

INFO0561

Réseaux Informatiques

Partie 1

Luiz Angelo Steffenel

Angelo.steffenel@univ-reims.fr

Avant de Commencer - Généralités

- ▶ Module avec 20hTD - présence obligatoire
 - ▶ Mélange de cours, activités sur papier et sur ordinateur
 - ▶ Dans la mesure du possible, apportez vos ordinateurs portables
- ▶ Emploi du temps
 - ▶ 75/11 - 13h30-16h
 - ▶ 12/11 - 13h30-16h
 - ▶ 13/11 - 16h15-18h45 😊😊😊
 - ▶ 26/11 - 13h30-16h
 - ▶ 29/11 - 10h15-12h45 😊😊😊
 - ▶ 3/12 - 13h30-16h
 - ▶ 4/12 - 16h15-18h45 😊😊😊
- ▶ Contrôle de Connaissances
 - ▶ 100% en DST - Contrôle écrit à la fin du semestre
 - ▶ 11/12 - 14h-16h

Avant de Commencer - Généralités

- ▶ Matériel de cours
 - ▶ Transparent et sujets "TD" sur le bureau virtuel
 - ▶ Certains logiciels aussi (PacketTracer, Netshark, etc.)
- ▶ Bibliographie
 - ▶ À la bibliothèque du campus
 - ▶ Réseaux & Télécoms, Claude Servin, Dunod
 - ▶ Réseaux, Andrew Tanenbaum, Pearson Education
 - ▶ TCP/IP illustré - vol. 1 : les protocoles, Richard Stevens, Vuibert
 - ▶ Les réseaux, Guy Pujolle, Eyrolles
 - ▶ Les réseaux first-step, Wendell Odom, Cisco Press
 - ▶ Mais aussi l'Internet !!!

Et si on testait vos connaissances ?

► C'est pas noté !!!

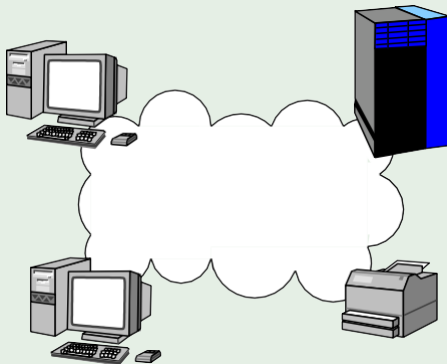
- Prenez votre ordinateur ou téléphone
- Connectez-vous sur www.kahoot.it
- Renseignez code PIN indiqué par l'enseignant
- Tourner la roulette pour créer votre pseudonyme
- Répondez aux question

Cours 1 - Table des matières

- 1 Introduction sur la notion de réseau
 - Vues d'un réseau
 - Structure d'un réseau
 - Types de réseaux
 - Unités relatives au réseau
- 2 Protocole de communication
 - Définition
 - Pile de protocoles
 - Fragmentation et encapsulation
- 3 Modèles en couches
 - Présentation
 - Le modèle OSI
 - Le modèle TCP/IP
 - Comparaison entre les deux modèles

Un réseau informatique (1 / 3)

Vision simpliste d'un réseau (point de vue utilisateur)

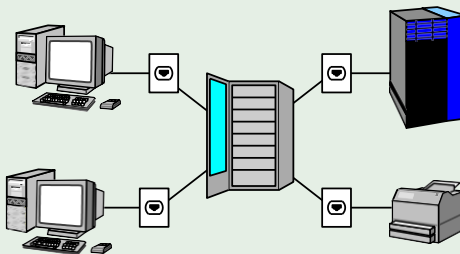


Réseau informatique

Ensemble d'équipements interconnectés pour échanger des informations et partager des ressources.

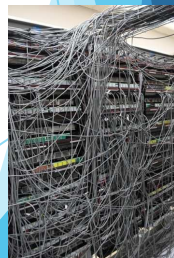
Un réseau informatique (2/3)

L'infrastructure du réseau



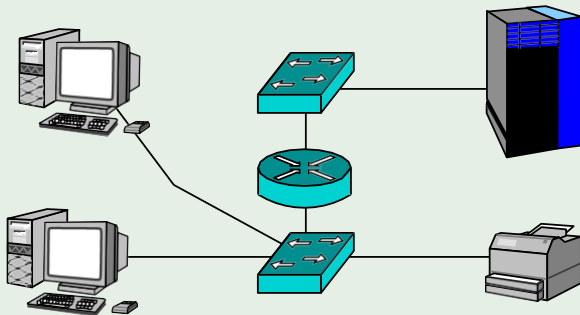
Éléments du réseau

- Prises réseau
- Câbles
- Armoires de brassage
- ...



Un réseau informatique (3/3)

L'architecture physique



Équipements de réseau

- Un concentrateur (ou *hub*), un répéteur...
- Un commutateur (ou *switch*)
- Un routeur (ou *router*)

Équipements actifs et passifs

Différence entre actif et passif

Contrairement à un équipement passif, un équipement actif a une action sur le signal (amplification ou traitement).

Quelques exemples

- Matériels passifs :
 - Câblage
 - Connecteurs
- Matériels actifs :
 - Routeur (ou *router*)
 - Passerelle (ou *gateway*)
 - Concentrateur (ou *hub*)
 - Commutateur (ou *switch*)

Représentation des équipements

Symboles représentant les équipements réseau



Ordinateur



Ordinateur portable



Serveur



Concentrateur



Commutateur



Routeur



Borne Wi-Fi



Pont



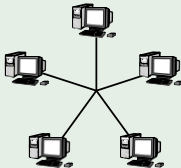
Pare-feu

Topologies de réseaux

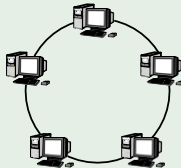
Topologie physique et logique

- La topologie physique : le câblage
- La topologie logique : le cheminement des messages

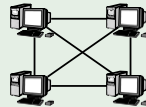
Exemples



Étoile



Anneau



Point-à-point



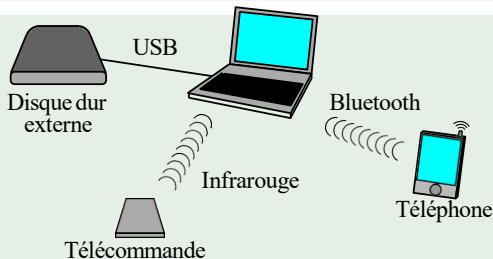
Bus

Le PAN

Description

- PAN : *Personal Area Network*
- Utilisation personnelle : réseau centré autour d'un seul ordinateur (voire un téléphone ou PDA)
- Avec fil (USB, FireWire. . .) ou sans fil (Bluetooth, ZigBee. . .)

Exemple

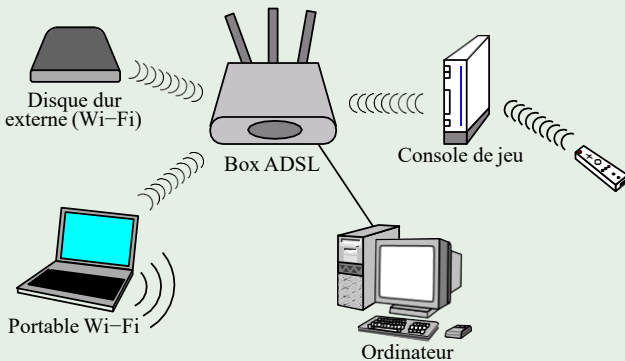


Le LAN

Description

- LAN : *Local Area Network*
- Exemples : entreprise, immeuble, campus

Exemple : une box ADSL

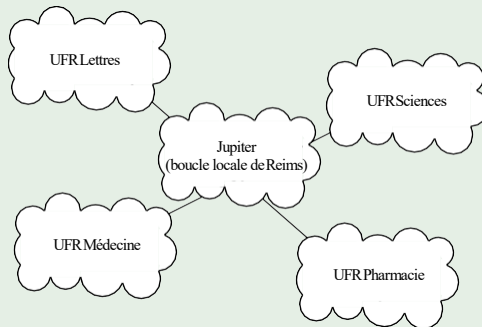


Le MAN

Description

- MAN : *Metropolitan Area Network*
- Interconnexion de LAN géographiquement proches (ville)

Exemple : l'URCA (simplifié)



Le WAN

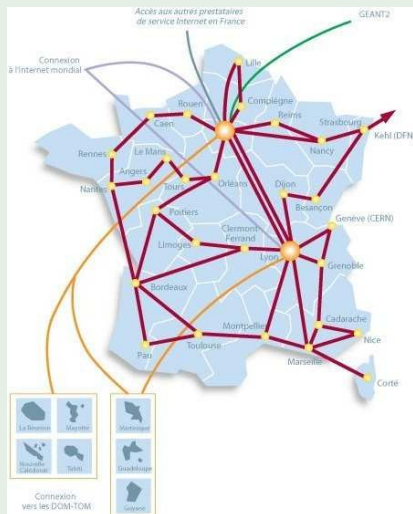
Description d'un WAN

- WAN : *Wide Area Network*
- Grande zone géographique couverte
- Exemples : Internet, Renater

Exemple : Renater

- Réseau National de télécommunications pour la Technologie l'Enseignement et la Recherche
- Relie plus de 1000 établissements

Topologie de Renater

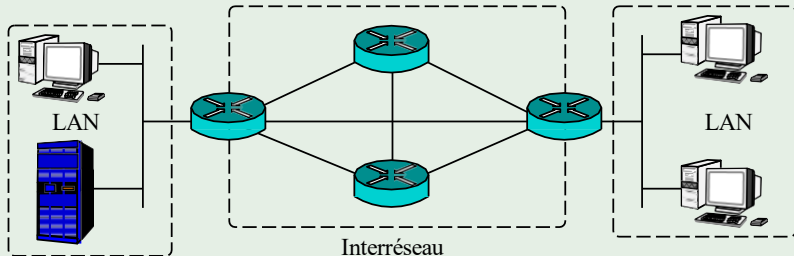


Interréseau

Description

- Un interréseau est la réunion de plusieurs réseaux
- Internet est un exemple d'interréseau :
→ Interconnexion de réseaux appartenant aux FAI

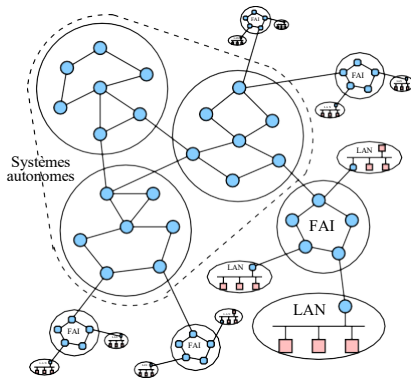
Exemple



Le cas d'Internet

Description

- Internet est le plus grand WAN existant Déstructuré,
- composé de particuliers et d'entreprises Accès via un
- FAI (*Fournisseur d'Accès à Internet*)



Structure d'Internet

L'Intranet

Description

- Le terme désigne une connexion privée de réseaux appartenant à une même organisation (entreprise, Université)
- L'accès est restreint à un groupe de personnes ayant une autorisation (les employés)
- L'Intranet utilise les mêmes protocoles que l'Internet
- Un Intranet comprend en général :
 - Des serveurs de fichiers pour le partage des données
 - Des serveurs de messagerie
 - Des serveurs Web
 - Etc. ...

Quelques unités relatives au réseau (1 / 2)

Débit en bits par seconde

- 1000 bit/s (bits par seconde) = 1 kbit/s (kilobits par seconde)
- 1000 kbit/s = 1 Mbit/s (mégabits par seconde)

Normalisation

- Avant la normalisation par l'IEC :
 - 1 kbits/s = 1024 bit/s
 - 1 Mbits/s = 1048576 bit/s
- Maintenant, le kilobinary (enfin, ça existe 🤔) :
 - 1 kbit/s = 1000 bit/s
 - 1 Kibit/s = 1024 bit/s

Quelques unités relatives au réseau (2/2)

Rappels sur les notations

- S.I. :

Nom	kilobit	megabit	gigabit	terabit	petabit
Symbole	kbit	Mbit	Gbit	Tbit	Pbit
Valeur	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}

- Binaire :

Nom	kibibit	mebibit	gibibit	tebibit	pebibit
Symbole	Kibit	Mibit	Gibit	Tibit	Pibit
Valeur	2^{10}	2^{20}	2^{30}	2^{40}	2^{50}

Débit en octets par seconde

- 1 octet (francophone) = 1 byte = 8 bits
- 1 ko/s = 1 kB/s = 8 kbit/s = 1000 o/s = 1000 B/s = 8000 bit/s

Le débit utile

Description

- Le débit généralement donné par les FAI est un débit théorique (ou débit physique)
- Le débit utile est plus faible que le débit théorique
- *Exemple :*
→ Débit utile maximum observé avec Ethernet de 80% (sur 100Mbit/s)

Bande passante montante et descendante

- Le débit est généralement appelé bande passante :
→ Abus de langage
- Sur une ligne ADSL, 2 types de bandes passantes :
 - Descendante (*download*) → plus élevée
 - Montante (*upload*)

Table des matières

1 Introduction sur la notion de réseau

- Vues d'un réseau
- Structure d'un réseau
- Types de réseaux
- Unités relatives au réseau

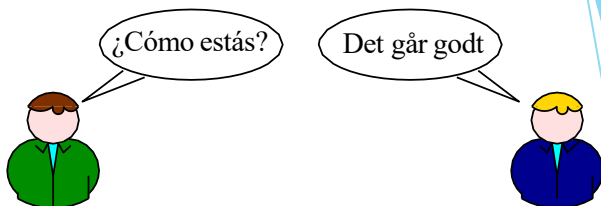
2 Protocole de communication

- Définition
- Pile de protocoles
- Adressage
- Fragmentation et encapsulation

3 Modèles en couches

- Présentation
- Le modèle OSI
- Le modèle TCP/IP
- Comparaison entre les deux modèles

Un protocole de communication



Protocole de communication

Un protocole de communication définit de manière standardisée la manière dont les informations sont échangées entre des équipements du réseau.

Exemples de protocoles

- IP (pour *Internet Protocol*)
- TCP (pour *Transmission Control Protocol*)
- Ethernet

Normalisation des protocoles

Généralités

- En réseau, la plupart des protocoles sont normalisés
- Plusieurs organisations sont chargées de ratifier ces normes :
 - Internet Society (ISOC)
→ IETF (Internet Engineering Task Force)
 - IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
 - ISO (International Standard Organization)

Quelques exemples

- Ethernet normalisé sous la dénomination IEEE 802.3
- Le modèle OSI a été créé par l'ISO
- Les RFC sont gérés par l'IETF

Les requests for comments

Description

- RFC pour *Requests For Comments*
- Suite de documents numérotés, rédigés à l'initiative d'experts techniques
- Les RFC sont ensuite revus par la communauté et peuvent aboutir à des standards
- Tous les standards d'Internet sont des RFC

Exemples de RFC

- IP : RFC 791
- TCP : RFC 793
- HTTP 1.1 : RFC 2616

Interactions entre protocoles

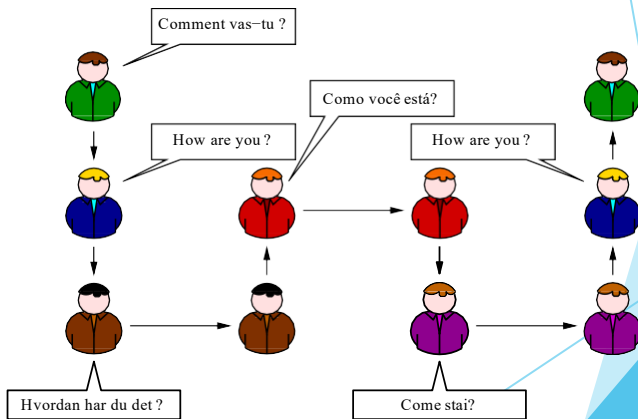
Description

- Les hôtes d'un réseau communiquent entre eux à l'aide d'une suite de protocoles
- Cette suite de protocoles permet de spécifier les exigences et les interactions :
 - Format des messages
 - Gestion des erreurs dans le réseau
 - Contrôle des transferts de données (sessions)...
- Des protocoles au sein d'une suite peuvent être spécifiques au fournisseur et propriétaires

Pile de protocoles

Pile de protocoles

Les protocoles réseaux sont organisés en couches, l'ensemble étant appelé une pile de protocoles.

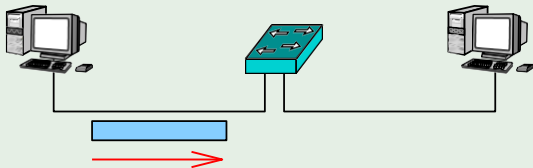


L'adressage

- ▶ Souvent dans un réseau on veut envoyer un message à une machine spécifique
 - ▶ Plus que ça, à une application spécifique !!!
- ▶ L'adressage est essentiel, et on trouve plusieurs types
- ▶ Ces adresses se complémentent, comme dans une adresse postale
 - ▶ M Luiz Angelo Steffenel
 - ▶ Bureau 3-R42 - bâtiment 2/3
 - ▶ Campus Moulin de la Housse
 - ▶ 51100 Reims
 - ▶ France
- ▶ Les réseaux informatiques utilisent plusieurs types d'adresse
 - ▶ Adresse physique (quelle carte réseau)
 - ▶ Adresse logique (quelle machine sur Internet)
 - ▶ Adresse applicative (comment faire la différence entre les applications, entre les onglets de mon navigateur, etc.)

La taille maximale des messages

Exemple d'un envoi d'un message



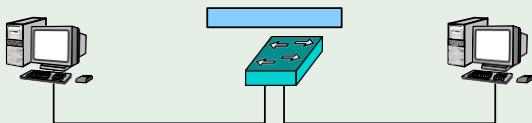
Le message est envoyé par le premier ordinateur

Généralités

- Chaque message passant sur un matériel est placé en mémoire
- La quantité de mémoire est limitée :
→ Nécessité de fixer une taille maximum pour les messages

La taille maximale des messages

Exemple d'un envoi d'un message



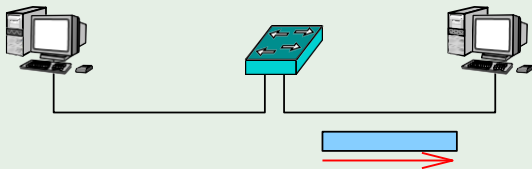
Le message est mis en mémoire et traité

Généralités

- Chaque message passant sur un matériel est placé en mémoire
- La quantité de mémoire est limitée :
→ Nécessité de fixer une taille maximum pour les messages

La taille maximale des messages

Exemple d'un envoi d'un message



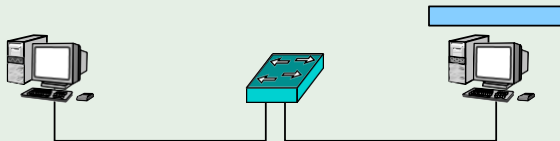
Le message est ensuite retransmis

Généralités

- Chaque message passant sur un matériel est placé en mémoire
- La quantité de mémoire est limitée :
→ Nécessité de fixer une taille maximum pour les messages

La taille maximale des messages

Exemple d'un envoi d'un message



Le message est reçu par le destinataire

Généralités

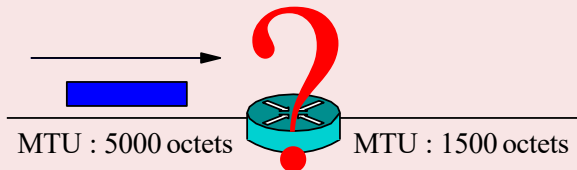
- Chaque message passant sur un matériel est placé en mémoire
- La quantité de mémoire est limitée :
→ Nécessité de fixer une taille maximum pour les messages

MTU : *Maximum Transmission Unit*

Définition

- Unité de transfert d'information maximale
- Capacité maximale en octets, pouvant être transmise en une seule fois dans le réseau
- Exemple : pour Ethernet, elle est de 1500 octets

Problématique



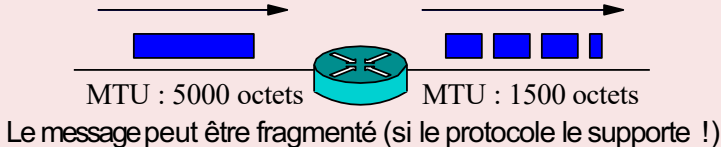
Que se passe-t-il si un message trop gros est reçu ?

MTU : *Maximum Transmission Unit*

Définition

- Unité de transfert d'information maximale
- Capacité maximale en octets, pouvant être transmise en une seule fois dans le réseau
- Exemple : pour Ethernet, elle est de 1500 octets

Problématique



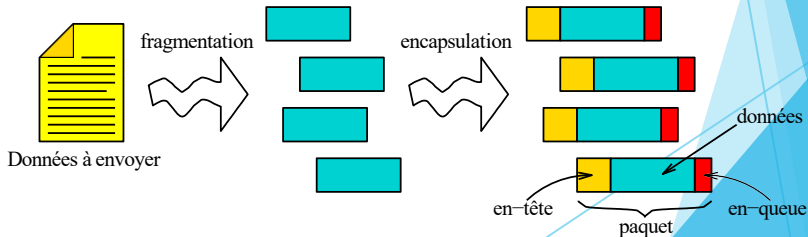
La fragmentation et l'encapsulation (1/2)

Définition : la fragmentation

La fragmentation est le découpage de données en paquets ou de paquets en paquets plus petits dans le but de traverser des liens de plus faible MTU.

Définition : l'encapsulation

Opération consistant à placer les données provenant d'un protocole (d'une couche donnée) entre un en-tête et un en-queue d'un autre protocole (d'une couche inférieure).



La fragmentation et l'encapsulation (2/2)

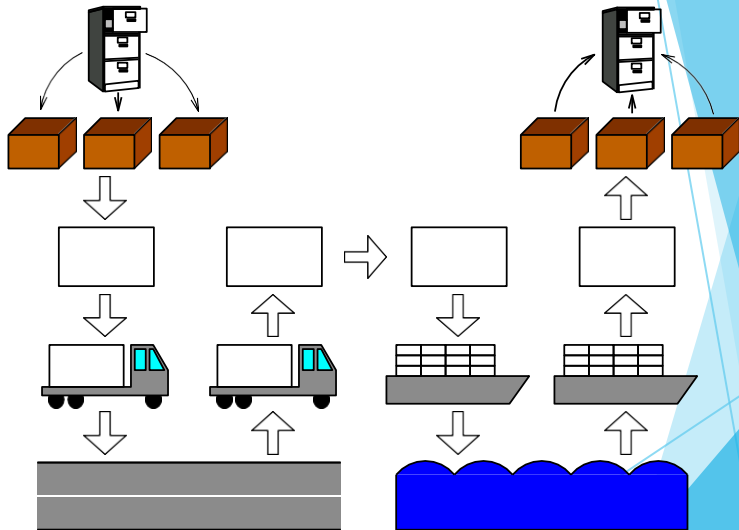


Table des matières

1 Introduction sur la notion de réseau

- Vues d'un réseau
- Structure d'un réseau
- Types de réseaux
- Unités relatives au réseau

2 Protocole de communication

- Définition
- Pile de protocoles
- Fragmentation et encapsulation

3 Modèles en couches

- Présentation
- Le modèle OSI
- Le modèle TCP/IP
- Comparaison entre les deux modèles

Modèles en couches

Description

- Ils permettent de visualiser les interactions entre les protocoles
- Est décrit :
 - Le fonctionnement des protocoles au sein de la couche
 - Les interactions avec les couches inférieure et supérieure

Intérêts

- Développement des protocoles simplifié
- La modification d'une couche n'affecte pas les couches inférieures et supérieures
- Possibilité d'interactions plus grande entre protocoles :
→ Indépendance des couches

Un peu d'histoire

- ▶ Dans les années 1960-1970, mélange des systèmes propriétaires :
 - ▶ System Network Architecture (SNA) d'IBM
 - DECnet (réseau des mini-ordinateurs DEC)
 - Novell avec Netware, Apple avec AppleTalk . . .
- ▶ Objectif : communiquer entre ces systèmes
- ▶ Difficulté : protocoles de communication différents
- ▶ ISO (*International Standardization Organization*) et modèle OSI
- ▶ L'ISO dépend de l'ONU et est composé de représentants nationaux :

États-Unis : ANSI	● Royaume-Unis : BSI
France : AFNOR	● Japon : HSC . . .

Propose le modèle OSI (1970) pour travailler sur un modèle d'interconnexion de systèmes ouverts (i.e. des systèmes ouverts à la communication avec d'autres systèmes)

Présentation des couches

Application

Présentation

Session

Transport

Réseau

Liaison données

Physique

Description

- *Couche 7* : Liaison avec le logiciel de communication et toute application ayant besoin de communiquer
- *Couche 6* : Définir les formats de données (ASCII, XML, binaire, JPEG)
- *Couche 5* : Initier, contrôler et terminer des conversations (sessions)
- *Couche 4* : Aspects liés à la livraison des données (correction d'erreur, segmentation, réassemblage)
- *Couche 3* : Livraison de bout en bout (identification des noeuds + routage)
- *Couche 2* : Acheminer les données sur le lien ou le support de transmission spécifique
- *Couche 1* : Paramètres physiques du support de transmission, utilisation des broches sur un connecteur

Couche physique (couche 1)

Description

- Moyens nécessaires à la gestion des connexions physiques et à la transmission de bits entre deux entités de liaison de données
- Gestion du câblage :
 - Nombre de conducteurs
 - Type d'isolation utilisé ou pas d'isolation
 - Topologie du réseau (bus, anneau, étoile, etc. . .)
- Gestion des connecteurs :
 - Formes des connecteurs aux extrémités d'un câble
- Définition des caractéristiques électriques des équipements
- Définition de la façon dont un équipement signale un 0 ou un 1 binaire sur une ou plusieurs broches de transmission :
 - Codage des signaux (tout ou rien, NRZ, NRZI, Manchester, Miller, etc. . .)

Couche liaison de données (couche 2)

Description

- Définition des normes et des protocoles utilisés pour contrôler la transmission de données à travers un réseau physique
- Les fonctions :
 - Arbitrage : le moment approprié pour utiliser le support de transmission physique ou le média de transmission
 - Gestion de la liaison de données : s'assure que les données sont bien reçues et traitées par le ou les destinataires corrects
 - Détection d'erreur : détermine si les données ont traversé avec succès le média de transmission
 - Identification des données encapsulées : identifier le service de la couche Réseau (couche 3) à qui est adressé le message

Couche réseau (couche 3)

Description

- Fonction de routage :
 - Logique mise en œuvre pour réussir à acheminer de bout en bout un message, d'un expéditeur jusqu'à une destination
- Fonction d'adressage :
 - Déterminer une adresse unique pour chaque entité d'un réseau
 - Regrouper certaines adresses par groupe, selon une logique
 - Structuration de l'adresse afin de déterminer facilement à quel groupe une adresse appartient
- Contrôle de flux :
 - Qualité de service
 - Contrôle des paquets

Couche transport (couche 4)

Description

- Correction des erreurs :
 - Correction si possible des erreurs survenues lors de la transmission
- Mode connecté ou pas :
 - Doit-on s'assurer que le destinataire est présent avant d'envoyer un message ?
- Contrôle du flux :
 - Contrôler le débit de transfert des données afin de ne pas saturer la machine de destination
- Segmentation des données d'application :
 - Certaines applications ont besoin d'envoyer des segments de données dont la longueur dépasse la taille d'un message de la couche inférieure

Couches 5 à 7

Couche session (couche 5)

- Définition des règles d'établissement d'une communication :
 - Qui doit parler ?
 - Comment terminer une communication de façon correcte ?

Couche présentation (couche 6)

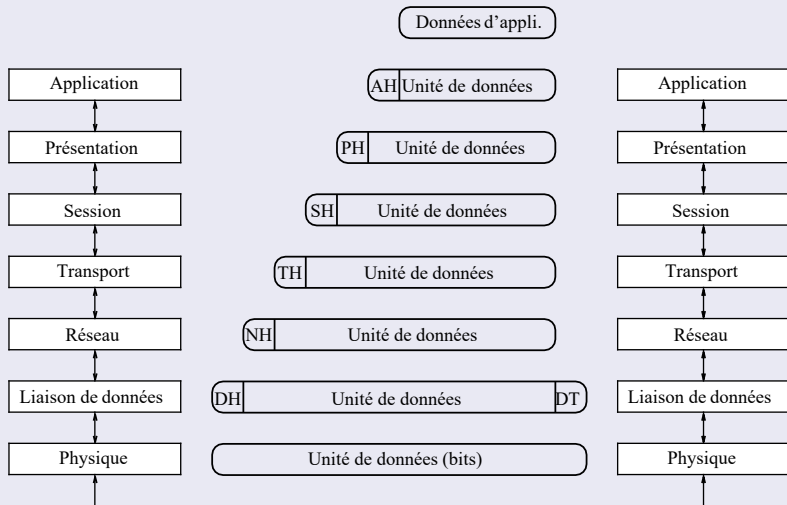
- Définition de formats de données compréhensibles :
 - ASCII pour les caractères, XML pour la structuration des données

Couche application (couche 7)

- Définition des protocoles de communication pour que l'application puisse communiquer avec les couches inférieures
- Fournir tous les services utilisables par l'application :
 - Transfert d'informations, allocation de ressources
 - Intégrité et cohérence des données accédées
 - Synchronisation des applications coopérantes

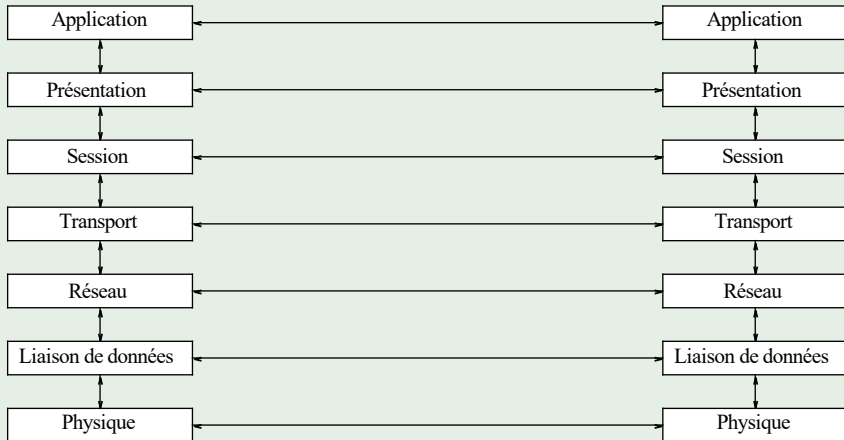
Encapsulations successives

Encapsulations



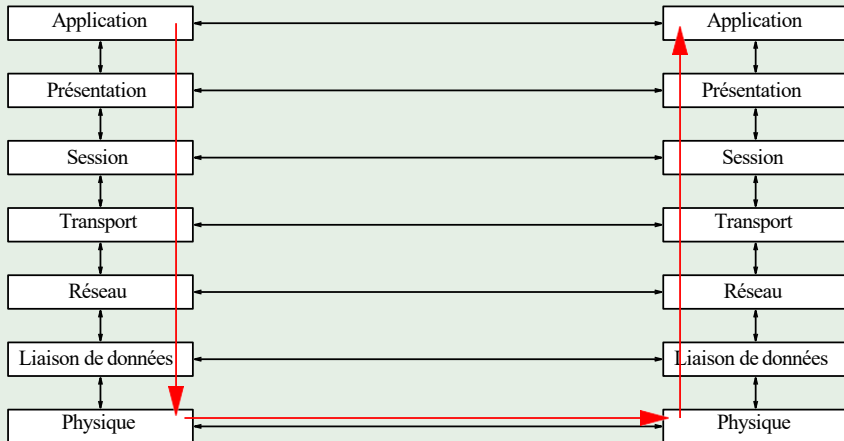
Interactions entre les couches

Exemple



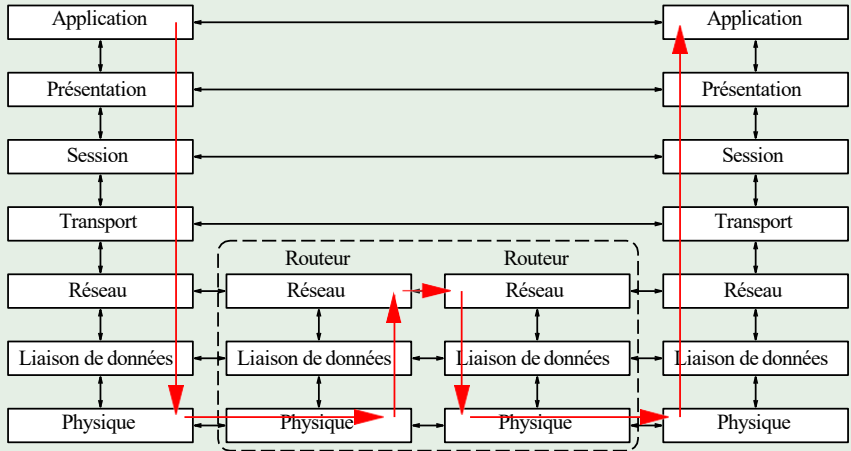
Interactions entre les couches

Exemple



Interactions entre les couches

Exemple



Présentation du modèle TCP/IP

Application

Transport

Internet

Accès réseau

Description

- Modèle issu du développement :
→ implanté avant l'arrivée d'OSI
- Approche pratique :
≠ Approche théorique de OSI
- Simplification des couches basses
- Suppression des couches session et présentation
(rôles de l'application)

Un standard

⇒ Le modèle TCP/IP s'est imposé de facto pour l'Internet

Les couches du modèle TCP/IP

Couche accès réseau (*ou hôte réseau*)

- Pas de rôle précis, uniquement la capacité pour un hôte de se connecter au réseau et d'envoyer des paquets IP

Couche Internet

- Rôle : envoyer des paquets IP et assurer leur acheminement (routage)
- Définition du format des paquets et du protocole IP

Couche transport

- Le but est de permettre à deux hôtes de converser
- Deux protocoles définis : TCP et UDP

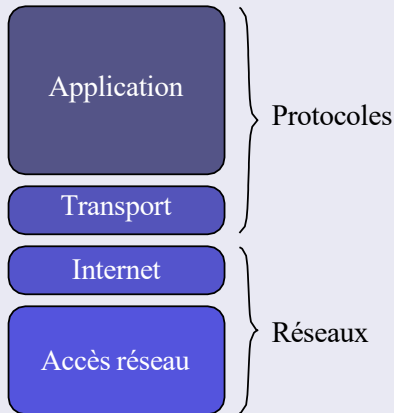
Couche application

- Protocoles de haut niveau
- Ensemble de protocoles : DNS, SMTP, HTTP, etc . . .

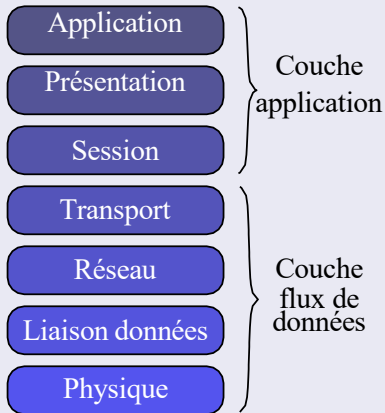
Comparaison entre les deux modèles

Modèle TCP/IP vs modèle OSI

Modèle TCP/IP



Modèle OSI



Et il est où le modèle OSI ?

Problème du modèle OSI

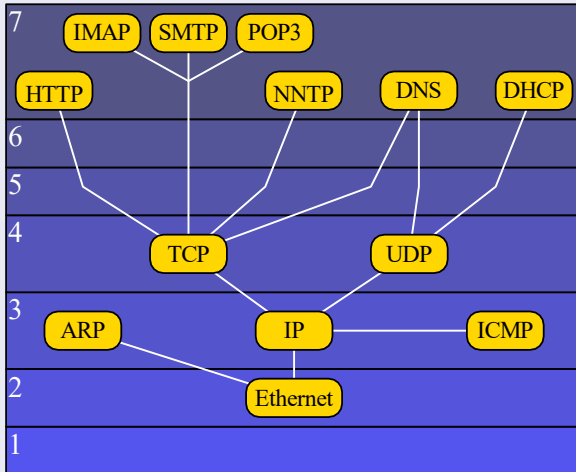
- Arrivé trop tard :
→ L'industrie avait déjà largement investi sur le modèle TCP/IP
- Trop complexe et peu adapté aux besoins :
 - Couches session et application peu utilisées
 - Couches réseau et transport souvent décomposées en sous-couches
- Trop rigide et redondant

Mais pourtant, une référence

- Le modèle OSI reste la référence pour l'étude des réseaux
⇒ La conformité OSI est signed'interopérabilité

Le modèle TCP/IP plongé dans le modèle OSI

Quelques protocoles dans le modèle OSI



Bibliographie/ressources

Bibliographie

- Les réseaux first-step, *Wendell Odom*, Cisco Press

Ressources

- Internet Society (ISOC), www.isoc.org
- IETF, www.ietf.org
- IEEE, www.ieee.org