

Réseaux et Protocoles - L3 info

Stella MARC-ZWECKER
Maître de conférences
Dpt. Informatique ULP

stella@dpt-info.u-strasbg.fr

1

Objectifs du cours

Mécanismes de base de la transmission des données dans les réseaux

principes :

- | Notion de protocoles
- | Principales fonctionnalités nécessaires pour mettre en œuvre une architecture de communication :
 - Codage et transmission des bits
 - Mécanismes et protocoles des différentes couches

travaux pratiques :

- | mécanisme des sockets : implémentation de protocoles
- | langage PROMELA : modélisation et validation de protocoles
- | + Contrôle continu

2

Chapitre 1 Introduction aux réseaux informatiques

1. Historique et évolution des réseaux informatiques

1.1. Historique

- | années 60 : systèmes de télétraitement
 - ordinateur central
 - multiplexeurs et concentrateurs
- | années 70 : réseaux de transport
 - Peu d'ordinateurs, peu puissants, coûteux
 - Liaisons bas débit (kbps), très coûteuses
 - Technologies propriétaires incompatibles

3

1. Historique et évolution des réseaux informatiques

- | années 80 : réseaux d'ordinateurs
 - Ordinateurs plus nombreux et moins coûteux (PC)
 - Technologies de transmission haut débit
 - Normalisation
 - Internet
 - Communication client/serveur
- | années 90 : réseaux d'ordinateurs
 - Ordinateurs très peu coûteux, très nombreux
 - Réseaux à intégration de services (ATM)
 - Convergence des réseaux téléphonie, données, vidéo
 - Communications « peer-to-peer »
- | années 2000 :
 - Très hauts débits
 - Mobilité (wi-fi, bluetooth,...)
 - Réseaux domestiques

4

1. Historique et évolution des réseaux informatiques

1.2. Objectifs des réseaux

- | Deux axes orthogonaux
 - Qualité des communications
 - Fiabilité
 - Débit
 - Disponibilité
 - Sécurité
 - Réduction des coûts
 - Partage des ressources entre utilisateurs

5

1. Historique et évolution des réseaux informatiques

1.3. Classement des réseaux par couverture

- réseaux locaux ou LAN (Local Area Network)
 - Postes de travail
 - Propriétaire unique
 - Technologies peu coûteuses
- réseaux métropolitains ou MAN (Metropolitan Area Network)
 - Interconnexion de LAN haut débit
- réseaux longue distance ou WAN (Wide Area Network)
 - Infrastructure coûteuse partagée
- PAN (Personal Area Network)

6

1. Historique et évolution des réseaux informatiques

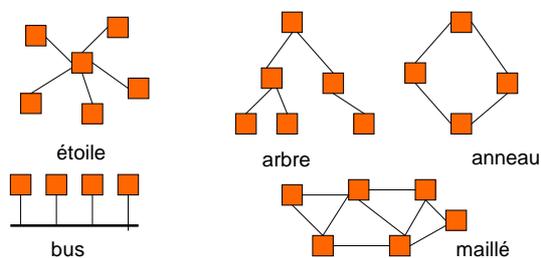
1.4. Evolution des réseaux

- | réseaux longue distance :
 - Sans connexion : Internet
 - Avec connexion :
 - X.25 et relais de trames (années 70-80)
 - ATM : Asynchronous Transfer Mode (années 90)
- | réseaux locaux :
 - Filaires : Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
 - Sans fil : WiFi (Wireless Fidelity)

7

2. Topologies et commutation

2.1. Topologies



8

2. Topologies et commutation

2.2. Commutation

- | 2.2.1. Commutation de circuits
 - | ouverture et fermeture de connexion
 - | circuit réservé pendant la connexion
 - | ex : RTC (Réseau Téléphonique Commuté)
 - | toutes les données suivent le même chemin
 - | temps d'établissement du circuit
 - | temps de traversée des données plus court
 - | gaspillage des ressources si communications à débit variable

9

2.2. Commutation

2.2.2. Commutation de paquets

- | données découpées en paquets de taille limitée
- | pas de connexion entre émetteur et récepteur
- | paquets acheminés indépendamment ou non
- | ex : réseaux X.25 ou IP
- | stockage des paquets en mémoire dans les commutateurs (délais)
- | Multiplexage de nombreuses communications
- | système souple adapté au trafic à débit variable (interactif)

10

2.2. Commutation

2.2.3. Commutation de paquets

- | 2.2.3.1. Commutation de paquets en mode circuit virtuel
 - émulation de circuit : circuit virtuel (CV)
 - Commutation d'un paquet en fonction de :
 - son numéro de circuit virtuel
 - sa ligne d'entrée
 - phases d'ouverture et de fermeture de connexion
 - tous les paquets d'un CV suivent le même chemin
 - séquençement des paquets :
 - possibilité de mise en œuvre de mécanismes de contrôle d'erreur ou de flux (ex X.25)
 - Commutation de cellules (ATM) : paquets de petite taille fixe => garanties de débit, délai

11

2.2. Commutation

2.2.3.2. Commutation de paquets en mode datagramme

- uniquement phase de transfert des données
- paquets acheminés indépendamment
- pas de séquençement des paquets :
 - pas de garantie de remise fiable des données (« best effort »)
 - rapidité, simplicité
 - Ex : IP, commutation de trames Ethernet

| Concept de communications (services, protocoles) avec ou sans connexion

| Convergence : commutation de labels (MPLS)

12

3. Protocoles et normalisation

3.1. Protocoles

- | Problèmes posés dans la communication entre équipements distants :
 - | moyens de transmission pas fiables
 - | pas de mémoire commune
 - | événements inattendus
 - | hétérogénéité des matériels, des logiciels, des données
 - | nécessité de partager des ressources

13

3. Protocoles et normalisation

3.1. Protocoles

- | Procédure de communication :
 - | ensemble de règles d'émission et de réception des messages
 - structurer l'information : différencier les données utiles des données de contrôle
 - superviser la liaison : connexion/déconnexion, contrôle d'erreurs, etc.
- | Protocole :
 - | spécification d'un couple de procédures :
 - non nécessairement identiques (si liaison dissymétrique)
 - assurant un service entre deux ou plusieurs extrémités

14

3. Protocoles et normalisation

3.2. Organismes de normalisation

- | Objectifs :
 - | Spécification des produits : qualité
 - Conformité à la norme
 - | Interopérabilité entre fournisseurs
- | Organismes
 - | Internationaux officiels (ISO, ITU)
 - | Nationaux (ANSI, AFNOR)
 - | Consortiums/associations (IEEE, W3C, IAB)
- | Normes (ex: OSI)
- | Standards (ex: RFC)

15

4. Modèle OSI de l'ISO

Objectif :

- | dégager les principales fonctions liées à la communication
- | les hiérarchiser en couches
- | principe d'abstraction (couche, service, protocole)
- | Analogie avec :
 - | les « types abstraits »
 - | les concepts de la programmation par objets

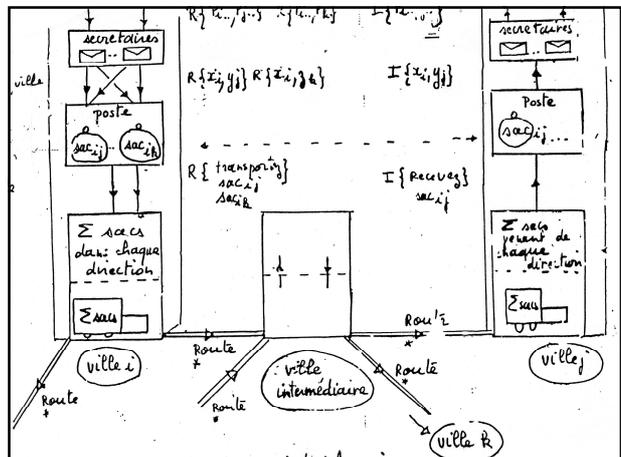
16

4. Modèle OSI de l'ISO

4.1. Exemple de communication humaine

- | hiérarchie des niveaux de communication
- | un niveau :
 - | fournit un service au niveau supérieur
 - | utilise le service du niveau inférieur
- | protocole : règles de coopération entre les éléments du niveau
- | service : requêtes et indications échangées entre les niveaux
- | encapsulation

17

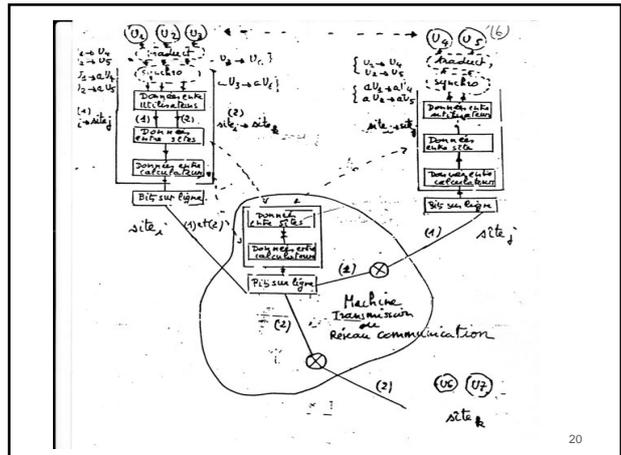


4. Modèle OSI de l'ISO

4.2. Exemple de communication dans un réseau d'ordinateurs

- | données entre utilisateurs
 - | échange de données de *bout en bout* entre processus utilisateurs
- | données entre sites
 - | acheminement des données *de proche en proche* sur le réseau
- | données entre calculateurs voisins
 - | échange de données sur une liaison physique
- | bits sur ligne
 - | transmission des signaux sur un support physique

19



20

4. Modèle OSI de l'ISO

4.3. Architecture en couches OSI

- | OSI : Open System Interconnection
- | ISO : International Standardization Organization
- | 7 couches définies par l'ISO
- | couche physique :
 - | transformation de bits en signaux (électriques, lumineux, radio), codage, modulation
- | couche liaison de données :
 - | support physique vu comme une ligne logique « exempt d'erreurs »
 - | délimitation des trames de données
 - | mécanismes de contrôle d'erreur, de flux, d'accès (LAN)

21

4.3. Architecture en couches OSI

- | couche réseau
 - | routage des paquets sur le réseau entre les sites émetteur et récepteur
 - | mise à jour des tables de routage
 - | contrôle de congestion
- | couche transport
 - | supervision de l'échange de données entre utilisateurs
 - | contrôle de bout en bout : réseau vu comme un canal point à point, « exempt d'erreurs »

22

4.3. Architecture en couches OSI

- | couche session
 - | établissement d'une session et synchronisation du dialogue entre émetteur et récepteur
- | couche présentation
 - | homogénéisation de la syntaxe de représentation des données (matériels et logiciels hétérogènes)
- | couche application
 - | gestion des aspects des applications utilisatrices qui sont relatifs à la communication à distance
 - | ex : transfert de fichiers, courrier, web, etc.

23

4.4. Concepts fondamentaux

protocole (N) :

- | ensemble de règles d'échange entre deux entités (N)
- | échanges « horizontaux » de PDU(N)

service (N) :

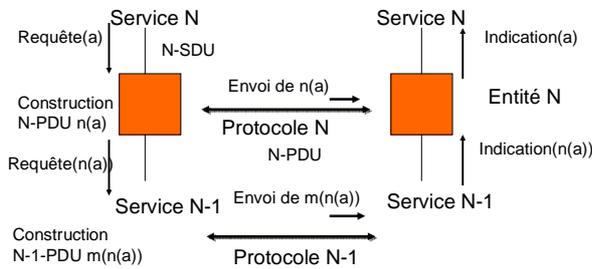
- | ensemble de primitives (requêtes, indications) véhiculées entre les couches
- | échanges « verticaux » de SDU(N)

illustration des échanges et de l'encapsulation

24

4.4. Concepts fondamentaux

■ Protocoles et services



25

5. Modèle TCP/IP Internet

- 5.1. Objectifs
 - indépendance des réseaux sous-jacents
 - connectivité universelle, résistance aux pannes
 - protocoles d'application standard
- 5.2. Historique et principes
 - origine : ARPANET de DARPA (milieu 70)
 - pile TCP/IP : (début 80)
 - IP (Internet Protocol) :
 - niveau Réseau
 - mode datagramme
 - très efficace (simplicité)

26

5.2. Historique et principes

- TCP (Transmission Control Protocol) :
 - niveau Transport
 - mode connecté
 - fiable
- UDP (User Datagram Protocol) :
 - niveau Transport
 - mode datagramme
 - plus rapide (non fiable)
- UNIX BSD 4.2 (Berkeley) intégrait :
 - la pile des protocoles TCP/IP
 - interface sockets (paradigme client-serveur)
 - protocoles d'application standard (mail, ftp, rlogin...)

27

5.2. Historique et principes

- Un protocole d'application est identifié sur une machine donnée par :
 - un numéro de port
 - le protocole transport utilisé
 - fichier /etc/services (ex : ftp 21/tcp, tftp 69/udp)

28

5.2. Historique et principes

- NSFNET (successeur d'ARPANET) : 1985
- France :
 - FNET (1983) : connexion vers Internet (CNAM)
 - CNAM, INRIA, IRCAM (1984) : connexion aux USA via Amsterdam, par liaison téléphonique, puis X.25
 - INRIA (1988) : 1er paquet IP arrive directement par liaison satellite entre Sophia et Princeton
 - RENATER (1992) : créé par le CEA, CNES, CNRS, INRIA, EDF, Ministère éducation nationale
 - s'ouvre aux industriels en 1995
- en 1995 Internet comporte :
 - 50 000 réseaux, 4 millions d'ordinateurs, 100 pays
- en 2005 Internet comporte :
 - 350 millions d'ordinateurs, un milliard d'utilisateurs
- la croissance d'Internet pose des problèmes d'échelle :
 - extinction de l'espace d'adressage d'IPv4
- migration vers IPv6 :
 - très grand espace d'adressage
 - Sécurité, mobilité, autoconfiguration

29

5.3. Normalisation d'Internet

- IAB (Internet Architecture Board) créé en 1983
 - RFC (Request For Comments)
- IRTF et IETF (Internet Research/Engineering Task Force) en 1989
 - Internet draft
 - RFC, { Proposed / Draft / Internet } Standard
 - <http://www.ietf.org>

30

6. Comparaison entre architectures OSI et TCP/IP

- Nombre de couches (Osi : 7, IP : ?)
- OSI : toutes les couches sont normalisées
- IP : pas de normalisation des
 - Couches inférieures (IP sur tout)
 - Couches supérieures (modèle ALF) sauf cas particuliers
- IP # couches variable
 - IP dans IP ...

31

Bibliographie

- Andrew Tanenbaum, « Réseaux », 4^e édition Pearson
- Guy Pujolle « Les réseaux » Eyrolles
- Plus anciens :
 - C. Macchi et J-F Guilbert, Téléinformatique, Dunod, 1983
 - Christian Huitema, Le routage dans Internet, Eyrolles, 1995.

32