RESEAUX : Applications

1 Quelques architectures

Mainframe, minicomputer

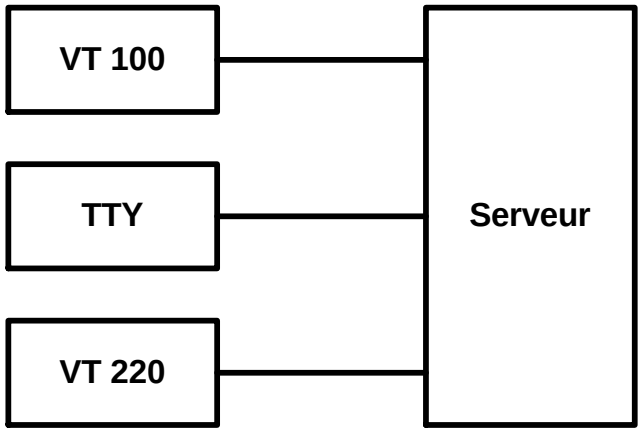
L'architecture des premiers ordinateurs était très **centralisée;** de simples terminaux alphanumériques donnaient accès aux ressources de l'ordinateur central.

Les normes étaient propriétaires comme terminal 3270 pour IBM ou VT100 pour Digital.

Certains systèmes utilisaient même des terminaux ASCII primitifs, proches du télex, appelés *teletype (TTY).*

Les applications dites **mode caractère** avaient et ont encore leurs propres logiques d'interaction avec l'utilisateur.

On leurs reproche souvent leur manque de convivialité.



Personal Computer (PC)

L'arrivée du PC puis du Macintosh marque le début d'une véritable révolution : chaque utilisateur dispose de ses proches ressources (CPU, mémoires, fichiers, …) qu'il doit gérer !

Le **système d'exploitation** se gonfle à chaque version (DOS, Windows 3.1, …)

L'interface graphique *(GUI : Graphical User Interface)* fait son apparition, les menus se standardisent et le "WYSIWYG" *(What you see is what you get)* devient argument de vente.

PCs en réseau

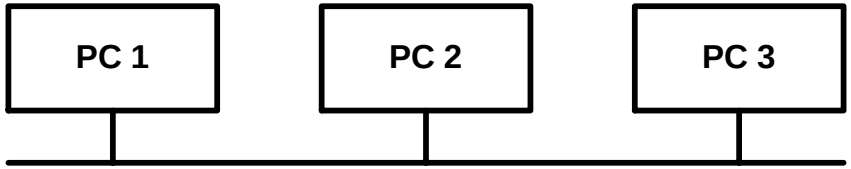
L'information doit pouvoir circuler dans l'entreprise, certaines ressources (imprimante laser, disque de grande capacité, unité de sauvegarde,…) doivent être partagées.

De nouveaux produits comme Novell apparaissent.

Des extensions réseaux sont ajoutées au système d'exploitation : Windows 95, Windows NT, Windows 2000, …

Les protocoles propriétaires (IPX de Novell, NetBEUI de Microsoft, …) sont remplacés par ceux de la famille TCP/IP.

L'interopérabilité avec le monde Unix est alors possible.



2 Unicité des données

Cet accès facile aux données n'est pas sans poser des problèmes complexes.

Comment garantir l'unicité des données lorsque les transferts de fichier sont fréquents ?

Comment garantir que les données présentes sur le réseau soient **synchronisées** par exemple entre mon poste de travail et mon portable ?

Qui est responsable de la **réplication** des données ?

Le partage de document à l'intérieur d'un groupe d'utilisateurs *(groupware)* est-il possible ?

3 Comment accéder aux données ?

Time sharing
Partage du serveur (CPU, mémoires, fichiers, …) entre plusieurs utilisateurs équipés de simples terminaux.
L'unicité des données est ainsi facile à garantir.

File transfer
Transfert des données **entre ordinateurs** (systèmes d'exploitation) → copie(s) du fichier original.

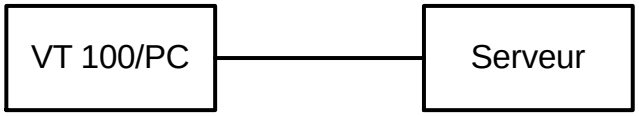
File access
Plusieurs ordinateurs (processus) accèdent à un **fichier unique.**
→ mécanisme de partage du fichier par bloc (écriture/lecture).

Data Query
Demande **structurée** *(Structured Query Language)* de l'utilisateur (client) ; réponse **(éléments du fichier)** du serveur.

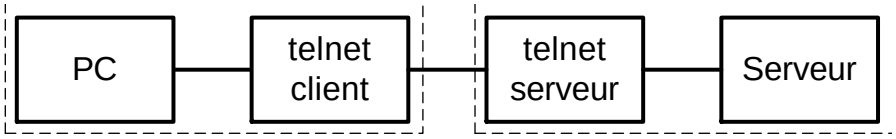
La communication entre ces divers ordinateurs (*mainframe*, server, PC, ...); à savoir **l'interconnexion de machines hétérogènes** fonctionnant sur des **systèmes d'exploitation** différents, constitue un des travaux de l'ingénieur-réseaux.

4 Emulation de terminaux

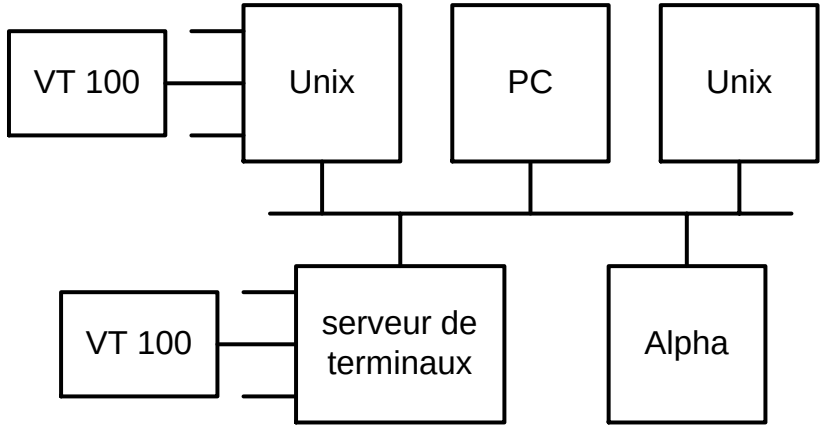
Tout **système d'exploitation** supporte un (ou plusieurs) type de **terminaux physiques.**



Le **protocole de terminal virtuel** (telnet, OSI *virtual terminal*, DEC LAT,...) rend les applications indépendantes des terminaux.

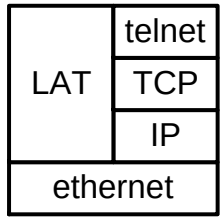


L'exemple suivant montre des configurations possibles dans un réseau hétérogène du service d'émulation de terminaux basé sur des protocoles public *(telnet)* et propriétaire (DEC LAT) :



Client - serveur : Le PC sous Windows n'offre que la fonction client; alors qu'un ordinateur Unix supporte les deux (client et serveur).

Multiprotocole : Le serveur Alpha offre l'accès à distance depuis des clients telnet et des clients LAT *(Local Area Transport protocol)*



L'utilisateur peut ainsi ouvrir une session VMS par 2 chemins différents :

- Protocole propriétaire LAT
- Protocole telnet

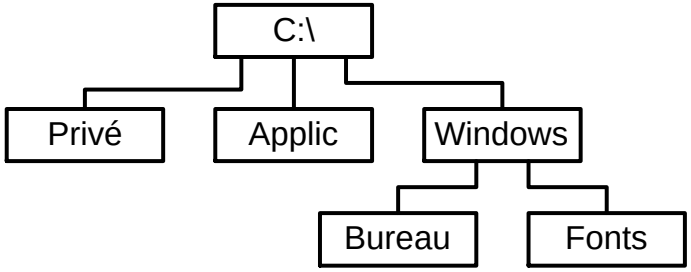
La connexion à distance *(remote login)* est une application pratique qui nous permet de nous connecter à distance via le réseau sur un ordinateur pour autant que nous disposions d'un compte utilisateur.

Elle se limite à des applications mode caractère.

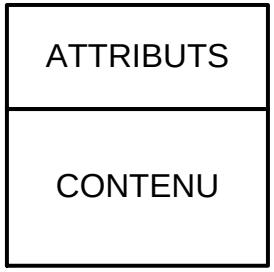
Elle facilite notamment l'administration de composants réseau comme *hub, bridge, switch, router,* …

5 Fichiers et système de fichiers

Le système de fichiers *(file system)* maintient une **structure de répertoires** pour stocker le nom et l'emplacement de chaque fichier sur le disque :



Chaque fichier est caractérisé par son **contenu** et ses **attributs** :



nom du fichier,
date, heure, ...

6 Transfert de fichier

La disquette constitue le moyen le plus primitif de transférer un fichier entre 2 PCs :

- copy C:filename,A: sur le premier PC
- transport physique par disquette
- copy A:filename,C: sur le second PC

Les protocoles de transfert de fichiers offrent ce service via les réseaux téléinformatiques.
Ils garantissent en plus une **copie identique** à l'originale (contrôle d'erreur) dans une **architecture hétérogène** (systèmes de fichiers différents)

L'interface utilisateur cache plus ou moins les étapes de ce transfert :

- Lors d'un transfert de fichier avec le protocole Kermit, l'utilisateur doit adresser des commandes aux systèmes local et distant

C-Kermit>SEND LOGIN.COM<CR>	ordre d'émission côté Alpha
Menu Transfer puis Receive File	ordre de réception côté PC

- Les utilitaires ftp *(file transfer protocol)* sur *internet* paraissent beaucoup plus simple.
  Le protocole de transfert en fait synchronise les 2 côtés.

Le service de transfert de fichier est très utilisé par exemple pour **synchroniser** les fichiers de travail entre le PC du bureau et le portable de la maison.

Il devient vite inutilisable (**unicité des données**) si l'accès en écriture est possible par plusieurs !

7 Messagerie

Les systèmes de messagerie constituent un moyen pratique d'échange d'information.

De plus en plus de personnes possèdent une adresse de courrier électronique *(electronic mail, email, E-Mail)* sur leur carte de visite.

Format du message : **from** litzistorf@eig.unige.ch
to ventura@eivd.ch
subject confirmation de la se'ance
text je te confirme ...

Rappel si destinataire pas atteignable (toutes les heures par ex.).

Indication de message non délivré (après 3 jours par ex.).

Possibilité d'**attacher un fichier** au message avec le protocole MIME *(Multi-purpose Internet Mail Extensions)*.

Différentes interfaces utilisateur (convivialité, simplicité,...)

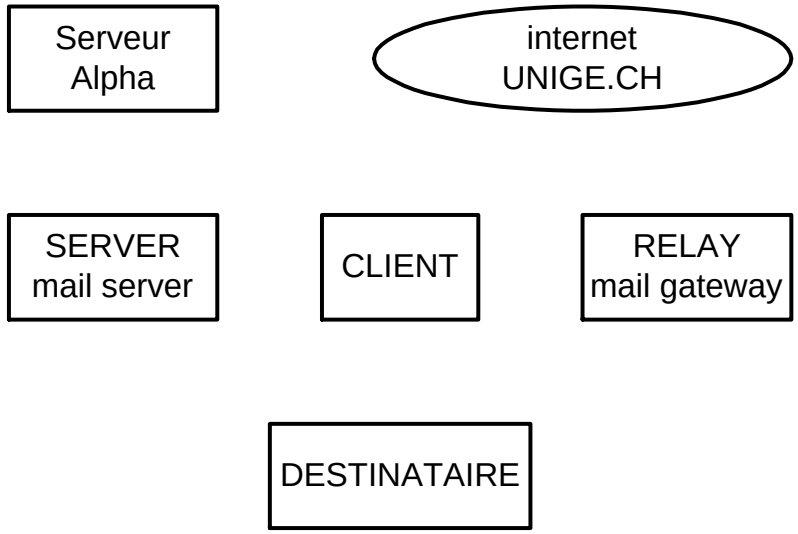
Plusieurs familles de protocoles de messagerie
- internet
- propriétaire (Microsoft, IBM, ...)
- public (X.400)
- sans fil (pager, GSM)

→ Interconnexion des systèmes de messagerie

Nouvelles applications de travail collectif *(groupware)*

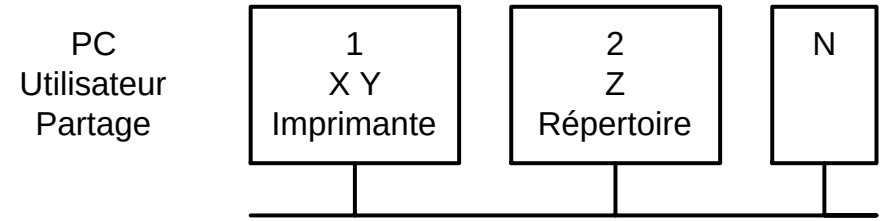
Architecture Illustration basée sur les systèmes du laboratoire compatibles *internet*

- Protocole SMTP *(Simple Mail Transfer Protocol)* pour émettre et revoir un message.
- **Transfert fiable** grâce à TCP.
- Serveur de messagerie pour la réception des messages puis transfert entre le serveur et le destinataire avec les protocoles POP 2 et 3 *(Post Office Protocol)*.
- Fonctions de relais *(relay)* pour l'émission des messages.
- Fonction de redirection *(forward)*



8 Système de fichiers distribués

Imaginons une mise en réseau de PCs dans le but de partager certaines ressources (imprimante, répertoire,…)



Chaque poste de travail doit être administré séparément :

- PC1 avec les comptes des utilisateurs X et Y
- PC2 avec le compte utilisateur Z

...

Le modèle de partage le plus simple ***(share level)*** permet à chaque poste d'offrir (de partager) ses services :

- PC1 partage son imprimante
- PC2 partage un répertoire
- PCn ne partage rien

...

L'autre stratégie possible ***(user level)*** définit une liste d'utilisateurs ayant le droit d'accèder à la ressource partagée :

- PC1 partage son imprimante avec Z
- PC2 partage son répertoire avec X

...

On parle d'un réseau poste à poste *(workgroup)* où chaque PC contient sa liste des utilisateurs et ses règles d'accès.
Ce type d'architecture décentralisée, simple à mettre en œuvre est particulièrement adapté à un petit nombre de postes.

Le poste client, pour pouvoir accéder au répertoire partagé, doit lui associer un identificateur.

Illustration avec PC1
A: floppy (ressource locale)
C: disque dur (ressource locale)
D: répertoire partagé par PC 2

C'est le type de réseau par défaut *(workgroup)* fournit avec Windows 2000 et XP.

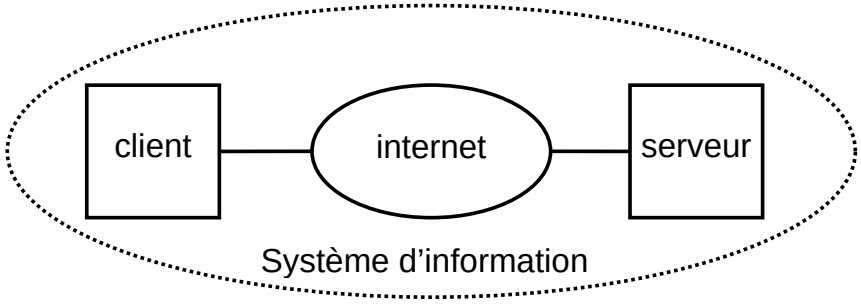
9 *World-Wide Web*

***World-Wide Web* :** Système d'information client-serveur sur internet

Système d'information : Partage de l'information sous toutes ses formes (texte, son, image, ...)

Client-serveur : échange d'information entre un demandeur et un fournisseur

***Internet* :** Réseau universel (hétérogène) de communication géré par ses utilisateurs



Conçu au **CERN** (1989) pour le travail coopératif des physiciens, son impact dépasse vite le cadre universitaire.

Si l'on parle aujourd'hui de **l'*internet* commercial** ou de **l'*internet* pour tous** (chez soi) ; c'est avant tout grâce au web (appelé aussi www ou w3).

a) Architecture

***Browser* :**
Outil de navigation avec lequel l'utilisateur (client) accède à l'information désirée (URL)

***Uniform Resource Locator* (URL) :**
Lien, pointeur sur n'importe quelle ressource (document) disponible
format = *access-method://host[:port]/path/filename*

- http://www.td.unige.ch/
- ftp://anonymous@ftp.switch.ch/mirror/
- telnet://info@nic.switch.ch
- news:comp.dcom.modems

***Server* :**
Ordinateur ou module logiciel capable de mettre à disposition un service : serveur de fichiers (ftp), serveur vidéo, serveur http

***Hypertext* :**
Méthode de relier les documents (l'information) sur un ordinateur

***HyperText Transport Protocol* (HTTP) :**
Protocole d'échange entre client et serveur

***HyperText Markup Language* (HTML) :**
Langage dans lequel les documents sont structurés

***Cache* :**
Mémorisation intermédiaire dans le but d'augmenter les performances possibles du côté client et du côté serveur

b) Client

***Page* :**
Un fichier ou document (HTML ou ASCII) capable d'être affiché par l'outil de navigation

***Home page* :**
Document par défaut pointé par l'outil de navigation.
www.td.unige.ch pour les PCs du laboratoire.

***Hotspot* :**
Lien (pointeur texte ou graphique) permettant l'accès à une autre page, apparence est modifiée après avoir été sélectionnée

***Book mark*, *history list* :**
Facilités offertes par l'outil de navigation pour retrouver facilement un *URL*

***Plug-in* :**
Extension de l'outil de navigation capable de supporter des applications (fichiers) comme PDF *(Portable Document Format)*, GIF *(Graphic Interchange Format)*, JPEG *(Joint Photographic Experts Group)*, MPEG *(Motion Picture Experts Group)*, VRML *(Virtual Reality Modeling Language)*, WAV *(WAVE)*, …

c) Serveur

Master server **:**
Contient une copie du serveur public, utilisé pour la mise à jour des documents

Mirror site **:**
Contient une copie d'un autre serveur afin de répartir la charge

Proxy server **:**
Serveur intermédiaire diminuant les temps de transfert et/ou protection contre des accès non-autorisés *(firewall)*

Firewall **:**
Ordinateur ou routeur dédié au contrôle d'accès par exemple entre un *intranet* et *internet*

Intranet **:**
Réseau privé basé sur les protocoles *internet* et protégé contre des accès non autorisés

Search engine **:**
Moteur de recherche, comme altavista ou yahoo, capable de retrouver des liens se rapportant au critère de recherche

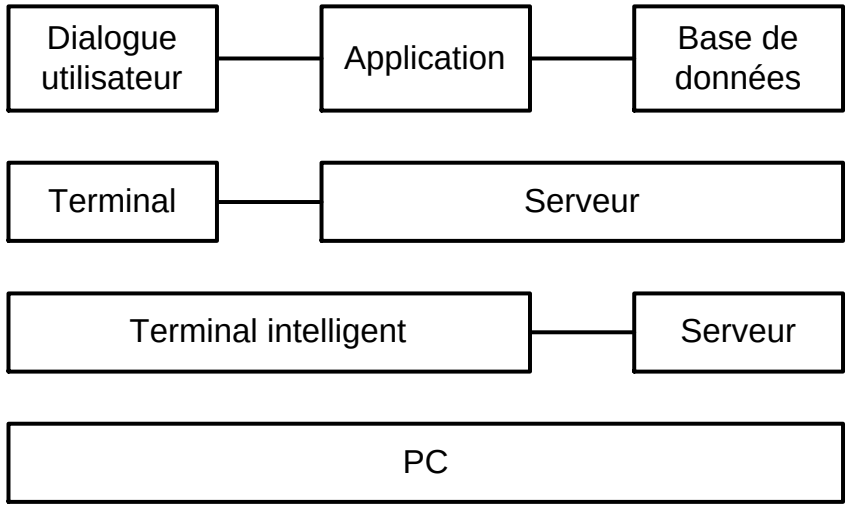
d) RFC

rfc 1737	*Functional Requirements for Uniform Ressource Names*
rfc 1738	*Uniform Resource Locators*
rfc 1945	*Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.0*
rfc 2068	*Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1*

10 Modèle client-serveur

Considérons l'interrogation d'une base de données.

Le traitement peut être décomposé en **3 parties :**
1. Dialogue avec l'utilisateur (masque d'écran, aide en ligne, …)
2. Application (préparation des requêtes d'interrogation de la base de données, calculs, préparation des résultats à afficher)
3. Accès à la base de données et aux fichiers



Diverses architectures sont possible :
- Terminal "non-intelligent" - serveur
- Terminal intelligent - serveur
- Un seul ordinateur

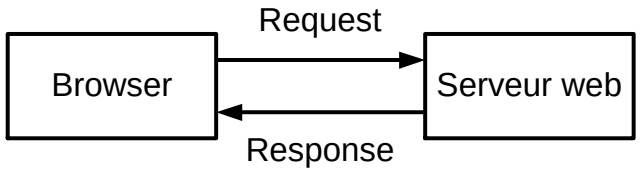
Le modèle client-serveur relève de la problématique des architectures distribuées.
On cherche à :

- répartir les traitements sur différents processeurs
- minimiser le trafic sur le réseau
- offrir une interactivité suffisante

La relation client-serveur est de type **maître-esclave** et non d'égal à égal *(peer to peer)* comme dans le cas d'un traitement distribué général.

Les **interfaces** entre clients et serveurs doivent assurer des échanges entre modules indépendamment des architectures physiques.

Illustration avec le protocole HTTP *(HyperText Transfer Protocol)* utilisé entre votre navigateur *(browser)* et un serveur *web* :



→ Get http://www.td.unige.ch/default.html
← Response

11 *Thin client*

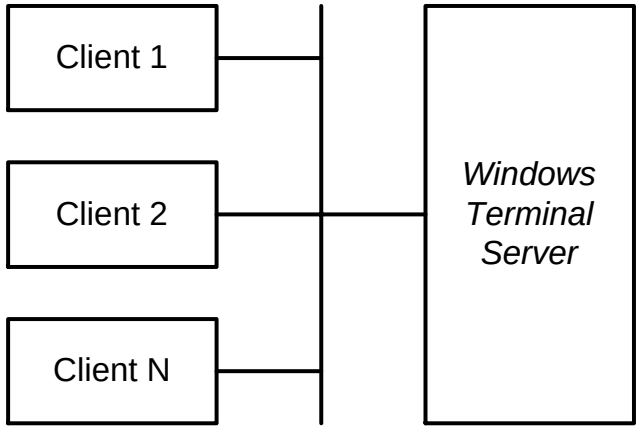
La gestion d'un réseau de PCs représente un travail important que de plus en plus d'entreprises souhaitent automatiser.

Le temps passé à installer divers logiciels (système d'exploitation, applicatifs, mises à jour, …) finit par représenter un coût annuel non négligeable.

Les règles de sécurité sont difficiles à faire respecter si chaque utilisateur dispose d'un accès à *internet* ainsi que d'un lecteur de disquette.

L'architecture *thin client* n'est en fait qu'une évolution du modèle terminal "non-intelligent" - serveur capable d'offrir une interface graphique avec système de fenêtres.

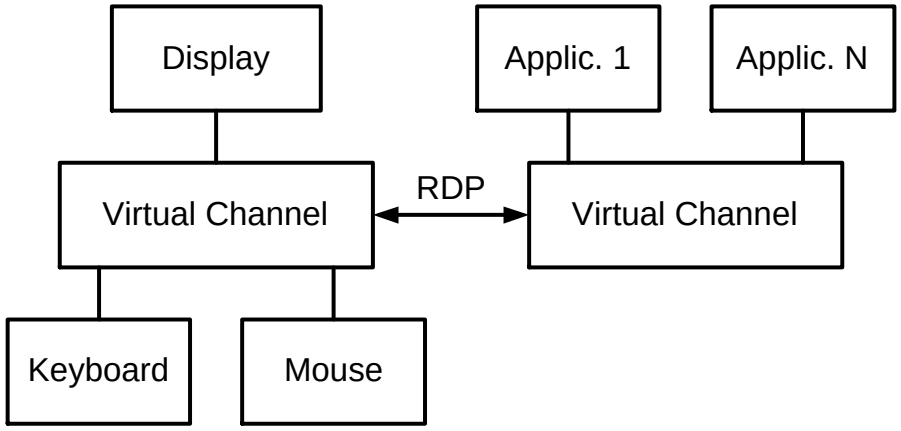
Illustration avec le service *Terminal Server* de Win 2000 :



Principaux avantages :

- Le poste de travail (client) exige une administration légère
- Chaque application (Office, …) n'est installée qu'une seule fois côté serveur
- Unicité des données garantie quel que soit le poste client (poste de travail dans l'entreprise, PC à domicile, portable, …)

Le protocole RDP *(Remote Desktop Protocol)* transmet les commandes (clavier, souris) ainsi que les écrans *(bitmap)* à afficher.



Le système d'exploitation Win 2000, basé sur NT, a été modifié pour devenir un système multi-utilisateur où chaque session utilisateur s'exécute dans un contexte séparé.

De nouveaux terminaux apparaissent (NCD, Wyse, …) bien qu'il soit possible d'utiliser un PC (386, 486, …) avec un logiciel approprié.

Terminologie associée : WBT - *Windows Based Terminal*, NC - *Network Computer*, *handheld PC*, *X terminal*, …

12 Gestion du réseau

Les travaux de normalisation décomposent généralement la gestion du réseau *(network management)* en 5 thèmes :

- *Configuration Management*
- *Performance Management*
- *Fault Management*
- *Accounting Management*
- *Security Management*

a) Configuration

Ensemble des ressources matérielles et logicielles
- Inventaire

Façon dont ces ressources sont liées entre elles
- Topologie

Mode de fonctionnement du réseau
- Protocole

Paramétrage des systèmes *(tuning)*
- Ordinateur, protocole

Evolution des versions (matérielles et logicielles)
- Auto-chargement *(downloading)*
- Mise à jour distribuée (synchronisation)

b) Performance

Mesure de charge
Mesure de temps de réponse
Mesure de taux d'erreur
Mesure de temps de latence (transit)
Mesure d'établissement de connexion

c) Faute et alarme

Détection
Correction
Prévention

d) Activités de gestion (évolution d'un réseau)

Nouveaux besoins de l'entreprise
- Etude préliminaire (faisabilité)
- Cahier des charges
- Comparatif des solutions possibles
- Documents détaillés de cette nouvelle installation
- Effets sur le réseau existant

Installation et mise en service
- Tests de qualification (mesures de charge, temps de réponse, interopérabilité, …)
- Tests effectués par l'utilisateur final, essai d'exploitation

Maintenance préventive
- Mesures du réseau en fonctionnement normal
- Comparaison avec les mesures précédents
- Rapport journalier, hebdomadaire, mensuel,…
- → Planifier l'évolution de la charge

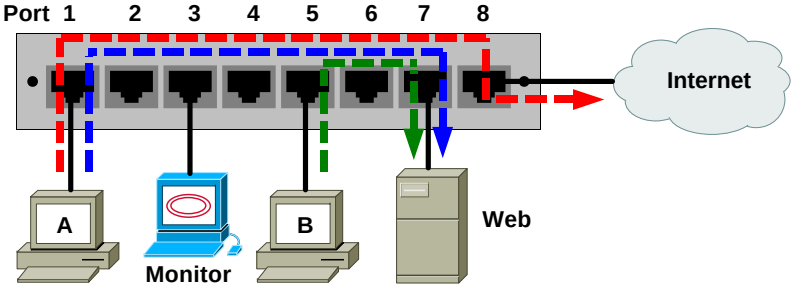
Maintenance corrective
- Observer les symptômes (reproductibles, sporadiques)
- Développer une hypothèse
  - Bien connaître son réseau en régime normal
- Tester
- Conclure

e) Equipements de test

Analyseur de spectre, *Time Domain Reflectometer*, oscilloscope, *breakout boxes, power meter*
Moniteur du trafic, analyseur de protocole
…

Problématiques:

a) Utilisation d'un analyseur de protocole à travers un réseau constitué de commutateurs (switch)

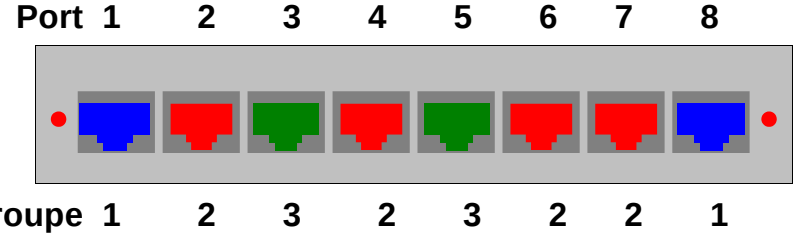


Le PC Monitor aimerait analyser (par ex. avec Wireshark) tout le trafic à destination d'Internet et/ou la charge de réseau du port 7 (serveur Web)

La solution, sur des commutateurs dit évolué, est de configurer le port 3 (PC Monitor) dans le mode monitoring

1) il faut indiquer quel(s) est (sont) le(s) port(s) que l'on aimerait observer. Le trafic sera copié depuis ces sources
2) il faut indiquer le port de destination où devront être copiées ces différentes sources

b) Partitionement logiciel d'un commutateur en fonction de groupe de travail (workgroup)



Seul les communications entre un même groupe sont possibles. C'est la notion de VLAN (Virtual LAN)

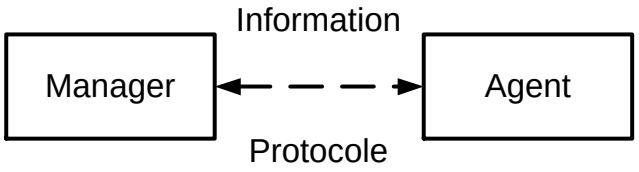
13 *Simple Network Management Protocol*

a) Introduction

Un réseau informatique, composé de station de travail, serveur d'application, routeur, pont, commutateur, … est par nature dispersé géographiquement.
Le responsable de la gestion de ces réseaux demandent de pouvoir les administrer de manière centralisée.
Le protocole SNMP *(Simple Network Management Protocol)* offre un moyen simple d'accéder à ces composants réseau via un réseau IP.

b) Concept

Un système de gestion SNMP comprend 4 composants :



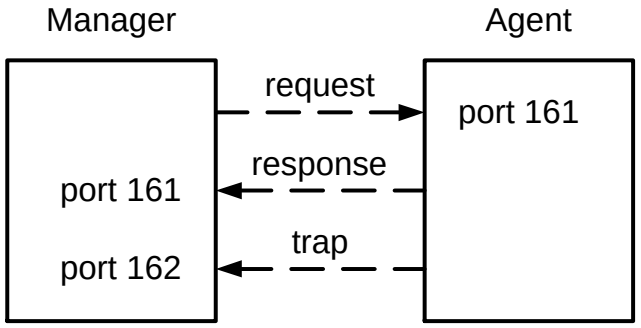
- Un élément à gérer, offrant la fonction ***agent***, comme un *hub*, un routeur, un serveur, une imprimante,…
- Une station de gestion (le ***manager***) avec laquelle l'ingénieur supervise son réseau
- Un **protocole** entre *manager* et *agent*
- De **l'information** échangée

Le *manager* demande une valeur spécifique à l'*agent* :
Combien de paquets IP as-tu reçu ?

L'*agent* signale au *manager* un événement :
Plus de papier dans l'imprimante

c) Protocole

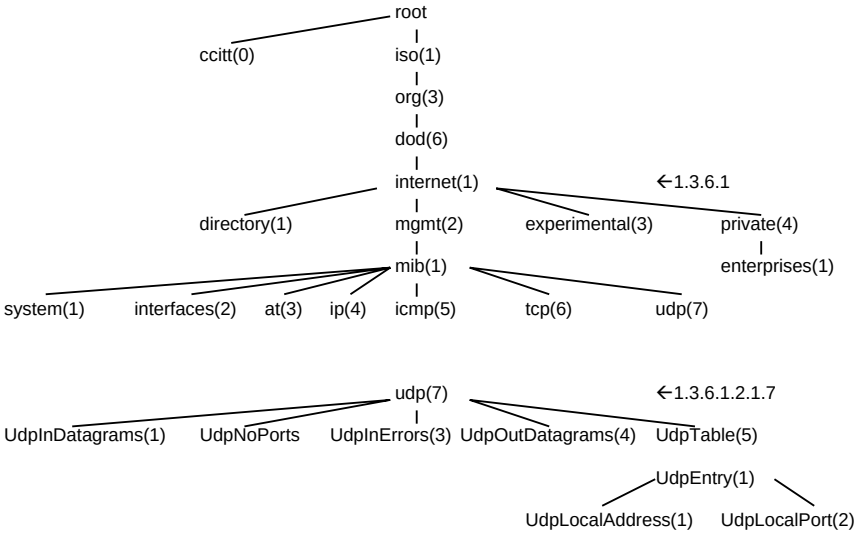
Ce protocole (simple) utilise le protocole UDP et ne définit que 5 types de messages entre *manager* et *agent* :



→ get-request ← get-response	obtenir la valeur d'une variable
→ get-next-request ← get-response	obtenir le nom de la variable suivante
→ set-request ← get-response	définir la valeur d'une variable
← trap	signaler un événement

d) Information

Chaque *agent* maintient une base d'information de gestion composée de groupes et d'objets appelée MIB *(Management Information Base)*



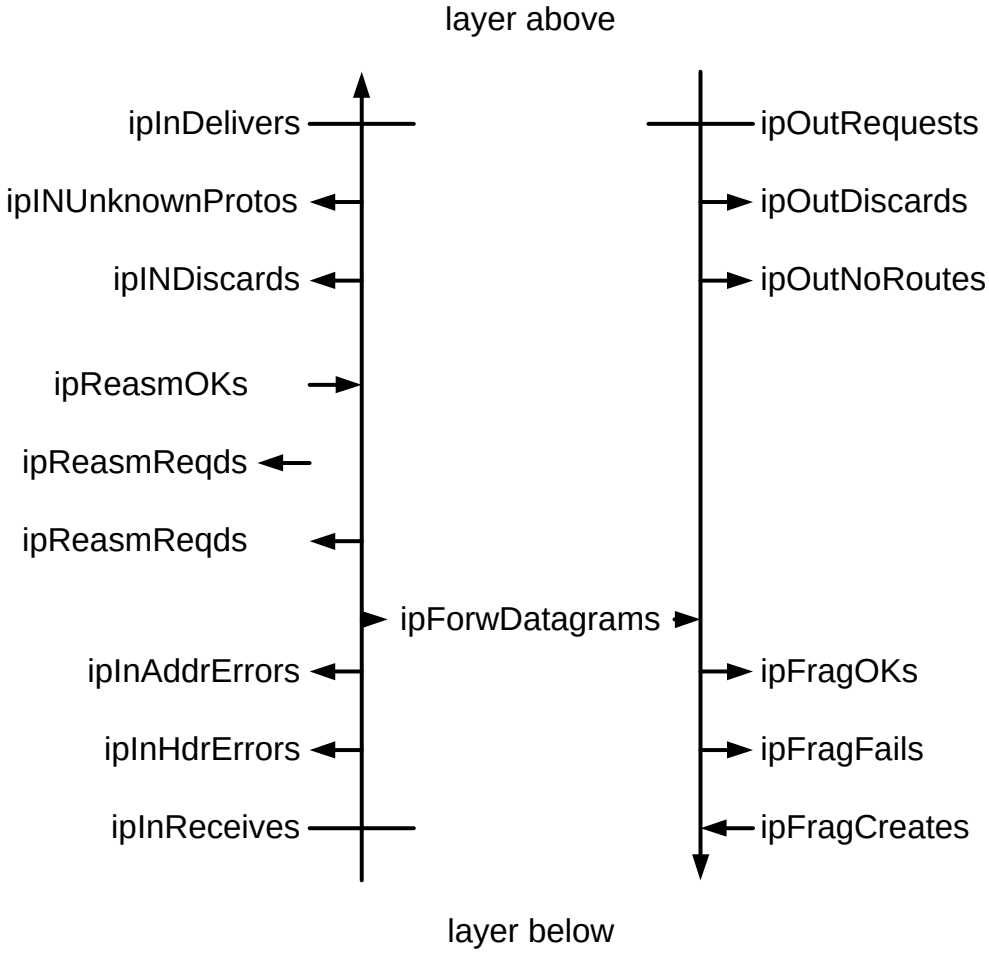
Chaque objet est ainsi désigné par un identificateur unique :
L'objet UdpInDatagrams correspond à 1.3.6.1.2.1.7.1

Un type de données *(integer, octet string, …)* est associé à chaque objet.

e) Diagramme de Case

Une MIB n'est pas une collection d'objets hétéroclites !

Le diagramme de Case du groupe IP montre les relations logiques entre objets des flux montant et descendant :

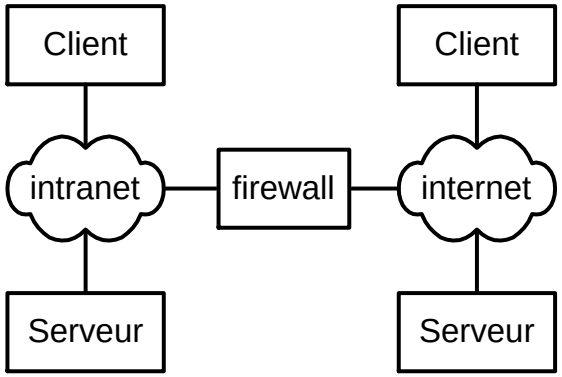


14 Fonctions d'un *firewall*

Le réseau *internet*, basé sur des protocoles très répandus de la famille TCP/IP, constitue un environnement propice à tout échange d'information : voix , données, images.

Sa facilité d'accès est parfois jugée excessive par certains utilisateurs aux prises avec des attaques de toutes sortes.

Le remède consiste à placer un ***firewall*** (mur coupe-feu) entre le réseau *internet* et son propre réseau privé.
Cet ***intranet*** va ainsi garantir une certaine sécurité aux données de l'entreprise tout en assurant l'accès à des services essentiels comme *web* ou *email*.



Ce module intermédiaire, avec la fonction **cache** enclenchée, peut également accroître les **performances** dans le cas, par exemple, de mêmes pages *web* consultées fréquemment par plusieurs utilisateurs.

a) Quelques scénarios possibles

Imaginons le cas de figure suivant :

Intranet		***Firewall***		***Internet***
Client *web*	→	→	→	Serveur *web*
Serveur *web*		¦¦	←	Client *web*
Client *email*	→	→	→	Serveur *email*
Serveur *email*	←	←	←	Client *email*
Client *telnet*	→	¦¦		Serveur *telnet*
Serveur *telnet*		¦¦	←	Client *telnet*

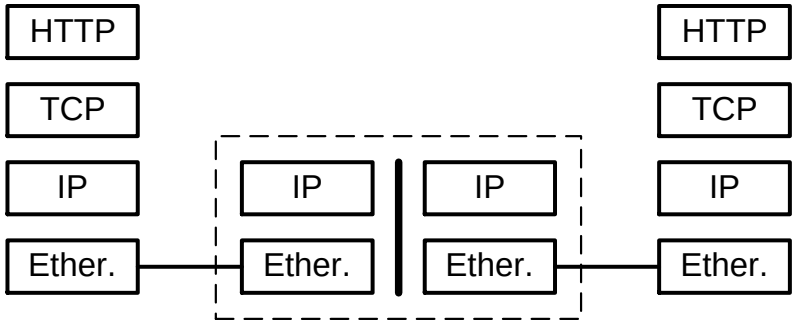
D'autres variantes doivent encore permettre d'autoriser ou de rejeter:

- Certaines adresses IP, …
- Certains utilisateurs (liste d'accès)
- Certains exécutables *(ActiveX - Java applets)*
- Certains URLs
- A des périodes de la journée, de la semaine, …

Le responsable de la sécurité du réseau privé doit donc définir des règles précises de contrôle d'accès *(… policy)*.

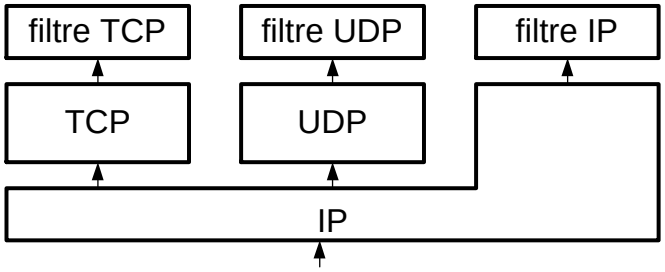
b) ***Packet filter firewall***

Un module intermédiaire *(firewall)* isole deux réseaux



Des filtres de paquets *(packet filters)* autorisent l'échange de données en agissant sur :

- Les ports TCP
- Les ports UDP
- Les adresses IP



La figure suivante illustre le trafic HTTP autorisé :

- Etablissement d'une connexion TCP - port 80 (HTTP)
- Requête HTTP

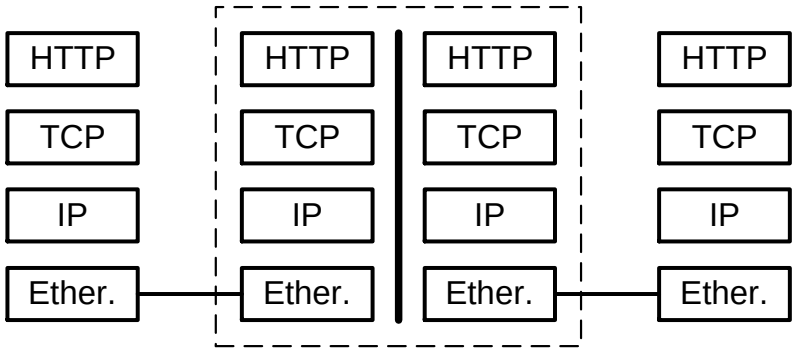
Client	*Firewall*	Server
TCP SYN	→	TCP SYN
TCP ACK,SYN	←	TCP ACK, SYN
TCP ACK	→	TCP ACK
HTTP GET	→	HTTP GET

Un *firewall* primitif ***(stateless firewall)*** va ainsi laisser passer tous les paquets ayant 80 comme numéro de port.

L'amélioration consiste à mémoriser l'état des connexions TCP.
Ce ***stateful filtering firewall*** est ainsi capable de bloquer les requêtes d'éventuels clients indésirables :

Client *web*	→	→	→	Serveur *web*
Serveur *web*		¦ ¦	←	Client *web*

c) *Gateway firewall*



Le module *firewall* isole totalement client et serveur en supprimant la notion de protocole *end to end* des couches supérieures :

TCP SYN →
TCP ACK,SYN ←
TCP ACK →

HTTP GET →

TCP SYN →
TCP ACK,SYN ←
TCP ACK →

HTTP GET

Le client de droite fait croire (mascarade) qu'il est à l'origine des requêtes HTTP alors qu'elles proviennent en fait du client de gauche.

d) Remarques

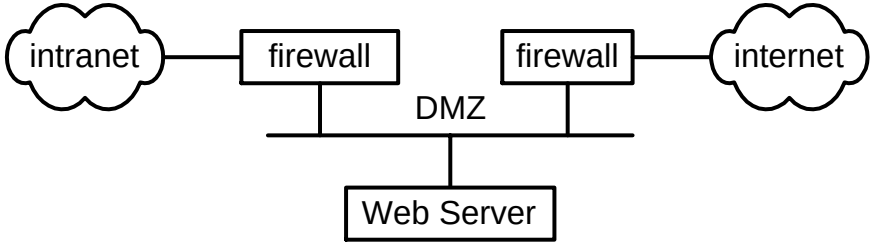
Le *packet filter firewall* est totalement **transparent** et n'exige de ce fait aucune configuration particulière du client.

A l'inverse, chaque client (navigateur dans l'exemple) doit être configuré pour fonctionner avec un *gateway firewall*,.

Certains *firewalls* offrent la fonction de ***caching proxy*** dans le but d'accroître les performances.
Le résultat des requêtes est mémorisé et le gain est appréciable lorsque les différents clients accèdent régulièrement aux mêmes pages html.

La fonction NAT *(Network Address Translation)* fait généralement partie d'un *firewall*.

Plusieurs *firewalls* assurent mieux la sécurité d'un site :



Le réseau intermédiaire est appelé *DeMilitarized Zone.*
Il comprendra par exemples les serveurs web et dns

Les sites importants peuvent comporter plusieurs DMZs.
Exemple : DMZ pour l'accès à distance *(remote access).*

15 Aspects autres que techniques

La **compétitivité** des entreprises est étroitement liée au **temps** : leur capacité à réagir dans le délai le plus court aux événements du marché, en un mot leur réactivité, est devenu un facteur clé.
Cette **réactivité** dépend essentiellement de la **rapidité** et de la **simplicité** avec lesquelles les collaborateurs de l'entreprise peuvent disposer de l'information et l'échanger entre eux, ou avec l'extérieur, donc communiquer.
Extrait d'un document d'Alcatel sur "les terminaux multimédia de communication interpersonnelle".

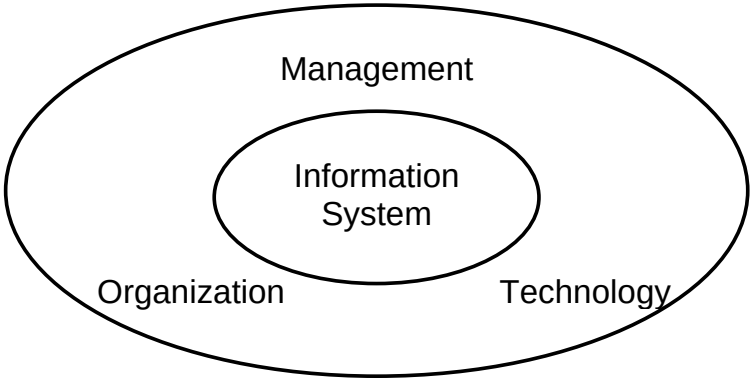
Autoroutes de l'information - technologies de l'information - civilisation de l'information : domaines où l'ingénieur peut agir !

Quelques idées :
- Télé-achat, -travail, -banking, ...
- Ceux qui possèdent l'information détiennent le pouvoir !
- Plus facile de transporter des bits que des hommes
- L'ingénieur-télécom ne peut plus ignorer les données qu'il transporte

***Chief Technology Officer* - la profession de demain !**
selon Cisco (leader mondial du routeur)
La technologie est aujourd'hui la force motrice de la stratégie d'une entreprise. Les organisations qui aujourd'hui ne tiennent pas compte de l'informatique en tant qu'élément stratégique se trouveront à l'avenir dans une position difficile.

Certains chercheurs affirment que la technologie de l'information permet une nouvelle organisation dans l'entreprise.
L'organisation horizontale prend la place de la traditionnelle organisation verticale.
Les individus sont groupés selon des processus (...)

La figure ci-dessous, tirée de *essentials of management information systems*, montre ce système d'information :



Ce système d'information, pour être utilisé efficacement, exige d'être maîtrisé sous 3 angles :

- *management* aspects stratégique et décisionnel
  fixer des objectifs - utiliser les ressources
- *organization* ressources humaines
  hiérarchie - structure
- *technology* ... ce cours + ...