

Licence Professionnelle GSIE - Auxerre

Linux (partie 4)

Marie-Noëlle Terrasse
Département IEM, Université de Bourgogne

27 janvier 2005

L'objectif de ce cours est de montrer les principaux concepts et les mécanismes de base des réseaux. L'application de ces mécanismes sera faite sous système Unix (Linux Fedora). Le plan du cours est le suivant :

1. Rappel : organisation des communications réseaux (les couches, la limite entre la machine et le réseau).
2. Rappel : notions d'adressage, de résolution d'adresse et de routage.
3. Rappel : notion de protocole (pourquoi en a-t-on besoin ? comment sont-ils définis ?)
4. Rappel : les protocoles de base (IP et TCP).
5. Mise en oeuvre sous Linux.

1 Introduction : les couches, la limite machine-réseau

Le découpage en couches permet de décomposer les problèmes complexes de communication entre machines ou applications dans un réseau. Le découpage le plus classique est le modèle OSI, le plus utilisé est le découpage TCP/IP.

1.1 Le modèle OSI

Le modèle OSI (Open System Interconnection) a été défini, sous la direction de Hubert Zimmermann, par l'ISO (International Organization for Standardization). Il reste le modèle théorique des réseaux (sauf pour IPv6). Il est constitué de 7 couches de plus en plus abstraites. Les couches basses font partie de la carte réseau tandis que les couches hautes sont intégrées dans les applications (voir Figure 1).

La couche physique (1) : conduire les éléments binaires entre deux noeuds reliés par un support physique.

Les théories en jeu : les lois physiques (vitesse de la lumière, les travaux de Shannon¹).

Les points décisifs : qualité du support (notion de BER bit error rate, i.e., la valeur moyenne du nombre de bit envoyés pour un bit en erreur).

Les mécanismes en jeu : multiplexage, numérisation (échantillonnage et quantification², codage).

La couche liaison (2) : transfert fiable d'un flux de bits entre deux noeuds adjacents. Par exemple ethernet

Les théories en jeu : Contrôle d'accès au canal (MAC), famille CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

Les points décisifs : le mode de transmission (synchrone ou asynchrone), la nature de l'échange (uni ou bi directionnel), le type de liaison (point à point, multipoint, en boucle).

Les mécanismes en jeu : connexion de liaison (plusieurs liaisons sur un support physique, plusieurs support physique pour une liaison), stratégie d'accès au support (par jeton, par détection de collisions). Détection et correction des erreurs.

La couche réseau (3) : acheminer des messages entre des noeuds non connectés directement (i.e. sur plusieurs segments de liaison).

Les mécanismes en jeu : circuits virtuels et leurs tables de routages (un message portant tel numéro de circuit virtuel va être acheminé vers tel intermédiaire). C'est le protocole X25. Le protocole IP correspond aussi à ce niveau. Le **DNS et les algorithmes de routage** forment le coeur de ce niveau.

¹Les travaux de Shannon sur la communication permettent de calculer à quelles conditions une information maximum peut être transmise sur un canal donné, avec les contraintes (codage, décodage, bruit) propres à ce canal.

²La numérisation consiste à passer d'une courbe plane à une série de valeurs : l'échantillonnage consiste à définir les points de l'axe horizontal que l'on va garder, la quantification consiste à définir le calcul de la valeur à prendre sur l'axe vertical.

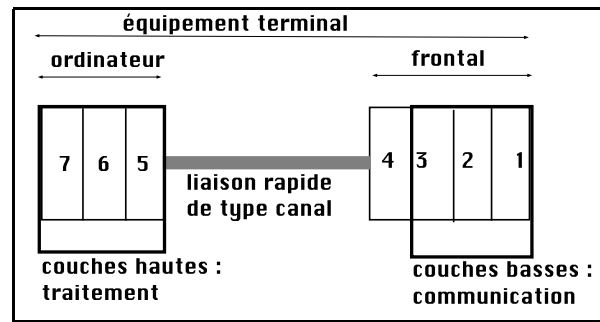


FIG. 1 – Les couches OSI et les machines

La couche transport (4) : assurer un flux de bit fiable de bout en bout pour les protocoles de niveau application.

Les points décisifs : Introduction de l'adressage sous la forme **adresse IP et numéro de port**.

Les mécanismes en jeu : Notion de client-serveur, contrôle de flux et prévention de congestion.

La couche session (5) : établir, maintenir et clore des sessions entre applications (i.e. synchroniser les dialogues et échanger les données). A la mise en place de la connexion, il faut décider de la stratégie de synchronisation des échanges (alternat, avec jeton).

Les points décisifs : la sécurité

Les mécanismes en jeu : le mécanisme RPC (utilisé par NFS par exemple).

La couche présentation (6) : représenter les données dans un format indépendant des machines, des systèmes d'exploitation

Les mécanismes en jeu : codage, cryptage, compression

La couche application (7) : fournir des services aux utilisateurs d'un réseau.

Les mécanismes en jeu : essentiellement les services avec accès distant à des bases de données (les serveurs d'application).

Une synthèse de ce modèle en couche est donné en Figure 2.

Exercice 1- *Couche session : la mise en quarantaine*

Pour traiter des virement bancaire entre comptes, la banque reçoit successivement le numéro du compte à débiter, le numéro du compte à créditer, et le montant .

i) On suppose tout d'abord qu'à réception d'un numéro de compte, ce compte est verrouillé. Décrire les différentes opérations à effectuer.

ii) Que se passe-t-il si la transmission est coupée avant l'envoi du montant ?

iii) La solution consiste à regrouper les trois envois dans un bloc logique (une activité). La banque accumule toutes les informations de l'activité avant de modifier la base de données. C'est la mise en quarantaine. Décrivez ce déroulement en utilisant des primitives S-ACTIVITY-START et S-ACTIVITY-END

1.2 Le modèle TCP/IP

Ce modèle sert de base à l'internet (il vient du réseau ARPANET). Il est constitué de quatre couches seulement : TCP correspond à la couche 4 (transport), IP à la couche 3 (réseau) et la couche machine/liaison de TCP/IP correspond aux couches 1 et 2. Les applications (couche 7) utilisent directement la couche TCP.

La Figure 3 montre la correspondance entre les modèles OSI et TCP/IP.

2 Les enjeux des réseaux

Exercice 2- *Vocabulaire de la couche application*

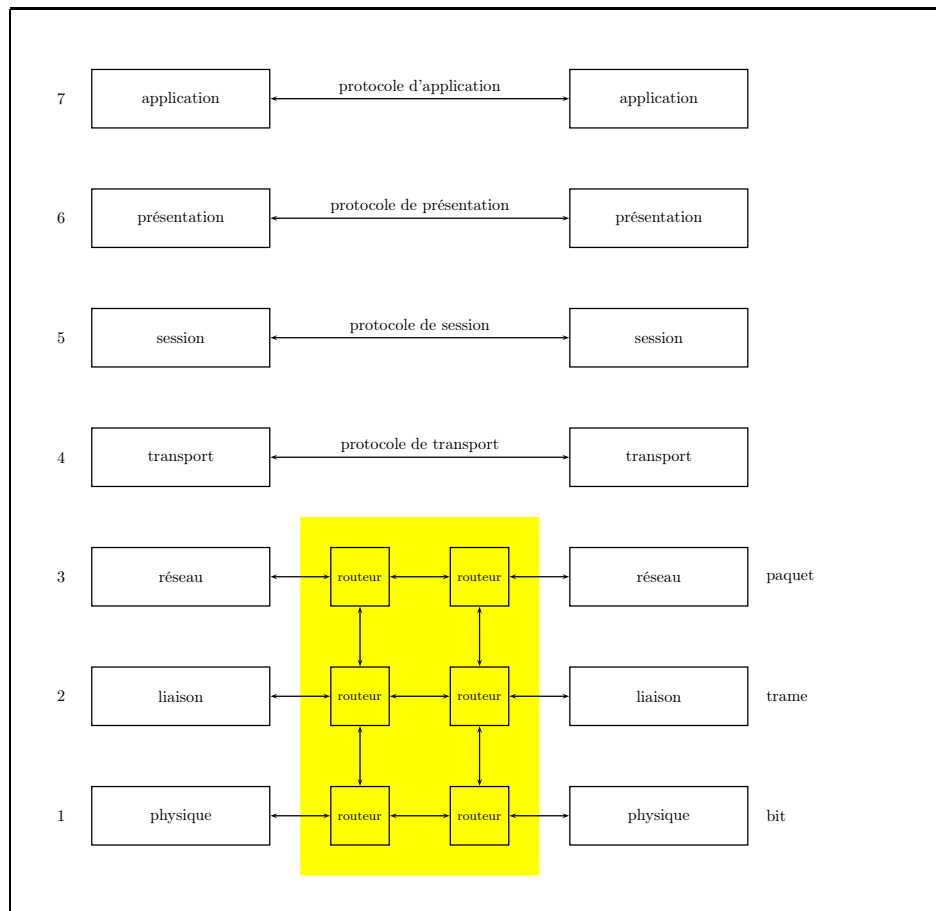


FIG. 2 – Structure du modèle OSI d'après [7].

Qu'est-ce que :

i) Un serveur de fichier ? Quelle est la différence entre FTP et NFS ?

ii) Qu'est-ce qu'un serveur de données ou un serveur d'objets ?

Qu'est-ce qu'un ORB ? Qu'est-ce que Corba ?

Les serveurs d'applications³ sont au carrefour de deux évolutions de l'informatique : le développement modulaire (par briques logicielles) et le rôle central du réseau (les nouveaux logiciels sont accessibles par Internet ou sur un Intranet). Ceci nécessite la mise en oeuvre de techniques complexes.

Le serveur web Le serveur web⁴ fournit (en réponse à une demande http) des informations statiques (pages HTML, images, ...). Si la demande porte sur une page dynamique (une page nécessitant un traitement) le serveur web passe la main au serveur d'applications qui "calcule" la page puis la renvoie au serveur web.

Le serveur d'applications Le rôle du serveur d'application est de :

- gérer la sécurité des transactions (cryptage, authentification)
- gérer les sessions utilisateurs : N clients utilisant une même instance d'application sur le serveur, il est nécessaire que le serveur d'application puisse conserver des contextes propres à chaque utilisateur (par exemple,

³Les serveurs d'applications : 46% des nouveaux développements, 34 millions d'euros de chiffre d'affaires annuel en France en 1999, 220 millions d'euros prévus par l'IDC pour 2004. Il existe 33 serveurs d'applications sur le marché. D'après [1].

⁴Le marché des serveurs web est à 90% couvert par Apache (issu du logiciel libre) et Microsoft IIS.

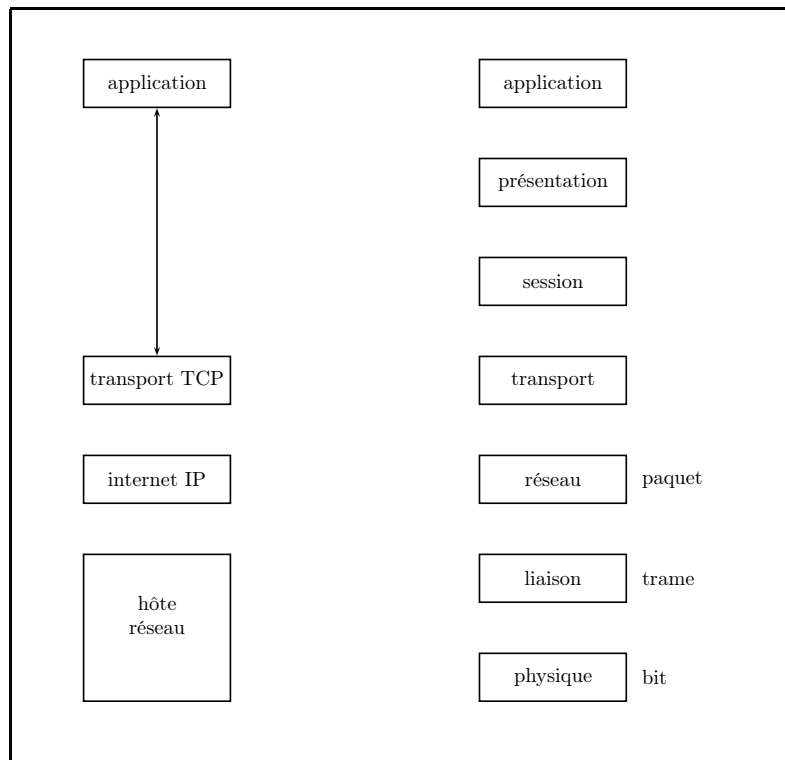


FIG. 3 – Structure du modèle TCP/IP d'après [7].

un panier de commandes). La plupart des serveurs d'application génèrent un identifiant unique pour chaque nouveau client et transmettent cet identifiant lors de chaque échange HTTP.

- gérer les montées en charge et la reprise sur incident (en cas de panne du réseau). Afin de gérer toujours plus d'utilisateurs, le serveur d'application est souvent déployé sur plusieurs machines.
- permettre l'accès aux sources de données (les données des applications du système d'information).

Le serveur d'objets L'accès aux données et aux traitements s'appuie sur des objets métiers dont les opérations vont modifier les données dans un ERP (Entreprise Resource Planning), un système de CRM (Customer Relation Ship Managment) ou une base de données. Le serveur d'objets métiers propose :

- la gestion de persistance des objets
- la gestion des transactions sur les objets métier
- la gestion des montées en charge (au sens de transparence de localisation, d'instanciation des objets métier, etc.)

Les principaux serveurs d'objets sont les serveurs EJB (Enterprise Java Beans), Corba, Microsoft DCOM.

L'intégration des deux types de serveurs (d'après [6]) On peut aussi considérer un conteneur qui fournit des services (relevant du serveur d'applications et du serveur d'objets) aux applications, voir Figure 4.

Le marché offre trois familles de solutions de développement pour de tels systèmes :

- Les solutions de "scripting" : simples et productives, orientées vers les sites "jetables" (en ASP, PHP 3 ou ColdFusion) car la maintenance est difficile.
- Les solutions orientées objets techniques (sans entrer dans la complexité des objets métier) : à base de JSP/Servlets/JavaBeans, PHP4, ASP/DCOM.
- Les solutions orientées métier (plus complexes et plus coûteuses) à base de serveur d'objets : serveurs d'EJB libres, la nouvelle architecture .Net de Microsoft.

Pour ces trois familles de solutions, des produits Open Source existent et sont de plus en plus utilisés (PHP, TomCat, JBoss, JonAS,...).

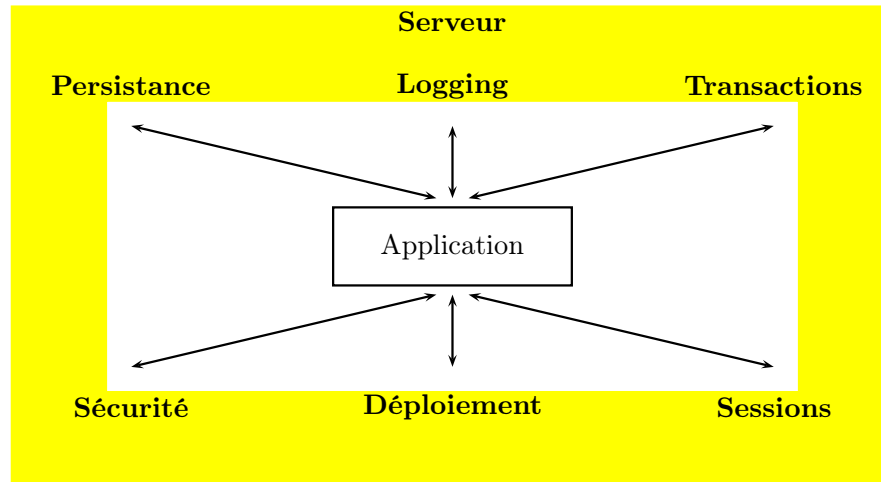


FIG. 4 – Le serveur d’application vu comme un conteneur, d’après [1]

3 Adressage : rappel

3.1 Les notions de base

Il existe plusieurs façons d’adressage des machines sur un réseau :

- Par une adresse ethernet dépendante des composants physiques (carte réseau). Les adresses ethernet sont accessibles (entre autre) par la commande *ifconfig*.
- Par une adresse IP qui ne dépend que du réseau sur lequel est placé l’ordinateur (et non de l’ordinateur lui-même). Une adresse IP peut être utilisée en forme externe (via un nom, par exemple `ufrsciencestech.u-bourgogne.fr`) ou en format interne (sous forme de quatre entiers séparés par des points, par exemple `193.50.49.96`). Le format numérique peut lui-même prendre plusieurs formes : une forme externe (avec plusieurs champs) et une forme interne en une seule valeur. En forme numérique interne on a deux cas possibles selon le mode de stockage sur la machine : c’est le problème du big endian, little endian. Les adresses IP sont réparties en plusieurs classes.

La classe A convient aux grands réseaux, elle possède les caractéristiques suivantes :

codage effectif du réseau sur 7 bits
 codage machine sur 24 bits
 plage théorique 0.0.0.0 ... 127.255.255.255
 sauf

0.0.0.0 ou 0.x.x.x qui sert pendant la phase d’initialiation,
 127.x.x.x appelée adresse de rebouclage (qui sert pour les tests réseaux),
 10.0.0.0 ... 10.255.255.255 qui sont les adresses privées

jusqu’à 16777214 machines par réseau

La classe B concerne les réseaux moyens, elle est caractérisée par :

codage effectif du réseau sur 14 bits
 codage machine sur 16 bits
 plage théorique 128.0.0.0 ... 191.255.255.255

sauf 16 réseaux contigus pour les adresses privées (de 172.16.0.0 à 172.31.255.255)
 jusqu’à 65534 machines par réseau

La classe C concerne les petits réseaux, elle est caractérisée par :

- codage effectif du réseau sur 21 bits
- codage machine sur 8 bits
- plage théorique 192.0.0.0 ... 223.255.255.255
- sauf 256 réseaux contigus pour adresses privées (de 192.168.0.0 à 192.168.255.255)
- jusqu'à 254 machines par réseau

La classe D est concernée par les groupes de multicasting, elle est composée sur 28 bits avec une plage théorique de 224.0.0.0 à 239.255.255.255

La classe E est réservée à un usage futur sur 27 bits, sa plage théorique va de 240.0.0.0 à 247.255.255.255

Les adresses privées sont décrites par la RFC 1597, de mars 94. Elles sont destinées aux réseaux fermés (sans connexion à Internet). Il n'y a pas de demande à faire pour utiliser ces adresses. Les adresses privées sont réparties comme suit :

- 1 réseau de classe A (adresses de 10.0.0.0 à 10.255.255.255)
- 16 réseaux de classe B (de 172.16.0.0 à 172.31.255.255)
- 255 réseaux de classe C (de 192.168.0.0 à 192.168.255.255)

4 bibliographie

- Administration réseau sous Linux [4]
- Sur les systèmes d'exploitation (et entre autre les réseaux) [2]
- Les livres de référence [3, 9]
- Un pavé [8]
- Pour les exercices [5, 10]

Références

- [1] Les serveurs d'applications. Site AOPSYS, URL=http://www.aopsys.com/serveurs_application.html.
- [2] Beauquier and Bérard. *Systèmes d'exploitation. Concepts et algorithmes*. Ediscience, 1990.
- [3] Craig HUNT. *TCP/IP Administration de réseaux*. O'Reilly, 1998. ISBN 2-84177-051-6, traduction E. Dumas.
- [4] Kirch. *Administration réseau sous Linux*. O'Reilly International Thomson, 1995.
- [5] S. Lohier and D. Présent. *Transmission et réseaux*. Dunod, 1999. ISBN 2-10-004586-5.
- [6] Les serveurs d'applications dans les architectures n-tiers. URL=<http://medias.obs-mip.fr/www/Activite/Formation/Informatique/skbd/cours013.html>.
- [7] Le modèle OSI, 2000. Site the Manual Page, URL=http://www.themanualpage.org/reseau/reseau_osi.php3.
- [8] Guy Pujolle. *Les réseaux*. Eyrolles, 2003. ISBN 2-212-11086-3.
- [9] Andrew Tanenbaum. *Réseaux*. Pearson Education, 2003. ISBN 2-7440-7001-7.
- [10] Ed Tittel. *Réseaux*. Ediscience, 2003. ISBN 2-10-0006935-7.