

Master SDRP
 Réseau Avancé
 Partie 2: TCP IP

Philippe Gros **Session 2007**

©Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

Sommaire

- 1 Présentation 7
- 2 Architecture multicouches 7
 - 2.1 Le modèle OSI 8
 - 2.2 Le modèle ARPANET 10
- 3 Adressage 13
 - 3.1 Adressage public 13
 «classfull», masques de sous-réseaux,
 «classless» et VLSM
 - 3.2 Adressage privé 38

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros 2

Sommaire

- 4 Routage 41
 - 4.1 Cinématique 41
 - 4.2 Protocoles de routages vs protocoles routés 48
- 5 Protocoles ARP et RARP 50
- 6 Protocoles IP et ICMP 59
- 7 Protocoles UDP et TCP 67
 - 7.1 UDP: cinématique, ports, datagrammes
 - 7.2 TCP: cinématique, ports, segments

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros 3

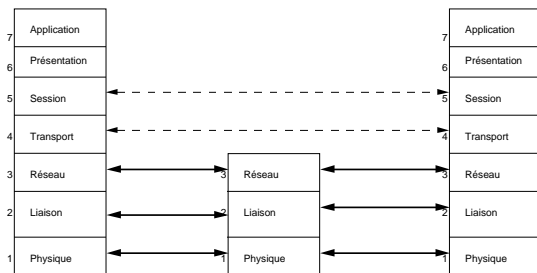
Sommaire

■ 8 Les utilitaires TCP IP	84
– FTP	85
– Telnet	88
■ 9 SNMP (<i>Simple Network Management Protocol</i>)	91
■ 10 Sécurité	94
■ 11 TCP/IP avancé: Téléphonie, MPLS et Quality of Service (QoS)	96
■ 13 Conclusion	109
■ Bibliographie	110
■ Annexe	111

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

4

2 Architecture multicouches



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

5

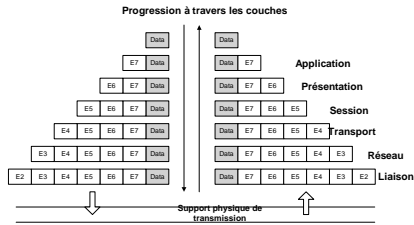
2.1 Le modèle OSI: Open System Information

- Couche Application: régit les familles d 'application telles que transfert de fichier, transactionnel...
- Couche Présentation: organise la représentation codée de l 'information. Ex: EBCDIC, ASCII
- Couche Session: organise le formalisme des sessions de systèmes à systèmes
- Couche Transport: régit le transport de l 'information de bout en bout
- Couche Réseau: trouve la meilleure route pour rejoindre un réseau distant
- Couche Liaison: organise les flux d 'informations en succession de bits sous forme de trames
- Couche physique: normalise les niveaux électriques, les connecteurs, le câblage..

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

6

2.1 Le modèle OSI: Open System Information



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

7

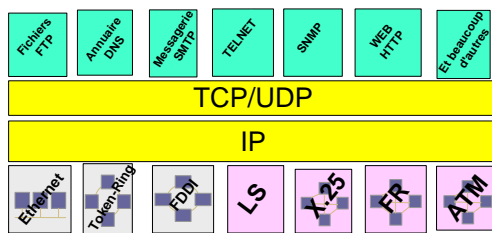
2.2 Le modèle Arpanet

- 1969 Naissance D'ARPANET (*Advanced Research Projet Agency NETWORK*)
- 1973 Démonstration d'ARPANET et création de l'IETF
- 1975 UNIX et TCP/IP: définition de TCP par l'IETF
- 1980 Berkeley fournit les versions 4.1 BSD contenant TCP
- 1983 TCP remplace définitivement NCP
- 1996 IPng devenu IPv6 voit le jour

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

8

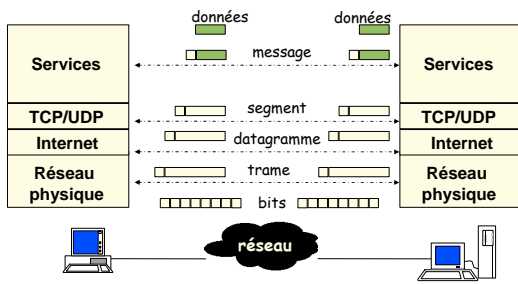
2.2 Le modèle Arpanet: IP offre des services



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

9

2.2 Le modèle Arpanet: Encapsulation IP



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

10

3 Adressage

3.1 Adressage public

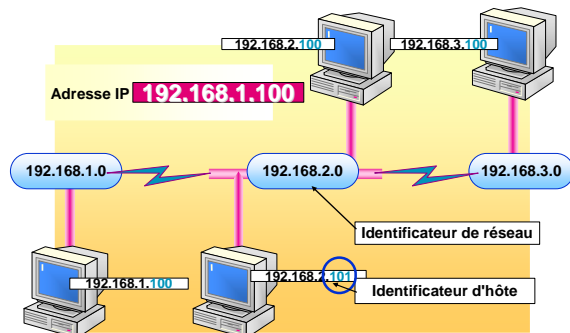
■ Dans le modèle IP

- Norme RFC 1518
- Adresses gérées par l'Internic
 - Pour IP v4 : 32 bits d'adresses, soit 4294967296 possibilités (arrive à saturation)
 - Pour IP v6 : 128 bits d'adresses, soit 3.4028237×10^{38} possibilités (10exp12 = 1 trillion)

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

11

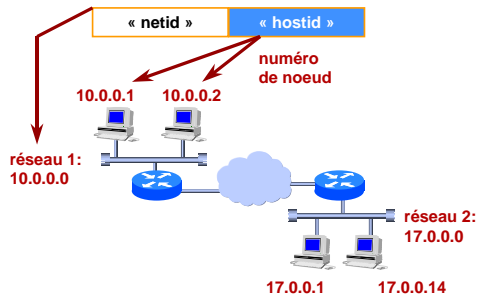
3 Adressage: principes



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

12

3 Adressage: Netid versus Hostid



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

13

3 Adressage IP V4

■ Pour IP v4

- 1 adresse = adresse de réseau (préfixe) + adresse de l'hôte (suffixe)
- Adresse décimale pointée

124 10 45 126
 01111100 00001010 00101101 01111110

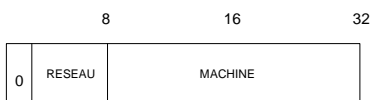
Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

14

3 Adressage Classe A

■ 4 classes d'adresses en mode *pleine classe* :

- Classe A : préfixe = 8bits, suffixe = 24 bits
- varie de 1.0.0.0 à 127.255.255.255 (0.0.0.0 est considéré comme réseau par défaut) : 127 réseaux et (16777216 -2) hôtes

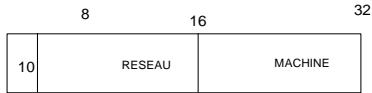


Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

15

3 Adressage Classe B

- Classe B : préfixe = 16 bits, suffixe = 16 bits
varie de 128.0.0.0 à 191.255.255.255 : 16384 réseaux et
(65535-2) hôtes

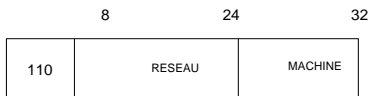


Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

16

3 Adressage Classe C

- Classe C : préfixe = 24 bits, suffixe = 8 bits
varie de 192.0.0.0 à 223.255.255.255 : 2 097 152 réseaux
et (256-2) hôtes

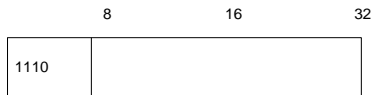


Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

17

3 Adressage Classe D

- Classe D : préfixe = 4 bits, suffixe = 28 bits
Adresses de groupes (multicasts), il y a 28-2 hôtes
possibles par sous-groupe; varie de 224.0.0.0 à
239.255.255.255



- Classe E: Expérimentale 240.0.0.0 à
254.255.255.255 non utilisée dans l'internet

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

18

3 Adressage: Broadcast

■ Adresse de réseau et de diffusion (broadcast)

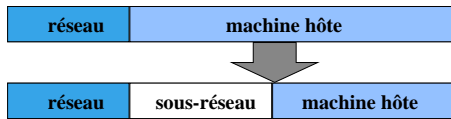
- Classe A
 - 123.0.0.0 est l'adresse de réseau 123/8
 - 123.255.255.255 est l'adresse de diffusion du réseau 123/8
- Classe B
 - 172.123.0.0 est l'adresse de réseau 172.123/16
 - 172.123.255.255 est l'adresse de diffusion du réseau 172.123/16
- Classe C
 - 201.233.65.0 est l'adresse de réseau 201.233.65/24
 - 201.233.65.255 est l'adresse de diffusion du réseau 201.233.65/24
 - » REMARQUE : ces adresses (réseau et diffusion) ne sont pas disponibles pour les hôtes

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

19

3 Adressage: les masques

■ Principe du sous-réseau

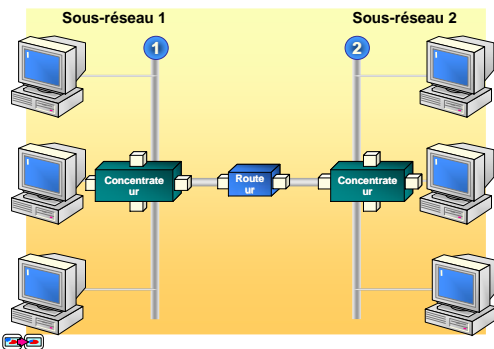


- C'est le masque de sous réseau qui fait ce découpage

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

20

3 adressage :Exemple de sous réseaux



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

21

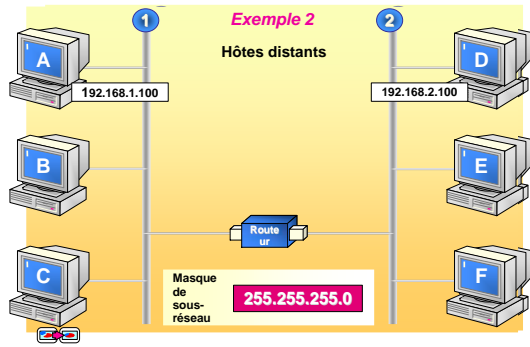
3 adressage: Exemple de sous réseaux

Adresse IP	10.50.100.	200
Masque de sous-réseau	255.255.255.	0
Identificateur de réseau	10.50.100.	0

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

22

3 adressage :Exemple de sous réseaux



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

23

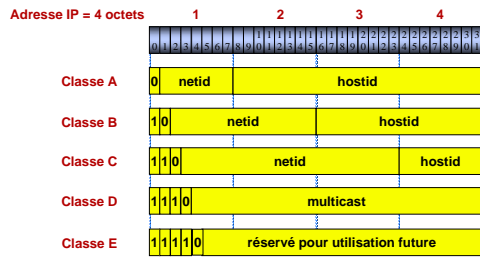
3 Adressage: double représentation des adresses

- Double représentation des adresses
- Préfixe CIDR (Classless Interdomain Routing)
 - Adresse IP / masque de sous-réseau :
 - ex. 123.244.210.32 255.0.0.0
 - 123.244.210.32 : 01111011.11110100.11010010.00100000
 - 255.0.0.0 : 11111111.00000000.00000000.00000000
 - Préfixe : 123.244.210.32/8 indique que les 8 premiers bits sont significatifs pour le réseau
 - Classe A, masque : 255.0.0.0, préfixe /8
 - Classe B, masque : 255.255.0.0, préfixe /16
 - Classe C, masque : 255.255.255.0, préfixe /24
 - Classe D, masque : 255.255.255.n, préfixe /P

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

24

3 Adressage: Résumé Les classes d'adresses

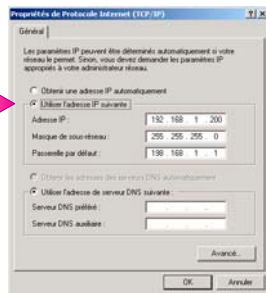


Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

25

3 Configuration statique

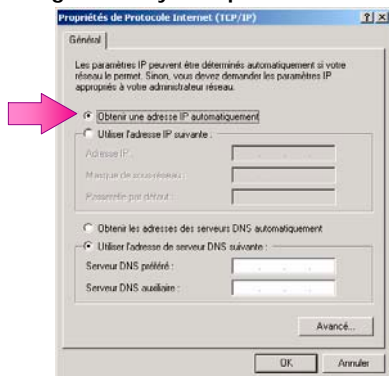
- 1 Adresse IP
- 2 Subnet Mask
- 3 Default Gateway/passerelle par défaut -> désigne l'aiguilleur pour sortir du réseau



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

26

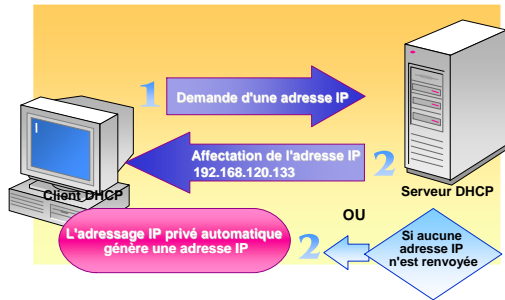
3 Configuration dynamique: DHCP



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

27

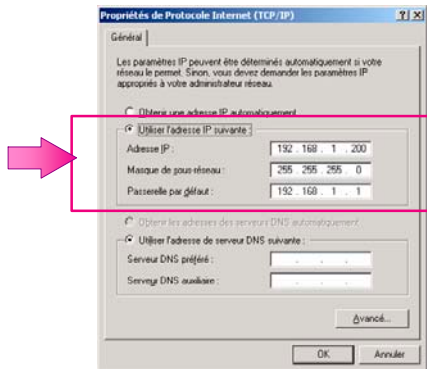
3 Configuration dynamique: DHCP



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

28

3 Affichage des éléments réseaux



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

29

3 Affichage des éléments réseaux

```

C:\WINNT\System32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 5.00.2195]
(C) Copyright 1985-1999 Microsoft Corp.

C:\>ipconfig

Configuration IP de Windows 2000

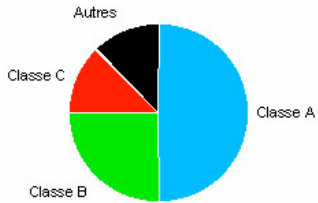
Ethernet carte Connexion au réseau local :
    Suffice DNS spéc. à la connexion. : notraders.mif
    Adresse IP . . . . . : 192.168.1.200
    Masque de sous-réseau . . . . . : 255.255.255.0
    Passerelle par défaut . . . . . : 192.168.1.1

C:\>
    
```

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

30

3 adressage: répartition des classes



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

31

3 Adressage Exercices

Exercice

- Trouver les classes, préfixes, masque de sous-réseau et adresses de diffusion des adresses suivantes :
 - 12.5.124.32
 - 125.23.32.0
 - 173.33.134.15
 - 192.44.156.0
 - 255.233.23.0
 - 202.233.255.255

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

32

3 Adressage VLSM

■ Classless et VLSM (*Variable-Length Subnet Masking*)

- Il est possible de prendre des préfixes non standards afin d'optimiser la répartition des adresses. Cette méthode permet de segmenter les plages d'adresses des classes A, B et C.

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

33

3 Adressage VLSM

■ Subnetting d'une classe C en 8 réseaux de 32-2 hôtes possibles:

- Réseau 198.1.1.0
 - 1100 0110. 0000 0001.0000 0001. 0000 0000
- masque: 255.255.255.224
 - 1111 1111.1111 1111. 1111 1111. 1110 0000
- Subnet 1 198.1.1.0
- Adresse de Broadcast du subnet1 198.1.1.31
- Subnet 2 198.1.1.32
- Adresse de Broadcast du subnet 2 198.1.1.63

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

34

3 Adressage CIDR

# Subnet Bits et CIDR	# Subnets	# Host Bits	# Hosts	Mask
1:/25	2	7	126	255.255.255.128
2:/26	4	6	62	255.255.255.192
3:/27	8	5	30	255.255.255.224
4:/28	16	4	14	255.255.255.240
5:/29	32	3	6	255.255.255.248
6:/30	64	2	2	255.255.255.252

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

35

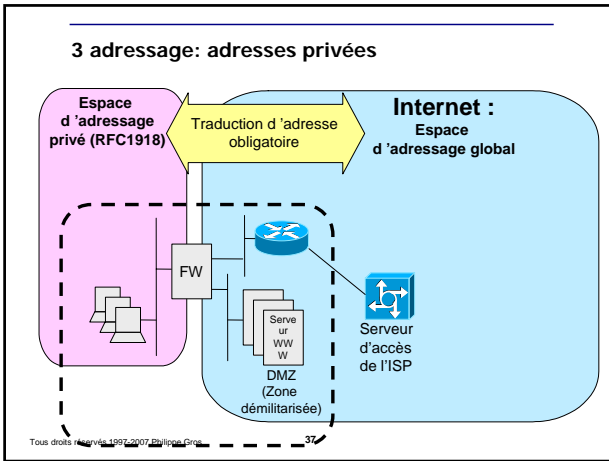
3 Adressage RFC 1918

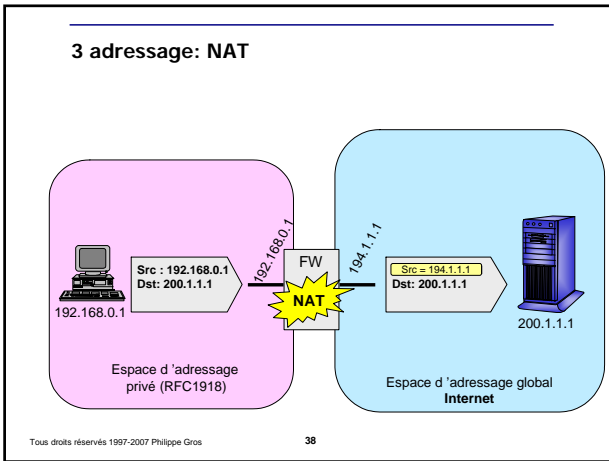
3.2 Plan d'adressage privé

- Pour des raisons de peu de disponibilité des adresses IP et de sécurité, la RFC 1918 réserve les plages d'adresses suivantes aux réseaux privés :
 - Classe A : 10/8
 - Classe B : 172.16/16
 - Classe C : 192.168/16
- L'interconnexion entre les adresses publiques et un réseau privé exige une traduction d'adresses (NAT: Network Address Translation) faite par des routeurs ou des garde-barrières:
 - traduction une pour une
 - traduction par multiplexage des ports TCP (Port Address Translation)

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

36





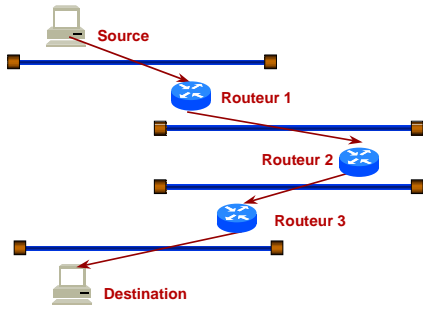
4 Routage

4.1 Cinématique

- Dans chaque hôte, il y a une table de routage avec l'adresse IP, le masque de sous-réseau et une passerelle par défaut
- Chaque routeur construit dynamiquement le plan du réseau avec toutes les adresses des sous-réseaux et le chemin pour les atteindre

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros 39

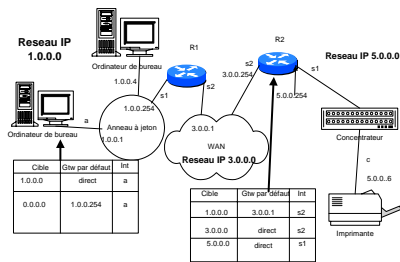
4 Routage



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

40

4 Routage



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

41

4 Routage Exercice

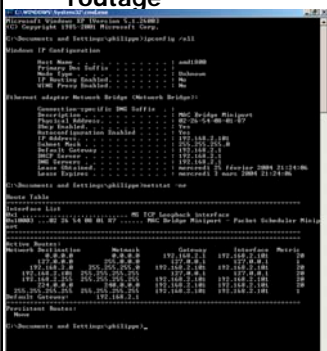
Exercice

- Trouver la table de routage du routeur R1 et de la carte réseau de l'imprimante

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

42

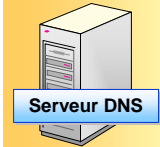
4 Routage: Un exemple de table de routage



- DHCP Server: Serveur dynamique d'adresses IP.(Dynamic Host Control Protocol)
- DNS (Domain Name Server): Serveur de nom de domaine (par exemple domaine.com) qui associe un nom de domaine a une adresse IP.

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros 43

4 Routage: DNS et Wins



Serveur DNS

- Le système DNS est un système qui permet de nommer les ordinateurs et les services réseau
- Le système de dénomination DNS est organisé de façon hiérarchique
- Mappe les noms de domaine sur des adresses IP
- Les enregistrements de mappage sont stockés sur un serveur DNS

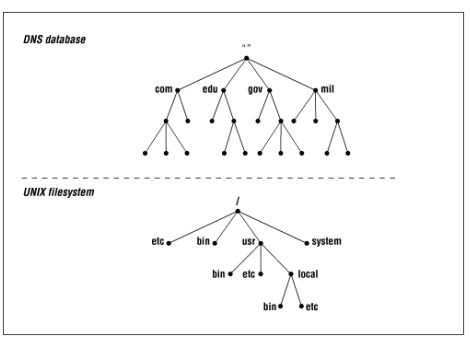


Serveur WINS

- Fournit une base de données distribuée pour l'inscription des mappages dynamiques de noms NetBIOS
- WINS mappe les noms NetBIOS sur des adresses IP

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros 44

4 routage: arborescence DNS



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros 45

4.2 Protocole de routage versus protocole routé

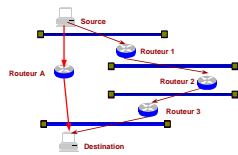
- IP est un protocole routé, c'est-à-dire qu'il contient une adresse réseau permettant de connaître les points d'origine et de destination des trames
 - Les routeurs ou aigilleurs doivent reconnaître ces adresses mais surtout avoir la topologie de l'ensemble des réseaux afin de trouver la meilleure route
- C'est le rôle des protocoles de routage tels que RIP, OSPF, IGRP, E-IGRP de le faire

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

46

4 Routage RIP

- Exemple de protocole de routage RIP V1 (Routing Information Protocol)
- 2 routes possibles
 - S->R1->R2->R3->D
 - S->A->D
- RIP choisira le nombre de sauts (hops) le plus courts avec un maximum de 15



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

47

5 Protocoles ARP et RARP

■ Problème

- Les hôtes connaissent l'adresse de réseau de leur destination mais ignorent les adresses de couches 2 (MAC) pour les atteindre et construire les trames Ethernet. C'est à ARP et RARP de les aider à les découvrir.

- Cette correspondance est alors mémorisée dans la table ARP des hôtes.

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

48

5 Protocoles ARP et RARP (suite)

■ La Trame Ethernet

Début de la trame

Fin de la trame



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

49

5 Protocoles ARP et RARP (suite)

■ Dans la trame Ethernet V2 le champ type donne le protocole de couche supérieure

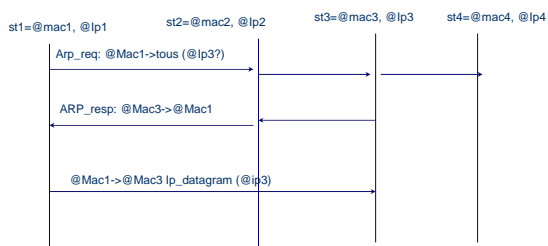
- 0800HIP
- 0806HARP
- 8035HRARP

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

50

5 Protocoles ARP et RARP (suite)

■ Cinématique de ARP

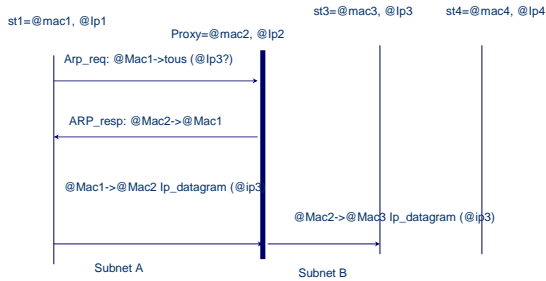


Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

51

5 Protocoles ARP et RARP (suite)

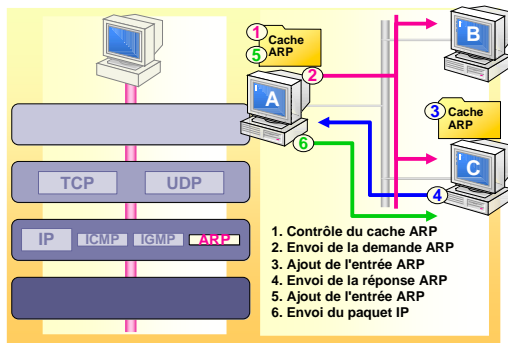
■ Réponse par Proxy ARP(ex. proxy)



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

52

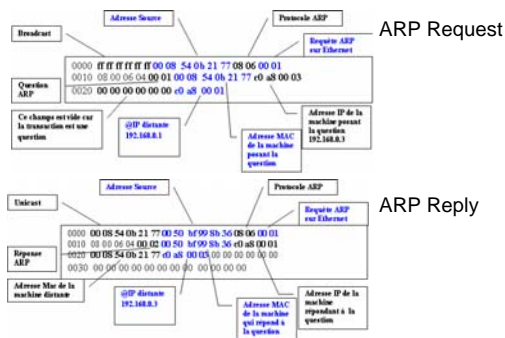
5 Protocoles ARP et RARP (suite)



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

53

5 Protocoles ARP et RARP: Les requêtes



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

54

5 Protocoles ARP et RARP: exemples

- Pour afficher les tables du cache ARP de toutes les interfaces, **arp -a**
- Pour afficher la table du cache ARP de l'interface dont l'adresse IP est 10.0.0.99, **arp -a -N 10.0.0.99**
- Pour ajouter dans le cache ARP une entrée statique qui résout l'adresse IP 10.0.0.80 en l'adresse physique 00-AA-00-4F-2A-9C **arp -s 10.0.0.80 00-AA-00-4F-2A-9C**

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

55

5 Protocoles ARP et RARP (suite)

- Le protocole RARP a la cinématique inverse. Il permet de trouver l'adresse IP quand on connaît l'adresse MAC du destinataire.
- Il sert par exemple à demander à un serveur BOOTP ou DHCP (Dynamic Host Control Protocol) l'attribution d'une adresse IP.

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

56

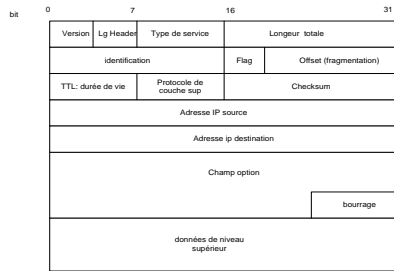
6 Protocoles IP et ICMP

- IP sert à interconnecter des réseaux indépendants
 - Caractéristiques
 - possibilité de segmentation et de réassemblage
 - mode datagramme sans garantie d'acheminement et de séquençement
 - Détection d'erreurs mais pas de correction
 - Contrôle de flux (limité), destruction des datagrammes en cas de manque de ressource dans les noeuds ou si durée de vie trop longue
 - Possibilité de connaître les chemins suivis et de choisir un chemin particulier
 - Possibilité de donner des niveaux de priorité aux datagrammes

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

57

6 Protocoles IP et ICMP (suite)



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

58

6 Protocoles IP et ICMP (suite)

- Quelques champs importants
 - Type de service donne la priorité
 - Longueur totale donne la longueur du datagramme courant
 - Champs identification et offset servent aux réassemblages en cas de fragmentation
 - TTL : de 255 à 0, décrémenté de 1 à chaque passage de routeur. Si TTL= 0, destruction du datagramme
 - Champ protocole : ex. 0x01 ICMP, 0x06 TCP, 0x11UDP (17 en hexadécimal)
 - Checksum uniquement sur l'en-tête IP
 - Champ option permet de donner des précisions aux routeurs ou hosts, ex. sécurité, chemin obligatoire, demande de trace, mesure et maintenance

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

59

6 Protocoles IP et ICMP (suite)

- Flags (3 bits)
 - Bit 0: réservé, doit être laissé à zéro
 - Bit 1: (AF) 0 = Fragmentation possible, 1 = Non fractionnable.
 - Bit 2: (DF) 0 = Dernier fragment, 1 = Fragment intermédiaire.
- 0 1 2
| A | D |
| 0 | F | F |
- Décalage fragment
 - Position de ce fragment relatif au début du datagramme original
- TTL
 - Time To Live. Compteur décrémenté par chaque aigilleur traversé
- Protocole
 - Type de protocole dans le datagramme IP

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

60

6 Protocoles IP et ICMP (suite)

La fragmentation

- Selon la norme un paquet IP peut avoir une longueur de 65535 octets.
- En général les stack TCP/IP ne créent pas des paquets > 4000 octets.
- Le Maximum Transmit Unit (MTU) d'un réseau décrit la longueur maximale admissible par un réseau IP sur un réseau donné.

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

61

6 Protocoles IP et ICMP (suite)

- ICMP est encapsulé dans IP et sert à gérer le réseau
- Il est principalement utilisé par les aiguilleurs et certains hôtes
 - Gestion d'écho : Ping : ICMP_ECHO_REQ ---> ICMP_ECHO_RESP. (exemple ping 192.0.0.1)
 - Message d'erreur : ICMP_UNREACHABLE_DEST (réseau, hôte, protocole, port, fragmentation impossible, échec du source routing)
 - Contrôle de flux : ICMP_SOURCE_QUENCH
 - Redirection : ICMP_REDIRECT: signifie à un hôte qu'un chemin est plus approprié
 - Time-out : ICMP_TIME_OUT : ex. TTL atteint

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

62

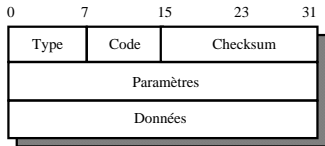
6 Protocoles IP et ICMP (suite)

- ICMP (suite)
 - Erreur d'en-tête : ICMP_HEADER_ERROR
 - Gestion des horloges : ICMP_CLOCK_REQ et ICMP_CLOCK_RESP
 - Récupération de l'adresse de réseau par un hôte (comme RARP) : ICMP_INF_REQ, ICMP_INF_RESP
 - Récupération du masque de réseau : ICMP_MASK_REQ, ICMP_MASK_RESP

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

63

6 Protocoles IP et ICMP (suite)

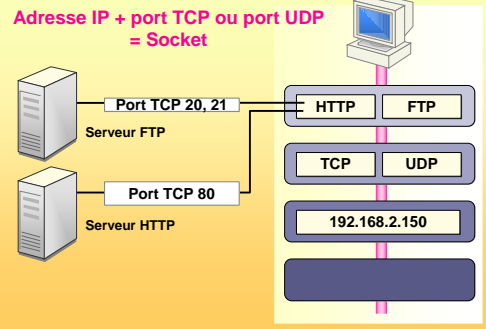


- le type (8 bits) spécifie le type de message;
- le code (8 bits) décrit les paramètres du message pouvant être codés dans un ou quelques bits;
- la somme de contrôle (16 bits), code d'erreur du message en entier;
- les paramètres (32 bits);
- les données qui représentent les informations additionnelles du message

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

64

7 UDP et TCP: les principes



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

65

7.1 UDP (User Datagram Protocol)

- UDP met en relation des processus entre 2 hôtes (communication inter-processus)
 - Caractéristiques
 - mode non connecté
 - pas de segmentation et reséquencement
 - détection d'erreurs, pas de correction
 - full-duplex
 - pas de contrôle de flux
 - Un seul type de datagramme existe : UDP_DATA

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

66

7 UDP et TCP (suite)

■ UDP (suite)

- Certains services sont référencés par des numéros de ports réservés appelés « *Well Known Ports* »
 - echo 7/udp
 - time 37/udp
 - tftp 69/udp
 - sunrpc 111/udp
 - who 513/udp
 - syslog 514/udp
- Pour les services non référencés, il y a une attribution dynamique d'un numéro de port
- Sert pour des services non vitaux comme la gestion (SNMP), la journalisation, BOOTP, DHCP
- Utilisé dans la Téléphonie et la Voix IP

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

67

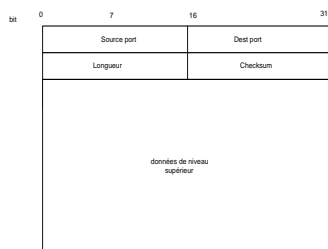
7 UDP et TCP (suite)

- N'offre aucune fiabilité
- Un flux UDP/IP est caractérisé par le quadruplet
 - Adresse IP source
 - Numéro de port de la source
 - Adresse IP destination
 - Numéro de port de la destination

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

68

7 UDP et TCP (suite)



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

69

7 UDP et TCP (suite)

- Port source
- Port destination
- Longueur
 - longueur de l'en-tête UDP + les données
- Somme de contrôle
 - effectuée sur l'en-tête UDP et les données

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

70

7 UDP et TCP (suite)

7.2 TCP (*Transmission Control Protocol*)

- Il permet d'assurer une transmission fiable des données et notamment de résoudre les problèmes non traités par les couches inférieures (erreurs, congestion)
 - Caractéristiques
 - Mode connecté
 - Transport orienté octet
 - Segmentation et re séquençement des données
 - Full-duplex
 - Détection d'erreurs
 - Contrôle de flux de bout en bout

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

71

7 UDP et TCP (suite)

7.2 TCP (suite)

- Utilise également la notion de port de «Well Known Ports»
 - Exemples
 - echo 7/tcp
 - systat 11/tcp
 - ftp-data 20/tcp
 - ftp 21/tcp
 - telnet 23/tcp
 - smtp 25/tcp
 - x400 103/tcp
 - news 144/tcp
 - login 513/tcp

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

72

7 UDP et TCP (suite)

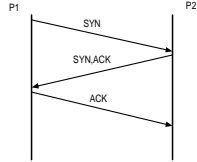
■ 7.2 TCP (suite)

– Mécanismes de connexion

- TCP_SEG_SYN
- TCP_SEG_SYN_ACK
- TCP_SEG_ACK

– Le mode connecté entre 2 hôtes (a et b) se fait par l'échange des ports et de numéros de synchronisation unique et propre à chaque hôte :

» (port source a, port dest b, sync a, sync b)



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

73

7 UDP et TCP (suite)

- Protocole avec connexion
- Un circuit doit être établi avant la transmission de données
- Une connexion TCP/IP est caractérisée par un quadruplet

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

74

7 UDP et TCP (suite)

- Numéro de séquence
 - Identifie un flux de données
 - Nombre aléatoire initialement et incrémentation à chaque transmission
- Numéro d'accusé (*acknowledgment*)
 - Utilisé lorsqu'une connexion est établie.

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

75

7 UDP et TCP (suite)

- Drapeaux
 - URG
 - champ pointeur urgent est valide
 - ACK
 - drapeau d'accusé de réception
 - PSH
 - pousse les données vers l'application en priorité
 - RST
 - ré-initialisation de la connexion
 - SYN
 - synchronise les numéros de séquence
 - FIN
 - termine la transmission

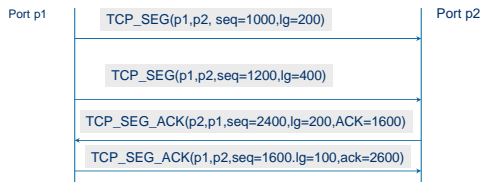
Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

76

7 UDP et TCP (suite)

7.2 TCP (suite)

- À chaque échange, il y a en même temps que le transport des données un accusé de réception des données reçues

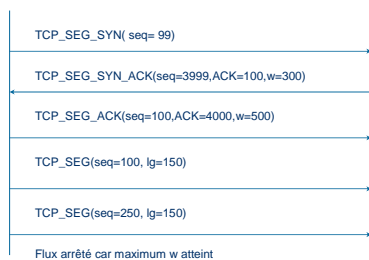


Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

77

7 UDP et TCP (suite)

- TCP : le contrôle de flux (*Windowing*)



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

78

7 UDP et TCP (suite)

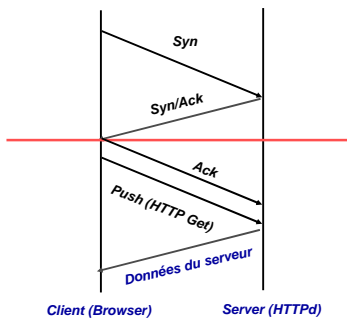
■ TCP : le contrôle de flux (suite)

- Le ralentissement peut être rapide par échange de $w=0$ qui oblige le distant à arrêter d'émettre
- Il est possible de donner une notion d'urgence à la remise des données aux couches supérieures par les commandes suivantes :
 - TCP_SEG_PUSH (demande de remise sans utilisation de tampons (buffering))
 - TCP_SEG_URG (signifie que les échanges suivants sont à traiter en mode urgent)
- Les déconnexions se font de 2 façons :
 - Mode normal : TCP_SEG_FIN -> TCP_SEG_ACK
 - Mode anormal : TCP_SEG_RST

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

79

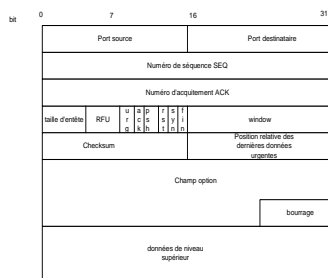
7 UDP et TCP (suite): Initialisation d'un flux HTTP



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

80

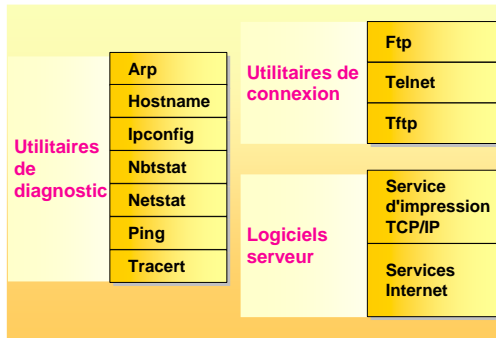
7 UDP et TCP (suite)



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

81

8 Les utilitaires d'IP



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

82

8 Les utilitaires d'IP: FTP

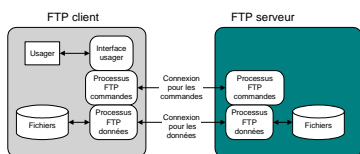
- FTP (File Transfert Protocol) réalise le transfert de fichiers entre deux stations hôtes. Plusieurs usagers clients peuvent vouloir accéder à un serveur de fichiers.
- Client / Serveur
- Protocole asymétrique
- Authentification: logging/Password en clair
- Pas de chiffrement
- Utilise port TCP 20 pour la connexion port TCP 21 pour les données
- RFC- 959
- TFTP « transfert simplifié » (FTP sans authentification)

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

83

8 Les utilitaires d'IP: FTP

- L'utilisation d'une connexion spécifique pour le transfert du fichier permet plus de robustesse à l'application dans le cas où surgirait un problème lors du transfert.



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

84

8 Les utilitaires d'IP: FTP

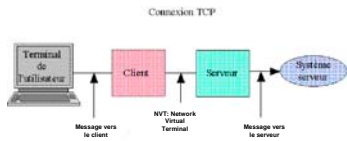
```
ftp> open toto.ca
Connected to toto.ca.
220 toto Microsoft FTP Service (Version 5.0).
Name (toto.ca:alfred): alfred
331 Password required for alfred.
Password: *****
230 User alfred logged in.
ftp> get monfichier
200 PORT command successful.
150 Opening ASCII mode data connection for monfichier(198 bytes).
226 Transfer complete.
local: consolejava.bat remote: monfichier
198 bytes received in 0,025 seconds (3,5 Kbytes/s)
ftp> close
221
ftp> quit
```

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

85

8 Les utilitaires d'IP: TELNET

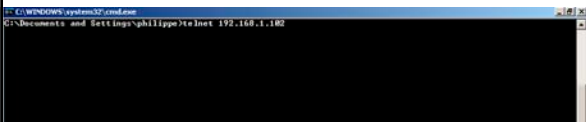
- Le principe de terminal virtuel a été développé afin de résoudre le problème d'interfonctionnement entre les terminaux et les ordinateurs hétérogènes.
- Le modèle de terminal virtuel :



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

86

8 Les utilitaires d'IP: TELNET



- Connexion à 192.168.1.102



- Connexion en tant qu'utilisateur test

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

87

8 Les utilitaires d'IP: TELNET

- **telnet:** Etablit une connexion avec l'hôte donné
- **Close:** Termine la connexion en cours
- **Logout:** Termine la session telnet
- **Quit:** Termine la connexion et la session telnet
- **Display:** Affiche l'occupation du clavier
- **Send:** Transmet des caractères spéciaux
- ? Affiche un texte d'aide

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

88

9 SNMP (*Simple Network Management Protocol*)

- Protocole défini par la norme RFC 115 servant à administrer les réseaux et les éléments de réseaux (hôtes, concentrateurs, ponts, routeurs, etc.)
 - Chaque élément de réseau possède un agent qui détient des informations sur son état
 - Une station de gestion sur le réseau interroge, configure et reçoit des informations grâce à ce protocole

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

89

9 SNMP (*Simple Network Management Protocol, suite*)

- SNMP V3 est une version qui renforce la sécurité par le chiffrement et l'authentification des échanges
- Les informations de chaque élément de réseau sont maintenues dans une MIB (Management Information Base)
 - MIB I
 - MIB II
 - MIB propriétaires
- SNMP fonctionne avec UDP (ports 160 et 161)
 - Les PDU sont :
 - GetRequest
 - GetNextRequest
 - GetResponse
 - SetRequest
 - Trap

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

90

10 Sécurité

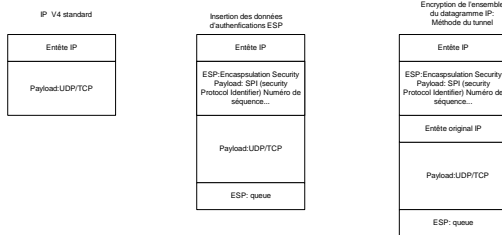
- TCP/IP en tant que tel ne comporte que peu d'éléments de sécurité
 - C'est aux éléments de réseaux (routeurs, garde-barrières) à mettre en œuvre des éléments de sécurité tels que :
 - Filtrage sur adresses IP ou MAC
 - Filtrage sur les ports UDP/TCP
 - Sélection des applications de couches hautes
- C'est aussi aux hôtes à intégrer des éléments de sécurité:
 - Réseau privé virtuel (Virtual Private Network ou VPN)
 - SSL (Secure Socket Layer)
 - IPsec

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

91

10 Sécurité : IPsec

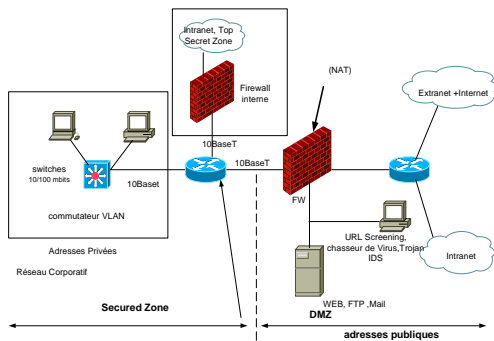
Description de IPsec



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

92

10 Sécurité: Exemple d'architecture à coupe feu



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

93

11 Avenir de TCP/IP : La téléphonie IP

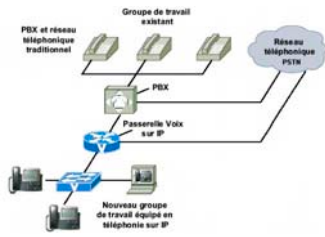
- H225 Remote Access
Serveur Enregistrement
au Gatekeeper
- H225/Q931: Signalisation
- H245 Contrôle

H.225 RAS	Signalisation H.225/Q.931	Contrôle H.245
UDP	TCP	
Couche réseau		
Couche liaison		

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

94

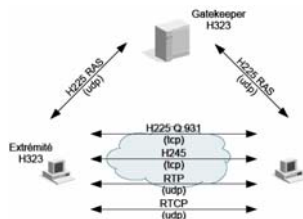
11 Avenir de TCP/IP : La téléphonie IP



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

95

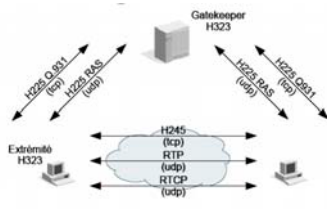
11 Voix sur IP Signalisation Directe H323



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

96

11 Voix sur Ip: Signalisation routée vers le Gatekeeper H323



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

97

11 Voix sur Ip H323: un exemple d'utilisation en multipoint



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

98

11 Voix sur Ip: Le protocole SIP

- Protocole RFC 3261 tend à remplacer H323
- Sip intervient aux différentes phases de l'appel:
 - Localisation du terminal correspondant,
 - Analyse du profil et des ressources du destinataire,
 - Négociation du type de média (voix, vidéo, données...) et des paramètres de communication,
 - Disponibilité du correspondant, détermine si le poste appelé souhaite communiquer, et autorise l'appelant à le contacter.
 - Etablissement et suivi de l'appel, avertit les parties appelant et appelé de la demande d'ouverture de session, gestion du transfert et de la fermeture des appels.
 - Gestion de fonctions évoluées : cryptage, retour d'erreurs, ...
 - Compatible avec le multicast, via une unité de contrôle M.C.U (Multipoint Control Unit)

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

99

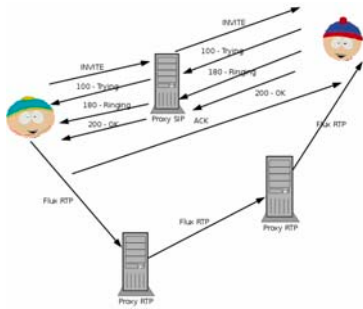
11 Voix sur Ip: Les requêtes SIP

- REGISTER : Enregistrement de localisation
- INVITE : Initier/Modifier une session
- ACK : Accusé de réception
- CANCEL : Annulation d'un INVITE en cours
- BYE : Finir une session
- OPTIONS : options proposées
- MESSAGE : Messagerie instantanée

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

100

11 Voix sur Ip: Les requêtes SIP+RTP (Real Time Protocol)



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

101

11 Le paquet IP V6

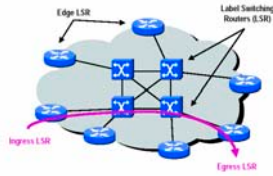


Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

102

11 Avenir de TCP/IP: Mpls et QoS

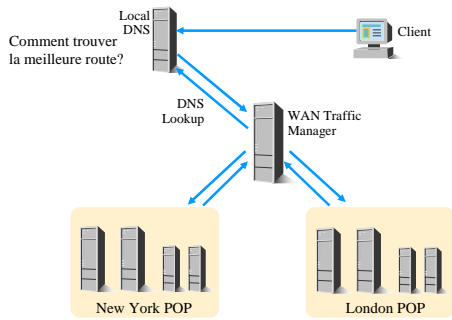
- Gestion des priorités et de la qualité de service:
 - Diffserv: Differentiated Services RFC 2475
- Création de réseaux virtuels privés:
 - MPLS: Multiple Label Switching



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

103

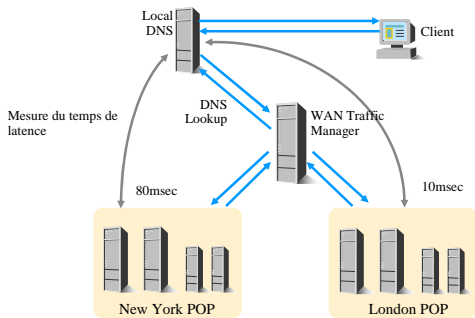
11 Avenir de TCP/IP: QoS



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

104

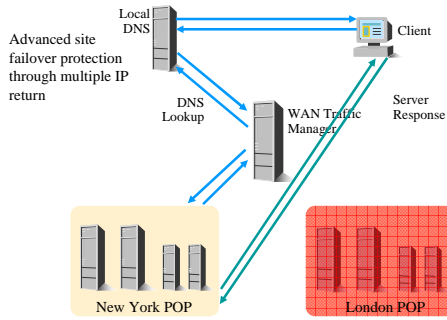
11 Avenir de TCP/IP: QoS



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

105

11 Avenir de TCP/IP: QoS



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

106

12 Conclusion

- TCP/IP est l'un des plus vieux protocoles routés et pourtant il a détrôné des protocoles plus performants ou mieux construits
- Il a été à la base de la révolution d'Internet et de l'informatique familiale mais aussi des intranets et des réseaux d'entreprises

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

107

Bibliographie

- Birksen: Conception d'interreseaux Cisco Cisco Press:
- O. Cherkaoui, La téléinformatique, Chenelière/McGraw-Hill 1998.
- Darren L. Spohn, Data Network Design, McGraw -Hill.
- A.S. TANENBAUM, Computer Networks, 3e édition, Prentice-Hall, 1996.
- M. BOISSEAU, M. DEMANGE & J. M. MANIER, Réseaux ATM, Eyrolles, 1994.
- D.E. COMER & D.L. STEVENS, Interworking with TCP/IP, vol. 1, vol. 2, 2e édition, Prentice-Hall, 1994.
- S. HUSSBAUMER, Téléinformatique, volumes 1-4, Presse Polytechnique Romane, 1987-1992.
- Jean Luc MONTAGNIER, Réseaux d'entreprise par la pratique. Eyrolles édition 2 2004
- L. TOUTAIN, Techniques de réseaux locaux sur Unix, Hermès, 1994.
- D.L. STEVENS, TCP/IP Illustrated vol 1., Addison- Wesley, 1994
- D. L. STEVENS, Unix Network Programming, Prentice-Hall, 1990.

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

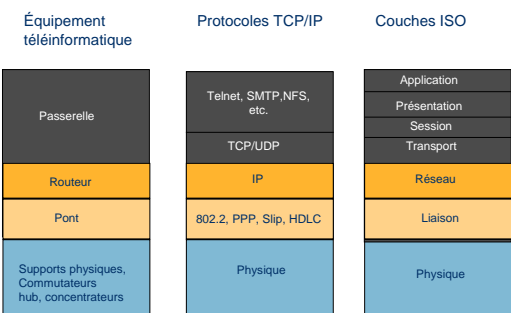
108

Annexes

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

109

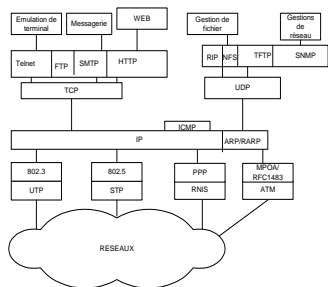
Répartition des couches IP



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

110

Répartition des couches IP



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

111

Liste des RFC TCP/IP classée par couches

- **Couche Réseau**
 - IP (RFC 792) : Internet Protocol
 - ICMP (RFC 792) : Internet Control Message Protocol
- **Couche Transport**
 - UDP (RFC 768) : User Datagram Protocol
 - TCP (RFC 793) : Transmission Control Protocol
- **Administration de routage**
 - ARP : Address Resolution Protocol
 - RARP : Reverse ARP
 - IGP: Internal Gateway Protocol.
 - Ex: RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Short Path First)
 - EGP: External Gateway Protocol.
 - Ex: BGP (Border Gateway Protocol)

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

112

Liste des RFC TCP/IP classée par couches

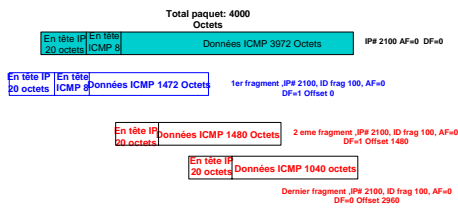
- **Couches Sessions, Présentation et Application**
 - TELNET: TELEcommunication NETWORK (couches 5, 6, 7)
 - XDR : eXternal Data Representation (couche 6)
 - SMTP : Simple Mail Transfer Protocol
 - DNS : Domain Name Service (couche 7)
 - FTP : File Transfer Protocol (couches 5, 6, 7)
 - SNMP : Simple Network Management Protocol (couches 5, 6, 7)
 - RPC : Remote Procedure Call (couches 5, 6, 7)
 - NFS : Network File System

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

113

Exemple defragmentation

- **Exemple de Fragmentation:** Soit un paquet ICMP de 4000 octets et un MTU de 1500 octets.



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

114

Protocoles ARP et RARP: Syntaxe Commande ARP

■ arp [-a [Adrinet] [-N Adriface]] [-N Adriface] [-d Adrinet [Adriface]] [-s Adrinet AdrEther [Adriface]]

-a [Adrinet] [-N Adriface]

Affiche les tables en cours du cache ARP de toutes les interfaces.
 Pour afficher l'entrée du cache ARP d'une adresse IP spécifique, utilisez la syntaxe arp -a en affectant au paramètre Adrinet une adresse IP.
 Pour afficher la table du cache ARP d'une interface spécifique, utilisez la syntaxe -N Adriface en affectant au paramètre Adriface l'adresse IP attribuée à l'interface.

-d Adrinet [Adriface]

Supprime une entrée correspondant à une adresse IP spécifique, représentée par Adrinet.
 Pour supprimer une entrée dans une table correspondant à une interface spécifique, utilisez le paramètre Adriface, en lui affectant l'adresse IP attribuée à l'interface. Pour supprimer toutes les entrées, utilisez le caractère générique astérisque (*) à la place de Adriface.

-s Adrinet AdrEther [Adriface]

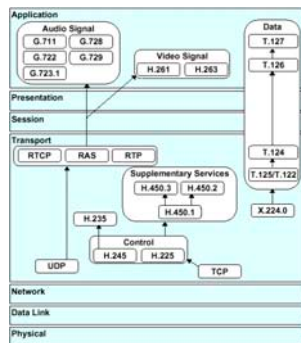
Ajoute dans le cache ARP une entrée statique qui résout l'adresse IP Adrinet en l'adresse Physique AdrEther. Pour ajouter une entrée statique du cache ARP dans la table d'une interface spécifique, utilisez le paramètre Adriface en lui affectant une adresse IP attribuée à l'interface.

-? Affiche de l'aide à l'invite de commandes.

Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

115

Voix sur Ip: La pile de protocole H323



Tous droits réservés 1997-2007 Philippe Gros

116
