

Chapitre VIII : Introduction aux réseaux

`Eric.Leclercq@u-bourgogne.fr`



Département IEM

`http://ufrsciencestech.u-bourgogne.fr`

`http://ludique.u-bourgogne.fr/~leclercq`

9 février 2017

1 Structures de Systèmes distribués

- Motivations
- Différents types de SE

2 Structure des réseaux

- Typologie suivant l'étendue
- Topologies de réseaux

3 Structure des communications

- Problématique
- TCP/IP

Notion de système distribué

Définition :

Un système distribué est une collection de processeurs qui ne partagent pas de mémoire ni d'horloge et qui sont reliés par un réseau de communication.

- les éléments (nœuds) du système distribué sont autonomes ;
- ils possèdent leurs propres ressources (calcul, mémoire, disque etc.) ;
- les capacités de stockage et de calcul des nœuds sont variables ;
- suivant le contexte de leur utilisation les nœuds sont également appelés : hôtes, machines ou site ;

Motivations

Les motivations principales du développement des systèmes distribués sont :

- le partage des ressources ;
- l'utilisation de ressources à distance ;
- l'augmentation de la puissance de calcul :
 - *computation speed-up*
 - *load-sharing* et *load-balancing*
- l'augmentation de la disponibilité (redondance en cas de panne) ;
- la communication (via des messages).

Différents types de SE

Ils existe différents types de systèmes d'exploitation permettant de construire des système distribués :

- Les systèmes d'exploitation orientés réseau (*Network Operation Systems*) :
 - ce sont des systèmes qui porposent des couches de communication pemettant au utilisateur d'accéder et d'utiliser des ressources partagées ;
 - ces systèmes sont les plus courants ;
 - les utilisateurs sont conscients de la multiplicité des machines.
- Les systèmes d'exploitation distribués (*Distributed Operating Systems*) : ces système sont conçu pour permettre une migration transparente des processus et des données de façon transparente pour les utilisateurs.

Typologie suivant l'étendue

En première approche les réseaux peuvent être distingués par leur étendue. On parle :

- **LAN (Local Area Network)** : réseau locaux pour des entreprises ;
- **MAM Metropolitan Area Network** : réseau à l'échelle d'une ville ou d'un campus ;
- **WAN (Wide Area Network)** : réseau grande distance reliant des ressources géographiquement distribuées.

Le nombre de machines connectée a une influence forte sur les caractéristiques du réseau (de quelques centaines à plusieurs millions).

Les réseaux locaux (LAN)

- Apparu au début des années 1970
- Se substituent aux ordinateurs centraux équipés de terminaux (*mainframe*)
- Ils sont construits pour couvrir des zones géographiques peu étendues (un ou plusieurs bâtiments proches)
- Qualifié des réseaux de bureau ou d'entreprise (*office network*)
- Offrent une grande rapidité, utilisent des cablent de bonne qualité mais peu généralement peu couteux
- Sur de longues distance il est nécessaire d'utiliser des équipement spécifiques pour re-générer le signal : impossible d'utiliser ces technologies pour des WAN

Technologies associées au LAN

- Les supports sont généralement : du câble coaxial, des paires torsadées, de la fibre optique, des ondes radio ou infra-rouge
- La vitesse des communication :
 - 1Mb/s ou quelques Mb/s (AppleTalk, infra-rouge, Bluetooth)
 - 11Mb/s ou 108Mb/s pour les réseau radio Wifi
 - 100Mb/s ou 1Gb/s pour les réseau actuel (Ethernet) ou FDDI
- Ethernet est le technologie la plus répandu pour les réseau locaux (IEEE 802.2)
- Les machines connectées à un LAN peuvent varié d'un assistant personnel à un serveur multi-processeur en passant par des portables et des imprimantes réseau ou des unités de stockage.

Méthodes d'accès au médium

On distingue généralement deux méthodes d'accès au médium :

- les techniques utilisant un jeton
- les techniques utilisant un accès aléatoire : CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detection* c-à-d Accès Multiple avec Écoute de Porteuse avec Détection de Collision)

Les réseaux locaux sont limités par le nombre de machines connectées il est nécessaire de les segmenter afin de limiter l'étendue de la propagation des messages et de s'adapter à la transmission des ondes électromagnétiques.

Méthodes d'accès au médium CSMA/CD pour Ethernet

- toutes les cartes des machines sont à l'écoute ;
- **une collision a lieu quand 2 trames circulent en même temps sur le câble : dans ce cas les signaux électriques diffusés deviennent perturbés (donc inexploitables).**

Le principe est le suivant :

- avant d'émettre, la station vérifie si le câble est libre (son état électrique indique qu'aucune trame ne circule) ;
- la station émet sa trame et continue à vérifier pendant $51,2\mu s$ qu'aucune autre trame ne circule sur le câble ;
- si la station détecte une autre trame, elle stoppe la diffusion (la trame ne fera donc pas la longueur minimum réglementaire de 72 octets) ;
- la station ajoute des signaux réguliers (des 1 et des 0), cette trame particulière dont la longueur maximale ne peut dépasser 64 octets sera détectée comme étant le résultat d'une collision.

Méthodes d'accès au médium CSMA/CD pour Ethernet

- Dans le cadre d'Ethernet, le but est de mettre en place une architecture de réseau où on sera certain qu'une trame sera propagée sur l'ensemble du câble en moins de $50\mu s$.
- Ce facteur détermine la longueur maximum du réseau selon le type de câbles utilisés.
- Trois méthodes de câblages sont proposées :
 - bus en gros câble coaxial (10base5, câble jaune, Thick Ethernet, 500m)
 - bus en câble fin coaxial (10base2, Thin Ethernet, CheaperNet, 185m)
 - l'étoile en paire torsadée (10baseT, segment de 100m maxi)

Exemple de réseau local Ethernet

- les cartes réseaux Ethernet possèdent une adresse physique (MAC) composée de 6 octets
- les trames Ethernet sont émises avec une adresse source et une destination
- les trames ont une longueur variable comprise entre 72 et 1526 octets
- la carte concernée prend en charge les trames et les décode pour les transmettre au SE
- les équipements utilisés généralement dans les réseaux Ethernet sont :
 - concentrateur (*HUB*)
 - commutateur (*switch*)
 - répéteurs
 - pont (*bridge*)

Les réseaux longue distance (WAN)

- les travaux sur les WAN datent de la fin des années 1960
- le premier WAN opérationnel était Arpanet avec 4 sites
- les liens de communication sont généralement plus lents que ceux des réseaux locaux
- les liens ne sont pas forcément très fiables
- les techniques utilisées pour la propagation sont : câbles, micro-ondes, liaisons laser, satellites
- les communications sont gérées par des processeurs spécialisés
- les équipements utilisés sont principalement des routeurs et éventuellement des modems (modulateur/démodulateur).

Caractérisation d'un réseau

Définition :

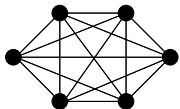
Un protocole est un ensemble de règles régissant les échanges d'informations

Pour caractériser un réseau, il faut identifier chacun des éléments le constituant.ue l'on peut classer par niveau comme suit :

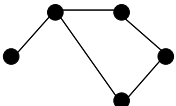
- le type de support (medium)
- les cartes d'interfaces (méthode d'accès au support utilisée)
- les protocoles utilisés (adressage, acheminement)
- les outils de gestion de réseau avec les applications associées

Cette classification est précisée par l'OSI (Open System Interconnection) de l'ISO dans une architecture à 7 couches.

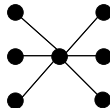
Topologies de réseaux



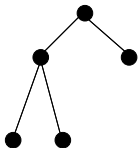
Réseau totalement connecté



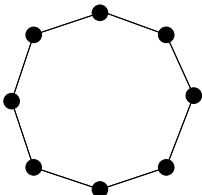
Réseau partiellement connecté



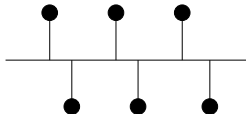
Réseau en étoile



Réseau en arbre



Réseau en anneau



Réseau de type bus

Un réseau complexe peut être constitué de plusieurs sous-réseaux de topologie différentes.

Type de canaux de communication

Il existe deux types de canaux de communication :

- les canaux point à point (poste à poste ou pair à pair) :
 - permettent une communication entre deux hôtes
 - souvent utilisés pour les liaisons WAN
- les canaux de diffusion (broadcast ou multicast) :
 - permettent une communication entre ensemble(s) de machines
 - souvent utilisés pour les liaisons LAN

La commutation

Il existe 2 grandes stratégies pour permettre à deux stations de communiquer :

- **la commutation de circuits** (téléphone) affecte/réserve un circuit entre machines :
 - on envoie un signal pour établir le circuit ;
 - on établit la communication ;
 - on libère le circuit en fin de communication.
- **la commutation de paquets** :
 - on découpe l'information à transmettre en petits paquets qui vont chacun contenir l'adresse de destination et l'adresse d'origine et une partie des information à transmettre ;
 - les paquets transitent indépendamment les uns des autres sur un support qui peut transmettre d'autres paquets destinés à d'autres machines ;
 - la machine qui reçoit remet les paquets dans le bon ordre.

Problématique

Le mécanisme mis en place dans le SE pour assurer les communications entre machine doit être capable de traiter les LAN et WAN et par conséquent :

- de fournir un mécanisme d'adressage (nommage et résolution des nom)
- de proposer différentes stratégies de routage
- de proposer différentes stratégies d'acheminement des informations
- de gérer la contention

Une solution repose sur le protocole TCP/IP.

Aperçu

- le protocole TCP/IP a été développé à l'origine pour les besoins de l'armée américaine ;
- TCP/IP a l'avantage d'être indépendant de tout constructeur et conçu à l'origine pour être facilement extensible ;
- il est devenu un standard de fait (intégration dans la version Unix de Berkeley) ;
- les applications réseaux fonctionnant sur TCP/IP respectent elles aussi des protocoles clairement définis (RFC).
- la messagerie (SMTP), la connexion à distance (TELNET, SSH), le transfert de fichiers (FTP, SFTP), le partage de fichier (NFS), le partage d'imprimantes (LPD/LPR), l'accès aux documents WEB (HTTP) etc.

Nommage, adressage et résolution des noms

- toute machine d'un réseau TCP/IP possède une adresse IP définie sur 4 octets (32 bits) notée en décimal $n_1.n_2.n_3.n_4$ (par exemple 172.21.16.34)
- l'adresse est composée de deux parties : elle identifie un numéro de réseau (*net-id*) et un numéro de machine (hôte) sur ce réseau (*host-id*) .
- parmi les 32 bits disponibles pour l'adressage la frontière entre le net-id (partie gauche) et le host-id (partie droite) peut être choisie de manière à augmenter ou diminuer le nombre de stations par réseau.

Nommage, adressage et résolution des noms

- il existe 5 formes pré-définies de découpage qui se différencient par la valeur du 1er octet :
 - Classe A : 1 octet pour l'adresse réseau 3 octets pour l'adresse du noeud. 1er octet de 1 à 127
 - Classe B : 2 octets pour l'adresse réseau 2 octets pour l'adresse du noeud. 1er octet de 128 à 191
 - Classe C : 3 octets pour l'adresse réseau 1 octets pour l'adresse du noeud 1er octet de 192 à 223
 - Classe D : adresses de multicast . 1 er octets de 224 à 239
 - Classe E : réservés . 1er octet de 240 à 254
- les valeurs terminales 0 et 255 sont réservées pour les adresses de réseau et d'hôtes

Nommage, adressage et résolution des noms

- pour fixer la frontière entre net-id et host-id on utilise un masque (suite de 1 complétée par des 0) traduite en décimal
- les machines du même réseau (net-id) peuvent communiquer directement
- pour joindre un machine d'un autre réseau il faut passer par un routeur
- des nom logique sont associés aux numéros IP
- l'association (IP décimal, IP logique) est gérée par un service DNS (*Domain Name Service*)
- le DNS organise dans une arborescence l'espace des noms logiques (domaines .com, .fr, .edu, etc.)

```
1 hostAddress = InetAddress.getByName(arg[0]);  
2 System.out.println(hostAddress.getHostAddress());
```

Routage

- Principe : routage de proche en proche dans l'objectif est de rapprocher le paquet de sa destination finale
- Chaque routeur possède plusieurs interfaces et une table de routage
- Trois grandes stratégies de routage sont mises en œuvre :
 - ① routage fixe : route établie par avance, ne change pas sauf en cas de faillance matérielle
 - ② routage virtuel : fixé pendant une session
 - ③ routage dynamique : route construite dynamiquement lors de l'envoi

Stratégies d'acheminement

- avec connexion et accusé de réception (TCP) : session
- sans connexion (UDP) : datagramme

Les sockets en Java (côté serveur)

```

1  import java.io.*;
2  import java.net.*;
3
4  public class Serveur {
5      static final int port = 8080;
6      public static void main(String[] args) throws Exception {
7          ServerSocket s = new ServerSocket(port);
8          Socket soc = s.accept();
9          System.out.println("SOCKET_␣"+s);
10         System.out.println("SOCKET_␣"+soc);
11         // BufferedReader permet de lire par ligne
12         BufferedReader sistr = new BufferedReader(
13             new InputStreamReader(soc.getInputStream())
14         );
15         // Un PrintWriter possède toutes les opérations print classiques.
16         // En mode auto-flush, le tampon est vidé (flush) à l'appel de println.
17         PrintWriter sisw = new PrintWriter( new BufferedWriter(
18             new OutputStreamWriter(soc.getOutputStream()), true)
19         );
20         while (true) {
21             String str = sistr.readLine();           // lecture du message
22             if (str.equals("END")) break;
23             System.out.println("ECHO_␣=␣" + str);    // trace locale
24             sisw.println(str);                       // renvoi d'un écho
25         }
26         sistr.close();
27         sisw.close();
28         soc.close();
29     }
30 }

```

Les sockets en Java (côté client)

```
1  import java.io.*;
2  import java.net.*;
3
4  public class Client {
5      static int port = 8080;
6
7      public static void main(String[] args) throws Exception {
8          Socket socket = new Socket(args[0], port);
9          System.out.println("SOCKET_□=□" + socket);
10         // illustration des capacités bidirectionnelles du flux
11         BufferedReader sistr = new BufferedReader(
12             new InputStreamReader(socket.getInputStream()));
13
14         PrintWriter sisw = new PrintWriter(new BufferedWriter(
15             new OutputStreamWriter(socket.getOutputStream())
16             ),true);
17
18         String str = "bonjour_□";
19         for (int i = 0; i < 10; i++) {
20             sisw.println(str+i);           // envoi d'un message
21             str = sistr.readLine();        // lecture de la réponse
22             System.out.println(str);
23         }
24         System.out.println("END");        // message de fermeture
25         //sisw.println("END") ;
26         sistr.close();
27         sisw.close();
28         socket.close();
29     }
30 }
```