

Applications des réseaux informatiques et de l'Internet

Olivier GLÜCK
 Université LYON 1/UFR d'Informatique
 Olivier.Gluck@ens-lyon.fr
<http://www710.univ-lyon1.fr/~ogluck>



Copyright

- Copyright © 2007 Olivier Glück; all rights reserved
- Ce support de cours est soumis aux droits d'auteur et n'est donc pas dans le domaine public. Sa reproduction est cependant autorisée à condition de respecter les conditions suivantes :
 - Si ce document est reproduit pour les besoins personnels du reproducteur, toute forme de reproduction (totale ou partielle) est autorisée à la condition de citer l'auteur.
 - Si ce document est reproduit dans le but d'être distribué à des tierces personnes, il devra être reproduit dans son intégralité sans aucune modification. Cette notice de copyright devra donc être présente. De plus, il ne devra pas être vendu.
 - Cependant, dans le seul cas d'un enseignement gratuit, une participation aux frais de reproduction pourra être demandée, mais elle ne pourra être supérieure au prix du papier et de l'encre composant le document.
 - Toute reproduction sortant du cadre précisé ci-dessus est interdite sans accord préalable écrit de l'auteur.

Des applications réseaux...

- Connexions à distance (telnet/rlogin/rsh/ssh/X11)
- Applications de transfert de fichiers (FTP/TFTP)
- Accès aux fichiers distants (NFS/SMB)
- Gestion d'utilisateurs distants (NIS)
- DNS : un annuaire distribué
- LDAP : un annuaire fédérateur sécurisé
- La messagerie électronique (SMTP/POP/IMAP)
- HTTP : le protocole du Web

Quel service de transport ?

- Faut-il choisir le train ou l'avion pour faire Paris/Nice ?
 - tout dépend des critères du voyageur (rapidité, confort, sécurité, prix, arrivée en centre ville...)
- 3 types de besoins au niveau des applications :
 - fiabilité du transfert (S'autorise t-on à perdre quelques données ? Dans quelle proportion ?)
 - bande passante (Quelle est la taille minimale du tuyau de communication ?)
 - délai : latence et gigue (variation du délai)

Principales applications Internet

Application	Protocole applicatif	Protocole de transport
e-mail	SMTP [RFC 821,2821]	TCP
Accès distant	telnet [RFC 854]	TCP
Web	HTTP [RFC 2068,2616]	TCP
Transfert de fichiers	FTP [RFC 959]	TCP
Streaming multimedia	propriétaire	TCP ou UDP
Serveur Fichiers	NFS	TCP ou UDP
Voix sur IP	propriétaire	En général UDP

Applications de connexion à distance

Principes
 telnet, rlogin, rsh, ssh, X11



Connexions à distance

- Application permettant à un utilisateur de se connecter (prendre partiellement le contrôle)
 - sur un ordinateur distant (à partir d'un terminal local)
 - pourvu que cet utilisateur dispose d'un accès autorisé à cette machine
 - exécution de commandes saisies localement au clavier sur une machine distante
 - les environnements local et distant peuvent être hétérogènes (windows-->unix, ...)

Émulation de terminaux :

Client: Présentation
Server = machine distante: Logique, Données
telnetd

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 18

Connexions à distance

- Plusieurs protocoles
 - telnet : le standard (existe sur de nombreuses plate-formes)
 - rlogin : uniquement entre machines unix
 - ssh : sécurisé (authentification + cryptage), peut transporter le DISPLAY
- Besoin de l'application : inter-activité
 - tout ce qui est tapé au clavier sur le client est envoyé sur la connexion au serveur
 - tout ce qui est envoyé par le serveur vers le client, sur la connexion, est affiché dans le terminal

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 19

Connexions locales

- Fonctionnement d'une connexion locale

stdin ls stdout
Shell
OS: /dev/tty
Driver de terminal
matériel
Interface utilisateur (clavier/écran)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 20

Connexions distantes

- Fonctionnement d'une connexion distante

Machine cliente: Client telnet
Machine distante: Serveur telnet, Shell
OS: /dev/tty
Driver de terminal, TCP/IP
matériel
Interface utilisateur (clavier/écran)
Internet
pseudo-tty
donne l'illusion au Shell local que les caractères proviennent du clavier...

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 21

Telnet : protocole et application

TELEcommunication NETwork protocol

- un des premiers standard de l'Internet : RFC 854,855 (1983)
- connexion TCP sur le port 23 côté serveur
- authentification sur le shell distant (mot de passe en clair)
- quand un caractère est tapé au clavier, il est envoyé au serveur qui renvoie un "écho" du caractère ce qui provoque son affichage dans le terminal local
- prise en compte de l'hétérogénéité
 - mécanisme de négociation d'options à la connexion (codage des caractères ASCII sur 7 ou 8 bits ?)
 - exemple : telnet d'une machine Windows vers une machine Unix --> tous les caractères ASCII n'ont pas la même signification

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 22

Exécution de Telnet

- Les différentes exécutions possibles (côté client)
 - sans argument (paramétrer sa connexion distante)
telnet
 - par le nom de la machine distante (DNS+port 23)
telnet nom_du_serveur
 - par l'adresse IP de la machine distante (port 23)
telnet adr_IP_du_serveur
 - accès à un autre service (connexion sur un autre port)
telnet adr_IP_du_serveur numéro_port

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 23

RLOGIN : principe

- Remote LOGIN (service `login` dans `inetd.conf`)
- Application standard d'unix BSD (RFC 1282) (dec 1991)
- Connexion TCP sur le port 513 côté serveur
- Plus simple que `telnet` (que sous Unix)
- Idée : lors de la connexion, les paramètres du terminal local sont envoyés au site distant (pas de négociation)
- Intérêts de `rlogin` par rapport à `telnet`
 - permet à l'administrateur de définir un ensemble de machines "équivalentes" sur lesquelles les noms d'utilisateurs et les droits d'accès sont partagés
 - exemple : un utilisateur a un login X sur m1 et Y sur m2
 - permet des accès automatiques sans saisir de mot de passe
 - permet d'exporter sur la machine distante une partie de l'environnement local (type du terminal `$TERM`, taille de la fenêtre) : un terminal distant a alors un comportement similaire à un terminal local (couleurs...)

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

32

RSH : principe

Remote Shell

- Connexion TCP port 514 - le pendant de `rlogin`
- Exécution de commandes sur une machine distante de façon transparente

```
rsh host cmd
```

 - authentification automatique comme avec `rlogin`
 - tout se passe comme si l'exécution était locale
 - l'entrée standard et la sortie standard de `cmd` sont directement connectées à la socket cliente
 - avantage : peut être utilisé directement dans un programme (pas de saisie de mot de passe)
 - quand `cmd` se termine sur le site distant, le processus `rsh client` se termine
 - une séquence `Ctrl-c` termine le processus distant `cmd`

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

35

SSH : un shell distant sécurisé

Secure Shell

- Les communications sont cryptées
- Authentification à base de clés
- Un des seuls protocoles de connexion à distance qui passe les pare-feux de nos jours
- Permet de transporter des fenêtres graphiques via le tunnel SSH (multiplexage de plusieurs flux dans la connexion)
- Connexion TCP sur le port 22 côté serveur
- Pas encore de RFC (ietf-internet-draft)

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

39

SSH : syntaxes

- Connexions à distance (style `rlogin`)

```
ssh -l user hostname
```

```
ssh user@hostname
```
- Exécution de commande à distance (style `rsh`)

```
ssh -l user hostname cmd
```

```
ssh user@hostname cmd
```
- Copie de fichiers à distance (style `rcp`)

```
scp file1 file2 user@hostname:
```

```
scp -r dir user@hostname:/tmp
```
- `ssh` et `scp` remplacent `rlogin`, `rsh`, `rcp`, ...

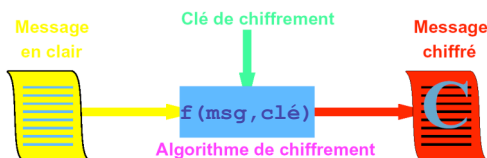
Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

40

SSH : chiffrement

- Principe du chiffrement



- La qualité de la sécurité dépend
 - du secret de la clé
 - de la longueur de la clé (plus il y a de bits, plus il est difficile d'essayer toutes les clés)
 - de la difficulté d'inversion de l'algorithme de chiffrement

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

42

X : multi-fenêtrage réparti

- Système de multi-fenêtrage sous Unix
 - appelé X ou X Window System ou X11
 - ensemble de programmes réalisant l'interface Homme/Machine basé sur l'utilisation des périphériques (clavier, souris, écran, ...)
- X est constitué de plusieurs entités
 - un serveur X : gère le matériel (clavier, écran, ...) et leur utilisation par les applications graphiques ; accessible sur le port TCP $6000+n$ où n est le numéro de DISPLAY
 - des clients X : applications graphiques qui nécessitent un serveur X (`xemacs`, `xterm`, `xcalc`, `xv`, ...)
 - le protocole X : fait communiquer les clients et le serveur

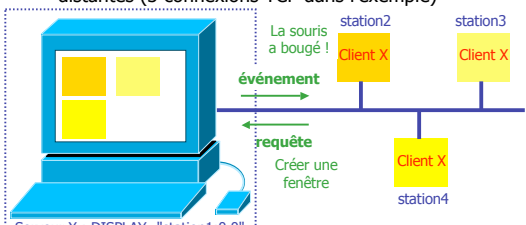
Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

50

X : multi-fenêtrage réparti

- Système réparti : permet de travailler sur plusieurs machines simultanément
 - les clients X peuvent s'exécuter sur des machines distantes (3 connexions TCP dans l'exemple)



Serveur X : DISPLAY="station1:0.0"

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 51

X : multi-fenêtrage réparti

- Chaque client X peut définir ses caractéristiques
 - spécifications standards
 - fontes, géométrie de la fenêtre, background, foreground, borderwidth, couleurs...
 - spécifications particulières à l'application
 - affichage ou non d'un ascenseur...
- Gestion de fenêtres : *Window Manager*
 - un client X particulier qui gère
 - déplacement/redimensionnement de fenêtre
 - créer/détruire/iconifier des fenêtres
 - lancer ou terminer des applications X

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 53

X : multi-fenêtrage réparti

- Le protocole X permet au serveur X de contrôler l'autorisation des accès
 - Quels clients X peuvent se connecter au serveur X ?
 - La commande `xhost`

```

ogluck@lima:~$ xhost
access control enabled,only authorized clients can connect
ogluck@lima:~$ echo $DISPLAY
140.77.13.102:0.0
ogluck@lima:~$ xhost + ble
ble being added to access control list
ogluck@lima:~$ rlogin ble
ogluck@ble:~$ export DISPLAY=140.77.13.102:0.0
ogluck@ble:~$ xterm &
ogluck@ble:~$ exit
Connection to ble closed.
ogluck@lima:~$ xhost - ble
ble being removed from access control list
  
```

Qui est le serveur X ?

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 51

Applications de transfert de fichiers

Protocoles de transfert de fichiers

- FTP : File Transfer Protocol
- TFTP : Trivial File Transfer Protocol



Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 53

Protocoles de transfert de fichiers

- Copie intégrale d'un fichier d'un système de fichiers vers un autre en environnement hétérogène
- L'hétérogénéité concernant les fichiers est dépendante d'un système à l'autre
 - de la façon de représenter les noms de fichier (longueur, caractère espace,...)
 - des droits d'accès au fichier (lecture, écriture, exécution, propriétaire, ...)
 - de la représentation des données contenues dans le fichier (saut de ligne...)
 - --> mode `ascii` : transfert au format NVT avec conversion au format local (TYPE A)
 - --> mode `binary` : transfert sans conversion (TYPE I)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 60

Protocoles de transfert de fichiers

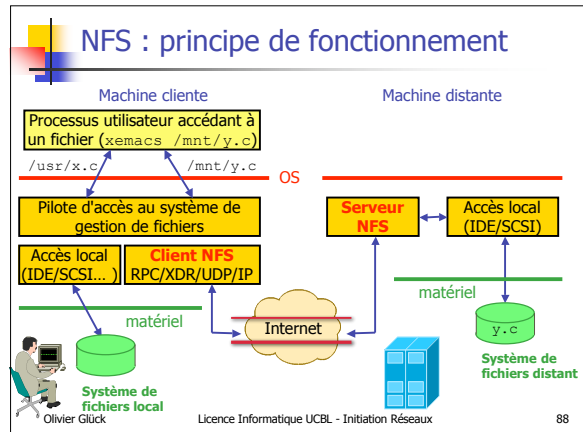
- Plusieurs protocoles
 - copie de fichiers à distance : `r`*cp*, `s`*cp*
 - protocole de transfert de fichiers avec accès aux systèmes de fichiers local et distant : `f`*tp*, `t`*tftp*, `s`*ftp*
- Type client/serveur
 - le client (initiateur de la connexion) interagit avec l'utilisateur, le système de fichier local et les protocoles réseau
 - le serveur (héberge les fichiers distants) interagit avec les protocoles réseau et le système de fichier distant
- Ne pas confondre avec les protocoles d'accès aux fichiers distants : NFS (RPC), SMB (Microsoft)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 61

Accès aux fichiers distants

- Différences avec le transfert de fichiers
 - l'accès aux fichiers distants est complètement transparent pour l'utilisateur
 - tout se passe comme si le système de fichiers distant était local
 - l'utilisateur peut éditer le fichier, le modifier, ... ; les modifications seront répercutées sur le système de fichiers distant
- Les deux principaux protocoles
 - NFS : *Network File System* (Unix/Sun-RPC)
 - SMB : *Server Message Block* (issu du monde Microsoft)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 86



Les éléments d'accès aux fichiers

Processus utilisateur : lecture/écriture dans un fichier

Virtual File System (VFS)
Ext2 VFAT **NFS**

Block Device Layer
IDE SCSI ...

Disques

- Manipule des chemins, descripteurs, déplacements
- Manipule des Files, Dentries, Inodes, déplacements
- Masque les différences à l'application (API uniforme, ...)
- Manipule des blocks
- Matériel-dépendant

Le choix entre Ext2, VFAT, NFS, ... se fait lors de l'ouverture du fichier

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 89

NFS : en pratique...

```

root@192.168.69.1# tail -1 /etc/fstab
192.168.69.2:/home /nfshome nfs defaults,noauto 0 0
root@192.168.69.1# mkdir /nfshome
root@192.168.69.1# mount /nfshome
root@192.168.69.1# ls -l /nfshome
drwxr-xr-x  2 1003  5000   1024 fév 16 13:32 olivier
root@192.168.69.1# df
Filesystem            1k-blocks    Used   Available   Use% Mounted on
/dev/hda2              3898108    2766592  930304      75% /
192.168.69.2:/home    16128636   1493328 13815996    10% /nfshome
  
```

Client NFS

Server NFS

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 90

SMB : Server Message Block

Protocole de Microsoft et Intel permettant le partage de ressources (disques, imprimantes...) à travers un réseau (1987)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 98

SMB : Server Message Block

samba opening windows to a wider world

- Samba : implémentation de SMB sous Unix qui permet un partage de ressources entre les mondes Unix et Windows ; Samba permet de
 - partager un disque Unix pour des machines Windows
 - accéder à un disque Windows depuis une machine Unix
 - partager une imprimante Unix pour des machines Windows
 - utiliser une imprimante Windows à partir d'un hôte Unix
- Le serveur Samba sur la machine Unix émule un domaine SMB

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 102

Gestion d'utilisateurs distants



NIS : un annuaire répliqué

- NIS : *Network Information System*
 - introduit par SUN en 1985 (*Yellow Pages* (YP) à l'origine)
 - n'est pas un standard de l'Internet mais est largement utilisé
 - une base de données distribuée qui permet le partage d'informations système (*/etc/passwd*, */etc/hosts*, ...)
- Objectif : réduire le temps d'administration d'un parc de machines
 - simplifier la gestion des comptes, des mots de passe et les travaux d'administration dans le monde Unix
 - typiquement, il suffit de créer un nouvel utilisateur sur le serveur NIS pour que chaque machine client NIS ait accès aux informations de *login* de cet utilisateur

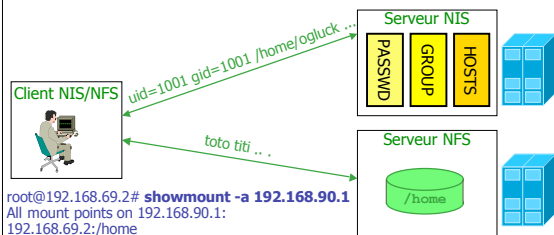
Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

105

NIS : un exemple courant

```
ogluck@192.168.90.2# grep ogluck /etc/passwd
ogluck:x:1001:1001:,,,:/home/ogluck:/bin/bash
```



```
root@192.168.69.2# showmount -a 192.168.90.1
All mount points on 192.168.90.1:
192.168.69.2:/home
root@192.168.69.2# su - ogluck
ogluck@192.168.69.2# ls
toto titi ..
```

```
ogluck@192.168.90.1# cd /home/ogluck
ogluck@192.168.90.1# ls
toto titi ..
```

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

106

DNS : un annuaire distribué des adresses de l'Internet

Le système DNS
Une base de données distribuée
Notions de zones et domaines
Les différents types de serveurs
Résolutions récursives et itératives
Cache DNS, Format des messages DNS
Commandes et fichiers liés au DNS



DNS : Domain Name System

- Gens : plusieurs identifiants
 - numéro sécu, nom, #Passeport
- Hôtes, routeurs :
 - adresse IP (32 bits)
 - "nom" :
 - *www.google.com*
 - *www.education.gouv.fr*
- Problème résolu par le DNS : Comment relier les adresses IP utilisées pour acheminer les paquets aux noms utilisés par les utilisateurs ou les applications ?

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

118

DNS : Domain Name System

- C'est une base de données **distribuée**
 - implémentée dans une hiérarchie de serveurs de noms
- C'est un protocole applicatif
 - les hôtes, routeurs, serveurs de noms communiquent pour effectuer la traduction
 - DNS est utilisé par d'autres protocoles applicatifs mais n'est pas utilisé directement par l'application comme SMTP...
 - modèle Client/Serveur : un émetteur interroge un serveur de noms (serveur DNS)
 - port 53/UDP (ou 53/TCP pour les mises à jour)
 - RFC 1034, 1035, 2181, ...

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

119

Les services fournis par le DNS

- Le service principal : la traduction d'adresses
- Autres services :
 - permettre le "*Host aliasing*" : donner un pseudonyme à une machine qui a un nom peu parlant
 - permettre le "*Mail server aliasing*" : un serveur Web et un serveur Mail peuvent avoir le même pseudonyme même s'ils n'ont pas la même adresse IP (2 machines ≠)
 - permettre la répartition de la charge : un nom de serveur Web ou Mail peut correspondre à plusieurs adresses IP (serveurs Web ou Mail répliqués) avec un système de rotation dans les réponses du serveur DNS
- Pour l'utilisateur, le DNS n'est qu'une boîte noire mais en réalité très compliquée
 - une requête DNS peut impliquer plusieurs serveurs de noms répartis dans le monde entier

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 120

Un système centralisé ?

- Pourquoi pas de DNS centralisé ? Un seul serveur contiendrait toutes les correspondances requises par les applications de l'Internet
 - dimension de l'Internet : trop de correspondances à gérer, nombre de requêtes au serveur trop important
 - tolérance aux pannes : si le serveur DNS tombe, tout l'Internet aussi !
 - volume de trafic impossible à supporter par un seul serveur
 - délais de réponse : il faut faire en sorte que la réponse soit la plus proche possible du demandeur
 - problème lié à la maintenance et aux mises à jour perpétuelles de la base

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 121

Un système distribué

- Aucun serveur ne connaît toutes les correspondances nom <--> adresse IP
 - si un serveur ne connaît pas une correspondance, il interroge un autre serveur jusqu'à atteindre le serveur détenant l'information désirée
- Trois types de serveur DNS
 - les serveurs de noms locaux (à qui s'adressent les requêtes locales ; en charge de la résolution)
 - les serveurs de noms racine (sont censés savoir comment s'approcher de la réponse)
 - les serveurs de noms de source autorisée (contiennent les correspondances "officielles")

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 122

Un système distribué

Le système DNS

client ssh : `ssh ssh.ens-lyon.fr`
 Question : "Quelle est l'adresse de ssh.ens-lyon.fr ?"
 Réponse : "Réponse 140.77.167.6"

Hôte `image.univ-lyon1.fr`

connexion ssh vers 140.77.167.6

Hôte `ssh.ens-lyon.fr`

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 123

La notion de domaine DNS

Un domaine est un sous-arbre entier de l'espace de nommage

Label d'un noeud : 63 caractères max.
 Nom de domaine ou hôte : 255 caractères max.

- Domaine complet
- Domaine fr
- Domaine ens-lyon.fr

Deux noeuds peuvent avoir le même nom dans des domaines différents :
`ssh.ens-lyon.fr` et `ssh.univ-lyon1.fr`

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 124

La mise en mémoire cache DNS

- Idée générale des caches : réduire le temps de réponse
 - ici, le temps de réponse d'une résolution de nom, en diminuant le nombre de messages DNS en transit nécessaires !
 - le serveur de noms (quelconque) stocke dans son cache les informations récentes (en particulier les enregistrements de type NS)
 - comme la mémoire n'est pas infinie et que les données du cache peuvent ne plus être valables au bout d'un certain temps, les données expirent du cache après un certain temps TTL (environ 2 jours)
 - un serveur qui mémorise dans son cache un enregistrement DNS n'a pas autorité dessus --> spécifie "*no authoritative*" dans la réponse

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 135

La commande host

```
xterm
ogluck@lima:~$ host
Usage: host [-a<dir>[w]] [-c class] [-n] [-N ndots] [-t type] [-W time]
          [-R number] hostname [server]
-a is equivalent to -v -t *
-c specifies query class for non-IN data
-C compares SRV records on authoritative nameservers
-d is equivalent to -v
-l lists all hosts in a domain, using AWRFR
-n Use the nibble form of IPv6 reverse lookup
-N changes the number of dots allowed before root lookup is done
-r disables recursive processing
-R specifies number of retries for UDP packets
-t specifies the query type
-T enables TCP/IP mode
-v enables verbose output
-w specifies to wait forever for a reply
-W specifies how long to wait for a reply
ogluck@lima:~$
```

```
ogluck@lima:~$ host ssh.ens-lyon.fr
ssh.ens-lyon.fr is an alias for fulmar.ens-lyon.fr.
fulmar.ens-lyon.fr has address 140.77.167.6
```

La commande host

```
xterm
ogluck@lima:~$ host -l ens-lyon.fr | grep pluvier
ens-lyon.fr mail is handled by 20 pluvier.ens-lyon.fr.
relaisantp.ens-lyon.fr is an alias for pluvier.ens-lyon.fr.
listes.ens-lyon.fr mail is handled by 20 pluvier.ens-lyon.fr.
pluvier.ens-lyon.fr has address 140.77.167.5
psmn.ens-lyon.fr mail is handled by 20 pluvier.ens-lyon.fr.
ump.ens-lyon.fr mail is handled by 20 pluvier.ens-lyon.fr.
ogluck@lima:~$ host -a -l ens-lyon.fr | grep pluvier
ens-lyon.fr. 7200 IN MX 20 pluvier.ens-lyon.fr.
relaisantp.ens-lyon.fr. 7200 IN CNAME pluvier.ens-lyon.fr.
listes.ens-lyon.fr. 7200 IN MX 20 pluvier.ens-lyon.fr.
pluvier.ens-lyon.fr. 7200 IN A 140.77.167.5
psmn.ens-lyon.fr. 7200 IN MX 20 pluvier.ens-lyon.fr.
ump.ens-lyon.fr. 7200 IN MX 20 pluvier.ens-lyon.fr.
ogluck@lima:~$
```

- Pour connaître les serveurs de source autorisée d'une zone :
host -a nom_zone OU host -t ns nom_zone

Le fichier /etc/nsswitch.conf

Permet de spécifier l'ordre des méthodes de résolutions (ligne hosts pour la résolution de noms)
man nsswitch.conf

```
lima /export/home/ogluck
lima~/export/home/ogluck# cat /etc/nsswitch.conf
# /etc/nsswitch.conf
#
# Example configuration of GNU Name Service Switch functionality.
# Information about this file is available in the 'libc-etc' package.

passwd:      files
group:       files
shadow:      files
hosts:       files nis dns
networks:    files

protocols:   db files
services:    db files
ethers:      db files
rpc:         db files
netgroup:    db files nis
lima~/export/home/ogluck#
```

Ici /etc/hosts, map
hosts.by... via les NIS, DNS

Pour chaque source, on peut préciser l'action à entreprendre selon le statut retourné ; par défaut :
[SUCCESS=return NOTFOUND=continue UNAVAIL=continue TRYAGAIN=forever]

Configuration d'un poste de travail

LDAP : un annuaire fédérateur sécurisé

Problématique résolue par LDAP

- Permettre la fusion de multiples BD dans un unique annuaire informatique
 - base Microsoft Excel du personnel administratif
 - base Microsoft Access du personnel enseignant
 - base Microsoft Excel des numéros de téléphone
 - base /etc/passwd des comptes Unix des utilisateurs
 - base /etc/aliases (ou Sympa) de listes de Mail
 - base Samba des utilisateurs Windows
 - autres bases MySQL, Oracle, maps NIS,...
- Comment envoyer un mail à l'ensemble du personnel administratif sachant que l'administrateur système recevra uniquement une liste de (Nom, Prénom) ?



Le concept d'annuaire

- **Annuaire informatique**
 - service permettant d'accéder à des informations relatives à des personnes, des machines (ou autres ressources) de manière organisée
 - objectif : maintenir de façon cohérente et contrôlée une grande quantité de données
- **Système de gestion de base de données (SGBD)**
 - le schéma des données stockées est défini pour résoudre un certain problème ; il est connu des applis
 - les objets sont généralement complexes, stockés dans différentes tables ayant des relations entre elles
 - un langage spécifique permet la lecture et mise à jour des tables (requêtes SQL, ...)

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

167

Le concept d'annuaire

- **Différences annuaire/SGBD - dans un annuaire :**
 - pas de liens de dépendances entre les objets stockés
 - les objets peuvent être distribués sur plusieurs annuaires pour assurer une meilleure disponibilité
 - le schéma de stockage des données est standardisé pour assurer un partage des données
 - les applications de l'annuaire n'ont pas besoin de connaître la structure interne des données stockées
 - un annuaire est principalement consulté en lecture et optimisé pour cela

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

168

L'annuaire LDAP

- **Objectifs**
 - fournir aux utilisateurs des informations fiables, facilement accessibles
 - permettre aux utilisateurs de mettre à jour eux-mêmes leurs informations personnelles
 - rendre les informations accessibles de façon contrôlée
 - faciliter le nomadisme des utilisateurs
 - éviter la redondance d'informations : un seul annuaire pour l'ensemble des services
 - faciliter la gestion (administration) des postes de travail, des équipements réseau

sans remettre en cause les applications existantes !

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

170

L'annuaire LDAP

- **Un modèle d'information** : type des informations contenues dans l'annuaire
- **Un protocole d'accès** : comment accéder aux informations contenues dans l'annuaire
- **Un modèle de nommage** : comment l'information est organisée et référencée
- **Un modèle fonctionnel** : une syntaxe des requêtes permettant l'interrogation de la base et la mise à jour des informations
- **Un modèle de duplication** : comment la base est répartie sur différents serveurs (tolérance aux pannes, répartition de la charge du serveur, ...)
- **Un modèle de sécurité** : comment contrôler l'accès aux données ainsi que leur transfert

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

171

Le protocole LDAP

- **Il définit**
 - les échanges de la connexion Client/Serveur
 - commandes de connexion au service : `bind`, `unbind`, `abandon` (le client abandonne la requête en cours)
 - commandes de mises à jour des entrées de l'annuaire : `add`, `delete`, `modify`, `rename`
 - commandes d'interrogation : recherche (`search`) et comparaison (`compare`) d'entrées
 - le format de transport des données
 - pas de l'ASCII comme SMTP, HTTP, ...
 - encodage LBER : *Lightweight Basic Encoding Rules*

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

172

Le protocole LDAP

- **Il définit**
 - les échanges de la connexion Serveur/Serveur
 - la réplication (*replication service*), en cours de normalisation (*LDUP : LDAP Duplication Protocol*)
 - créer des liens entre différents annuaires (*referral service*) - défini dans LDAPv3
 - les mécanismes de sécurité
 - méthodes d'authentification pour se connecter à l'annuaire (qui peut se connecter à l'annuaire et comment)
 - mécanismes de règles d'accès aux données (une fois connecté, à quoi peut-on accéder et avec quels droits)
 - mécanismes de chiffrement des transactions

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

173

Liens avec les applications

samba opening windows to a wider world

Recompiler Samba avec `--with-ldapsam`
 Récupérer `samba.schema`
 Modifier `smb.conf` pour paramétrer l'accès au serveur LDAP

libpam-ldap → OpenLDAP → SYMPA (Gestion dynamique de mailing-listes)

libnss-ldap → OpenLDAP

Modifier `/etc/pam.d/login`
 Paramétrage des connexions LDAP :
`/etc/libnss-ldap.conf` et
`/etc/pam_ldap.conf`
 Modifier `/etc/nsswitch.conf`

Module `auth_ldap` intégré à Apache
 Permet l'authentification des accès via LDAP
 Voir <http://www.rudedog.org/>
 The Apache Software Foundation
<http://www.apache.org/>

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 204

La messagerie électronique

Les différents composants
 Configuration d'un agent utilisateur
 Le protocole SMTP
 Codage des messages et types MIME
 Les protocoles d'accès

Courrier électronique : les composants

- 4 composants principaux :
 - des agents utilisateurs
 - des serveurs de mail
 - un protocole de transfert de mail : *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP)
 - un protocole d'accès à la boîte aux lettres (POP, IMAP, ...)
- Les agents utilisateurs :
 - composition, édition, lecture du courrier électronique
 - ex : Eudora, Outlook, elm, pine, Netscape Messenger
 - un agent utilisateur dialogue avec un serveur pour émettre/recevoir des messages

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 212

Courrier électronique : les composants

- Les messages entrants et sortants sont stockés sur le serveur
- La boîte aux lettres de chaque utilisateur contient les messages entrants (à lire)
- File d'attente de messages mail sortants (à envoyer)
- Protocole SMTP entre les serveurs de mail pour l'envoi des messages
 - modèle C/S : Client (serveur de mail émetteur) - Serveur (serveur de mail récepteur)
 - le client se connecte sur le port 25/TCP du serveur pour transférer son message

UCBL - Initiation Réseaux 213

Courrier électronique : les composants

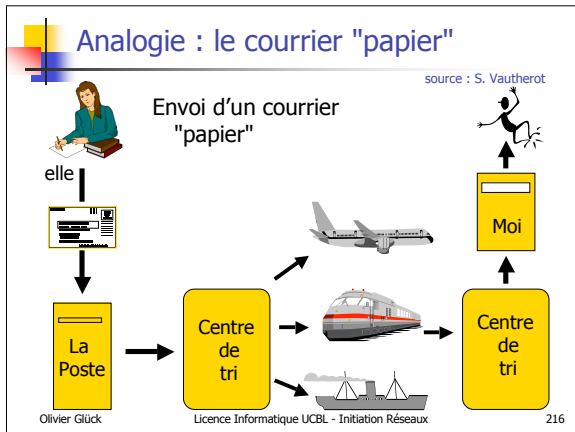
- Les protocoles d'accès : consultation de sa boîte aux lettres (après authentification)
 - POP3 : *Post Office Protocol v3* [RFC 1939]
 - autorisation (agent <--> server) et téléchargement
 - IMAP4 : *Internet Message Access Protocol v4* [RFC 3501]
 - plus de caractéristiques, plus complexe, plus récent
 - manipulation de messages stockés sur le serveur
 - HTTP (*Webmail*) : Hotmail, Yahoo! Mail, ...

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 214

Courrier électronique : les composants

- Dans les débuts du courrier électronique
 - il n'y avait pas de protocole d'accès
 - SMTP était juste prévu pour échanger du courrier entre le serveur de l'émetteur (client) et le serveur du récepteur (serveur) --> étapes 3-4-5 uniquement
- Pourquoi un protocole d'accès et une évolution de SMTP permettant au serveur sortant d'être à la fois client et serveur SMTP ?
- Pourquoi une file des messages sortants ?
- Pourquoi ne pas mettre le serveur SMTP directement sur le poste utilisateur ?

UCBL - Initiation Réseaux 215



Configuration d'un agent utilisateur

L'identité permet de renseigner une partie de l'en-tête des messages envoyés

Oliver Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 217

Configuration d'un agent utilisateur

Paramétrage du serveur sortant

Oliver Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 218

Configuration d'un agent utilisateur

POP : les messages sont rapatriés dans le répertoire local

Oliver Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 219

Configuration d'un agent utilisateur

IMAP : les messages restent sur le serveur sauf s'ils sont supprimés, déplacés, ...

Oliver Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 220

Exemple d'en-tête

Oliver Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 232

Exemple de contenu d'une bal

```

Olivier.Gluck@numericable.fr Mon Mar 22 20:04:51 2004
Return-Path: <Olivier.Gluck@numericable.fr>
Received: from isis.lip6.fr ([192.227.60.21])
  by osh.lip6.fr (8.11.6p2/8.11.5) with SMTP id i2HJ4pM14034
  for <Olivier.Gluck@numericable.fr>; Mon, 22 Mar 2004 20:04:51 +0100 (CET)
Received: from oughtred.numericable.net [80.236.0.153]
  by isis.lip6.fr (8.12.11/jtpda-5.4+vector) with SMTP id i2HJ4pL3032651
  for <Olivier.Gluck@lip6.fr>; Mon, 22 Mar 2004 20:04:51 +0100
X-rt: isis.lip6.fr
Received: (mail 15060 invoked from network); 22 Mar 2004 19:04:45 -0000
Received: from unknown [HELO numericable.fr] ([81.229.146.254])
  (envelope-sender: <Olivier.Gluck@numericable.fr>)
  by oughtred.numericable.net (mail-ldsp-1.05) with SMTP
  for <Olivier.Gluck@lip6.fr>; 22 Mar 2004 19:04:45 -0000
Message-ID: <405F38D6.7020804@numericable.fr>
Date: Mon, 22 Mar 2004 20:04:54 +0100
From: Olivier GLUCK <Olivier.Gluck@numericable.fr>
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows; U; Windows NT 5.1; fr-FR; rv:1.0.2) Gecko/20030208 Netscape/7.0.2
X-Receipt-Language: fr-fr, fr
MIME-Version: 1.0
To: Olivier Gluck <Olivier.Gluck@lip6.fr>
Subject: Cours SMTP
Content-Type: text/plain; charset=ISO-8859-15; format=flowed
Content-Transfer-Encoding: 8bit
X-Scanned-By: isis.lip6.fr

Voilà le contenu d'une BAL contenant 1 seul message !
  
```

Une BAL n'est rien de plus qu'un fichier ! (généralement /var/mail/user_login)

L'accès à sa boîte aux lettres

- Par lecture directe du fichier (en local ou par montage NFS)

Olivier Gluck Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 234

L'accès à sa boîte aux lettres

- En utilisant un protocole spécifique (POP, IMAP) ou le protocole HTTP qui traverse généralement les pare-feus

Olivier Gluck Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 235

Le protocole POP3 [RFC 1939]

Phase d'autorisation

- Commandes client :
 - user : déclare username
 - pass : password
- Deux réponses possible du serveur :
 - +OK
 - ERR

```

S: +OK POP3 server ready
C: user alice
S: +OK
C: pass hungry
S: +OK user successfully logged on
  
```

Phase de transaction

- list : liste les numéros de messages et leur taille
- retr : rappatrie un message à partir de son numéro
- dele : efface un message
- quit

```

C: list
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: <contenu du message 1>
S: .
C: dele 1
C: retr 2
S: <contenu du message 2>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK POP3 server signing off
  
```

Olivier Gluck Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 236

Le protocole POP3 [RFC 1939]

- POP3 est extrêmement simple
 - permet uniquement de télécharger des messages depuis le serveur en laissant éventuellement une copie de ceux-ci dans la BAL de l'utilisateur
 - pas adapté aux utilisateurs nomades
 - impossible de gérer des répertoires sur le serveur
 - impossible de gérer les messages en les laissant sur le serveur

--> IMAP répond à cette problématique au prix d'un protocole beaucoup plus complexe

Olivier Gluck Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 237

Le protocole IMAP [RFC 3501]

- IMAP permet la gestion distante des messages
 - associe un message à un répertoire distant sur le serveur
 - permet à l'utilisateur de faire une recherche dans les messages sur le serveur
 - permet de ne consulter que des extraits de messages (par exemple que l'en-tête ou que la partie texte d'un message multipart...)
 - contrairement à POP3, IMAP conserve des informations d'état sur chaque utilisateur (noms des répertoires, listes des messages qu'ils contiennent...)

Plus d'infos : <http://www.imap.org/>
<http://cri.univ-lyon2.fr/doc/ImapMaisCEstTresSimple.html>

Olivier Gluck Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 238

L'accès Webmail

- Pas de protocole d'accès spécifique
 - l'utilisateur utilise un navigateur Web comme agent utilisateur pour consulter/envoyer ses courriers
- Utilise le protocole HTTP (ou HTTPS) pour communiquer avec les serveurs SMTP/IMAP
 - le serveur HTTP exécute des scripts qui utilisent
 - le protocole IMAP pour communiquer avec le serveur IMAP et ainsi manipuler les messages distants de l'utilisateur
 - le protocole SMTP pour traduire une demande d'envoi d'un message de la part de l'utilisateur
- Avantages
 - adapté aux utilisateurs itinérants
 - pas besoin d'un agent utilisateur particulier, seule une connexion Internet avec Navigateur Web est nécessaire

Plus d'infos : <http://www.cru.fr/http-mail/critere.html>

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 239

Les alias


- Adresse d'un destinataire : bal@nom_domaine
- Problème :
 - bal n'est pas forcément le login de l'utilisateur
 - nom_domaine n'est pas forcément le nom du serveur de mail contenant les BAL
 - bal peut représenter plusieurs destinataires (listes)
- Il faut faire des alias (souvent /etc/aliases)


```
Olivier.Gluck --> /var/mail/ogluck
ens-lyon.fr --> mailhost.ens-lyon.fr
```

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 240

HTTP : le protocole du Web

Intro : Web, URL et Formulaires
 Format des requêtes/réponses
 Durée de vie des connexions, Cookies
 Différentes versions de HTTP, Proxy
 Les requêtes clientes, les réponses du serveur
 Les en-têtes, les types MIME
 CGI, GET/POST, Format URL-encodé

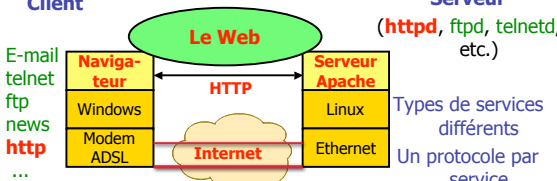


Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 244

Les services d'Internet

- Un service = une **application** qui utilise un **protocole** et un numéro de **port**
- Fonctionnement en mode **Client/Serveur** au dessus de TCP/IP

Client **Le Web** **Serveur** (httpd, ftpd, telnetd, etc.)



E-mail, telnet, ftp, news, http, ...

Types de services différents
 Un protocole par service

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 244

World Wide Web

- Architecture pour accéder à des documents liés entre eux et situés sur des machines reliées par Internet
- Architecture basée sur 3 concepts :
 - la localisation --> **URL**
 - le protocole --> **HTTP**
 - le langage --> **HTML**
- Popularité due à :
 - interfaces graphiques conviviales
 - très grande quantité d'informations
 - grande diversité des informations

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 245

Le jargon du Web

- Une page Web :
 - contient des "objets"
 - désignée par une adresse (URL)
- La plupart des pages Web contiennent :
 - du code HTML de base
 - des objets référencés
- L'URL a au moins deux composantes :
 - le nom d'hôte contenant la page Web
 - le chemin d'accès sur l'hôte

```
www.someSchool.edu/someDept/pic.gif
```
- L'Agent Utilisateur pour le Web est le **browser** :
 - MS Internet Explorer
 - Netscape Communicator
 - ...
- Le serveur Web :
 - Apache (domaine public)
 - MS Internet Information Server

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 246

Origines du Web

- Naissance au CERN : besoin d'échanges de documents, rapports, croquis, photos... entre des grosses équipes internationales pour des expériences demandant de longs investissements de mise en œuvre
 - mars 89 : Tim Berners-Lee : réseau de documents
 - septembre 90 : 1er prototype (mode texte)
 - décembre 91 : démonstration publique à la conférence Hypertext'91 de San Antonio

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

247

Envol du Web

- Février 93 : 1ère interface graphique *Mosaic* (Marc Andreessen)
- 1994 : M. Andreessen crée *Netscape Comm. Corp.* (développements logiciels pour le web)
- 1994 : création du W3C (**WWW Consortium**) par le CERN et le MIT (Tim Berners-Lee président) (développements du Web, standards...)
- 1996 : apparition des feuilles de styles (CSS)

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

248

Fonctionnement du Web

- Le client (navigateur ou *browser*) dialogue avec un serveur Web selon le protocole HTTP
- Le serveur vérifie la demande, les autorisations et transmet l'information
- Le navigateur interprète le fichier reçu et l'affiche (le navigateur, un *plug-in* ou un *helper*)
- A ce schéma de base, peuvent s'ajouter :
 - des **contrôles** par compte individuel, par domaine, par adresse IP...
 - des **exécutions** de code coté serveur et/ou coté client

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

249

Adressage des documents

- Il faut nommer, localiser et accéder à une page : --> 3 questions : Quoi ? Où ? Comment ?
- Solution :
 - URL - *Uniform Resource Locator* : Adresse universelle de ressource
 - en 3 parties : le protocole (comment), le nom DNS (où) et le nom du document (quoi)
 - URL --> URI (*Universal Resource Identifier*)
 - un sur-ensemble des URLs
 - URL classique (simplifiée) :
`http://www.monsite.fr/projet/doc.html`

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

250

Adressage des documents

- Différentes composantes d'une URL :
`proto://host_name:port/path/extra_path?arguments`
 - la racine "/" de `path` est définie par la configuration du serveur Web
(**Attention** : à ne pas confondre avec la racine du système de fichiers sur le serveur)
 - `/path` peut contenir une étiquette (point d'ancrage)
`http://www.monsite.fr/projet/doc.html#label`
 - `extra_path` (après `.cgi` par ex.) et `arguments` permettent de passer des informations à des programmes s'exécutant sur le serveur

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

251

Adressage des documents

- URL relative :
 - un lien vers "images/new.gif" dans la page
`http://www.monsite.fr/projet/doc.html`
est un lien vers
`http://www.monsite.fr/projet/images/new.gif`
 - le navigateur client reconstruit l'URL absolue pour faire la requête
 - la balise HTML `<BASE href="url">` permet de positionner la racine pour les URLs relatives du document contenant cette balise

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

252

Vision côté client

- Le Web est un ensemble de pages (documents) pouvant contenir des liens vers d'autres pages n'importe où dans le monde
- Consultation des pages via un navigateur
- L'utilisateur suit ces liens par simple click --> notion d'hypertexte (information répartie)
- Le navigateur (*browser*)
 - analyse l'URL demandée
 - demande au DNS l'adresse IP du site distant
 - établit une connexion TCP vers le numéro de port de l'URL (80 par défaut)
 - formule la requête au serveur

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

253

Vision côté client

- Le navigateur (*browser*)
 - va rechercher la page demandée
 - interprète les commandes de formatage et de mise en forme (police, gras, couleurs...)
 - va rechercher et affiche des images
 - animation (code JavaScript, gifs...)
 - affiche la page correctement formatée
- Paramétrage à plusieurs niveaux
 - valeurs par défaut du navigateur
 - valeurs fixées dans le document
 - préférences de l'utilisateur (navigateur)
 - exemples : couleur des liens (visités ou non), du texte, fond de la page, polices...

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

254

Vision côté serveur

- Le serveur est en permanence à l'écoute des requêtes formulées par les clients (qui peuvent être très nombreux !)
- Il vérifie la validité de la requête...
 - adresse correcte (URL)
 - client autorisé à accéder au document
- ... et y répond : envoi du texte, des images, du code à exécuter sur le client, d'un message d'erreur, d'une demande d'authentification, ...
- Il peut exécuter un programme localement qui va générer une réponse HTML (pages dynamiques)

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

255

Pourquoi des formulaires ?

- Apporte de l'inter-activité avec l'utilisateur en proposant des zones de dialogue : un formulaire n'est qu'une interface de saisie !
- Selon les choix de l'utilisateur, il faut y associer un traitement
 - sur le client avec JavaScript par exemple
 - sur le serveur par l'intermédiaire de CGI, PHP, ...
- Exemples typiques d'utilisation de formulaire
 - commandes, devis via Internet
 - moteurs de recherche
 - interactions avec une base de données

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

256

Principe du formulaire

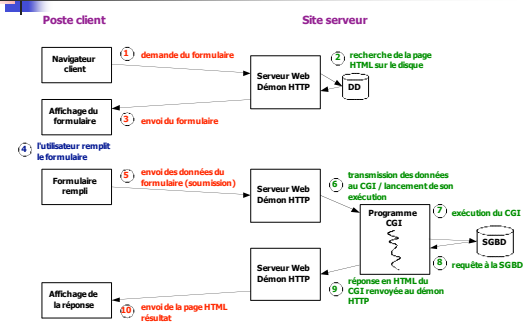
- On décrit à l'aide de balises HTML les différents champs de saisie
- Chaque zone est identifiée par un nom symbolique auquel sera associée une valeur par l'utilisateur
- Quand le formulaire est soumis, les couples (nom/valeur) de toutes les zones sont transmis dans la requête HTTP au serveur
- A chaque zone de saisie peut être associé un traitement sur le client par l'intermédiaire d'un événement JavaScript

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

257

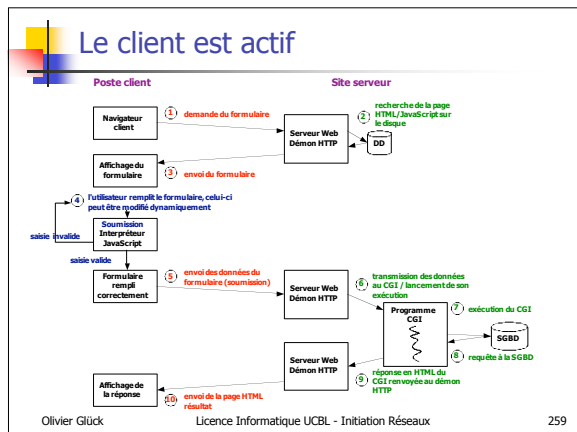
Le client est passif



Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux

258



- ## Caractéristiques de HTTP
- HTTP : Hyper Text Transfer Protocol
 - Protocole régissant le dialogue entre des clients Web et un serveur (c'est le langage du Web !)
 - Fonctionnement en mode Client/Serveur
 - Une transaction HTTP contient
 - le type de la requête ou de la réponse (commande HTTP)
 - un en-tête
 - une ligne vide
 - un contenu (parfois vide)
 - Très peu de type de requêtes/réponses
 - Port standard : 80
- Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 260

- ## Une transaction typique (1)
- 1 - le client contacte le serveur pour demander le document index.html
`GET /~ogluck/index2.html HTTP/1.1`
 - 2 - le client envoie des informations d'en-tête pour informer le serveur de sa configuration et des documents qu'il accepte
`User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible;MSIE 6.0;Windows NT 5.1)`
`Host: www710.univ-lyon1.fr`
`Accept: image/gif, image/jpeg, */*`
 - 3 - le client envoie une ligne vide (fin de l'en-tête) et un contenu vide dans cet exemple
- Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 261

- ## Une transaction typique (2)
- 4 - le serveur répond en commençant par indiquer par un code, l'état de la requête
`HTTP/1.1 200 OK`
 - 5 - le serveur envoie un en-tête qui donne des informations sur lui-même et le document demandé
`Date: Sun, 23 May 2004 17:46:01 GMT`
`Server: Apache/1.3.28 (Debian GNU/Linux) PHP/3.0.18`
`Last-Modified: Sun, 23 May 2004 17:42:12 GMT`
`Content-Length: 90`
`Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1`
 - 6 - puis une ligne vide (fin de l'en-tête) et le contenu du document si la requête a réussi
- Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 262

Une transaction typique (3)

```

xterm
ogluck@l1ma:~$ telnet localhost 80
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
GET /~ogluck/index2.html HTTP/1.1
Host: localhost
Accept: */*

HTTP/1.1 200 OK
Date: Sun, 23 May 2004 17:46:01 GMT
Server: Apache/1.3.28 (Debian GNU/Linux) PHP/3.0.18
Last-Modified: Sun, 23 May 2004 17:42:12 GMT
ETag: "a805a-5a-40b0e274"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 90
Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1

<html><head><title>
index2.html
</title></head><body>
<h1>Bienvenue !</h1>
</body></html>
Connection closed by foreign host.
ogluck@l1ma:~$
  
```

Olivier Glück 263

- ## Format des requêtes/réponses
- Format des requêtes
 - type de la requête (METHOD, URL, version HTTP)
 - en-tête
 - une ligne vide
 - un contenu éventuel
 - Format des réponses
 - un code de réponse (version HTTP, code, description)
 - en-tête
 - une ligne vide
 - le contenu de la réponse
- Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Initiation Réseaux 264

