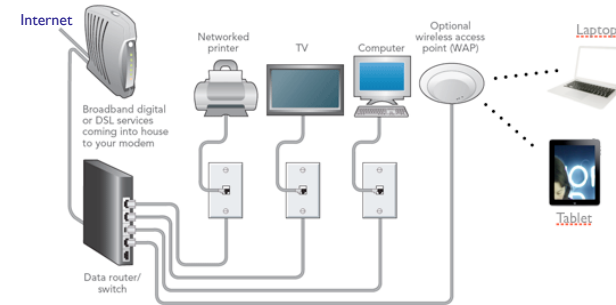


image modifiée à partir de <http://www.geekrich.com/tag/home-network/>

Internets

Quelques définitions

12

- un intranet
 - ▶ un réseau d'entreprise
- un internet
 - ▶ une interconnexion entre plusieurs réseaux
- L'internet (ou Internet)
 - ▶ la plus grande interconnexion de réseaux
- Le Web (ou «World Wide Web», ou «WWW», ou «la toile»)
 - ▶ un service parmi d'autres que l'on trouve sur Internet

Internet History

13

Internet History

1961-1972: Early packet-switching principles

- 1961: Kleinrock - queueing theory shows effectiveness of packet-switching
- 1964: Baran - packet-switching in military nets
- 1967: ARPAnet conceived by Advanced Research Projects Agency
- 1969: first ARPAnet node operational
- 1972:
 - ◆ ARPAnet public demonstration
 - ◆ NCP (Network Control Protocol) first host-host protocol
 - ◆ first e-mail program
 - ◆ ARPAnet has 15 nodes



1980-1990: new protocols, a proliferation of networks

- 1983: deployment of TCP/IP
- 1982: smtp e-mail protocol defined
- 1983: DNS defined for name-to-IP-address translation
- 1985: ftp protocol defined
- 1988: TCP congestion control
- new national networks: Csnnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100,000 hosts connected to confederation of networks

1990, 2000's: commercialization, the Web, new apps

- Early 1990's: ARPAnet decommissioned
- 1991: NSF lifts restrictions on commercial use of NSFnet (decommissioned, 1995)
- early 1990's: Web
 - ◆ hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
 - ◆ HTML, HTTP: Berners-Lee
 - ◆ 1994: Mosaic, later Netscape
 - ◆ late 1990's: commercialization of the Web
- Late 1990's - 2000's:
 - ◆ more killer apps: instant messaging, P2P file sharing
 - ◆ network security to forefront
 - ◆ est. 50 million host, 100 million+ users
 - ◆ backbone links running at Gbps

1972-1980: Internetworking, new and proprietary nets

- 1970: ALOHAnet satellite network in Hawaii
- 1974: Cerf and Kahn - architecture for interconnecting networks
- 1976: Ethernet at Xerox PARC
- ate70's: proprietary architectures: DECnet, SNA, XNA
- late 70's: switching fixed length packets (ATM precursor)
- 1979: ARPAnet has 200 nodes

Cerf and Kahn's internetworking principles:

- ◆ minimalism, autonomy - no internal changes required to interconnect networks
- ◆ best effort service model
- ◆ stateless routers
- ◆ decentralized control

define today's Internet architecture

source: <http://compnet.epfl.ch>

Internet History

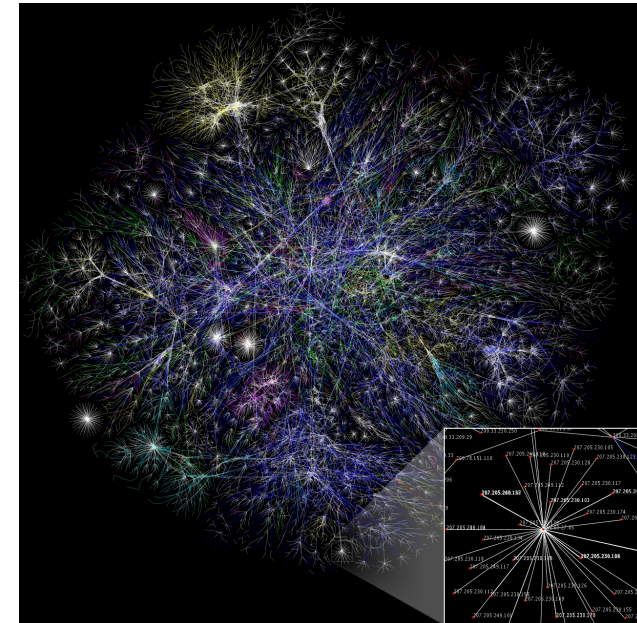
14

- 1962: idées
- 1968: financement ARPAnet
- 1969: premier «noeud»
- 1972: démonstration publique + «interneting»
- 1974: interconnexion de réseaux
- 1976: Ethernet (protocole)
- 1979: 200 noeuds pour ARPAnet
- 1982: Mail
- 1983: protocole TCP/IP (Internet)
- 1983: DNS - des noms pour Internet
- 1988: 100000 noeuds pour Internet
- 1990: Le WEB, démocratisation
- 2000: 50 millions de noeuds

source: <http://compnet.epfl.ch>

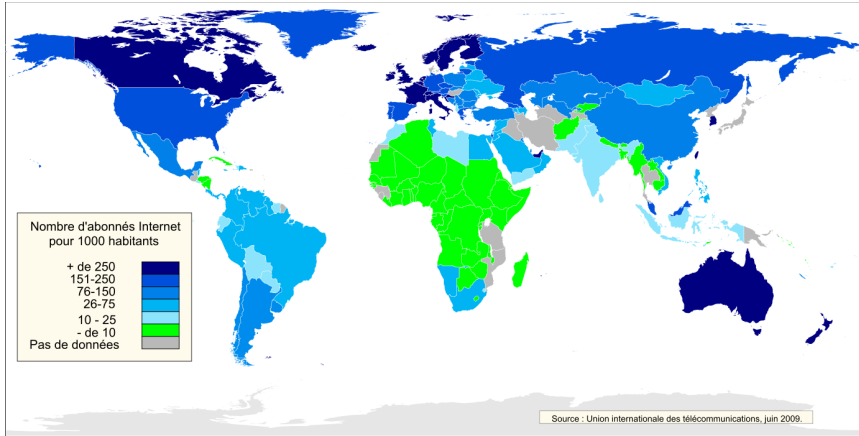


The Internet
(de: IT crowd)



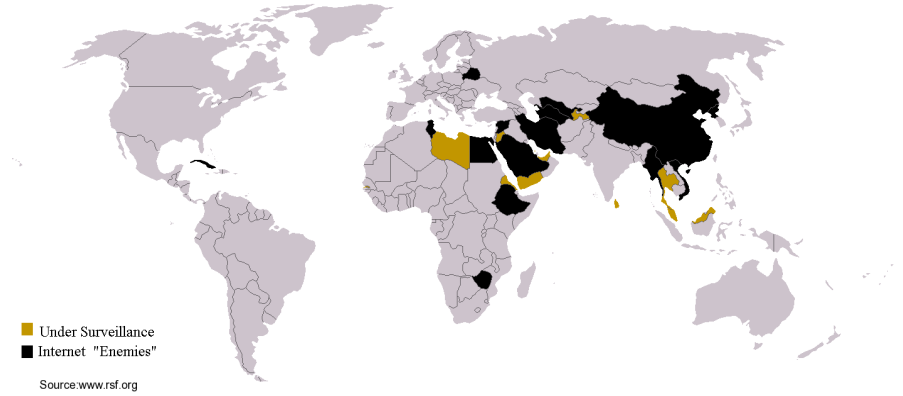
Internet et multiplicité des chemins (extrait)

source: Wikipedia

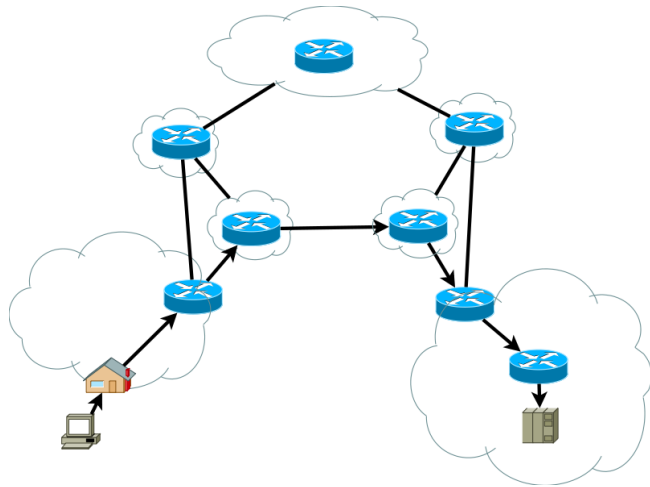


via Wikipedia

Pays restreignant l'utilisation d'Internet

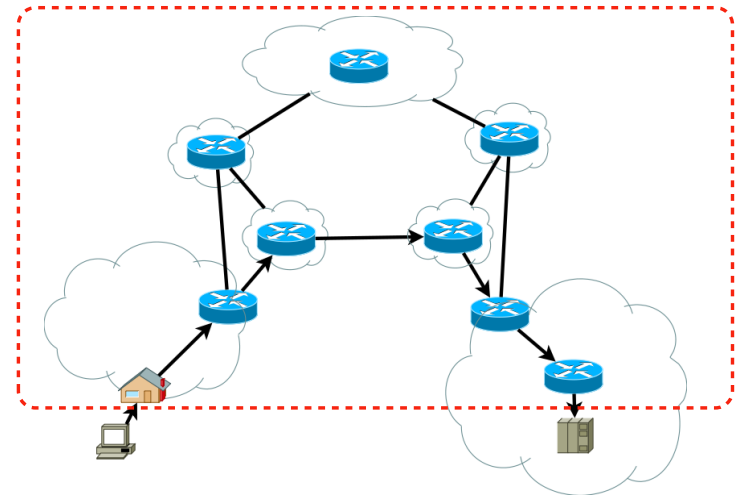


via Wikipedia



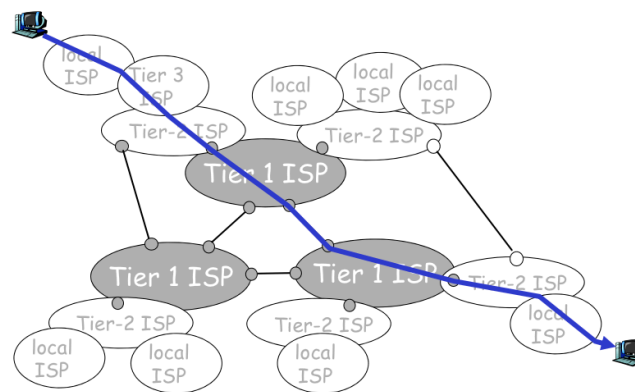
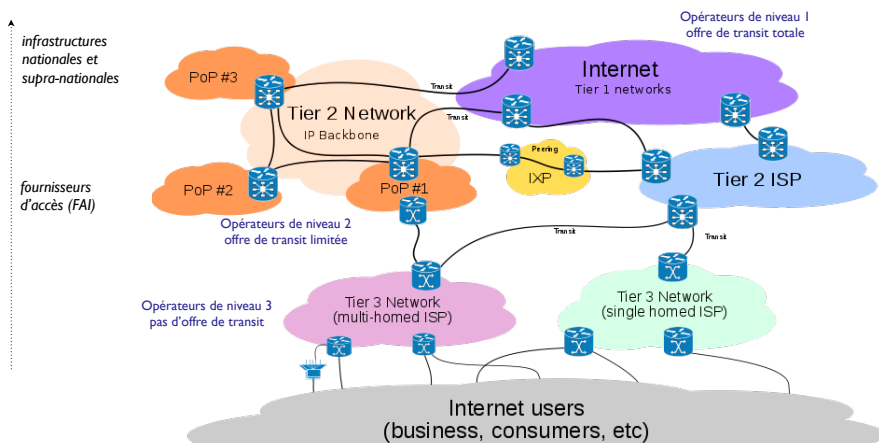
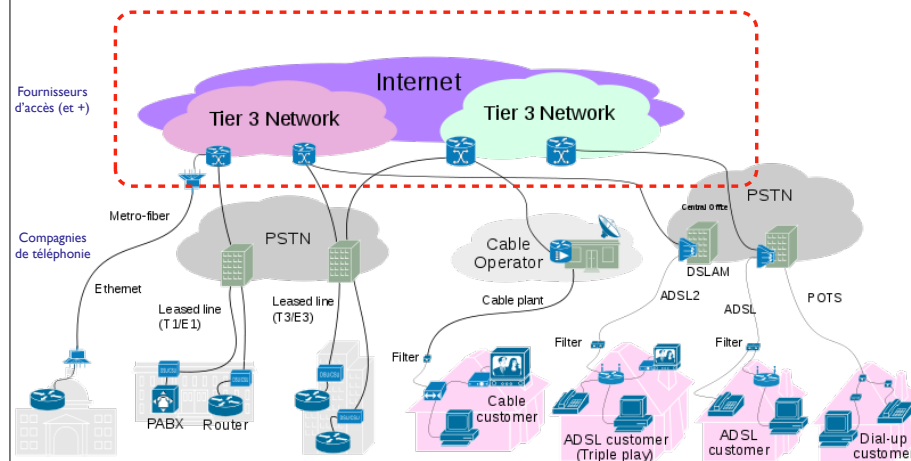
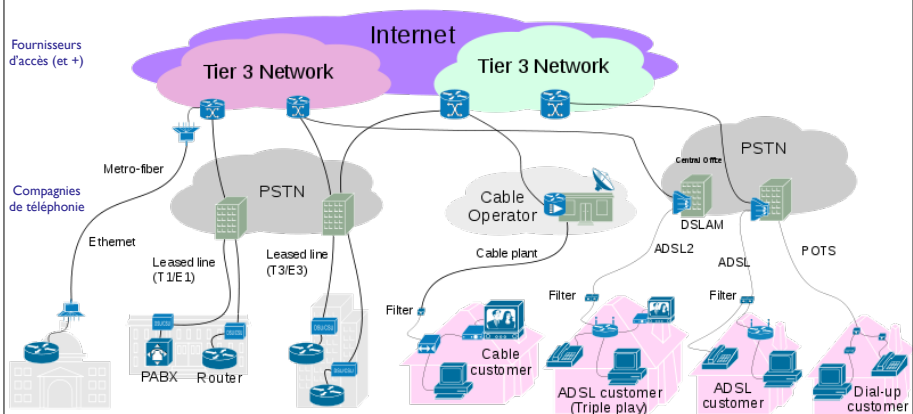
Transit du trafic entre deux points du réseaux
exemple: client-serveur

source:Wikipedia



Transit du trafic entre deux points du réseaux
exemple: client-serveur

source:Wikipedia

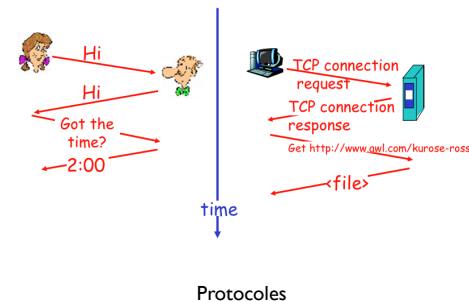


RETOUR sur le transit du trafic entre deux points du réseaux

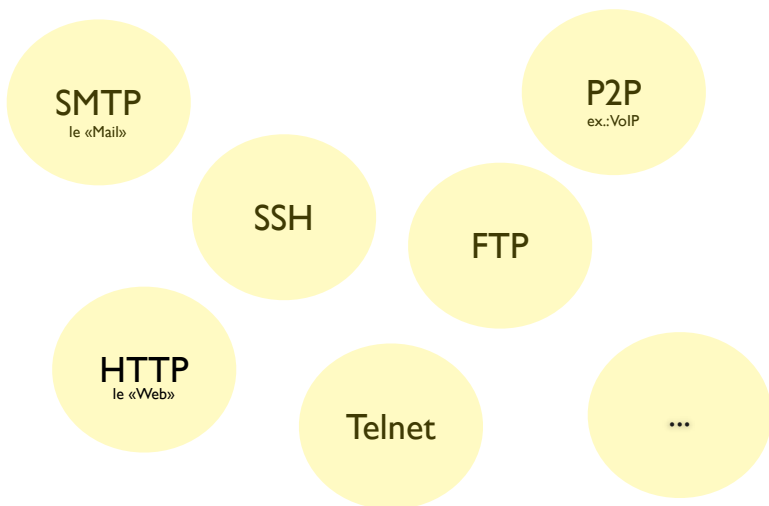
```

Corail:~ nicolas$ traceroute u-psud.fr
traceroute to u-psud.fr (129.175.33.48), 64 hops max, 52 byte packets
 0  192.168.1.1 (192.168.1.1)  1.534 ms  1.029 ms  1.036 ms
 1  84.96.128.64 (84.96.128.64)  37.680 ms  36.821 ms  38.143 ms; des requêtes, outils de monitoring
 2  41.130.96.84.rev.sfr.net (84.96.130.41)  43.579 ms  35.685 ms  50.831 ms; chinas de la fac)
 3  29.130.96.84.rev.sfr.net (84.96.130.29)  33.471 ms  34.808 ms *
 4  renater-ix1.sfinx.tm.fr (194.68.129.102)  41.561 ms  189.123 ms  60.598 ms
 5  te1-1-orsay-rtr-021.noc.renater.fr (193.51.189.241)  47.556 ms  44.106 ms  61.067 ms
 6  ups-v128-te7-3-orsay-rtr-021.noc.renater.fr (193.51.183.29)  36.781 ms  42.097 ms  631.272 ms
 7  glb-v1760-210sm6k1.inter.u-psud.fr (129.175.128.65)  89.184 ms  53.598 ms  37.947 ms
    
```

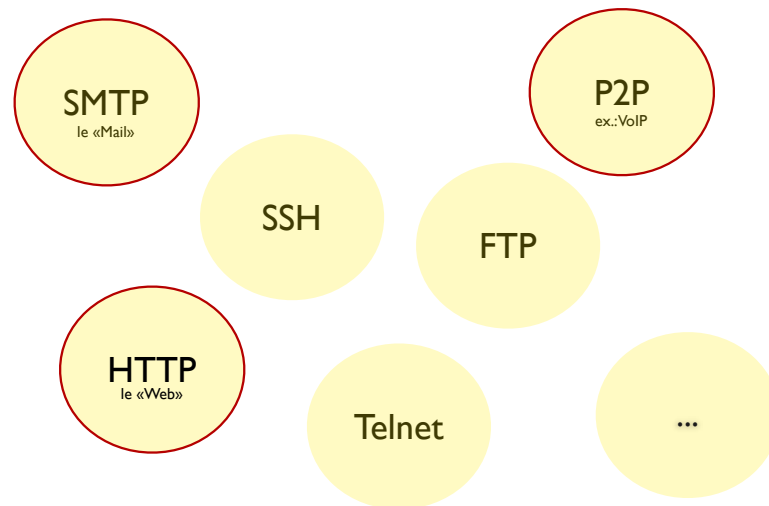
TRACEROUTE
de: Paris 14ème, accès via Neuf/SFR
vers: Université Paris-Sud, Orsay



source: <http://compnet.epfl.ch>

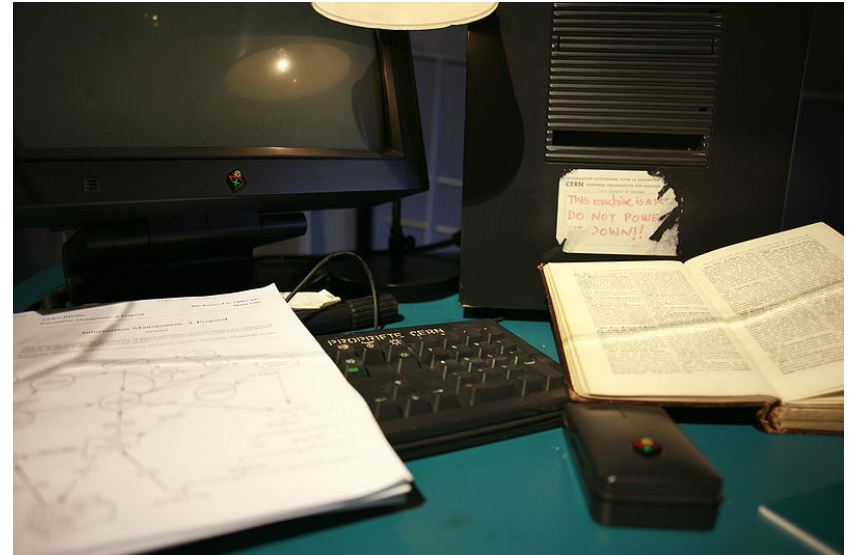


Internet: un ensemble de services... adossés à des protocoles dédiés



Internet: un ensemble de services... adossés à des protocoles dédiés

Le Web (HTTP)



World Wide Web

Tim Berners-Lee (CERN), 1990

31

Créer un compte ou se connecter

Accueil Discussion Lire Voir le texte source Afficher l'historique Rechercher

WIKIPÉDIA
L'encyclopédie libre

Bienvenue sur **Wikipédia**
Le projet d'encyclopédie libre que vous pouvez améliorer

1 225 636 articles en français
Version pour appareil mobile

Culture — Géographie — Histoire — Sciences — Société — Technologies
Liste des portails thématiques

Lumière sur

Le **phare de Pointe-au-Père** est un phare maritime situé à Rimouski, au Québec (Canada). Sa construction, en 1909, est liée aux pressions des amateurs et à la volonté du gouvernement canadien d'améliorer les aides à la navigation sur le fleuve Saint-Laurent au début du xx^e siècle. C'est le troisième phare à être construit à Pointe-au-Père, et le principal bâtiment de la station d'aide à la navigation de Pointe-au-Père.



Construit selon les plans de l'ingénieur français **Henri de Milfonis**, il prend la forme d'une tour octogonale à arcs-boutants en béton armé aux lignes épurées correspondant aux principes de l'**architecture moderne**. Le phare est équipé d'un feu dioptrique de 3^e classe muni d'une lentille de Fresnel, et son éclairage se fait en utilisant le principe du **manchon à incandescence**, jusqu'à son électrification en 1940. Après un lent déclin, le poste de pilotage quitte Pointe-au-Père en 1959, et le phare même est remplacé par une tour automatisée en 1975. Sept **gardiens** se sont succédé pendant ces 66 années d'opération, une tâche difficile exigeant souvent douze heures de travail par jour.

Le site de la station d'aide est déclaré **lieu historique national** du Canada en 1974, avant que le phare ne soit lui-même reconnu **édifice fédéral du patrimoine** en 1990. À partir de 1977, **Parcs Canada** devient propriétaire du lieu historique et, en 1980, fait effectuer des rénovations majeures au phare pour consolider sa structure. En 1982, **Parcs Canada** signe une entente avec le **Musée de la mer**, un organisme culturel rimouskois, et le phare devient alors un **centre d'interprétation muséal**. Sa visite permet de grimper au sommet des 33 mètres du phare.

★ Lire la suite

Contenus de qualité • Bons contenus • Sélection • Programme

Présentation

Wikipédia est un projet d'encyclopédie collective établie sur Internet, universelle, multilingue et fonctionnant sur le principe du wiki. Wikipédia a pour objectif d'offrir un contenu librement réutilisable, objectif et vérifiable, que chacun peut modifier et améliorer.

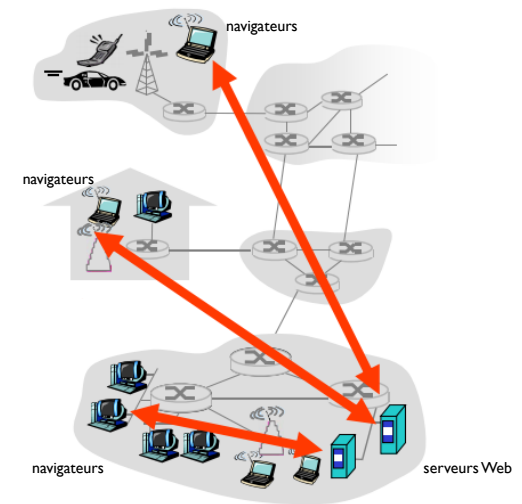
Le cadre du projet est défini par des principes fondateurs. Son contenu est sous licence **Creative Commons by-sa** et peut être copié et réutilisé sous la même licence — même à des fins commerciales — sous réserve d'en respecter les conditions.

Actuellement, **Wikipédia en français** compte plus de deux mille articles distingués comme « articles de qualité » ou comme « bons articles ».

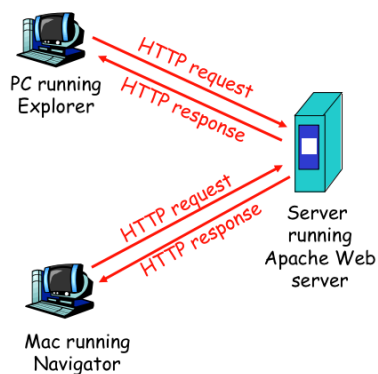
À propos de Wikipédia • Guide sur Wikipédia

Participation

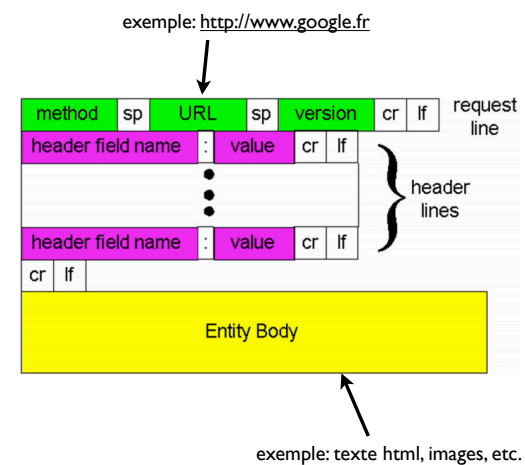
Chacun peut publier immédiatement du contenu en ligne, à condition de respecter les



Architecture client-serveur



source: <http://compnet.epfl.ch>



source: <http://compnet.epfl.ch>

200 OK

- ❖ request succeeded, requested object later in this message

301 Moved Permanently

- ❖ requested object moved, new location specified later in this message (Location:)

400 Bad Request

- ❖ request message not understood by server

404 Not Found

- ❖ requested document not found on this server

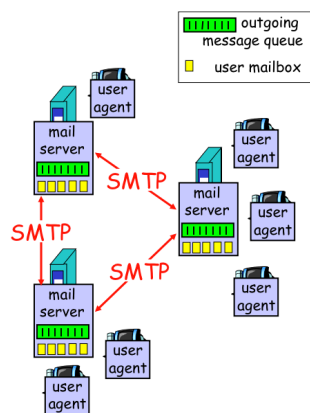
505 HTTP Version Not Supported

Erreurs HTTP

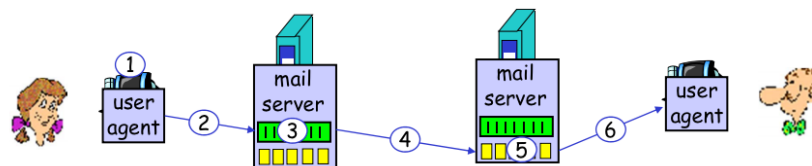
source: <http://compnet.epfl.ch>

Messagerie électronique

(SMTP et POP3)



source: <http://compnet.epfl.ch>



```

S: 220 hamburger.edu
C: HELO crepes.fr
S: 250 Hello crepes.fr, pleased to meet you
C: MAIL FROM: <alice@crepes.fr>
S: 250 alice@crepes.fr... Sender ok
C: RCPT TO: <bob@hamburger.edu>
S: 250 bob@hamburger.edu ... Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Do you like ketchup?
C: How about spaetzlis with that?
C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 hamburger.edu closing connection
  
```

source: <http://compnet.epfl.ch>

```

autorisation
S: +OK POP3 server ready
C: user bob
S: +OK
C: pass hungry
S: +OK user successfully logged on

transaction
C: list
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 1
C: retr 2
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK POP3 server signing off
  
```

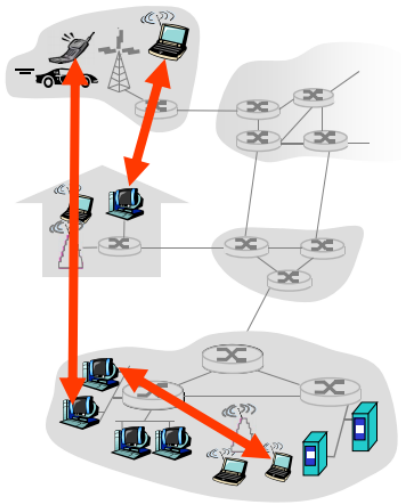
Protocole POP3

cf. aussi le protocole IMAP

source: <http://compnet.epfl.ch>

Le P2P

VoIP (ex.: Skype), streaming video,
échange de fichiers, jeux vidéos en ligne, etc.

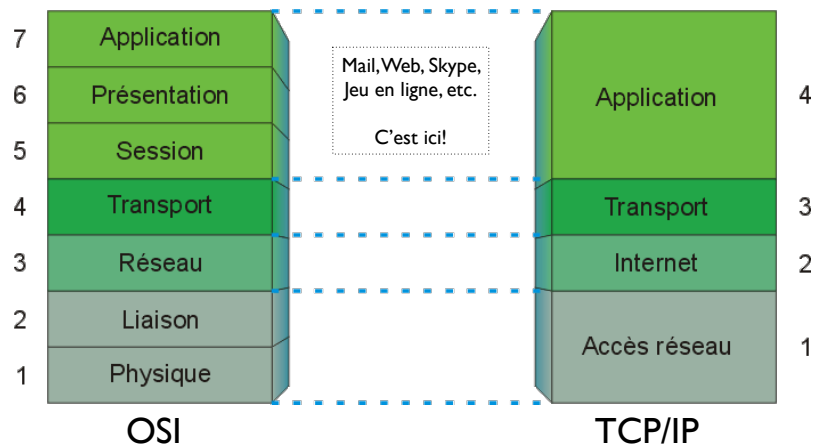


Architecture pair à pair

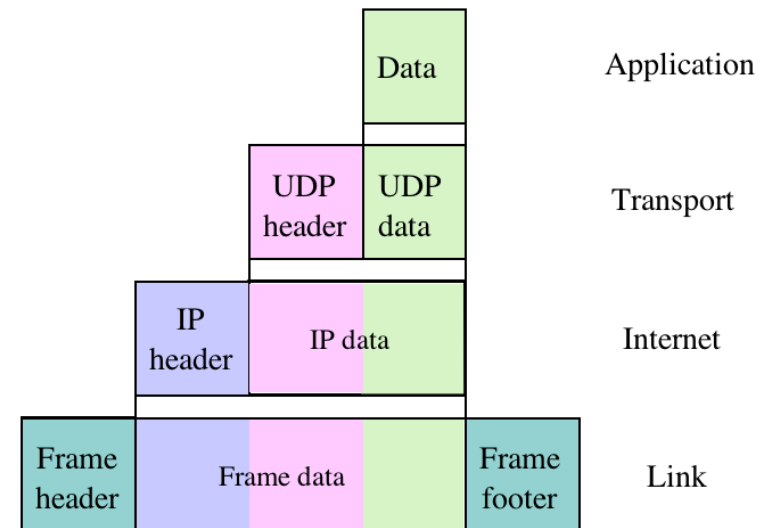
Organisation

modèles OSI et TCP/IP

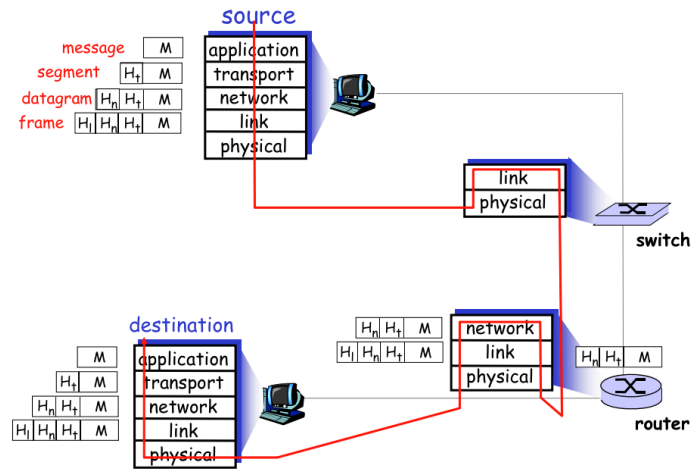
Modèles OSI vs TCP/IP



Encapsulation de trames

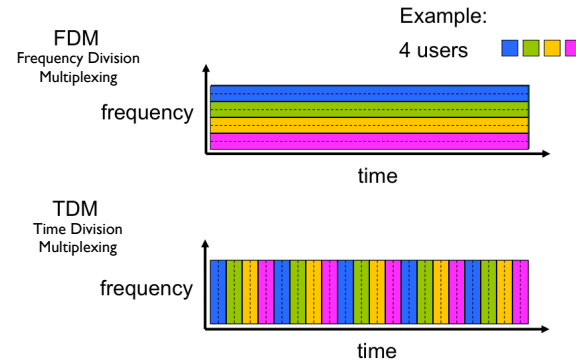


Encapsulation de trames (cont.)



source: <http://compnet.epfl.ch>

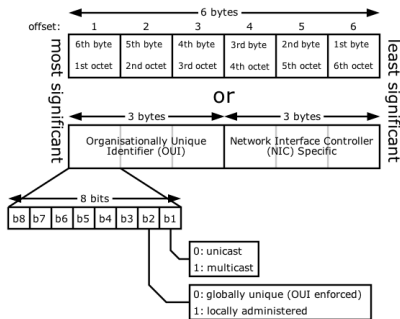
Couche Physique



- Division de la bande passante
 - ▶ par fréquence
 - ▶ par unité de temps
 - ▶ ou une combinaison des deux

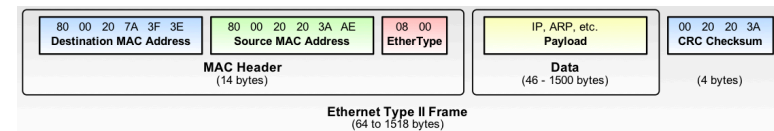
source: <http://compnet.epfl.ch>

Couche Liaison 1/2



- Adresse MAC
 - ▶ stocké dans la carte ou l'interface réseau
 - ▶ MAC : Media Access Control
 - ▶ parfois «adresse ethernet» (usage impropre)

Couche Liaison 2/2



- Ethernet
 - ▶ protocole de réseau local à commutation par paquets

Couche Réseau

49

Adresse Source		
Adresse Destination		
Zéros	Protocole	Taille UDP

IP

- Protocole IP
 - Adressage logique (IP) vs. physique (MAC)
 - IP garantit l'acheminement des paquets...
 - mais n'empêche pas...
 - ▶ la corruption de données
 - ▶ les problèmes d'ordre d'arrivée des paquets
 - ▶ la perte ou la destruction de paquets
 - ▶ la duplication des paquets

IP : adressage (I)

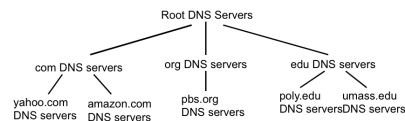
50

- Adresse de l'hôte et sous-réseau
 - ▶ ex.: adresse 192.168.1.2 et masque 255.255.255.0
- Procotoles pour l'adressage
 - ARP
 - ▶ «Address Resolution Protocol»
 - ▶ Assure la traduction d'une adresse IP en adresse MAC
 - DHCP
 - ▶ Choisi automatiquement une adresse IP et un masque de sous réseau pour une nouvelle machine

http://fr.wikipedia.org/wiki/Adresse_IP

IP : adressage (2)

51



- Serveur de noms
 - un DNS permet d'associer un nom à une adresse
 - ▶ p.ex.: 74.125.230.216 => google.fr

http://fr.wikipedia.org/wiki/Adresse_IP

Routing : fonctionnement

52



- Routing des paquets
 - ▶ activité fortement décentralisée
 - ▶ matériel dédié: routeurs ou passerelles
 - ▶ chaque routeur dispose:
 - d'une table de routage (plus ou moins complète)
 - d'une politique de routage (varie selon le contexte)

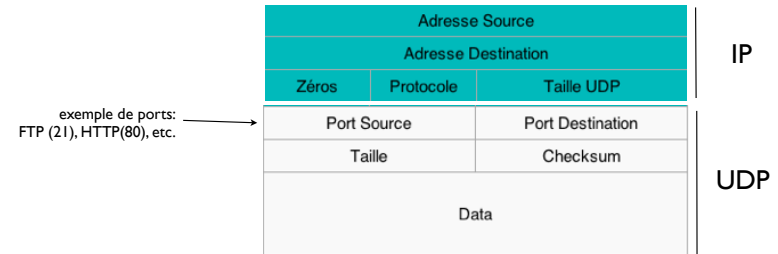
Couche Transport

53

- Protocoles de transports
 - UDP : «User Datagram Protocol»
 - TCP : «Transmission Control Protocol»
 - UDP et TCP sont encapsulés dans des trames IP

Protocole UDP

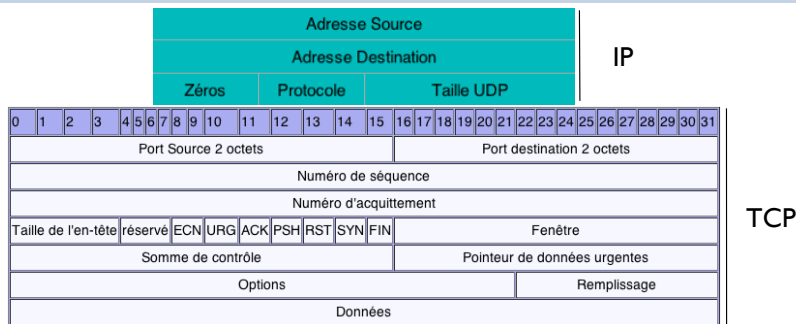
54



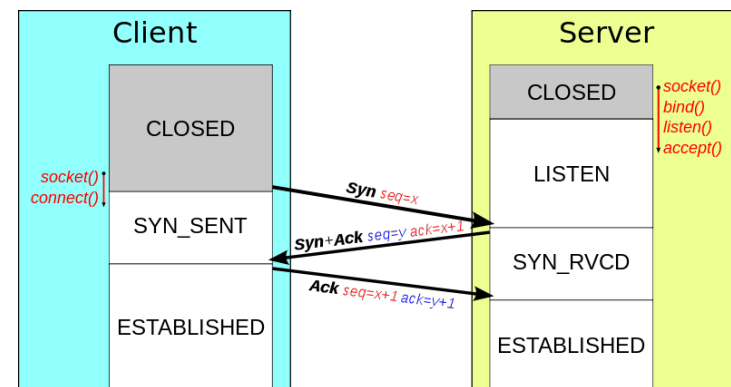
- Mode non connecté
 - ▶ (-) Pas de garantie de délivrance du message
 - ▶ (+) Peu coûteux car ne nécessite pas de contrôle retour
- Applications:
 - ▶ Cas où la vitesse prime sur la robustesse
 - ▶ Exemple: Streaming video, Skype (voix sur IP), Jeux vidéos

Protocole TCP

55

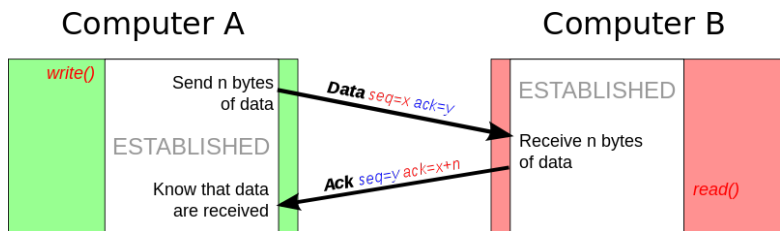


- Mode connecté
 - protocole de communication
 - garanti une certaine qualité de service (robustesse)

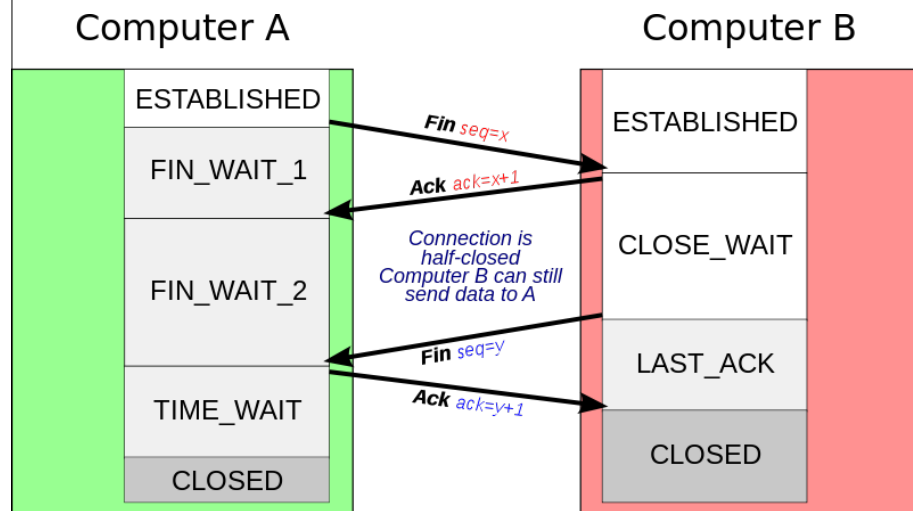


Etablissement d'une connexion

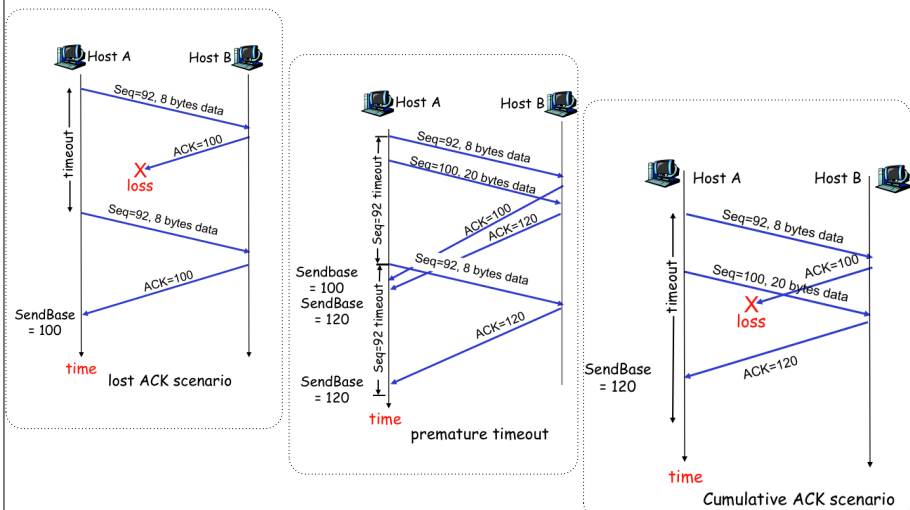
56



Transfert de données



Clôture de la connexion

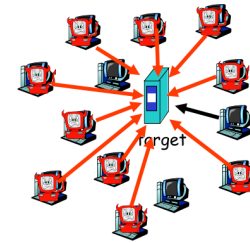


Robustesse de TCP
3 exemples

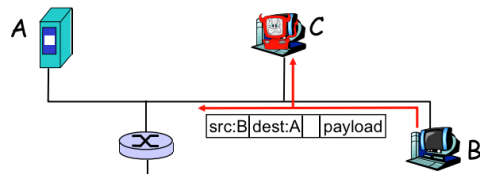
Application	Application layer protocol	Underlying transport protocol
e-mail	SMTP [RFC 2821]	TCP
remote terminal access	Telnet [RFC 854]	TCP
Web	HTTP [RFC 2616]	TCP
file transfer	FTP [RFC 959]	TCP
streaming multimedia	HTTP (eg Youtube), RTP [RFC 1889]	TCP or UDP
Internet telephony	SIP, RTP, proprietary (e.g., Skype)	typically UDP

Internet et Sécurité

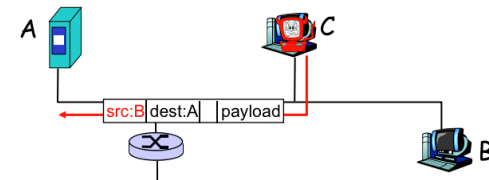
quelques mots



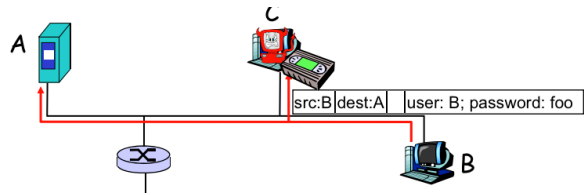
DoS - Denial of Service (ou déni de service)
exemples: UDP flooding, encapsulation/désencapsulation, dépassement de capacité



Packet sniffing
espionner les paquets qui passent



IP spoofing
se faire passer pour quelqu'un d'autre



Record and Playback



- **Prise de contrôle d'une machine**
 - ▶ crédulité de l'utilisateur
 - ▶ failles techniques (cf. correctifs et mise à jour)

Fin du cours #3