

Plan

- 1 Introduction aux Réseaux
 - Concept de réseau
 - Historique
 - Objectifs/Intérêts d'un réseau
 - Applications
 - Modèle client/serveur
 - Modèle pair à pair
 - Mobilité
 - Aspects sociaux
 - Classification des réseaux
 - LAN, MAN, WAN
 - Réseaux sans-fils, domestiques, et inter-réseaux
 - Description du modèle OSI

Réseaux 1

Jean-Christophe Deneuville

jean-christophe.deneuville@xlim.fr



Plan du cours

- 1 Introduction aux Réseaux
- 2 Couche Physique/liaison de données
- 3 Couche Routage
- 4 Couche Transport
- 5 Couche Applicative
- 6 Sécurité Réseau

Exemples de Réseaux



Ce cours ?





Introduction ●○○○○○○○○○○○○○○○○
Couche Physique Couche Routage Couche Transport Couche Appllicative Sécurité Réseau

Concept de réseau

Réseau d'ordinateurs

Plusieurs machines distinctes mais interconnectées s'acquittent simultanément de tâches différentes.

À ne pas confondre donc avec :

- Système réparti
 - Système distribué
- } middleware ('couche' d'abstraction)

Pas non plus de notion d'asservissement.

Introduction ●○○○○○○○○○○○○○○○○ Couche Physique Couche Routage Couche Transport Couche Appllicative Sécurité Réseau

Connexion

Entre 2 machines : un lien

- Câble série ou parallèle
- USB
- Sans fil (bluetooth, wifi, ...)
- Modem
-

3 machines et plus ?

- Lien physique
- Adressage

Introduction ○●○○○○○○○○○○○○○○○○ Couche Physique Couche Routage Couche Transport Couche Appllicative Sécurité Réseau

Historique

À l'origine, un ordinateur central. Les utilisateurs apportent leur données à traiter.



Le Gamma 60 de la SNCF



De nos jours, ordinateurs décentralisés mais interconnectés exécutant des tâches différentes.

Événements marquants

(liste non exhaustive)

- 60' : IBM 360 (interopérabilité), loi Moore, ARPAnet, Unix
- 70' : ALOHAnet, OSI, C, Ethernet, X.25, RSA
- 80' : TCP/IP, C++, GNU, $10^3 \rightarrow 10^5$ machines connectées, www
- 90-94 : internet TCP/IP, http, noyau Linux, 10^6 , Mosaic, Netscape, W3C
- 95-99' : Java, 10^7 , IE, USB, commerce électronique
- 2000' : UDDI, ebXML, LCEN, Firefox, MOOC
- 10' : Cloud, Internet Objets, Big Data, cyber-(in)security

Motivations

Partager la Ressource → accessibilité

Fiabiliser la Ressource → disponibilité

Réduire les Coûts → rentabilité

Moyen de Communication

Visio-conférence, communications longue distance rentables, collaboration.

Applications Professionnelles

- Ressources matérielles :
 - Imprimantes
 - Cluster
 - ...
- Ressources logicielles
 - Bases de données (CAS unilim)
 - Banques de logiciels (salles de TP)
 - ...

Applications Personnelles

1977, Ken Olsen, co-fondateur de Digital Equipment Corp

“There is no reason for any individual to have a computer in his home.”

(Légèrement sorti de son contexte)

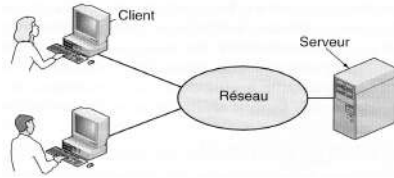
DEC n'existe plus aujourd'hui

(Rachat par Intel en 97)

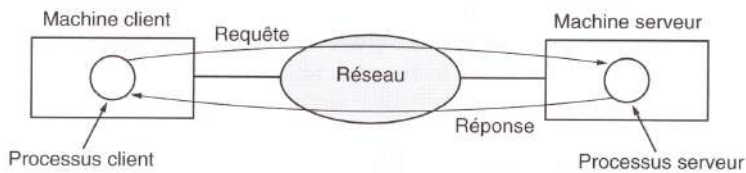
- Accès à l'information
- Activités sociales
- Commerce électronique
- Accès à la formation
- Divertissement
- Télésurveillance

Client-Serveur

- Plusieurs clients/serveur
- Données partagées
- Avantages :
 - 'Scalabilité'
 - Flexibilité

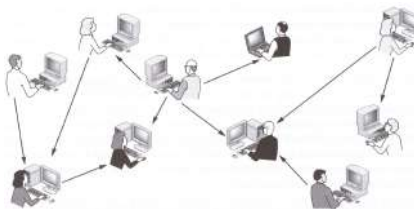


Format des communications dans ce modèle (vocabulaire) :



Peer to peer

- Pas de notion de groupe
- Systèmes homologues
- Avantage : Résistance aux attaques



Les rôles de client et de serveur ne sont pas fixes, ils évoluent en fonction des requêtes.

Exemples : Napster, KaZaA, eMule, ..., BitTorrent, μ Torrent, BearShare, ...

Mobilité

Ne pas confondre SANS FIL et MOBILE...

Accroissement des équipements mobiles :

- PC portables
- Tablettes
- Smartphones

Développement des réseaux sans-fil :

- UWB
- Bluetooth
- Wi-Fi 802.11 a/b/g/n

Technologie	Zigbee	Bluetooth	Wi-Fi
Standard IEEE	802.15.4	802.15.1	802.11
Bande passante	250kb/s	1Mb/s	300Mb/s
Autonomie	Année	Jours	Heures
Portée	100m	10-100m	300m

Aspects Sociaux

- Légalité des contenus
- Responsabilité
- Droits en entreprise
- Espionnage
- Anonymat
- Usurpation d'identité

Dans tous les cas ci-dessus
→ **BESOIN EN SÉCURITÉ**

Classification

Deux critères essentiels pour la caractérisation :

- taille du réseau :
 - Petit (LAN)
 - Gros (RENATER)
- méthode d'envoi :
 - Diffusion
 - Point-à-point

On ne fera pas (dans un premier temps) de distinction entre réseaux privés et publics.

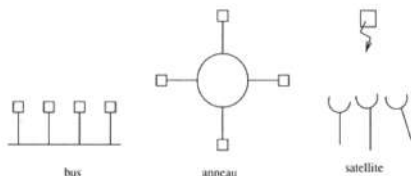
Réseaux à diffusion (1/2)

Notion de Broadcast : PLUSIEURS machines partagent UN SEUL canal de communication.

Chaque machine possède une adresse (suite du cours), et peut envoyer/recevoir des messages : les paquets.

Chaque paquet contient un champ adresse.

À la réception d'un paquet, test de ce champ :
 = → traiter le paquet , ≠ → ignorer le paquet



Réseaux à diffusion (2/2)

Cible de la diffusion :

- Tout le monde : broadcast
- Un sous-ensemble : multicast

Avantages

Facilité d'ajout de nouvelles machines, panne d'un élément n'implique pas la panne du réseau.

Inconvénient

Rupture du support implique panne globale.

exemple

LAN, MAN

Réseaux point-à-point (1/2)

Le support physique relie seulement une paire d'équipements à la fois.

Communication directe si les machines sont reliées, indirecte (par l'intermédiaire d'autres machines) sinon.

Deux types de maillage :

Régulier

- interconnexion totale
- fiabilité maximal
- coût maximal

Irrégulier

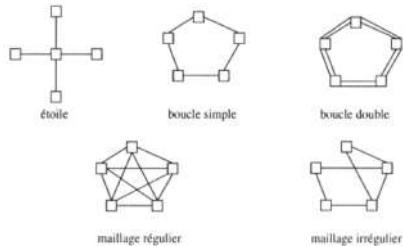
- coûts réduits
- acheminement
- fiabilité

Réseaux point-à-point (2/2)

Notion d'envoi Unicast : UNE machine vers UNE machine.
Nécessité d'acheminer le paquet à la destination : problème de routage.

Inconvénients

Algos de routage ?
Temps de transfert ?

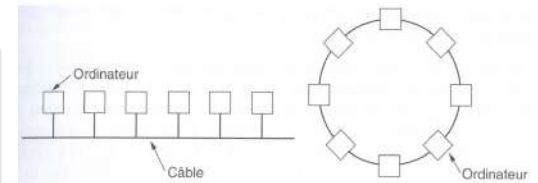


Local Area Network

- Configuration la plus répandue
- taille $\approx 1 \text{ km}^2$
- Délai transmission borné et connu $\rightarrow$ gestion simplifiée
- Peu d'erreurs
- Bons débits ($10 \text{ Mb/s} \rightarrow 1 \text{ Gb/s}$)

Inconvénient : Accès au canal

1 machine à la fois, sinon collision $\rightarrow$ mécanisme arbitrage (attente aléatoire ou token)



Exemple de LAN

(Au hasard) Ethernet (802.3)

Taille des Réseaux

Distance entre processeurs	Exemple de localisation	Type de Réseau
$\leq 10^0 = 1 \text{ m}$	Ordinateur	PAN
$\leq 10^1 \text{ m}$	Salle	LAN
$\leq 10^2 \text{ m}$	Immeuble	
$\leq 10^3 \text{ m} = 1 \text{ km}$	Campus	
$\leq 10^4 \text{ m} = 10 \text{ km}$	Ville	MAN
$\leq 10^5 \text{ m} = 100 \text{ km}$	Région/Pays	WAN
$\leq 10^6 \text{ m} = 1\,000 \text{ km}$	Continent	
$\leq 10^7 \text{ m} = 10\,000 \text{ km}$	Planète	
		Internet

Petits réseaux

$\rightarrow$ Diffusion

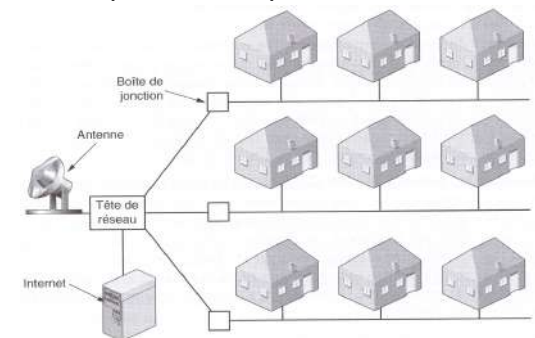
Grands réseaux

$\rightarrow$ point-à-point

Metropolitan Area Network

Exemple : exploitation de l'ancien système d'antenne collective (le rôle de *gateway*) dans des spectres fréquentiels étendus.

L'antenne reçoit l'information en sans fil, et la retransmet via le réseau câblé (rôle de *routeur*).

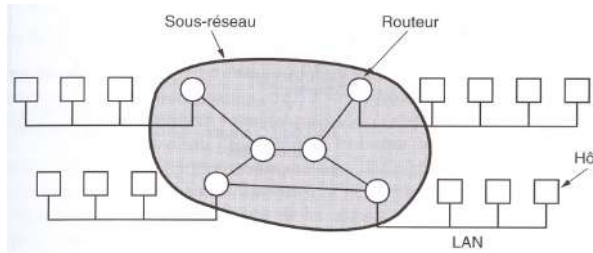


Autre MAN

Haut débit sans fil : 802.16

Wide Area Network (1/2)

Longues distances, composé d'hôtes, reliés par un sous-réseau :



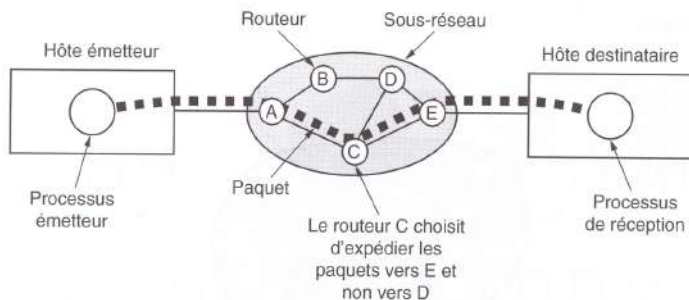
- Hôtes : appartiennent aux clients, exécutent des applications
- Sous-réseau : propriété d'un FAI, acheminement des paquets (contexte !)

Séparation COMMUNICATION et APPLICATION
→ **Simplification de conception** (*divide & conquer*)

Wide Area Network (2/2)

Routeur : machine dédiée à la redirection (*commutation*) de paquets (reliant minimum 3 hôtes). Une ligne de transmission relie 2 routeurs.

2 routeurs non reliés directement → *intermédiaire*
mode différé ou **commutation de paquets**

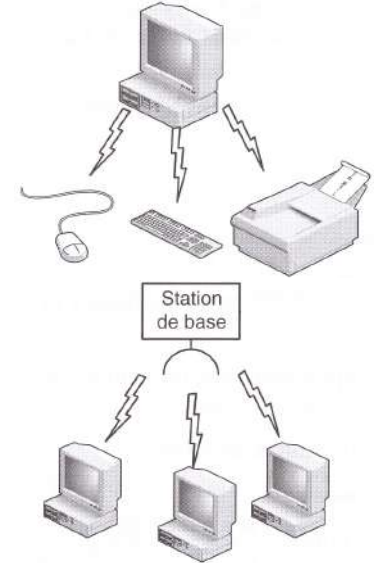
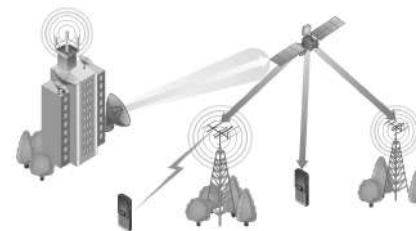


Réseaux sans-fil

1901 : Premier réseau sans-fil (télégraphe en morse)

Aujourd'hui, trois grandes catégories :

- Interconnexion systèmes
- Wireless LAN (WLAN)
- Wireless WAN (WWAN)



Réseaux domestique

Objectifs :

- Interactions des appareils dans la maison
- Accessibilité depuis l'extérieur

Spécifications :

- Connexion bi-directionnelle
- 1 seul réseau pour tous les appareils
- Prix des équipements
- Large bande passante (multimédia)

→ Et bien sûr, réseau **sécurisé** !

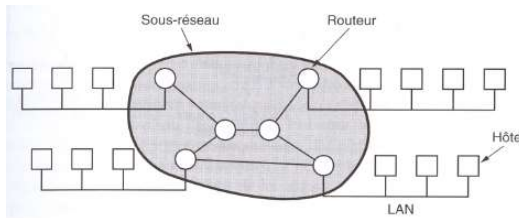
Inter-réseaux

Nombreux réseaux, souvent incompatibles (suite du cours).
Pour les connecter, passerelle (*gateway*)

→ traduction matérielle et logicielle.

Inter-réseau : ensemble de réseaux ainsi reliés.

Diffusion
↓
Point-à-point

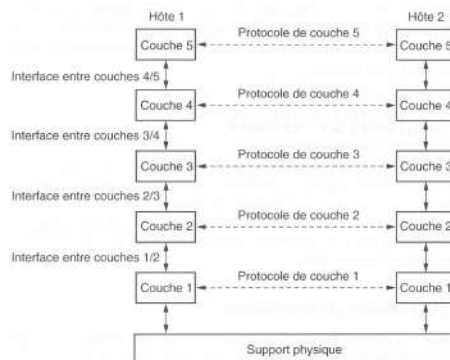


Hierarchisation des protocoles (1/2)

Pour réduire la complexité de conception, les architectures sont organisées en strates, appelées couches ou niveaux.
(Nom, fonction, et contenu différents selon les réseaux.)

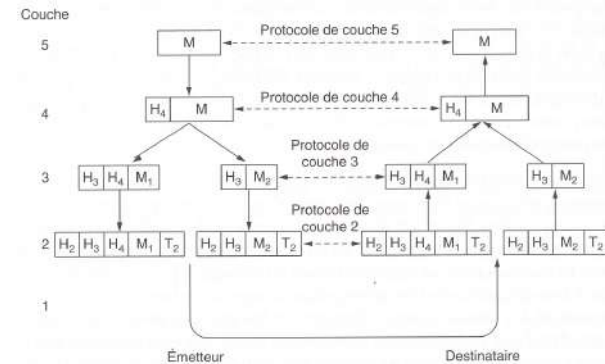
Rôle : fournir un service à la couche immédiatement supérieure, via une interface (obfusquant les détails des couches inférieures).

Fonctionnement : 2 couches de même niveau utilisent un même **protocole**.



Hierarchisation des protocoles (2/2)

Cheminement d'un message à travers les couches :



- Ajout d'une entête [4], découpage + numérotation [3], ajout d'une en-queue (taille) [2], envoi [1]
- Réception, suppression en-tête, et retransmission à la couche supérieure.

Problématiques

- Identification des processus émetteur et récepteur : **adressage**
- Selon les systèmes, les données voyagent dans **un ou deux sens**, simultanément ou non
- Les canaux de communication ne sont pas parfait : **Détection/Correction d'erreurs**
- L'ordre des messages n'est pas nécessairement préservé : **Numérotation**
- Empêcher un émetteur rapide de monopoliser la bande passante : **Contrôle de flux**
- Établissement connexion coûteux : **Multiplexage**
- Acheminement des paquets : **Routing**

Services connectés

Établissement de la connexion :

- Demande de connexion
- Acceptation/Refus
- Établissement
- Échanges
- Fermeture

La connexion fonctionne comme un tuyau : l'émetteur pousse des objets (1 bit) d'un côté et le récepteur les récupère dans le même ordre de l'autre côté.

Fiabilité des services

Chaque service est caractérisé par une qualité de service (QoS).

Un service non fiable sans connexion est appelée service datagramme.

	Services	Exemples
Avec connexion	Flot de messages fiable	Suite de pages
	Flot d'octets fiable	Ouverture de session à distance
	Connexion non fiable	Voix numérique
Sans connexion	Datagramme non fiable	Prospectus électronique
	Datagramme acquitté	Messagerie avec accusé de réception
	Demande-réponse	Interrogation d'une base de données

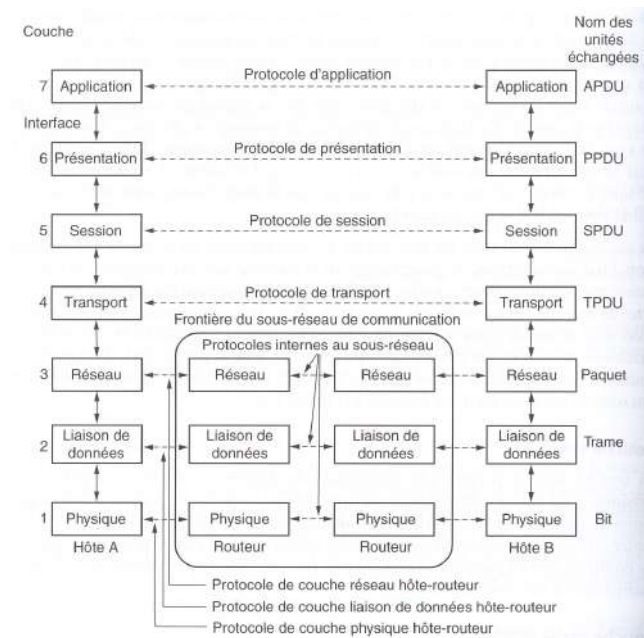
Services non connectés

En mode non connecté, les données sont découpées en paquets, chaque paquet est envoyé l'un après l'autre.

Il est possible d'alterner des paquets de l'émetteur avec ceux du récepteur sans attendre la fin des échanges. C'est le fonctionnement du courrier postal :

- Le client poste une lettre, avec l'adresse du destinataire
- Chaque client possède sa propre adresse
- Le contenu de l'information est inconnu du prestataire de service
- Les supports de transports sont inconnus de l'utilisateur du service

Le modèle OSI (1/2)



Couche Physique

Chargée de la transmission des bits à l'état brut sur le canal de communication.

Objectif : S'assurer qu'un bit n'est pas altéré durant le transport

Concerne le voltage pour représenter les états 0 et 1, la durée d'un bit, la possibilité de transmission dans les deux sens en même temps, l'établissement initial d'une connexion et sa libération lorsque les deux extrémités ont fini, le nombre de broche d'un connecteur et leur rôle, etc. . .

Couche Liaison de Données

Objectifs : faire en sorte qu'un moyen de communication brut apparaisse à la couche réseau comme étant une liaison exempte d'erreurs de transmission.

Elle décompose les données en trames (quelques centaines ou milliers d'octets) et envoie les trames en séquence.

S'il s'agit d'un service fiable, le récepteur confirme la bonne réception de chaque trame en envoyant à l'émetteur une trame d'acquittement.

Couche Réseau

Contrôle le fonctionnement du sous-réseau.

Objectif : déterminer comment les paquets sont routés de la source vers la destination.

- Statiquement avec des tables câblées dans le réseau et rarement modifiées
- Dynamiquement au début du dialogue pour la session ou pour chaque paquet selon la charge actuelle du réseau

Elle doit aussi régler tous les problèmes de qualité de service (délais, temps de transit, gigue, ...)

Elle doit aussi gérer les problèmes concernant l'adressage (qui peut être différent entre le réseau d'origine et celui de destination), la taille des paquets (paquets trop grands), les protocoles différents, ...

Couche Transport

Objectif : Accepter des données de la couche supérieure, de les diviser en unités plus petites si nécessaire, de les transmettre à la couche réseau et de s'assurer qu'elles arrivent correctement à l'autre bout.

Détermine le type de service à fournir à la couche session, et au final à l'utilisateur :

- Celui qui a le plus de succès est le canal point-à-point exempt d'erreur (en réalité très faible taux d'erreur) qui remet les messages ou les octets dans l'ordre dans lequel ils ont été envoyés
- Il existe aussi la remise de messages isolés sans garantie de l'ordre d'arrivée ou la diffusion de messages à plusieurs destinataires (multicast)

La couche transport offre un réel service de bout-en-bout, de la source à la destination.

Couche Application

(au sens large)

Couche Session : Elle permet aux utilisateurs de différentes machines d'établir des sessions.

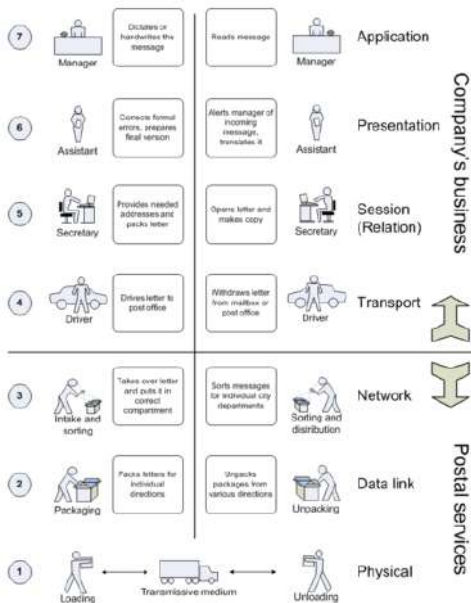
Couche Présentation : Elle s'intéresse à la syntaxe et à la sémantique des informations transmises.

Couche Application : Elle contient une variété de protocoles utiles aux utilisateurs.

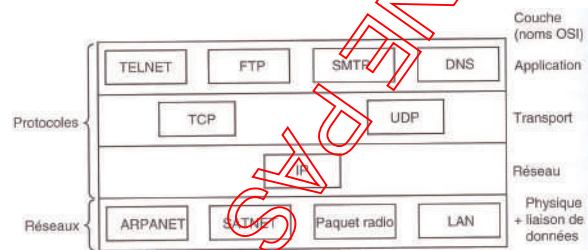
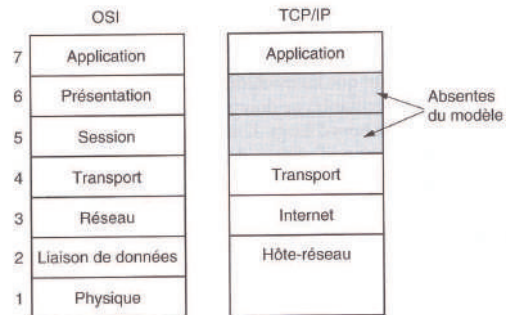
Les supports de la suite de ce cours sont le fruit du travail de [Damien Sauveron](#).

Je le remercie chaleureusement d'avoir accepté de partager ses ressources.

Le modèle OSI (2/2)

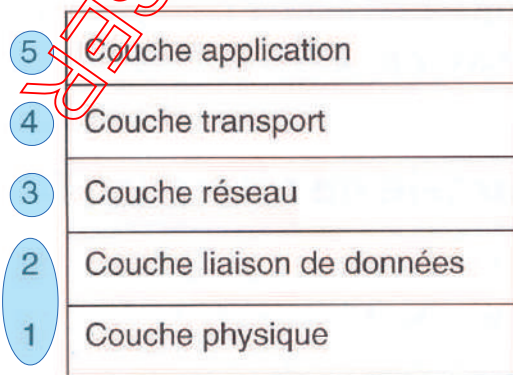


Modèle TCP/IP (vs OSI)



43

Suite du plan du cours



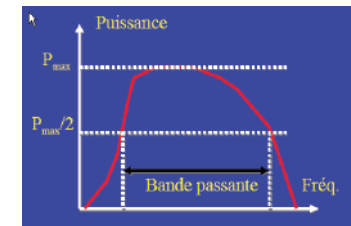
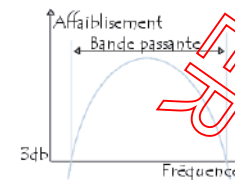
44

Couche physique

45

Bande passante

La bande passante d'une voie de transmission est l'intervalle de fréquence sur lequel le signal ne subit pas un affaiblissement supérieur à une certaine valeur (généralement 3db, car 3décibel correspondent à un affaiblissement du signal de 50%).



Notion de bande passante

désigne la différence en Hertz entre la plus haute et la plus basse des fréquences utilisables sur un support de transmission.

Dans la pratique, ce terme désigne le débit d'une ligne de transmission, calculé en quantité de données susceptibles de transiter dans un laps de temps donné (en général exprimé en secondes).

Plus la bande passante est large, plus le volume d'informations qui transitent est important.

On verra qu'il est possible de coder plusieurs bits par Hertz.

Bande passante d'un système de transmission:

- Paire métallique : ~ 10 MHz
- Câble coaxial : ~ GHz
- Fibre optique : ~ 100 GHz

46

Support de transmission guidés : la transmission filaire (1/2)

Support magnétique :

Bande magnétique, DVD, etc.

- Exemple : les sauvegardes d'une banque => réseau pas assez puissant et cher
- Coût par bit versus délai de transmission

Ne sous-estimez jamais la bande passante d'une fourgonnette pleine de bandes magnétiques, lancée à fond sur l'autoroute.

Paire torsadée

Deux fils de cuivre isolés d'une épaisseur d'environ 1mm enroulés l'un sur l'autre de façon hélicoïdale pour réduire les radiations électromagnétiques perturbatrices.

=> les ondes rayonnées par chaque torsade s'annulent

Pas besoin d'amplification sur plusieurs kilomètres

=> au-delà des répéteurs sont nécessaires

Utilisation : quand une connexion immédiate est requise.

- Exemple : le système téléphonique
- Pour la transmission de signaux analogiques ou numériques

La bande passante dépend de l'épaisseur du câble et de la distance à parcourir => plusieurs Mbit/s sur quelques km



© Pearson Education France

Câble coaxial (coax)

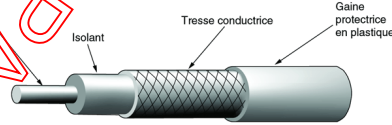
Il se compose d'une âme, un conducteur rigide en cuivre, enfermée dans un matériau isolant, lui-même entouré d'une tresse protectrice. Une gaine plastique protège le tout.

Meilleur protection que la paire torsadée => meilleurs débits

Utilisation :

- Exemple : télévision par câble et réseaux métropolitains
- Principalement pour la transmission numérique

Bande passante proche de 1GHz



© Pearson Education France

Support de transmission guidés : la transmission filaire (2/2)

Fibre optique

Evolutions :

- Processeurs 4,77 MHz (1981) -> 2 GHz (aujourd'hui) => facteur de 20/décennie
- Débits 56kbit/s à 1 Gbit/s (ligne optique moderne) => facteur de 125/décennie et réduction du taux d'erreurs de transmission d'un bit de 10^{-5} à presque zéro

Principe :

- Une source de lumière, le support de transmission et le détecteur de lumière

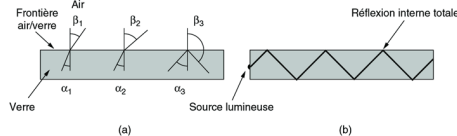
- Par convention

la présence de lumière => son absence = 0

- Conversion optique/électrique aux deux extrémités

- Tout dépend de l'angle du rayon incident et des indices de réfraction

=> fibre multimode et fibre monomode (guide d'ondes)



© Pearson Education France

Aujourd'hui limitations dues aux technologies de conversion de signaux électriques et optiques

=> 10 Gbit/s au lieu des 50 Tbit/s « possible »

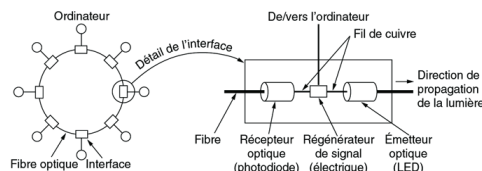
Exemple de réseau LAN en fibre optique :

- ici un anneau

- Il se utilise des répéteurs actifs

=> ceux purement optiques sont plus performants

- Les réseaux à diffusion sont aussi possibles



© Pearson Education France

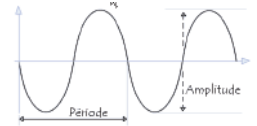
Supports de transmission non guidés : la transmission sans fil (1/2)

Perspectives :

Seuls subsisteront la fibre optique et le sans fil ?

Avantages :

Économique et parfois seule solution possible (exemple Hawaï)



Spectre électromagnétique :

Lorsque des électrons sont en mouvement, ils créent des ondes électromagnétiques qui peuvent se propager dans l'espace (même dans le vide) => principe de l'antenne.

Identifiées et prévues par James Clerk Maxwell en 1865 et observées par Heinrich Hertz en 1887.

Le nombre d'oscillations par seconde d'une onde et appelée **fréquence**, f , et se mesure en Hertz

La distance entre deux maxima (ou minima) d'une onde est appelée **longueur d'onde**, λ .

Dans le vide **toutes les ondes** se propagent à la même vitesse, la **vitesse de la lumière**, c , de 300 000 km/s.

Dans le cuivre ou la fibre optique la vitesse est de 2/3 de celle dans le vide et dépend légèrement de la fréquence

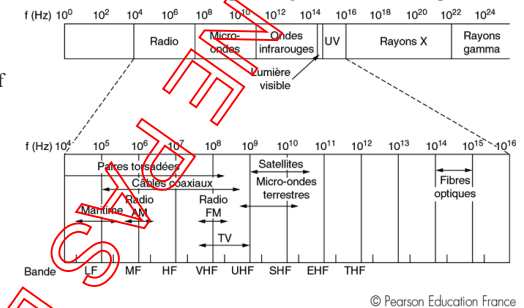
Dans le vide : $\lambda * f = c$

Remarque : ne pas confondre λ et la période $T = 1/f$

Partie du spectre utilisable pour la transmission :

- Entre 10^4 et 10^{16} Hz.

- Au-delà dangereux pour l'homme



(Very, Ultra, Super, Extremely et Tremendously High Frequency)

© Pearson Education France

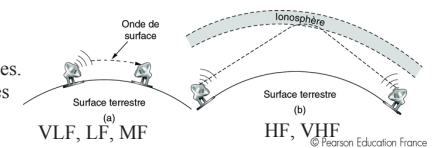
Supports de transmission non guidés : la transmission sans fil (2/2)

Transmission d'ondes radio

Facile à générer avec une antenne.

Elles sont omnidirectionnelles => pas d'alignement des antennes.

Se propagent sur de longues distances et traversent très bien les obstacles. => Très réglementé par les gouvernements



General Motor : Cadillac avec frein antiblocage (1970) => Problèmes dans l'Ohio en présence de la police

Transmission de micro-ondes

Après 100 MHz les ondes se propagent pratiquement en ligne droite et peuvent être étroitement concentrées.

Ces ondes ne traversent pas les murs.

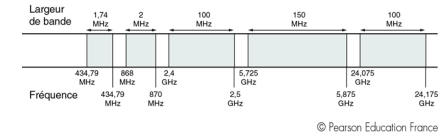
Utilisation : téléphonie mobile, diffusion TV, etc.

Le spectre est très encombré.

Bande ISM (Industrial, Scientific, Medical)

- WiFi, Bluetooth

- Tout le monde peut émettre avec une puissance limitée



© Pearson Education France

Transmission d'ondes infrarouges et millimétriques

Très directif => télécommande

Ne traversent pas les objets solides. (=> pas de licence d'exploitation)

Avantage et inconvénient : pas d'interférence avec le voisin

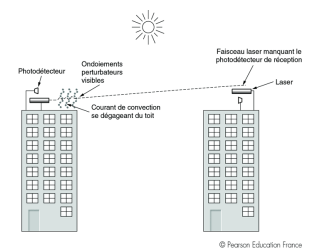
Transmission d'ondes lumineuses

Large bande passante à faible coût.

Pas de licence d'exploitation.

Très directif.

Inconvénient : perturbé par la pluie, par le brouillard, par de fortes chaleurs



© Pearson Education France

Réseau téléphonique public commuté

Réseau téléphonique commuté (RTC)

Objectif : transmettre la parole humaine sous une forme plus ou moins reconnaissable.

Développement de son utilisation pour faire communiquer des ordinateurs sur de longues distances.

- Car moins cher que de faire courir un câble entre les machines ;
- mais il est moins rapide : 56 kbit/s contre 1 Gbit/s avec un LAN => facteur de 20000 (1000 à 2000 avec l'ADSL)

Structure du réseau téléphonique :

1876, Graham Bell dépose un brevet

Au départ téléphones vendus par paires !

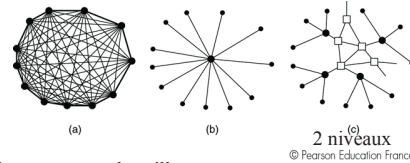
=> toiles d'araignées dans les villes sur les toits, les arbres, ...

1878 Bell Telephone Company invente le central téléphonique

Une opératrice faisait les branchements

Développement d'un second niveau de central pour permettre d'interconnecter les villes.

Il y a aujourd'hui 5 niveaux.



© Pearson Education France

Desserte locale au moyen de paire de fils de cuivre torsadés : de 1 à 10 km. Aussi appelée **boucle locale**.

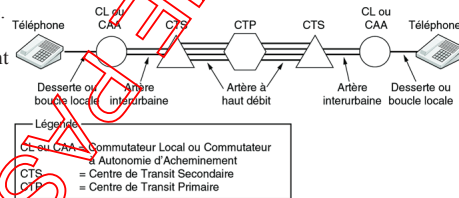
Toutes les boucles locales du monde = 1000 fois la distance terre-lune.

80% de la valeur du capital d'AT&T était sa boucle locale.

Lorsque deux abonnés du même CL se téléphonent ils sont mis en contact directement.

Les commutateurs routent les appels

Possibilité de faire passer plusieurs appels sur les artères interurbaines grâce au multiplexage.



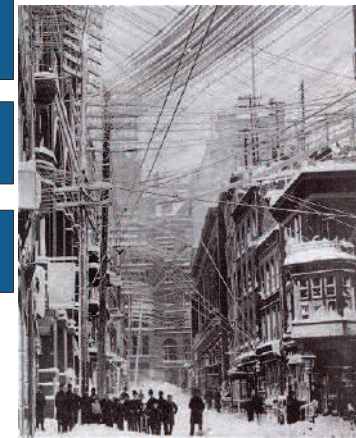
© Pearson Education France



tunio.com



tunio.com



Desserte locale : modems, ADSL et boucle locale radio (BLR)

La desserte locale est analogique depuis plus d'un siècle et le restera sûrement encore longtemps.

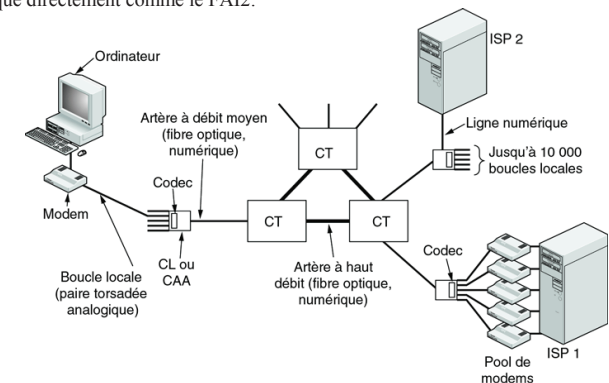
Lorsqu'un ordinateur souhaite envoyer des données (numériques) sur une liaison commutée analogique, celles-ci doivent d'abord être converties dans une forme analogique pour être transmises sur la boucle locale. => modem

Dans le central téléphonique ce signal analogique est converti dans une forme numérique par un codec pour transiter sur les artères numériques longue distance.

Le FAI (ISP = Internet Service Provider) à l'autre extrémité de la liaison dispose de modems pour faire la conversion inverse (analogique -> numérique). Le FAI1 gère autant de connexion qu'il a de modems.

Maintenant on utilise une ligne numérique directement comme le FAI2.

=> moins de bruit => plus de débit



Modem (Modulateur-démodulateur)

Pour résoudre les difficultés associées à la transmission de signaux numériques sur les lignes téléphoniques, on recourt aux signaux analogiques.

On introduit un signal sinusoïdal : la porteuse (entre 1000 et 2000Hz)

On module pour représenter le 0 et le 1 :

- Modulation d'amplitude (AM)
- Modulation de fréquence (FM)
- Modulation de phase (PM) à 180°

Si on module à 45°, 135°, 225°, 315° on peut transmettre 2 bits par intervalle de temps.

Le nombre de modulation par seconde se mesure en **bauds**.

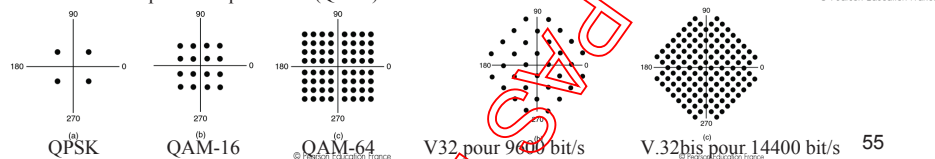
Durant chaque baud, un symbole est envoyé.

2400 bauds => 1 symbole toutes les 416,667 μs.

Si on représente le 0 par 0 volt et le 1 par 1 volt le débit binaire est de 2400 bit/s.

Si on utilise 4 tensions (0, 1, 2 et 3 volts) chaque symbole se compose de 2 bits et on a un débit de 4800 bit/s

Modulation de phase en quadrature (QPSK)



DSL

Les opérateurs téléphoniques tentent de concurrencer les câblo-pérateurs et les sociétés de communication via satellite en proposant des services large bande. Ils doivent coexister avec le téléphone.

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

Le réseau téléphonique est optimisé pour la voix. Aussi lorsque la boucle locale arrive au central téléphonique, le câble passe par un filtre qui ne garde que les fréquences entre 300 Hz et 3400 Hz (coupure à 3dB pour les 2)

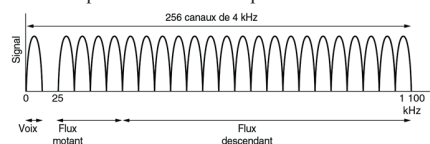
=> bande passante = 3100 Hz

Idee : utiliser le reste de la BP car la bande passante théorique de la ligne est d'environ 1MHz s'il n'y avait pas le filtre (suivant la distance et la qualité du câble) => problème de choix du débit et de l'étendu de l'offre (installation de DSLAM).

Une solution de partage du spectre fréquentiel : le multitonnalité discrète (DMT)

Canal 0 pour la voix. Canal 1-5 inutilisé et les 250 autres pour les données (1 pour le contrôle de flux montant et le contrôle de flux descendant) => Asymmetric à cause des capacités des flux.

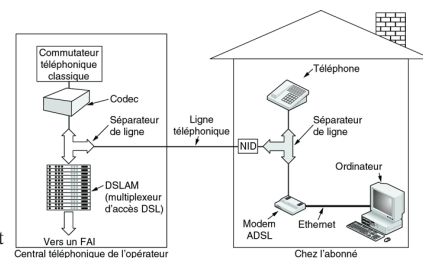
Pour chaque canal une technique de modulation semblable à V.34 est utilisée.



© Pearson Education France

NID (Network Interface Device)

Le séparateur de ligne se remplace maintenant par un filtre passe-bas (à 3400Hz pour le téléphone) et un filtre passe haut (à 26kHz pour le modem) intégré dans la prise.



© Pearson Education France

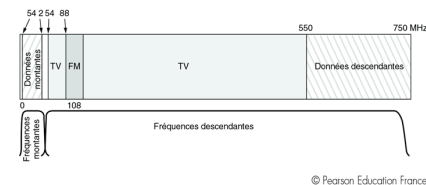
L'internet par le câble

Développement de liaison hybride HFC (Hybrid Fiber Coax) avec à la jonction des convertisseurs électro-optiques (les centres de distributions)

Inconvénient : le même câble est partagé par plusieurs abonnés => problèmes de bande passante

Solution : diviser les longs câbles en segment connecté au centre de distribution (car BP de la tête de réseau est quasiment infinie). Entre 500 et 2000 abonnés par câble.

Avantage : pour la diffusion de programmes TV qu'il y ait 10 ou 10000 téléspectateurs.



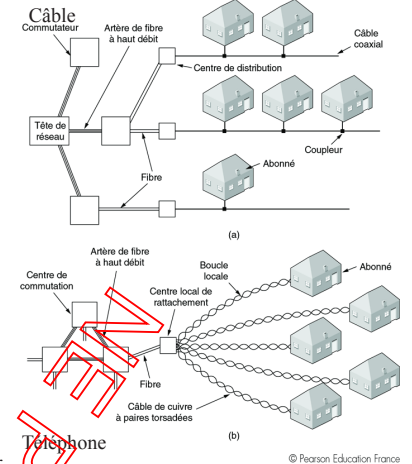
© Pearson Education France

1 canal fait de 6 à 8 MHz

On constate une asymétrie dans les flux montant et descendant.

Comme les signaux TV ne sont que descendant il a fallu employer des amplificateurs opérants dans la plage montante des 5-42 MHz et d'autre opérant uniquement dans la plage descendante au dessus de 54 MHz.

Pour les canaux montant on utilise QPSK => grande asymétrie.



© Pearson Education France

Boucle locale radio (BLR)

MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service)

Utilisation de micro-ondes : portée d'environ 50 km. Traverse relativement bien la végétation et la pluie.

Avantages : technologie bien connue, équipement est disponible

Inconvénient : bande passante totale disponible est limitée et partagé par plusieurs utilisateurs sur une zone géographique assez étendue.

LMDS (Local Multipoint Distribution Service)

Utilisation d'ondes millimétriques avec une largeur de bande de 1,3GHz : très directives. Portée d'environ 2 à 5km. Sensible à la pluie et à la végétation.

=> il faut de nombreuses tours

=> on augmente la puissance selon les conditions (pluie, ...)

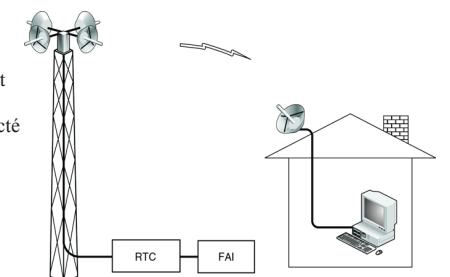
Actuellement : 36Gbit/s en descendant et 1 Mbit/s en montant

1 tour avec 4 antennes => 100000 clients si 1 sur 3 est connecté

A noter :

Ces installations nécessitent l'intervention d'un technicien

Normalisé sous IEEE 802.16 : MAN sans fil (WMAN)



© Pearson Education France

Couche liaison de données

59

Le contrôle de flux

Lorsqu'un émetteur émet systématiquement plus de trames que le récepteur ne peut en accepter, il se pose un problème.

- quand l'émetteur est sur un ordinateur rapide (ou peu chargé)
 - quand le récepteur est sur une machine lente (ou très chargé)
- => Il faut un mécanisme pour éviter cette situation

Il existe deux approches pour résoudre ce problème :

- un contrôle de flux avec retour d'information (rétroaction) pour contraindre l'émetteur à ne pas envoyer plus de trames que le récepteur peut en accepter.
- un contrôle de flux basé sur le débit : mécanisme intégré au protocole pour limiter le débit de transmission des données sans exploiter de retour d'information (jamais utilisé dans la couche liaison de données)

Il existe de nombreuses variantes de contrôle de flux avec rétroaction.

En général, il est interdit d'envoyer des trames s'il n'y a pas eu auparavant une permission explicite ou implicite du récepteur

- exemple : « Tu peux m'envoyer maintenant n trames, mais après ces n émissions, suspend tes envois jusqu'à ce que je te dise de continuer ».

Détection et correction d'erreurs

Selon leur nature les supports de transmission sont sujet à l'apparition d'erreurs dans les messages transportés

Elles peuvent intervenir par rafales ou de façon isolés (dépend de la nature du support)

=> il faut donc mettre en place des mécanismes pour détecter ces erreurs, voir les corriger

- **code correcteur d'erreurs** : inclure dans les blocs de données suffisamment de redondance pour que le récepteur soit capable de restituer les données originales
- **code détecteur d'erreurs** : ajouter juste assez de redondance dans les données à transmettre pour que le récepteur puisse détecter les erreurs et redemander la transmission.

L'utilisation de ces codes dépend du canal de transmission

- fiable (exemple : la fibre optique) : le code détecteur d'erreurs est moins lourd. On retransmettra seulement l'éventuel bloc défectueux.
- non fiable (exemple : réseau sans fil) : il est préférable d'ajouter suffisamment de redondance à chaque bloc pour permettre au récepteur de trouver le bloc d'origine, au lieu de se baser sur la retransmission, qui peut également être erronée

Code détecteur d'erreurs simple : le **contrôle de parité**

- On ajoute aux bits de données **un bit de parité**.
- Celui-ci est choisi de façon que le nombre de bits 1 dans le mot de code soit pair (ou impair).
- exemple : pour envoyer 1011010 en parité paire, on ajoute un bit à la fin pour obtenir 10110100. En parité impaire, 1011010 devient 10110101.
- Il permet de détecter UNE erreur simple.

Il y a des codes détecteurs d'erreur bien plus puissants.

61

PPP (le protocole point-à-point)

L'essentiel de l'architecture de l'Internet repose sur des liaisons louées point-à-point.

- par exemple entre les routeurs de différents backbones (LAN fédérateur d'un FAI).

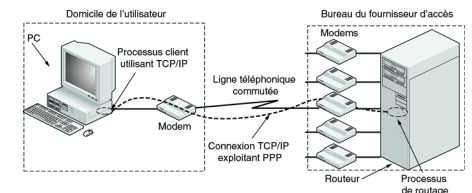
On retrouve les connections point-à-point pour les millions d'utilisateurs qui accèdent à l'internet en utilisant les liaisons téléphoniques et des modems.

PPP est donc nécessaire pour :

- le trafic routeur routeur
- le trafic domestique à un fournisseur d'accès

Il gère la détection d'erreurs

Il permet la négociation d'adresses IP à la connexion



PPP fournit trois choses :

- une méthode qui délimite sans ambiguïté la fin de trame et le début de la suivante. Le format de trame permet également la détection des erreurs.
- un protocole de contrôle de la liaison qui active la ligne, la teste, négocie les options et la désactive proprement lorsqu'on n'en a plus besoin.
- un moyen de négocier les options de la couche réseau indépendamment du protocole de couche réseau à utiliser.

Une trame PPP :

Octets	1	1	1	1 ou 2	Variable	2 ou 4	1
	Fanion	Adresse	Contrôle	Protocole	Charge utile	Total de contrôle	Fanion
	01111110	11111111	00000011				01111110

60

62

Ethernet (1/3)

Protocole utilisé dans les réseaux à diffusion (LAN)

1970 : ALOHANET

Dans un archipel hawaïen ne disposant pas d'un système téléphonique Norman Abramson tente de relier à l'ordinateur central de l'université (Honolulu) des utilisateurs d'îles éloignées.

- impossible de tirer des câbles (trop cher)
- => utilisation d'onde radio de faible portée

Chaque terminal disposait d'un dispositif radio à 2 fréquences : une montante (vers l'ordinateur central) et une descendante.

Quand un utilisateur voulait contacter le central il transmettait simplement le paquet de données sur le canal montant. Si personne ne transmettait en même temps le paquet était acheminé vers sa destination et acquitté par voie descendante. Lorsque un conflit se produisait, il n'y avait pas d'acquiescement et le terminal essayait d'émettre à nouveau.

Il ne pouvait pas y avoir de collision sur le canal descendant car seule l'ordinateur central émettait.

Le système fonctionnait assez bien lorsqu'il y avait de faible fréquentation

- Bob Metcalfe après son doctorat à Harvard va travailler avec Abramson pendant les vacances puis il est embauché au centre de recherches de Palo Alto (PARC) de Xerox. Il conçoit un système pour les ordinateurs personnels basé sur ALOHANET et le nomme Ethernet (éther lumineux). Il fonde 3Com (plus de 100 millions de cartes vendues)

La trame Ethernet :

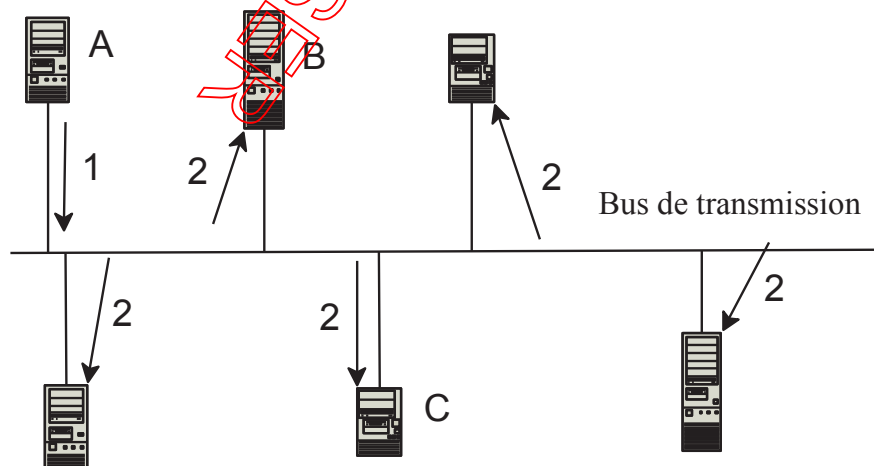
Octets	8	6	26	0-1500	0-46	4
(a)	Préambule	Adresse de destination	Adresse source	Type	Données	Total de contrôle

Ethernet (2/3)

La transmission de l'information

A veut communiquer avec B :

- elle transmet en (1) son message sur le bus de transmission ;
- en (2), toutes les machines connectées au bus reçoivent le message (B comme C) !



Ethernet (3/3)

Comment se passe la communication dans un réseau à diffusion ?

CSMA/CD

- Carrier Sense (Détection de porteuse);
- Multiple Access (accès multiple);
- with Collision Detection (avec détection de collision).

Les ordinateurs peuvent transmettre lorsqu'ils le désirent :

- si deux paquets (ou plus) entrent en **collision**, chaque ordinateur attend un temps aléatoire et réémet son paquet.

L'adressage dans Ethernet

Chaque carte réseau possède une adresse matérielle appelée adresse MAC (*Medium Access Control*).

Cette adresse est unique par rapport à toutes les cartes réseaux existantes !

Elle est exprimée sur 48 bits ou 6 octets.

Syntaxe : 08:22:EF:E3:D0:FF

Adresse de Broadcast : FF:FF:FF:FF:FF:FF

Des tranches d'adresses sont affectées aux différents constructeurs :

00:00:0C:XX:XX:XX Cisco
08:00:20:XX:XX:XX Sun
08:00:09:XX:XX:XX HP

Avantage : impossible de trouver deux fois la même adresse dans un même réseau.

Bilan : adressage du réseau et communication avec une machine distante

Nous avons vu que :

pour pouvoir communiquer avec une machine distante celle-ci doit avoir une adresse

On sait que :

Ethernet est déployé partout ou presque.
chaque machine possède une adresse MAC via sa carte réseau
Ethernet fonctionne par diffusion

Problème 1 :

Dans des gros réseaux on ne peut pas diffuser un message sur la totalité car il y aurait beaucoup trop de collisions et il serait impossible d'utiliser le réseau.

Solution 1 :

Il faudrait faire du point à point entre le sous réseau de la machine source et celui de la machine cible.

Problème 2 :

Ethernet ne permet pas de localiser une machine dans un sous-réseau.

- L'adresse MAC ne donne aucune information sur la **localisation** d'une machine
(dans quel réseau est la machine avec qui je veux parler ?)

Solution 2 :

Mettre une couche supplémentaire pour assurer le routage point à point (c'est le travail de la couche réseau) puis diffuser une fois le sous réseau atteint.

Une des solutions inventées et utilisées sur l'Internet est le **protocole IP** !

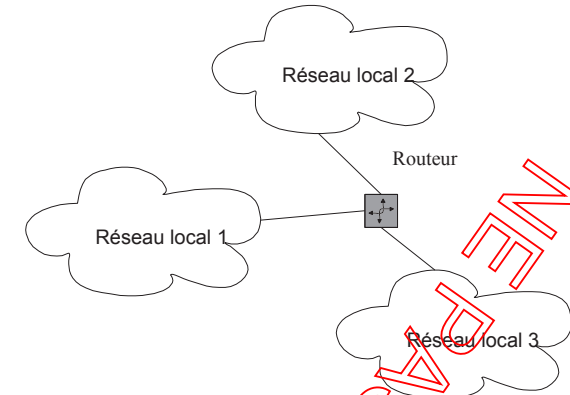
Couche réseau

67

Principe d'interconnexion de réseaux (1/2)

Synthèse

- des réseaux locaux à diffusion ;
- quand les distances augmentent il faut utiliser du point à point ;
- les machines doivent disposer d'un adressage pour pouvoir être jointe ;
- cet adressage doit être commun entre tous les réseaux ;
- il n'est pas nécessaire d'utiliser le même adressage à l'intérieur d'un réseau.

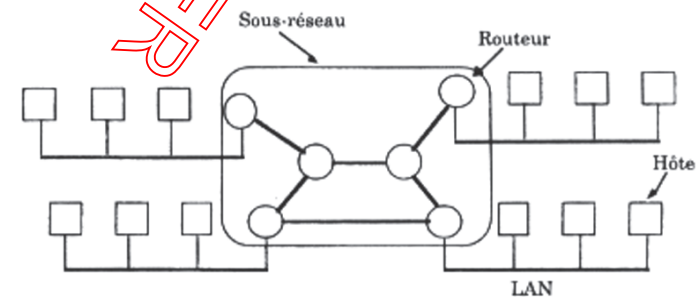


69

Principe d'interconnexion de réseaux (2/2)

Autre schéma

Ici il y a un sous réseau d'inter-connexion.



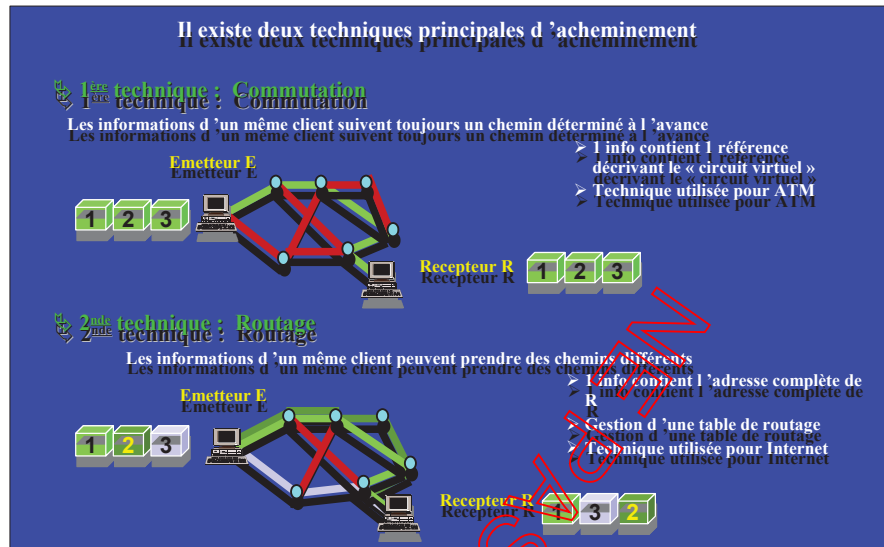
Exemple : Renater

68

70

L'acheminement des paquets

Commutation et routage



71

Adresse IP

Adresse IP : <adresse réseau>.<adresse machine>

- L'adresse IP est décomposée en deux parties :
- un identifiant de réseau
 - un identifiant d'ordinateur dans ce réseau

Chaque ordinateur et chaque routeur du réseau Internet possède une **adresse IP**.

Chaque adresse IP est **unique**.

Elle est codée sur 32 bits

Elle est représentée par commodité sous forme de 4 entiers variant entre 0 et 255 séparés par des points.

Exemple : 164 . 81 . 60 . 43 une machine dans le bâtiment Jidé

Un organisme officiel, le "NIC" (Network Information Center) est seul habilité à délivrer des numéros d'identification des réseaux.

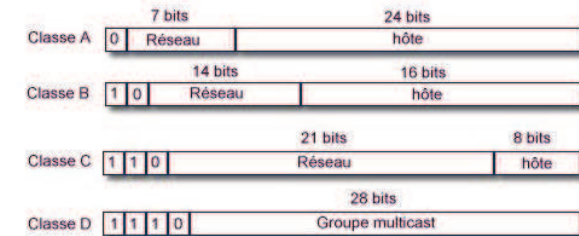
Dans le cas d'un routeur interconnectant 2 réseaux différents, il possède une adresse IP pour chacun des réseaux.

Il existe différentes répartitions des 32 bits entre identifiant réseau et identifiant machine.

Ces différentes répartitions définissent un ensemble de **classes de réseaux**.

72

Les classes de réseaux



Nom de la classe	Numéros TCP/IP	Nombre max de réseaux pour la classe	Nombre maxi de machines par réseau
Classe A	0.x.x.x 127.x.x.x	127	16 777 216
Classe B	128.x.x.x 191.x.x.x	16383	65 534
Classe C	192.x.x.x 223.x.x.x	2 031 616	254
Classe D	224.x.x.x 239.x.x.x	N.A	N.A
Classe E	240.x.x.x 247.x.x.x	N.A	N.A

73

Adresses IP réservées

Des adresses particulières

Ces adresses permettent d'effectuer :

- des envois de messages multi-destinataires
- désigner la machine courante
- désigner le réseau courant.

Tout à zéro		L'ordinateur lui-même
Tout à zéro	Id. de machine	Un ordinateur sur le réseau lui-même
Tout à 1		Diffusion limitée au réseau lui-même
Id. de réseau	Tout à 1	Diffusion dirigée vers ce réseau
127	Nombre quelconque	Boucle

L'adresse de boucle (127.X.Y.Z) permet d'effectuer :

- des communications inter-programme sur la même machine
- des tests de logiciels réseaux.

Dans ces cas là, les paquets ne sont pas réellement émis sur le réseau.

- 0.0.0.0 est utilisé par une machine pour connaître sa propre adresse IP lors d'un processus d'amorçage. Elle devra se procurer une adresse IP par l'intermédiaire d'une autre machine.

- 255.255.255.255 est une adresse de diffusion locale car elle désigne toutes les machines du réseau auquel appartient l'ordinateur qui utilise cette adresse. pas de connaissance du réseau.

- Les adresses de classe A de 10.0.0.0 à 10.255.255.255, de classe B de 172.16.0.0 à 172.31.255.255 et de classe C de 192.168.0.0 à 192.168.255.255 sont réservées à la constitution de réseaux privés appelés **intranet**.

74

La notion de sous-réseau

Partition d'un réseau en différents sous-réseaux.

Avantages :

Éviter d'avoir recours à plusieurs numéros de réseaux (classe A, B, ou C) pour regrouper différentes machines au sein d'une même entité (l'université de Limoges par exemple avec les machines du site de Jidé, du campus de Vanteaux, du campus de La Borie...).

L'ensemble des sous-réseaux est vu de l'extérieur comme un unique réseau (gestion du courrier...).

La mise en œuvre est logicielle :

- Définition de sous-réseaux en découpant l'identificateur machine en deux parties :
<id. de réseaux sur 16 bits>. <id. de sous-réseau sur 8 bits> <id. de machine sur 8 bits>.

Le découpage autour du point facilite le travail des routeurs.

Une machine connectée à un sous-réseau doit connaître :

- son adresse IP,
- le nombre de bits attribués à l'identificateur du sous-réseau et à celui de la machine.

Masque de sous-réseau (subnet mask) :

c'est un mot de 32 bits contenant :

- des bits à 1 à la place de l'identificateur de réseau et de sous-réseau,
- des bits à zéro au lieu de place de l'identificateur de machine.

Ainsi, 255.255.255.0 indique que les premiers 24 bits désignent le sous-réseau.

De cette manière à partir de l'adresse d'un datagramme et de son masque de sous-réseau une machine peut déterminer si le datagramme est destiné à une machine sur son propre sous-réseau ou à une machine extérieure.

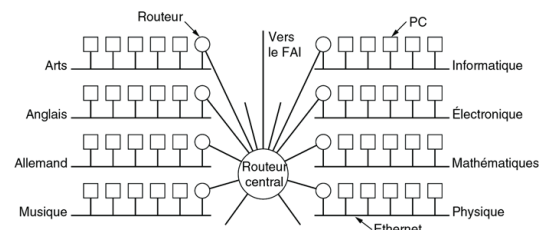
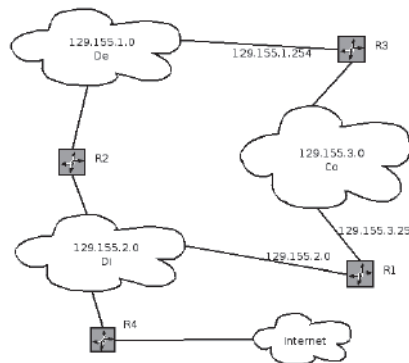
75

Exemple de réseaux et notion de routage

On remarque :

- 3 sous réseaux
- le réseau internet
- 4 routeurs avec chacun 2 IP !
- plusieurs routages possibles

On peut localiser une machine dans les sous-réseaux



© Pearson Education France

76

Création d'un réseau

Il faut :

- choisir une classe de réseau en fonction du nombre de machines à connecter en prenant en compte les besoins actuels et futurs ;

- choisir une adresse de réseau dans la classe choisie.

Exemple : 192.168.12.0 pour un réseau intranet

- affecter une adresse IP unique à chaque machine connectée au réseau :

Exemple : <192.168.12>.<1> la machine de Paul

<192.168.12>.<2> la machine de Nathalie

<192.168.12>.<20>

...

<192.168.12>.<29>

10 adresses réservées pour les postes des élèves

- noter chaque adresse et la machine à laquelle elle est affectée.

Cela facilite le travail de l'administrateur du réseau !

77

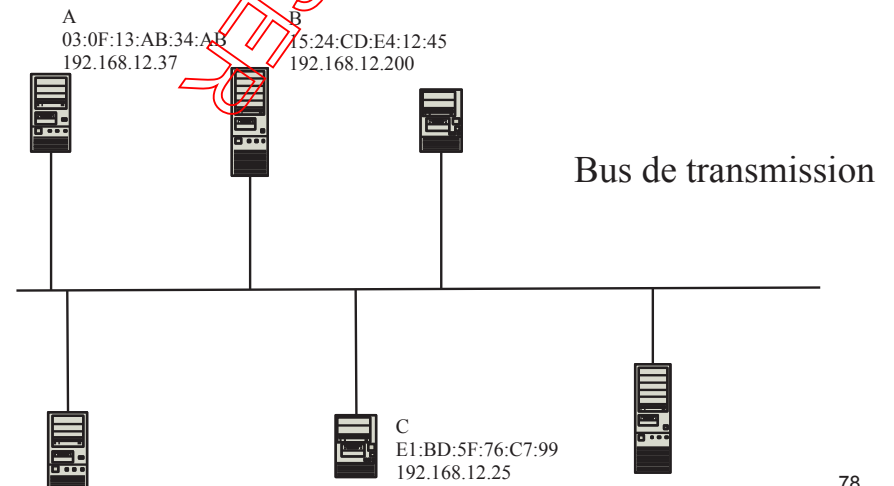
Dialogue dans un réseau local

Comment échanger réellement sur un réseau local à diffusion ?

Les machines ont chacune une carte réseau :

Chaque carte a une adresse **MAC** unique donnée par le constructeur ;

Chaque machine dispose d'une **adresse IP** donnée par l'administrateur du réseau.



78

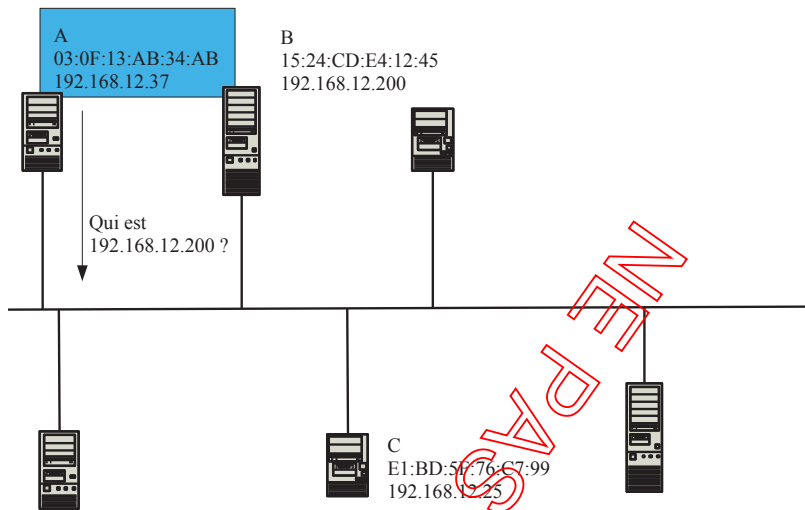
Dialogue dans un réseau local

Comment faire le lien adresse IP et adresse MAC ?

Si A veut communiquer avec B elle ne peut le faire qu'avec l'adresse MAC de B.

Comment obtenir l'adresse MAC de B ?

Pourquoi ne pas la demander ? Facile ! On est dans un réseau à diffusion !



79

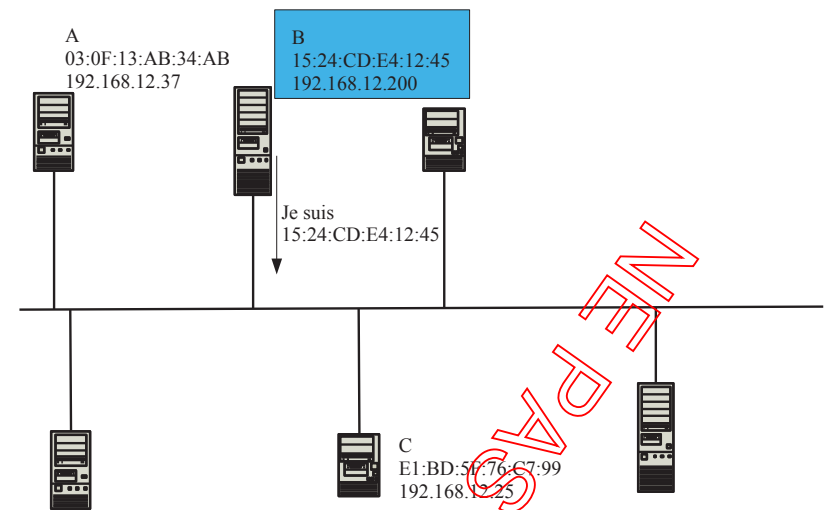
Dialogue dans un réseau local : trouver le destinataire

Comment faire le lien adresse IP et adresse MAC ?

Si A veut communiquer avec B elle ne peut le faire qu'avec l'adresse MAC de B.

Comment obtenir l'adresse MAC de B ?

Pourquoi ne pas la demander ? Facile ! On est dans un réseau à diffusion !



81

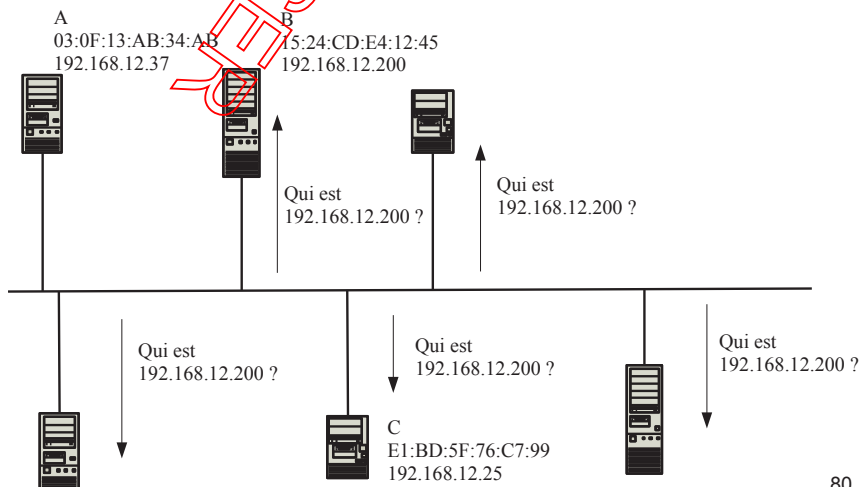
Dialogue dans un réseau local : trouver le destinataire

Comment faire le lien adresse IP et adresse MAC ?

Si A veut communiquer avec B elle ne peut le faire qu'avec l'adresse MAC de B.

Comment obtenir l'adresse MAC de B ?

Pourquoi ne pas la demander ? Facile ! On est dans un réseau à diffusion !



80

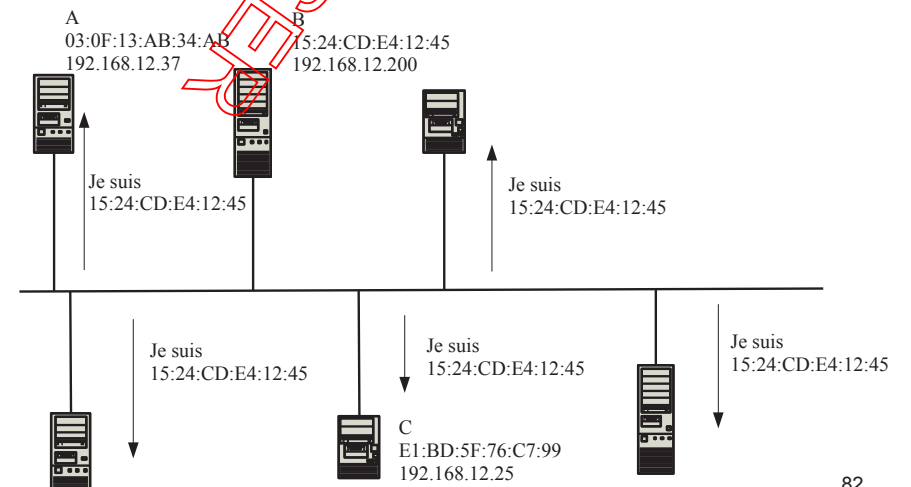
Dialogue dans un réseau local : trouver le destinataire

Comment faire le lien adresse IP et adresse MAC ?

Si A veut communiquer avec B elle ne peut le faire qu'avec l'adresse MAC de B.

Comment obtenir l'adresse MAC de B ?

Pourquoi ne pas la demander ? Facile ! On est dans un réseau à diffusion !



82

Dialogue dans un réseau local : trouver le destinataire

A connaît maintenant l'adresse MAC de B elle peut communiquer avec B.

Les autres machines ont également reçu le message de B, elles peuvent le conserver au cas où elles ont auraient besoin !

Correspondance entre adresses physiques MAC et adresses IP

Le protocole **ARP** "Address Resolution Protocol" :
il fournit une correspondance dynamique entre une adresse IP connue et l'adresse matérielle lui correspondant.
On parle de requête ARP pour la demande envoyée par une machine.

Le protocole **RARP** "Reverse Address Resolution Protocol" :
Il réalise l'opération inverse : une machine sans adresse IP connue peut envoyer une requête RARP pour demander son adresse IP.
Une machine particulière (un serveur gérant le réseau) lui répond et lui affecte son adresse IP.
Cette machine dispose d'une table de correspondance : (adresse physique, adresse IP).

Le protocole RARP est utile pour amorcer une station sans disque ou un Terminal X-Window.

83

Routage

Algorithme de routage par sauts successifs "next hop routing"

L'entité réseau (ordinateur ou routeur) doit déterminer l'adresse de prochain saut, c-à-d. la première étape du chemin d'acheminement du paquet à transmettre.

Un saut correspond à la transmission d'un paquet à un routeur ou à la machine destinataire.

Deux possibilités :

- le routage direct : Si la destination se trouve sur le même réseau, l'adresse de prochain saut est l'adresse IP simplement.
- le routage indirect : Sinon l'adresse de prochain saut doit être un routeur, c-à-d. qu'au moins un routeur sépare l'expéditeur initial et le destinataire final.

Localisation de la machine destinataire

Chaque ordinateur connecté au réseau Internet dispose d'une adresse IP et d'un masque de sous-réseau (indiquant la répartition des 32 bits d'adresse IP entre l'identification du réseau ou sous-réseau auquel il appartient et son identification au sein de ce réseau).

Lors de l'envoi d'un paquet à destination d'une machine D, l'algorithme de routage est le suivant :

- comparaison de l'adresse de D avec le masque de sous-réseau et le sous-réseau
- si égalité alors la destination est sur le même réseau physique

Utilisation de la diffusion pour assurer le transfert direct

- sinon c'est un **routage indirect** : on diffuse jusqu'au routeur par défaut (car il appartient au réseau local) et c'est lui routera ensuite le paquet vers le bon sous réseau en fonction ses tables de routage

=> On est sorti de son sous-réseau grâce au routeur !

84

Le paquet IP (1/2)

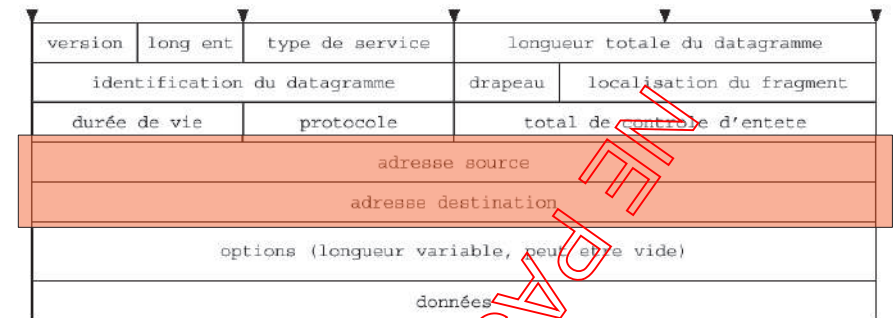
Le paquet ou datagramme IP

Il contient :

- l'adresse IP de la machine qui a envoyé le paquet ;
- l'adresse IP de la machine cible.

Munis de ces informations le paquet devient un datagramme.

Il est autonome et peut être « router », c-à-d. acheminer à travers le réseau.



85

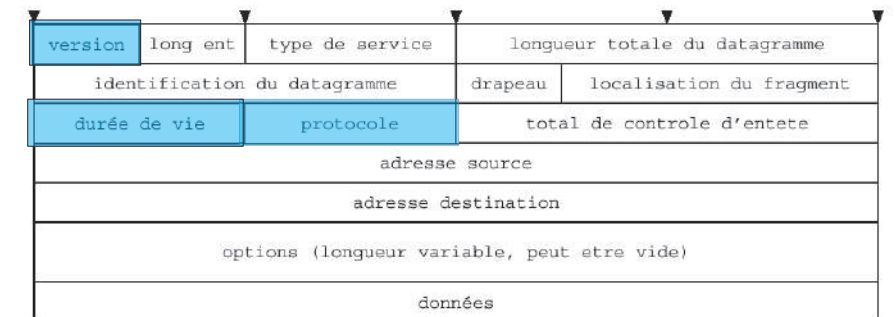
Le paquet IP (2/2)

Le paquet ou datagramme IP

Le datagramme contient également :

- un **numéro de version** : actuellement on est à la version 4 ;
- une **durée de vie** : le paquet est détruit s'il reste trop longtemps dans le réseau :
la destination n'est pas accessible ;
le routage a été mal fait ...
Cela permet de ne pas saturer le réseau !

- le **type de protocole** : cela correspond à la forme du dialogue (mode connecté ou non – cf plus loin).



86

ICMP (½)

Le protocole ICMP (Internet Control Message Protocol) :

Il permet de gérer les informations relatives aux erreurs aux machines connectées.

Étant donné le peu de contrôles que le protocole IP réalise, il permet non pas de corriger ces erreurs mais de faire part de ces erreurs aux protocoles des couches voisines. Ainsi, le protocole ICMP est utilisé par tous les routeurs, qui l'utilisent pour signaler une erreur (appelé Delivery Problem).

Les messages ICMP sont encapsulés

Les messages d'erreur ICMP sont transportés sur le réseau sous forme de datagramme, comme n'importe quelle donnée. Ainsi, les messages d'erreur peuvent eux-mêmes être sujet d'erreurs.

Toutefois, en cas d'erreur sur un datagramme transportant un message ICMP, aucun message d'erreur n'est délivré pour éviter un effet "boule de neige" en cas d'incident sur le réseau.

Voici à quoi ressemble un message ICMP encapsulé dans un datagramme IP:

En-tête	Message ICMP			
	Type	Code	Checksum	Message
	(8 bits)	(8 bits)	(16 bits)	(taille variable)

87

ICMP (2/2)

Signification des messages ICMP

Type	Code	Message	Signification du message
8	0	Demande ECHO	Ce message est utilisé lorsqu'on utilise la commande PING. Cette commande, permettant de tester le réseau, envoie un datagramme à un destinataire et lui demande de le restituer.
3	0	destinataire inaccessible	Le réseau n'est pas accessible.
3	1	destinataire inaccessible	La machine n'est pas accessible.
3	2	destinataire inaccessible	Le protocole n'est pas accessible.
3	3	destinataire inaccessible	Le port n'est pas accessible.
3	4	destinataire inaccessible	Fragmentation nécessaire mais impossible à cause du drapeau (flag) DF.
3	5	destinataire inaccessible	Le routage a échoué.
3	6	destinataire inaccessible	Réseau inconnu.
3	7	destinataire inaccessible	Machine inconnue.
3	8	destinataire inaccessible	Machine non connectée au réseau (inutile).
3	9	destinataire inaccessible	Communication avec le réseau interdite.
3	10	destinataire inaccessible	Communication avec la machine interdite.
3	11	destinataire inaccessible	Réseau accessible pour ce service.
3	12	destinataire inaccessible	Machine inaccessible pour ce service.
3	13	destinataire inaccessible	Communication interdite (filtrage).
4	0	Source Quench	Le volume de données envoyé est trop important, le routeur envoie ce message pour prévenir qu'il s'agit d'être alerté de demander de réduire la vitesse de transmission.
5	0	Redirection pour un hôte	Le routeur remarque que la route d'un ordinateur n'est pas optimale et envoie l'adresse du routeur à rajouter dans la table de routage de l'ordinateur.
5	1	Redirection pour un hôte et un service donné	Le routeur remarque que la route d'un ordinateur n'est pas optimale pour un service donné et envoie l'adresse du routeur à rajouter dans la table de routage de l'ordinateur.
5	2	Redirection pour un réseau	Le routeur remarque que la route d'un réseau entier n'est pas optimale et envoie l'adresse du routeur à rajouter dans la table de routage des ordinateurs du réseau.
5	3	Redirection pour un réseau et un service donné	Le routeur remarque que la route d'un réseau entier n'est pas optimale pour un service donné et envoie l'adresse du routeur à rajouter dans la table de routage des ordinateurs du réseau.
11	0	Temps dépassé	Ce message est envoyé lorsque le temps de vie d'un datagramme est dépassé. L'en-tête du datagramme est renvoyé pour que l'utilisateur sache quel datagramme a été détruit.
11	1	Temps de ré-assemblage de fragment dépassé	Ce message est envoyé lorsque le temps de ré-assemblage des fragments d'un datagramme est dépassé.
12	0	en-tête erroné	Ce message est envoyé lorsqu'un champ d'un en-tête est erroné. La position de l'erreur est retournée.
13	0	Timestamp request	Une machine demande à une autre son heure et sa date système (universelle).
14	0	Timestamp reply	La machine réceptrice donne son heure et sa date système afin que la machine émettrice puisse déterminer le temps de transfert des données.
15	0	Demande d'adresse réseau	Ce message permet de demander au réseau une adresse IP.
16	0	réponse d'adresse réseau	Ce message répond au message précédent.
17	0	Demande de masque de sous-réseau	Ce message permet de demander au réseau un masque de sous-réseau.
18	0	réponse de masque de sous-réseau	Ce message répond au message précédent.
19	0	Timestamp reply	La machine réceptrice donne son heure et sa date système afin que la machine émettrice puisse déterminer le temps de transfert des données.

88

DHCP (1/2)

DHCP signifie Dynamic Host Configuration Protocol.

C'est un protocole qui permet à un ordinateur qui se connecte sur un réseau d'**obtenir dynamiquement sa configuration** (principalement, sa configuration réseau).

=> l'ordinateur trouve tout seul une adresse IP par DHCP.

Le but principal étant la **simplification de l'administration** d'un réseau.

Il sert principalement à distribuer des adresses IP sur un réseau.

Au départ, il a été conçu comme complément au protocole BOOTP (Bootstrap Protocol) qui est utilisé, par exemple, lorsque l'on installe une machine à travers un réseau.

Par ailleurs, BOOTP est utilisé en étroite collaboration avec un serveur TFTP sur lequel le client va trouver les fichiers à charger et à copier sur le disque dur.

Un serveur DHCP peut renvoyer des paramètres BOOTP ou de configuration propres à un hôte donné.

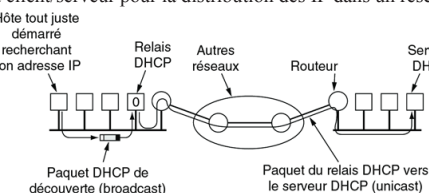
89

DHCP (2/2)

Fonctionnement du protocole DHCP

- un **serveur DHCP qui distribue des adresses IP**. Dans un réseau, on peut donc n'avoir qu'une seule machine avec adresse IP fixe, le serveur DHCP.
- Le mécanisme de base de la communication est BOOTP (avec trame UDP). Quand une machine est démarrée, elle n'a aucune information sur sa configuration réseau, et surtout, l'utilisateur ne doit rien faire de particulier pour trouver une adresse IP.
- => Pour trouver et dialoguer avec un serveur DHCP, la machine va simplement émettre un paquet spécial de broadcast (broadcast sur 255.255.255.255 avec d'autres informations comme le type de requête, les ports de connexion...) sur le réseau local. Lorsque le serveur DHCP recevra le paquet de broadcast, il renverra un autre paquet de broadcast (n'oubliez pas que le **client** n'a pas forcément son adresse IP et que donc il n'est pas joignable directement) contenant toutes les informations requises pour le client.
- notion de **baux** ! (libération des ressources)

On a ici un fonctionnement client/serveur pour la distribution des IP dans un réseau.



90

NAT (Network Address Translation) (1/2)

Principe du NAT : mécanisme de translation d'adresses

Objectif : répondre à la pénurie d'adresses IP avec le protocole Ipv4.

Le principe du NAT consiste donc à utiliser une ou plusieurs adresses IP routables pour connecter l'ensemble des machines du réseau en réalisant, au niveau de la passerelle de connexion à internet, une translation entre l'adresse interne (non routable) de la machine souhaitant se connecter et l'adresse IP de la passerelle.

NAT statique :

Le principe du NAT statique consiste à associer une adresse IP publique à une adresse IP privée interne au réseau. Le routeur permet donc d'associer à une adresse IP privée une adresse IP publique routable sur Internet et de faire la traduction, dans un sens comme dans l'autre, en modifiant l'adresse dans le paquet IP.

Avantage : permet ainsi de connecter des machines du réseau interne à internet de manière transparente ;

Inconvénient : ne résout pas le problème de la pénurie d'adresse dans la mesure où n adresses IP routables sont nécessaires pour connecter n machines du réseau interne.

91

NAT (Network Address Translation) (2/2)

NAT dynamique

Il permet de partager une adresse IP routable entre plusieurs machines en adressage privé. Ainsi toutes les machines du réseau interne possèdent virtuellement, vu de l'extérieur, la même adresse IP.
=> "mascarade IP" (en anglais IP masquerading) pour désigner le mécanisme de NAT.

Afin de pouvoir multiplexer les différentes adresses IP sur une ou plusieurs adresses IP routables le NAT dynamique utilise la **translation de port (PAT - Port Address Translation)**.

Cela consiste à affecter un port source différent à chaque requête de telle manière à pouvoir maintenir une correspondance entre les requêtes provenant du réseau interne et les réponses des machines sur Internet, toutes adressées à l'adresse IP du routeur.

92

La couche transport

Modèle client/serveur

Principe

Une machine dispose de ressources : fichiers, puissance de traitement, etc.

Cette machine a un rôle particulier dans le réseau : elle donne accès à ses ressources.

*Elle est appelée **serveur**.*

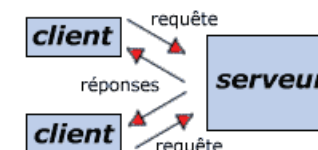
Lorsqu'une autre machine veut accéder à ces ressources elle doit passer par cette machine.

*Cette machine est **client** de la première.*

Le partage des ressources avec des clients est appelé **service**.

En général, le serveur est une machine très puissante en terme de capacités d'entrée-sortie. Un serveur fournit plusieurs services (l'heure, des fichiers, une connexion, impression, ...). Chacun de ces services est supporté par un programme qui s'exécute sur le serveur. L'accès au service est assuré par un programme chez le client.

Pour accéder à un service dans le réseau, il suffit de connaître la machine qui le propose. C'est le mode de fonctionnement de nombreuses applications dans un réseau.



93

94

L'architecture client/serveur

Avantages de l'architecture client/serveur

- des ressources centralisées : étant donné que le serveur est au centre du réseau, il peut gérer des ressources communes à tous les utilisateurs, comme par exemple une base de données centralisée, afin d'éviter les problèmes de redondance et d'intégrité (annuaire LDAP) ;
- une meilleure sécurité : car le nombre de points d'entrée permettant l'accès aux données est moins important ;
- une administration au niveau serveur : les clients ayant moins d'importance dans ce modèle, ils ont moins besoin d'être administrés : les « gros » logiciels s'exécutent sur le serveur, les clients exécutent un programme léger (Serveur Web et Navigateur Web par exemple) ;
- un réseau évolutif : grâce à cette architecture il est possible de supprimer ou de rajouter des clients sans perturber le fonctionnement du réseau et sans modifications majeures. Il est également possible de rajouter des serveurs proposant les mêmes services pour améliorer les performances.

Inconvénients du modèle client/serveur

- un coût élevé dû à la puissance nécessaire par le serveur. Toutes les machines ne font pas des bons serveurs.
- le problème des pannes de serveur !

95

La notion de port

Comment joindre un service particulier offert sur un serveur ?

Chaque service est associé à un programme qui tourne sur le serveur.

Globalement, tous les programmes communiquent par la même ligne de transmission.

Or, il faut pouvoir désigner de l'extérieur le programme ou service avec lequel on veut communiquer.

Comment différencier différentes communications entre deux machines ?

Il faut les numéroter :

- du côté de l'émetteur ;
- du côté du récepteur.

Le **numéro de port** est un numéro associé à chaque communication.

Souvent si une communication sert à offrir un service, elle est associée à un seul programme

Exemple : La machine A 192.168.10.30 communique avec la machine B 195.50.185.45.

Elle veut joindre le service de transfert de fichiers proposé par B.

Elle se connecte sur le port 21 associé au programme de gestion de transfert de fichier !

Les numéros de ports sont normalisés

FTP	21
SMTP	25
Web	80
IRC	6667
...	

96

Multiplexage : mélanger les communications

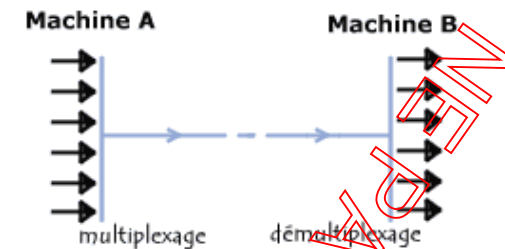
Le multiplexage

Il sert à mettre plusieurs communications ensemble sur une même ligne de transmission.

Exemple : une personne sur la même machine peut :

- relever son courrier ;
- surfer sur le Web ;
- chatter avec un ami ;
- récupérer une bande-annonce d'un film ;
- ...

Toutes ces communications passent par le même câble de sortie !



97

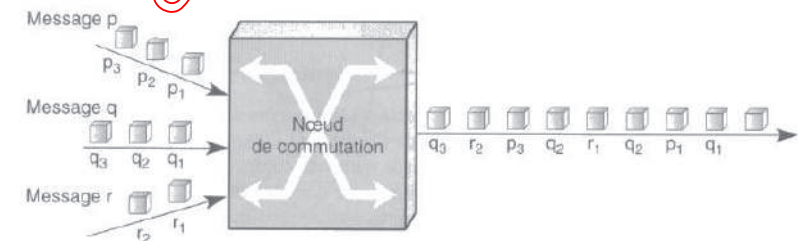
Le multiplexage

Comment ça marche ?

Chaque message envoyé est décomposé en « paquets ».

Chacun de ces paquets est envoyé à la suite du précédent.

Sur la même ligne de transmission des paquets de **différentes communications** peuvent circuler.



Sur la même ligne de transmission des paquets de **différents ordinateurs** peuvent circuler !

98

Précision : mode connecté ou non connecté

Le réseau informatique marche uniquement en mode non connecté

Chaque paquet est indépendant.
Il correspond à une seule information échangée à la fois.
Il faut que l'information tienne dans le paquet.

Les paquets sont :

- envoyés dans le réseau ;
- le chemin qu'ils empruntent dépend de l'état du réseau ;
- l'expéditeur ne sait pas s'il est arrivé chez le destinataire ;
- il faut demander un accusé de réception si nécessaire au destinataire ;
- et si l'accusé de réception se perd ?

Par dessus un mode non connecté, on « simule » un mode connecté

un échange entre deux machines correspond à une taille variable de données.

Ces données sont découpées en paquet.

Chaque paquet est numéroté.

Chaque paquet transmis donne lieu à un accusé de réception.

Sans accusé de réception on retransmet le paquet.

Si on toujours pas d'accusé de réception alors on dit que le récepteur est inaccessible.

À la réception les paquets sont réordonnés et regroupés pour retrouver le message initial.

99

TCP (½)

Le protocole TCP « Transmission Control Protocol »

Il correspond au **mode connecté** (c'est-à-dire qu'il permet à deux machines qui communiquent de contrôler l'état de la transmission)

Les caractéristiques principales du protocole TCP sont les suivantes :

- TCP permet de **remettre en ordre** les datagrammes en provenance du protocole IP
- TCP permet de **vérifier le flot** de données afin d'éviter une saturation du réseau
- TCP permet de formater les données en segments de longueur variable afin de les "remettre" au protocole IP
- TCP permet de **multiplexer** les données, c'est-à-dire de faire circuler simultanément des informations provenant de sources (applications par exemple) distinctes sur une même ligne
- TCP permet enfin l'initialisation et la fin d'une communication de manière courtoise

TCP permet de communiquer de façon fiable.

Remarque : les routeurs (qui travaillent sur le niveau IP) ont pour seul rôle l'acheminement des données sous forme de datagrammes, sans se préoccuper du contrôle des données.

Associé à IP c'est le protocole de communication le plus utilisé sur Internet : TCP/IP

100

TCP (2/2)

Port Source (16 bits): Port relatif à l'application en cours sur la machine source

Port Destination (16 bits): Port relatif à l'application en cours sur la machine de destination

Numéro d'ordre (32 bits):

- Lorsque le drapeau SYN est à 0, le numéro d'ordre est celui du premier mot du segment en cours.
- Lorsque SYN est à 1, le numéro d'ordre est égal au numéro d'ordre initial utilisé pour synchroniser les numéros de séquence (ISN)

Numéro d'accusé de réception (32 bits): Le numéro d'accusé de réception également appelé numéro d'acquittement correspond au numéro (d'ordre) du prochain segment attendu, et non le numéro du dernier segment reçu.

Somme de contrôle (Checksum ou CRC): La somme de contrôle est réalisée en faisant la somme des champs de données de l'en-tête, afin de pouvoir vérifier l'intégrité de l'en-tête

Le segment TCP :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Port Source																Port destination															
Numéro d'ordre																															
Numéro d'accusé de réception																															
Décalage données		réservée		URG		ACK		PSH		RST		SYN		FIN		Fenêtre															
Somme de contrôle																Pointeur d'urgence															
Options																Remplissage															
Données																															

101

UDP

Le protocole UDP « User Datagram Protocol »

Il correspond au **mode non connecté**

Port Source : il s'agit du numéro de port correspondant à l'application émettrice du segment UDP. Ce champ représente une adresse de réponse pour le destinataire. Ainsi, ce champ est optionnel, cela signifie que si l'on ne précise pas le port source, les 16 bits de ce champ seront mis à zéro, auquel cas le destinataire ne pourra pas répondre => messages unidirectionnels.

Port Destination : Ce champ contient le port correspondant à l'application de la machine destinataire à laquelle on s'adresse.

Longueur : Ce champ précise la longueur totale du segment, en-tête comprise, or l'en-tête a une longueur de 4 x 16 bits donc le champ longueur est nécessairement supérieur ou égal à 8 octets.

Somme de contrôle : Il s'agit d'une somme de contrôle réalisée de telle façon à pouvoir contrôler l'intégrité du segment.

Port Source (16 bits)	Port Destination (16 bits)
Longueur (16 bits)	Somme de contrôle (16 bits)
Données (longueur variable)	

102

La couche application

103

DNS (Domain Name System) (1/3)

Il était difficile de se référer aux hôtes, aux serveurs de messagerie ou autres ressources au moyen de leur adresse de réseau.

toto@193.50.185.1 => problème si l'entreprise Toto veut changer la messagerie de machine !
=> introduction des noms en ASCII : toto@alphainfo.unilim.fr

=> il faut un mécanisme de correspondance entre les noms de machine et les adresses

À l'époque d'ARPAnet, on utilisait un fichier hosts.txt centralisé sur un serveur et qui contenait toutes les correspondances entre adresses IP et nom d'hôtes. Ce fichier était téléchargé toutes les nuits par les diverses machines du réseau.

Avec l'augmentation de la taille du réseau la solution n'était plus viable et on a inventé le **système DNS (Domain Name System)**.

Au cœur du système DNS il y a un schéma de nommage hiérarchique fondé sur la notion de domaine et une base de données répartie qui implémente ce schéma de nommage.

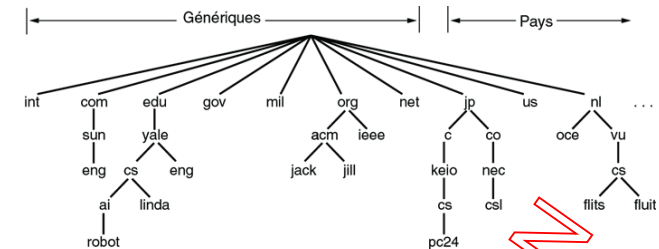
La fonction principale de DNS est de mettre en correspondance les noms d'hôtes ou des serveurs de messagerie et leur adresse IP.

104

DNS (Domain Name System) (2/3)

On a une analogie dans l'organisation avec celle du système postal (pays/province/ville/rue/numéro/bâtiment/étage/appartement/nom/prénom)

De par sa conception le DNS est réparti en 200 domaines de premier niveau (TLD – Top Level Domain) et ils sont de deux types : génériques et nationaux



© Pearson Education France

Problématique de vérification dans l'attribution du domaine

Par exemple : .biz, .info, .name, .pro
Qui est un professionnel ? Un médecin ? Un avocat ? Un coiffeur ? Un dealer ?

Il existe des domaines plus spécialisés :

Par exemple : .aero (aérospatiales), .coop (coopératives), .museum (musées)

105

DNS (Domain Name System) (3/3)

Notion de domaine :

On peut acheter un domaine de second niveau en payant l'opérateur gérant le TLD : exemple .com pour toto.com

Un nom de domaine se compose de plusieurs composants séparés par un point, en progressant vers la racine (non nommée).

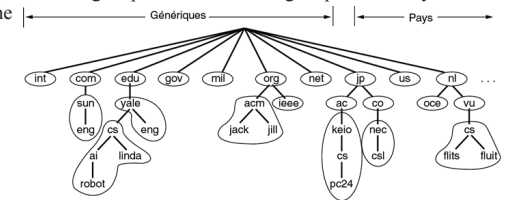
Les noms de domaines absolus se terminent par un point : exemple eng.sun.com.

Les noms de domaine relatifs sont interprétés par rapport au contexte.

On a une ou plusieurs machines DNS par domaine qui gère la base de données relative aux hôtes qu'il héberge dans une zone.

On note que cs.yale.edu gère sa zone alors que eng.yale.edu ne gère pas la sienne et est géré par celle de yale.edu. Il existe des serveurs racines au nombre d'une dizaine pour gérer les TLD.

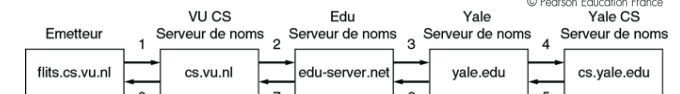
=> attention au DDOS



© Pearson Education France

Recherche DNS

- Recherche récursive : cf ci-dessous.
 - Recherche par nom de serveur auquel s'adresser.
- Il y a des techniques de cache qui sont appliquées



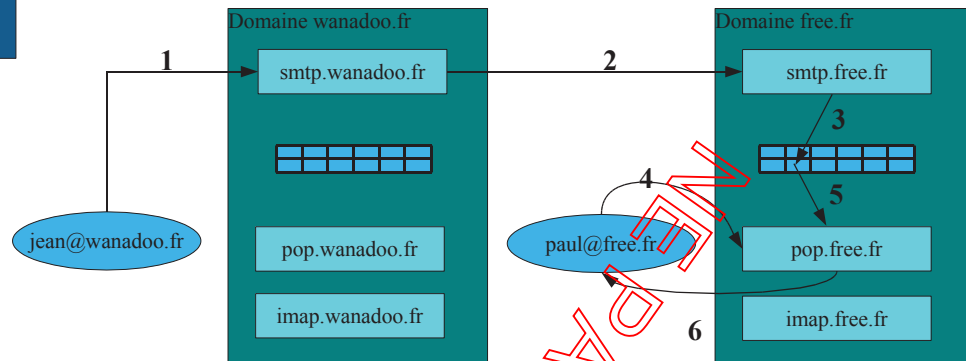
© Pearson Education France

SMTP

MUA (Mail User Agent)

MTA (Mail Transfert Agent)

MDA (Mail Delivery Agent)



107

Exemple de mail

Return-Path: <prenom.nom@etu.unilim.fr>

Received: from limdns2.unilim.fr (limdns2.unilim.fr [164.81.1.5])
by limrec.unilim.fr (8.9.3/jtpda-5.3.2) with ESMTP id QAA231747
for <sauveron@limrec.unilim.fr>; Fri, 10 Dec 2004 16:14:20 +0100 (MET)

Received: from etu.unilim.fr (etu.unilim.fr [164.81.1.20])
by limdns2.unilim.fr (8.12.6-20030917/jtpda-5.4) with ESMTP id iBAFEJLL019269
for <damien.sauveron@unilim.fr>; Fri, 10 Dec 2004 16:14:19 +0100

Received: from 164.81.170.33
(SquirrelMail authenticated user nom01);
by etu.unilim.fr with HTTP;
Fri, 10 Dec 2004 16:15:24 +0100 (CET)

Message-ID: <1366.164.81.170.33.1102691724.squirrel@164.81.170.33>

Date: Fri, 10 Dec 2004 16:15:24 +0100 (CET)

Subject: TD2

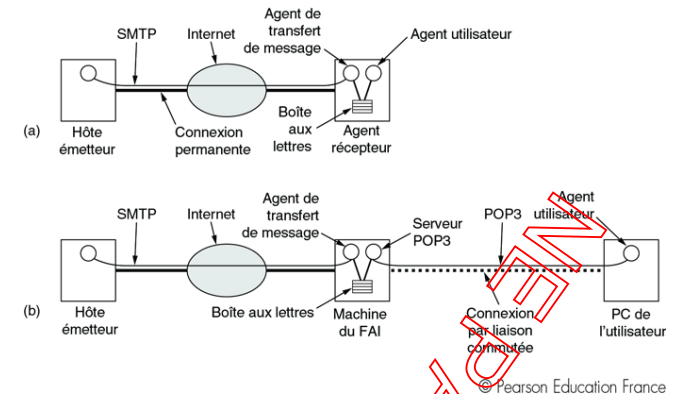
From: "Prénom NOM" <prenom.nom@etu.unilim.fr>

To: damien.sauveron@unilim.fr

1	Texte complet du message
2	Texte complet du message
3	Texte complet du message
4	Texte complet du message
5	Texte complet du message
6	Texte complet du message
:	
N	Texte complet du message

108

SMTP (suite)



109

Entête d'un mail

Return-Path: <prenom.nom@etu.unilim.fr>

Received: from limdns2.unilim.fr (limdns2.unilim.fr [164.81.1.5])
by limrec.unilim.fr (8.9.3/jtpda-5.3.2) with ESMTP id QAA231747
for <sauveron@limrec.unilim.fr>; Fri, 10 Dec 2004 16:14:20 +0100 (MET)

Received: from etu.unilim.fr (etu.unilim.fr [164.81.1.20])
by limdns2.unilim.fr (8.12.6-20030917/jtpda-5.4) with ESMTP id iBAFEJLL019269
for <damien.sauveron@unilim.fr>; Fri, 10 Dec 2004 16:14:19 +0100

Received: from 164.81.170.33
(SquirrelMail authenticated user nom01);
by etu.unilim.fr with HTTP;
Fri, 10 Dec 2004 16:15:24 +0100 (CET)

Message-ID: <1366.164.81.170.33.1102691724.squirrel@164.81.170.33>

Date: Fri, 10 Dec 2004 16:15:24 +0100 (CET)

Subject: TD2

From: "Prénom NOM" <prenom.nom@etu.unilim.fr>

To: damien.sauveron@unilim.fr

110

POP

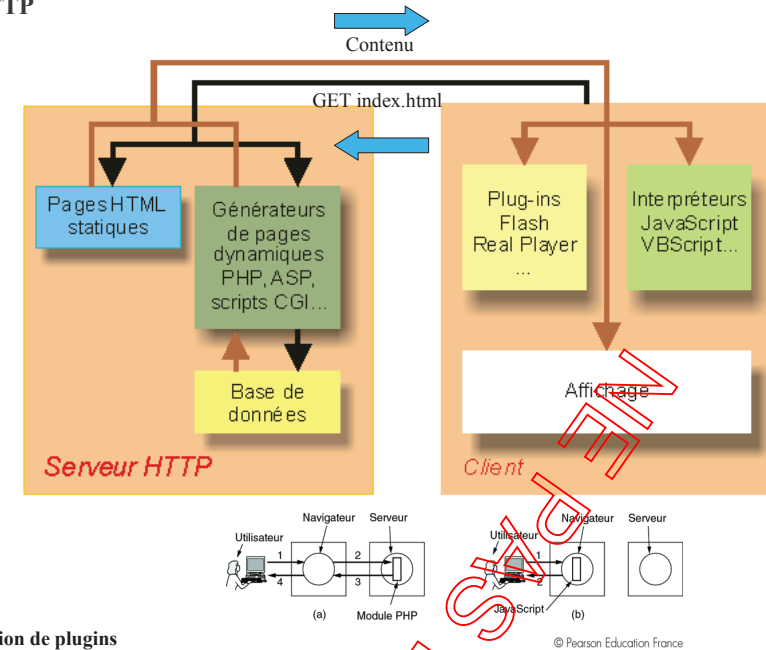
Commande	Fonction
USER	Il s'agit de l'identifiant du titulaire du compte. En règle générale la partie à gauche du @ dans l'adresse électronique.
PASS	Le mot de passe fourni par le FAI
STAT	Donne le nombre de messages présents dans la file d'attente, ainsi que le volume total des messages en octets.
LIST	Donne la liste des messages en attente, avec pour chaque message: • Son numéro d'ordre dans la file • Sa taille en octets
UIDL	Analogue à LIST, mis à part qu'elle retourne non pas la taille du message mais un identificateur unique
RETR n	Permet de récupérer la totalité du message "n" dans la file d'attente.
DELE n	Détruit le message "n" dans la file d'attente, le numéro d'ordre des messages suivants demeure inchangé jusqu'à la fin de la session.
TOP n x	Permet de récupérer les x premières lignes du message "n". Les lignes d'en-tête ne sont pas comptabilisées. Cette commande est le plus souvent utilisée pour récupérer l'en-tête complet et la première ligne du message, x ne pouvant être égal à 0.
LAST	Permet de connaître le numéro d'ordre du dernier message auquel on a accédé. (Utile avec une session TELNET).
RSET	Cette commande permet d'annuler toutes les commandes de destruction de messages envoyées pendant la session. En fait, les commandes DELE ne sont rendues effectives que si la session a proprement été fermée (commande QUIT acceptée). Cette méthode permet donc d'annuler les opérations d'effacement dans la session en cours.
NOOP	Cette commande sert à ne rien faire.
QUIT	Clôture la session en cours. Le serveur ferme alors la session TCP et "fait le ménage" dans la file d'attente, en fonction des ordres DELE qui ont été donnés.

IMAP

Le protocole IMAP (Internet Message Access Protocol) est un protocole alternatif au protocole POP3 mais offrant beaucoup plus de possibilités :

- * IMAP permet de gérer plusieurs accès simultanés
- * IMAP permet de gérer plusieurs boîtes aux lettres
- * IMAP permet de trier le courrier selon plus de critères

HTTP



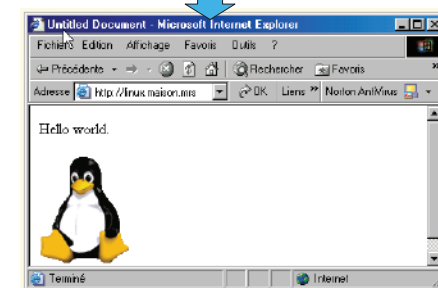
Notion de plugins

© Pearson Education France

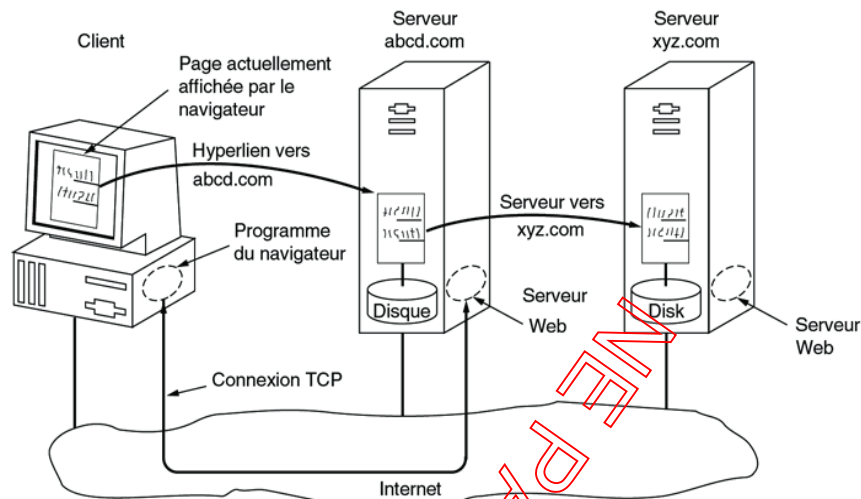
Le langage HTML

```
<html>
<head>
<title>Untitled Document</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1">
</head>

<body bgcolor="#FFFFFF" text="#000000">
<p>Hello world.
</p>
<p>
</p>
</body>
</html>
```



Hyperlien



© Pearson Education France
115

• Le réseau Internet

Le réseau Internet

Historique

Le réseau Internet signifie « INTERconnection NETwork ».
Il a été créé en 1969 dans le cadre du projet de l'ARPA, « Advanced Research Projects Agency ».
Il part d'une idée du DoD des États-Unis (Department of Defence) :

- créer un réseau informatique capable d'interconnecter différents centres de communication et de fonctionner en cas de cataclysme, une guerre nucléaire par exemple ;
- en cas de destruction partielle du réseau, le reste du système doit rester opérationnel.

Création de l'ARPANET

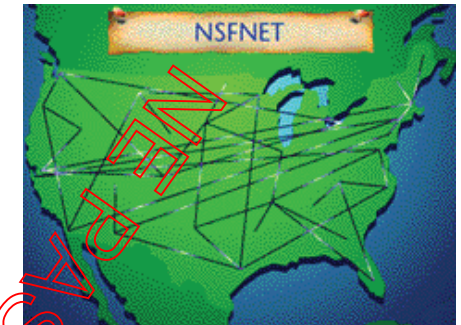
En 1985, la fondation NSF, « National Science Foundation », crée le NSFNET, à partir des technologies d'ARPANET, qui est un ensemble de réseaux pour la communication scientifique et universitaire.

Création d'une « épine dorsale » nationale, *BackBone*, réseau fédérateur de super-ordinateurs accessible gratuitement aux organismes scientifiques et universitaires américains.

Création de réseaux régionaux pour connecter chaque institution à « l'épine dorsale » nationale.

Développement rapide du NSFNET :

- plus de personnes connectées ;
- plus de services nouveaux proposés (applications logicielles).



117

Le réseau Internet

Les technologies

Internet repose sur l'utilisation du modèle logiciel de réseau TCP/IP.
Il doit son nom à deux protocoles : TCP et IP définis entre 1977 et 1980.

Le but est de permettre :

- une interconnexion de réseaux ;
- une indépendance vis-à-vis des technologies réseaux utilisées logicielles et matérielles ;
- une indépendance vis-à-vis du nombre et de la position géographique des matériels ;
- un adressage commun à tous ces matériels.



La connexion d'un réseau à Internet

- L'obtention d'une adresse Internet
InterNIC, chargé d'enregistrer toutes les adresses sur Internet.
NIC : Network Information Center
AFNIC, *Association Française pour le Nommage Internet en Coopération* : gère les .fr .re (Île de la Réunion).
- disposer des protocoles TCP/IP.
Ils sont disponibles gratuitement, mais les logiciels qui les mettent en œuvre peuvent être payants.
Au départ, uniquement disponible sur Unix, puis intégrable à Windows et MacOS.
Actuellement, ils sont intégrés à tous les systèmes d'exploitation (de l'ordinateur de bureau au PDA !).

Une croissance exceptionnelle

- >100 000 réseaux interconnectés ;
- 800 millions d'utilisateurs

116

118

Le réseau Internet

Un réseau auto-géré

- pas d'organe centralisateur ;
Tous les utilisateurs connectés peuvent y placer des informations : particuliers, associations, institutions, entreprises, collectivités, organes de presse etc
- une absence de localisation géographique précise des matériels connectés.
Il n'y a pas toujours de rapport entre une adresse internet et un emplacement géographique ;
- des lois qui ont du mal à être appliquées : elles sont nationales et ne peuvent s'appliquer en dehors d'un pays alors que les informations peuvent arriver de l'extérieur ;
- mise en place de l'ICANN « Internet Corporation for Assigned Names and Numbers » qui sert de coordination technique d'Internet pour ses évolutions et proposent des méthodes de résolution de conflit dans l'attribution d'adresses Internet (idée de Gouvernance d'Internet) ;
- nombre exponentiel d'utilisateur.

Les risques d'une machine connectée

- virus ;
- chevaux de troie ;
- spywares ;
- spams ;
- contenus illicites ;
- usurpation d'identité ;
- ...

119

La connexion à Internet

Les précautions indispensables

- Au niveau des usages :
- rester vigilant sur la fiabilité de l'information récoltée (origine et mise à jour) ;
 - savoir sélectionner selon le type de renseignements recherchés (ex : un site « .gouv.fr » donne des informations officielles comme des textes de lois) ;
 - faire attention au contenu des courriers que l'on reçoit ;
 - faire attention au site Web que l'on consulte ;
 - ne pas exécuter n'importe quel logiciel ;
 - s'informer sur les nouveaux risques ;
 - comprendre et connaître le fonctionnement d'Internet pour ne pas croire tout ce qui est dit et pour savoir ce que l'on risque !
 - ...

Au niveau des matériels :

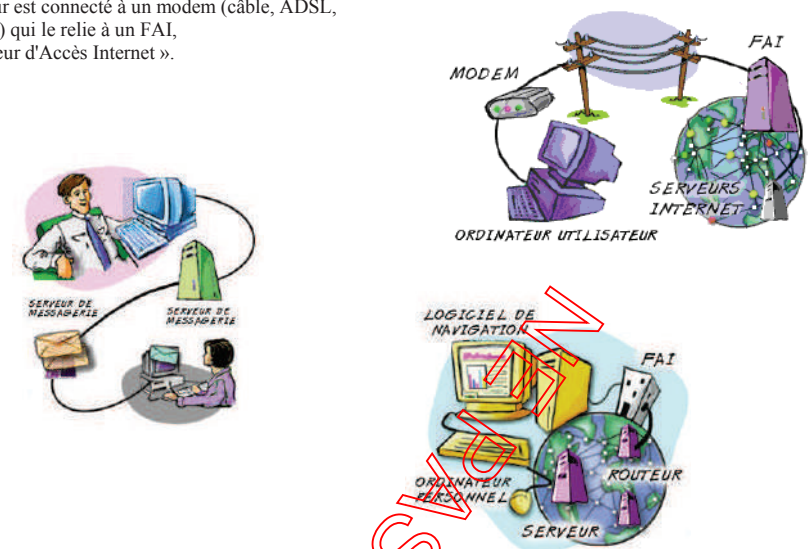
- faire les mises à jour proposées par le constructeur ;
- installer des pare-feux logiciels et/ou matériel ;
- mettre à jour les systèmes d'exploitations sinon les isoler ;
- ne pas installer tout mais seulement ce dont on a besoin ;
- faire des sauvegardes !
- ...

120

La connexion à Internet

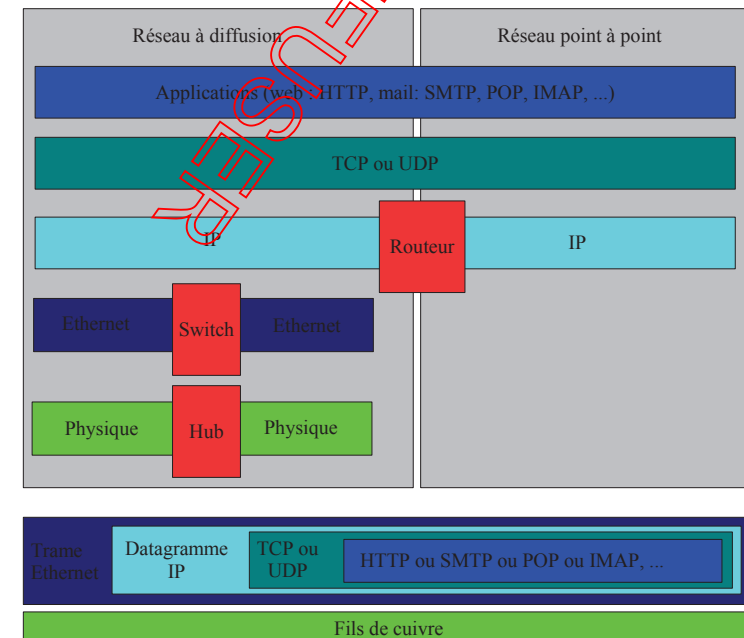
La connexion personnelle

L'ordinateur est connecté à un modem (câble, ADSL, analogique) qui le relie à un FAI, « Fournisseur d'Accès Internet ».



121

Résumé



122

Bibliographie

ISBN : 978-2-7440-7521-6

