

TD Réseaux - Les couches 3 et 4

1. Délai de bout en bout

Objectif : Comprendre l'importance du délai d'attente dans les routeurs sur le délai de bout en bout.

Cet exercice est une simplification de la réalité pour simplifier les calculs qui se focalise sur l'importance du délai d'attente dans les routeurs. On considère deux hôtes connectés par un réseau à commutation par paquets. Le chemin entre les deux hôtes traversant 10 nœuds de commutation. Un paquet est propagé d'un nœud au suivant quand il a été complètement reçu par le nœud précédent. Dans chaque nœud, les paquets sont stockés dans une file d'attente avant leur transmission sur le canal de sortie. Les paquets ont une longueur de 1000 bits et le débit du canal est de 56 kbit/s. Le temps de propagation moyen sur une liaison est de 1,5 ms. On suppose qu'un paquet attend en moyenne un temps équivalent à l'émission de 5 paquets quand il arrive dans une file d'attente et que les temps de commutation sont négligeables. Quel est le temps de transfert d'un paquet entre les deux hôtes ?

Quel est maintenant le temps de transfert si le paquet est propagé en tant que données express (les données express sont des données prioritaires émises avant les données normales) ?

2. Adressage IP

Objectif : Comprendre les principes de calcul d'adresse IP.

L'adressage de l'Internet est un adressage hiérarchique composé de la juxtaposition de l'adresse du réseau avec l'adresse de la machine dans ce réseau. En résulte une adresse unique dans le réseau Internet. Elle est composée de 4 octets (par exemple 130.120.12.12).

Une adresse IP est donc définie par 3 valeurs que l'on peut expliciter comme suit :

- **Adresse du Réseau** : adresse unique pour le réseau exprimé comme une partie des 4 octets de l'@IP
Exemple : 140.93.0.0
- **Masque de réseau** : c'est la taille réservée à l'adresse de réseau dans l'adresse IP
Exemple : 16 bits que l'on notera parfois /16 ou parfois 255.255.0.0. Ainsi l'adresse du réseau est (140.93)
- **Adresse IP** : adresse de la machine unique dans le réseau Internet sous la forme de 4 octets
Exemple : (140.93).(0.75) avec en première partie l'adresse du réseau et en seconde partie d'adresse de l'hôte, noté 140.93.0.75. Dans cet exemple il y a 2 octets pour l'@ de l'hôte, soit 65536 hôtes adressables dans ce réseau local.

On peut déduire une autre adresse nécessaire dans un sous réseau IP qui est l'**adresse de broadcast**. C'est l'adresse de réseau exprimée en binaire complétée de 1. Elle servira à diffuser des informations dans le réseau local.

- **Adresse de broadcast** = (Adresse du réseau) OR NOT(masque de sous réseau)
Exemple : 140.93.0.0 OR 0.0.255.255 = 140.93.255.255

Exercice : Devant la pénurie d'adresses IPv4 (2⁴⁸ adresses à se partager dans le monde entier) nous utilisons des masques de sous réseau qui sont taillés au plus juste des besoins du réseau (en nombre de machines adressables). Par exemple le réseau de l'université est défini comme 130.120.12.0/22

Donnez les valeurs des différentes adresses nécessaires à la configuration du réseau. On considérera pour l'adresse de l'hôte la 320^{ème} adresse adressable dans le réseau.

Adresse de réseau :

Masque de réseau : (exprimé en octets)

Donnez la première et dernière adresse IP adressable dans ce réseau.

Adresse IP :

Adresse de broadcast :

Quand une machine envoie un paquet, elle doit décider si ce paquet doit être envoyé dans le réseau local directement par la technologie de niveau 2 (Ethernet) ou au routeur de sorti (gateway) si le paquet est à destination d'un autre réseau. Pour cela, l'hôte émetteur vérifie si l'adresse de l'hôte destinataire est dans le réseau local ou pas.

Si [(adresse destinataire) AND (masque de réseau)] == (adresse de réseau)

Alors diffuser dans le réseau local

Sinon

Envoyer au routeur de sorti

Exemple : pour le destinataire 140.93.10.36, (140.93.10.36 AND 255.255.0.0) == 140.93.0.0 : donc il est dans le réseau local.

Exercice : Indiquer si les adresses suivantes sont dans le réseau local 130.120.12.0/22 ou pas

130.120.12.45, 140.93.0.34, 130.120.14.34

3. Analyse de trame

Soient les traces suivantes obtenues par un analyseur de réseau localisé sur la même machine que la source de la première trace. Il s'agit d'un réseau Ethernet. Attention, l'analyseur ne capture ni les fanions, ni le CRC Ethernet:

```
Bytes rcv : 74
00 0d 28 22 71 7f 00 0b db 20 bf 67 08 00 45 00
00 3c 09 22 00 00 80 01 00 00 8c 5d c0 aa c3 53
84 58 08 00 fc 5b 03 00 4e 00 61 62 63 64 65 66
67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 61 62 63 64 65 66 67 68 69
```

```
-----
Bytes rcv : 74
00 0b db 20 bf 67 00 0d 28 22 71 7f 08 00 45 00
00 3c f9 93 00 00 3f 01 ed 79 c3 53 84 58 8c 5d
c0 aa 00 00 04 5c 03 00 4e 00 61 62 63 64 65 66
67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 61 62 63 64 65 66 67 68 69
```

- a. Décodez complètement la trace. Le résultat sera présenté dans un tableau selon le format suivant :

Protocole	Champ / Message	Longueur	Valeur (interprétée)	Signification

- b. Quel est la signification de cet envoi ?
 c. Quelle est la classe d'adresses IP de l'émetteur et celle du destinataire ?
 d. A quoi correspondent les différents champs d'adresses véhiculés dans les trames ?
 (conseil: Quel est le nombre de routeurs traversés ?)

4. Automate TCP

La figure 1 donne l'automate de gestion des connexions tel qu'il est présenté dans le RFC 793 (TCP). L'acronyme TCB (*Transmission Control Block*) correspond à une zone de mémoire allouée à chaque connexion qui contiendra les valeurs de la connexion (numéro de séquence, état de l'automate, ...).

L'IETF utilise la notation d'automate à état fini pour représenter le fonctionnement du protocole TCP. Chaque état exprime dans quel état est le protocole, les flèches représentent soit des messages échangés (précédés de snd ou rcv) soit des primitives de service (c.à.d. une demande de l'application au protocole, par exemple OPEN pour ouvrir une connexion.) un message (rcv SYN) / (snd SYN ACK) signifie recevoir un message SYN et envoyer en retour un message SYN ACK.

- Dans quel état les données peuvent être transmises ?
- Remplissez les chronogrammes de la figure 6 en vous aidant de l'automate des connexions.
- Expliquez le scénario

ANNEXES

1.1. Formats des unités de transmissions

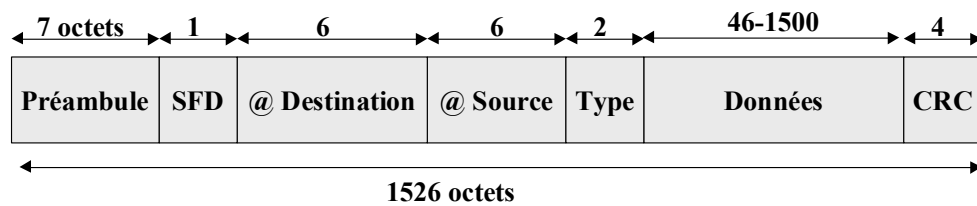


Figure 1 -Trame ethernet

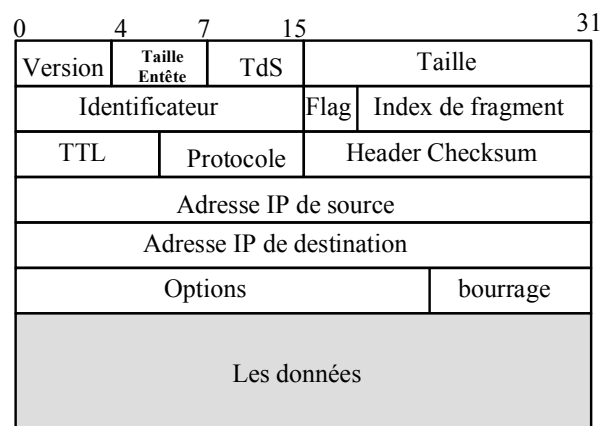


Figure 2 -Paquet IP

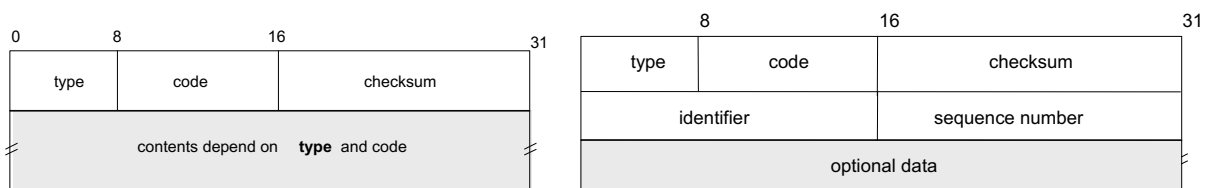


Figure 3 -Message ICM

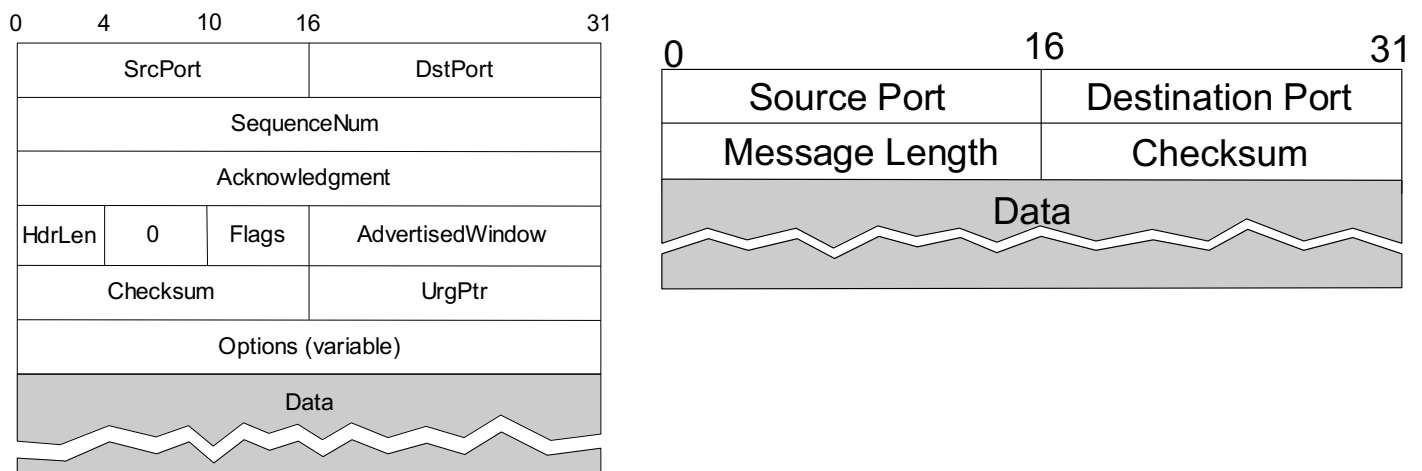


Figure 4 - Messages TCP & UDP

Protocole	Champ / Message	Longueur	Valeur (interprétée)	Signification
Ethernet	00 0d 28 22 71 7f	6 octets	00:0d:28:22:71:7f	@destination ethernet
Ethernet		6 octets		@destination ethernet
Ethernet	08 00	2 octets	08 00	DoD Internet
IP	4	½ octet	4	IPv4

1.2. Complément d'information sur les valeurs attribuées à certains champs

a) Signification du champ type d'Ethernet

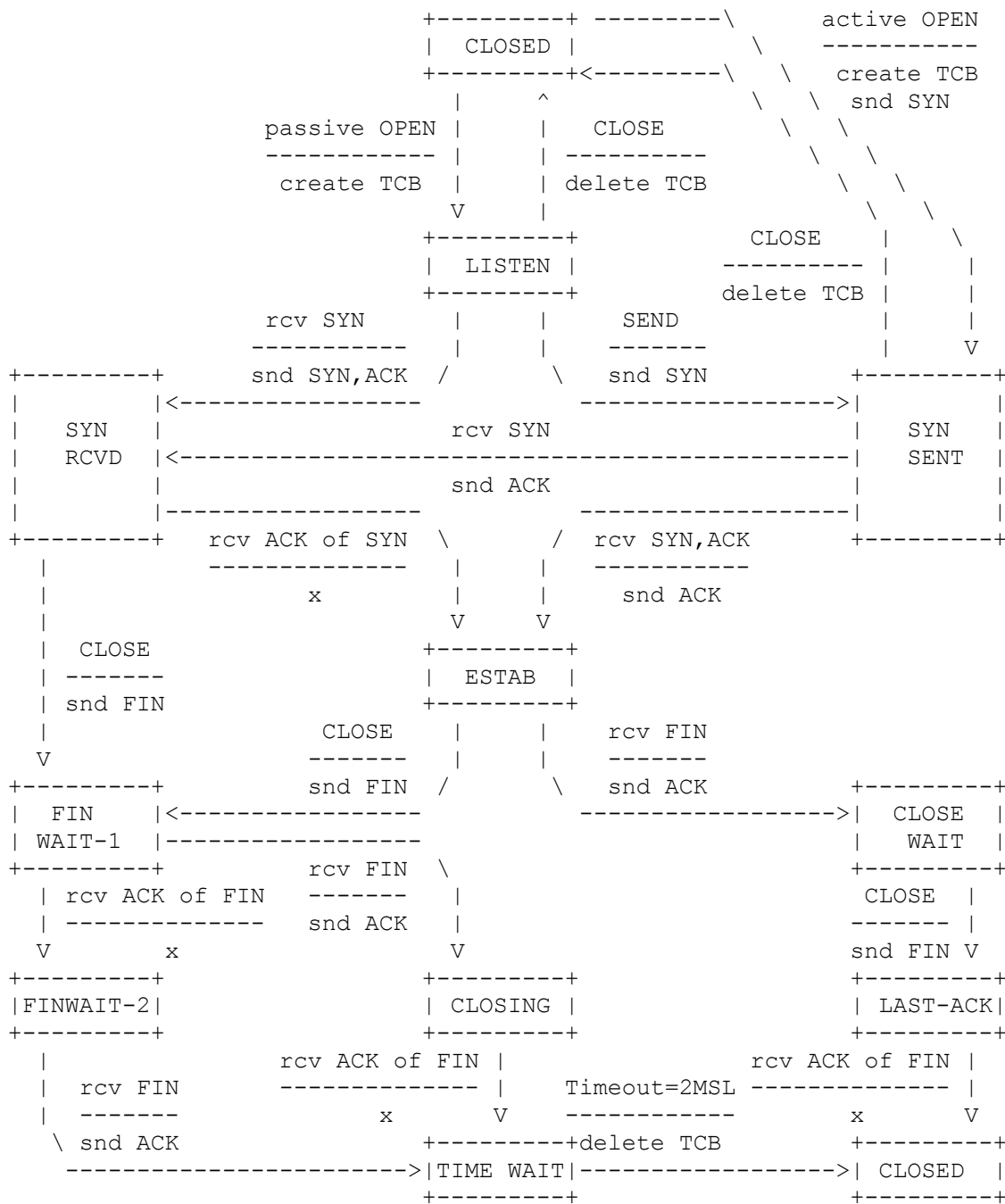
type (héxa)	utilisation
0200	XEROX PUP
0201	PUP Address Trans.
0600	XEROX NS IDP
0800	DoD Internet
0801	X.75 Internet
0802	NBS Internet
0803	ECMA Internet
0804	ChaosNet
0805	X.25 niveau 3
0806	ARP
0807	XNS
6001 à 6006	DEC
8035	RARP
8098	Appletalk
86DD	IPv6

b) Signification du champ protocole d'IP

Code (déc)	Abréviation	Nom du protocole	Reference
0		Reserved	
1	ICMP	Internet Control Message	[RFC792]
2	IGMP	Internet Group Management	[RFC1112]
3	GGP	Gateway-to-Gateway	[RFC823]
4	IP	IP in IP (encapsulation)	
5	ST	Stream	[RFC1190]
6	TCP	Transmission Control	[RFC793]
7	UCL	UCL	
8	EGP	Exterior Gateway Protocol	[RFC888]
9	IGP	any private interior gateway	
[10..16]			
17	UDP	User Datagram	[RFC768]
[18..35] ...			
36	XTP	XTP	
37	DDP	Datagram Delivery Protocol	
[38..44] ...			
45	IDRP	Inter-Domain Routing Protocol	
46	RSVP	Reservation Protocol	
47	GRE	General Routing Encapsulation	
48	MHRP	Mobile Host Routing Protocol	
[49..53] ...			
54	NHRP NBMA	Next Hop Resolution Protocol	
55-60	Unassigned		
[61..100] ...			
101-254	Unassigned		
255	Reserved		

c) Signification du champ type d'ICMP

type (déc)	signification du message
8	Echo Request
0	Echo Reply
11	Time Exceeded for a Datagram
12	Parameter Problem on a Datagram
3	Destination Unreachable
5	Redirect
4	Source Quench
13	Timestamp Request
14	Timestamp Reply
15	Information Request
16	Information Reply
17	Address Mask Request
18	Address Mask Reply

**Figure 5 - TCP Connection State Diagram**

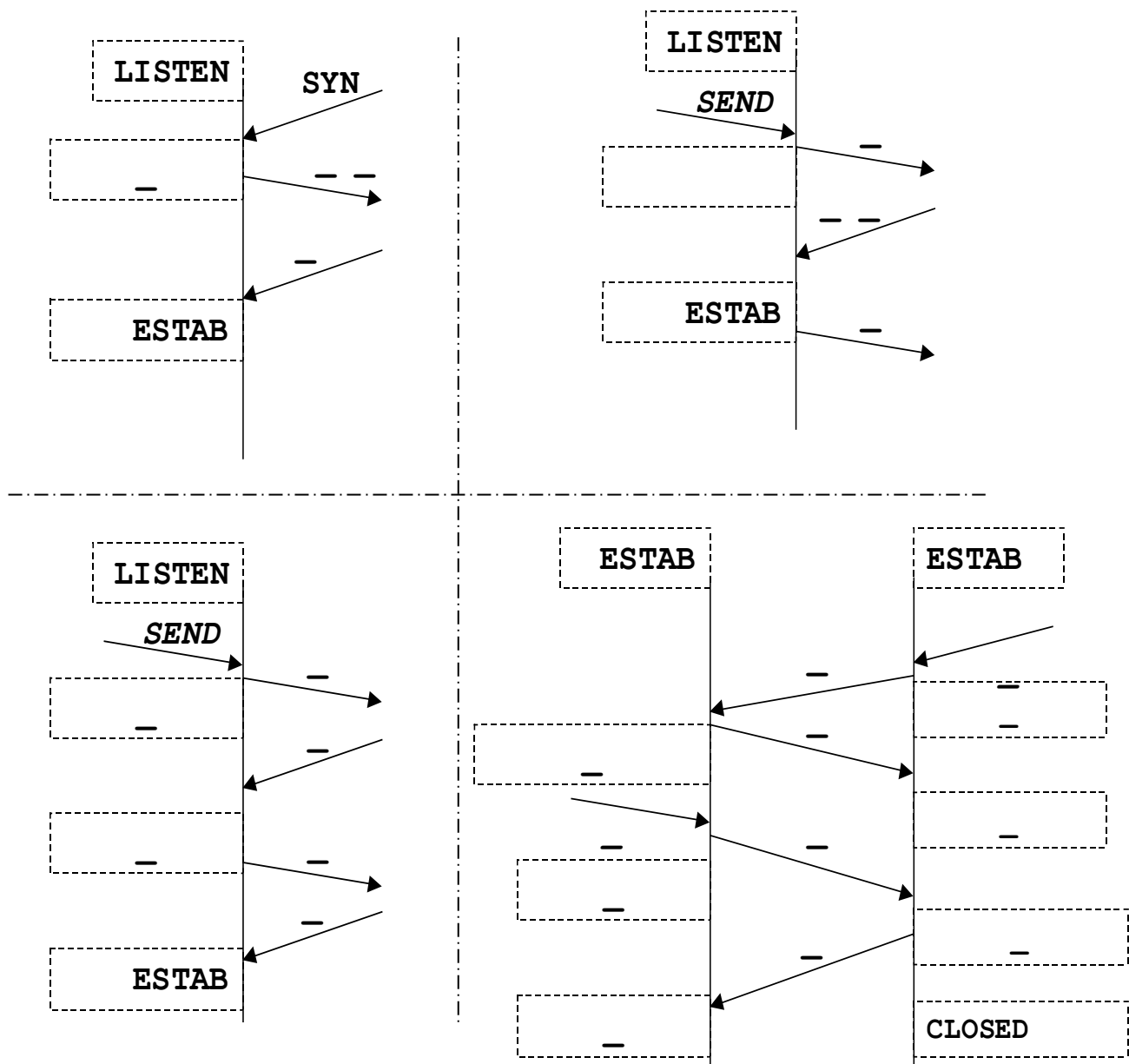


Figure 6 - Chronogrammes de (dé) connexion de TCP