

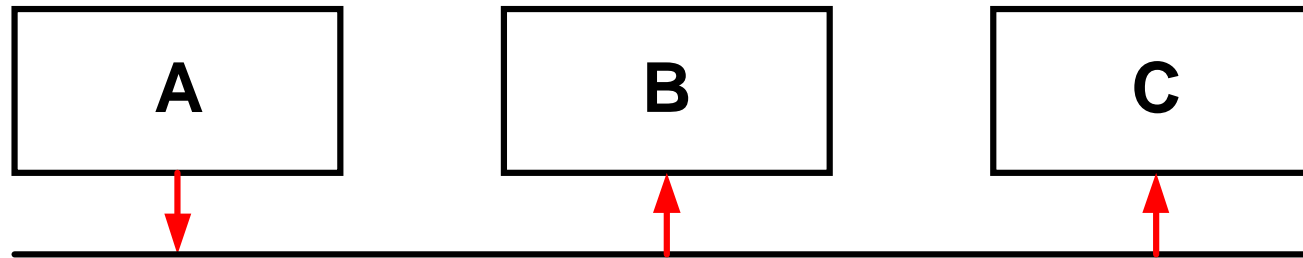
**INTRODUCTION AUX RESEAUX
INFORMATIQUES
PROTOCOLES (partie 1)**

13 décembre 2007

Gérald Litzistorf

- **Ethernet → slides 3-10**
- **Internet Protocol (IP) → slides 11-16**
- **Address Resolution Protocol (ARP) → slides 17-21**
- **Ping & Internet Control Message Protocol (ICMP)
→ slides 22-24**
- **User Datagram Protocol (UDP) → slides 25-26**
- **Labo → slide 27**
- **Principales RFCs, livre & URL → slide 28**

- Plusieurs ordinateurs (A, B, C, ...) communiquent via **un seul support de transmission** (câble coaxial)



- **Multipoint** géré par la méthode d'accès **CSMA/CD**
- L'échange s'effectue avec des blocs d'information synchrones, appelés **trames**, transmis à **10 Mbit/s**



- Chaque trame est **diffusée** sur le réseau et est donc visible par tous les ordinateurs

Ethernet fait partie des réseaux à diffusion

- Chaque nœud *ethernet* (ordinateur) possède une **adresse unique (6 octets)** appelée également **adresse physique** ou *Unicast*

Adresse de mon PC

00 A0 C9 DB 73 E0

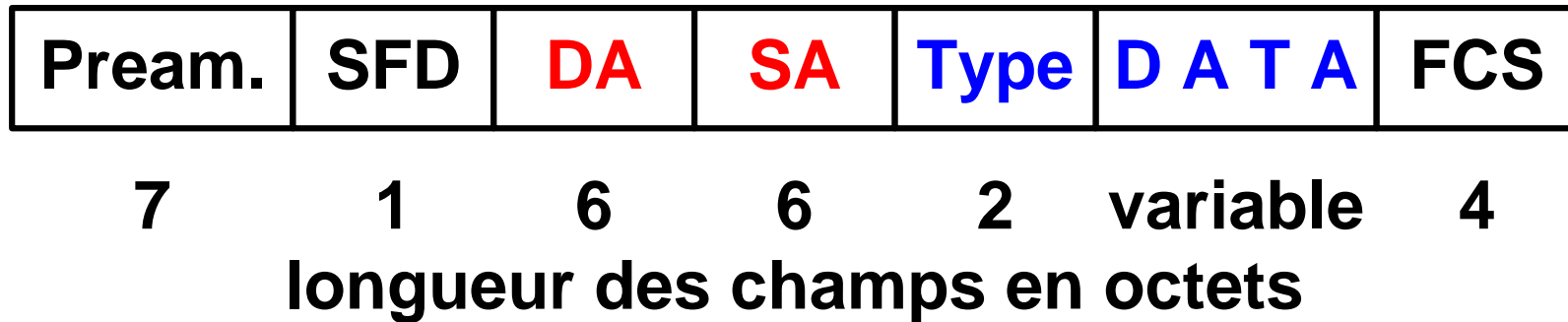
Chaque fabricant

00 A0 C9 XX XX XX HP

gère son espace

00 60 B0 XX XX XX HP

08 00 20 XX XX XX SUN



Chaque trame contient :

- Un champ **Destination Address**

Une adresse particulière **FF FF FF FF FF FF**, **broadcast address**, permet de diffuser la trame à tous les nœuds du réseau → protocole ARP

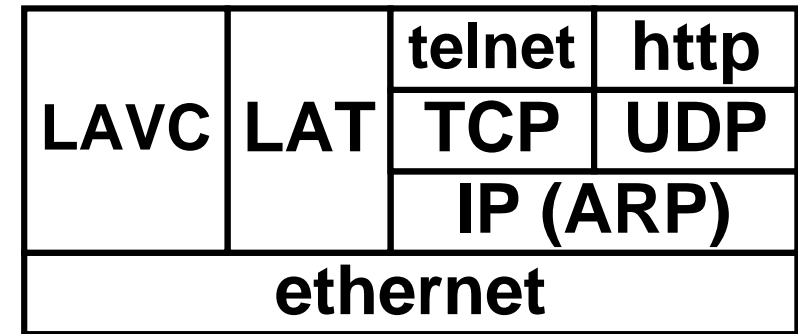
- Un champ **Source Address**
- Un champ **Type** qui indique le protocole de couche supérieur
- Un champ **DATA** contenant les données utiles (*payload*)

Longueur limitée à 1500 octets

CSMA/CD : **C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess with **C**ollision **D**etect

- **Multiple Access** Configuration **multipoint** ou **bus**
- **Carrier Sense** Chaque nœud doit détecter si le **support est libre**
Listen before talking - écouter avant de parler
- **Collision Detect** Les **collisions** sont détectées par les nœuds en train d'émettre
Comparaison du signal émis avec celui reçu

- Cette figure illustre l'empilement des couches de protocole présent sur un serveur Alpha



- Quelques valeurs du champ **Type**

0800 IP *Internet Protocol*

0806 ARP *Address Resolution Protocol*

6003 *DECNET Phase IV*

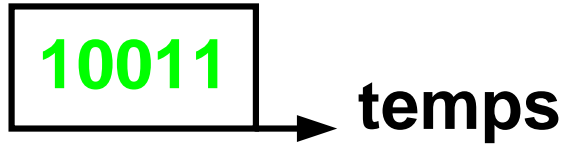
6004 LAT *DEC Local Area Transport*

utilisé par les serveurs de terminaux

6007 LAVC *DEC Local Area VAX Cluster*



- Message



- Diviseur 101 x^2+1 Polynôme de degré 2

- Génération du CRC
Division modulo 2

$$1001100 : 101$$

$$101$$

$$111$$

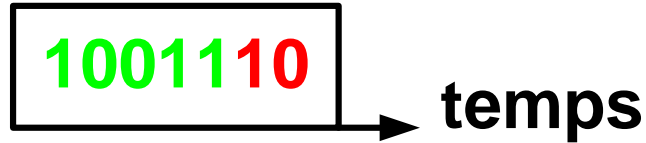
$$101$$

$$100$$

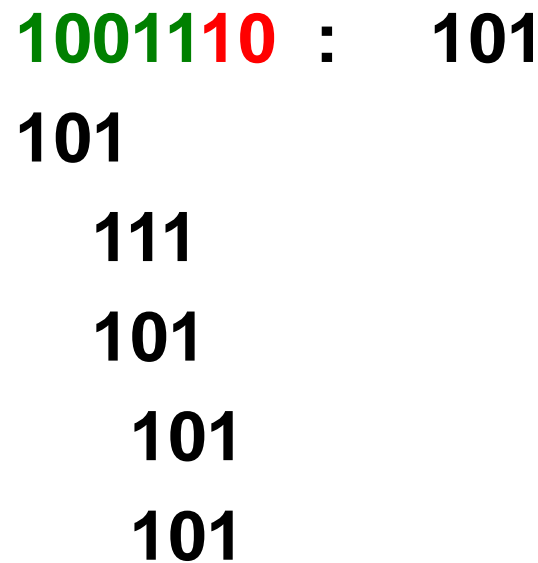
$$101$$

$$\text{Reste} = 10$$

- Données transmises

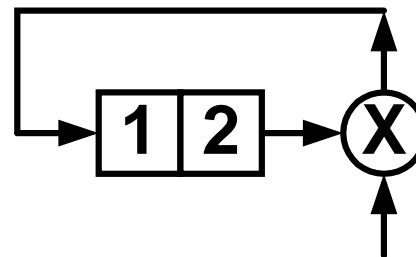


- Contrôle à la réception
Division modulo 2



Reste = 0 → CRC ok !

- Implémentation de x^2+1 :

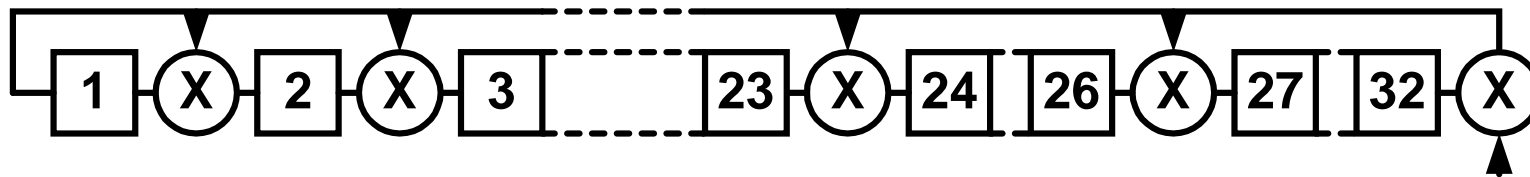


Xor - Shift

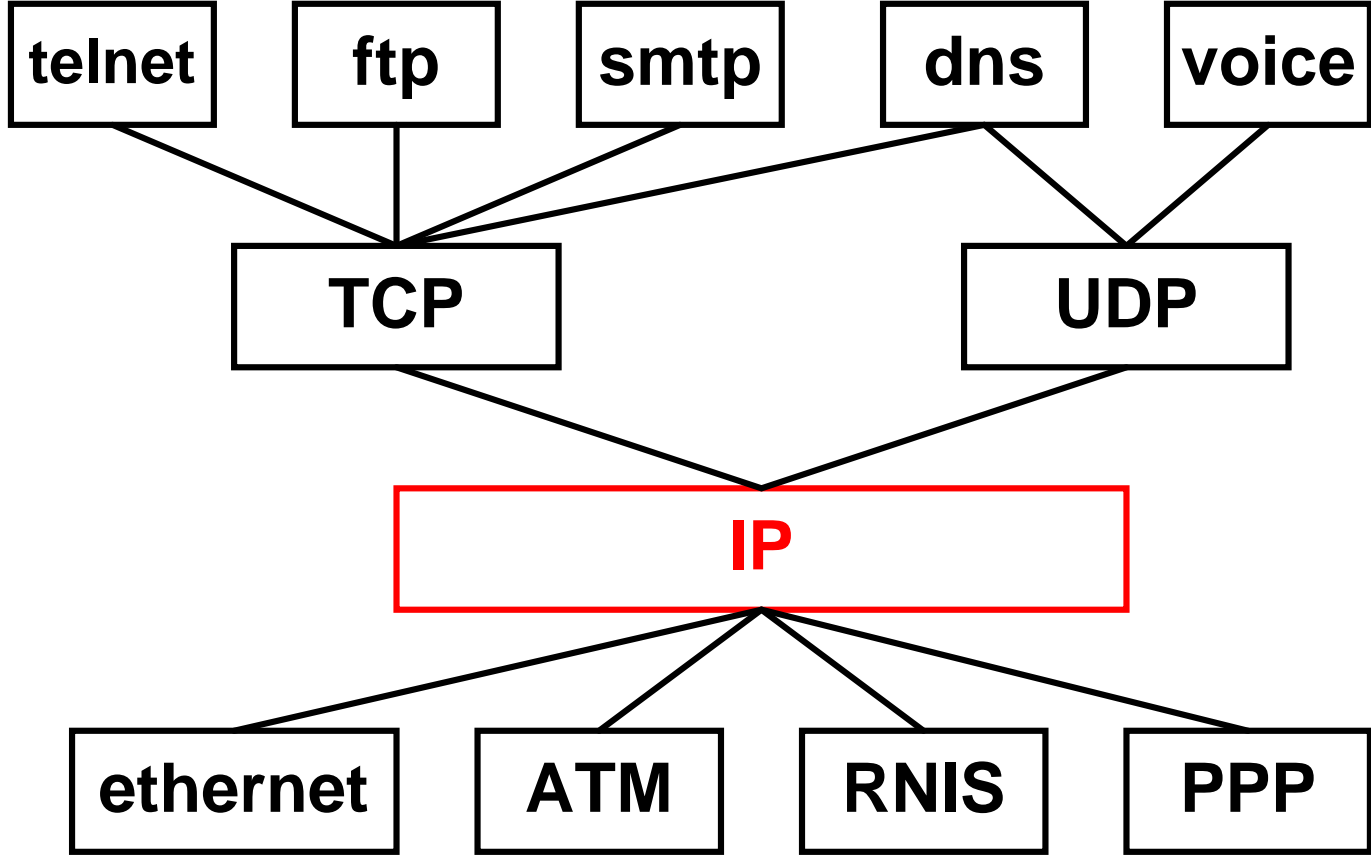


- Le champ **FCS (Frame Check Sequence)** contient 32 bit supplémentaires (redondants) calculés selon le code cyclique redondant (CRC) suivant :

$$x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$



32 flip-flops + 14 portes XOR



Adresse **unique** au niveau mondial

- Adresse de classe A
1.H.H.H - 127.H.H.H
 2^{24} hosts per network
- Adresse de classe B
128.N.H.H – 191.N.H.H
 2^{16} hosts per network
- Adresse de classe C
192.N.N.H – 223.N.N.H
 2^8 hosts per network
- Adresse de classe D
multicasting

IP:

Version = 4, Header Length = 20 Bytes

Type of Service = 0:

Total IP length: 60

ID: 0x0509

Fragment = 0

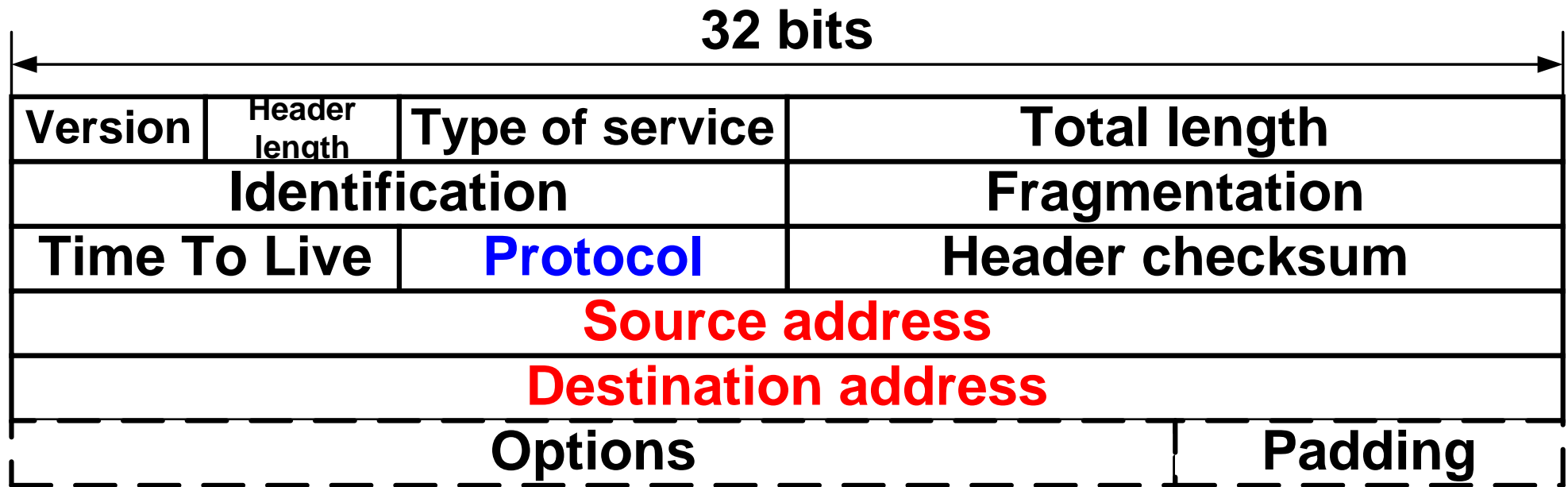
Time to live: 128

PROTOCOL: 1 = ICMP

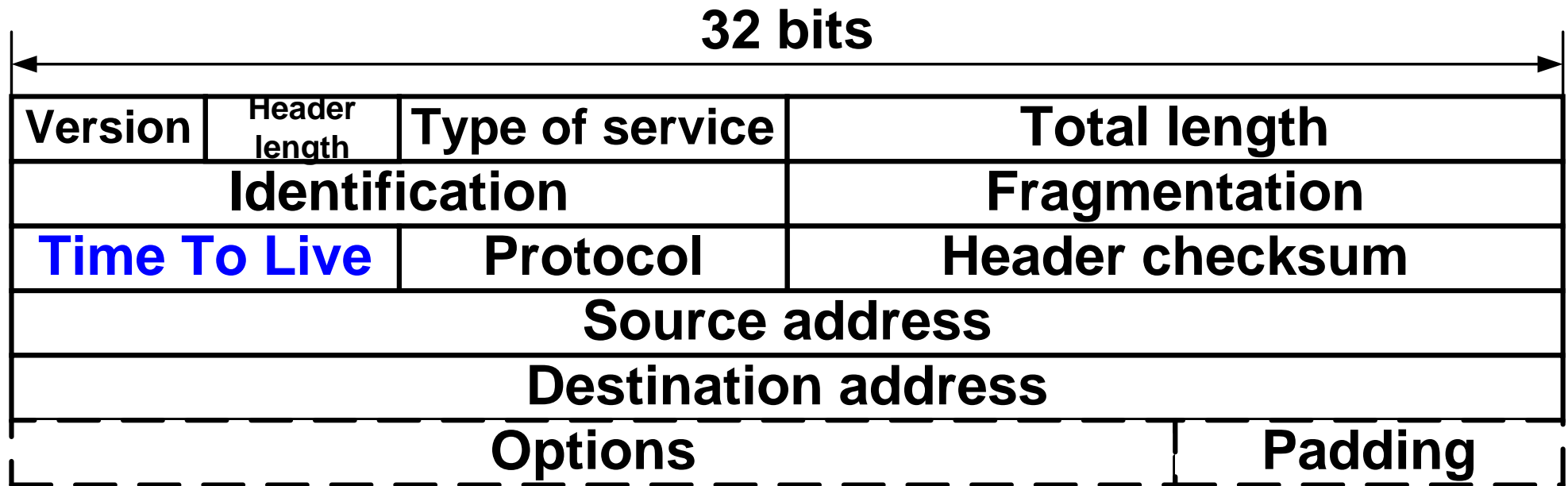
Header checksum: 0xEFF1 (Good)

IP Address Source = 10.1.2.1

IP Address Destination = 129.194.184.2

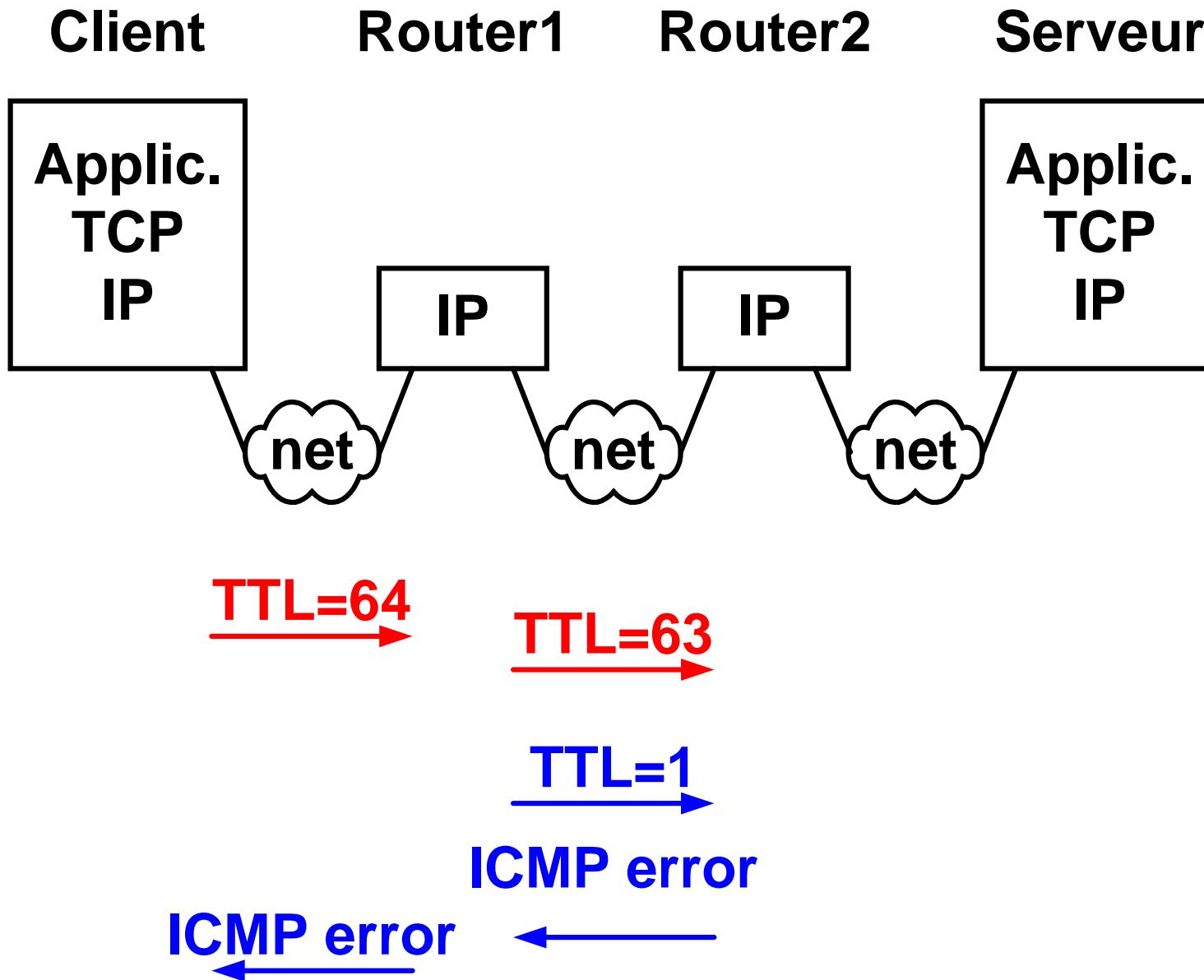


- Chaque datagramme IP contient **l'adresse source** (32 bits) et **l'adresse destination** (32 bits)
- Le champ **Protocol** identifie le protocole de couche supérieure (TCP : 6, UDP : 17, ICMP : 1, ...)

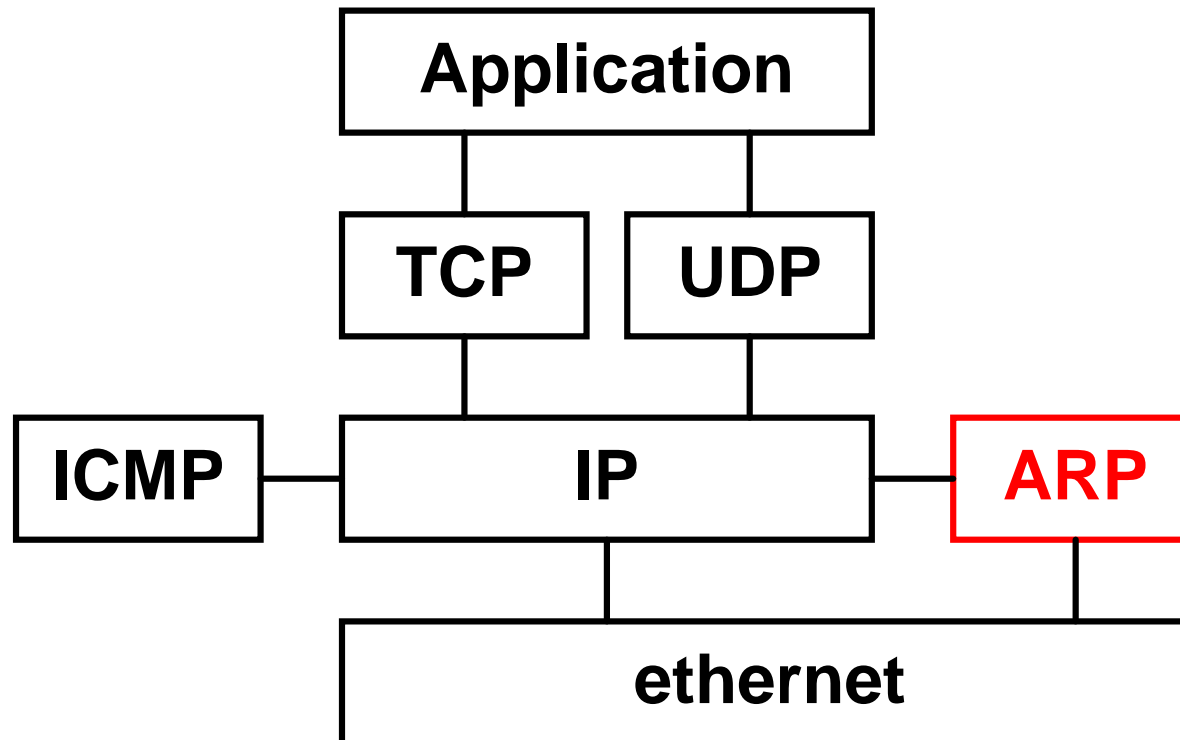


- **TTL** (*time to live*) donne une limite supérieure au nombre de routeurs qu'un datagramme peut traverser
- Limite ainsi la durée de vie du datagramme

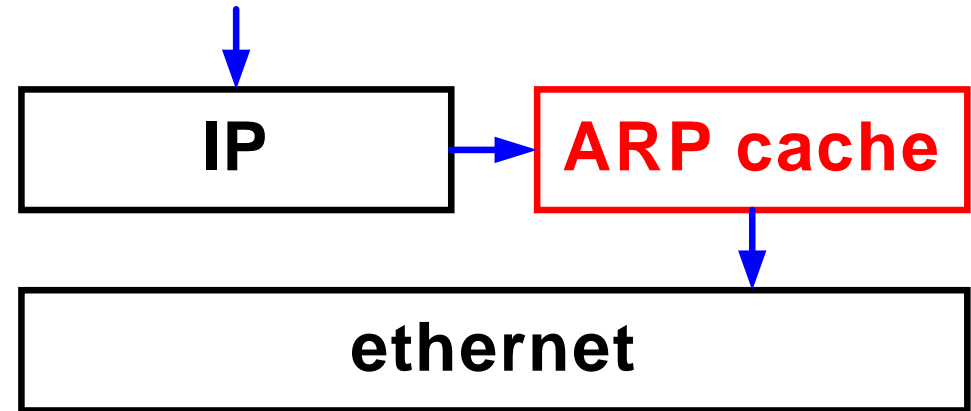
Time To Live (TTL)



- Le protocole ARP (*Address Resolution Protocol*) gère la relation entre **adresse logique (IP)** et **adresse physique (ethernet)** :



1 Couche IP reçoit une requête d'une des interfaces supérieures



2 Adr. *ethernet* correspondante présente dans le cache ?

Si non

Requête ARP

vers toutes les stations (diffusion)

ARP request →

Réponse de la station

Mise à jour du cache

← **ARP response**

3 Envoyer la trame

Ethernet :

Destination Address:	FF:FF:FF:FF:FF:FF
Source Address:	00:D0:59:A1:42:02
Type:	0x0806 ARP

Address Resolution Protocol

...

Operation: 1 (ARP Request)

Source Hardware address:	00:D0:59:A1:42:02
Source IP address:	10.1.2.1
Destination Hardware address:	00:00:00:00:00:00
Destination IP address:	10.1.1.10

Ethernet :

Destination Address: 00:D0:59:A1:42:02

Source Address: 00:04:76:9C:7C:76

Type: 0x0806 ARP

Address Resolution Protocol

...

Operation: 2 (ARP Response)

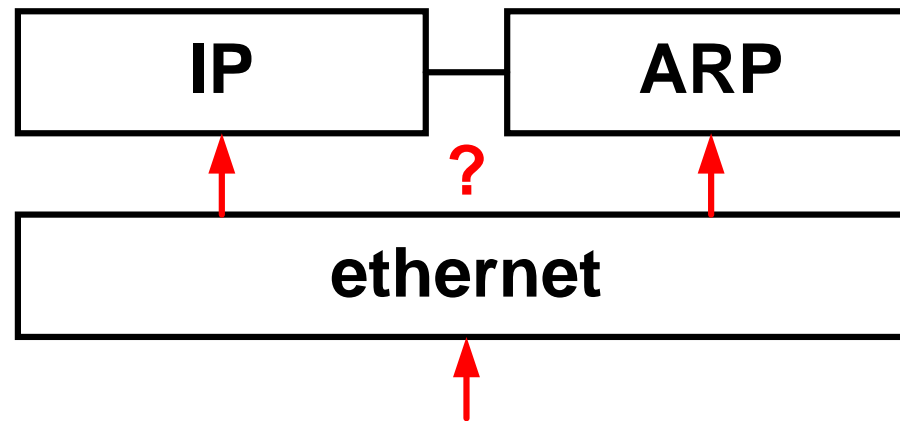
Source Hardware address: 00:04:76:9C:7C:76

Source IP address: 10.1.1.10

Destination Hardware address: 00:D0:59:A1:42:02

Destination IP address: 10.1.2.1

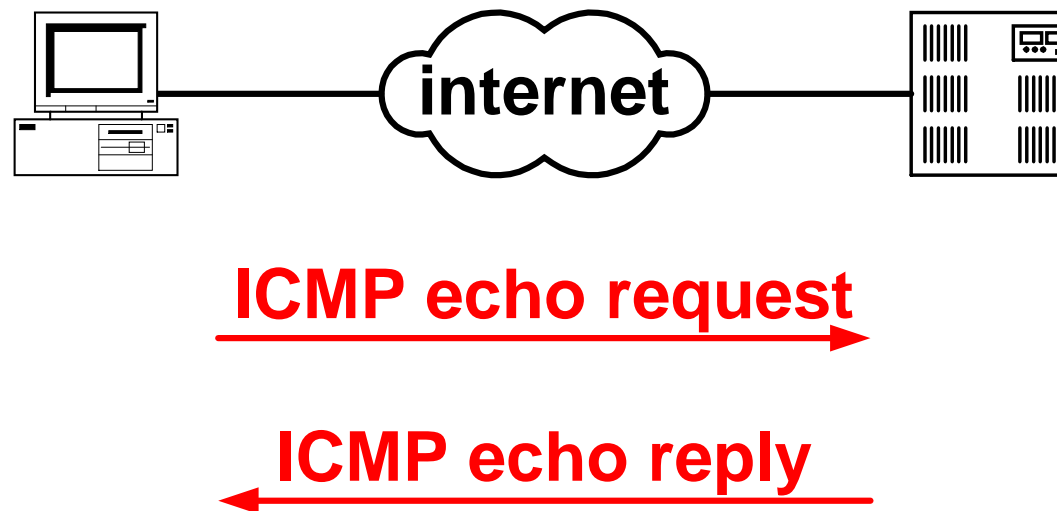
- Comment la couche ethernet fait pour envoyer sur le bon chemin (IP ou ARP) chaque trame reçue ?



- Pourquoi certains ordinateurs (Solaris, W2k, Linux, ...) effectuent une requête ARP de leur propre adresse IP lors du *boot* ?

- Cette application permet de vérifier que la communication avec une autre machine est possible

`ping ftp.luth.se`



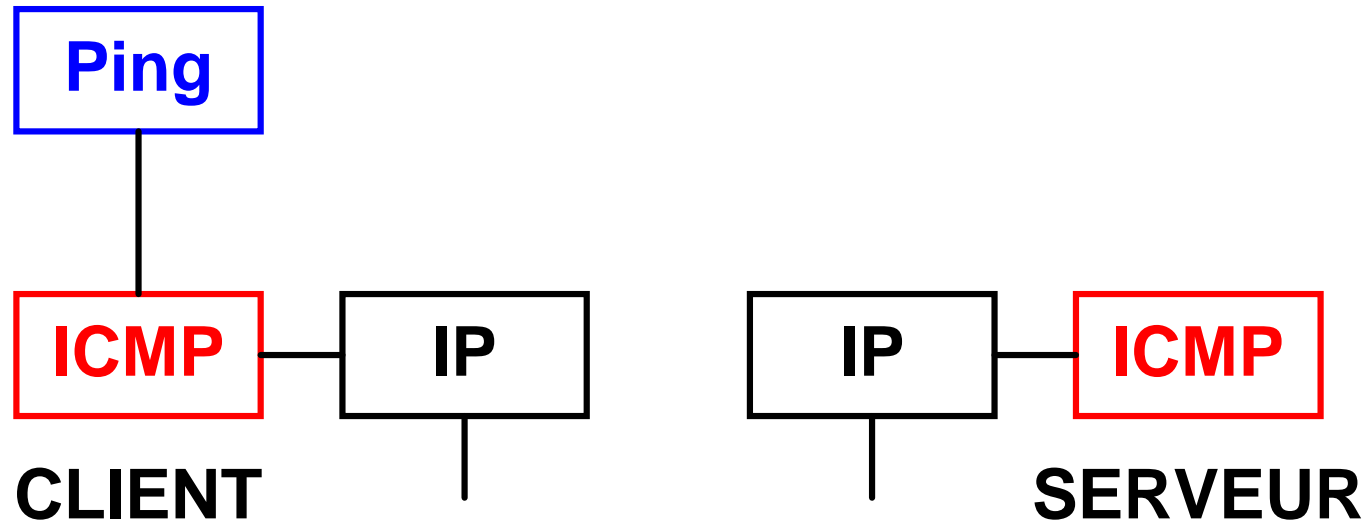
- *Internet Control Message Protocol (ICMP)*

Commande Ping Host **130.240.16.39 (ftp.luth.se)**
Number : 4
Timeout : 15 [s]
Delay : 1000 [ms]
Packet Size : 700 [byte]

Mesure du temps aller et retour (RTT : *Round-Trip Time*)

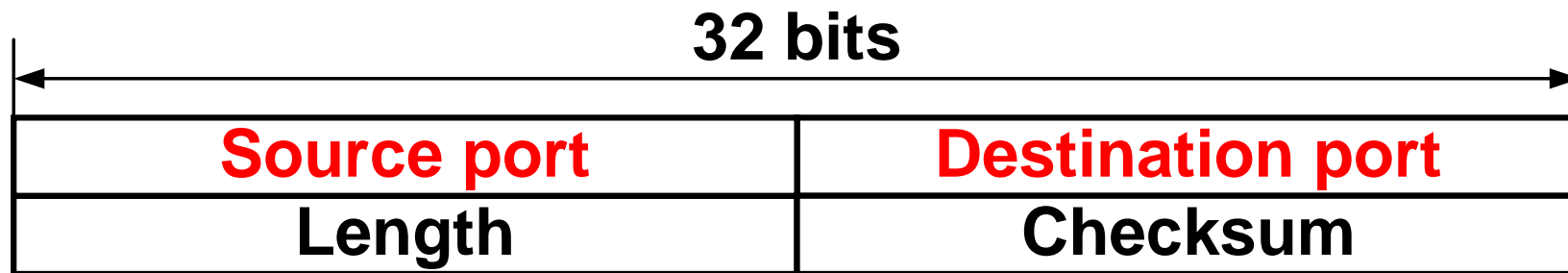
#	Address	Response Time
1	130.240.16.39	221 ms
2	130.240.16.39	147 ms
3	130.240.16.39	204 ms
4	130.240.16.39	112 ms

Statistics: Out 4, in 4, loss 0%
times (min/avg/max) 112/171/221



- La plupart des implémentations de TCP/IP supporte le serveur ICMP directement dans le noyau

- UDP est un protocole simple **orienté datagramme**
Il fait ainsi partie des protocoles **sans connexion**
A l'inverse de TCP, il n'offre **aucune garantie de fiabilité**
- Champs de l'en-tête UDP :



- UDP utilise les mêmes valeurs de ports que TCP

User Datagram Protocol:

Source port: 1311
Destination port: 53 DNS
UDP length: 40
Checksum: 0xEFD5 (Good)

User Datagram Protocol:

Source port: 53 DNS
Destination port: 1311
UDP length: 115
Checksum: 0xD12C (Good)

ARP	826	DHCP	1531
DNS	1034, 1035	ICMP	792
FTP	959	HTTP	2616
IP	791, 919, 922, 950	SMTP	821, 822
TCP	793	TELNET	854, 855
UDP	768	IP over ethernet	894
Assigned numbers	1700		

- **TCP/IP – Student Edition – Campus Press**
Karanjit S. Siyan (37.- chez Ellipse)
- **Analyseur Wireshark (ethereal)** <http://www.wireshark.org/>