

Introduction, rappels

Michel RIVEILL, INP Grenoble
Laboratoire SIRAC, INRIA Rhône-Alpes
Michel.Riveill@inpg.fr

Et

Serge CHAUMETTE, Université Bordeaux 1,
LaBRI
Serge.Chaumette@labri.fr

M. Riveill - INPG (c) 1999 ; S. Chaumette (c) 2002

Plan

- Introduction
- Historique
- Anatomie d'une application
- Architecture de protocole

© Michel Riveill 1999, Serge Chaumette 2002

Domaines d'utilisation des réseaux

■ Finalité des réseaux

- Permettre le partage des ressources
- Accroître la résistance aux pannes
- Diminuer les coûts

■ Applications utilisant les réseaux

- Accès à des services à distance : base de donnée, programmes...
- Communication : Mail, News, Talk, Téléconférence, Travail collaboratif, etc....

3

Catégories de réseaux

■ Il est difficile de classer les réseaux car les critères sont multiples

■ Distance

- Réseaux locaux d'entreprise
 - (Local Area Network ou LAN)
- Réseaux de Communauté urbaine
 - (Metropolitan Area Network ou MAN)
- Réseaux Généraux
 - (Wide Area Network ou WAN)

■ Topologie

- Bus (ex. Ethernet)
- Anneau (ex. Token-Ring)
- Etoile (ex. Switched Ethernet)
- Arbre (ex. Ethernet 10baseT)
- Maillé (ex. Internet-IP, ATM)

■ Débit

- réseaux locaux
 - traditionnel : Ethernet 10, 100 Mbits/s
 - haut débit : ATM 155 ou 622 Mbits/s
- réseau large échelle
 - épine dorsale France-USA : 155 Mbits/s
 - par utilisateur : faible débit (ex. WWW)
- Modems : 9.6, 33.4 ou 56 Kbits/s
- Modems ADSL

■ Mode de transmission

- filaire (ex. Ethernet)
- sans fil (ex. GSM, WaveLAN)
- fibre (ex. FDDI, ATM)

4

Catégories de réseaux

■ Type de service

- sans connexion - datagramme (ex. UDP-IP)
- connecté - circuit virtuel (ex. TCP-IP, ATM)
- diffusion - multipoint (ex. IP-Multicast)

■ Qualité de service

- au mieux - best effort (ex. IP)
- QoS spécifiée (ex. ATM)

■ Nature

- réseaux dédiés (téléphone, ...)
- réseaux banalisés - voix, vidéo, données : (ex. IP, ATM)

5

Catégorie de réseau

■ Canaux de communication point à point

- Principe de communication : pour aller d'un équipement terminal à un autre un message peut traverser plusieurs nœuds de commutation selon le principe stocker renvoyer.
- Les nœuds de commutation sont des calculateurs distincts des équipements terminaux.
- Topologie : étoile, anneau, arbre, complètement ou partiellement maillée.

■ Canaux de communication à diffusion

- Principe de communication : tous les nœuds de commutation reçoivent le message expédié par un équipement terminal.
- un nœud de commutation est un circuit dans l'équipement terminal
- Exemple : bus, satellite ou radio, anneau

6

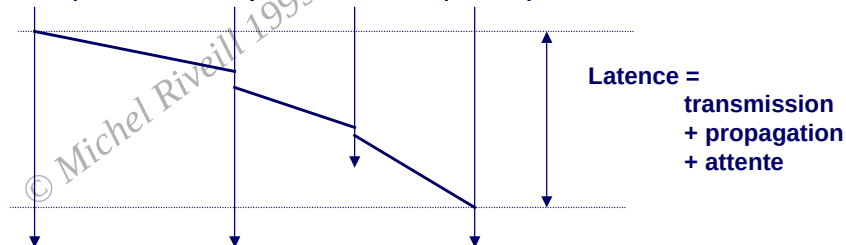
Performances

■ Débit

- nombre de bits par unité de temps (Kbits/s, Mbits/s, ...)
- *bandwidth, throughput, bit rate*

■ Latence

- temps entre émission et réception d'un bit
- *delay, latency*
- temps aller retour (RTT, *Round-Trip Time*)



7

Performances

■ Latence (délai)

- latence = transmission + propagation + attente
 - transmission = taille / débit
 - propagation = distance / (k*vitesse lumière)
 - k = 1 ou 2/3

■ Bonne utilisation :

- combien de bit faut-il envoyer pour que le premier bit arrive à destination ?
- Remplir le tube à 100 %



8

Performances

Latence (délai)

- | latence = transmission + propagation + attente
 - | transmission = taille / débit
 - | propagation = distance / (k*vitesse lumière)
 - $k \leq 1$

Bonne utilisation :

- | combien de bit faut-il envoyer pour que le premier bit arrive à destination ?
- | Remplir le tube à 100 %



9

Performances

Importance de ces mesures

- | Exemple du *streaming*
 - | Comment délivrer de l'information en continue ?
 - | Comment prendre en compte les soubresauts du réseau ?
 - | Que peu-ton accepter de perdre ?
 - Cas de l'image
 - Cas du son
 - Cas de la téléphonie
- | Exemple de la synchronisation des machines

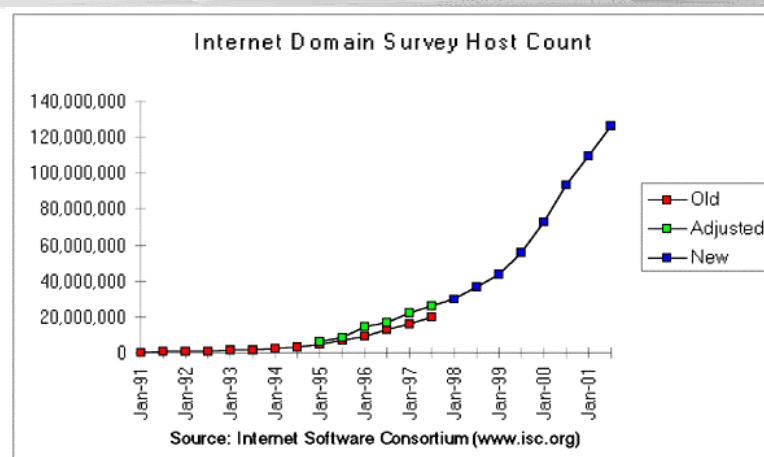
10

Evolution des réseaux et des télécommunications

- Volume du trafic de données vs. conversations téléphoniques
- Augmentation du nombre de sites
- Haut débit pour tous
 - 20 Mbits/s à la maison
 - backbone Tbits/s
- Transport des données multimédia
 - téléphone, télévision, jeu, commerce, enseignement
- Accès mobile, sans fil
 - Exemple typique du GPRS en téléphonie mobile
 - Slots partagés par la voix et les données
 - Priorité à la voix
- Accès continu à l'information
 - *Pagers* avec technologie de type *push*

11

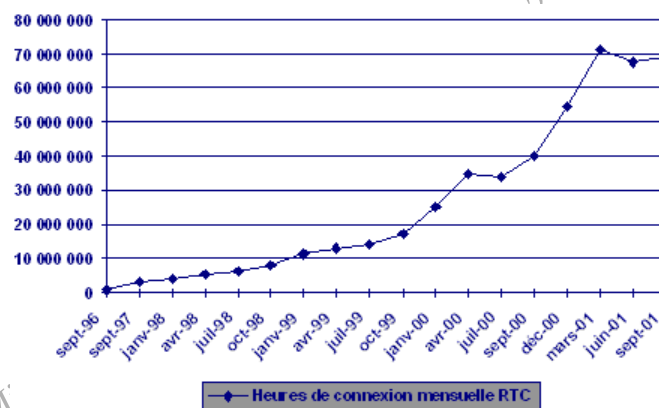
Nombre de machines connectées



Source ISC – Internet Software Consortium

12

Connexion via le RTC

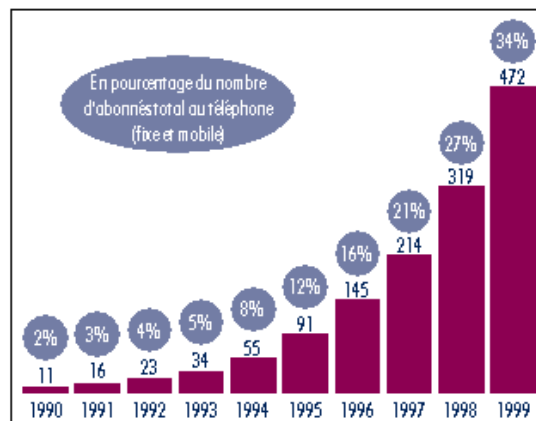


Source AFA – Association des Fournisseurs d'Accès et de Services Internet

13

Téléphones mobiles

NOMBRE D'ABONNÉS (MILLIONS) AU MOBILE CELLULAIRE DANS LE MONDE



Source: UIT (2000).

14

Une petite histoire du réseau ...

***Internet est un nom générique
signifiant
Interconnexion de Réseaux***

Glossaire NetExpress

http://www.wanadoo.fr/wanadoo_et_moi/comprendre/netexpress/flash/gloss

15

Une petite histoire du réseau ...

***Internet est un nom générique
signifiant
Interconnexion de Réseaux***

16

Internet est...

- le regroupement d'un ensemble de réseaux:
 - réseaux locaux (universités et entreprises) imag emi,labri
 - réseaux métropolitain (campus, ville, agglomération) grenet u-bordeaux
 - réseaux régionaux aramis reamur
 - réseaux nationaux renater
- le plus grand réseau informatique du monde et qui relie une communauté mondiale toujours en pleine expansion
- géré de manière décentralisée et pragmatique (coopération et réciprocité)

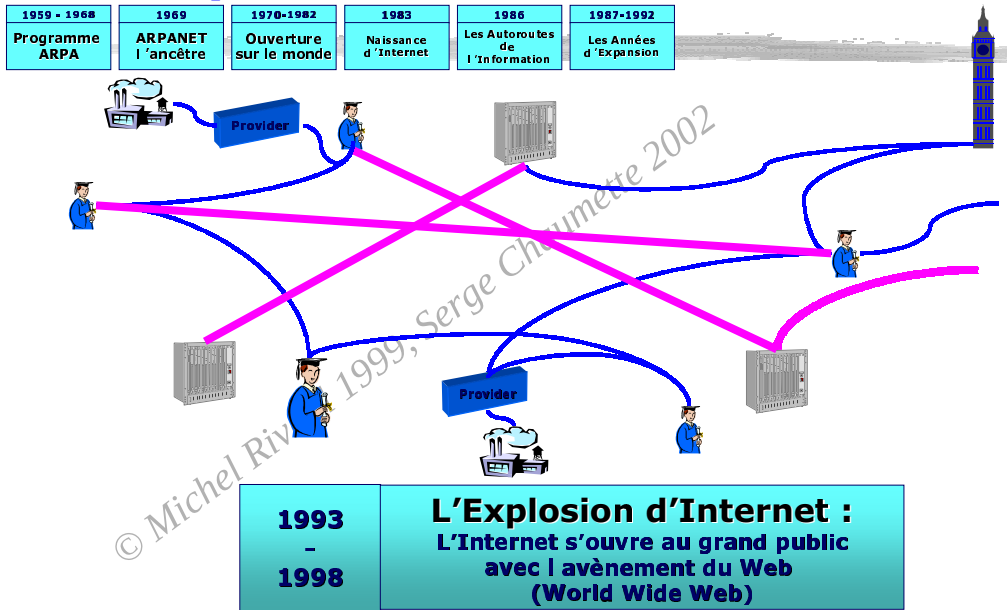
17

Historique

- 1959 - 1968 : Programme ARPA
 - Le ministère américain de la défense décide de lancer un réseau capable de supporter les conséquences d'un conflit nucléaire
- 1969 : ARPANET, l'Ancêtre
 - Les universités américaines s'équipent de gros ordinateurs. Elles se connectent au réseau ARPANET
- 1970-1982 : Ouverture au Monde
 - Premières connexions avec la Norvège et Londres. Naissance des réseaux UseNet et BitNet
- 1983 : Naissance d'Internet
 - Avec le protocole TCP/IP, tous les réseaux s'interconnectent. La même année, les militaires s'en détachent
- 1986 : Les autoroutes de l'information
 - La NSF (National Science Foundation) décide de déployer des super-ordinateurs afin d'augmenter le débit d'Internet
- 1987-1992 : Les années d'expansion
 - Les fournisseurs d'accès (routeurs) poursuivent l'expansion du réseau. Par leur biais, les entreprises privées se connectent au réseau

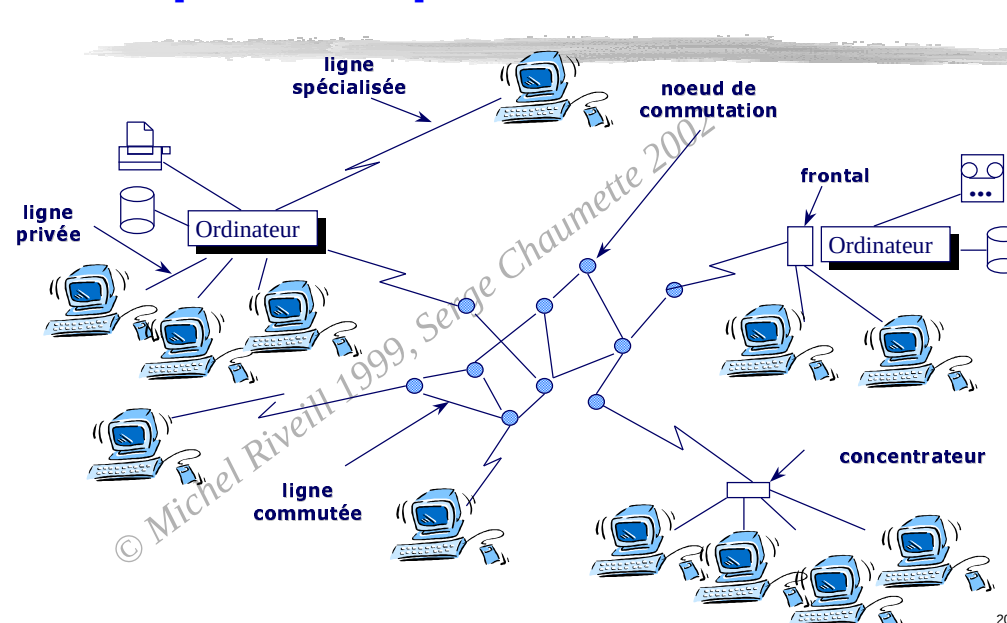
18

Historique



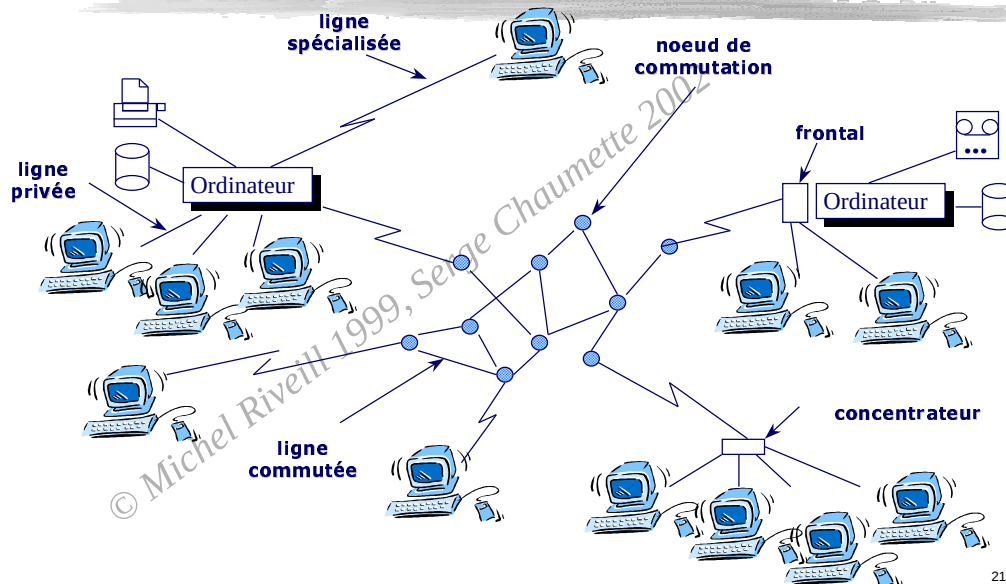
19

Principales composantes d'un réseau



20

Principales composantes d'un réseau



21

Désignation des ressources

- Identification d'une ressource
 - personne :
 - Serge.Chaumette@labri.u-bordeaux.fr
 - Michel.Riveill@inpg.fr
 - machine
 - firmin.labri.u-bordeaux.fr
 - anatom.inrialpes.fr
 - fichier
 - <file:///opt/doc/readme.txt>
- Plusieurs façons de nommer
 - quoi.inrialpes.fr
 - 194.199.20.170
- Utiliser un nom plutôt qu'une adresse
- Plan de nommage + service de noms



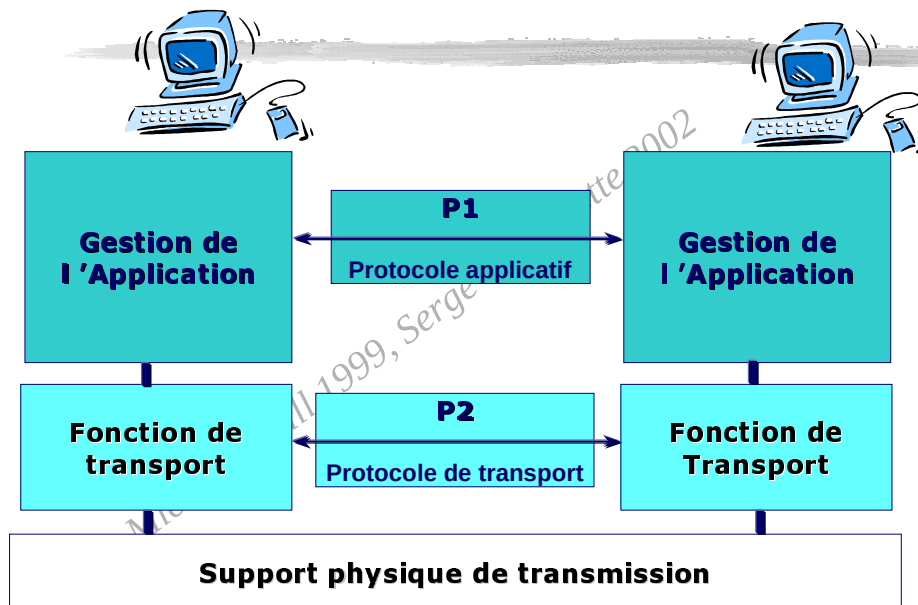
22

Echange d'information

- Respecter un PROTOCOLE= Ensemble de règles
- Il y a des protocoles
 - | pour les applications
 - | pour transporter/router l'information
 - | pour émettre de l'information sur un support physique
- Les protocoles doivent gérer
 - | les erreurs
 - | la fragmentation / l'assemblage des données
- Les protocoles sont normalisés

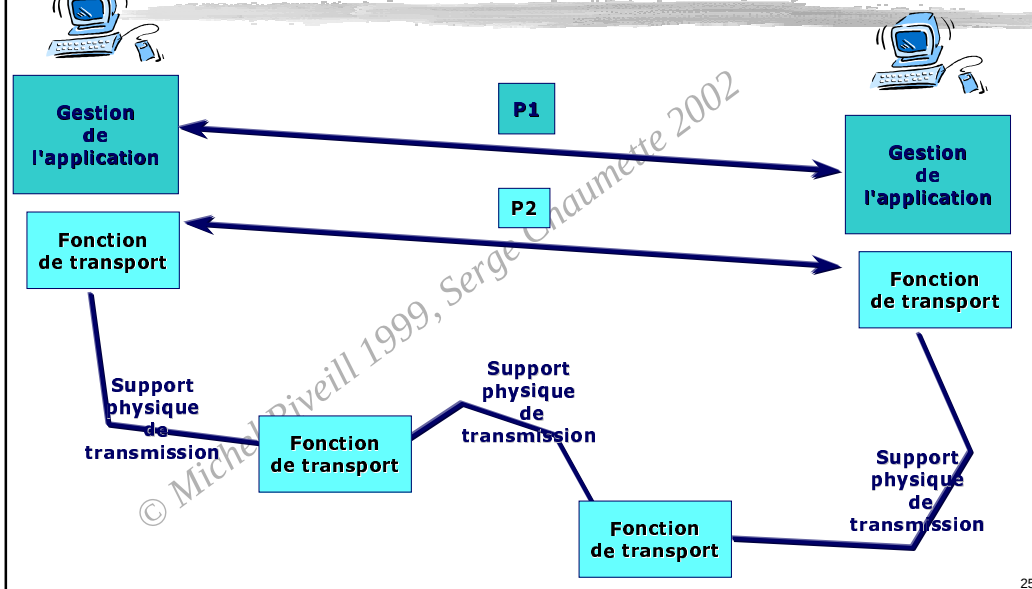
23

Protocole



24

Protocole



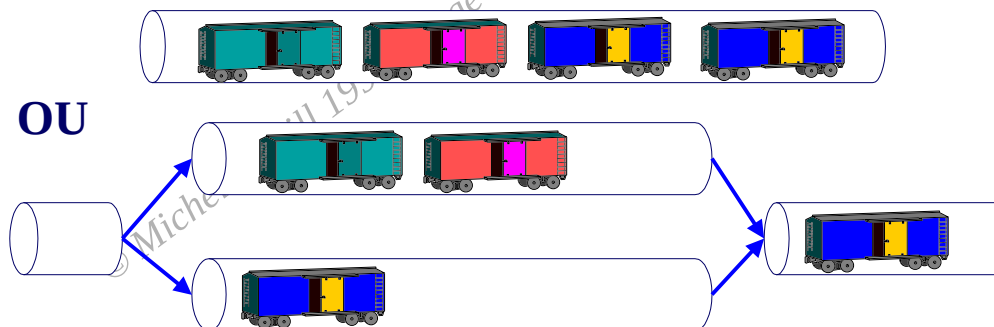
25

Modes de Communication

■ 2 modes de connexion

- mode connecté -> communication téléphonique
- mode non connecté -> envoi d'une lettre

■ Transmission de l'information



26

Les Services d 'Internet

- La connexion à distance sur les ordinateurs autorisés
 - | Telnet
- Le transfert de fichiers à distance
 - | ftp
- Le courrier électronique
 - | e-mail
- La consultation d 'Informations
 - | www
- La recherche sur Internet

27

Client Telnet

- Permet de se connecter à un ordinateur distant
 - | maintenance, lancement de programmes à distance, accès lointain à ses ressources, ...
- Le serveur
 - | machine sur laquelle on se connecte
- Le client
 - | machine depuis laquelle on se connecte
- Exemple d 'une session Telnet

**Trying to connect to 194.199.20.20...
connected to caroline.inrialpes.fr**

**AIX 4.3 telnet session
login:**

28

FTP: File Transfer Protocol

- Premier outil mis à disposition sur Internet pour échanger des fichiers
- Milliers de serveurs avec logiciels en téléchargement
- Travail en mode connecté
- Outils primitifs...
 - | commandes ftp dans Unix
- ... ou plus évolués
 - | WSFTP sur Windows, Fetch sur Macintosh, ...

```
# ftp ftp.imag.fr
connected to ftp.imag.fr
user : anonymous
passwd : riveill@imag.fr
```

```
> get, mget, put, mput, ls, cd, ...
```

29

Courrier électronique

- Envoi de message ou de documents attachés (fichiers, images, ...) à un correspondant selon le même principe que le courrier postal traditionnel
- Chaque personne connectée à Internet possède une ou plusieurs adresses e-mail
 - | ex: Jean.Meunier@ensimag.imag.fr bgates@microsoft.com
- Une adresse est unique
- Les serveurs de messagerie hébergent les boîtes aux lettres qui sont consultées régulièrement par leur possesseur.

30

Protocoles du Courrier Electronique

■ SMTP : Simple Mail Transfert Protocol

- Protocole d'envoi de message électronique
- Point à point entre deux serveurs de messagerie
 - celui de l'émetteur et du récepteur
- A l'origine pour transférer du texte uniquement
- Sans garantie de confidentialité d'information

■ POP3 : Post Office Protocol

- Protocole de gestion d'une boîte aux lettres
 - Rapatriement, consultation, suppression de messages, ...
- Client POP interagit avec un serveur POP en mode connecté
 - demande de mot de passe d'accès à la BAL
- Transmission en clair du mot de passe d'accès à la boîte aux lettres

■ Il existe d'autres protocoles

31

Anatomie d'un message

■ Un message contient toujours

- l'adresse du destinataire (to:) et l'adresse de l'émetteur (from:)

■ En option

- le sujet (Subject:), les destinataires en copie du message (cc: ou bcc:)
- Le contenu du message
 - sous forme de texte
- Les documents attachés
 - fichiers (Word, Latex, ...), images, films, programmes, ...

■ Attachements ne sont pas normalisés

■ Usurpation d'identité est possible

■ Pas de confidentialité des messages

32

Problèmes de sécurité

- Messages sont stockés en clair dans votre boîte au lettre sur le serveur de messagerie
- Garantie de délivrance ou d'intégrité d'un e-mail n'est jamais assurée
- Les solutions
 - | crypter les messages
 - | demander un acquittement explicite
- Le cryptage
 - | consiste à coder le corps du message à l'aide d'une ou plusieurs clés

33

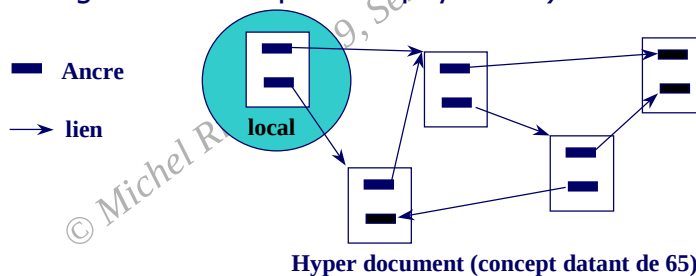
Quelques règles de bonne conduite

- Ne pas encombrer votre boîte aux lettres
 - | penser à rapatrier vos messages régulièrement
- Ne pas s'abonner à trop de listes de distribution
- Vérifier vos adresses avant d'envoyer un message
- Penser à la non confidentialité des messages
- Préparer le travail avec votre destinataires lors d'échange de fichiers attachés
- Programmes comme Netscape vous facilitent grandement le travail

34

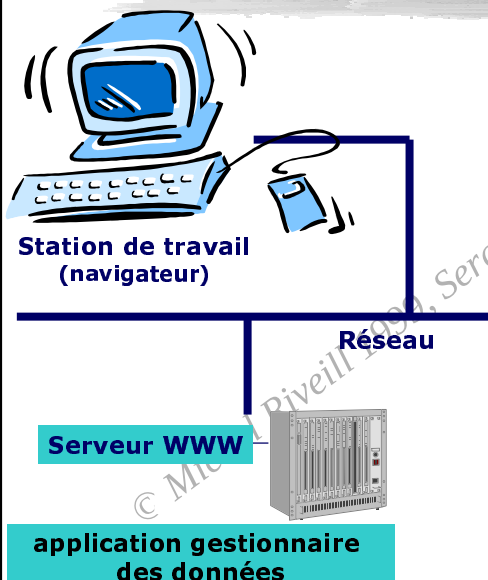
Le Web

- Problème : Permettre la recherche d'informations "multimédia" (texte, images, son) structurées dans des documents qui se référencent les uns les autres (documents hypermédias)
- Système d'information hypermédia sur l'Internet (conçu à l'origine au CERN pour les physiciens)



35

Caractéristiques de WWW : Architecture



■ Modèle client-serveur :

- ensemble de **serveurs** d'information (ordinateurs connectés à l'Internet)
- qui répondent à des requêtes (demande d'accès à un document ou demande d'exécution d'un programme)
- émises par des **clients** (eux-mêmes connectés à l'Internet), dont le rôle est de visualiser le résultat (ex : programmes Mosaic, Netscape, ...).

■ WWW est défini par :

- un identificateur universel de localisation (URI)
- un ensemble de protocole (HTTP, HTML)
- un ensemble de formats de données

36

Traits généraux du WWW

- WWW permet d'accéder à la plupart des informations
 - Pas de copies locales, le lien permet d'accéder à l'original.
 - Les liens permettent à la topologie de l'information d'évoluer.
 - Les documents peuvent être virtuels i.e. fabriqués par le serveur en réponse à une requête.
 - Ils peuvent donc représenter une vue d'une donnée qui change (travail en cours, donnée dépendante du temps)

37

WWW : la désignation des ressources

- L'URI est utilisé pour désigner une ressource (sans précision du type)
 - URI : Uniform Ressource Identifier
 - URI permet d'accéder de façon non ambiguë à n'importe quelle ressource située sur l'Internet
- L'URI est compact et imprimable.
- L'URI est composé de :
 - l'identification du protocole applicable,
 - une spécification du serveur (le nom complet qualifié Internet)
 - une adresse de port
 - le document identifié dans ce serveur et éventuellement la recherche à effectuer
 - de façon optionnelle la spécification de la partie du document à sélectionner quand le document sera affiché (ancrage).

38

Format d'un U.R.I

■ méthode://nom_de_machine:port/nom_de_fichier[#ancre \ ?paramètres]

- | méthode : nom du protocole (HTTP, gopher, ftp, telnet, wais, ...)
- | nom_de_machine : adresse IP de la machine qui contient la ressource
- | port : numéro du port TCP du programme qui gère la ressource sur le serveur
- | nom_de_fichier : chemin d'accès au fichier qui contient la ressource
- | #ancre : localisation d'une partie de document dans le fichier (ancre cible)
- | ?paramètres : passage de paramètres à un programme

39

WWW : le protocole HTTP

■ HTTP (HyperText Transport Protocol)

- | développé pour permettre la recherche de documents. Ce protocole coordonne les communications entre le navigateur et les serveurs. Il est facilement implantable en shell script ou en C ou dans un autre langage. Il est architecturé pour minimiser le temps d'un aller retour entre le navigateur et un serveur.

■ Quelques requêtes HTTP

- | GET : récupération d'un document
 - réponse : en-tête MIME (méta information sur le contenu : type, longueur, codage) + contenu binaire
- | HEAD : obtenir des informations sur un document
- | PUT : mettre à jour un document
- | POST : insérer un nouveau document
- | ■ communique avec le serveur en mode connecté (TCP-IP)

40

HTTP

■ Exemple de requête

```
(telnet sirac.inrialpes.fr 80)
GET / HTTP/1.0
```

■ Exemple de réponse

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Thu, 23 Sep 1999 07:05:45 GMT
Server: Apache/1.2b7
Content-Type: text/html
Last-Modified: Wed, 26 May 1999 17:55:22 GMT
ETag: "2d89b-8f2-374c358a"
Content-Length: 2290

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 3.2//EN">
<HTML>
<HEAD>
  <TITLE>Projet Sirac</TITLE>
```

41

WWW : Le format des données

■ Le texte simple

- il est utilisé pour visualiser de simples documents ou le résultat de recherches dans une base de données.

■ HyperText Markup Language (HTML)

- C'est un sous ensemble du Standardized General Markup Language (SGML).
- Il permet grâce à des options de formatage d'utiliser un document décrit dans ce format aussi bien comme une documentation en ligne que comme un menu ou le résultat d'une recherche.
- Il permet également un formatage de l'hyper-texte dépendant du navigateur et de la définition des liens. Par exemple des indications spéciales permettent l'inclusion d'URI dans le texte afin de créer des liens et des ancres.

42

HTML

- S'appuie sur des balises (invisibles au moment de l'affichage) pour encoder la structure d'une page
 - | texte, paragraphes, sections, liens, images, ...
- Chaque balise commence par < et se termine par >
 - | texte <balise> texte affecté </balise> suite du texte
 - | texte texte en gras texte

43

Squelette d'un document HTML

```

<HTML>
<HEAD >
  <TITLE> Titre du document </TITRE>
</HEAD>

<BODY>
  texte du document
    <ADRESS> adresse de l'auteur
    </ADRESS>

  Suite du document
</BODY>

</HTML>

```

44

Les Navigateurs et Editeurs HTML

■ Navigateurs

- | Netscape Communicator
- | Internet Explorer (Microsoft)
- | Amaya (W3C Web Consortium)
- | HotJava (Sun)
- | Mosaic, Lynx (domaine public)

■ Editeurs

- | Editeurs de fichiers textes quelconque (écriture en HTML dans le Texte)
- | Netscape Composer (suite Communicator)
- | FrontPage (Microsoft)
- | Amaya (W3C)
- | ...

45

Inquiétudes liées au WWW

- Pas de règles pour la présentation de l'information
 - | Propositions autour des feuilles de styles, XML, DTD, ... faites par le W3C
- Augmentation importante du trafic réseau
- Validité de l'information ainsi que des adresses pointées par les URI
- Sécurité due à l'arrivée de services commerciaux
 - | Commerce électronique, paiement par Carte de crédit, micro-paiement,
 - | Confidentialité des informations, cryptage, ...

46

Quelques règles

- Utiliser des moteurs de recherches
 - | sites spécialisés avec interrogations par mot-clés
- Créer votre propre annuaire de sites WWW classés par thème
- L 'URI d 'une entreprise est souvent du type:
 - | <http://www.entreprise.com>
- Vérifier la validité des liens, ainsi que les dates de mise à jour si elles sont indiquées
- Attention à la non-confidentialité des informations
 - | vos requêtes peuvent être identifiées (voir interceptées et lues) par n'importe qui

47

Moteur de recherche

- En France
 - | <http://www.yahoo.fr>
 - | <http://www.voila.fr>
 - | ...
- Dans le monde
 - | <http://www.yahoo.com>
 - | <http://www.altavista.com>
 - | <http://www.hotbot.com>
 - | <http://www.lycos.com>
 - | et looksmart, GoTo.com, Excite, Netscape, ...

48

Architecture des réseaux

Architecture en couches

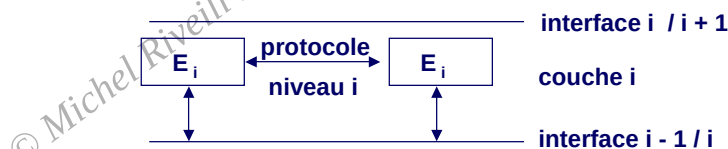
- Gérer la complexité
 - une couche de protocole correspond à un module indépendant (entité de protocole)
- Une couche de protocole supporte
 - format commun de données : unité de données
 - PDU : Protocol Data Unit
 - un ensemble de règles de coopération : procédure
 - peer-peer procedure
 - une interface de service
 - SAP : Service Access Point
- Chaque couche
 - possède une interface
 - connect, send, receive, disconnect
 - utilise des unités de protocole (PDU) composées :
 - entête : fonction de contrôle
 - données opaque pour le protocole
 - fournit des procédures
 - actions pour mettre en œuvre le protocole
 - par exemple : retransmission en cas d'erreur

49

Architecture des réseaux

Définitions

- Service
 - Ensemble des fonctions offertes par une ressource
- Interface (SAP)
 - Ensemble des règles et des moyens physiques nécessaires pour accéder à un service.
- Protocole
 - Ensemble de conventions réglant les échanges entre des entités qui coopèrent pour rendre un service.
- Architecture en couches



50

Architecture des réseaux

Description des protocoles

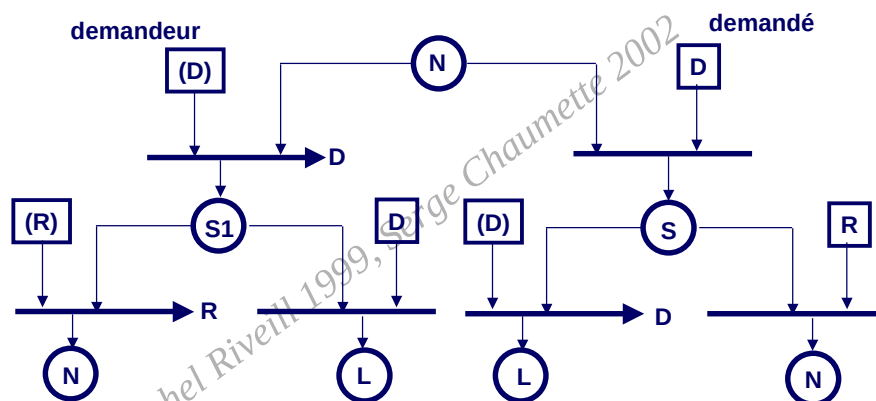
Les Réseaux d'évaluation de Nutt

- Ce sont des graphes orientés qui possèdent trois types de nœuds :
 - Un état est représenté par un disque ○
 - Un requête est représentée par un rectangle □
 - Une transition est représentée par une barre horizontale —
- A chaque transition on peut associer des actions :
 - l'émission d'une requête est notée : →
 - Une requête complexe est représentée par l'appel d'une procédure
 - L'état final peut dépendre d'une condition C prenant ces valeurs dans $C_1, C_2, \dots, C_n$.

51

Architecture des réseaux :

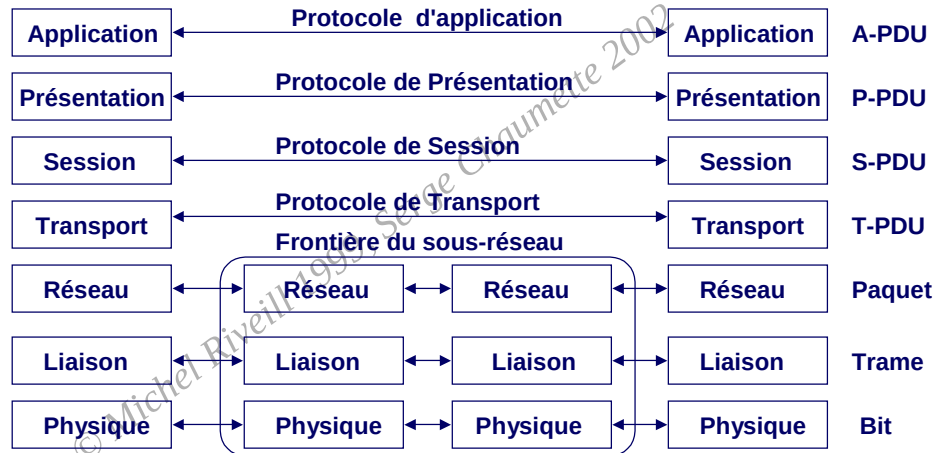
description des protocoles



Protocole simplifié d'ouverture d'une communication

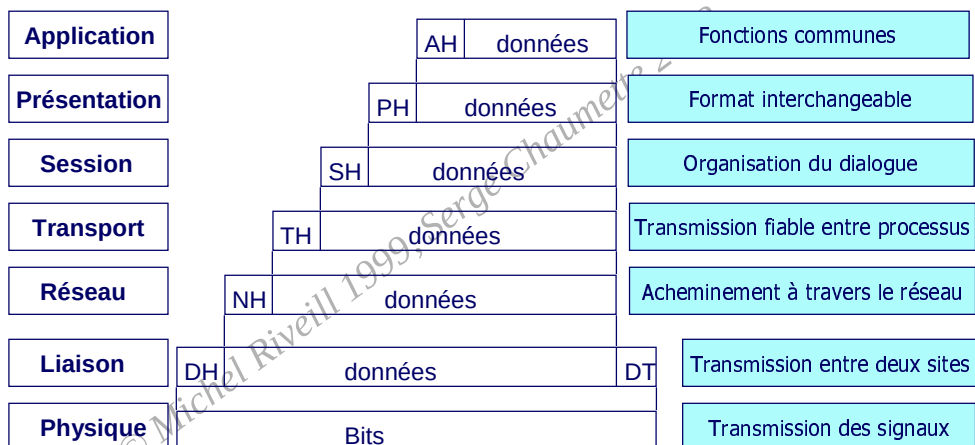
52

Le modèle OSI : l'architecture en couches



53

Le modèle OSI : les données



54

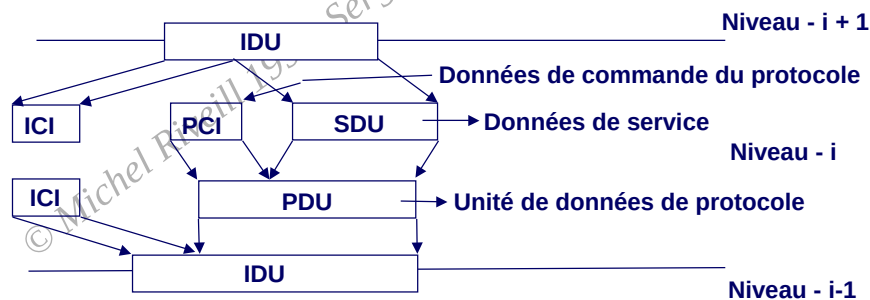
Une version simplifiée du modèle OSI : les protocoles de l'Internet

- Applications FTP, WWW, Telnet, SNMP
- Transport entre 2 processus : TCP, UDP
- Réseau routage : IP
- Transmission entre 2 sites : pas de protocole spécifique

55

Services : terminologies

- Unité de données d'interface ou IDU
 - ce sont les données utilisées par deux niveaux adjacents pour échanger de l'information.
 - ICI : entête pour niveau i-1
 - PCI : données de commande du protocole (pour niveau i)
 - SDU : données applicatives (transmise sans modification)



56

Services : types de services

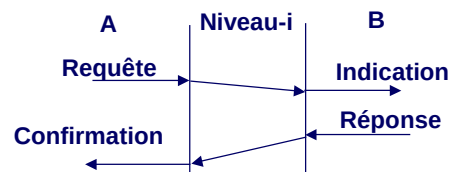
■ Service orienté connexion

- Trois phases de communication : établissement ou ouverture de la connexion, la communication proprement dite et la rupture ou fermeture de la connexion.
- Exemple : le téléphone

■ Service sans connexion

- On envoie et on reçoit sans préalable.
- Exemple : le courrier

■ Primitives de service



57

La standardisation dans les réseaux : les organismes (1)

■ Internationaux

- Comité Consultatif International pour le Télégraphe et le Téléphone : CCITT
- International Organisation for Standardization : ISO
- Commission Electrotechnique Internationale : CEI

■ Nationaux : USA

- American National Standard Institute : ANSI
- Electronic Industries Association : EIA
- Institute of Electrical and Electronic Engineers : IEEE
- National Bureau of Standard : NBS
- National Communications Systems : NCS

58

La standardisation dans les réseaux : les organismes (2)

■ Européens

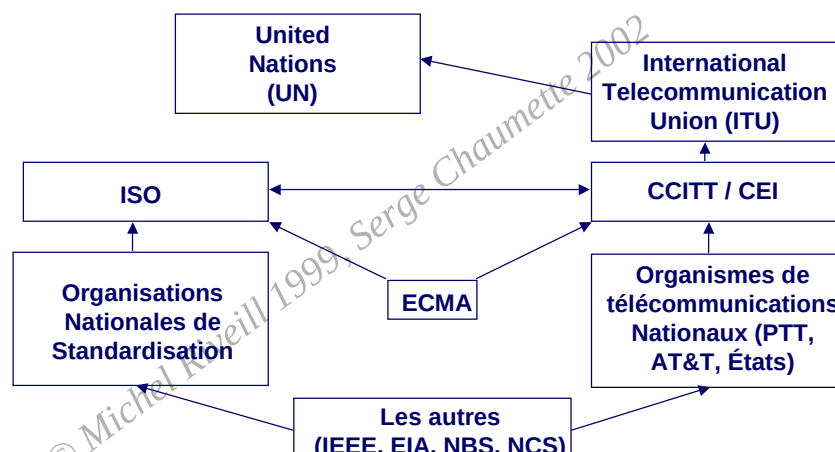
- Comité Européen des Normes : CEN
- Conférence Européenne des Postes et des Télécommunications : CEPT
- European Computer Manufacturers Association : ECMA
- European Telecommunication Standard Institute : ETSI

■ Français

- Association Française de Normalisation : AFNOR
- Union Technique de l'Electricité : UTE
- France Télécom.

59

La standardisation dans les réseaux : les relations inter-organismes



60

Pour s'exercer...

- Quelle est l'adresse d'AltaVista
 - nslookup altavista.digital.com
- Quelle est le débit binaire et le temps AR entre votre station et AltaVista
 - ping -s altavista.digital.com 1450
- Quelle est le nombre de routeurs traversés ?
 - traceroute altavista.digital.com
- Faites la même chose avec différents serveurs :
 - www.ensimag.imag.fr
 - www.imag.fr
 - www.inria.fr
- Récupérer un document HTML sur le WWW « à la main »
 - la page d'accueil des notes de cours (<http://sirac.inrialpes.fr/~riveill/cours>)
 - telnet sirac.inrialpes.fr 80
 - GET /~riveill/cours HTTP1.0 (terminé par CR LF)
 - examiner l'entête MIME et le contenu
- Consulter à l'aide de Netscape la page « réseau » :
 - http://dir.yahoo.com/Computers_and_Internet/Communications_and_Networking/

61

Bibliographie

- Bibliographie :
 - A. Tananbaum, "Computer Network", Prentice-Hall, 1997.
Ouvrage de base, existe en français
 - U. Black, "Computer Network Protocols, Standards, and Interfaces", Prentice-Hall.
 - W.R. Stevens, « TCP-IP Illustratedn vol 1 », Addison-Weskey, 1994.
Utile pour les TPs, existe en français
 - C. Macchi, J. F. Guilbert, "téléinformatique", Dunod

62