

S21 - Architecture des réseaux

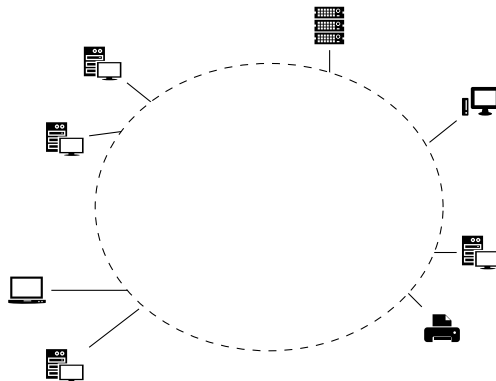
Introduction

Cédric Wemmert

IUT Robert Schuman – Département Informatique

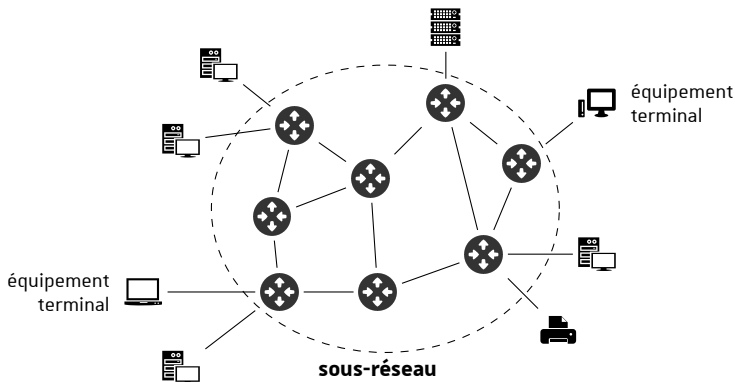
wemmert@unistra.fr

Qu'est-ce qu'un réseau informatique ?



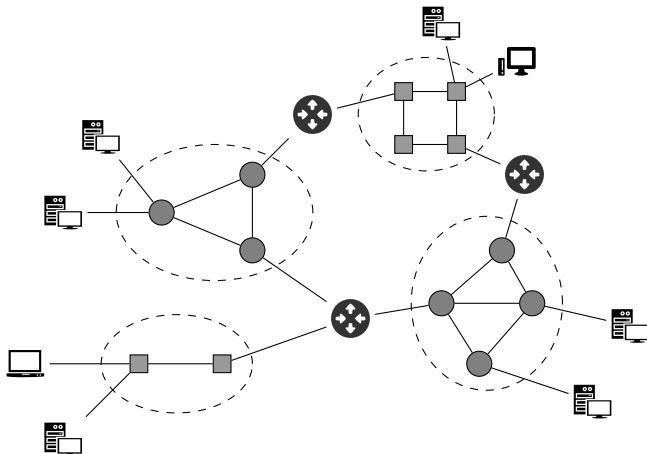
C'est l'ensemble d'équipements informatiques terminaux (ordinateurs/serveurs, imprimantes, smartphones, tablettes, objets connectés, etc.) interconnectés via des canaux de télécommunication pour de l'information

Qu'est-ce qu'un réseau informatique ?



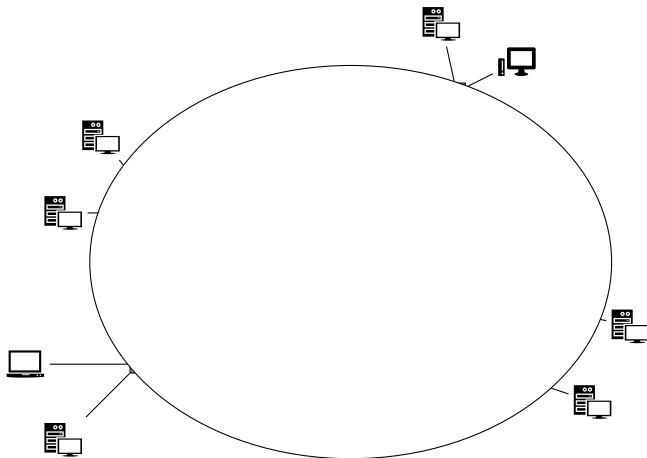
Le **sous-réseau** comprend des liaisons et des équipements intermédiaires (points d'accès, modems, box, hubs, switchs, routeurs / passerelles, firewall, etc.) chargés d'acheminer / filtrer l'information entre les équipements terminaux

Et un inter-réseau ?



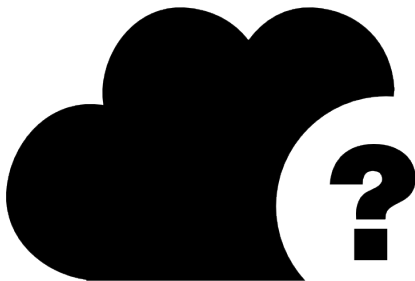
Un **inter-réseau** est formé par une interconnexion de divers sous-réseaux via des équipements spécialisés (routeurs, passerelles)

Et un inter-réseau ?

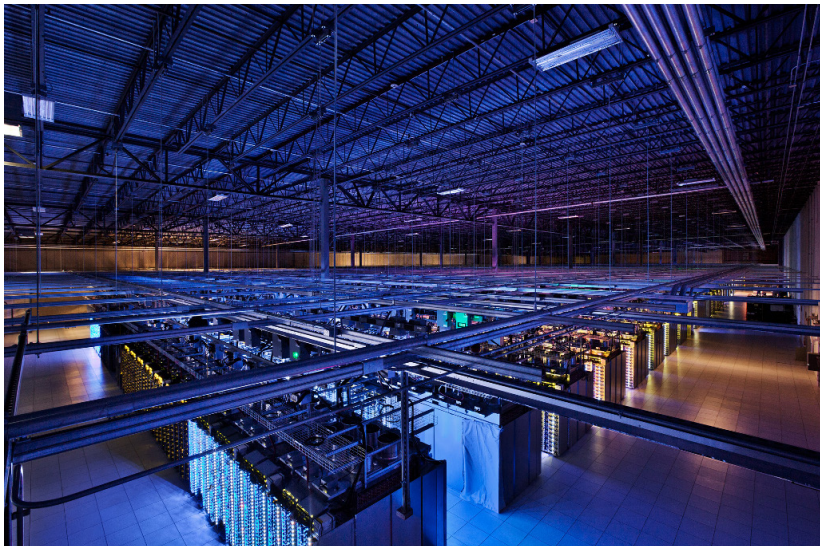


L'inter-connexion est transparente pour les utilisateurs du "réseau"

Et internet, c'est quoi?



Et internet, c'est quoi?



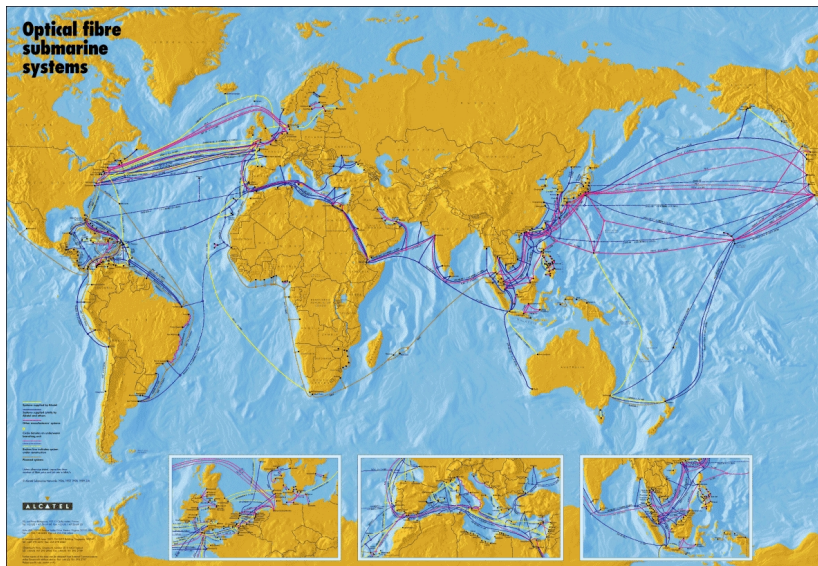
Et internet, c'est quoi?



Et internet, c'est quoi?



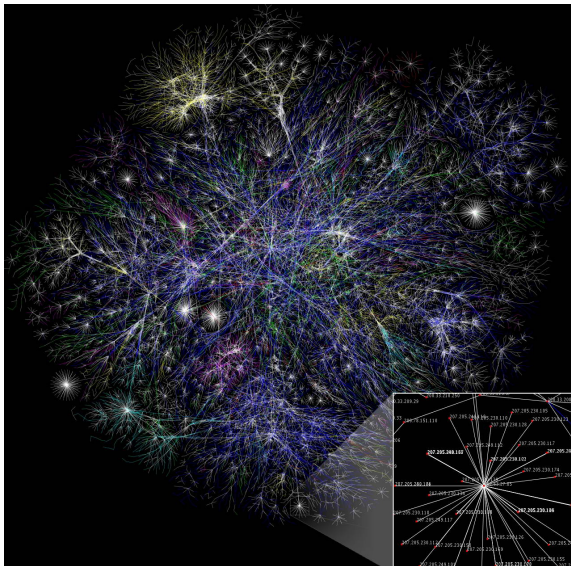
Et internet, c'est quoi?



Et internet, c'est quoi?



Et internet, c'est quoi?



Internet

Caractéristiques

- **Inter**connected **net**works : une interconnexion de réseaux (locaux, métropolitains, régionaux, nationaux et internationaux) qui utilisent le même protocole : IPv4 (et IPv6 ?)
 - réseaux d'entreprises, organisations, administrations
 - fournisseurs d'accès, opérateurs de télécommunication (satellites, filaires, sans-fil, etc.) et câblo-opérateurs
 - réseaux de particuliers
- Interconnexion mondiale gérée par de multiples entités autonomes (AS = Autonomous System)
 - Sous le contrôle d'une entité (fournisseur d'accès par ex.)
 - Coordination et coopération autour de normes
 - 30 000 fin 2008, + de 92 000 AS août 2019 !

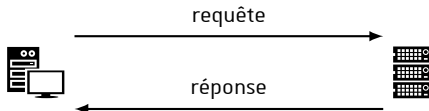
Internet

Difficultés

- Internet est étendu (nombre d'équipements et distance géographique)
- Hétérogène : utilisateurs, utilisations, ...
 - équipements : les nœuds comme les liaisons
 - acteurs : constructeurs, fournisseurs d'accès et utilisateurs
 - utilisation : informations et applications très variées (texte, images, vidéos, ...)
 - plusieurs modèles de communications

Différents modèles de communication...

Modèle client-serveur :

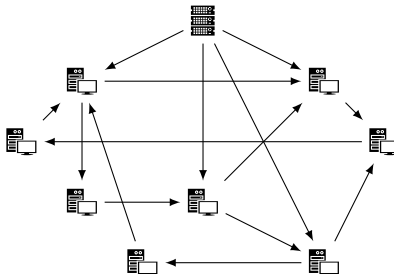


- le client transmet une requête à un serveur (prestataire de services)
- le serveur envoie au client une réponse

Plusieurs échanges peuvent être nécessaires durant la communication

Différents modèles de communication...

Modèle pair-à-pair (**peer-to-peer**) :



- les utilisateurs forment un groupe dans lequel chacun peut communiquer avec chacun
- chacun joue le rôle de client et de serveur

Un serveur peut être nécessaire pour mettre en relation les utilisateurs

Différentes qualités de service...

La fiabilité du transfert de données est lourde et coûteuse (en ressources, en temps) :

- gestion des acquittements (accusés de réception)
- retransmission
- remise en séquence ordonnée

mais elle n'est pas forcément nécessaire (voix, vidéos, ...)

Garantie du débit

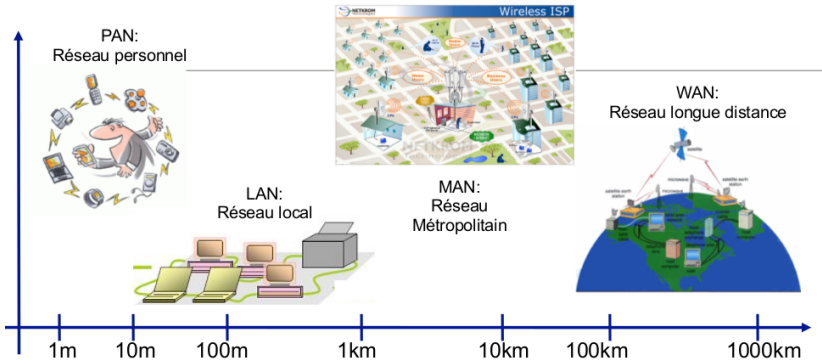
Nécessite la réservation de ressources dans les noeuds intermédiaires

Garantie du délai

Important pour le transfert de la voix, la visio-conférence, les vidéos, etc.

Le débit et le délai sont difficiles à garantir pour les réseaux à routage : prioriser les flux en fonction des applications (priorité sur les paquets)

Différentes échelles...



LAN : Local Area Network

LAN = Réseaux Locaux d'Entreprise

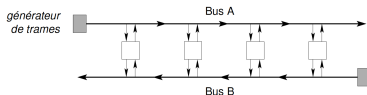
Objectifs principaux

- connexion des postes de travail (échange de messages, de fichiers, ...)
 - serveurs de fichiers
 - accès aux bases de données (ERP, ...)
 - partage de matériels (imprimantes, ...) et logiciels
-
- Réseaux privés
 - Dimension : quelques kilomètres ou plus
 - Délai de propagation maximal connu
 - Débit de quelques Mbits/s à plusieurs Gbits/s
 - Exemples ;
 - en bus : IEEE 802.3 ou Ethernet de Xerox, Intel et Digital
 - en anneau : IEEE 802.5 ou Token Ring d'IBM
 - sans-fil : IEEE 802.11 Wireless LAN (WLAN)

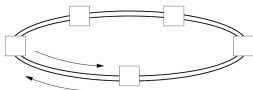
MAN : Metropolitan Area Network

Objectif principal

- Interconnexion de réseaux locaux
- Réseaux publics ou privés
- Dimension : couvrent une ville
- Exemples :
 - IEEE 802.6 ou DQDB (Distributed Queue Dual Bus) avec des débits de 155 Mbits/s ou 622 Mbits/s pour voix, données, télévision



- FDDI (Fiber Distributed Data Interface) pour les données à 100 Mbits/s (diamètre max de 31 km)



- câble télévision qui depuis 1990 permet des transmissions bidirectionnelles

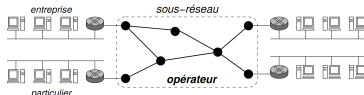
WAN : Wide Area Network

Réseaux d'opérateurs ou de fournisseurs d'accès

Objectif principal

- Acheminer de l'information sur de longues distances

- Dimension : couvrent un pays, un continent
- Composition :
 - des hôtes (ordinateurs gérés par les clients)
 - un sous-réseau (géré par l'opérateur) constitué de :



- lignes de communication
 - nœuds de transfert : commutateurs ou routeurs
- Exemples :
 - SMDS (Switched Multimegabits Data Service)
 - Frame Relay
 - ATM

Logiciels de réseaux

Question

Comment s'adapter aux différents besoins et assurer la qualité de service adéquate ?

- protocoles
- services
- couches
- interfaces

Logiciels de réseaux

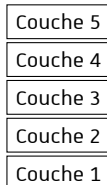
Question

Comment s'adapter aux différents besoins et assurer la qualité de service adéquate ?

- protocoles
- services
- couches
- interfaces

Architecture en couches

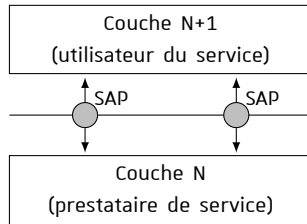
...



- Complexité et hétérogénéité justifient de définir des architectures logicielles en **couches**
- Chaque couche a un rôle bien défini et offre un service pour la couche supérieure
- Une couche est composée de trois objets :
 - le service
 - le protocole
 - le point d'accès au service
- Une couche peut être réalisée de façon matérielle ou logicielle
- Une **entité** est un élément actif d'une couche (puce électronique, processus, ...)

Service

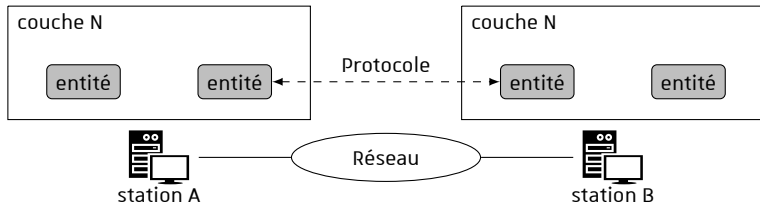
- Un service est rendu par une couche N pour la couche N+1
- Le service est accessible par un point d'accès au service (SAP)
- Gestion événementielle
- Exemples :
 - émettre des bits sur un support physique
 - envoyer une trame à destination d'un noeud situé à l'extrémité du support
 - envoyer un paquet à destination d'une station éloignée
 - envoyer un email à un utilisateur



Protocole

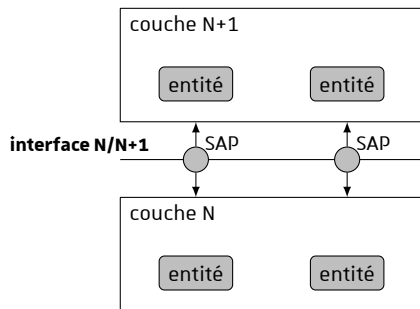
Pour offrir un service, deux entités paires (même couche, hôtes distants) dialoguent en respectant un **protocole** : ensemble de règles formelles et de conventions déterminant l'échange :

- le format des données (nature des informations, encodage, etc)
- le contrôle et l'envoi de données
- les algorithmes de réaction à un événement : que faire d'une informations reçue, doit-on répondre et comment, comment réagir lorsqu'on attendait une réponse qui n'est pas arrivée, etc. ?

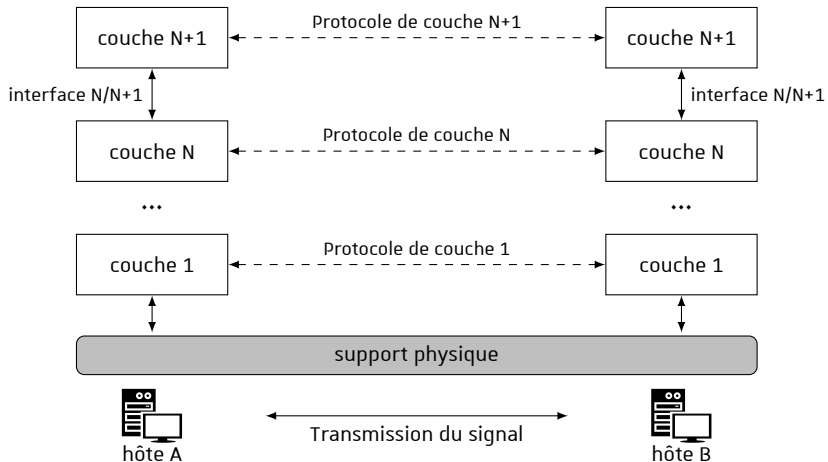


Interface

- Une interface fait la jonction entre deux couches adjacentes
- Elle définit les opérations et les services offerts par la couche inférieure
- Une couche peut être modifiée/remplacée tant qu'elle fournit la même interface
- Les implémentations des couches ainsi que la présentation des interfaces changent selon les systèmes

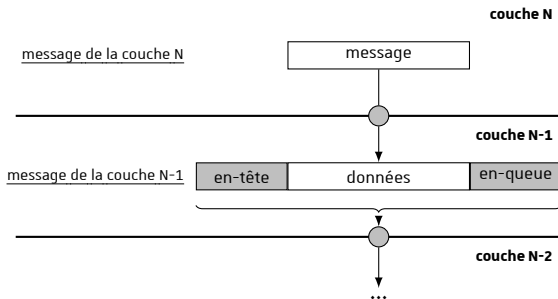


Couches, protocoles et interfaces



Encapsulation des messages

- Une couche de niveau N ayant des données à envoyer, les transmet à la couche de niveau N-1
- Pour réaliser son service, la couche N-1 encapsule les données en y ajoutant des informations :
 - un en-tête (header)
 - et/ou un en-queue (trailer)



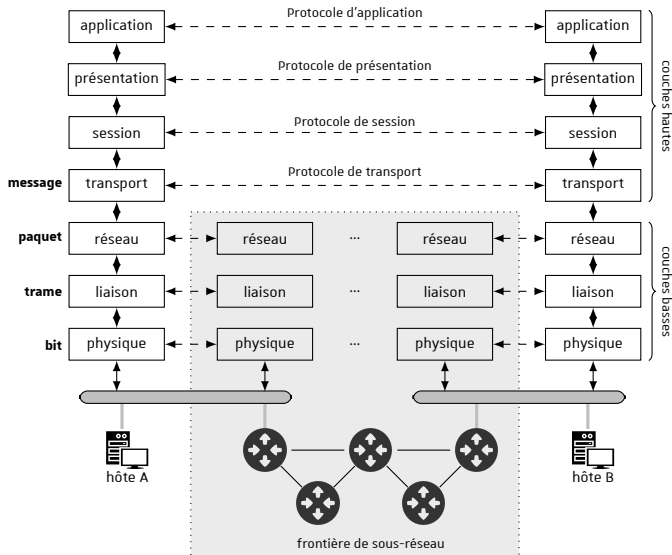
- L'opération inverse (décapsulation) est réalisée par l'entité réceptrice

Le modèle OSI

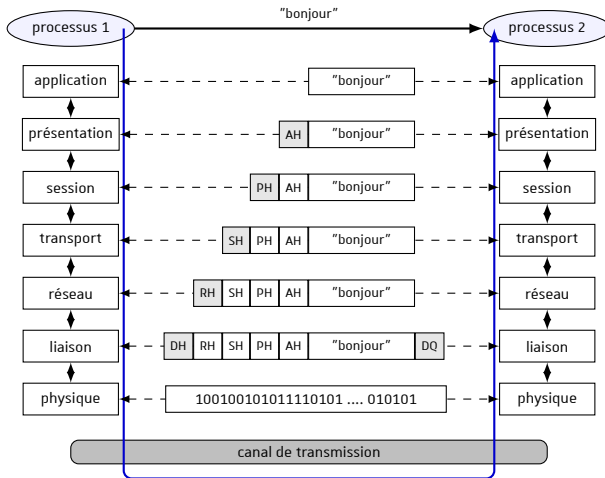
Modèle OSI

- OSI : Open Systems Interconnection
- Ensemble de normes de l'ISO (International Standardization Organization)
- Séparation en 7 couches
- Peu implémenté mais reste le modèle de référence
- Avantages :
 - réduit la complexité
 - uniformise les interfaces
 - assure l'interopérabilité
 - facilite la conception modulaire
 - accélère l'évolution

Architecture du modèle OSI



Encapsulation dans le modèle OSI



1. Couche physique

- Son rôle est la transmission de **bits** sur un canal
- Elle est concernée par :
 - le représentation de bit à 1 ou 0 (voltage, modulation, ...)
 - la durée de transmission d'un bit
 - le débit
 - le sens de transmission : simplex, half-duplex, duplex
 - le type de support (câble électrique, fibre optique, ondes)
 - le nombre de broches des connecteurs et leur rôle
- Elle demande des compétences en électronique, en physique, en codage et en traitement du signal

On ne s'y intéressera que peu dans ce cours

1. Couche physique

- Son rôle est la transmission de **bits** sur un canal
- Elle est concernée par :
 - le représentation de bit à 1 ou 0 (voltage, modulation, ...)
 - la durée de transmission d'un bit
 - le débit
 - le sens de transmission : simplex, half-duplex, duplex
 - le type de support (câble électrique, fibre optique, ondes)
 - le nombre de broches des connecteurs et leur rôle
- Elle demande des compétences en électronique, en physique, en codage et en traitement du signal

On ne s'y intéressera que peu dans ce cours

2. Couche liaison de données

- Son rôle est d'envoyer et de recevoir des **trames** de données sur une liaison (physique)
- Une trame est un ensemble de bits regroupés pour être transportés
- Elle est concernée par :
 - la création de frontières de trames (délimiteurs)
 - le découpage de flots de bits en trames
 - la gestion des accès au canal de communication
 - l'adressage des interfaces de la liaison (adresses MAC)
 - la correction ou la détection d'erreur
- Plusieurs normes implémentent cette couche : HDLC (High-Level Data Link Control), PPP (Point-to-Point Protocol), **Ethernet**...

3. Couche réseau

- Son rôle est d'utiliser et de gérer le sous-réseau afin de transmettre des **paquets** de liaison en liaison, en passant par des systèmes intermédiaires (routeurs/commutateurs)
- Elle est concernée par :
 - l'acheminement de paquets dans le sous-réseau (choix d'une route)
 - la traduction des paquets selon les réseaux traversés
 - la gestion de la congestion (trop de paquets dans le sous-réseau)
 - un adressage uniforme
 - une comptabilisation des flux pour la facturation

Le **protocole IP** est la couche réseau d'Internet.

4. Couche transport

- Son rôle est de transporter des messages utilisateur (**datagrammes**) provenant de la couche session
- Elle est concernée par :
 - l'optimisation de l'utilisation des infrastructures
 - la fourniture d'une qualité de service de transmission d'informations adéquate
 - la création de connexion(s)
 - le type de service à fournir : point à point fiable, messages isolés (datagrammes) à destination multiples
 - le contrôle du flux entre la source et la destination finale

C'est le premier protocole de bout en bout du modèle : il n'est requis que sur les équipements terminaux

→ **UDP** et **TCP** sont les principaux protocoles de cette couche

5. Couche session

- Son rôle est de fournir aux entités de présentation les moyens nécessaires à l'organisation et à la synchronisation de leur dialogue
- Elle est concernée par :
 - l'ouverture et la fermeture de sessions entre utilisateurs
 - la gestion du dialogue (à qui de parler)
 - la gestion de jetons (réservés pour des opérations critiques)
 - la synchronisation (points de reprise en cas d'échec), l'interruption et la reprise du dialogue

Cette couche n'existe pas en tant que telle dans certains réseaux comme Internet où ce sont les applications qui gèrent elles-mêmes les sessions si nécessaire (session FTP, session TELNET, session HTTP/PHP, ...)

6. Couche présentation

- Son rôle est de faciliter l'échange des données entre utilisateurs
- Elle est concernée par :
 - la représentation des informations échangées (entiers, chaînes, flottants, structures, ...)
 - le masquage de l'hétérogénéité de techniques de codage utilisées par les différents systèmes
 - encodage/décodage des données dans une norme reconnue
- Il s'agit de la première couche concernée par la sémantique des informations transportées

Cette couche n'existe pas en tant que telle dans certains réseaux comme Internet où des standards de codage sont utilisés dans les échanges (Network-byte order, ASCII, GIF, JPEG, MPEG, HTML, encapsulation MIME, etc.)

7. Couche application

- Son rôle est de donner aux processus d'application les moyens d'accéder à l'environnement de communication de l'OSI
- Il existe de nombreux protocoles adaptés à différentes classes d'application
- Elle est concernée par :
 - les terminaux virtuels
 - le courrier électronique
 - WWW (jeux en réseaux, bases de données réparties, commerce électronique, ...)
 - les groupes de discussion
 - l'exécution de travaux à distance
 - le transfert de fichiers
 - etc.