



Introduction aux protocoles de l'Internet

Chaput Emmanuel



2016-2017



Chaput Emmanuel Introduction aux protocoles de l'Internet 2016-2017 1 / 41

Notes :

Les grandes questions existentielles

- 1 C'est quoi l'Internet ?
- 2 Qui dirige l'Internet ?
- 3 A qui appartient l'Internet ?
- 4 Comment fonctionne l'Internet ?
- 5 Références bibliographiques

Chaput Emmanuel Introduction aux protocoles de l'Internet 2016-2017 2 / 41

Notes :

C'est quoi l'Internet ?

- 1 C'est quoi l'Internet ?
 - Un réseau de réseaux
 - Un ensemble de ressources
 - Des protocoles spécifiques
 - Historique
 - Évolutions

Chaput Emmanuel Introduction aux protocoles de l'Internet 2016-2017 3 / 41

Notes :

Qu'est-ce que l'Internet ?

Au premier abord

- Un ensemble de machines interconnectées [1]
- Constituant le plus grand réseau du monde
- Animé par les protocoles TCP/IP.

Ou, d'après [4]

- Un réseau de réseaux
- Une communauté de personnes
- Un ensemble de ressources

Mais encore ?

- Des choix technologiques
- Il y a également une histoire

Notes :

Un réseau de réseaux

Inter - network

- Réseau
 - Machines reliées par des liens
- Interconnexion
 - Réseaux reliés par des *routeurs*
- Comme le téléphone ?
 - Les éléments ne définissent pas le service

Notes :

Un réseau de réseaux (2)

Aux extrémités

- Hôtes
- Applications (qui sollicitent)

Au cœur

- Liens
- Routeurs (qui acheminent)

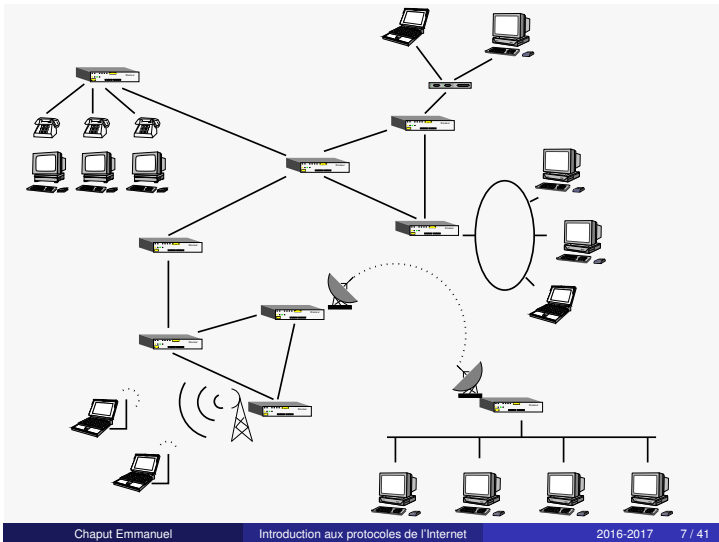
Entre eux

- Des protocoles (qui animent)

Caractéristique forte

- Hétérogénéité (depuis le début)

Notes :



Notes :

Des protocoles spécifiques

Des caractéristiques propres

- Commutation de paquets
 - À l'opposé de la téléphonie
- Routage en mode datagramme
 - À l'opposé de x.25
- Service qualifié de "*best effort*"
 - Aucune garantie !
- Schéma applicatif uniforme
 - Mode client-serveur

Un réseau très typé !

Notes :

Historique (1/2)

- 1957 Lancement du Spoutnik (4 Octobre)
- 1958 Création de l'ARPA (Février)
- 1961 Étude de la commutation de paquet par L. Kleinrock
- 1962 Licklider évoque un "réseau galactique"
- 1964 Baran propose une structure de réseau maillé échangeant des "paquets"
- 1968 Appel d'offre de l'ARPA pour la création d'un réseau
- 1969 Première expérimentation réalisée par BBN (29 Octobre)
- 1969 Les quatre IMP communiquent ! (5 Décembre)
- 1971 ARPAnet comprend 14 machines communiquant par NCP, apparition du premier mail
- 1972 ARPAnet comprend 40 machines
- 1974 Première proposition de TCP/IP par Vinton Cerf et Robert Kahn.

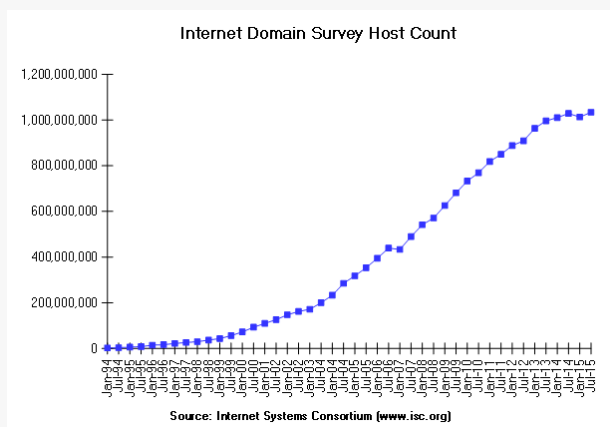
Notes :

Historique (2/2)

- 1974 Première proposition de TCP/IP par Vinton Cerf et Robert Kahn.
- 1981 ARPANet compte 213 machines.
- 1983 IP et TCP deviennent les protocoles officiels de l'Internet [5] (1er Janvier)
- 1983 ARPANet compte 562 machines. Création du DNS
- 1984 ARPANet compte 1024 machines)
- 1988 L'*internet worm* de R. Morris contamine 10% des 60000 stations de l'Internet (2 Novembre)
- 2001 125 888 197 machines répertoriées (Juillet).

Notes :

Croissance de l'Internet



Notes :

Qui dirige l'Internet ?

- 2 Qui dirige l'Internet ?
 - L'Internet Society
 - L'Internet Architecture Board
 - L'Internet Engineering Task Force
 - L'Internet Assigned Numbers Authority
 - L'Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
 - Les documents de standardisation

Notes :

L'Internet Society (ISOC)

Mission

"The mission of the Internet Society is to promote the open development, evolution, and use of the Internet for the benefit of all people throughout the world."

- Donne un cadre plus formel a des entités existantes
- Chapeaute et organise les relations entre les entités
- Membres individuels ou non de tous pays
- Fondée en 1992

Notes :

L'Internet Architecture Board (IAB)

Mission

"The IAB is chartered both as a committee of the Internet Engineering Task Force (IETF) and as an advisory body of the Internet Society (ISOC). Its responsibilities include architectural oversight of IETF activities, Internet Standards Process oversight and appeal, and the appointment of the RFC Editor."

- Les "chercheurs de l'Internet"
 - Industriels, universitaires, chercheurs
- Architecture globale et à long terme
 - Évolutions majeures de l'Internet
 - Supervise les autres organismes

Notes :

L'Internet Engineering Task Force (IETF)

Mission

"The goal of the IETF is to make the Internet work better" [2].

- Développement ouvert de standards
- Recherche de compromis
- Sur la base du volontariat
- Structure très légère
 - Découpée en *Working Areas*
 - Subdivisées en *Working Groups*
 - Structure hiérarchique et dynamique
 - En fonction des sujets à étudier

Notes :

Les groupes de travail de l'IETF

- Regroupés en *Working Areas*
 - Security area, Transport area, Routing area, ...
- Dédié à une tâche précise
 - IPDVB, NEMO, ...
- Présidé par un *chairman*
- Structure très informelle et ouverte

Notes :

L'Internet Assigned Numbers Authority (IANA)

Gestion et de l'attribution des identifiants

- Première idée de centralisation dans [3]
- Numéros de port, de protocoles, ...
- Adresses IP (*aka InterNIC*)
 - Délégation à des RIRs (*Regional Internet Registry*)
 - Lié au routage (hiérarchie)
 - Par classe puis à la CIDR

Notes :

LES RIRS



Notes :

L'Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)

- Société de droit privé californien
- Composée de membres élus de tous pays . . .
- Fonction très stratégique
 - Nombreux procès entre "clients"
 - Service (délégué) "juteux"
- Régulièrement cible de critiques
- *Uniform Domain-Name Dispute-Resolution Policy*

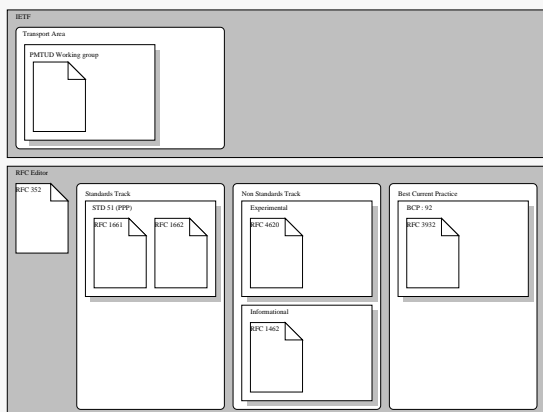
Notes :

Les Requests For Comments

- Les "normes" de l'Internet
- Héritage de Jon Postel
- Une RFC décrit comment rédiger les RFC [6]
- Différentes *catégories*
 - standards track*
 - non standards track*
 - best current practices*
- Avant d'être une RFC : *Internet Draft*

Notes :

Les Requests For Comments



Notes :

A qui appartient l'Internet ?

- 8 A qui appartient l'Internet ?
 - Les fournisseurs d'accès
 - L'interconnexion des FAI

Notes :

À qui appartient l'Internet ?

- Historiquement institutions américaines
 - Défense, éducation
- Actuellement gros opérateurs
 - Publics ou privés
- D'une certaine façon, aux fournisseurs d'accès (FAI)
 - Chacun sa part

Notes :

Les fournisseurs d'accès

On peut les répartir très schématiquement

Tier-one Provider échelle mondiale

Tier-two Provider échelle continentale nationale

Tier-three Provider plus modestes

Notes :

Les tier-one providers

AOL, ATT, GX, Level3, NTT, Qwest, SAVVIS, Sprint, Verizon, ...

- Propriétaires de très gros réseaux
 - Plusieurs dizaines (centaines) de milliers de kilomètres de fibre
- Leurs clients
 - Les tier-two, ...
- Entre eux
 - Relations d'égal à égal (*peering*)

Notes :

L'interconnexion des FAI

- Le liant de l'Internet
 - Liaisons entre les différents "cœurs" de l'Internet
- Relations entre FAIS
 - Quelles relations commerciales ?
 - Où les mettre en place ?
 - Quelle mise en place technique ?

Notes :

Peering ou relation commerciale ?

Relation commerciale

- Fournisseur vers client
- Le fournisseur achemine le trafic du/depuis le client
- Le client paye ce service (qu'il revend à ses clients)

Peering

- Relation pour un bénéfice mutuel
- Chacun achemine une partie du trafic de l'autre
- Relation "équilibrée"

Notes :

Les points de présence

- POP ou NAP
- Site sur lequel des équipements du FAI sont présents
 - câbles
 - routeur, commutateur, ...
- Pour accéder à
 - ses fournisseurs (*Carrier Hotel*)
 - ses clients (DSLAM, "WebCafé")
 - ses partenaires

Notes :

La colocalisation

Colocalisation de points de présences de FAIs différents

- *telecom hotel* ou *carrier hotel*
- Local fournissant un service d'hébergement
 - D'équipements
 - informatiques (serveurs, sauvegarde, ...)
 - réseau (routeurs, commutateurs, ...)
 - De services
 - sites web
 - accès Internet

Exemple : *Telehouse*

Notes :

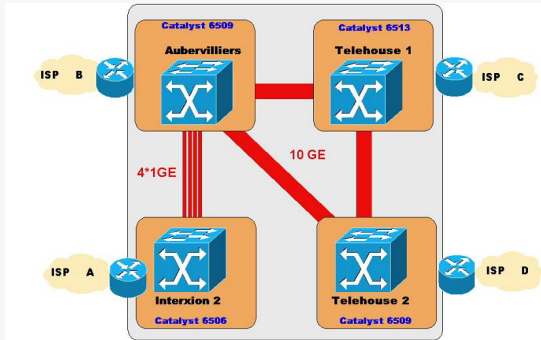
Les points d'échange

Service d'interconnexion entre FAIS

- *Global Internet eXchange* (GIX)
- Service d'interconnexion
- Équipements spécifiques
- Localisé dans un *Carrier Hotel* par exemple
- Structure éventuellement "légère"

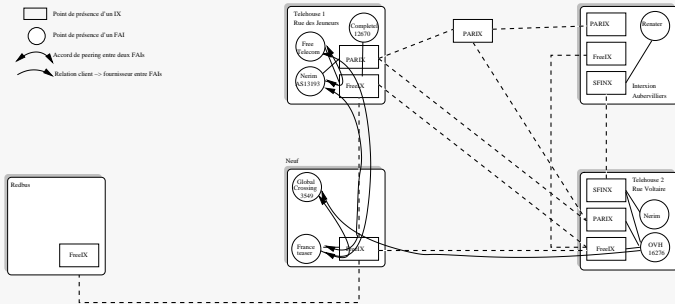
Notes :

Un exemple d'IX : PARIS



Notes :

Un exemple



Notes :

Comment fonctionne l'Internet ?

- 4. Comment fonctionne l'Internet ?
 - Architecture protocolaire
 - Le service réseau
 - Les services transport
 - Le modèle client-serveur
 - Un service avec ou sans connexion
 - Encapsulation, fragmentation
 - Le routage
 - Les applications
 - Implantation

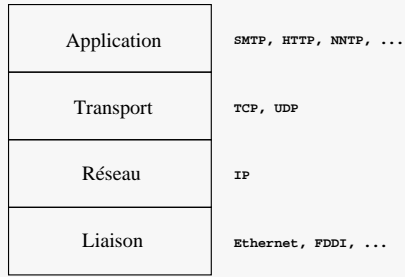
Notes :

Mise en oeuvre d'un service applicatif

Communication fiable de bout en bout

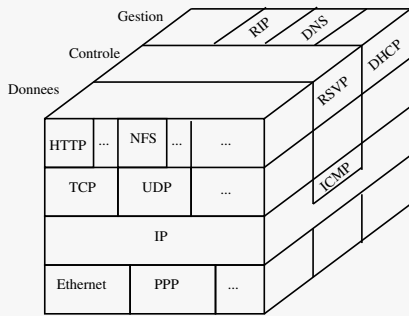
Acheminement de bout en bout au travers de liaisons heterogenes

Transfert de trames de proche en proche



Modèle plus simple que le modèle de référence

Notes :



Décomposition en plan récente dans la tradition IP

Notes :

Le service réseau

- À commutation de paquets (de taille variable)
 - Sans connexion
 - De type *best effort*
 - Non fiable
- Routage de proche en proche
 - Mise en œuvre de IP très simple
 - Presque aussi performant que commutation
 - Extrêmement souple
- Très efficace en l'absence de congestion

Mais la médaille à un revers !

Notes :

Les services transport

- Un service sans connexion
 - Orienté datagramme
 - Non fiable, non ordonné
 - *User Datagram Protocol (UDP)*
- Un service avec connexion
 - Service flux d'octet
 - Fiable, ordonné
 - Contrôle de flux
 - *Transport Control Protocol (TCP)*

Notes :

Le modèle client-serveur

- Fondement de toutes les applications IP
- Le serveur
 - Attend les sollicitations des clients
 - Y répond
- Le client
 - Émet une requête
 - Établi une connexion
- Échanges de données *full duplex*

Notes :

Le routage

- Routage en mode datagramme
- IP se fonde sur une table de routage
- Des protocoles du plan de gestion la mettent à jour
- Protocoles applicatifs
- Messages véhiculés par IP (*via* TCP ou UDP)

Notes :

Les applications

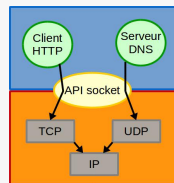
- Applications de tout type
 - Transfert de fichier
 - Travail à distance
 - Communication
 - ...
- Utilisent TCP ou UDP
 - Besoin de fiabilité
 - Besoin d'efficacité
 - Fiabilité à la TCP superflue
 - Lourdeur de la connexion

Notes :

Implantation

Implantation classique de la pile IP dans un système d'exploitation

- Les couches réseau et transport sont implantées dans le noyau
- Les protocoles applicatifs sont implantés en mode utilisateur
 - Éventuellement `root` ou équivalent
- L'API socket leur permet de communiquer
 - Par exemple au travers d'un appel système
- Interface cohérente avec le système de fichiers
 - Utilisation de `read`, `write`, ...



Notes :

[1] Mohammad Alizadeh, Albert Greenberg, David A. Maltz, Jitendra Padhye, Parveen Patel, Balaji Prabhakar, Sudepta Sengupta, and Murari Sridharan.

Data center tcp (dctcp).

SIGCOMM Comput. Commun. Rev., 40(4) :63–74, August 2010.

[2] H. Alvestrand.

RFC-3935 : A mission statement for the ietf.

Best current practice, IETF, Network Working Group, October 2004.

[3] V. G. Cerf and J. Postel.

RFC 322 : Well known socket numbers, March 1972.

Status : UNKNOWN.

[4] E. Krol and E. Hoffman.

RFC-1462 : Fyi on "what is the internet?".

Technical report, IETF, Network Working Group, May 1993.

[5] J. Postel.

RFC 801 : Ncp/tcp transition plan.

Technical report, IETF, November 1981.

Notes :

[6] J. Postel and J. Reynolds.
RFC 2223 : Instructions to rfc authors.
Informational, ISI, October 1997.

Notes :

Notes :

Notes :
