Introduction aux réseaux informatiques

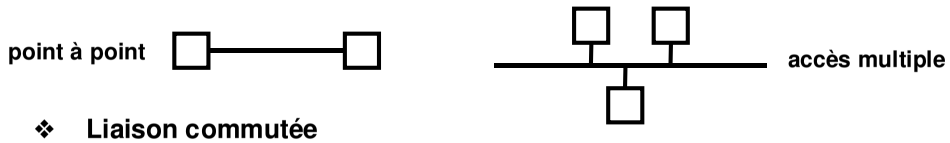
- **Un réseau informatique (*computer network*) est un système de communication (ensemble matériel + logiciel) qui permet à un ensemble d'ordinateurs (au sens large) d'échanger de l'information**
  - **sens large : points d'accès, terminaux de paiement, téléphones, capteurs divers, etc.**
- **L'échange d'information n'est pas une fin en soi. Les réseaux servent avant tout à réaliser des services**
  - **accessibles à partir de tout organe connecté au réseau**
  - **mis en œuvre par un ensemble d'ordinateurs sur le réseau**
  - **exemples de services**

le courrier électronique (*mail*)	l'accès au World Wide Web
le transfert de fichiers (*ftp*)	les services utilisant le Web :
l'accès à distance (*telnet*)	documentation, commerce électronique, etc.

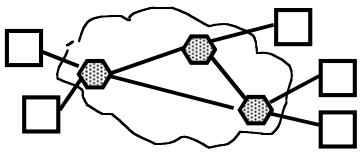
- **Lien entre réseaux et systèmes d'exploitation**
  - **Le réseau (support de communication) comme organe d'entrée-sortie**
  - **le réseau (ensemble de serveurs) comme super-machine**

Types de réseaux (1)

- **Les réseaux peuvent être classés selon différents critères**
  - **Nature de la liaison entre les organes connectés (nœuds)**
    - **Liaison directe**
      - **il y a un lien direct entre deux nœuds du réseau**



    - **Liaison commutée**
      - **la liaison passe par des organes intermédiaires**



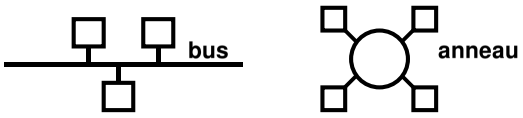
(analogie avec le réseau téléphonique commuté)

    - **Les supports physiques de la communication peuvent être divers**
      - **paires de fils, câble coaxial, fibre optique, radio, etc**
  - **Couverture géographique (réseau local, à grande distance, etc)**

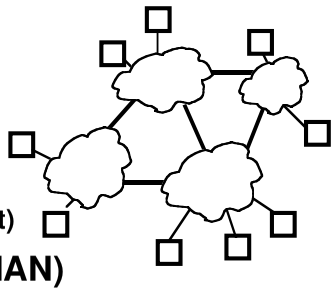
Types de réseaux (2)

La classification par étendue de la couverture géographique est souvent utilisée, bien que non stricte

- **Réseaux locaux (*Local Area Networks*, LAN)**
  - Communication au sein d'une organisation (département d'entreprise, etc.)
  - Administration unique
  - Couverture géographique limitée (~1 km)
  - Débit élevé, taux d'erreur faible
  - Topologies diverses : bus, anneau



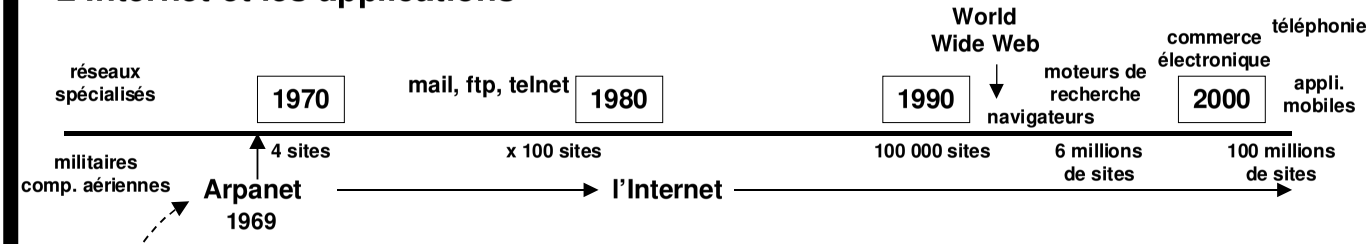
- **Réseaux à grande distance (*Wide Area Networks*, WAN)**
  - Communication entre des organisations diverses
  - Administrations multiples
  - Couverture géographique étendue : un pays, toute la planète
  - Débit variable, taux d'erreur parfois non négligeable
  - Topologie maillée ; interconnexion de réseaux (exemple : l'Internet)



- **Réseaux métropolitains (*Metropolitan Area Networks*, MAN)**
  - Intermédiaires entre LAN et WAN - qq dizaines de km, ville ou région
- **Autres réseaux**
  - Interconnexion de grappes de machines (*clusters*) - *Desk Area Networks* (DAN)
  - Réseaux de mobiles

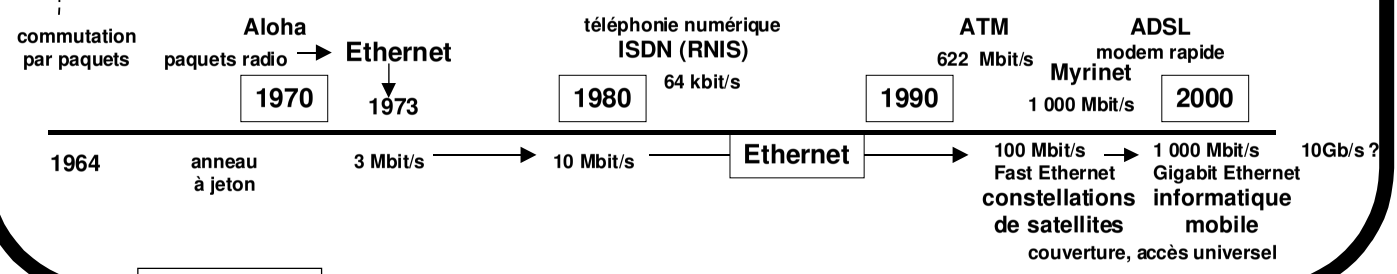
Bref historique des réseaux informatiques

L'Internet et les applications



Outils logiciels — appel de procédure à distance — CORBA — Java — client-serveur

Quelques avancées technologiques



Performances des réseaux (1)

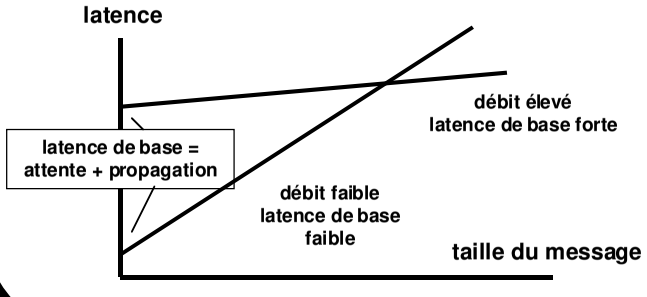
- **Deux mesures principales de performance**
  - Débit (*throughput)* : quantité d'information par unité de temps. Unité : bit/s (Kbit/s, Mbit/s, …
    - une mesure corrélée au débit est la bande passante (Hz, KHz, ...), cf plus loin
  - Latence *(latency*) : temps écoulé entre l'émission d'un bit et sa réception. Unité : s (ms, µs, …
    - on s'intéresse aussi parfois au temps d'aller-retour (*round trip time* ou RTT)
- **Facteurs de performance**

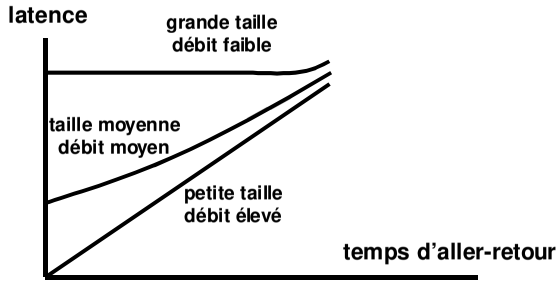
Latence = durée de transmission + temps de propagation + temps d'attente

  - Durée de transmission : taille du message / débit
    - c'est le temps nécessaire pour transmettre les données
  - Temps de propagation : distance / vitesse de propagation
    - c'est le temps nécessaire pour que les données aillent de l'émetteur au récepteur
  - Temps d'attente
    - c'est le temps "perdu" par le système de communication (notamment à cause de l'occupation des ressources)
  - La somme (temps de propagation + temps d'attente) est un délai incompressible (temps écoulé avant de recevoir le 1-er bit d'un message)

Performances des réseaux (2)

- **Débit et latence ont un impact variable selon les applications**
  - Exemple 1 : message bref (interaction question-réponse)
    - Envoi 1 Kbit, retour 1 Kbit, distance 10 000 km. Temps incompressible d'aller-retour = 100 ms (si vitesse = 2c/3). Temps de transmission = 1 ms à 1 Mbit/s, 0,01 ms à 100 Mbit/s.
    - Conclusion : la latence est dominante, le débit a peu d'influence
  - Exemple 2 : message très gros (fichier multimédia)
    - Envoi 100 Mbit, distance 10 000 km. Temps incompressible de propagation = 100 ms. Temps de transmission = 100 s à 1 Mbit/s, 1 s à 100 Mbit/s.
    - Conclusion : le débit est dominant, la latence a peu d'influence



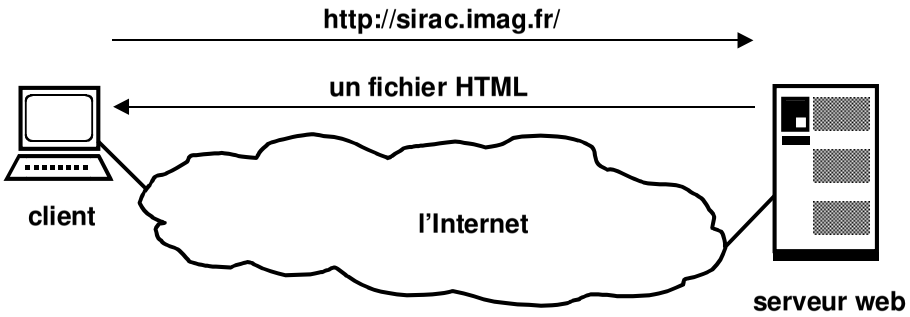


Qualité de service

- La qualité de service (*Quality of Service*, QoS) désigne un ensemble de facteurs de qualité nécessaires aux besoins d'une application particulière
  - Cette définition est générique et doit être précisée dans chaque cas
  - Les besoins en QoS dépendent de la nature des applications
- Exemples
  - Faible taux d'erreur (probabilité pour qu'un bit ou un message soit perdu ou modifié)
    - nécessaire si les données sont peu redondantes
  - Stabilité de la latence (absence de gigue)
    - nécessaire pour les applications multimédia (son et vidéo)
  - Garantie d'une limite supérieure sur la latence
    - nécessaire pour les applications critiques liées au temps réel
- Garanties de qualité de service
  - Problème difficile !
  - Voies d'approche : réservation de ressources

Comment fonctionne un réseau ? (1)

une requête sur le Web

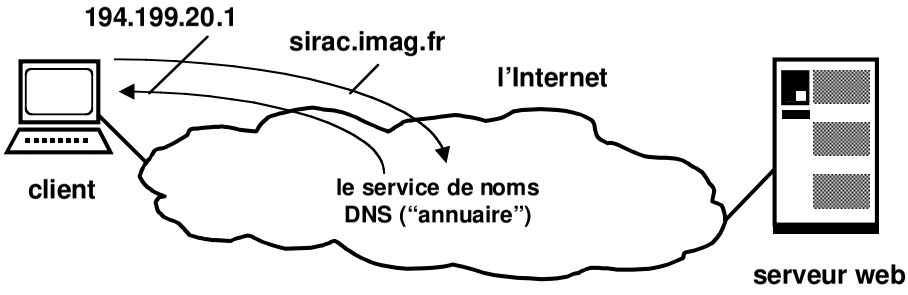


Vu de l'utilisateur
- on clique sur un lien
- on reçoit une "page web" qui s'affiche sur l'écran

Sur la station client
- le programme navigateur envoie une requête au serveur correspondant à l'URI (*Uniform Resource Identifier*) associée au lien
- (si tout se passe bien) le programme navigateur reçoit un fichier HTML qu'il sait afficher sur l'écran

Sur le réseau, il faut :
- trouver le bon serveur (celui qui correspond à l'URI)
- transporter la requête depuis la station client vers le serveur
- transporter le fichier depuis le serveur à la station client

Comment fonctionne un réseau ? (2)

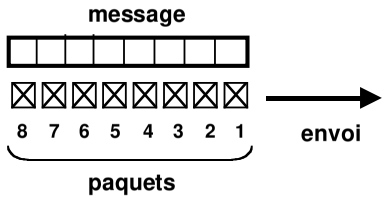


Première étape : localiser le serveur

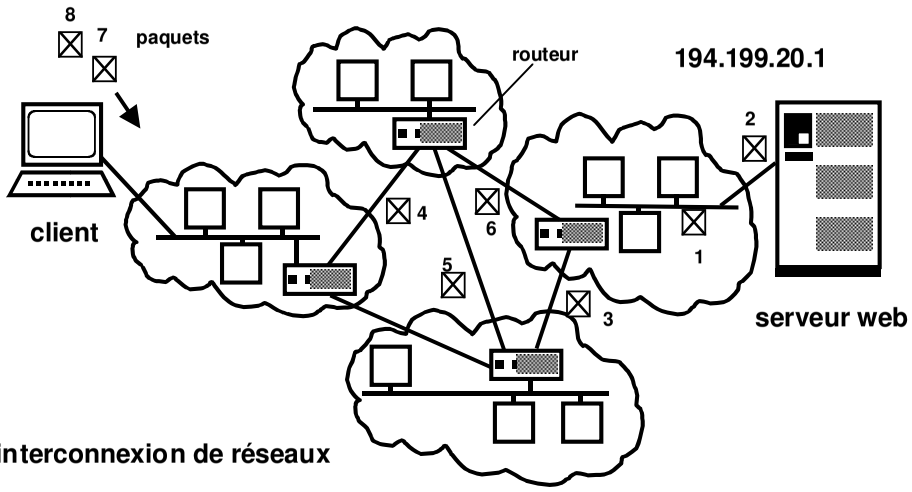
- Via le service de noms de l'Internet (DNS) qui associe un nom à une "adresse IP"
- Toute machine connectée à l'Internet a une adresse IP
- Question : comment trouver l'annuaire ?
- Réponse : on connaît l'adresse IP d'un point d'entrée

Deuxième étape : envoyer la requête au serveur

- Comment est transmise la requête ?
- La requête est un message (une suite de bits).
- Elle est découpée en "paquets" de taille fixe
- Chaque paquet est envoyé sur le réseau



Comment fonctionne un réseau ? (3)



L'Internet est une interconnexion de réseaux (*internetwork)*
Les réseaux sont reliés entre eux par des routeurs

Chaque paquet contient son numéro et son adresse de destination. Quand il arrive sur un réseau, et que le site destinataire n'en fait pas partie, le paquet est transmis à un routeur.
Les routeurs contiennent les informations qui permettent d'acheminer le paquet vers son site destinataire

Comment fonctionne un réseau ? (4)

Fonctionnement du serveur

Le serveur reconstruit le message initial en mettant les paquets dans l'ordre de leurs numéros
Que fait le serveur à la réception de la requête ?

Le site serveur interprète la requête comme une demande de fourniture de fichier (HTML)
Il envoie le fichier au client (sous forme d'une suite de paquets, comme précédemment)

Que se passe-t-il si un paquet s'est perdu, ou a mal été transmis ?

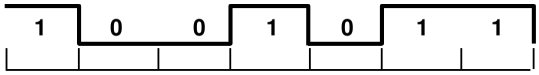
Le destinataire est capable de le détecter et demande qu'on lui renvoie le paquet manquant ou erroné.

Transmission de l'information

Comment sont transmis concrètement les paquets ?

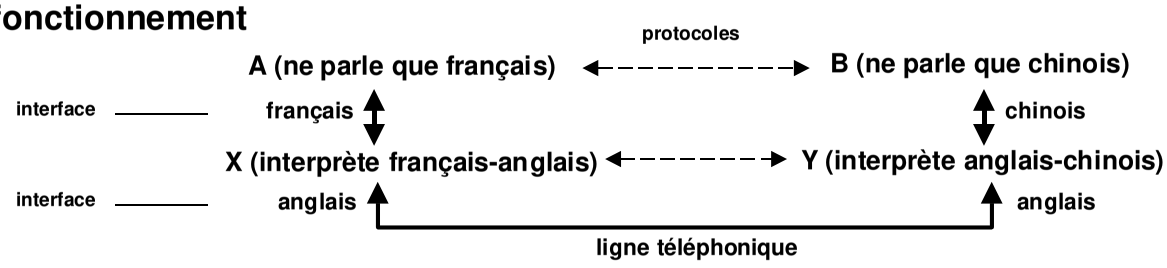
Chaque paquet est une suite de bits. La transmission utilise un support physique : fils, fibre optique, ondes radio, etc., sur lequel sont envoyés des signaux (électriques, lumineux, etc.). Chaque bit (0 ou 1) est représenté par une configuration particulière du signal

Exemple



Notions de protocole et d'interface (1)

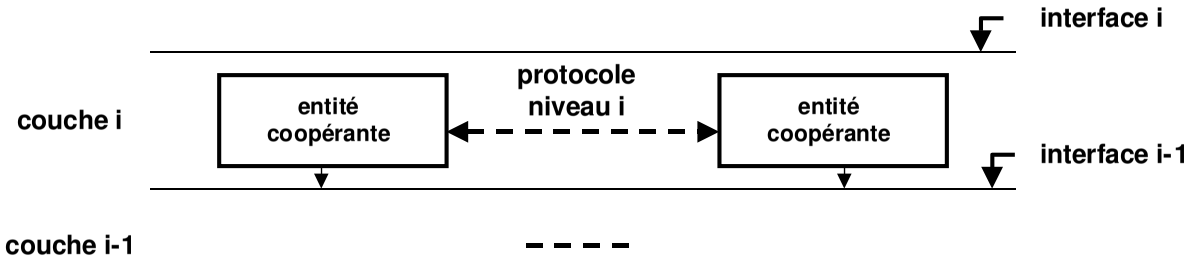
- L'exemple de la requête sur le web permet d'identifier divers "niveaux" d'échange entre le client et le serveur
  - le niveau de l'application : le client clique sur un lien, le serveur renvoie une page web
  - le niveau des messages : le client envoie un message contenant une URI, le serveur renvoie un message contenant un fichier HTML
  - le niveau des paquets : le message du client est découpé en paquets, les différents routeurs du réseau les acheminent vers le serveur (idem pour le retour)
  - le niveau de la transmission des bits : pour envoyer les paquets, chaque bit (0 ou 1) est transmis comme un signal électrique sur une ligne.
  - chaque niveau utilise les fonctions du niveau inférieur
- Les notions de protocole et d'interface visent à représenter ce mode de fonctionnement



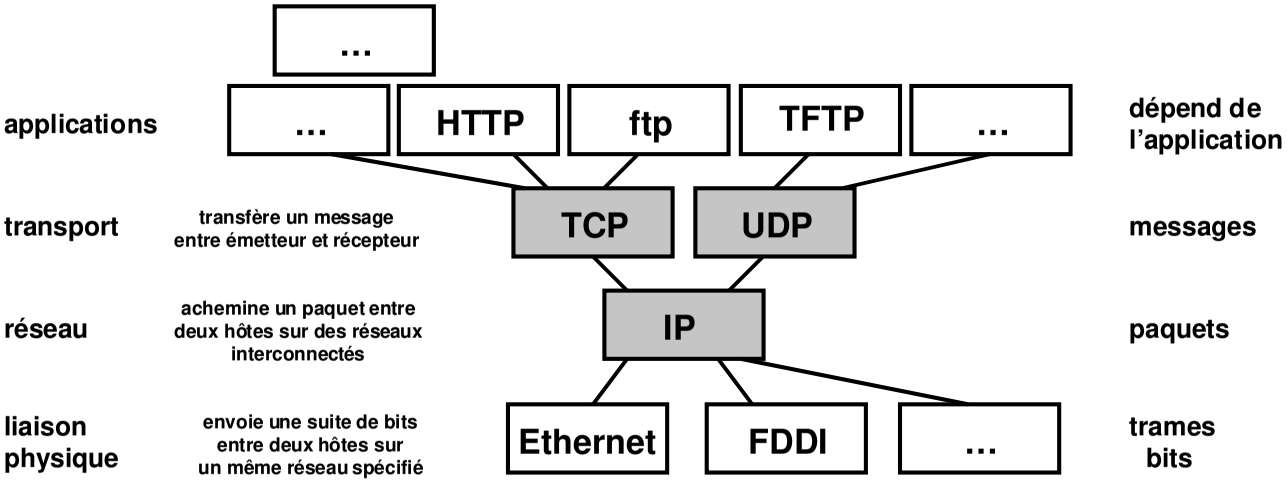
Analogie : deux personnes peuvent dialoguer même si elles ne parlent pas la même langue

Notions de protocole et d'interface (2)

- Interface (d'un service) : ensemble de fonctions (logicielles ou matérielles) et de règles d'accès utilisables pour accéder au service
- Protocole : ensemble de conventions définissant les échanges entre des entités qui coopèrent pour réaliser un service
- Relations entre protocoles et interfaces
  - une interface définit l'accès à un service, un protocole définit la réalisation d'un service
  - la construction d'un protocole utilise souvent des protocoles de niveau inférieur (plus élémentaires), en accédant à leurs interfaces
- Protocoles en couches

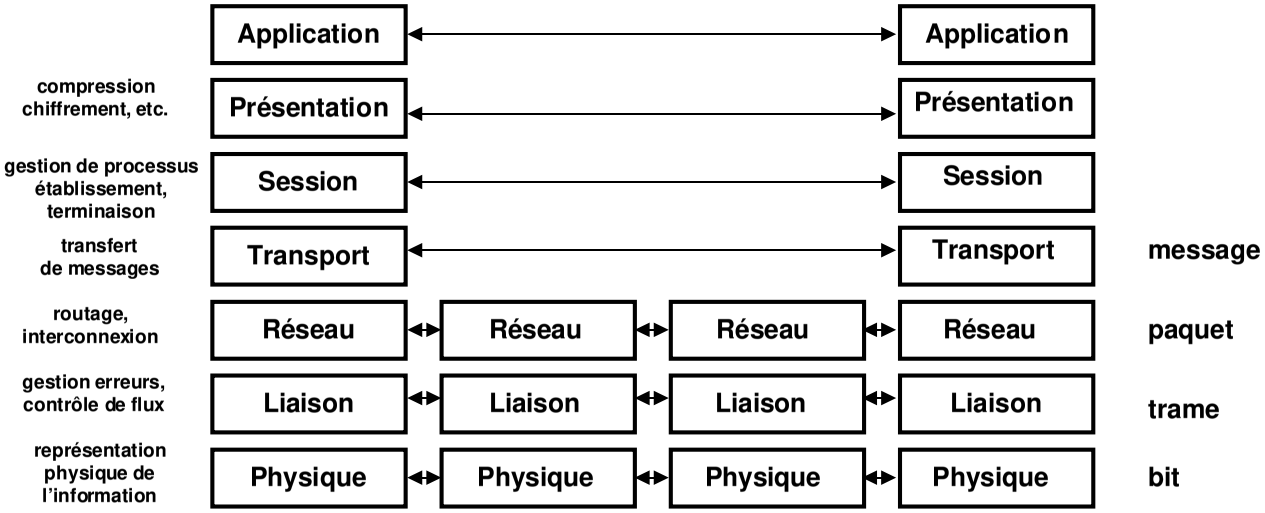


Les protocoles de l'Internet



HTTP : HyperTexte Transfer Protocol : protocole du Web
TFTP, FTP : (Trivial) File Transfer Protocol : transfert de fichiers
TCP :Transmission Control Protocol : transport en mode connecté
UDP : User Datagram Protocol : transport en mode non connecté
IP : Internet Protocol : Interconnexion de réseaux, routage

Les protocoles normalisés de l'ISO (International Standards Organisation) *Open Systems Interconnection* (OSI)



Les protocoles OSI servent plutôt de cadre de référence pour la définition des fonctions que de normes de réalisation. La normalisation de fait est autour de TCP/IP

Résumé de la séance 6

- **Introduction aux réseaux informatiques**
  - Types et caractéristiques (LAN, MAN, WAN, mobiles, etc.)
  - Performances : latence, débit. Qualité de service
- **Protocoles et interfaces**
  - Fonctionnement d'ensemble d'un réseau
  - Notions de protocole et d'interface
  - Protocoles en couches, fonctions des principales couches
- **Plan de la suite**
  - Exemples de protocoles de réseaux locaux : Ethernet, FDDI
  - Interconnexion de réseaux, routage ; le protocole IP
  - Transport de messages, applications

Bibliographie sommaire sur les réseaux

A. Tanenbaum, *Les réseaux*, 3-ème édition, Dunod, 1996

L. Peterson, B. S. Davie, *Computer Networks, a systems approach*, 2nd edition, Morgan Kaufmann, 1999 (il existe une traduction française, mais seulement pour la 1-ère édition actuellement)

G. Gardarin, O. Gardarin, *Le client-serveur*, Eyrolles, 1996