



3.A : Internet et l'architecture TCP/IP

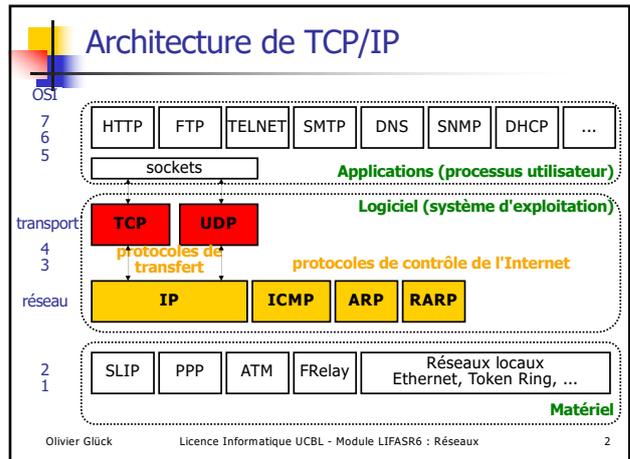
Olivier GLÜCK

Université LYON 1 / Département Informatique

Olivier.Gluck@univ-lyon1.fr

<http://perso.univ-lyon1.fr/olivier.gluck>

1



2

Protocoles et applications (1)

- Niveau applicatif
 - HTTP - HyperText Transport Protocol
 - protocole du web
 - échange de requête/réponse entre un client et un serveur web
 - FTP - File Transfer Protocol
 - protocole de manipulation de fichiers distants
 - transfert, suppression, création, ...
 - TELNET - TELEtypewriter Network Protocol
 - système de terminal virtuel
 - permet l'ouverture d'une session distante

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

3

3

Protocoles et applications (2)

- Niveau applicatif
 - SMTP - Simple Mail Transfer Protocol
 - service d'envoi de courrier électronique
 - réception (POP, IMAP, IMAPS, ...)
 - DNS - Domain Name System
 - assure la correspondance entre un nom symbolique et une adresse Internet (adresse IP)
 - bases de données réparties sur le globe
 - SNMP - Simple Network Management Protocol
 - protocole d'administration de réseau (interrogation, configuration des équipements, ...)
 - Les sockets - interface de programmation permettant l'échange de données (via TCP ou UDP)

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

4

4

Protocoles et applications (3)

- Protocoles de transfert de données
 - TCP/IP : transfert fiable de données en mode connecté
 - UDP/IP : transfert non garanti de données en mode non connecté
- Protocoles de contrôle de l'Internet
 - ICMP - Internet Control and error Message Protocol
 - assure un dialogue IP<-->IP (entre routeurs par ex.) pour signaler les congestions, synchroniser les horloges, estimer les temps de transit, ...
 - utilisé par l'utilitaire *ping* permettant de tester la présence d'une station sur le réseau

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

5

5

Protocoles et applications (4)

- Protocoles de contrôle de l'Internet
 - ARP - Address Resolution Protocol
 - protocole permettant d'associer une adresse MAC (adresse physique utilisée dans les réseaux locaux) à une adresse IP (adresse logique Internet)
 - RARP - Reverse ARP
 - permet à une station de connaître son adresse IP à partir de son adresse MAC (interrogation d'un serveur RARP)
 - phase de démarrage d'équipements ne possédant pas de configuration initiale (imprimante, terminal X)

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

6

6

Protocoles et applications (5)

- Protocoles de contrôle de l'Internet
 - BOOTP - Boot Protocol
 - permet à une station de connaître sa configuration réseau lors du démarrage par interrogation d'un serveur *bootp*
 - au-dessus d'UDP (ports 67 et 68)
 - DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol
 - extension du protocole BOOTP
 - meilleure gestion du plan d'adressage IP avec attribution dynamique des adresses IP pour une certaine durée (bail ou *lease time*)
 - au-dessus d'UDP (ports 67 et 68)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 7

7

Communications sans routeur

- Deux machines sur un même sous réseau

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 8

8

Communications avec routeur(s)

- Prise en compte de l'hétérogénéité

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 9

9

Encapsulation

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 10

10

Fonctionnement de l'Internet (1)

Couche réseau : communications entre machines

- IP - protocole d'interconnexion, best-effort
 - acheminement de **datagrammes** (mode **non connecté**)
 - peu de fonctionnalités, pas de garanties
 - simple mais robuste (défaillance d'un nœud intermédiaire)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 11

11

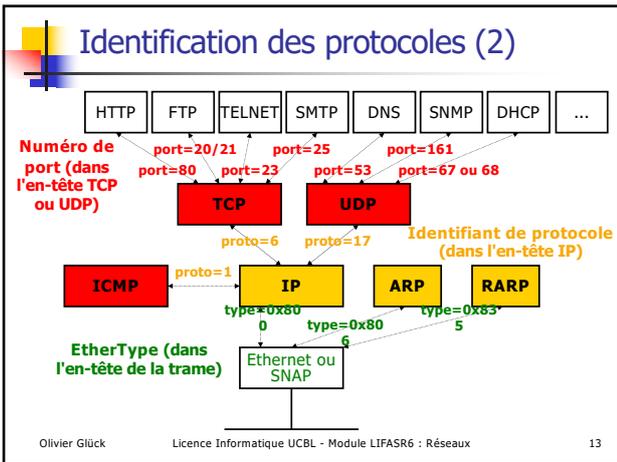
Fonctionnement de l'Internet (2)

Couche transport : communications entre applis

- TCP - protocole de transport **de bout en bout**
 - uniquement présent **aux extrémités**
 - transport **fiable** de **segments** (mode **connecté**)
 - protocole complexe (retransmission, gestion des erreurs, séquençement, ...)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 12

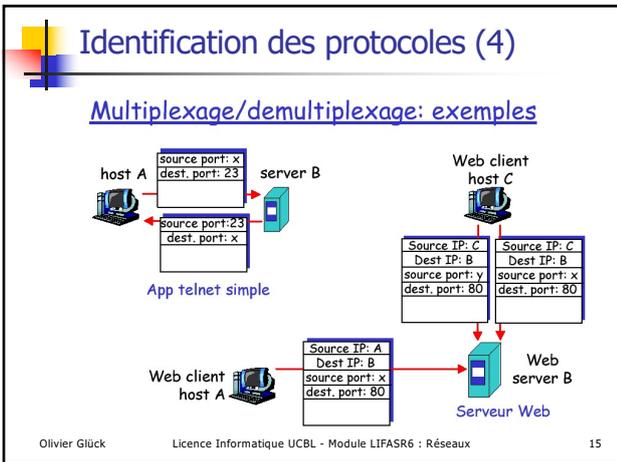
12



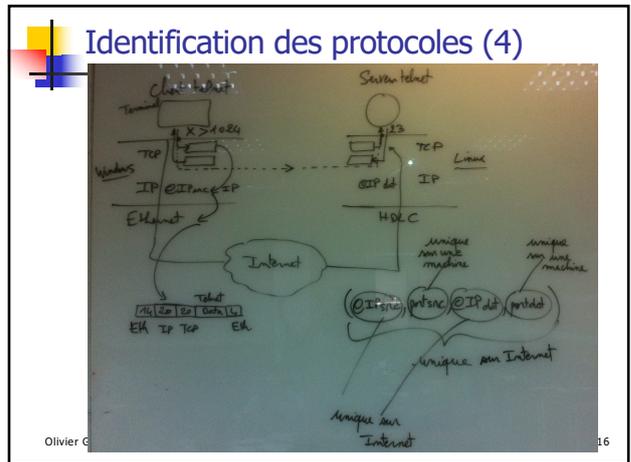
13

- ### Identification des protocoles (3)
- Une adresse de transport = une adresse IP + un numéro de port (16 bits) + TCP ou UDP -> adresse de socket
 - Une connexion TCP s'établit entre une socket source et une socket destinataire -> une connexion = un quadruplé (@IPsrc, port src, @IPdest, port dest)
 - Deux connexions peuvent aboutir à la même socket
 - Les ports permettent un multiplexage ou démultiplexage de connexions au niveau transport
 - Les ports inférieurs à 1024 sont appelés **ports réservés**
- Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 14

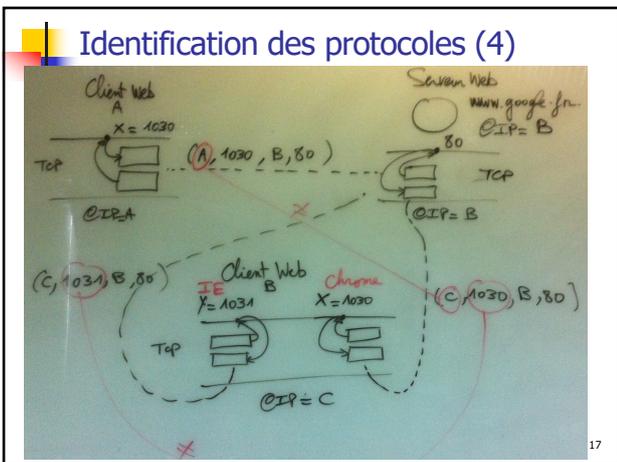
14



15



16



17

- ### L'Internet Protocol
- IP (RFC 791) : protocole d'interconnexion de l'Internet
 - conçu pour transporter des datagrammes d'une certaine source A vers une destination B
 - A et B peuvent être sur le même réseau ou séparés par d'autres réseaux de nature très différentes
 - livraison au mieux - **best-effort delivery** : aucune garantie quant au service d'acheminement (délai, taux de perte, ...), aucune variable d'état
 - IP n'accomplit que trois tâches élémentaires :
 - adaptation des datagrammes IP à la MTU du réseau physique traversé
 - acheminement dans le réseau logique
 - désignation des nœuds (adressage IP)
- Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 18

18

Le datagramme IPv4 (1)

- Un en-tête de 20 octets + une partie facultative de longueur variable (options)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 19

19

Le protocole UDP

- UDP (RFC 768) - User Datagram Protocol
 - protocole de transport le plus simple
 - service de type best-effort (comme IP)
 - les segments UDP peuvent être perdus
 - les segments UDP peuvent arriver dans le désordre
 - mode non connecté : chaque segment UDP est traité indépendamment des autres
- Pourquoi un service non fiable sans connexion ?
 - simple donc rapide (pas de délai de connexion, pas d'état entre émetteur/récepteur)
 - petit en-tête donc économie de bande passante
 - sans contrôle de congestion donc UDP peut émettre aussi rapidement qu'il le souhaite

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 20

20

Les utilisations d'UDP

- Performance sans garantie de délivrance
- Souvent utilisé pour les applications multimédias
 - tolérantes aux pertes
 - sensibles au débit
- Autres utilisations d'UDP
 - applications qui envoient peu de données et qui ne nécessitent pas un service fiable
 - exemples : DNS, SNMP, BOOTP/DHCP
- Transfert fiable sur UDP
 - ajouter des mécanismes de compensation de pertes (reprise sur erreur) au niveau applicatif
 - mécanismes adaptés à l'application

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 21

21

Le datagramme UDP

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 22

22

Le protocole TCP

- Transport Control Protocol (RFC 793, 1122, 1323, 2018, 2581)
 - Attention: les RFCs ne spécifient pas tout - beaucoup de choses dépendent de l'implantation du protocole
- Transport fiable en mode connecté
 - point à point, bidirectionnel : entre deux adresses de transport (@IP src, port src --> (@IP dest, port dest)
 - transporte un flot d'octets (ou flux)
 - l'application lit/écrit des octets dans un tampon
 - assure la délivrance des données en séquence
 - contrôle la validité des données reçues
 - organise les reprises sur erreur ou sur temporisation
 - réalise le contrôle de flux et le contrôle de congestion (à l'aide d'une fenêtre d'émission)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 23

23

Le segment TCP (1)

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 24

24

Une connexion TCP

- Une connexion = (@IP_src, port_src, @IP_dest, port_dest)

Port 5004

Port 80

Contrôle de flux : l'émetteur ne sature pas le tampon de réception du récepteur

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux 25

25

Ethernet, le protocole des cartes réseaux

- Une carte réseau Ethernet fabrique un signal qui est envoyée à une autre carte réseau Ethernet
- Les répéteurs (Hub) ou commutateurs (Switch) interconnectent les ordinateurs entre eux
- Exemple avec des Hub

Olivier Glück L1 Math-info UCBL - LIFASR2 : Introduction aux réseaux 26

26

Format de la trame Ethernet

Trame Ethernet

Préambule	SFD	@MAC dest	@MAC src	Type	Données utiles	Bourrage	FCS
7 octets	1 octet	6 octets	6 octets	2 octets	min 46 octets - max 1500 octets		4 octets
					min 64 octets - max 1518 octets		

- Préambule : 7 fois 10101010 pour la synchronisation bit
- SFD (Start Frame Delimitor) : 10101011 pour la synchronisation octet
- Bourrage si Lg < 46 octets pour détection collision
- FCS sur 4 octets pour la détection d'erreur
- Différence IEEE 802.3/Ethernet : champ Lg/Type

Olivier Glück L1 Math-info UCBL - LIFASR2 : Introduction aux réseaux et au web 27

27

ARP - Rôle et fonctionnement

- ARP (Address Resolution Protocol) sert à trouver l'adresse MAC d'une carte réseau alors que l'on connaît son adresse IP
- Si la machine source et destinataire sont sur le même réseau
 - 1 - requête ARP (broadcast MAC)
 - 2 - réponse ARP (le destinataire a reçu le broadcast et s'est reconnu, il envoie son @MAC)
 - 3 - la source peut envoyer ses données vers le destinataire (adresse MAC destination connue)
- Si elles ne sont pas sur le même réseau
 - la diffusion ne passe pas le routeur
 - résolution de proche en proche : le client envoie ses données au prochain saut dont l'adresse MAC est trouvée par ARP, puis le prochain envoie au suivant en utilisant sa table de routage et ARP...

Olivier Glück L1 Math-info UCBL - LIFASR2 : Introduction aux réseaux et au web 28

28

ARP - Format du paquet

espace d'adressage physique		espace d'adressage logique	
lg @ physique	lg @ protocole	code	
adresse physique de l'émetteur de la trame...			
adresse physique (suite)		adresse du protocole de ...	
... l'émetteur de la trame		adresse physique du récepteur...	
... de la trame (inconnue)			
adresse du protocole récepteur du paquet			

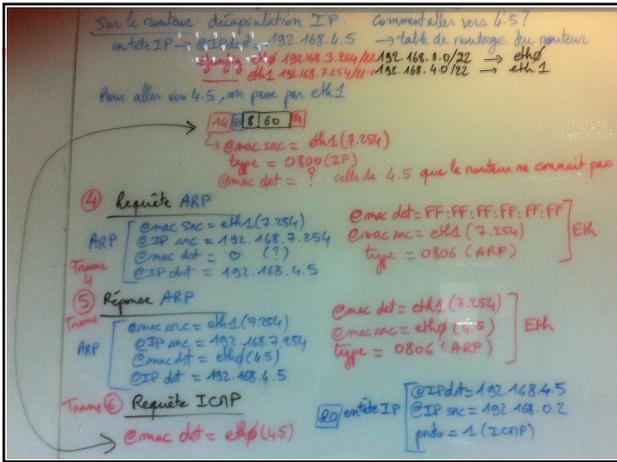
Olivier Glück L1 Math-info UCBL - LIFASR2 : Introduction aux réseaux et au web 29

29

ARP - ICMP

Olivier Glück L1 Math-info UCBL - LIFASR2 : Introduction aux réseaux et au web 30

30



31