
TD n° 1 - Découverte du modèle en couches

Exercice 1.

Trame Ethernet

La suite hexadécimale ci-dessous représente le contenu d'une trame *Ethernet* :

```
f4ca e55f 2df7 0023 dfff 90c3 0800 4500
0033 5bc5 4000 8006 e2d4 0a0a 9f02 d41b
3f03 0a7b 0015 cb8a 8fb1 9636 dd2f 5018
fe20 a778 0000 5553 4552 2074 6f74 6f0d
0a
```



En vous aidant de l'annexe qui décrit les formats des principales trames circulant sur un réseau et de la table *ASCII*, interprétez le contenu de cette trame :

- Déterminez les différents protocoles mis en œuvre dans la construction de cette trame.
- Précisez dans quelle couche se situent ces protocoles.
- Expliquez pourquoi on peut dire qu'il s'agit d'une « organisation en couches ».
- Quelles sont les données transportées par ce message ?
- De quelle(s) application(s) finale(s) viennent-elles ?

Solution :

En-tête Ethernet :

f4ca e55f 2df7 : MAC destinataire ;

0023 dfff 90c3 : MAC source ;

0800 : Type (ici IP).

Remarque : Les *Organizationally unique identifiers* (OUI) **f4cae5** et **0023df** correspondent respectivement à *Freebox S.A.* et *Apple*.

En-tête IP :

45 : Version (IPv4), IHL (5 mots de 32 bits dans l'en-tête donc pas d'options) ;

00 : DSCP, ECN ;

0033 : longueur totale (51 octets) ;

5bc5 : identification ;

4000 : flags (010, *Do not fragment*) et déplacement de fragment (0 car non fragmenté) ;

80 : TTL (128) ;

06 : protocole (ici TCP) ;

e2d4 : *checksum* sur l'en-tête ;

0a0a 9f02 : IP source (10.10.159.02) ;

d41b 3f03 : IP destinataire (212.27.63.3).

Remarque : L'adresse 10.10.159.02 est une adresse IP locale, ce qui signifie que la machine qui envoie le message se trouve sur un réseau local et n'accède à internet que par l'intermédiaire d'une passerelle. L'adresse 212.27.63.3 correspond au nom de domaine `ftpperso.free.fr` (vous pouvez utiliser la commande « `host 212.27.63.3` » dans un terminal pour obtenir cette information).

En-tête TCP :

0a7b : Port source (2683) ;

0015 : Port destination (21 : FTP) ;

cb8a 8fb1 : numéro de séquence ;

9636 dd2f : numéro d'*acknowledgement* ;

5 : offset données (5 mots de 32 bits, donc pas d'options) ;

0 : 3 bits réservés (=0) et le bit NS ;

18 : *flags* (00011000, ACK + PSH) ;

fe20 : taille de la fenêtre (65056 octets) ;

a778 : *checksum* ;

0000 : pointeur urgent (non utilisé ici).

Remarque : La vérification (*checksum*) se fait en préfixant l'en-tête TCP existant d'un « pseudo-en-tête » contenant les informations suivantes :

- 0a0a 9f02 : IP source (en-tête IP) ;
- d41b 3f03 : IP destinataire (en-tête IP) ;
- 0006 : 8 bits réservés (fixés à 0) suivis du protocole (dans l'en-tête IP, qui devrait toujours être 06 pour TCP) ;
- 001f : longueur du segment TCP (en-tête + données) (ici 31 = longueur IP - 4 × IHL).

Données TCP :

5553 4552 2054 4f54 4f0d 0a : « USER totoCRLF ». Les octets CR (*carriage return*) et LF (*line feed*) indiquent une fin de ligne.

A. Table *ASCII*

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	NUL	DLE		0	@	P	`	p
1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	FF	FS	,	<	L	\	l	&
D	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

B. Format de trames

1. Trame Ethernet

(en octets)

Destination (6)	Source (6)	Type (2)	Données
-----------------	------------	----------	---------

Quelques exemples de types possibles : IP (08 00), ARP (08 06), PPP (00 c0).

2. Trame HDLC

(en bits)

01111110	Adresse (8)	Commande (8)	Infos	BCE (16)	01111110
----------	-------------	--------------	-------	----------	----------

3. Paquet IP

(en bits)

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Version				Lg en-tête				Type de service								Longueur totale															
Identification																Flags				Déplacement de fragment											
Durée de vie								Protocole								Bloc de contrôle d'en-tête															
Adresse IP de l'émetteur																															
Adresse IP du destinataire																															
Options (longueur variable)																										Padding					
Données																															

Version : Numéro de version du protocole IP (actuellement version 4) ;

Lg en-tête : Longueur de l'en-tête en mots de 32 bits, généralement égal à 5 (pas d'option) ;

Flags : 3 bits d'information

- le premier n'est pas utilisé (doit valoir 0)
- le second, appelé DF (*do not fragment*), signifie que le réseau doit traiter le paquet dans son intégralité ou pas du tout
- le troisième, appelé MF (*more fragments*), signifie que d'autres fragments vont suivre et permet au destinataire final de reconstituer le datagramme initial en identifiant les différents fragments (milieu ou fin du datagramme initial). Si MF = 0, alors c'est le dernier fragment.

Protocole : indique le numéro du protocole utilisé dans le contenu du paquet IP (par exemple TCP = 0x06, UDP = 0x11, ICMP = 0x01).

4. Message TCP

(en bits)

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Port source																Port destination															
Numéro séquence																															
Numéro acquiescement																															
Offset données		Réservé		N	C	E	U	A	P	R	S	F	Fenêtre																		
				S	W	C	R	C	S	S	Y	I																			
				R	E	G	K	H	T	N	N																				
				Checksum																											Pointeur urgent
Options																										Padding					
Données																															

Offset données : Nombre de mots de 32 bits dans l'en-tête TCP.