

Objectifs du cours

- Comprendre les fondements de l'Internet et de ses applications
- Comprendre comment utiliser les outils réseau et Internet dans un contexte professionnel ou personnel
- S'initier à la gestion de ressources réseau d'une entreprise ou d'un institution
- Apprendre les éléments de base pour développer dans l'entreprise des applications nouvelles basées sur les réseaux
- Comprendre les tendances de l'évolution technologique pour s'adapter et anticiper efficacement

Contenu global du cours

- Architecture de l'Internet
- Architecture des applications et services répartis : le modèle client-serveur
- Applications et services Internet basé le modèle client-serveur
 - Annuaire (DNS)
 - Le Web et les services intermédiaires nécessaires
- Le modèle de coopération P2P
- Exemples d'applications et services basés sur P2P
- Sécurité et administration

Rappel des notions de base

Technologies réseau

Commutation de circuits

Commutation de paquets

Protocole de communication

Architecture de systèmes de protocoles

Technologies des réseaux

- Un réseau est un ensemble de machines interconnectées par un médium de communication
- Un médium de communication est caractérisé par sa bande passante : la quantité d'information qu'il peut transporter par unité de temps)
- On distingue trois types de technologies réseaux
 - Réseaux locaux (Local Area Network –LAN)
 - Réseaux grande distance (Wide Area Network –WAN)
 - Réseaux métropolitains (Metropolitan Area Network –MAN)

Technologies des réseaux :

Réseaux locaux

- Les machines connectées sont sur un même site géographique
- Deux types d'architectures
 - Machines reliées à un bus
 - Machines reliées en anneau
- Communication directe entre émetteur et récepteur
- Communication par diffusion
- Méthodes de résolution de conflits d'accès
 - CSMA, Jeton, etc
- Latence faible ; bande passante de (10 à 100 Mb/sec)
- Faible probabilité de fautes

Technologies des réseaux : réseaux grande distance

- Ensemble de canaux de communication reliant des ordinateurs dédiés, les commutateurs (Packet Switching Exchange)
- Les commutateurs sont responsables du chemin suivi par chaque paquet
- Les paquets sont d'abord stockés dans les commutateurs, ensuite relayés à leurs destinataires
- Deux types de commutation
 - Commutation de circuits
 - Commutation de paquets

Commutation de circuits

- Communication de lignes analogiques
 - initialement manuelle, puis électronique
 - Problèmes : fiabilité et coûts en grande distance, passage à l'échelle (nombre d'abonnés)
 - Évolution : digitalisation des centraux de commutation, du réseau de signalisation, et des artères inter-centraux
- Réseau numérique avec intégration de services (RNIS)
 - Digitalisation de bout en bout, jusqu'au terminal d'abonné, PABX ou poste téléphonique
- Asynchronous Transfert Mode (ATM)
 - Téléphonie du futur : visiophonie numérique, hauts débits, ..

Réseaux RNIS

- Téléphonie numérique de bout en bout, norme ITU
- Unité de connexion :
 - Le circuit numérique synchrone à 64 Kbits/sec dit “canal B”
 - Un octet toute les 125 micro-secondes
 - Circuit de qualité vocale ou données
- Raccordement
 - S0 : 2 canaux B (plus un canal de signalisation)
 - 2 : 30 “canaux B” (plus un canal de signalisation) pour PABX
- Type de service
 - Le standard RNIS s’arrête souvent à la porte de l’entreprise

Réseaux ATM

- Asynchronous Transfert Mode
- RNIS : centraux numériques à commutation synchrone basé sur l'octet
- ATM : commutation asynchrone basée sur des cellules de 56 Octets
- Objectif : Offrir des unités de connexion plus souple que le RNIS et des débits plus rapides (e.g. canaux à haut débit pour l'image numérique, pour des données)
- Normalisation à l'ITU afin de permettre l'interconnexion des réseaux téléphoniques
- Principe de la commutation des circuits synchrone conservé pour les applications vocales ou de visio-conférence

Téléphonie et informatique

- Succès de téléphonie en vocale : service universel
 - Couverture géographique, économique et sociale globale (tout le monde a le téléphone et tous les pays sont interconnectés)
 - Coûts des équipements faibles
 - Modèle simple : numérotation, connexion
- Mais échec comme support de base pour l'informatique
 - Ce ne sont plus des personnes qui dialoguent, mais des programmes
 - Problèmes liés à la commutation de circuits
 - Limitation de débit liée au modèle vocal (réseau de canaux synchrones à 64 Kbits/sec : cher et peu rapide)
 - Coût pour l'utilisateur lié au principe de facturation au temps
 - Disponibilité limitée, monopolisation de ressources (occupation des lignes)
 - Le modèle connecté limite les possibilités d'échanges avec des entités distantes multiples (1 service distant versus N services distants)

Commutation de paquets sur circuits commutés

- Réseau téléphonique commuté, exploité en mode numérique, permet un accès universel aux réseaux à commutation de paquets
- Technologie utilisée par les fournisseurs d'accès réseaux (e.g. Internet Providers)
- L'option concurrente : accès en commutation de paquets sur réseaux cablés

Commutation de paquets

- Avant d'être émis, le message de l'application est découpé par un **service réseau** en une suite de paquets; un paquet est un bloc d'information de taille réduite et bornée (e.g. 256, 1500 octets selon le réseau)
- Les paquets des différents applications sont acheminés par le service réseau, indépendamment les uns des autres
- Ce service réseau est implanté par un ensemble de machines appelés commutateurs de paquets
- Arrivés à destination, les paquets d'une applications sont rassemblés dans le bon ordre pour lui être ensuite délivrés

Avantages et limites de la commutation par paquets

- Résout bien les problèmes suivants
 - Partage de ressources effectif, sans monopolisation de ressources de connexion
 - Facturation naturelle au volume d'information
 - Disponibilité de services, accès immédiat, utilisation optimale de la ressource bande passante, pas de limitation en débit
- Répond mal aux besoins des échanges synchrones
 - Audio/vidéo interactive : problème de qualité de service en cas charge du réseau
 - Problèmes inhérents au caractère asynchrone de la commutation de paquets (le rythme de réception n'est pas synchronisé sur une horloge donnée).

Protocole de communication

- Un protocole de communication définit un ensemble de règles et formats que chaque entité communicante doit respecter pour se faire comprendre du partenaire
- Un protocole spécifie les types et les formats de messages à échanger, ainsi que les types et formats de réponses
 - Un message est une unité logique de taille quelconque
 - Un message contient des informations permettant d'identifier les machines émettrices et destinataires
 - Exemples de protocoles: HTTP, TCP, NTP, etc

Structure en couches

- Permet un découpage conceptuel de différentes tâches mises en œuvres dans la réalisation des applications réseaux (transfert de fichiers, courriers électronique, interrogation de bases de données, accès à des documents Web, etc)
- Une couche peut donc être vue comme un module
- Une couche offre une interface bien définie aux couches supérieures qui l'utilisent
- Chaque couche implante un protocole
- Suite de protocoles
 - Hiérarchie complète des couches de protocoles
 - Exemples
 - Suite OSI (modèle de référence OSI)
 - Suite de protocoles Internet

Le modèle OSI

- Résultat des travaux des comités de normalisation de l'ISO (International Standard Organisation)
- Modèle d'Interconnexion de systèmes ouverts
- Réunit les grands acteurs de l'informatique et de télécommunications
- La normalisation des couches basses consacre des technologies en cours de déploiement dans les réseaux publics ou les réseaux grande distance propriétés des grands constructeurs ; RS232, HDLC, X25.3

Les sept couches OSI

- Le modèle OSI propose une série de niveaux technologiques pour une normalisation globale
 - Physique : Caractéristiques des connexions physiques (connecteurs, voltage, ...)
 - *Liaison* : Connexions fiabilisées par un réseau physique
 - *Réseau* : Connexions fiabilisées vers de sites distants, via n liaisons (X25)
 - *Transport* : Connexion de bout en bout entre Applications ; assure le contrôle de flux et offre la notion de point d'accès
 - *Session* : Mode d'exploitation (Full ou Half Duplex) d'une connexion
 - *Présentation* : XDR (extended Data Représentation), modélisation des terminaux, format de documents
 - *Application* : X400 (messagerie) X500 (gestion de noms)

Modèle OSI et connexion aux réseaux publics

- Ne cherche pas à résoudre le problème d'interconnexion des technologies réseau déjà déployés sur les sites industriels et les campus universitaires, mais davantage à proposer des technologies normalisées pour accéder à des réseaux publics
- Aujourd'hui, le modèle OSI concerne essentiellement les normes à respecter dans les couches basses pour les connexions aux réseaux publics, ainsi que certaines technologies physiques (connecteurs V24, ...)
- La normalisation des couches hautes a eu moins de succès. Les développements effectués dans le cadre de l'initiative Internet, basés sur un modèle plus simple et pragmatique ont recueilli davantage d'adhésion

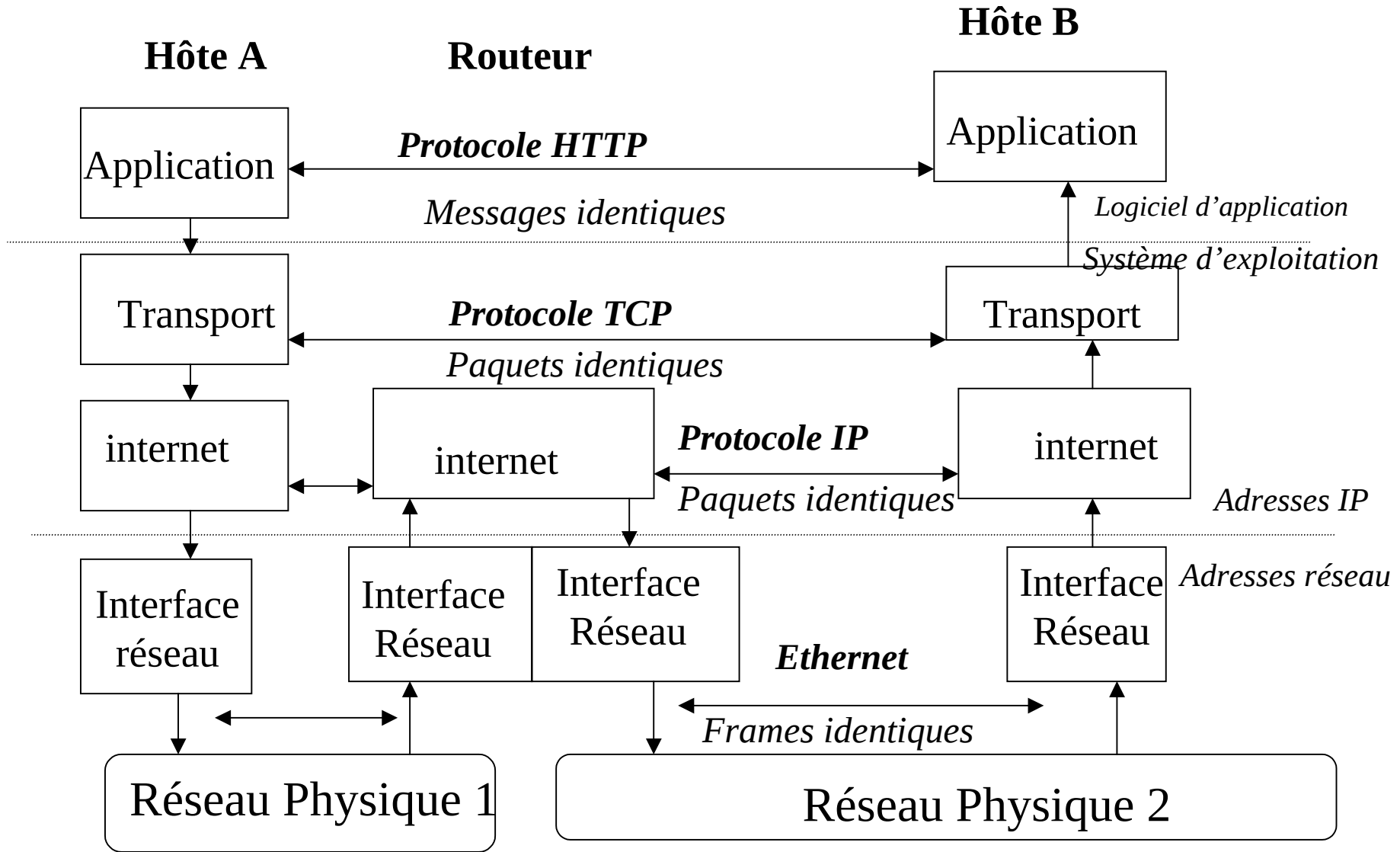
Modèle Internet

- But
 - Masquer à l'utilisateur et au programmeur la complexité des réseaux réels grâce au concept de réseaux virtuels universels interconnectables
- Modèle comprend quatre niveaux
 - Interface réseaux
 - Internet (Inter-Réseaux, c'est le niveau principal)
 - Transport
 - Application
- Processus de normalisation
 - Standards (correspondants à des RFC) élaborés par l'IETF (Internet Engineering Task Force)
 - IETF sponsorisé par une association internationale à but non lucratif, l'ISOC (Internet Society)
 - Interneic s'occupe de la gestion des réseaux internet

Internet, internets, intranet

- Un inter-réseau IP quelconque est un **internet** (avec un **i**)
- Le concept de réseau d'interconnexion global qui s'en déduit est celui d'**Internet** (avec **I**)
- Un réseau d'entreprise isolé de l'**Internet** par un *Pare-Feu* est un **intranet**

Architecture du modèle Internet



Niveau interfaces réseaux : interconnexions

- Pas de norme à ce niveau
- Prend en compte les technologies existantes et définit des moyens pour les exploiter
- Techniques de base
 - Encapsulation des paquets IP dans des trames de réseaux physiques
 - L'offre des fonctions d'adaptation (résolution d'adresse)
 - Ethernet : IP/Ethernet, Address Resolution Protocol
 - Liaison Point-à-Point analogique, numérique, commutée ou spécialisée : Point-to-Point Protocol

Niveau Internet : adressage, routage

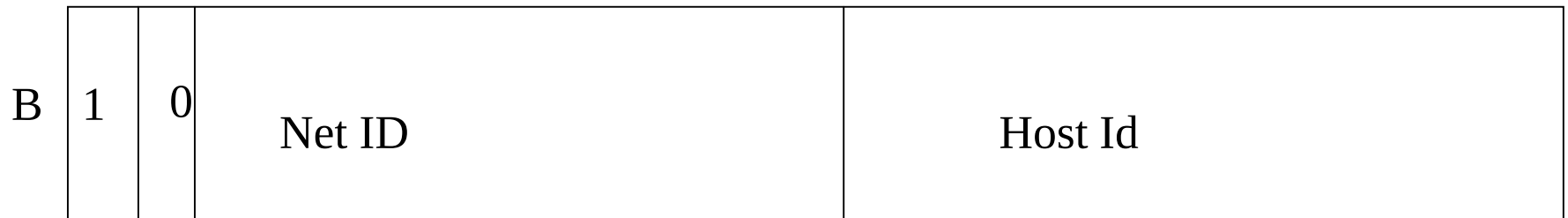
- Un service de commutation de paquets sans connexion, basé sur un protocole, dit Internet Protocol (IP)
- IP est capable de router tout paquet vers n'importe quelle destination, quelque soit le réseau physique de rattachement
- IP définit un adressage universel (adresse IP) et doit être implanté sur toutes les machines désirant participer au réseau
- Différentes classes d'adresses IP ont été spécialisées, pour des internets de tailles différentes. Un grand réseau peut être constitués de plusieurs sous-réseaux interconnectés.

Classes d'adresses IP (IP V4)

0 8 16 24



127 16M



16K

64 K



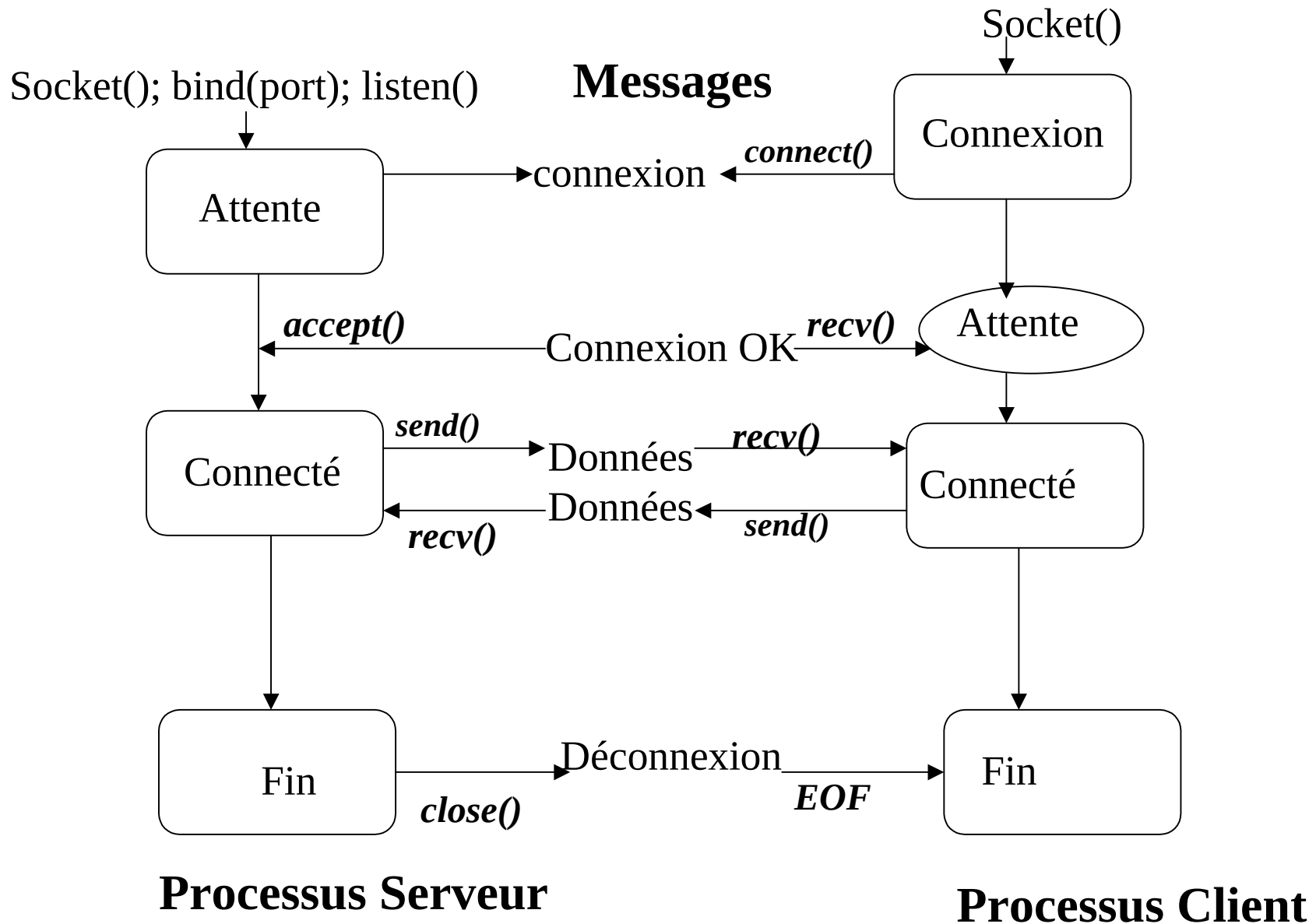
Niveau transport : TCP, UDP

- Définit les services de communication de bout en bout pour des applications réseau
- Deux services : TCP (Transport Control Protocol) et UDP (User Datagram Protocol)
- TCP permet à deux applications de communiquer en mode duplex sans perte de message
 - Chaque application est repérée par un numéro de port TCP
 - Une des applications (cliente) se connecte à l'autre qui attend (serveur)
 - Des ports publics sont définis pour les services standards
 - Les ports de valeur inférieure à 1024 sont réservés
 - Contrôle de flux:
 - Ralentit les émissions en fonction de la capacité d'absorption du récepteur
 - Détection et reprise sur erreur en cas de pertes de paquets liés à des erreurs ou des engorgements
 - Transport d'une marque de fin à la déconnexion.

Mode de connexion

- Mode datagramme
 - Messages transmis indépendamment à leurs destinataires
 - Pas de garantie concernant l'ordre de livraison des messages
 - Communication non fiable
 - Surcoût faible
- Mode connecté
 - Établissement d'un circuit virtuel entre l'émetteur et le destinataire
 - Flux de données transportées via le circuit virtuel
 - Surcoût important

Diagramme de connexion TCP



Couche Application

- Suit le modèle client / serveur
- Comprend plusieurs applications nécessaires à la gestion des réseaux de type internet
 - Service d'annuaire (domaine name service – DNS, Bind Protocol)
 - Service de transfert de fichiers (File Transfer Protocol --FTP)
 - Connexion à distance (Telnet Protocol)
 - Courrier électronique (Simple Mail Transport Protocol –SMTP)
 - Service de gestion et d'accès à des forums,
 - HTTP, etc
- Schéma de principe de la programmation TCP
- La notion d'URL permet la désignation d'une ressource sur l'Internet
 - <mailto:moi@site.fr>
 - <ftp://site/fichier>
 - <http://site/page>