

Entête Protocoles

Georges Arhodakis

Université Paris 8

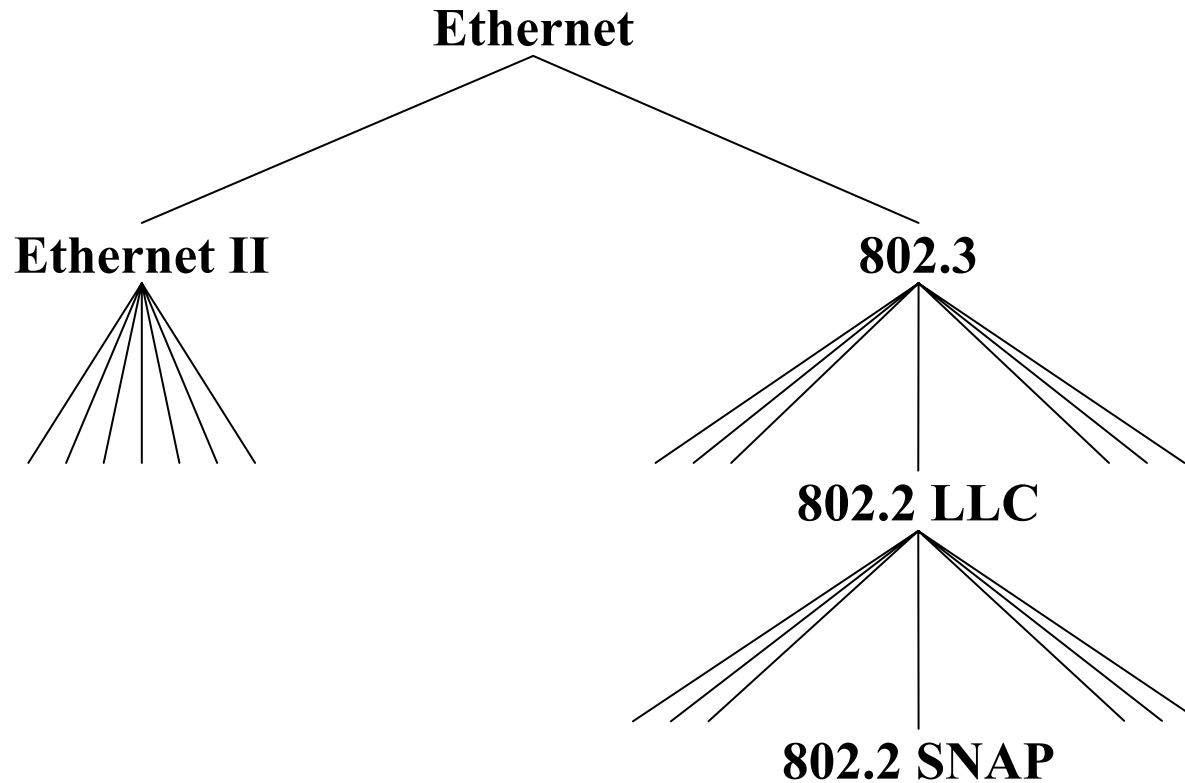
Cette présentation est tout à fait librement réutilisable !

Cette présentation peut être réutilisée :

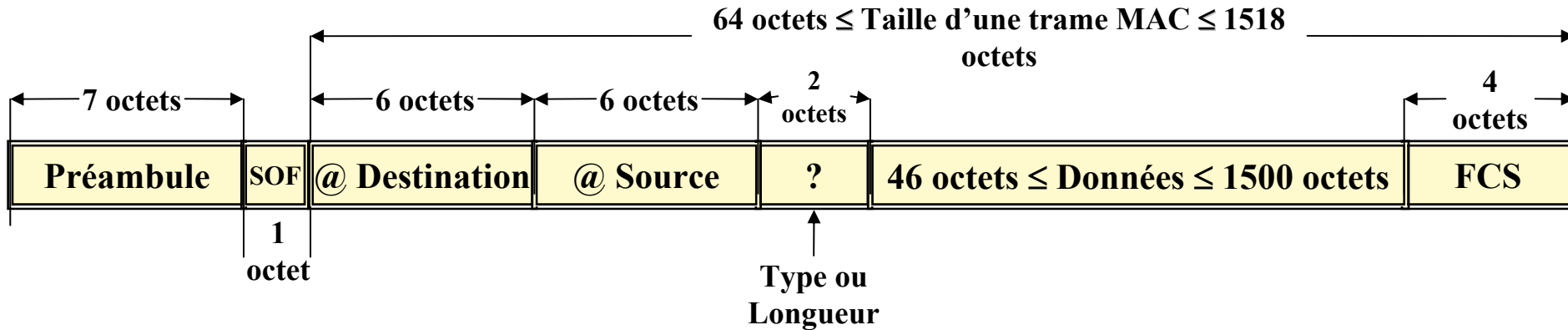
- soit en l'état ;
- soit en l'état en modifiant le masque ;
- soit en modifiant les diapositives elles-mêmes.

Il y a d'autant moins de copyright que j'ai moi-même cherché à droite ou à gauche l'idée pour le dessin de certaines de ces diapositives !

Hiérarchie des protocoles



Trame générique Ethernet & 802.3



Préambule \rightarrow 7 octets de 10101010_2 ou aa_{16}

Start of Frame (SOF) \rightarrow 1 octet de 10101011_2 ou ab_{16}

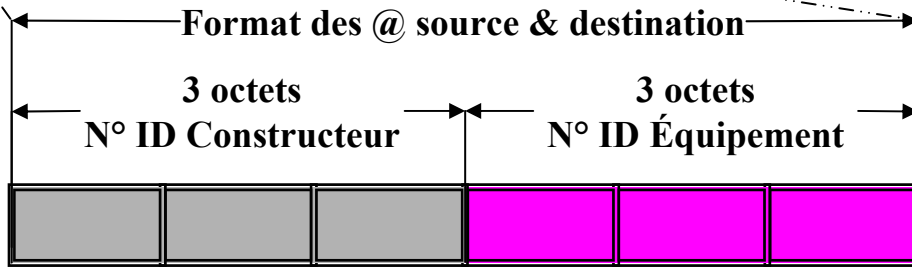
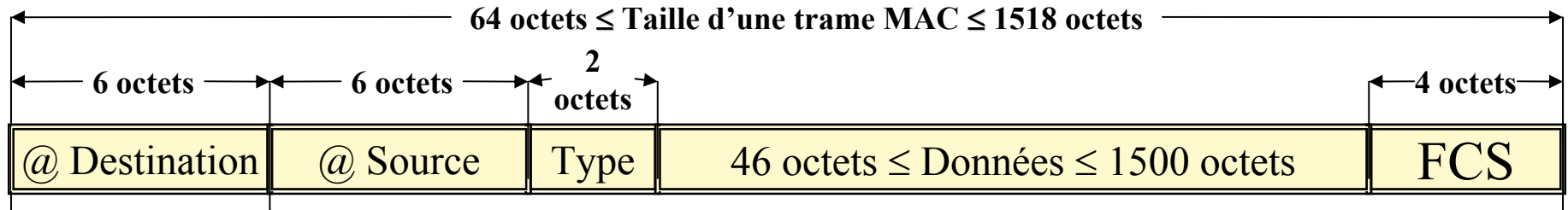
Type/Longueur \rightarrow Type pour Ethernet, Longueur pour IEEE 802.3. Méthode de reconnaissance

Si Champs $\leq 1500_{10}$ ($05DC_{16}$) alors *Longueur d'une trame 802.3*

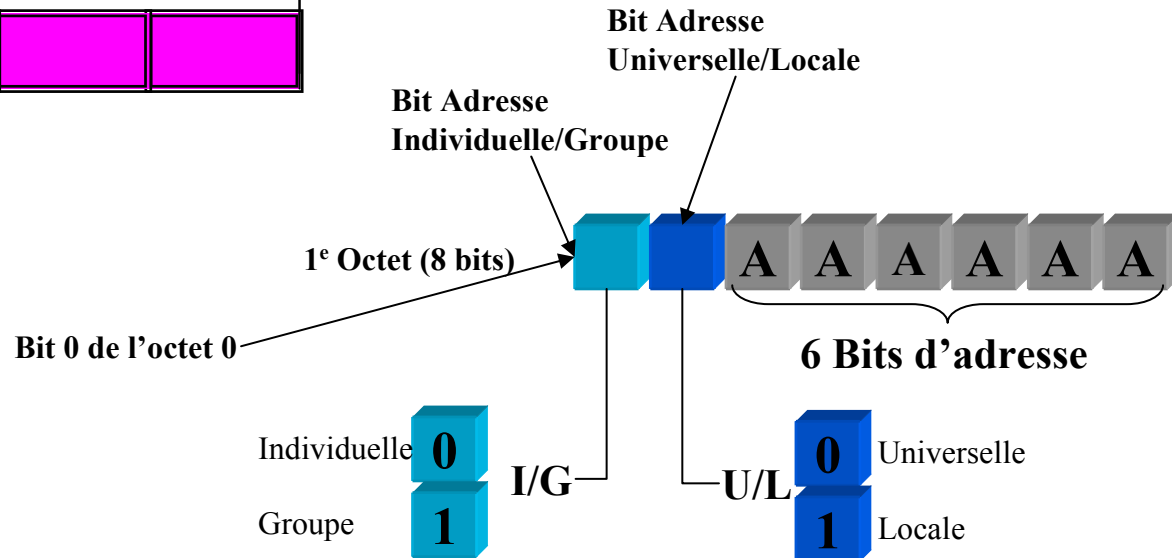
Si Champs $> 1500_{10}$ ($05DC_{16}$) alors *Type d'une trame DIX (Digital, Intel, Xerox) –Ethernet II*

Type	Désignation	Type	Désignation
0x0600	XNS	0x0805	X.25 Level 3
0x0800	IP	0x0806	ARP
0x0801	X.75 Internet	0x0835	Reverse ARP
0x0802	NBS Internet	0x089B	AppleTalk
0x0803	ECMA Internet	0x8100	Virtual LAN
0x0804	XEROX	0x8137	Novell IPX

Ethernet II: *Trame MAC*

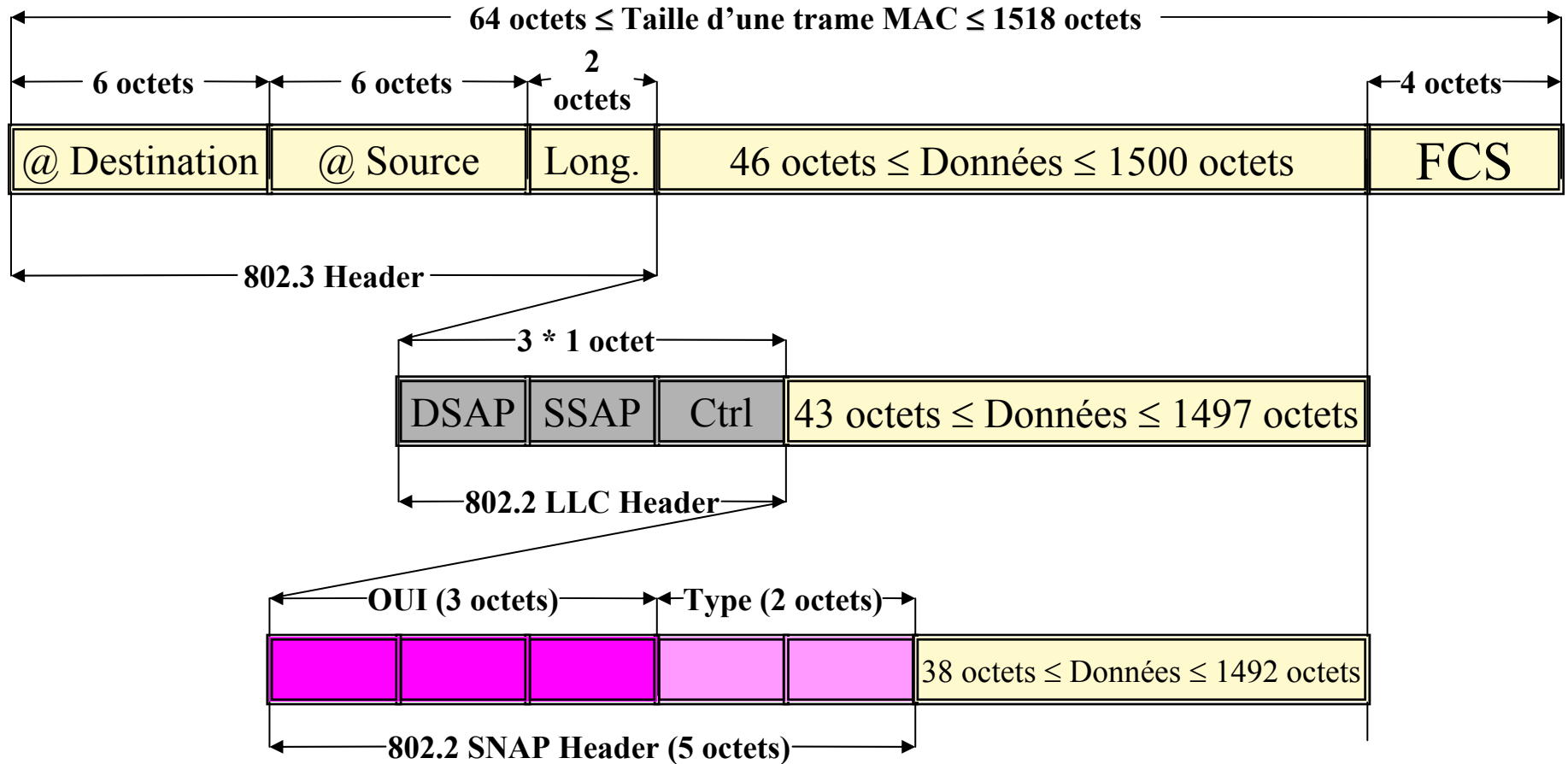


ATTN: Les bits sont transmis à l'ordre inverse (*least significant bit first*)



MAC → Media Access Control

802.3: *Trame MAC*



LLC → Logical Link Control

DSAP → Destination SAP

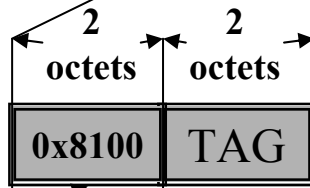
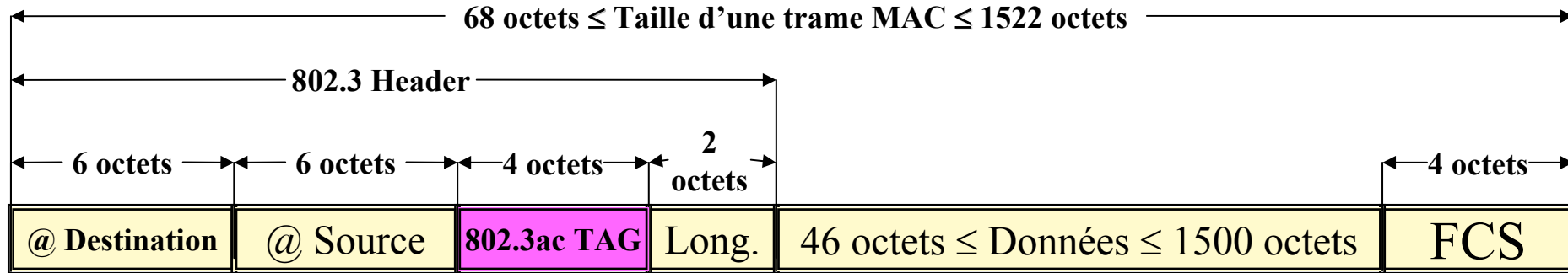
SNAP → Sub Network Access Protocol

SAP → Service Access Point

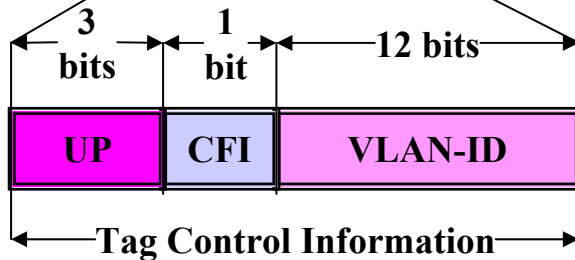
SSAP → Source SAP

OUI → Organizationally Unique Identifier

802.3ac: Extension *Trame MAC*



802.3ac Type



Virtual Local Area Network (VLAN) Tagging on Ethernet Networks

UP → User Priority
Niveau de priorité assigné à la trame Ethernet

CFI → Canonical Format Indicator
Indique la présence de RIF

VLAN-ID → Virtual LAN Identifier
Identifie le VLAN auquel appartient la trame

RIF → Routing Information Field

Assignment des SAP

Port	Désignation	Port	Désignation
00	Null LSAP	8E	PROWAY (IEC 955) Active Station List Maintenance
02	Individual LLC Sub layer Management Function	98	ARPANET Address Resolution Protocol (ARP)
03	Group LLC Sub layer Management Function
04	IBM SNA Path Control (Individual)	AA	Sub network Access Protocol (SNAP)
05	IBM SNA Path Control (Group)	...	
06	ARPANET Internet Protocol (IP)	BC	Banyan VINES
08	SNA
0C	SNA	EO	Novell Netware
0E	PROWAY (IEC955) Network Management & Initialization	F0	IBM NetBios
18	Texas Instrument	F4	IBM LAN Management (Individual)
42	IEEE 802.1 Bridge Spanning Tree Protocol	F5	IBM LAN Management (Group)
4E	EIA RS-511 Manufacturing Message Service	F8	IBM Remote Protocol Load (RPL)
7E	ISO 8208 (X.25 over IEEE 802.2 Type 2 LLC)	FA	Ungermann-Bass
80	Xerox Network Systems (XNS)	FE	ISO Network Layer Protocol
86	Nestar	FF	Global LSAP

Quelques-uns de ID constructeurs

00-00-0C	Cisco Systems
00-00-0E	Fujitsu
00-00-0F	NeXT
00-00-10	SyTek
00-00-1D	Cabletron
00-80-37	Ericsson Business Comm
00-DD-00	Ungermann-Bass
00-DD-01	Ungermann-Bass
02-07-01	Racal InterLan
02-60-86	Satelcom Mega Pac
02-60-8C	3Com: IBM PC, Imagen, Valid, Cisco
02-CF-1F	CMC: Mascomp, Silicon Graphics, Prime EXL
08-00-02	3Com
08-00-03	Advanced Computer Communications
08-00-05	Symbolics LISP Machines
08-00-07	Apple
08-00-08	Bolt Beranek and Newman, Inc.
08-00-09	Hewlett-Packard
08-00-2B	DEC
08-00-5A	IBM

Pour plus d'informations: <http://map-ne.com/Ethernet/vendor.html>

Quelques-unes de @ Multicast

Adresse Multicast	Champ Type	Utilisation
01-00-0C-CC-CC-CC	-802-	CDP (Cisco Discovery Protocol), VTP (Virtual Trunking Protocol)
01-00-0C-DD-DD-DD	?	CGMP (Cisco Group Management Protocol)
01-00-5E-00-00-00 À 01-00-5E-7F-FF-FF	0800	DoD Internet Multicast (RFC-1112)
01-00-5E-80-00-00 À 01-00-5E-FF-FF-FF	?	DoD Internet reserved by IANA
01-80-C2-00-00-01 À 01-80-C2-00-00-FF	-802-	802.1 alternate Spanning multicast
03-00-00-20-00-00	-802-	IP Multicast Address (RFC1469)
33-33-00-00-00-00 À 33-33-FF-FF-FF-FF	86dd	IPv6 Neighbor Discovery

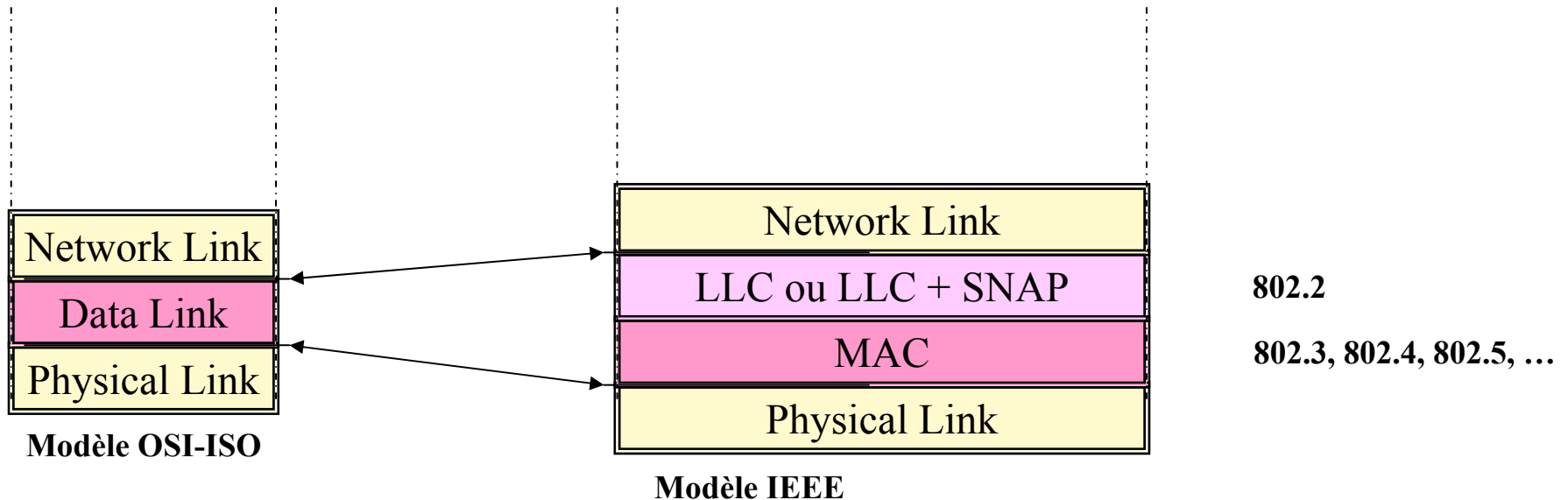
Pour plus d'informations: <http://map-ne.com/Ethernet/multicast.html>

Quelques-unes de @ Broadcast

Adresse Broadcast	Champ Type	Utilisation
FF-FF-FF-FF-FF-FF	0600	XNS packets, Hello or gateway search? 6 packets every 15 seconds, per XNS station
FF-FF-FF-FF-FF-FF	0800	IP (e.g. RWHOD via UDP) as needed
FF-FF-FF-FF-FF-FF	0804	CHAOS
FF-FF-FF-FF-FF-FF	0806	ARP (for IP and CHAOS) as needed
FF-FF-FF-FF-FF-FF	0BAD	Banyan
FF-FF-FF-FF-FF-FF	1600	Valid packets, Hello or gateway search? 1 packets every 30 seconds, per valid station
FF-FF-FF-FF-FF-FF	8035	Reverse ARP
FF-FF-FF-FF-FF-FF	807C	Merit Internodal (INP)
FF-FF-FF-FF-FF-FF	809B	EtherTalk
FF-FF-FF-FF-FF-FF	9001	3Com (ex Bridge) Name Service
FF-FF-FF-FF-FF-FF	9002	3Com PCS/TCP Hello, Approx. 1 per minute per w/s

Pour plus d'informations: <http://map-ne.com/Ethernet/multicast.html>

Relation OSI-ISO & IEEE 802.?



MAC → Medium Access Control

LLC → Logical Link Control

802.2 LLC Control:

Type-1 *Connectionless* (comme Ethernet V.2)

Type-2 *Acknowledged Connectionless* (les trames sont acquittées, si non même que Type-1)

Type-3 *Connection Oriented* (comme HDLC)

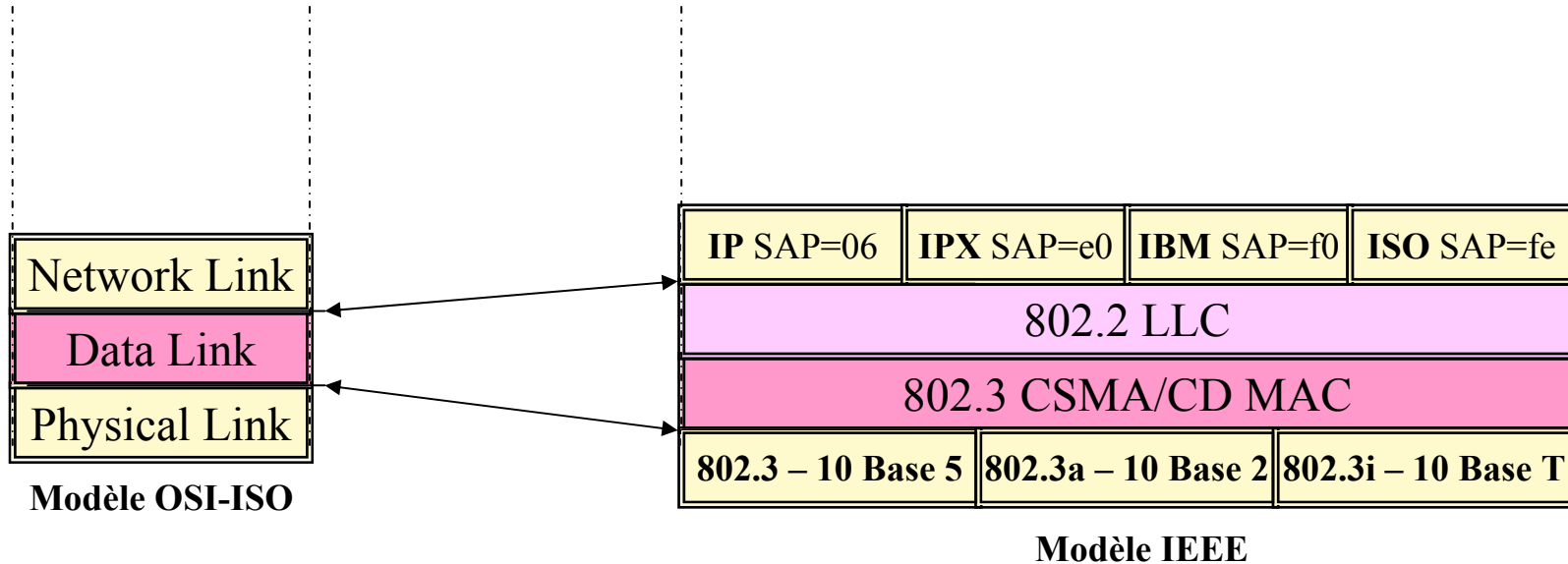
802.2 LLC Class:

Type-1 *Connectionless* (comme Ethernet V.2)

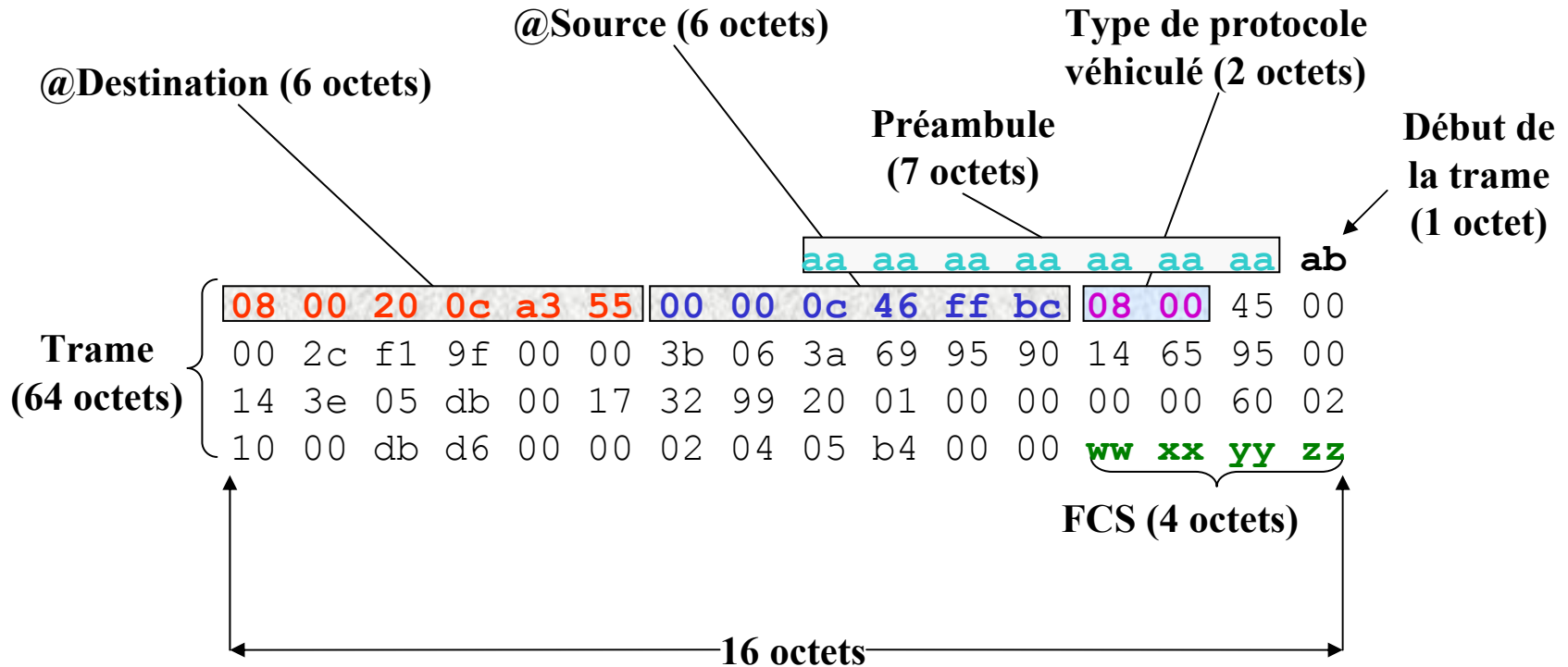
Type-2 *Acknowledged Connectionless* (les trames sont acquittées, si non même que Type-1)

Type-3 *Connection Oriented* (comme HDLC)

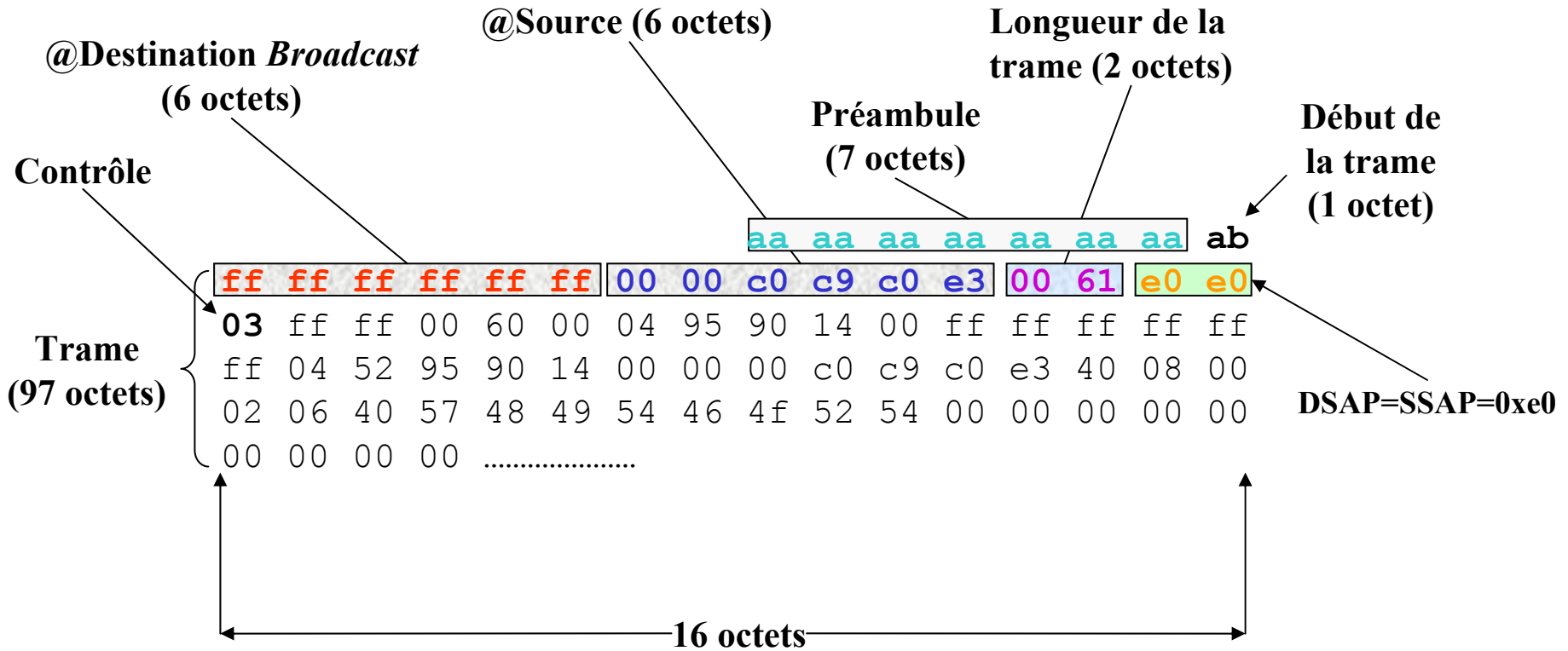
Relation OSI-ISO & IEEE 802.?



Exemple de trame *Ethernet II*

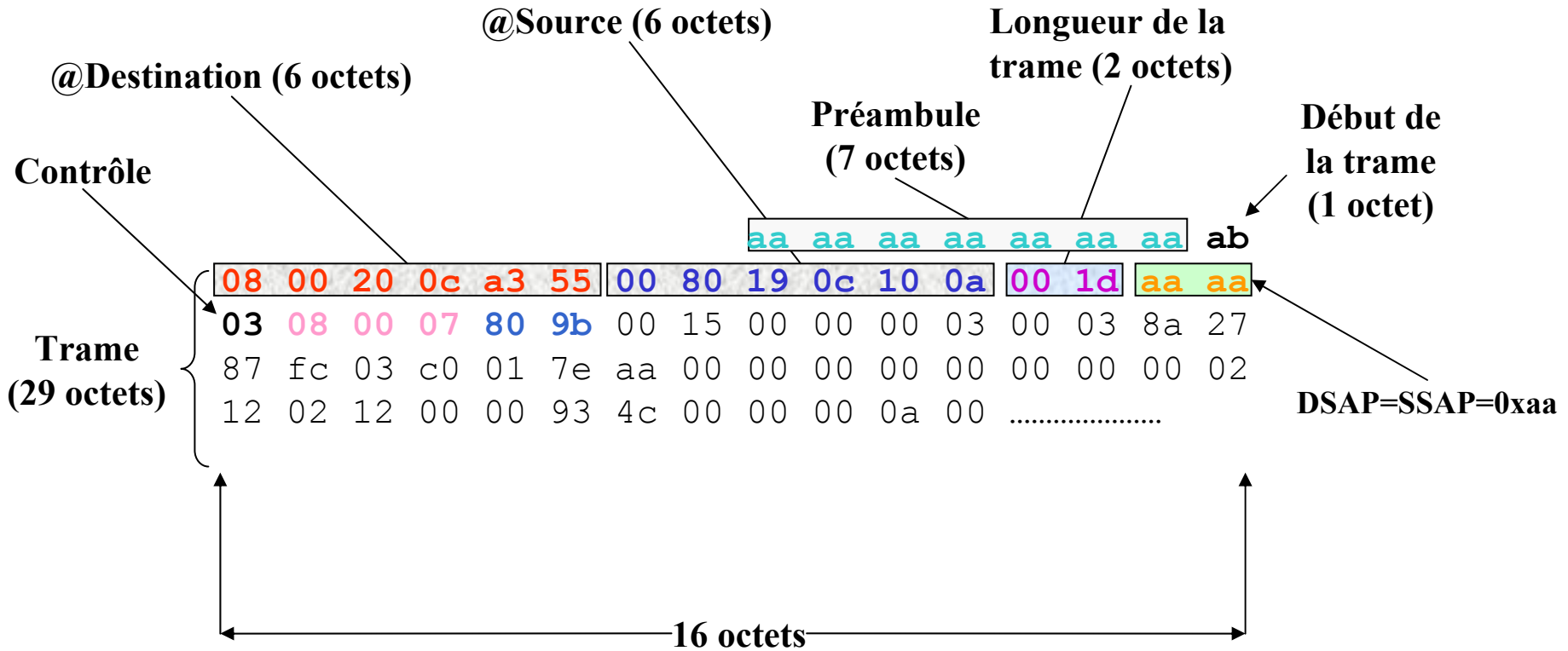


Exemple de trame 802.2 sous 802.3



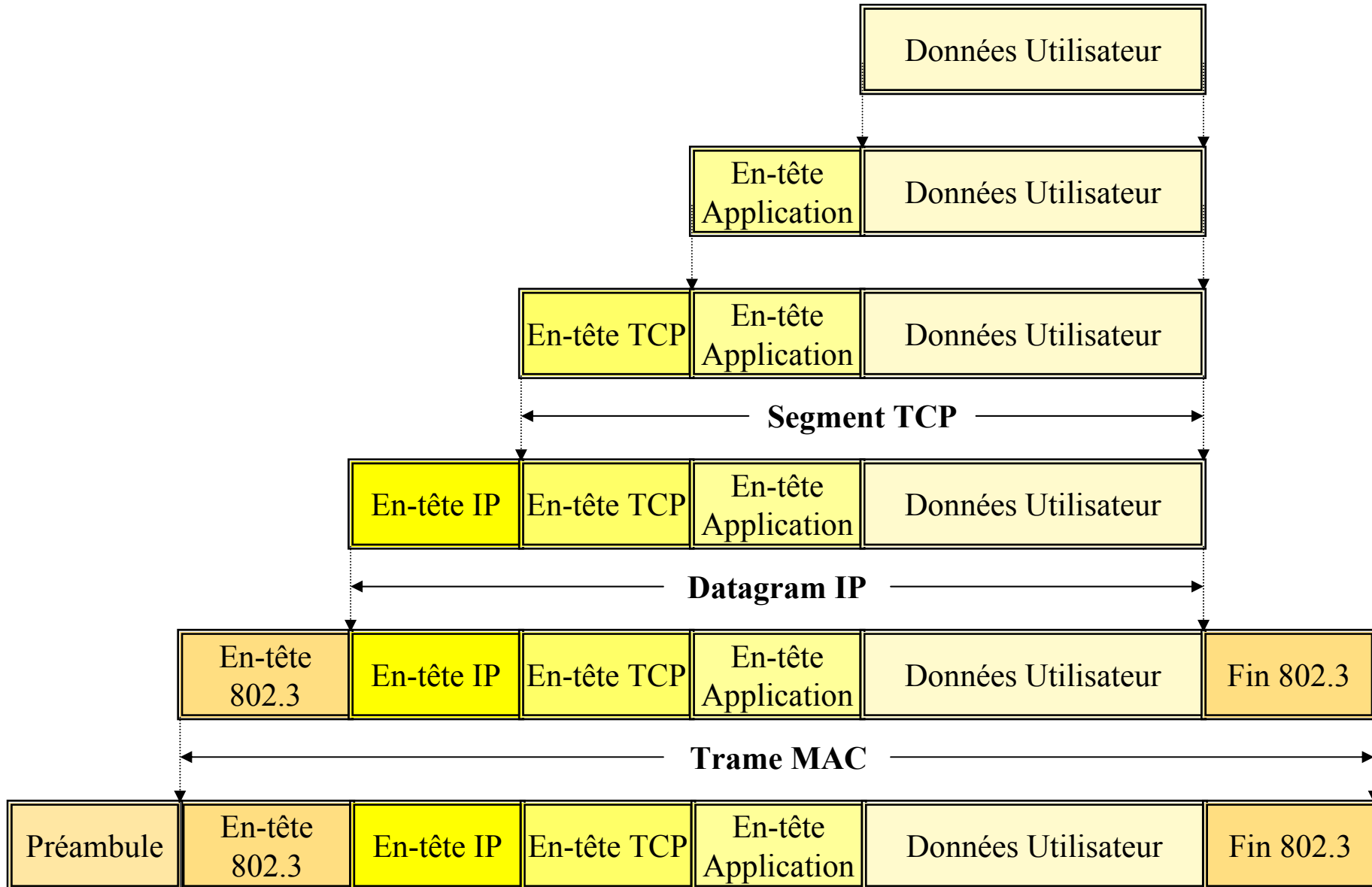
Trame 802.2 Non-SNAP, longueur de 97 octets, SAP = e0 ui/C 0:0:c0:c9:c0:e3 -> Broadcast

Exemple de trame 802.2 SNAP sous 802.3

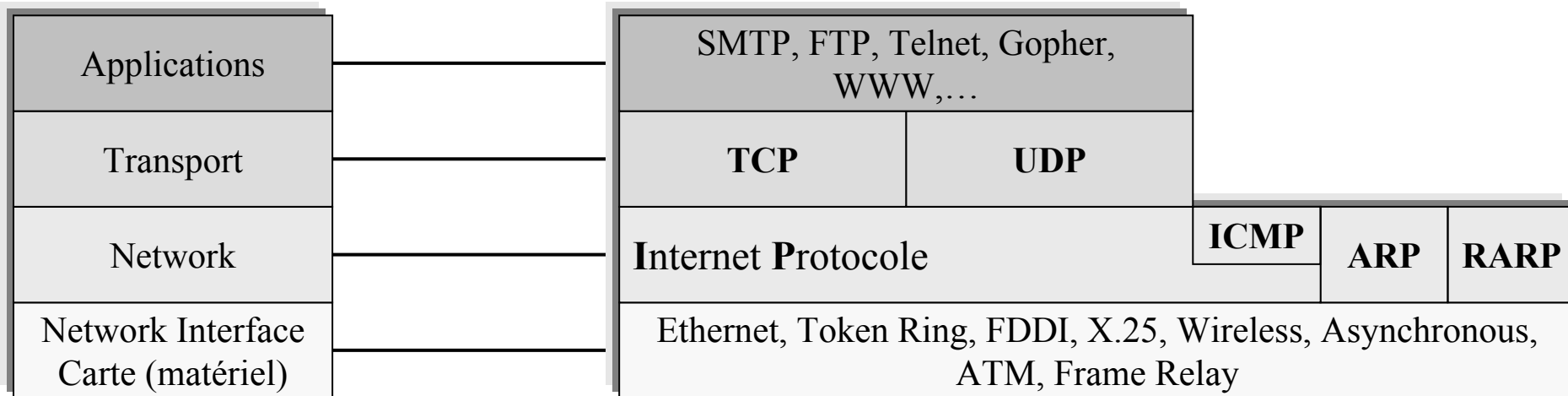


Trame 802.2 SNAP, longueur de 29 octets, SAP = aa ui/C 0:80:19:0c:10:0a -> 08:00:20:0c:a3:55

Encapsulage



Modèle d'architecture



SMTP → Simple Mail Transport Protocol

FTP → File Transfer Protocol

UDP → User Datagram Protocol

ARP → Address Resolution Protocol

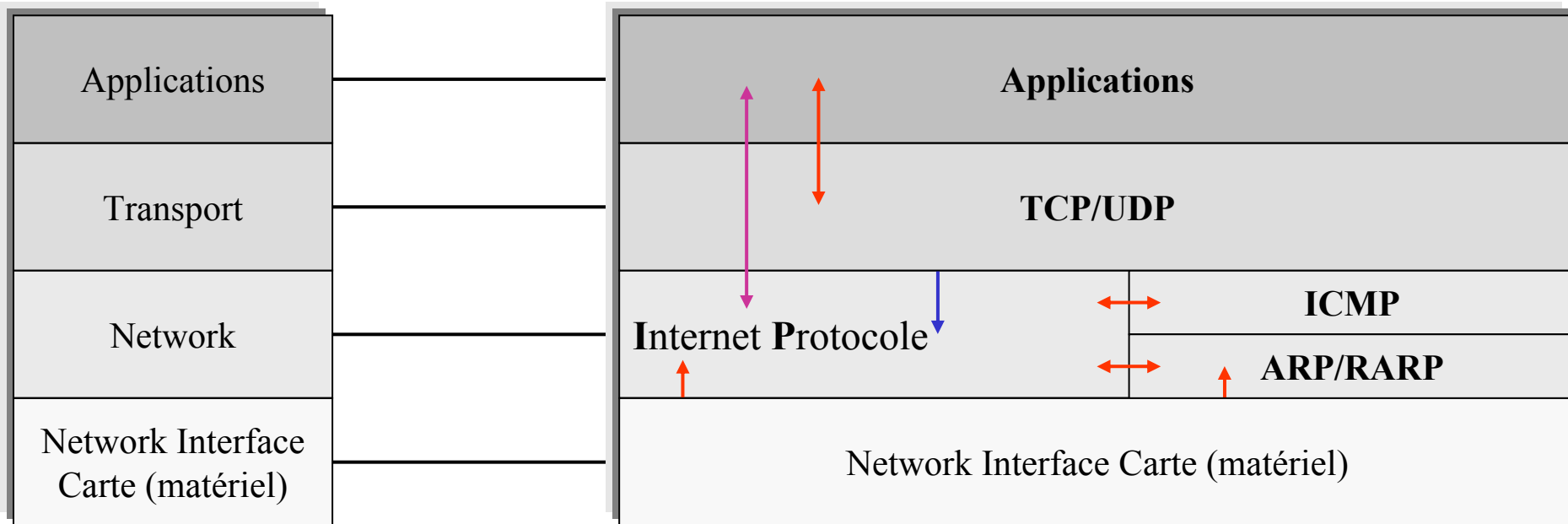
WWW → World Wide Web

TCP → Transport Control Protocol

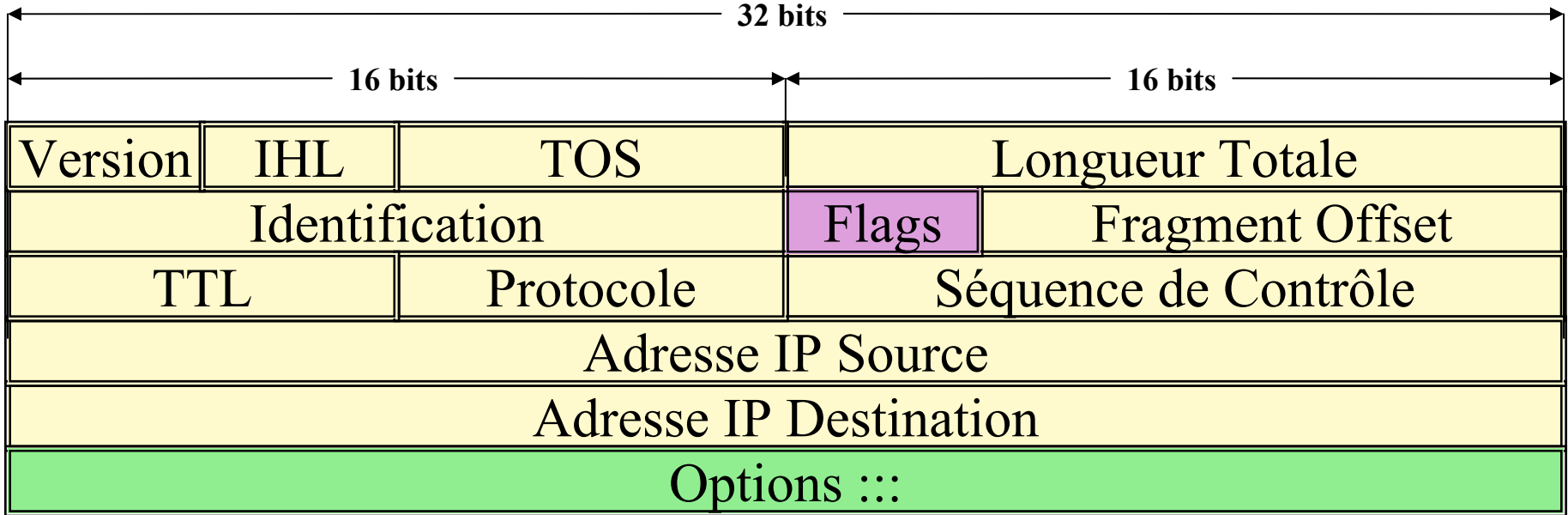
ICMP → Internet Control Message Protocol

RARP → Reverse Address Resolution Protocol

La pile du protocole TCP/IP



En-tête IP



IHL (Internet Header Length), *4 bits*

Longueur de l'entête IP en mots de 32 bits.

$160 \leq \text{Longueur entête IP valide en bits} \leq 512$

$20 \leq \text{Longueur entête IP valide en octets} \leq 64$

$5 \leq \text{Longueur entête IP valide en quad words} \leq 16$

Fragment Offset, *13 bits* Indique le début du fragment dans le paquet original.

La valeur est un multiple de 8 octets.

Version - Format de l'entête du paquet IP

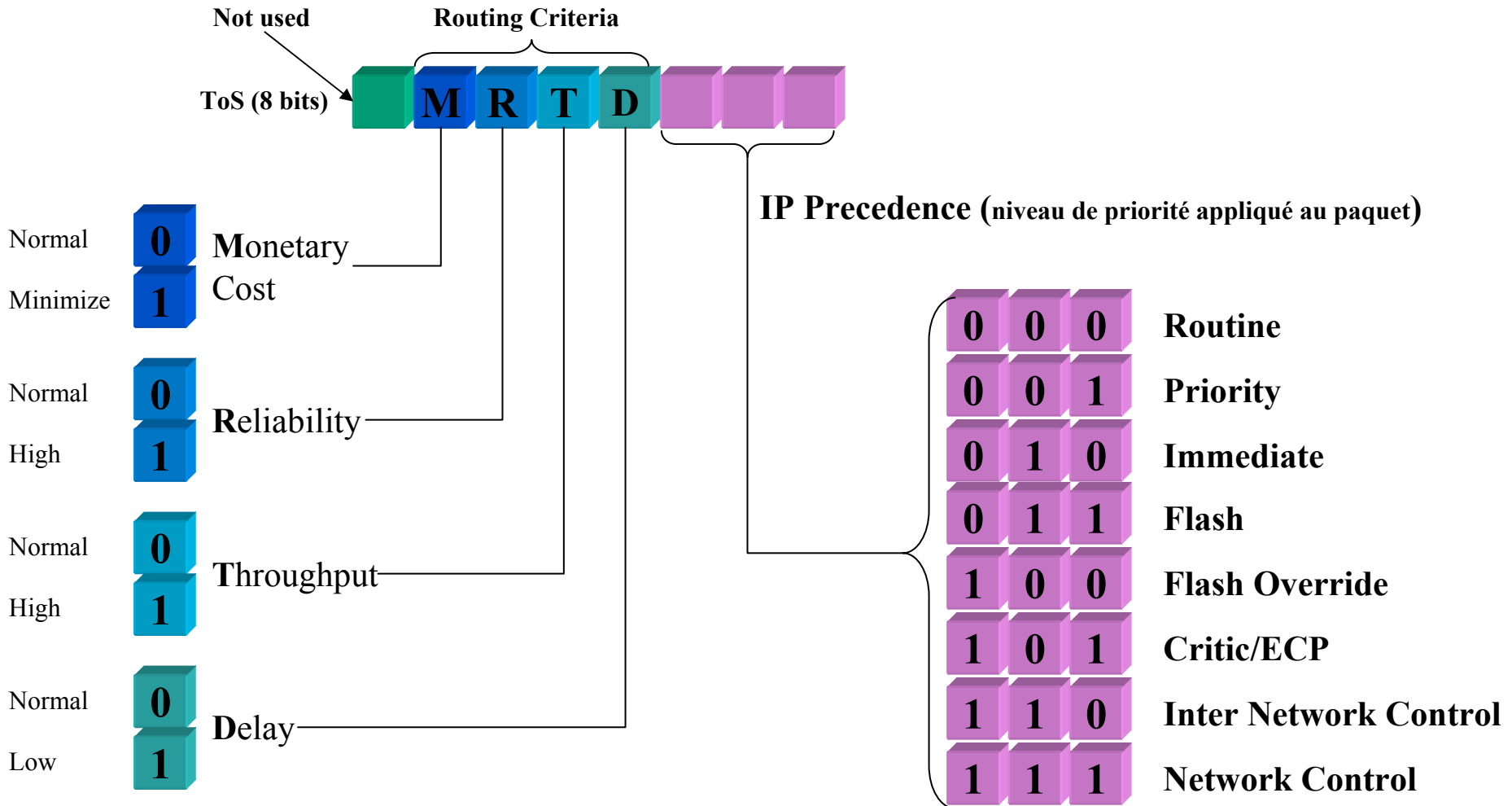


4 bits

0	0	0	0	Réservé
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	IPv4, Internet Protocol
0	1	0	1	ST, ST <i>Datagram</i> Mode
0	1	1	0	IPv6
0	1	1	1	TP/IX, The Next Internet
1	0	0	0	PIP, The P Internet Protocol
1	0	0	1	TUBA
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	Réservé

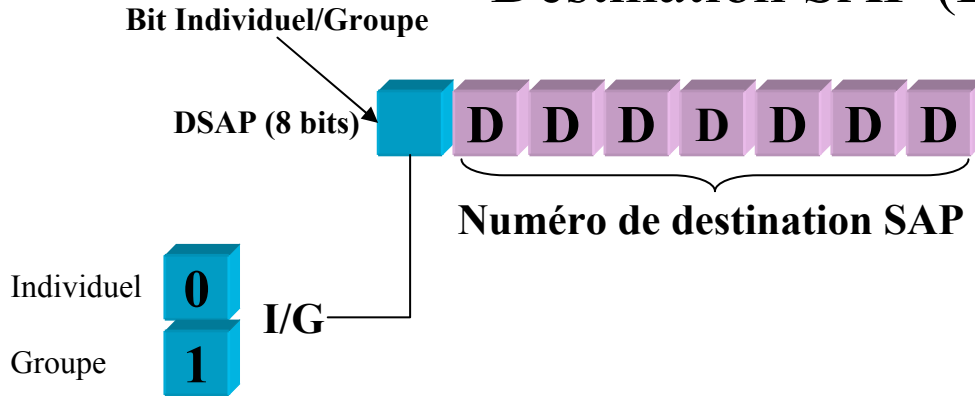
SIP, Simple Internet Protocol
SIPP, Simple Internet Protocol Plus
IPv6

Type de Service (TOS)

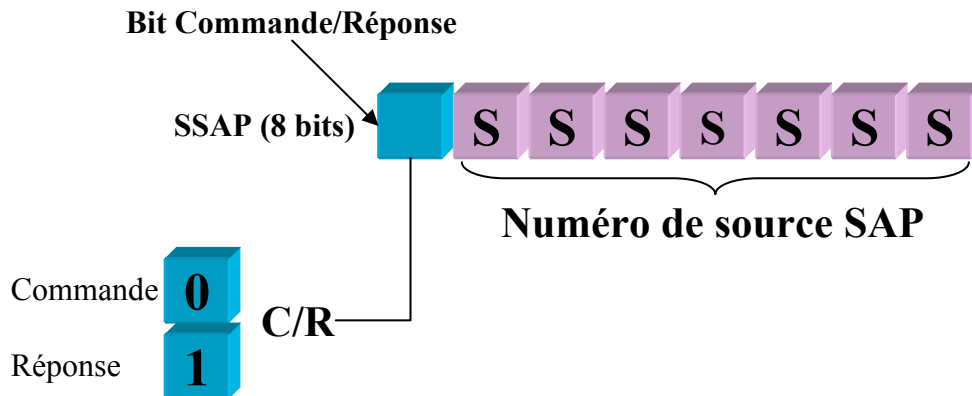


xSAP

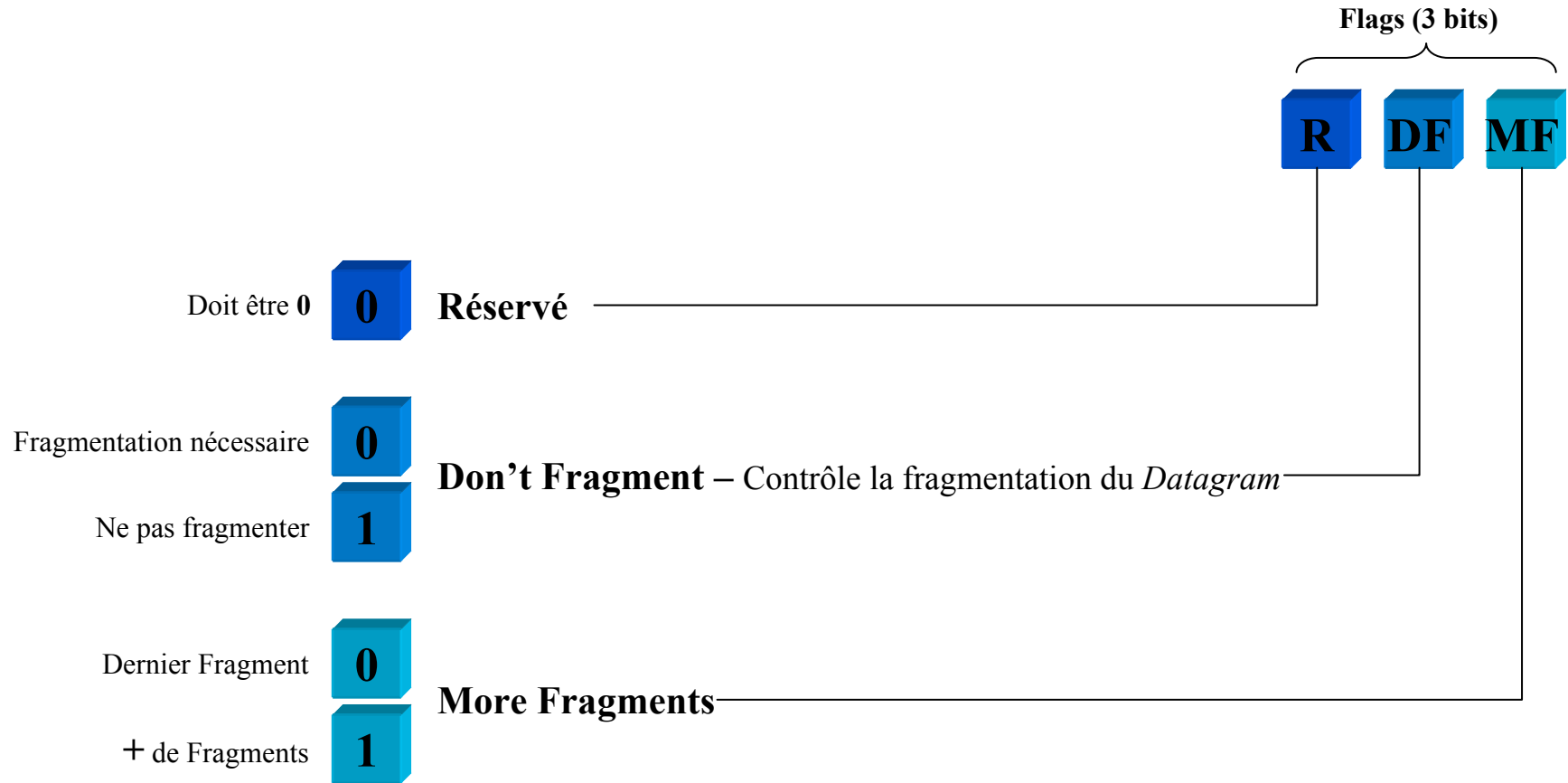
Destination SAP (DSAP)



Source SAP (SSAP)



Flags

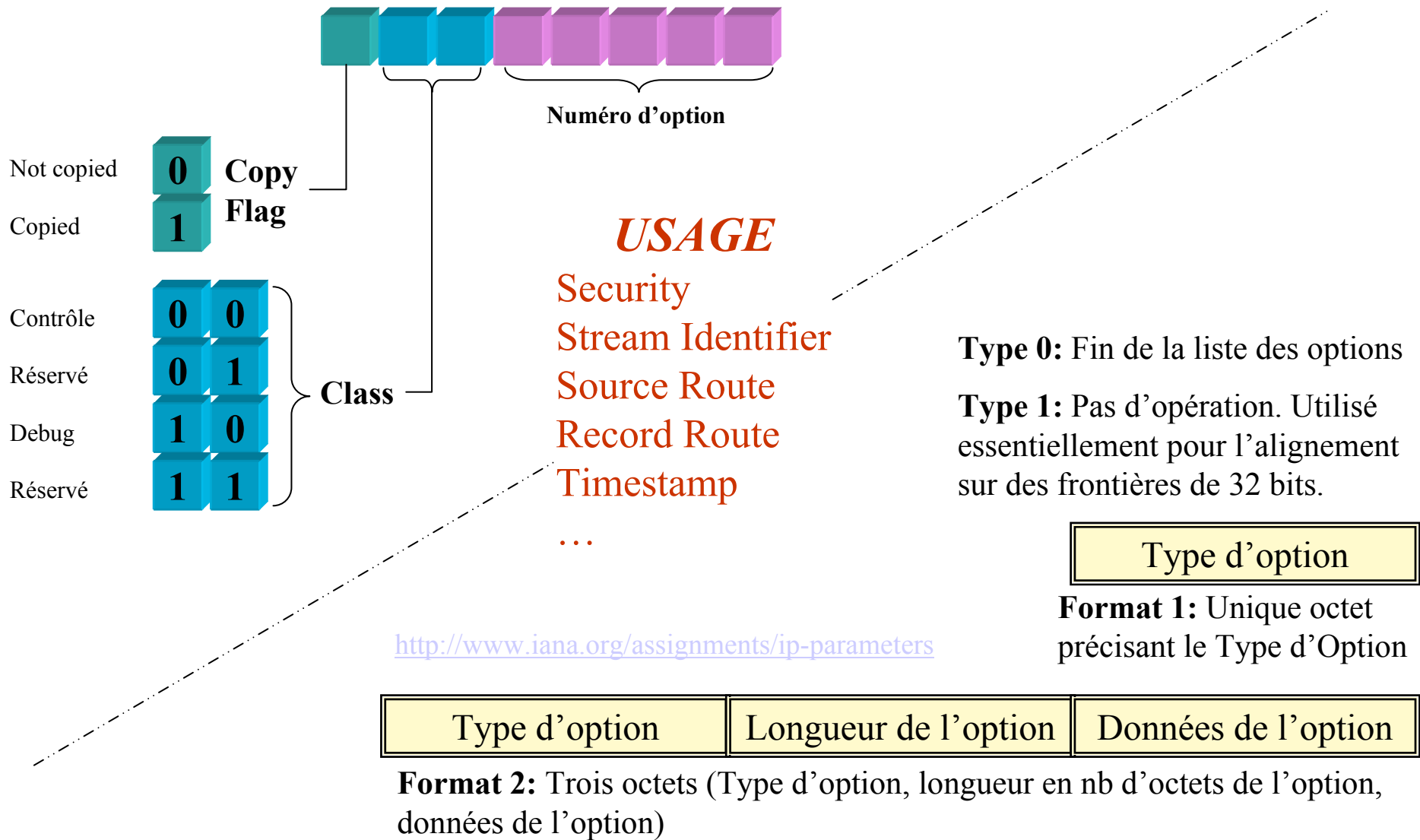


Protocole – *The Next Encapsulated Protocol*

- 0 **IPv6** Hop-by-Hop Option.
- 1 **ICMP**, Internet Control Message Protocol.
- 2 **IGAP**, IGMP for user Authentication Protocol - **IGMP**, Internet Group Management Protocol.
RGMP, Router-port Group Management Protocol.
- 3 **GGP**, Gateway to Gateway Protocol.
- 4 **IP** in IP encapsulation.
- 5 **ST**, Internet Stream Protocol.
- 6 **TCP**, Transmission Control Protocol.
- 7 **UCL**
- 8 **EGP**, Exterior Gateway Protocol.
- 9 **IGP**, Interior Gateway Protocol
- 11 **NVP**, Network Voice Protocol.
- 15 **XNET**, Cross Net Debugger.
- 17 **UDP**, User Datagram Protocol.
- 18 **TMux**, Transport Multiplexing Protocol.
- 20 **HMP**, Host Monitoring Protocol.
- 27 **RDP**, Reliable Data Protocol.
- 28 **IRTP**, Internet Reliable Transaction Protocol
- 29 **ISO-TP4**, ISO Transport Class 4
- 30 **NETBLT**, Network Block Transfer
- 35 **IDPR**, Inter-Domain Policy Routing Protocol
- 41 **IPv6** over IPv4
- 42 **SDRP**, Source Demand Routing Protocol
- 46 **RSVP**, Reservation Protocol
- 88 **IGRP**, Internet Gateway Routing Protocol
- 89 **OSPF**, Open Shortest Path First Internet Gateway Protocol

...

Options



NB: La longueur inclus l'ensemble des octets de l'option (type et longueur inclus)

Exemple de Fragmentation *IP*

Datagram IP Original

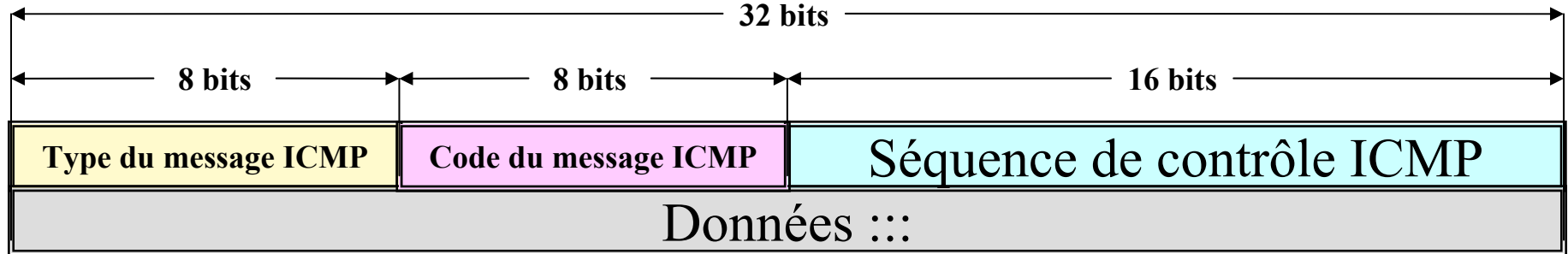
Séquence	Identification	Longueur totale	DF May / Don't	MF Last / More	Offset Fragment
0	1000	5140	0	0	0

Fragments IP (Ethernet)

Séquence	Identification	Longueur totale	DF May / Don't	MF Last / More	Offset Fragment
0-0	1000	1500	0	1	0
0-1	1000	1500	0	1	185
0-2	1000	1500	0	1	370
0-3	1000	700	0	0	555

Nb d'Octets d'origine (**5140**) < Nb d'Octets transmis (**5200**)

En-tête ICMP



ICMP → Internet Control Message Protocole

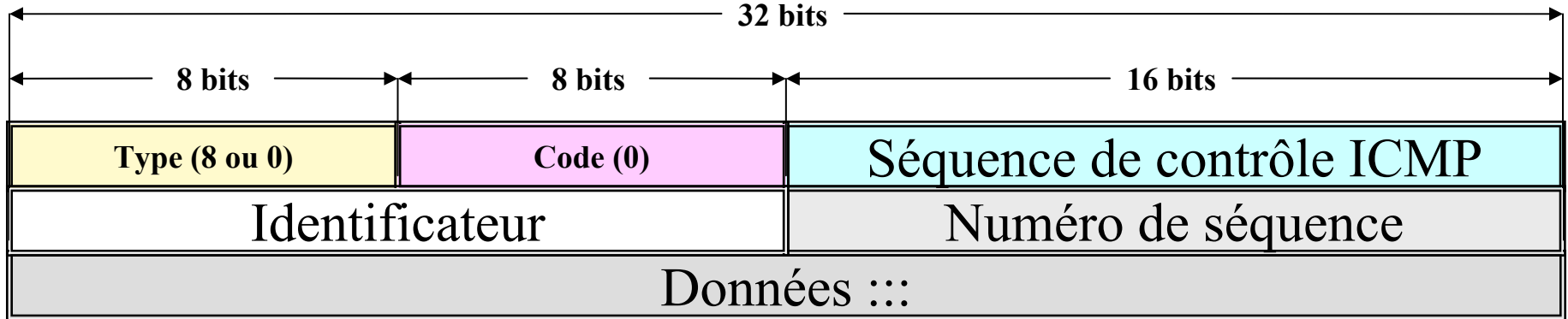
Type du message *ICMP* : 0 = Echo Reply, ..., 3 = *Destination unreachable*, ..., 8 = Echo Request, ...

Code du message *ICMP* : informations complémentaires à propos du type de message *ICMP*

Séquence de contrôle *ICMP* : même algorithme de calcul que « séquence de contrôle IP ». La séquence couvre uniquement l'en-tête *ICMP*.

Données *ICMP* : Données spécifiques au message *ICMP* (Type et Code)

ICMP – exemple *ping*



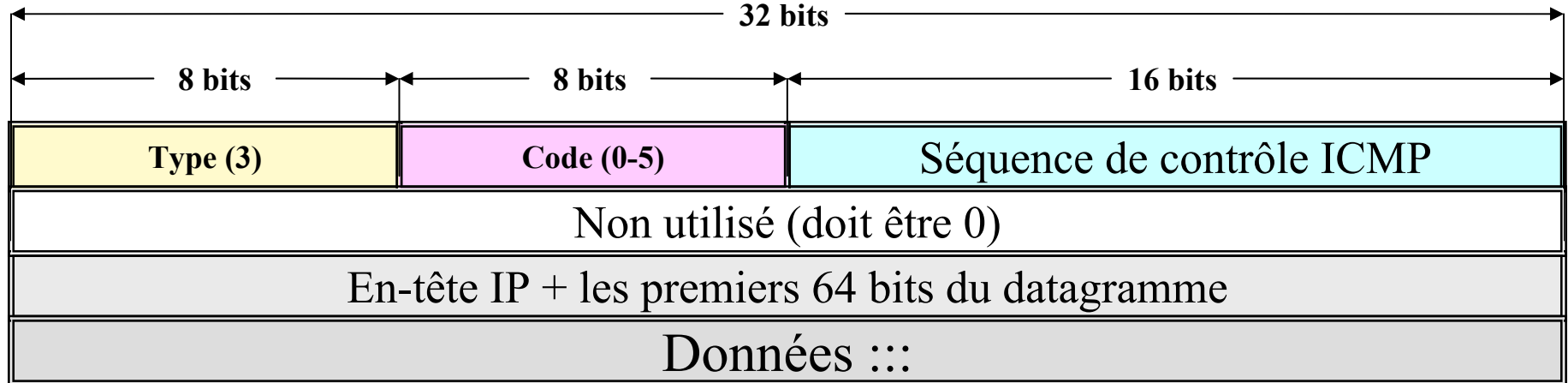
Type du message *ICMP* : 0 = Echo Reply, 8 = Echo Request

Code du message *ICMP* : 0

Identificateur et numéro de séquence *ICMP* : utilisés par l'expéditeur pour trouver la correspondance « requête / réponse ».

Données *ICMP* : Données à retourner à l'expéditeur. « Echo reply » retourne toujours les mêmes données reçues lors de la requête. La longueur est variable.

ICMP – exemple *destination unreachable*



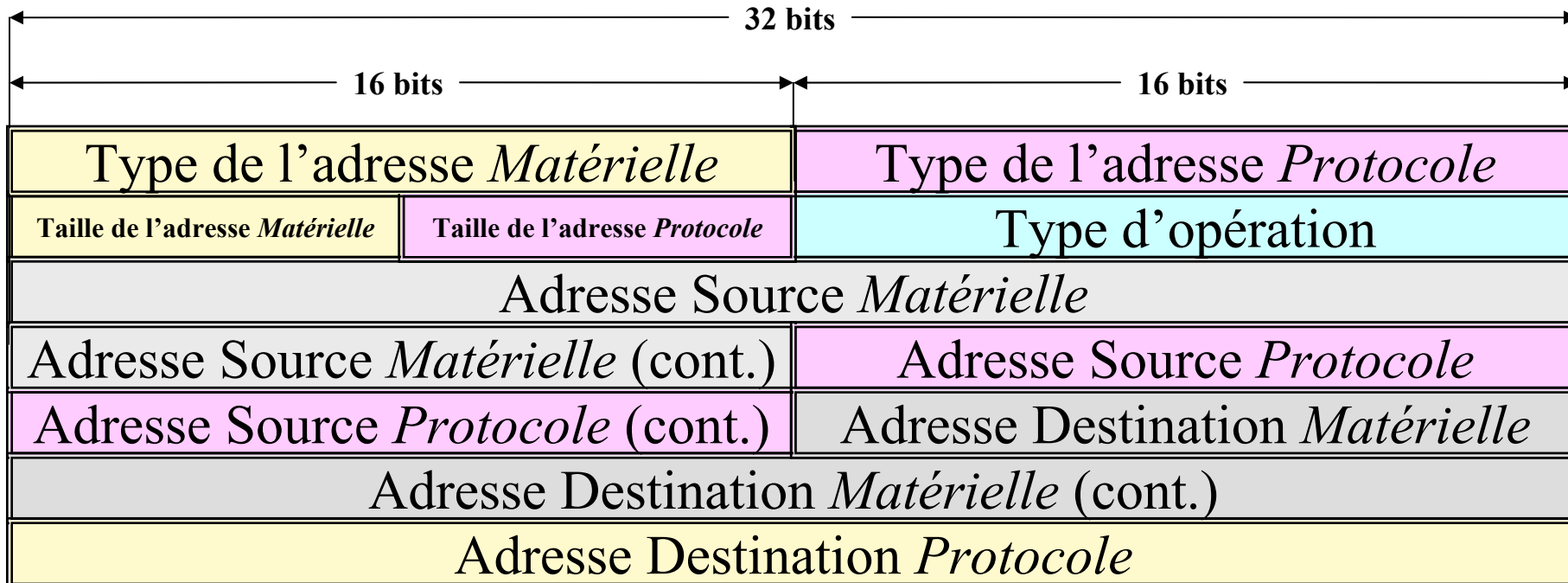
Envoi du message « *destination unreachable* » si un IMP ne peut pas « *acheminer* » ou « *délivrer* » un « *datagramme* »

Type du message ICMP : 3 = *Destination unreachable*

Code du message ICMP : code décrivant le problème plus précisément

- | | |
|-------|--|
| 0/1 | Network/Host unreachable, |
| 2/3 | Protocol/Port unreachable, |
| 4 | Fragmentation needed and DF set, |
| 5 | Source route failed, |
| 6/7 | Destination Network/Host unknown, |
| 8 | Source host isolated, |
| 9/10 | Communication with destination Network/Host administratively prohibited, |
| 11/12 | Network/Host unreachable for type of service |
| 13 | Communication administratively prohibited |

En-tête ARP



Type de l'adresse *Matérielle* (Hardware Address Type): 1 = Ethernet, 2 = IEEE 802 LAN, ...

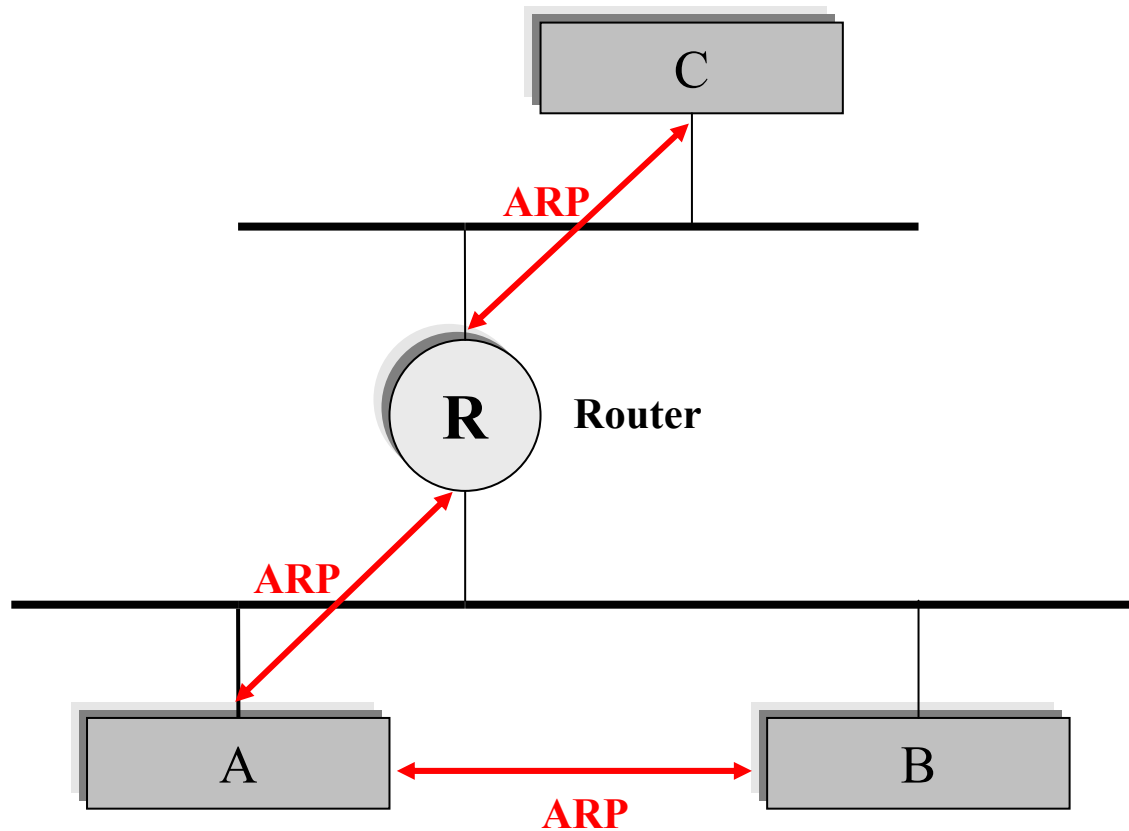
Type de l'adresse *Protocole* (Protocol Address Type): 2048 IPv4 (0x0800), ...

Taille de l'adresse *Matérielle* (Hardware Address Length): 6 pour Ethernet et IEEE 802, ...

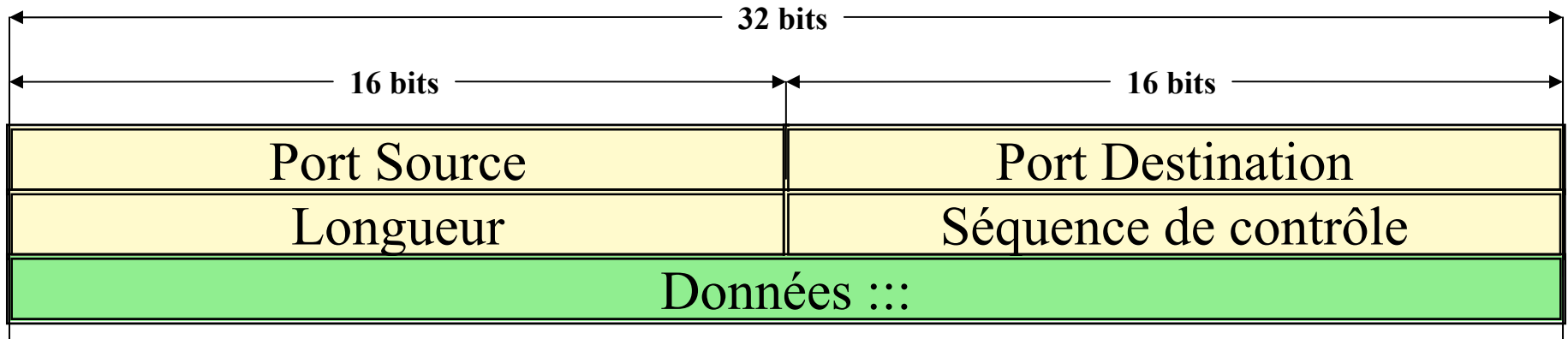
Taille de l'adresse *Protocole* (Protocol Address Length): 4 pour IPv4, ...

Type d'opération (Operation Type): 1 pour *Request*, 2 pour *Reply*, ...

ARP – Address Resolution Protocol



En-tête UDP

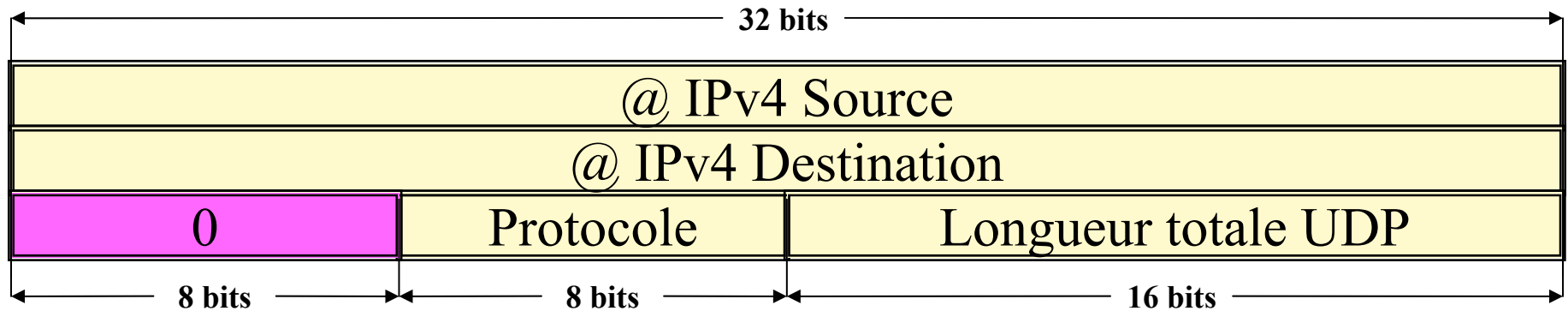


La séquence de contrôle nécessite la présence d'un pseudo en-tête. Calcul de la séquence de contrôle:

Mettre le champ à 0

Calculer sur 16 bits le complément à 1 de la somme de l'objet dans son ensemble
(*Pseudo en-tête, en-tête UDP et données utilisateur*)

Pseudo En-tête UDP

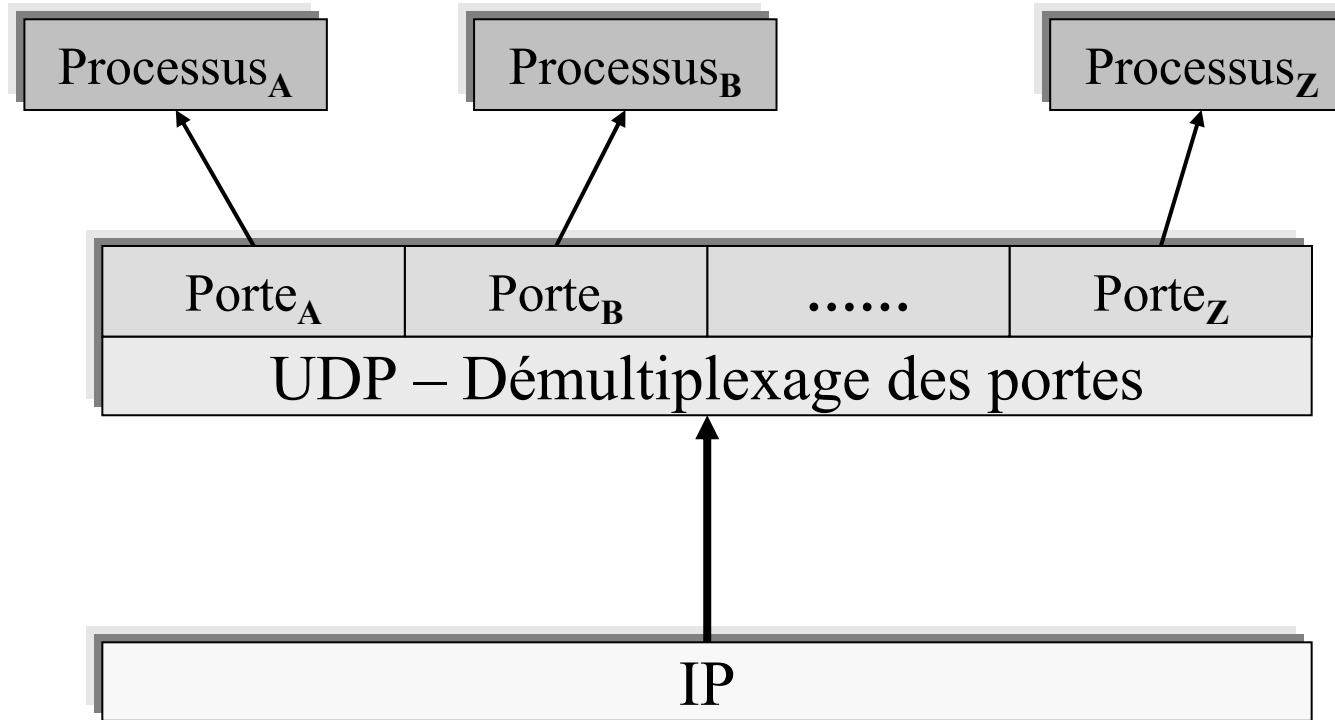


Pseudo en-tête UDP nécessaire pour le calcul de la séquence de contrôle. Son usage permet de vérifier que le data-gramme UDP a atteint la bonne destination (*destination recherchée*)

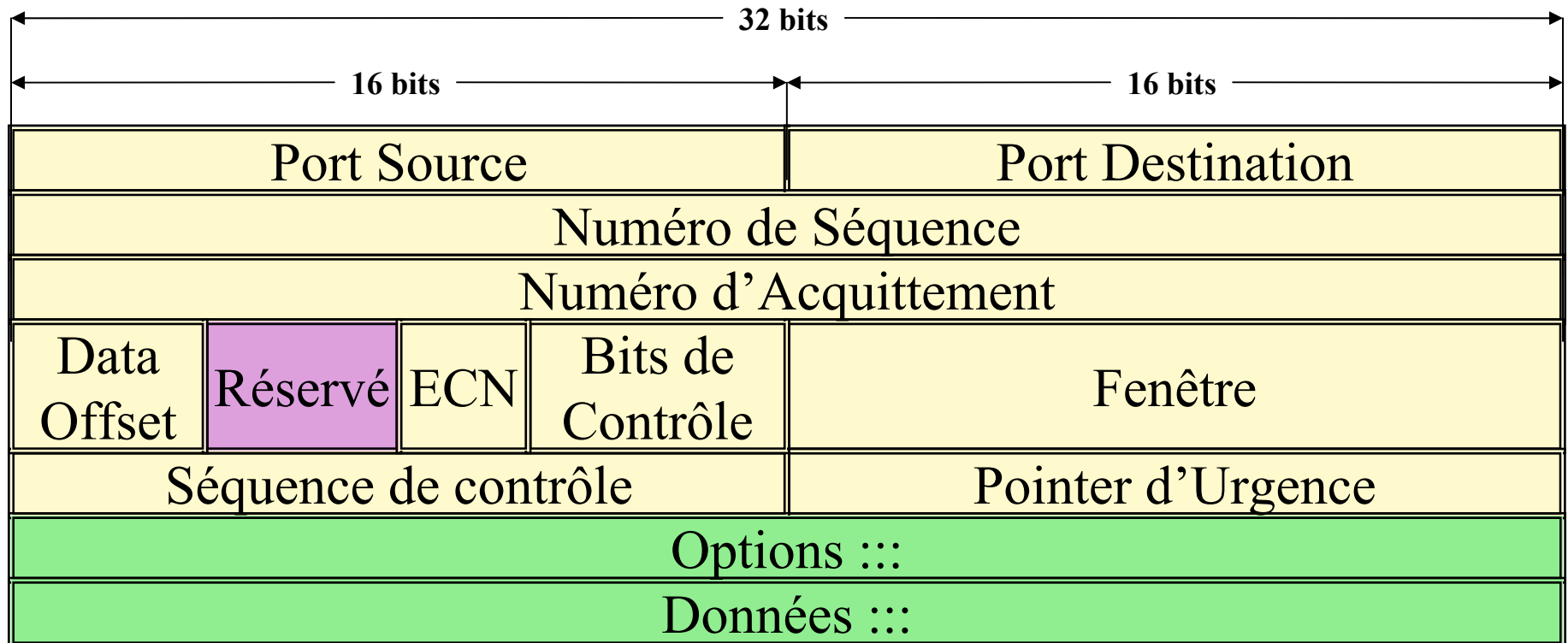
Protocole: type de protocole IP (17 pour UDP)

Longueur: uniquement la taille du data-gramme UDP sans la taille du pseudo en-tête

UDP - Démultiplexage

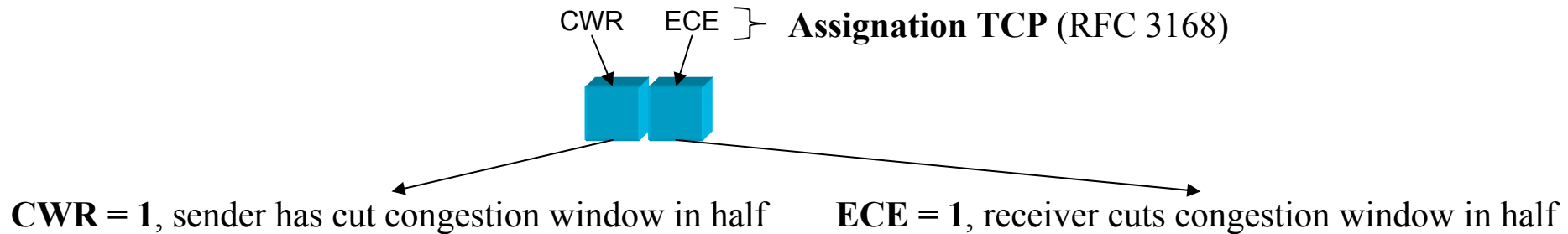
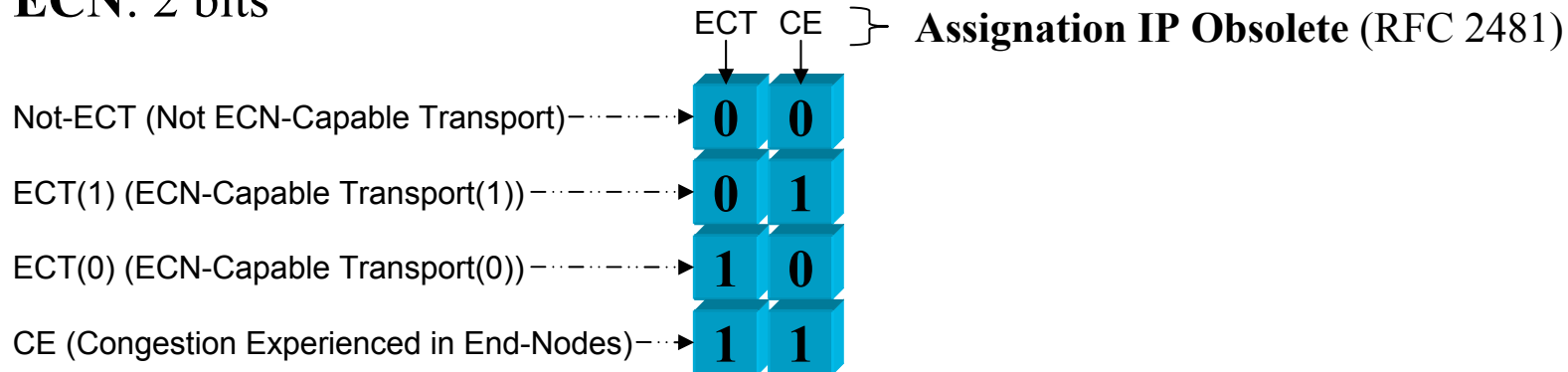


En-tête TCP



Explicit Congestion Notification (ECN)

ECN: 2 bits



ECT: ECN-Capable Transport **CE:** Congestion Experience **CWR:** Congestion Window Reduced

ECE: ECN-Echo

Voir <http://www.networksorcery.com/enp/default0502.htm> pour plus d'informations

Bits de Contrôle

Flags (6 bits)



Urgent: Indicates that the Urgent pointer is valid. There is urgent data.

Acknowledge: The acknowledgment number is valid. This will usually be set

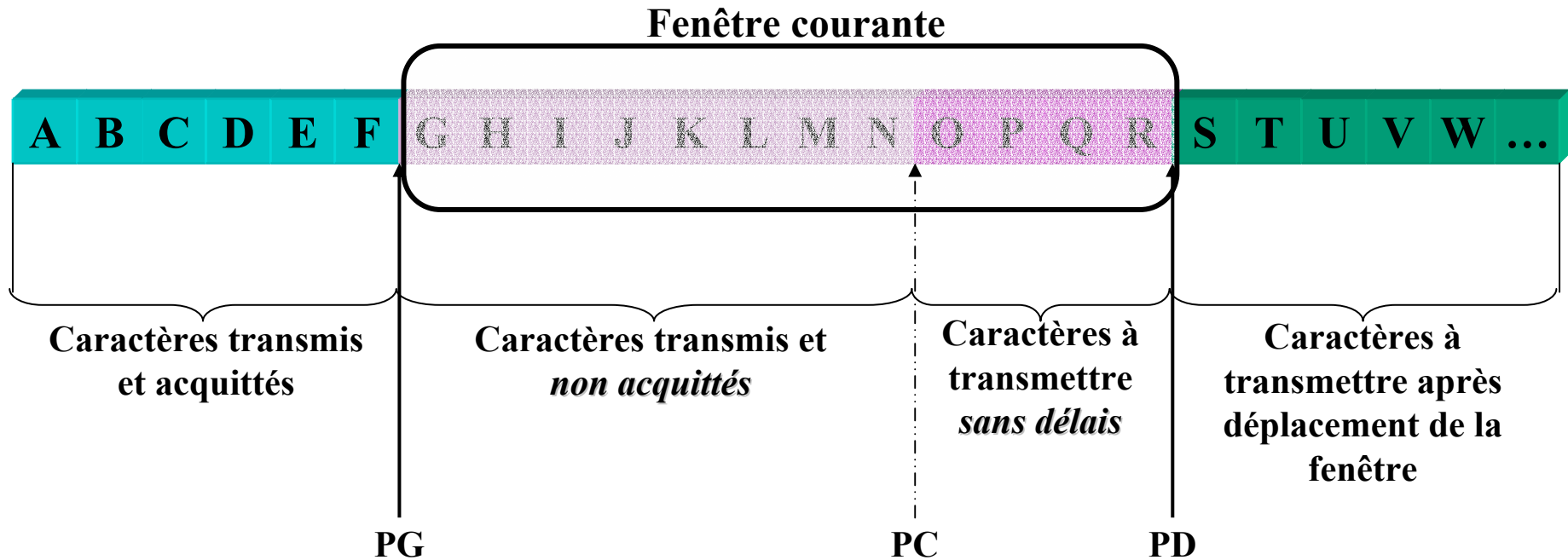
Push: The data should be passed to the application as soon as possible. This will typically involve flushing buffers

Reset: Reset the connection. This involves marking the sequence numbers as invalid.

Synchronization: The synchronize bit is used to establish initial agreement on the sequence numbers.

Finish: The sender has finished sending data. This fact will, normally, be passed on to the application as *close*

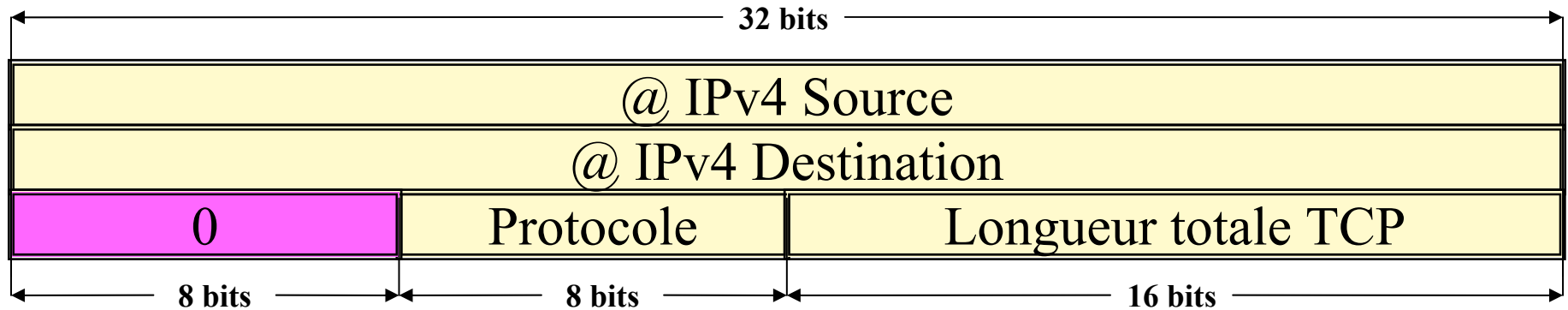
Fenêtre glissante (*Sliding Window*)



Trois Pointeurs:

- Le **Pointeur de Gauche** marque le début de la fenêtre en cours et sépare les caractères transmis et acquittés de caractères à traiter ou en cours de traitement.
- Le **Pointeur de Droite** marque la fin de la fenêtre en cours et définit le dernier caractère à transmettre avant la réception des acquittements.
- Le **Pointeur de Centre** sépare les caractères transmis de ceux à transmettre.

Pseudo En-tête TCP



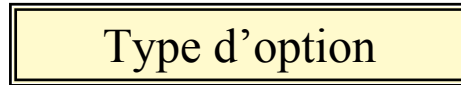
Pseudo en-tête TCP nécessaire pour le calcul de la séquence de contrôle. Son usage permet de vérifier que le segment TCP a atteint la bonne destination (*destination recherchée*)

Protocole: type de protocole IP (6 pour TCP)

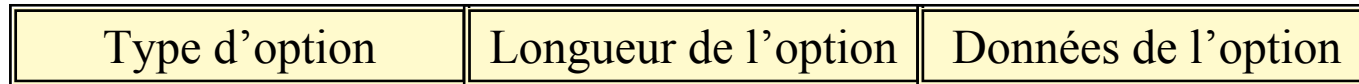
Longueur: la taille du segment TCP plus la taille de l'en-tête TCP (la taille du pseudo en-tête n'est pas incluse)

Options TCP (*Format*)

Format 1: Unique octet précisant le Type d'Option



Format 2: Trois octets (Type d'option, longueur en nb d'octets de l'option, données de l'option)



Exemples

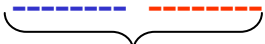
Type 0: Fin de la liste des options (*End of Option List*)

0000 0000

Type 1: Pas d'opération. Utilisé essentiellement pour l'alignement sur des frontières de 32 bits.

0000 0001

Type 4: *Maximum Segment Size* (MSS) – *Format 2*. 4 octets (1 octet pour le type de l'option, 1 octet pour la longueur de l'option et 2 octets pour la valeur de l'option).

00000010 00000100 
Max Seg. Size

TCP – Multiplexage / Démultiplexage

