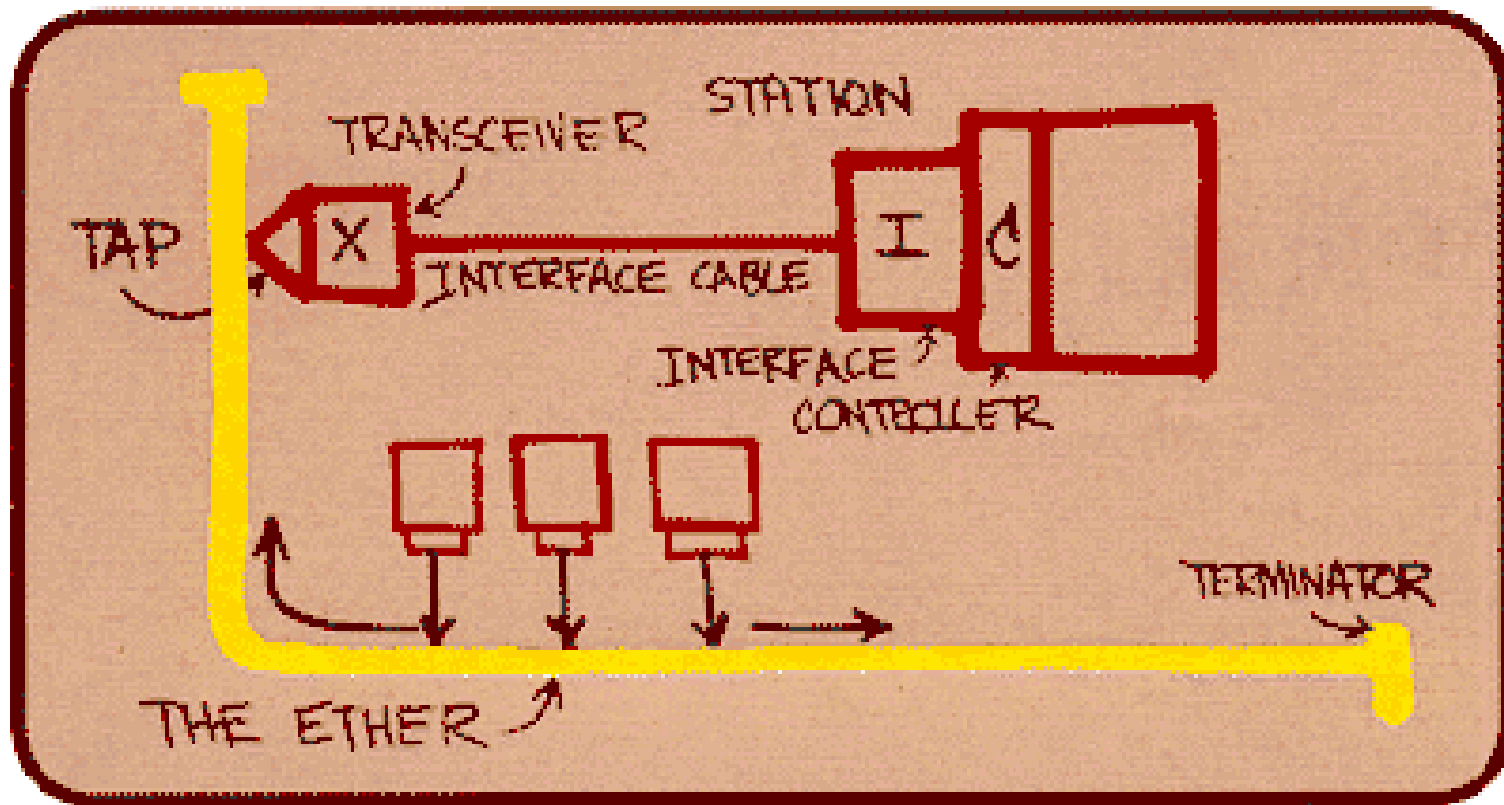
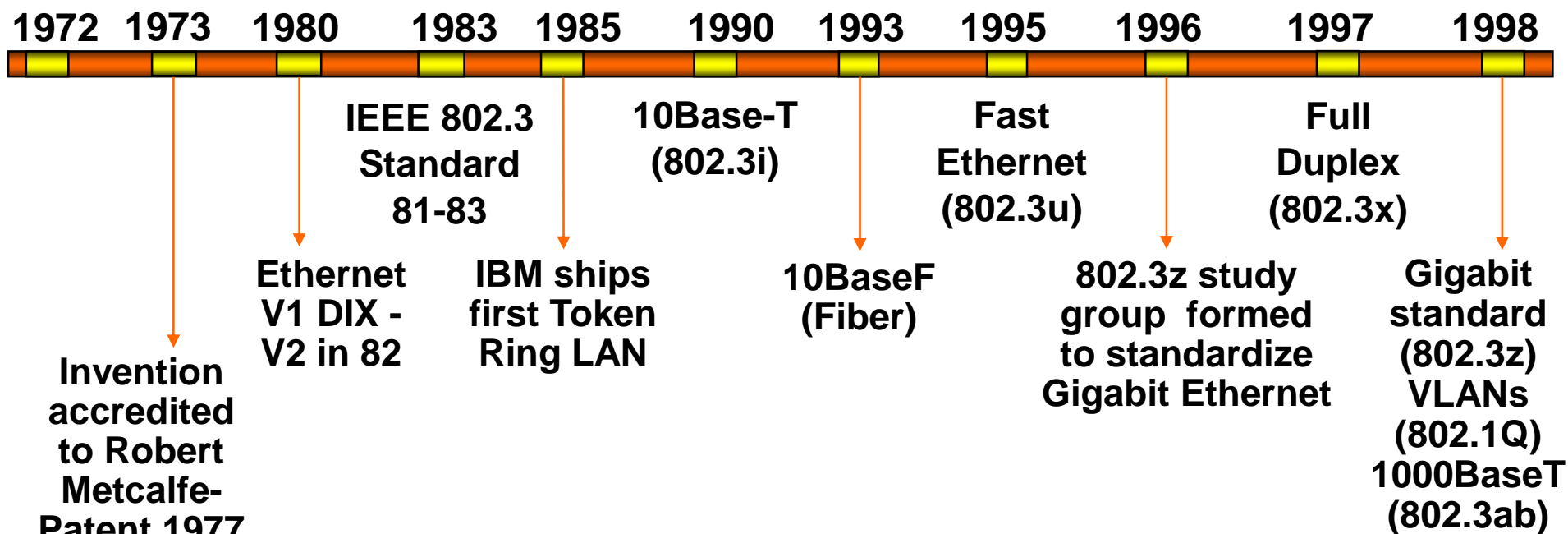


RXAN

proposé par Eric Gaillard - 2019



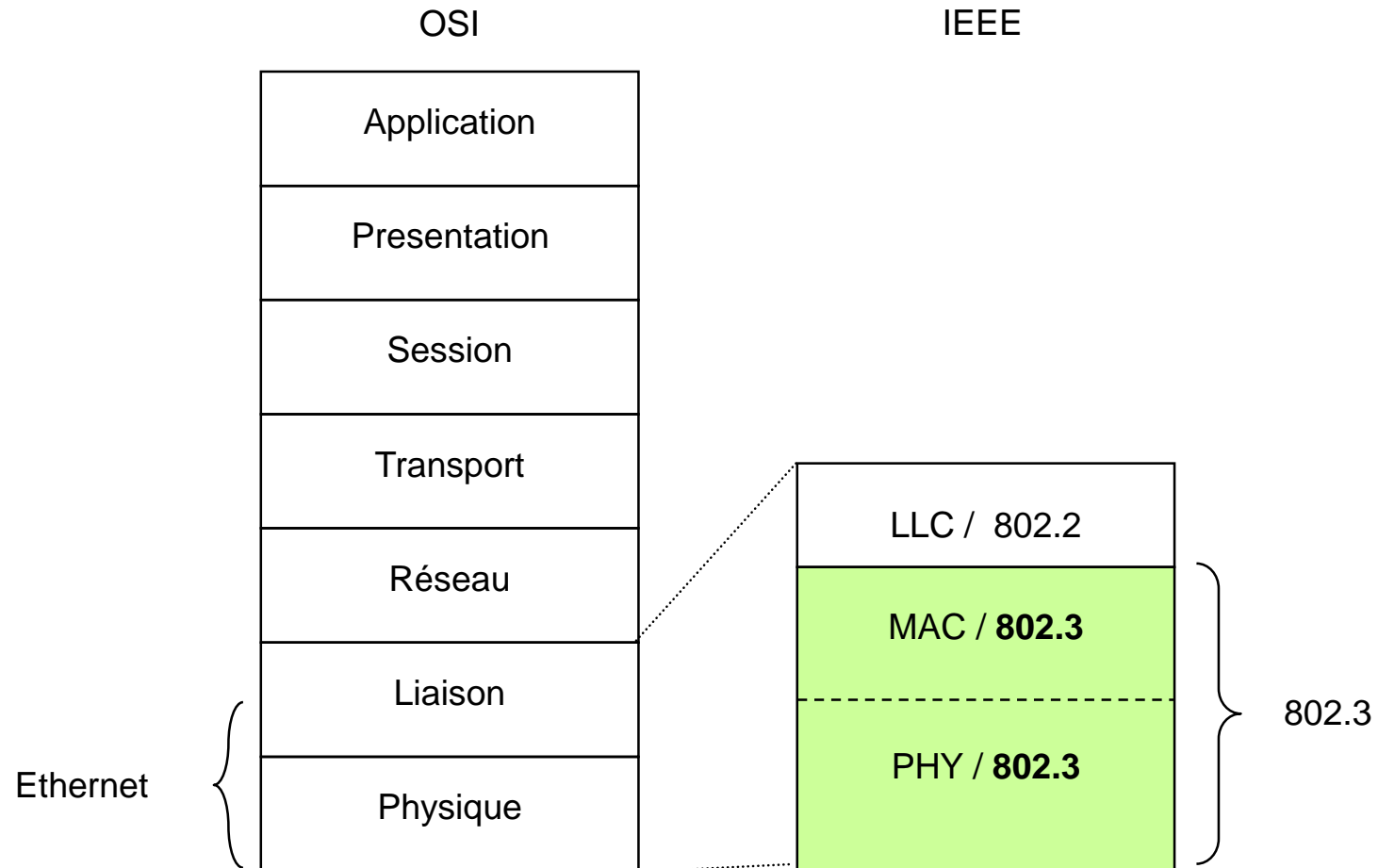
Ethernet Evolution



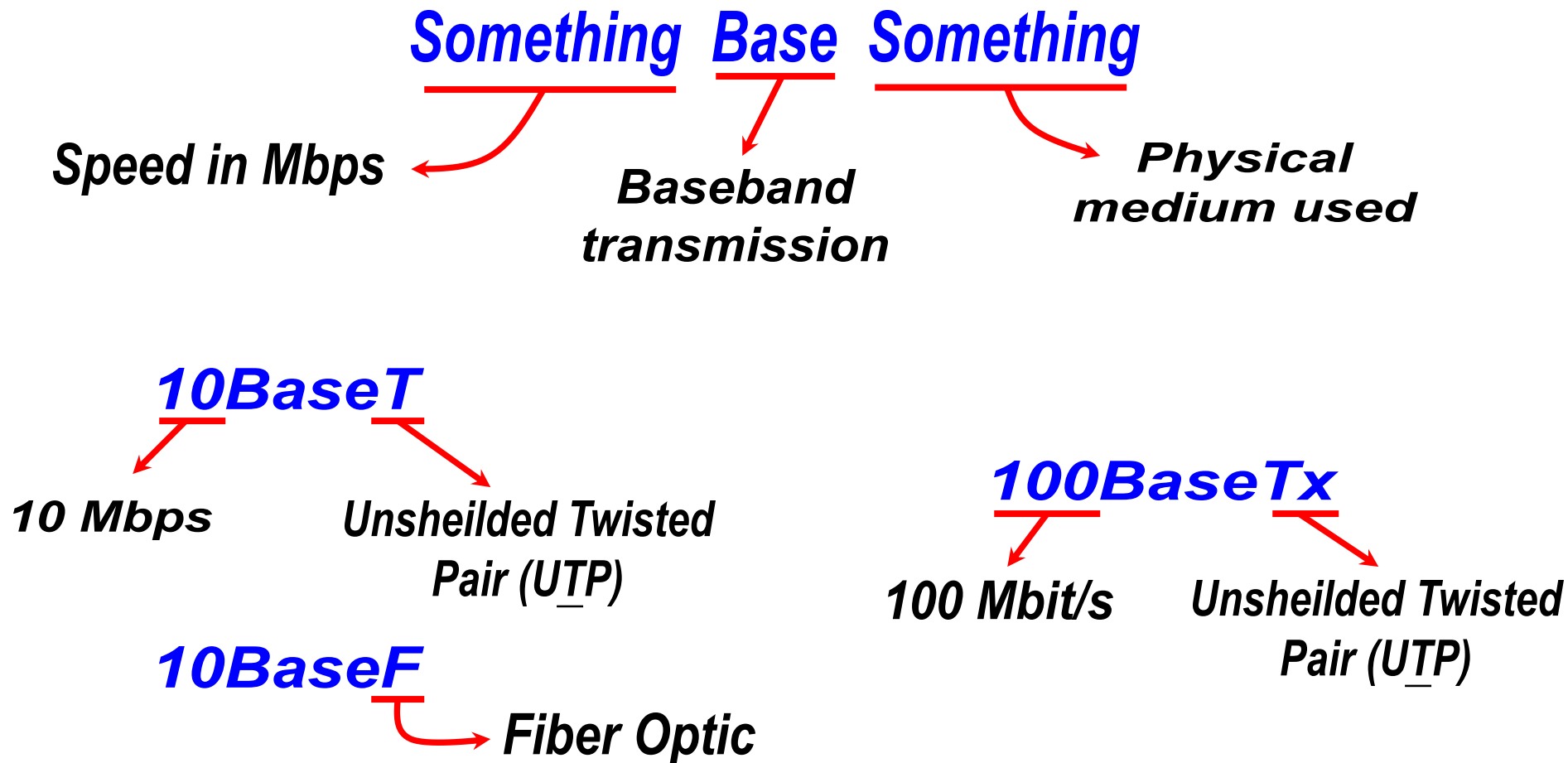
● Ethernet Design Goals

- Simplicity
- Efficient use of shared resources
- Ease of reconfiguration and maintenance
- Compatibility
- Low cost

Ethernet and the OSI / IEEE models

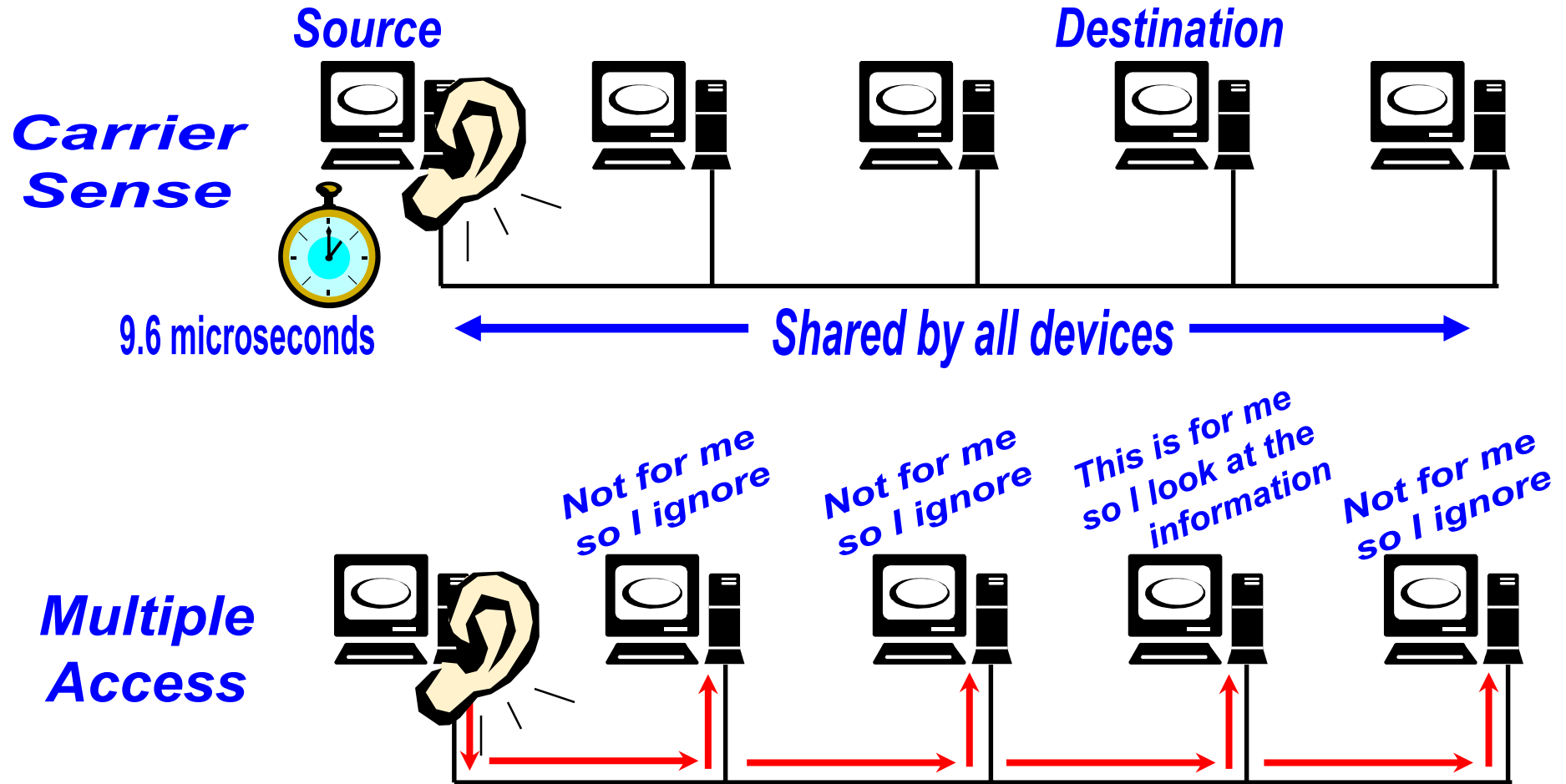


Ethernet Naming Conventions

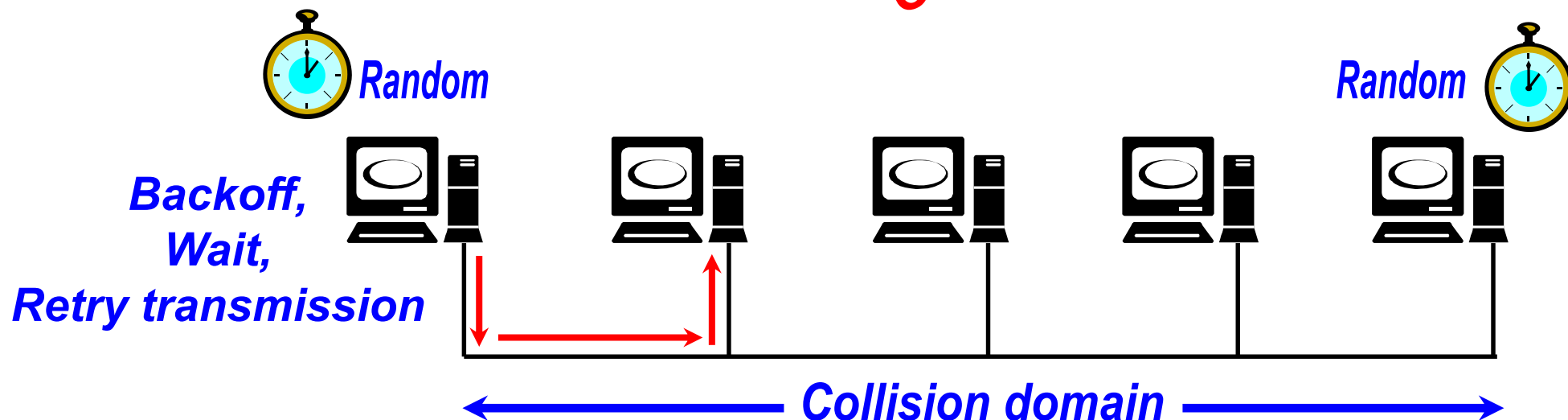
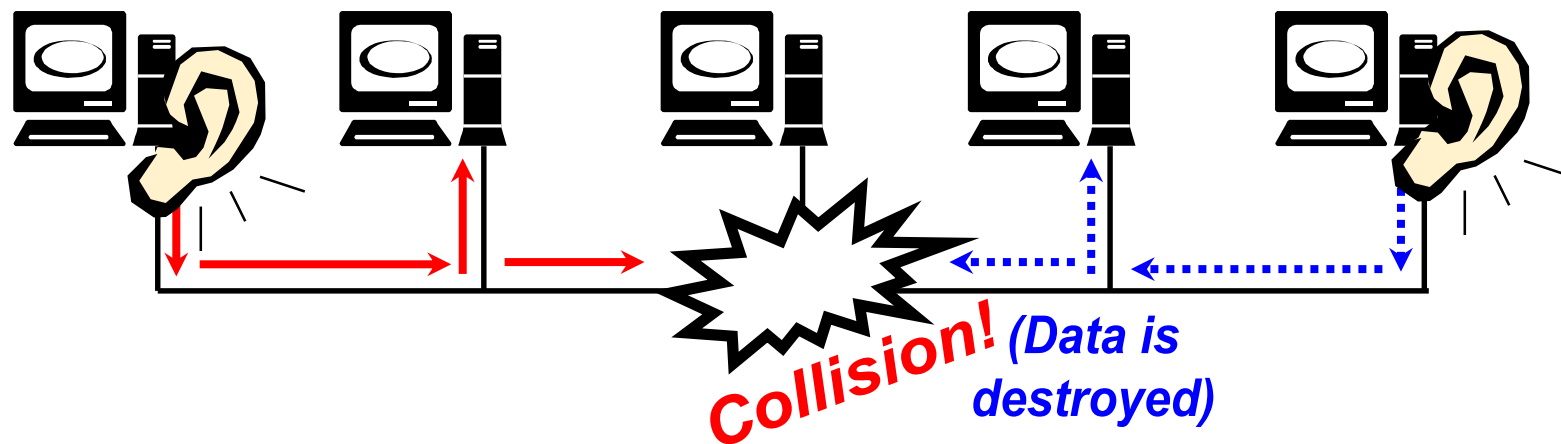


Ethernet Principle – CSMA/CD

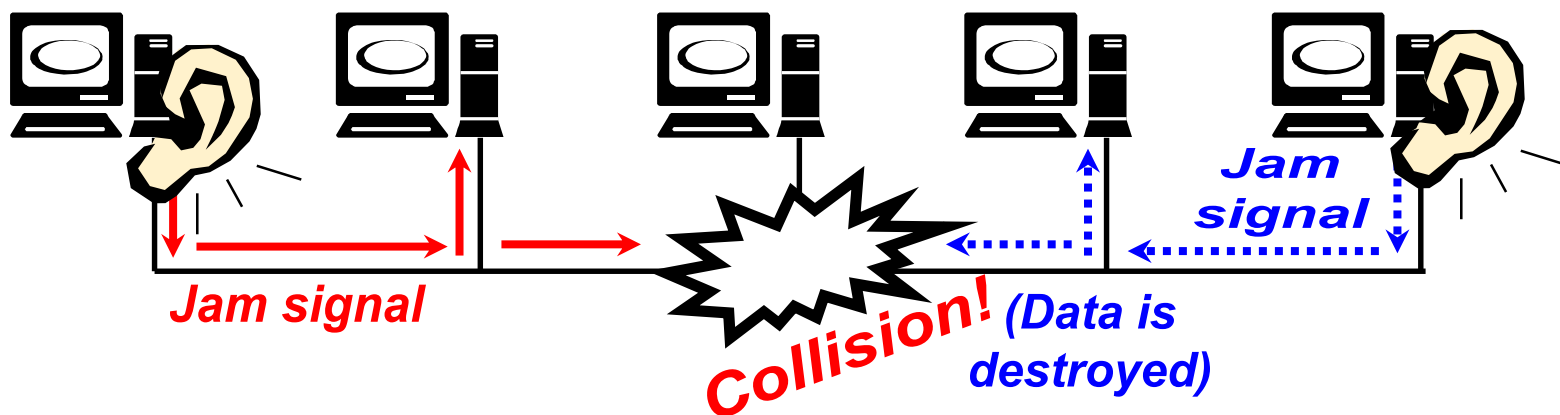
- **Carrier Sense (Is someone already talking?)**
- **Multiple Access (I hear what you hear!)**
- **Collision Detection (Hey, we're both talking!)**
- **1. If the medium is idle, transmit anytime.**
- **2. If the medium is busy, wait and transmit right after.**
- **3. If a collision occurs, backoff for a random period, then go back to 1.**



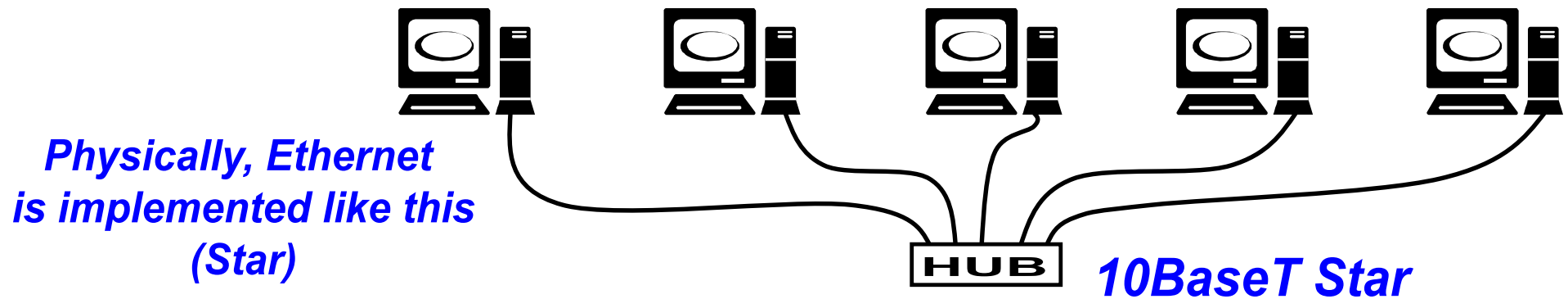
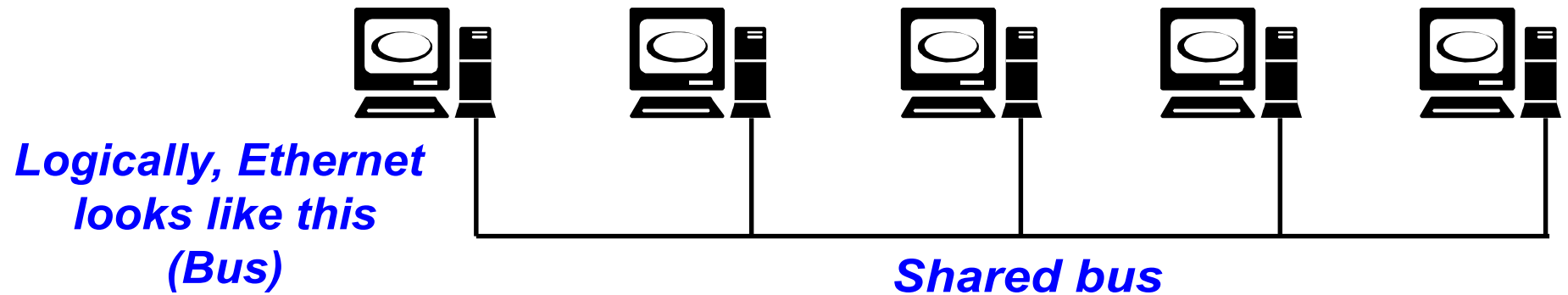
Collision Detection



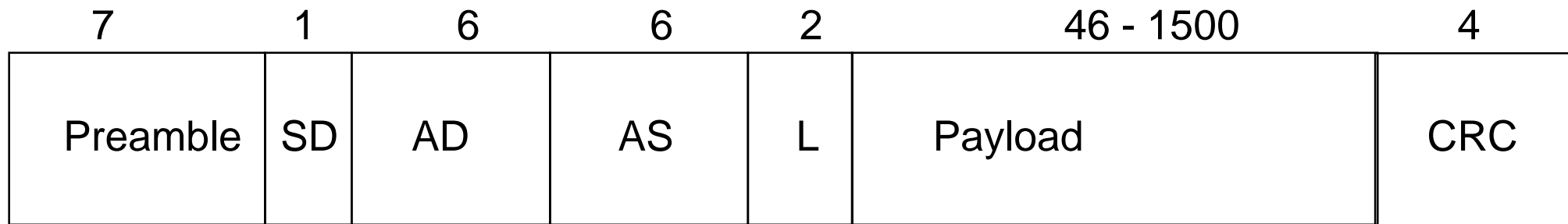
Ethernet Collisions – More Detail



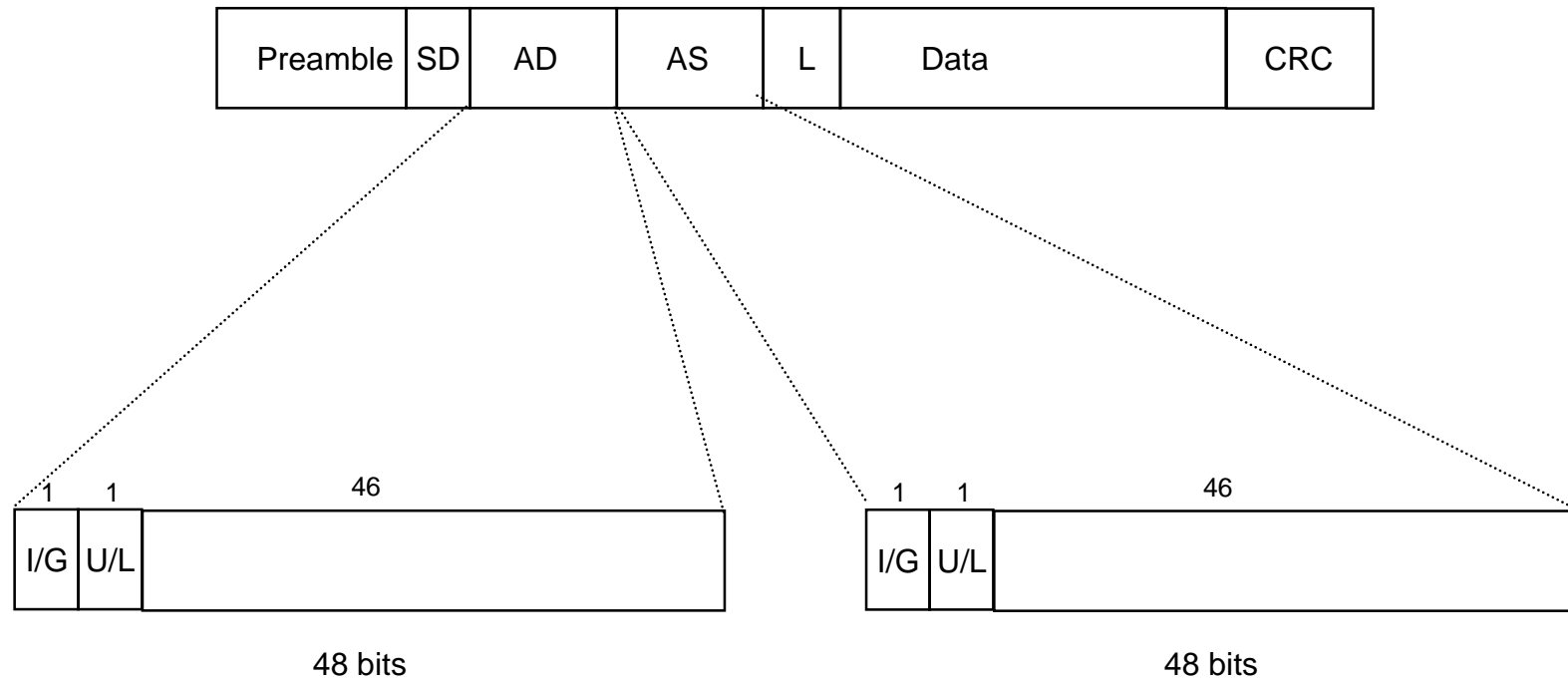
- The adapters have to hear the collision while they are still transmitting
- They then transmit a 32-bit jam signal
- They wait a random time before retransmission
- If there are repeated collisions the adapter tries again, up to a maximum of 16 times
 - Uses “truncated binary exponential backoff” algorithm



Format of the IEEE 802.3 frame



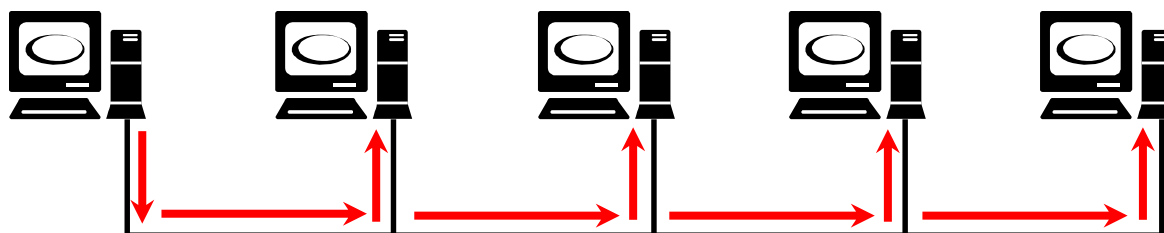
Ethernet or MAC addresses



Ethernet addresses : Broadcasts

- Ethernet inherently supports broadcasts
- Broadcast mechanism is used frequently
 - Example ARP – Address Resolution Protocol
- A Broadcast Domain is all devices that will see a broadcast frame

*Broadcast frame: uses
FF:FF:FF:FF:FF:FF address*

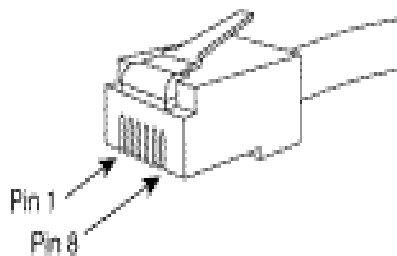
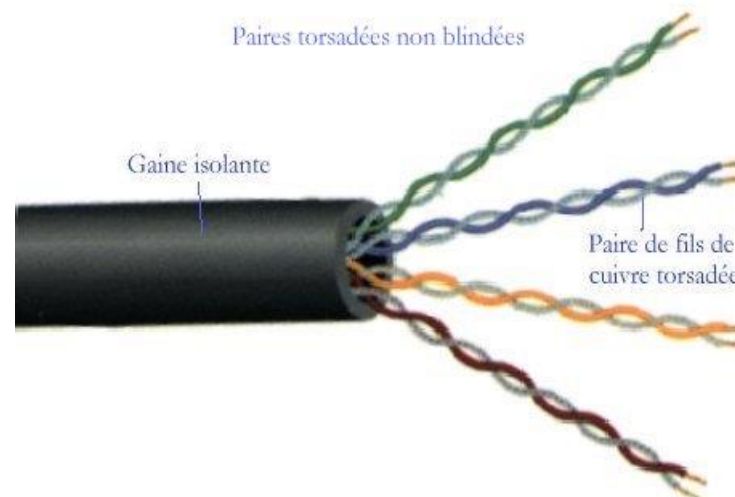


Ethernet implementations

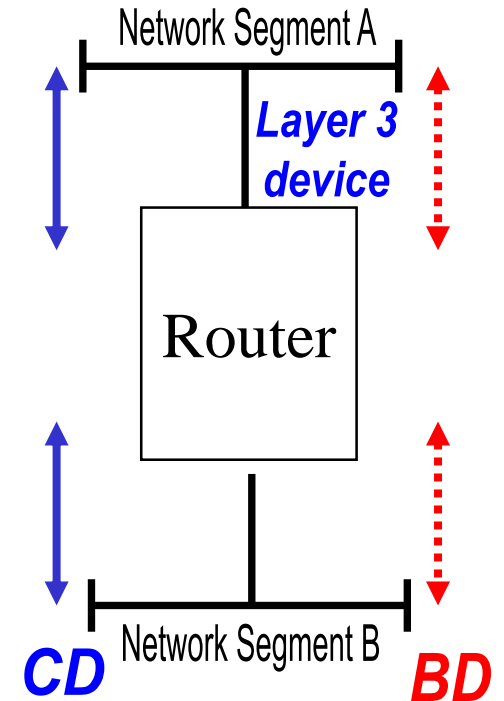
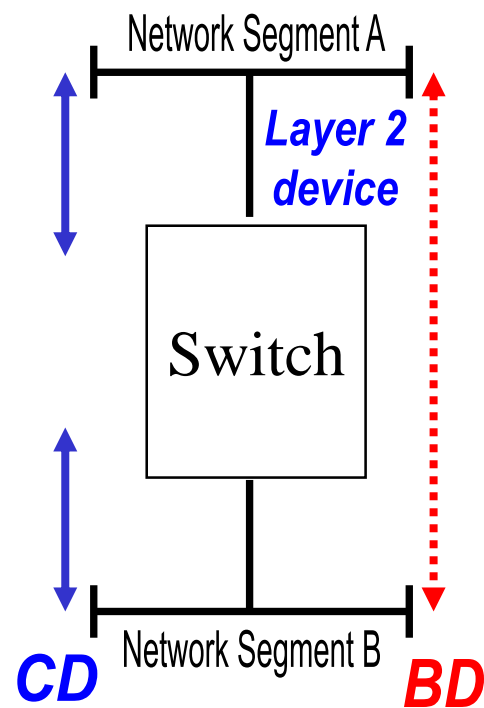
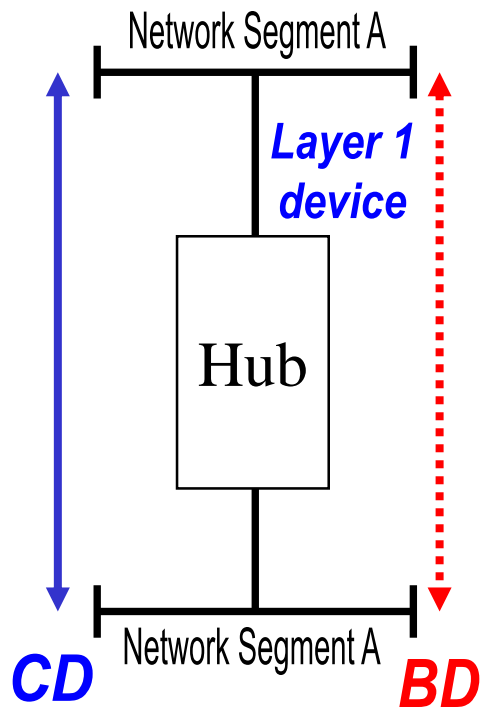
- **10BaseT**
 - 2 pairs of Cat 3 UTP
 - By far the most widely used specification
- **10BaseF**
 - 2 strands of MMF
- **10Base2**
 - Thin coaxial or “Thinnet” (Dead)
- **10Base5**
 - Thick coaxial or “Thicknet” (Dead)
- **10Broad36**
 - Coaxial (Dead)

Ethernet implementations : 10BaseT

Pin	Signal
1	Transmit Data +
2	Transmit Data -
3	Receive Data +
4	Unused
5	Unused
6	Receive Data -
7	Unused
8	Unused



Connecteur RJ45

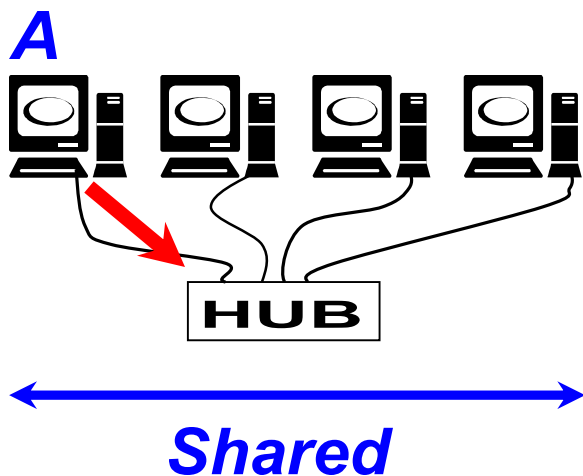


CD = Collision Domain

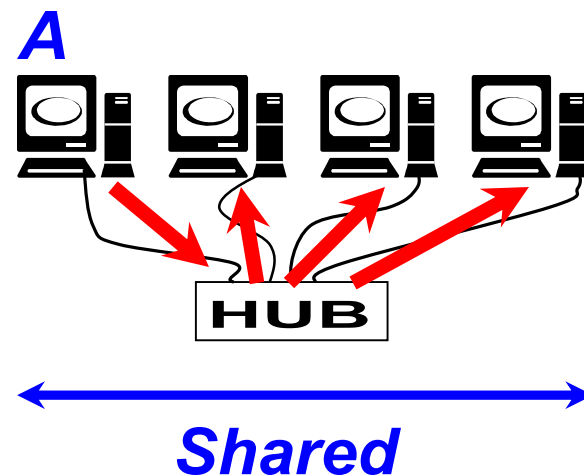
BD = Broadcast Domain

Hubs

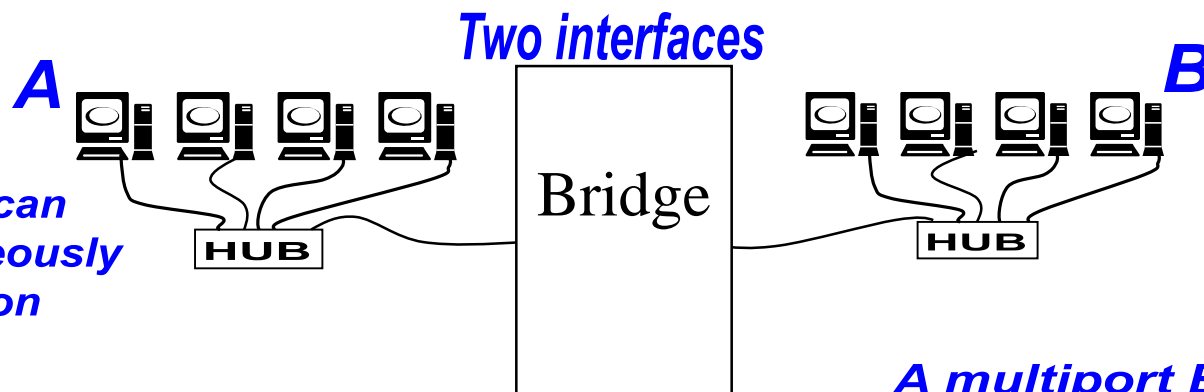
- A hub is a simple OSI layer 1 device: a hub just repeats the incoming signal



1. *If PC A transmits...*



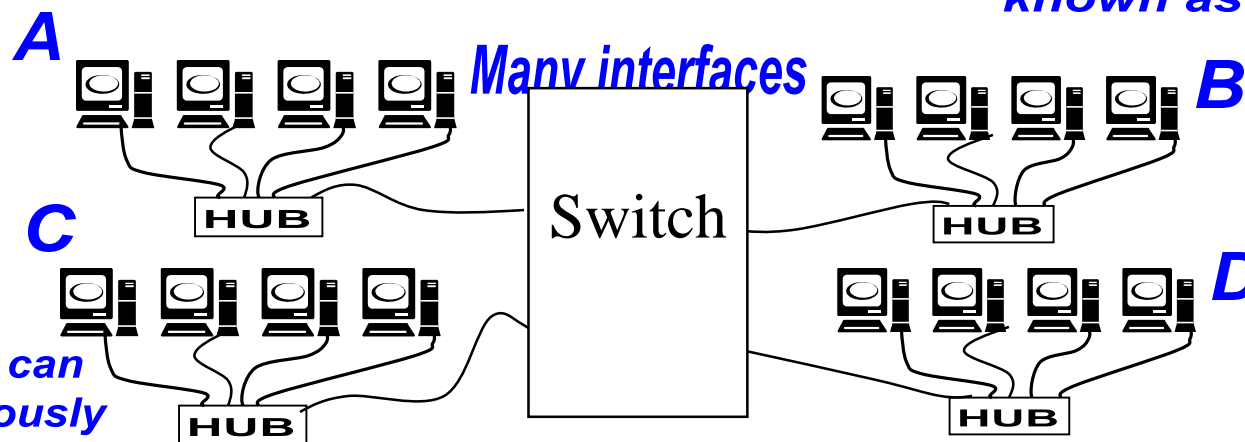
2. *...the hub simply repeats that signal - all devices connected to the hub will see the frame*



PC A and PC B can transmit simultaneously without collision

Two interfaces

A multiport Bridge became known as a Switch

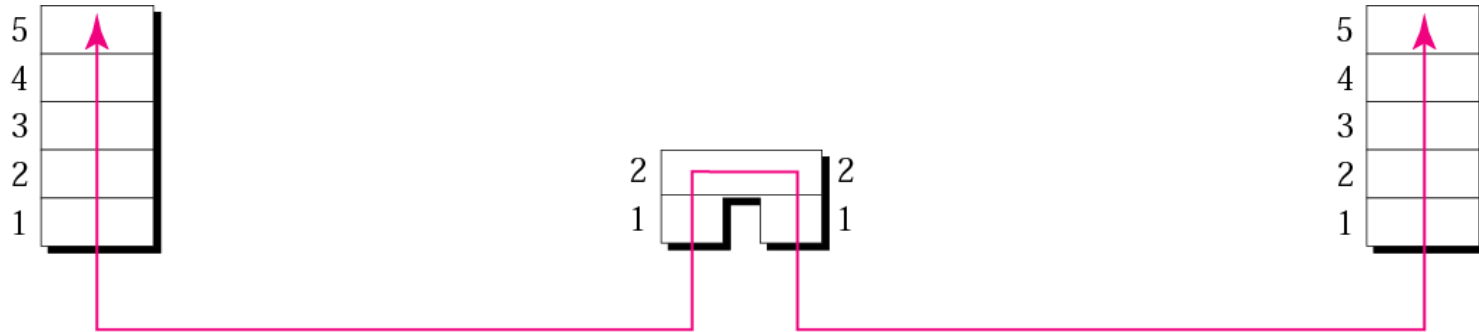


PCs A, B, C and D can transmit simultaneously without collision

Many interfaces

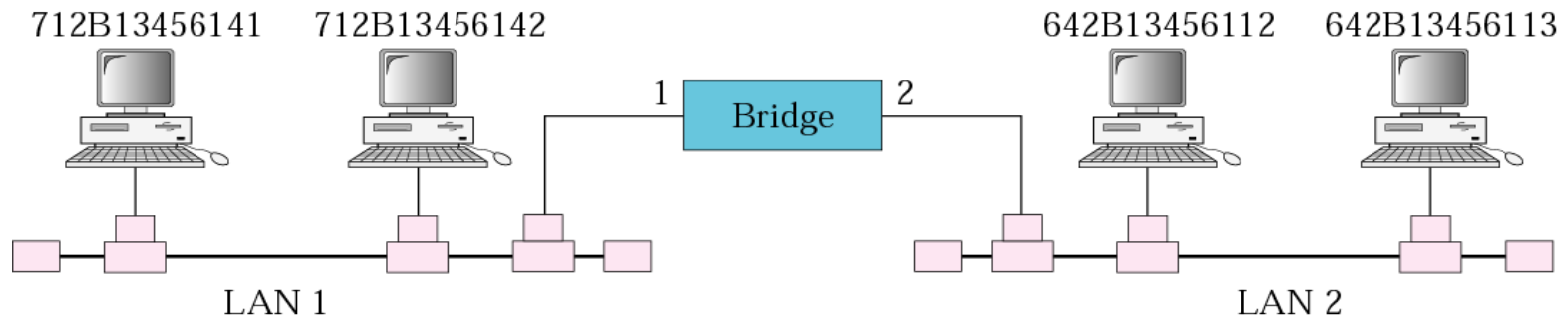
Essentially, a LAN Switch is a faster more modern version of a Bridge

Bridges operation

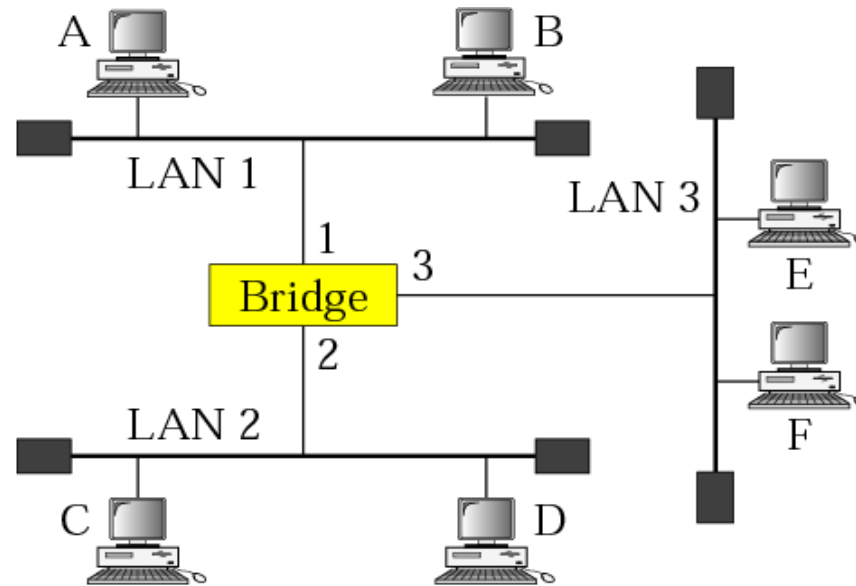


Address	Port
712B13456141	1
712B13456142	1
642B13456112	2
642B13456113	2

Bridge table



Source : B. Forouzan



Address	Port

a. Original

Address	Port
A	1

b. After A sends
a frame to D

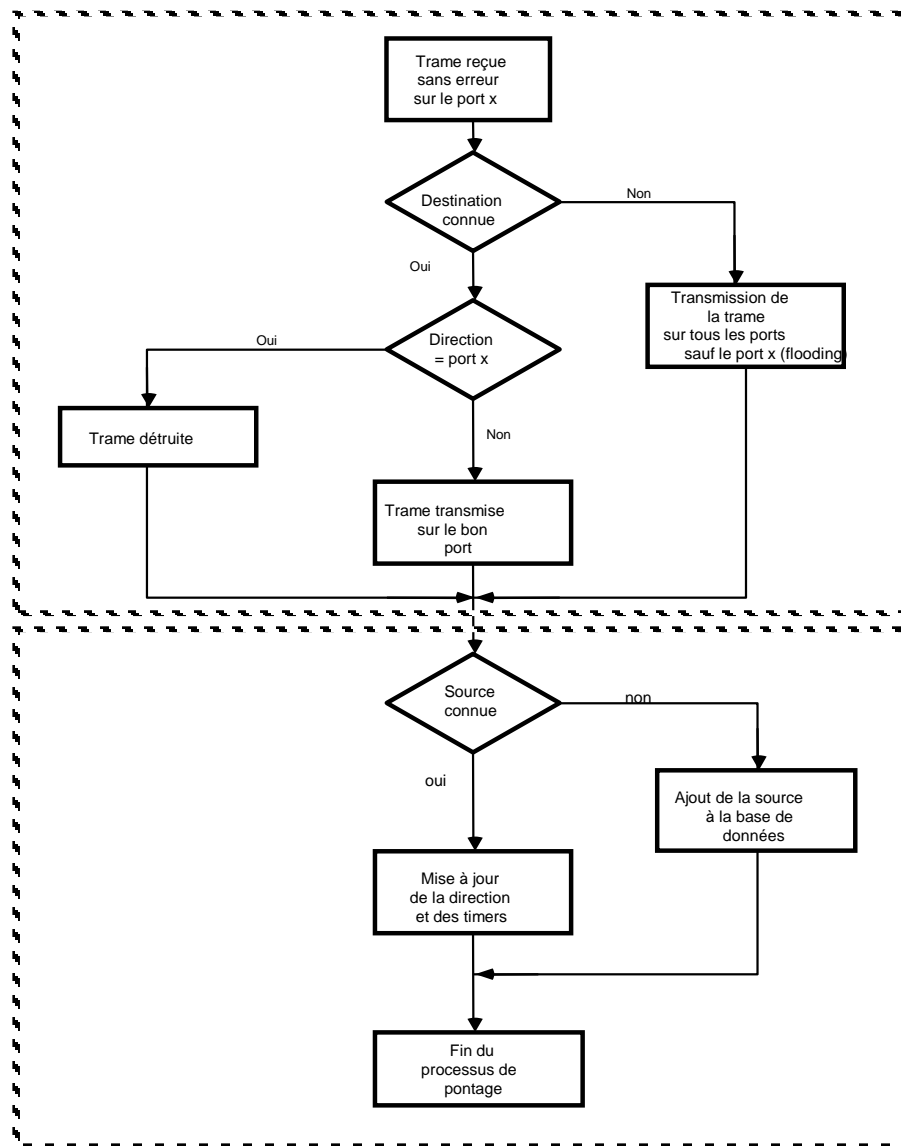
Address	Port
A	1
E	3

c. After E sends
a frame to A

Address	Port
A	1
E	3
B	1

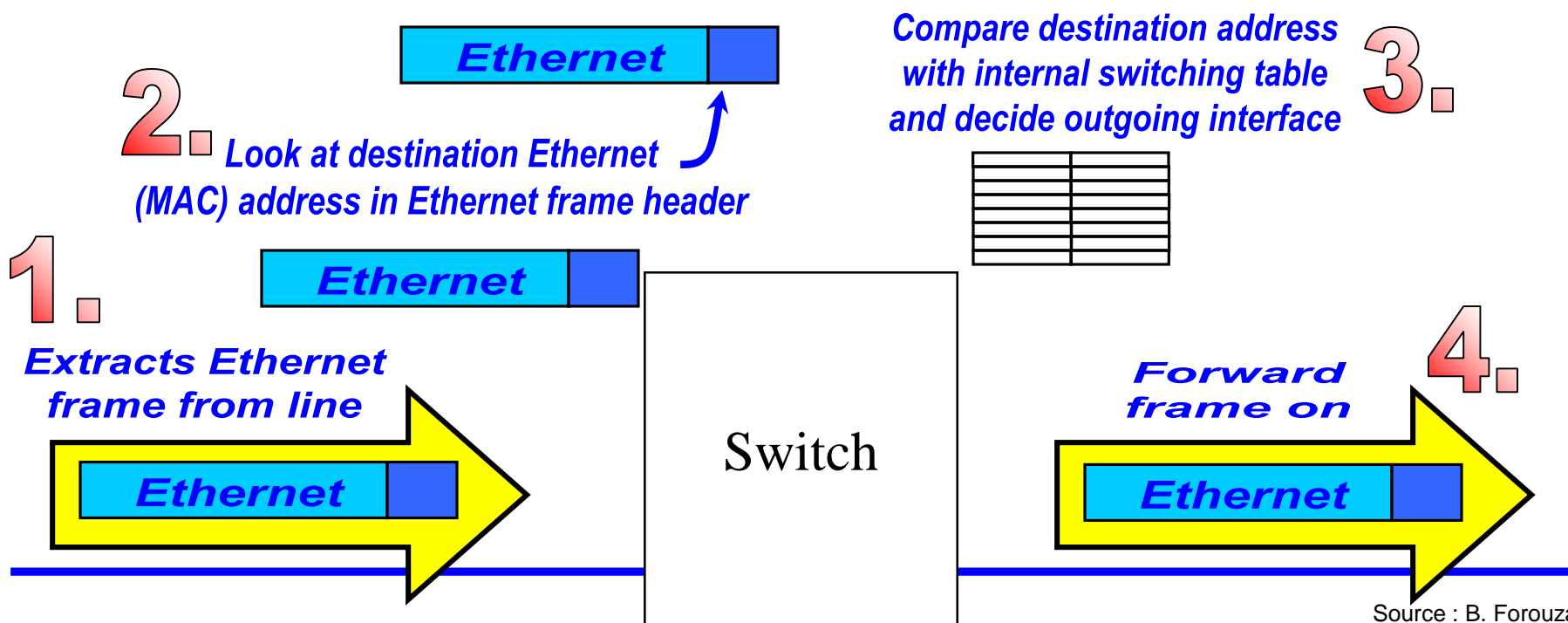
d. After B sends
a frame to C

Bridges : learning process

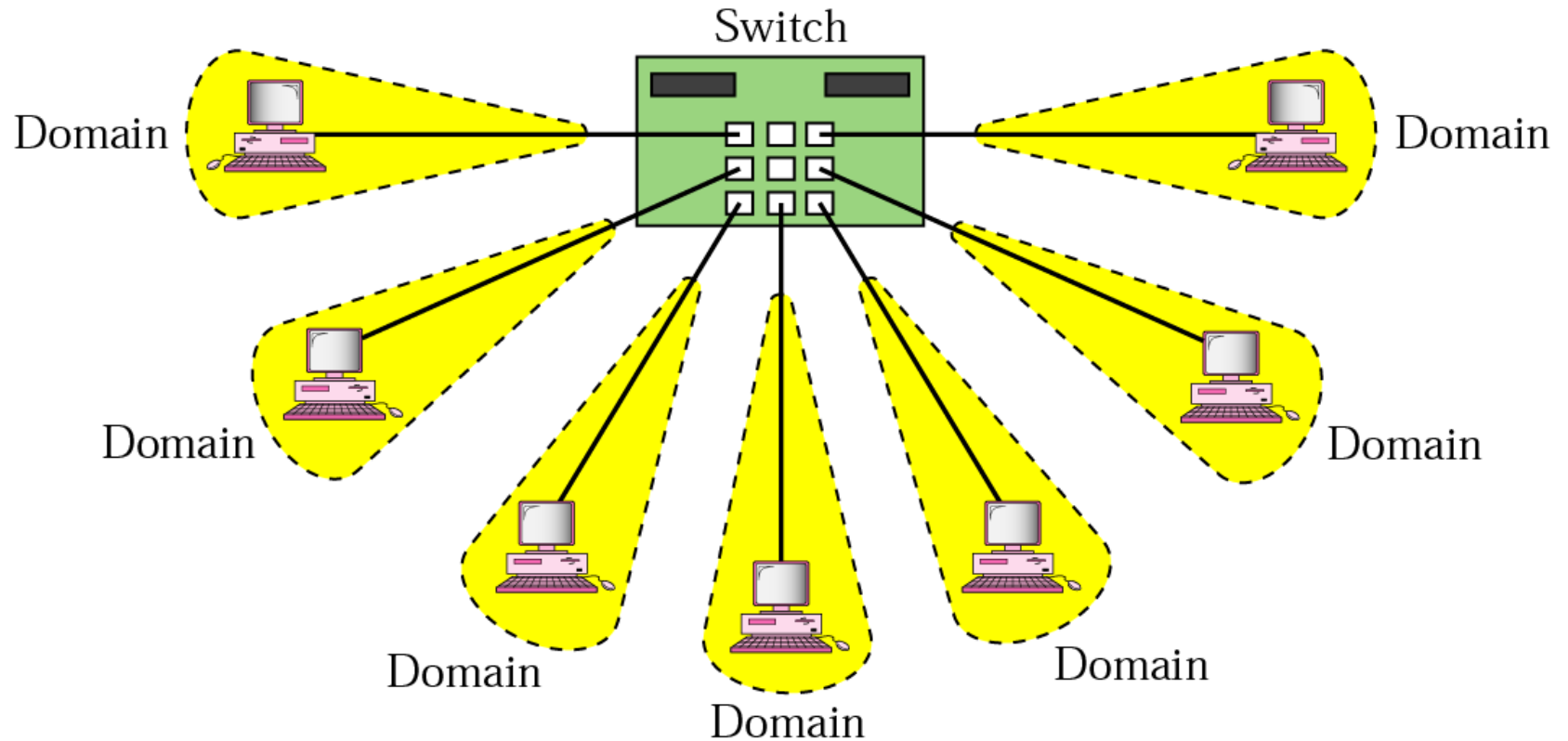


LAN Switch Operation

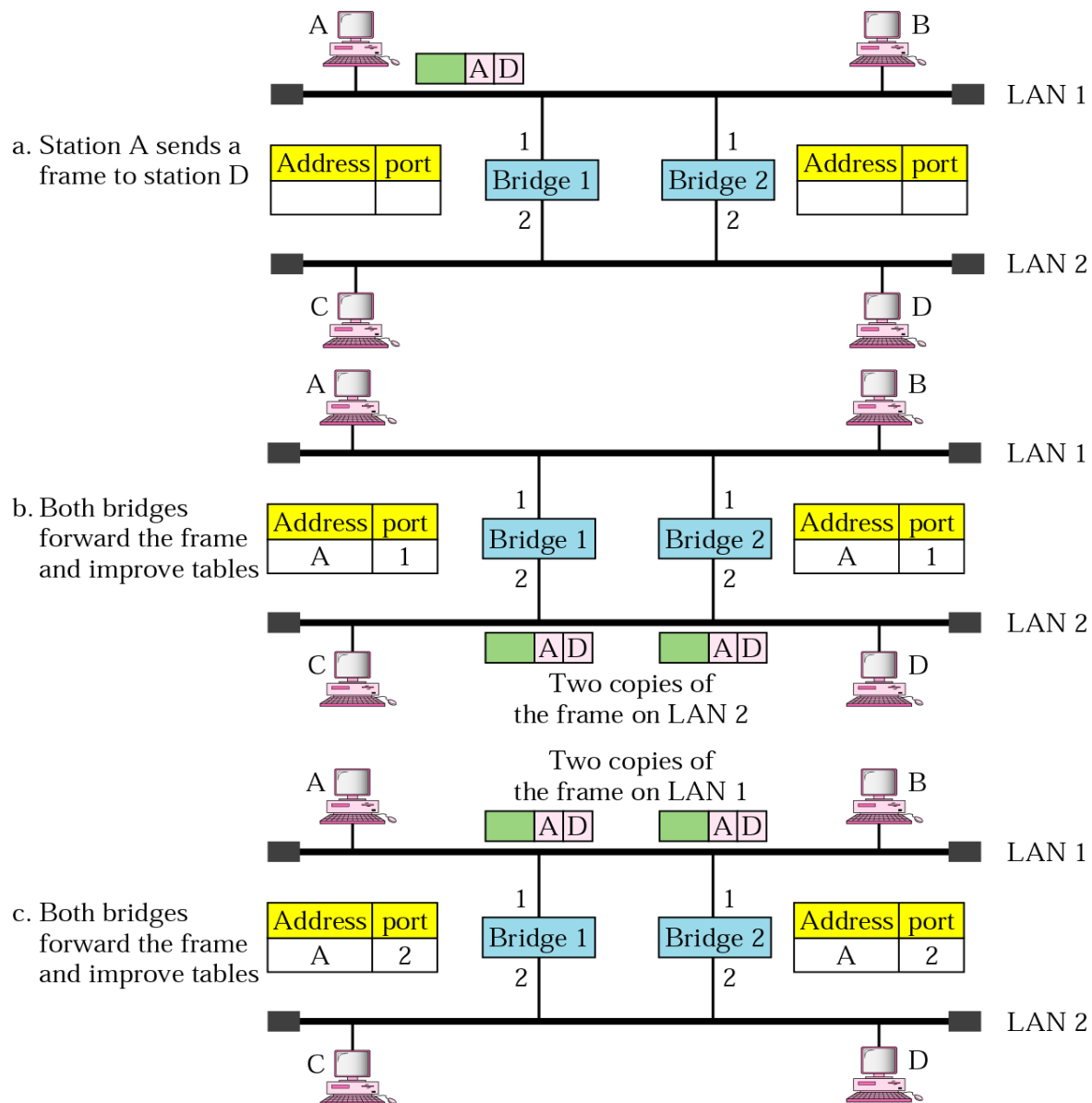
- Having learned about destination addresses on the network the switch will forward frames intelligently on the basis of their MAC address



Source : B. Forouzan



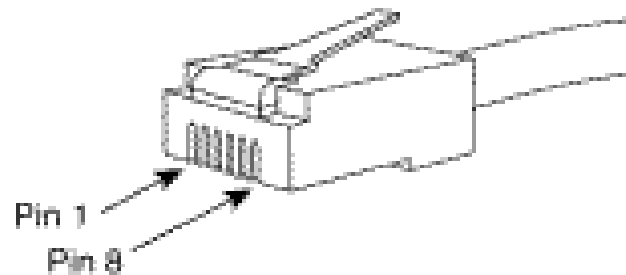
Loop problem



Source : B. Forouzan

- **100Base-TX**

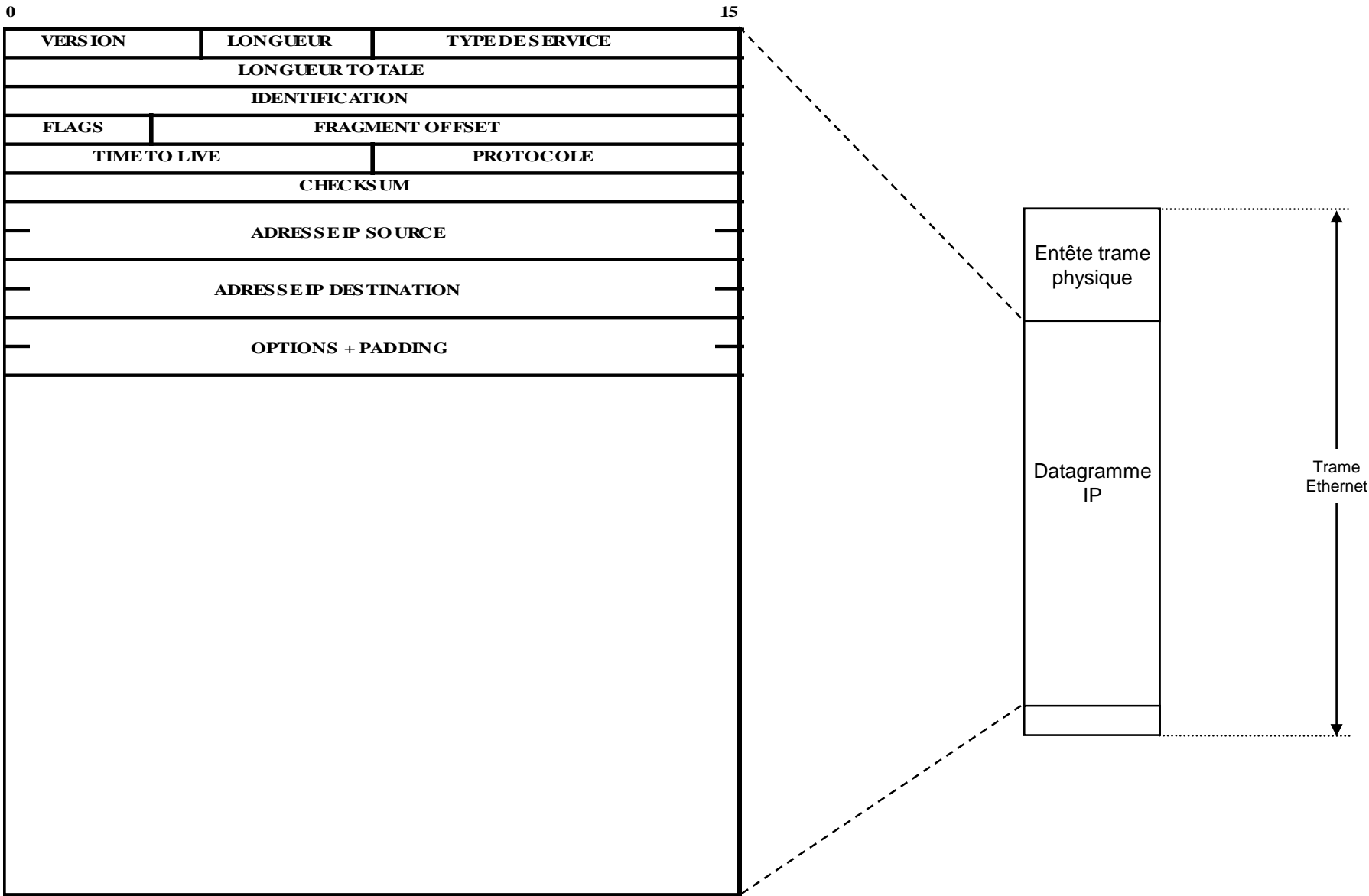
Pin	Signal
1	Transmit Data +
2	Transmit Data -
3	Receive Data +
4	Unused
5	Unused
6	Receive Data -
7	Unused
8	Unused



Ethernet Comparison

Parameter	Ethernet, 802.3	Fast Ethernet 802.3u	Gigabit Ethernet, 802.3z
Inter Frame Gap	96 bit times	96 bit times	96 bit times
Attempt Limit	16 tries	16 tries	16 tries
Max Frame Size	1518 Bytes	1518 Bytes	1518 Bytes
Min Frame Size	64 Bytes	64 Bytes	512 Bytes
Address Size	48 bits	48 bits	48 bits

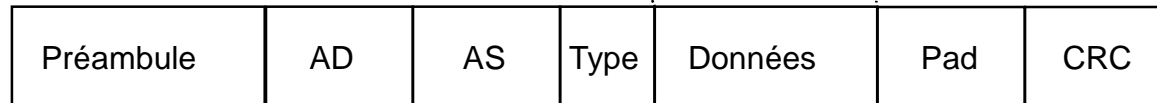
IP over Ethernet v2 (1/2)



Datagramme IP

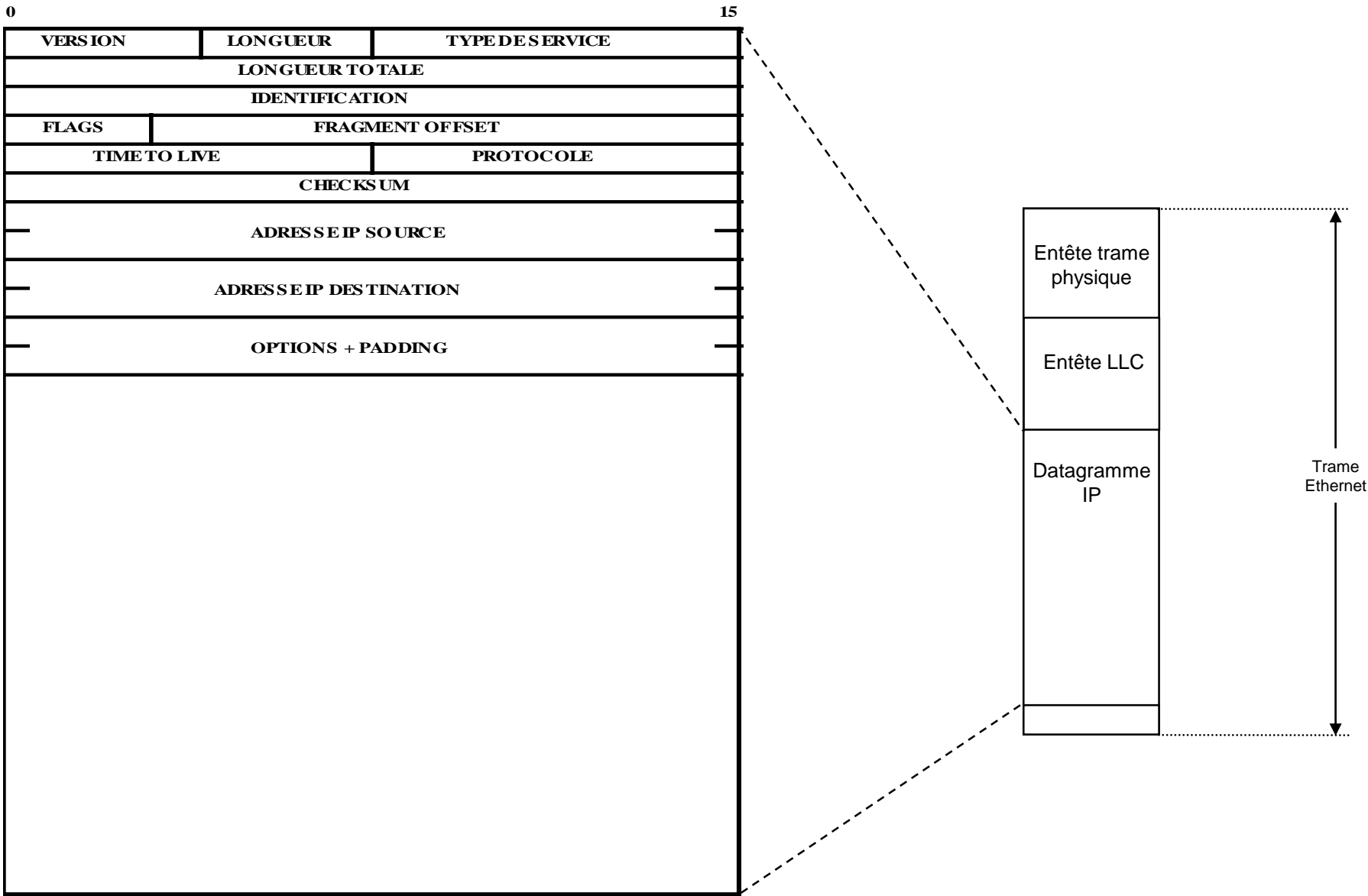


Trame Ethernet



0x800

IP over Ethernet : LLC encapsulation (1/2)

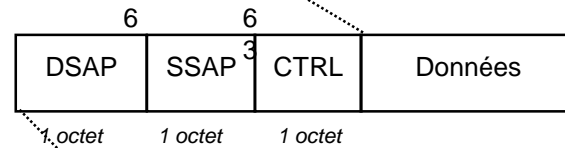


IP over Ethernet : LLC encapsulation (2/2)

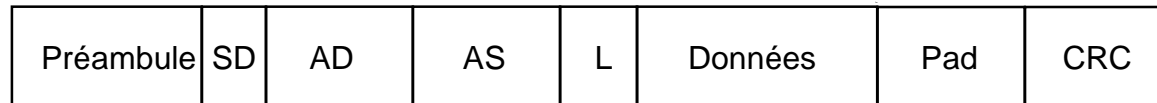
Datagramme IP



802.2

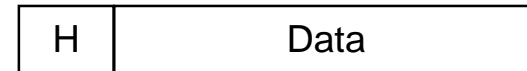


Trame Ethernet

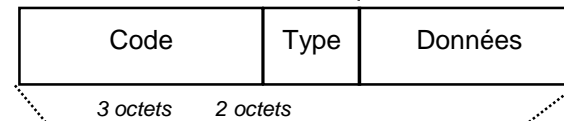


IP over Ethernet : SNAP/LLC encapsulation

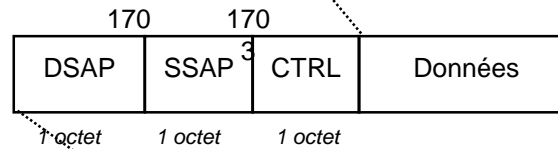
Datagramme IP



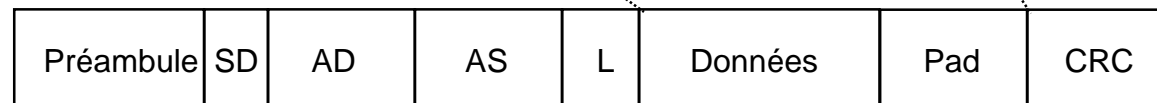
SNAP



802.2



Trame Gigabit Ethernet



Généralités: les architectures protocolaires

OSI (ISO)

FTAM ISO 8571	MHS ISO 8505	ODA ISO 8613	VT ISO 9040/41	JTM ISO 8831/32
ISO 8822		services		
ISO 8823		protocole		
ISO 8326		services		
ISO 8327		protocole		
ISO 8072		services		
ISO 8073 classe 0.1.2.3 et 4				
ISO 8348		services		
ISO 8473		protocole "internet"		
ISO 8802/2				
ISO 8802/3 CSMA/CD (Ethernet)	ISO 8802/4 Bus à jeton		ISO 8802/5 Anneau à jeton (Token Ring)	
ISO 8802/3	ISO 8802/3		ISO 8802/3	

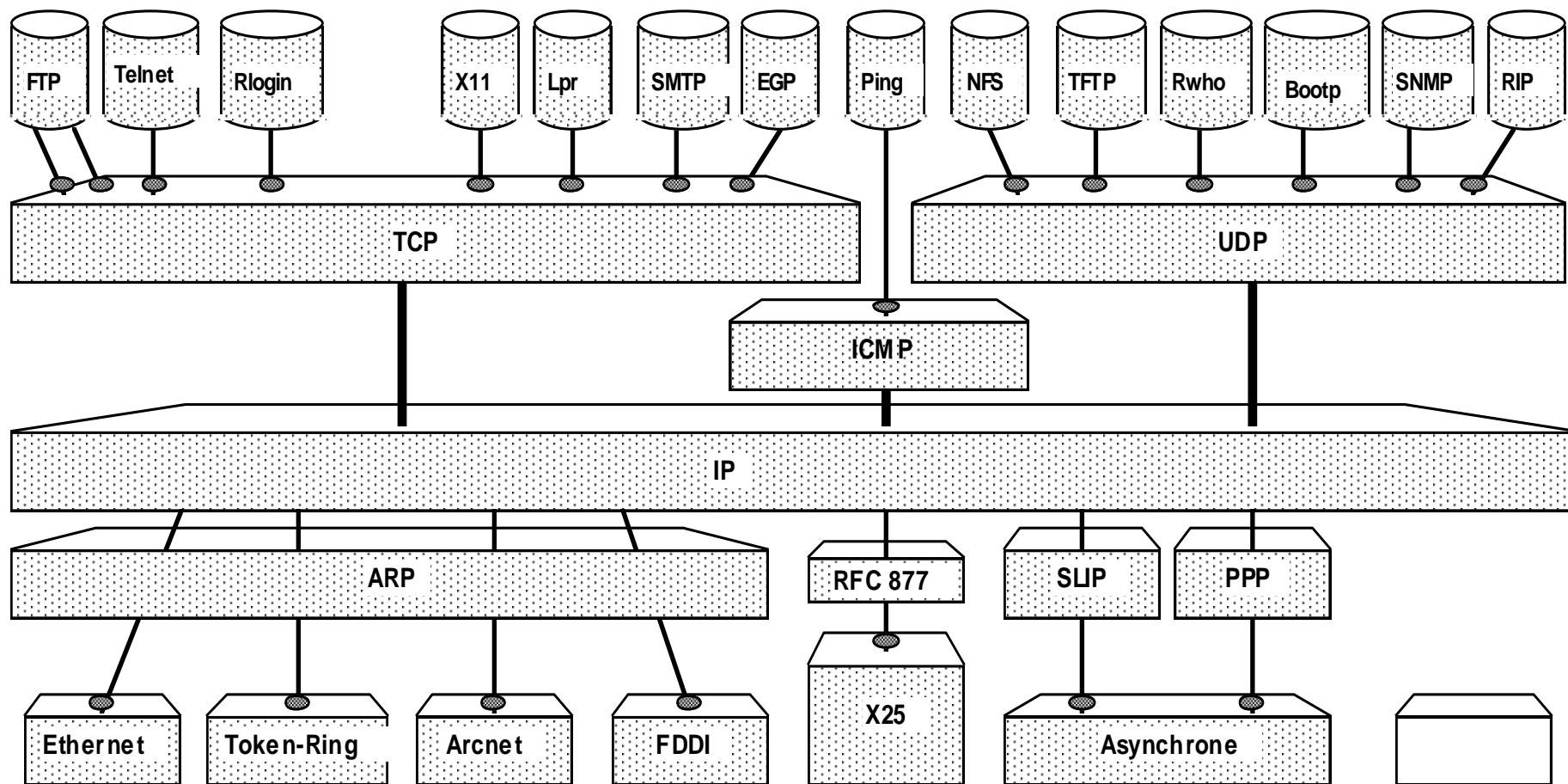
Architecture TCP/IP

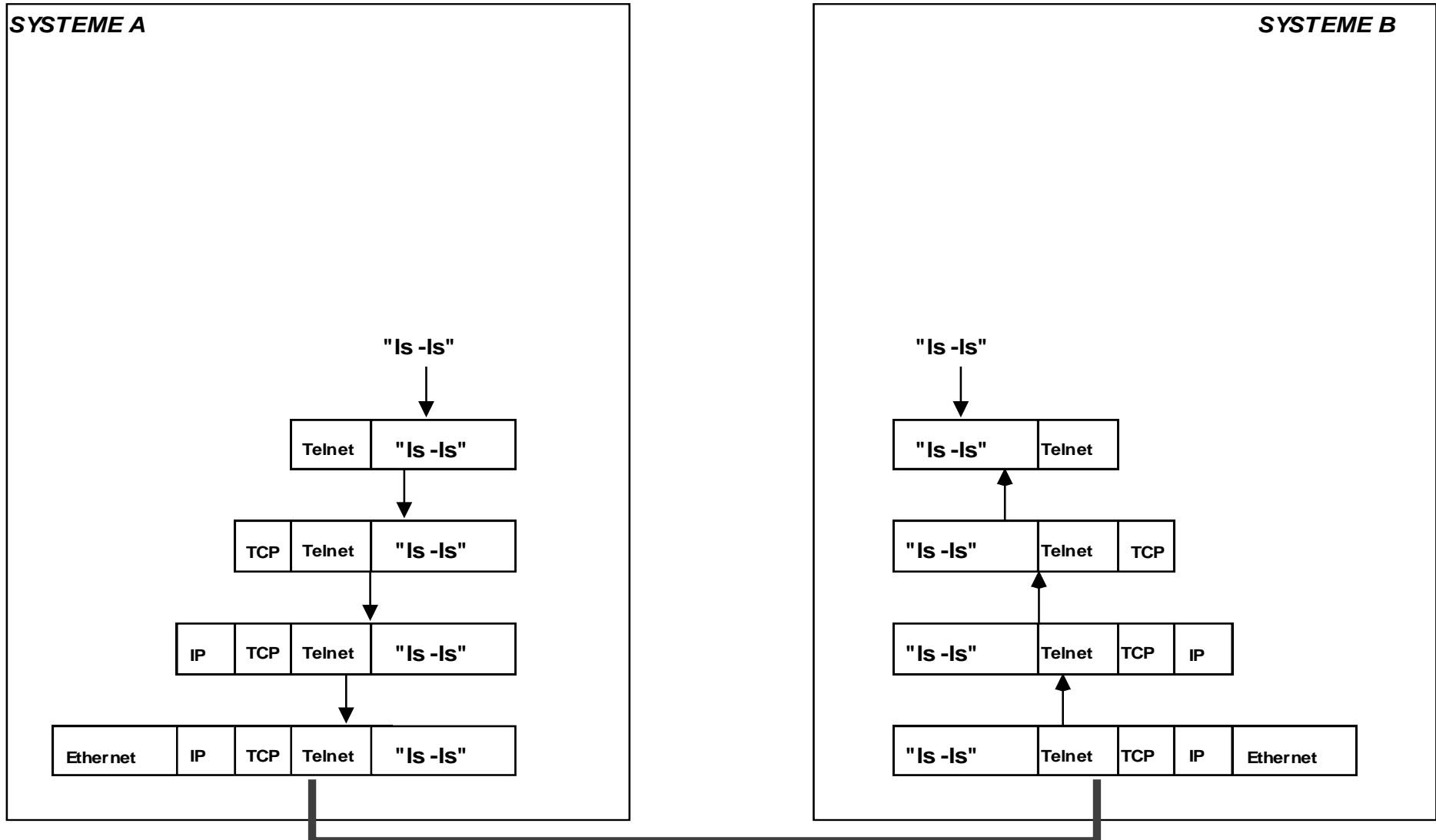
TFTP SNMP	Telnet	FTP	SMTP
UDP User Datagram Protocol	TCP Transmission Control Protocol		
IP Internet Protocol			
Ethernet	Token-Ring	FDDI	
Ethernet	Token-Ring	FDDI	

TCP/IP : historique

- Conception au milieu des années 70
- DARPA (Defense Advanced Projects Research Agency)
- DoD (Departement Of Defense)
- TCP/IP sur ARPANET au début des années 80
- BBN (Bolt Beranek & Newman) : TCP/IP sous UNIX
- Université de Berkeley
- 60000 noeuds interconnectés
- RFC

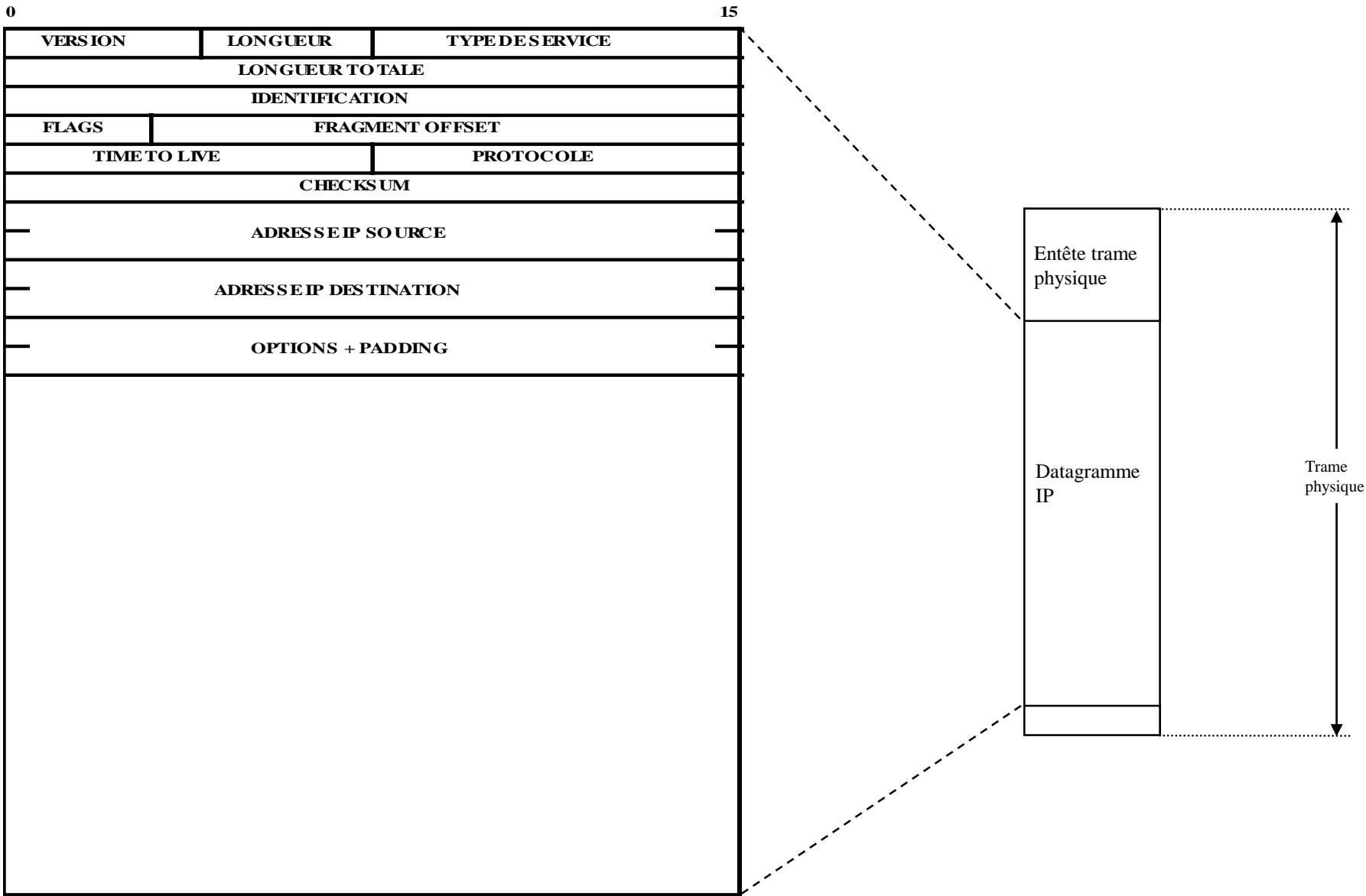
TCP/IP : une famille de protocoles





- Internet Protocol
- RFC 791 / MIL-STD-1777
- IP est un protocole de niveau réseau qui fonctionne en mode à datagramme
- Il offre des services d'adressage, de routage et de fragmentation
- IP est indépendant des réseaux « physiques »
- Les datagrammes IP peuvent être acheminés sur X.25, liaison modem, RNIS, Frame relay, ATM,

IP : format des datagrammes



● VERSION 4 bits

- Numéro de version du protocole utilisé
- Version 4 = version en cours = IPv4
- Version 6 = nouvelle version = IPv6

● LONGUEUR 4 bits

- Longueur totale de l'entête IP exprimée en mots de 32 bits
- Longueur par défaut (si aucune option) = Longueur Min = 5
- Longueur Max = 15

● TYPE DE SERVICE 8 bits

- Priorité (3 bits)

111 =	Network control
110 =	Internetwork Control
101 =	CriticECP
100 =	Flash override
011 =	Flash
010 =	Immediate
001 =	Priority
000 =	Routine
- Delay

0 =	Normal
1 =	bas
- Troughput

0 =	Normal
1 =	haut
- Reliability

0 =	Normal
1 =	haut
- 2 derniers bits réservés

IP : format des datagrammes

- **LONGUEUR TOTALE 16 bits**

- Longueur totale du datagramme IP (entête + données) exprimée en octet
- Longueur par défaut = Longueur Min = 20

- **IDENTIFICATION 16 bits**

- Identifie le paquet IP, utilisé pour reconstruire le datagramme après fragmentation
- Chaque fragment a le même Id

- **FLAGS 3 bits**

- 0 DF MF
- Don't Fragment = 1 : fragmentation interdite / DF = 0 : fragmentation autorisée
- More Fragment = 1 : d'autres fragments suivants / MF = 0 : dernier fragment

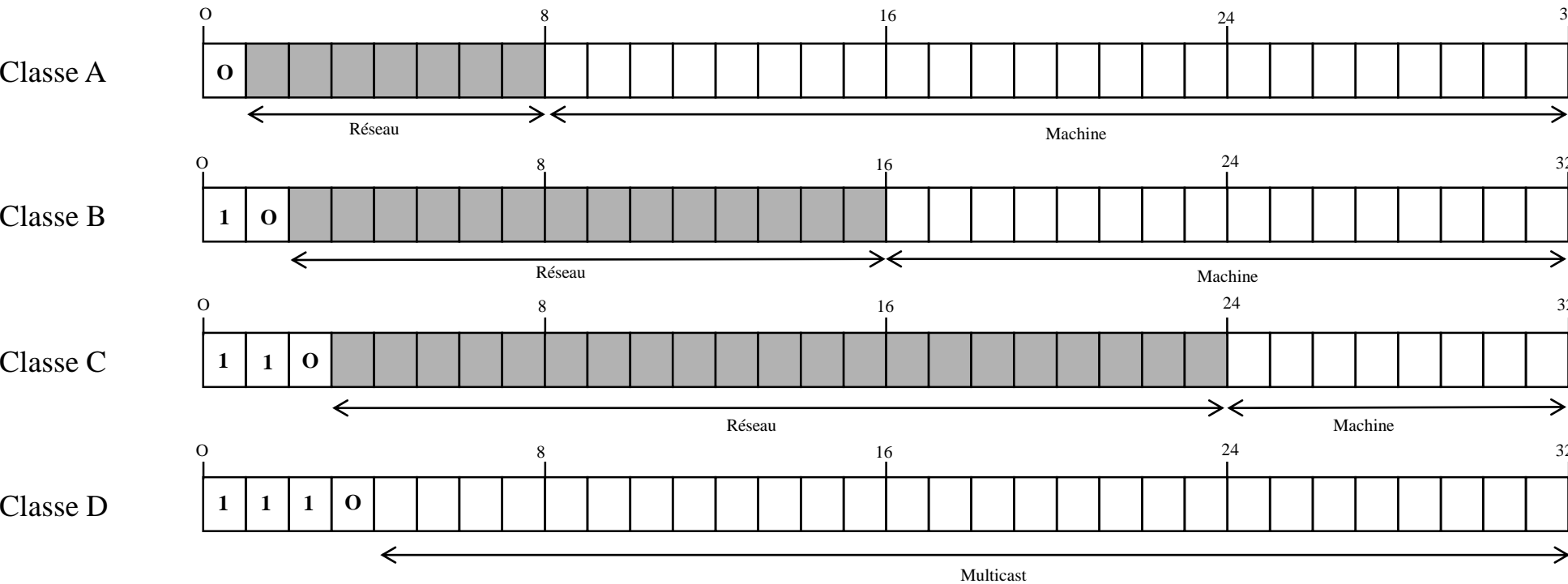
- **FRAGMENT OFFSET 13 bits**

- Position des données du fragment dans le datagramme initiale
- Valeur par défaut = Valeur Min = 0
- valeur Max = 8191

IP : format des datagrammes

- **TIME TO LIVE 8 bits**
 - Durée de vie du datagramme IP exprimée en secondes
 - TTL par défaut = 15 / TTL Min = 0 / TTL Max = 255
- **PROTOCOL 8 bits**
 - Identification du protocole de niveau supérieur (TCP=6 / UDP=17 / ICMP=1)
- **CHECKSUM 16 bits**
 - Vérification de l'intégrité du datagramme
 - Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du datagramme IP
 - Le checksum est calculé à l'émission (checksum = 0) et est vérifié à la réception
- **ADRESSE SOURCE 32 bits**
 - Adresse IP de la machine émettrice
- **ADRESSE DESTINATION 32 bits**
 - Adresse IP de la machine destinataire
- **OPTIONS variable**
 - Options liées au protocole IP

- Une adresse IP est attribuée à toute interface physique connectée à un réseau IP
- On distingue 4 classes d'adresses IP : A, B, C et D
- Les adresses IP sont codées sur 32 bits
- Représentation des adresses en décimal
 - XXX.XXX.XXX.XXX
 - 10001100 10001011 10000010 10011111 = 140.131.130.159
 - 0.0.0.0 à 255.255.255.255
- Les adresses IP sont découpées en deux champs dont la taille est variable suivant la classe d'adresse: le champs réseau et le champ local
- Adressage public ou référencé
 - Attribué au plan international par le IANA
- Adressage privé
 - inconnu des instances internationales



IP : adressage

● Réseau de classe A

- 7 bits pour la partie réseau soit $2^7 - 2 = 126$ réseaux
- 24 bits pour la partie machine soit $2^{24} - 2 = 16\,777\,214$ machines
- xxx.0.0.0/8
- Exemple : 12.0.0.0/8

● Réseau de classe B

- 14 bits pour la partie réseau soit $2^{14} - 2 = 16\,382$ réseaux
- 16 bits pour la partie machine $2^{16} - 2 = 65\,534$ machines
- xxx.xxx.0.0/16
- Exemple : 128.196.0.0/16

● Réseau de classe C

- 24 bits pour la partie réseau soit $2^{24} - 2 = 2\,097\,152$ réseaux
- 8 bits pour la partie machine soit $2^8 - 2 = 254$ machines
- xxx.xxx.xxx.0/32
- Exemple : 197.242.123.0/24

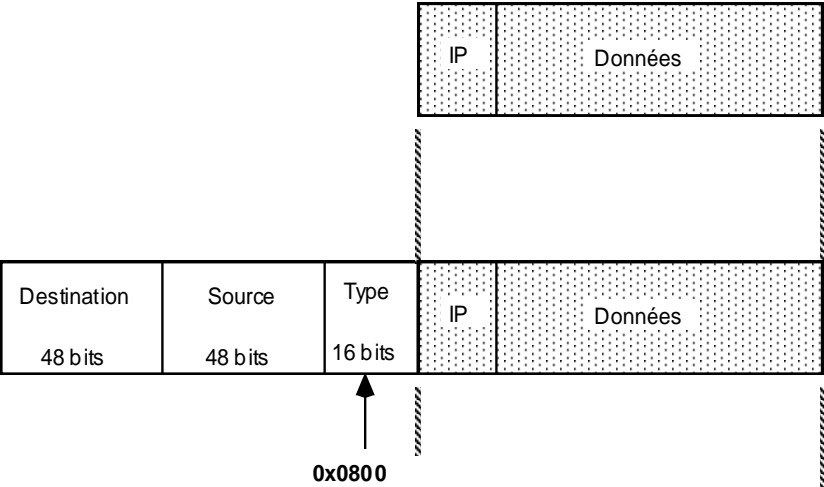
IP : adressage

000.000.000.000	Réservé
000.xxx.xxx.xxx	Réservé
001.xxx.xxx.xxx - 126.xxx.xxx.xxx	Classe A
127.xxx.xxx.xxx	Loopback
128.000.xxx.xxx	Réservé
128.001.xxx.xxx - 191.254.xxx.xxx	Classe B
191.255.xxx.xxx	Réservé
192.000.000.xxx	Réservé
192.000.001.xxx - 223.255.254.xxx	Classe C
223.255.255.xxx	Réservé
224.xxx.xxx.xxx - 255.255.255.254	Classe D
255.255.255.255	Diffusion générale

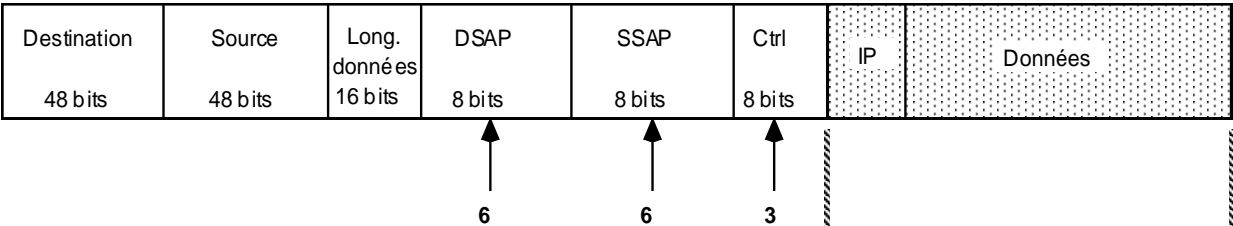
- **Le champ machine à 0 est utilisé au démarrage des machines pour connaître une adresse IP par le biais du protocole RARP**
 - Exemple : 195.10.200.0 ou 145.10.0.0
- **155.100.255.255 est l'adresse de diffusion localisée au réseau de classe B 155.100.0.0**
- **Par convention de notation**
 - 0.0.0.1 sur le réseau 192.9.100 désigne la machine 192.9.100.1 du réseau de classe C 192.9.100.0
 - .1 désigne la machine 0.0.0.1 du réseau de classe C courant
 - .0.1 désigne la machine 0.0.0.1 du réseau de classe B courant
 - .0.0.1 désigne la machine 0.0.0.1 du réseau de classe A courant
 - 113.1.100.23 désigne l'adresse 113.001.100.023
 - 113. désigne le réseau de classe A 113.0.0.0
 - 195.10.200. désigne le réseau de classe C 195.10.200.0

IP : encapsulation Ethernet et 802.3

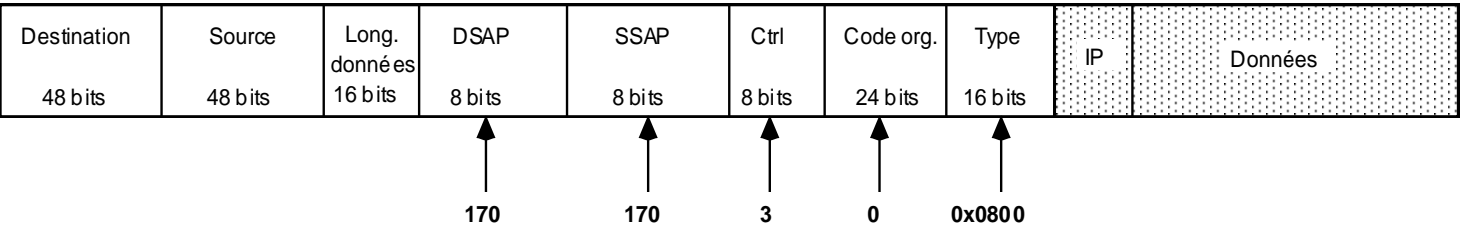
Encapsulation
IP/Ethernet V2
(RFC 894)



Encapsulation
IP/IEEE 802.2/IEEE 802.3
(RFC 948)

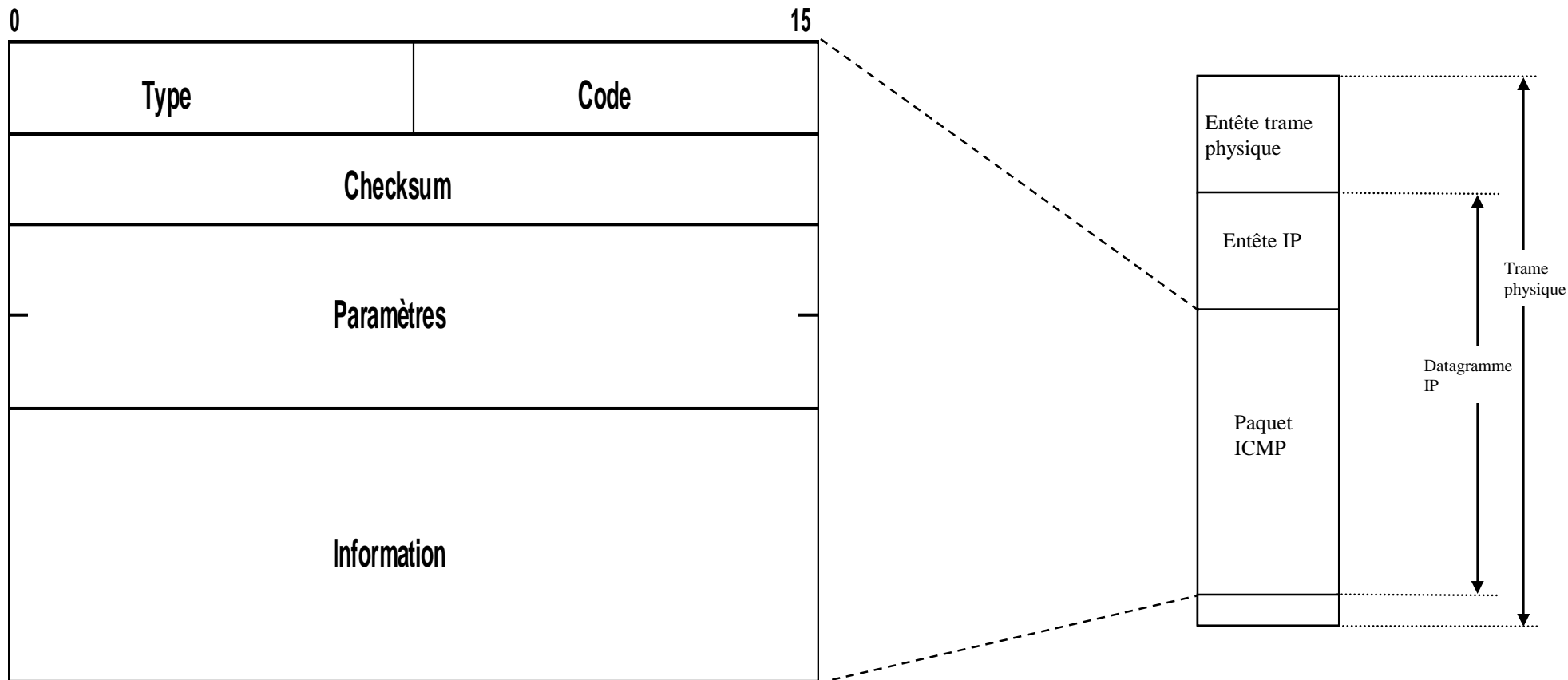


Encapsulation
IP/IEEE 802.2-SNAP
IEEE 802.3
(RFC 1010)



- Internet Control Message Protocol
- RFC 792
- ICMP est un protocole de contrôle et de report d'erreurs dans l'environnement IP
- ICMP fonctionne en mode non-connecté, il utilise les services du protocole IP
 - TOS=0, Protocol=1
- ICMP est obligatoire dans toutes les implémentations logicielles de TCP/IP
- ICMP ne traite pas les erreurs de paquets. .. ICMP
- Si un routeur détecte un problème sur un datagramme IP, il le détruit et émet un message ICMP pour informer l'émetteur sur la nature de l'incident
- Le protocole ICMP intervient dans le routage IP

ICMP : format des messages



ICMP : format des messages

- **TYPE 8 bits**

- Indique la nature du message et le format du paquet ICMP

- 0 *Echo Reply*
 - 3 *Destination Unreachable*
 - 4 *Source Quench*
 - 5 *Redirect*
 - 8 *Echo Request*
 - 11 *Time Exceeded for a Datagram*
 - 12 *Parameter Problem*
 - 13 *Timestamp Request*
 - 14 *Timestamp Reply*
 - 15 *Information Request*
 - 16 *Information Reply*
 - 17 *Adress Mask Request*
 - 18 *Adress Mask Reply*

ICMP : format des messages

- **CODE 8 bits**

- Code d'erreur

- 0 *Network Unreachable*
 - 1 *Host Unreachable*
 - 2 *Protocol Unreachable*
 - 3 *Port Unreachable*
 - 4 *Fragmentation Needed and DF set*
 - 5 *Source Route Failed*
 - 6 *Destination Network Unknown*
 - 7 *Destination Host Unknown*
 - 8 *Source Host Isolated*
 - 9 *Communication with destination network administratively prohibited*
 - 10 *Communication with destination host administratively prohibited*
 - 11 *Network Unreachable for type of Service*
 - 12 *Host Unreachable for type of Service*

Exercice : frame decoding

```
08 00 5A 57 49 54 08 00 38 03 07 43 08 00
45 00 00 49 49 35 00 00 1D 06 C8 85 87 E4
06 04 B8 0C 52 0C 00 15 51 0C 71 12 4A 2A
00 00 51 19 50 18 10 00 F3 FF 00 00 33 33
31 20 50 61 73 73 77 6F 72 64 20 72 65 71
75 69 72 65 64 20 66 6F 72 20 6A 65 61 6E
2E 0D 0A
```

Appendice : assigned values for the type field

0000-05DC	IEEE802.3 Length Field	803D	DEC Ethernet Encryption	80DE-80DF	Integrated Solutions TRFS
0101-01FF	Experimental	803E	DEC Unassigned	80E0-80E3	Allen-Bradley
0200	XEROX PUP (see 0A00)	803F	DEC LAN Traffic Monitor	80E4-80F0	Datability
0201	PUP Addr Trans (see 0A01)	8040-8042	DEC Unassigned	80F2	Retix
0400	Nixdorf	8044	Planning Research Corp.	80F3	AppleTalk AARP (Kinetics)
0600	XEROX NS IDP	8046	AT&T	80F4-80F5	Kinetics
0660	DLOG	8047	AT&T	80F7	Apollo Computer
0661	DLOG	8049	ExperData	80FF-8103	Wellfleet Communications
0800	Internet IP (IPv4)	8058	Stanford V Kernel exp.	8107-8109	Symbolics Private
0801	X.75 Internet	805C	Stanford V Kernel prod.	8130	Hayes Microcomputers
0802	NBS Internet	805D	Evans & Sutherland	8131	VG Laboratory Systems
0803	ECMA Internet	8060	Little Machines	8132-8136	Bridge Communications
0804	Chaosnet	8062	Counterpoint Computers	8137-8138	Novell, Inc.
0805	X.25 Level 3	8065	Univ. of Mass. @ Amherst	8139-813D	KTI
0806	ARP	8066	Univ. of Mass. @ Amherst	8148	Logicaft
0807	XNS Compatability	8067	Veeco Integrated Auto.	8149	Network Computing Devices
081C	Symbolics Private	8068	General Dynamics	814A	Alpha Micro
0888-088A	Xyplex	8069	AT&T	814C	SNMP
0900	Ungermann-Bass net debugr	806A	Autophon	814D	BIIN
0A00	Xerox IEEE802.3 PUP	806C	ComDesign	814E	BIIN
0A01	PUP Addr Trans	806D	Computgraphic Corp.	814F	Technically Elite Concept
0BAD	Banyan Systems	806E-8077	Landmark Graphics Corp.	8150	Rational Corp
1000	Berkeley Trailer nego	807A	Matra	8151-8153	Qualcomm
1001-100F	Berkeley Trailer encap/IP	807B	Dansk Data Elektronik	815C-815E	Computer Protocol Pty Ltd
1600	Valid Systems	807C	Merit Internodal	8164-8166	Charles River Data System
4242	PCS Basic Block Protocol	807D-807F	Vitalink Communications	817D-818C	Protocol Engines
5208	BBN Simnet	8080	Vitalink TransLAN III	818D	Motorola Computer
6000	DEC Unassigned (Exp.)	8081-8083	Counterpoint Computers	819A-81A3	Qualcomm
6001	DEC MOP Dump/Load	8098	Appletalk	81A4	ARAI Bunkichi
6002	DEC MOP Remote Console	809C-809E	Datability	81A5-81AE	RAD Network Devices
6003	DEC DECNET Phase IV Route	809F	Spider Systems Ltd.	81B7-81B9	Xyplex
6004	DEC LAT	80A3	Nixdorf Computers	81CC-81D5	Apricot Computers
6005	DEC Diagnostic Protocol	80A4-80B3	Siemens Gammasonics	81D6-81DD	Artisoft
6006	DEC Customer Protocol	Inc.		81E6-81EF	Polygon
6007	DEC LAVC, SCA	80C0-80C3	DCA Data Exchange	81F0-81F2	Comsat Labs
6008-6009	DEC Unassigned	Cluster		81F3-81F5	SAIC
6010-6014	3Com Corporation	80C4	Banyan Systems	81F6-81F8	VG Analytical
7000	Ungermann-Bass download	80C5	Banyan Systems	8203-8205	Quantum Software
7002	Ungermann-Bass dia/loop	80C6	Pacer Software	8221-8222	Ascom Banking Systems
7020-7029	LRT	80C7	Applitek Corporation	823E-8240	Advanced Encryption Syste
7030	Proteon	80C8-80CC	Intergraph Corporation	827F-8282	Athena Programming
7034	Cabletron	80CD-80CE	Harris Corporation	8263-826A	Charles River Data System
8003	Cronus VLN	80CF-80D2	Taylor Instrument	829A-829B	Inst Ind Info Tech
8004	Cronus Direct	80D3-80D4	Rosemount Corporation	829C-82AB	Taurus Controls
8005	HP Probe	80D5	IBM SNA Service on Ether	82AC-8693	Walker Richer & Quinn
8006	Nestar	80DD	Varian Associates	8694-869D	Idea Courier
8008	AT&T			869E-86A1	Computer Network Tech
8010	Excelan			86A3-86AC	Gateway Communications
8013	Sgi diagnostics			86DB	SECTRA
8014	Sgi network games			86DE	Delta Controls
8015	Sgi reserved			86DF	ATOMIC
8016	Sgi bounce server			86E0-86EF	Landis & Gyr Powers
8019	Apollo Computers			8700-8710	Motorola
802E	Tymshare			8A96-8A97	Invisible Software
802F	Tigan, Inc.			9000	Loopback
8035	Reverse ARP			9001	3Com(Bridge) XNS Sys Mgmt
8036	Aeon Systems			9002	3Com(Bridge) TCP-IP Sys
8038	DEC LANBridge			9003	3Com(Bridge) loop detect
8039-803C	DEC Unassigned			FF00	BBN VITAL-LanBridge cache
				FF00-FF0F	ISC Bunker Ramo