

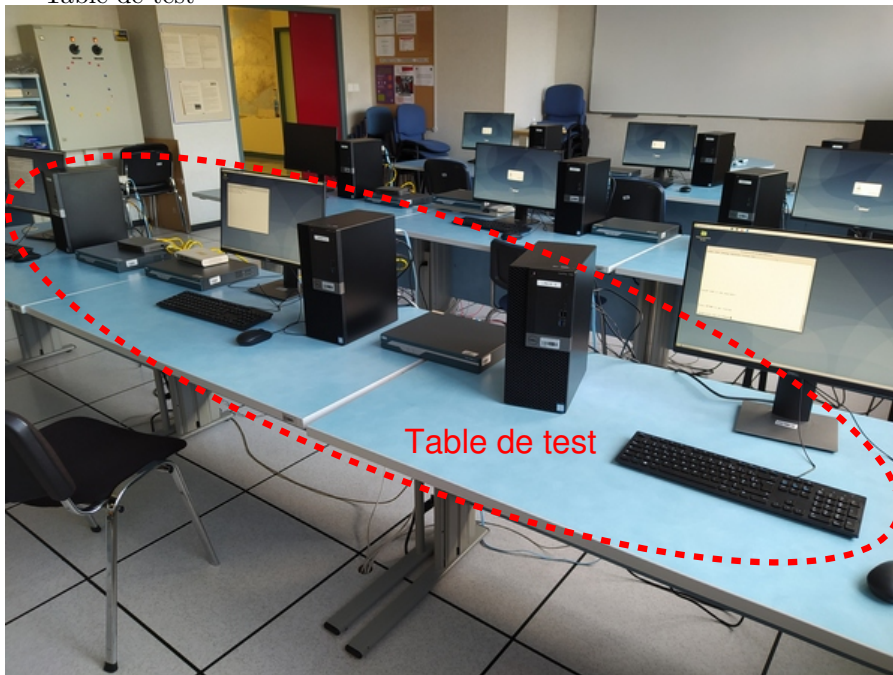
Compte-rendu du TP QoS

Christophe Lohr

Novembre 2020

1 Prise en main du banc de test

- Les expérimentations sont faites sur la troisième tablee.
- Table de test



- PC1

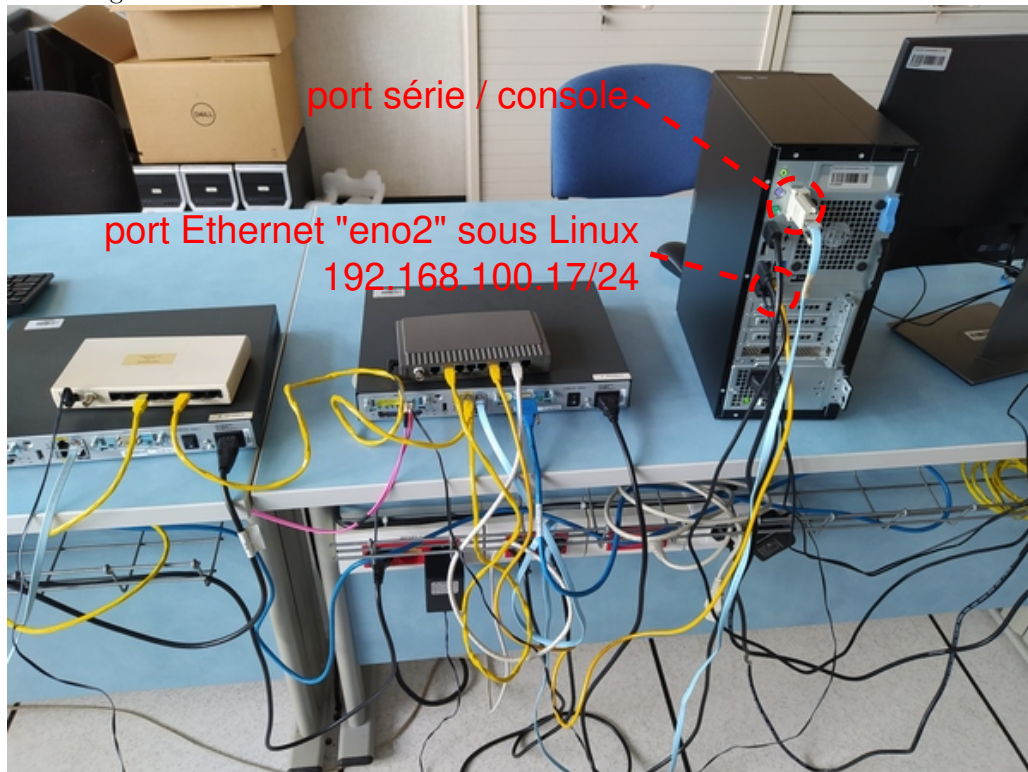


— D'après le schéma (figure 2) la configuration IP du banc de test devrait être ainsi:

- pc1: 192.168.100.17/24
- routeur1: 192.168.100.4/24 - 192.168.150.1/24 - 192.168.250.1/24
- pc2: 192.168.150.18/24
- routeur2: 192.168.250.2/24 - 192.168.200.1/24
- pc3: 192.168.200.19/24

— Vérification

— Configuration du PC1

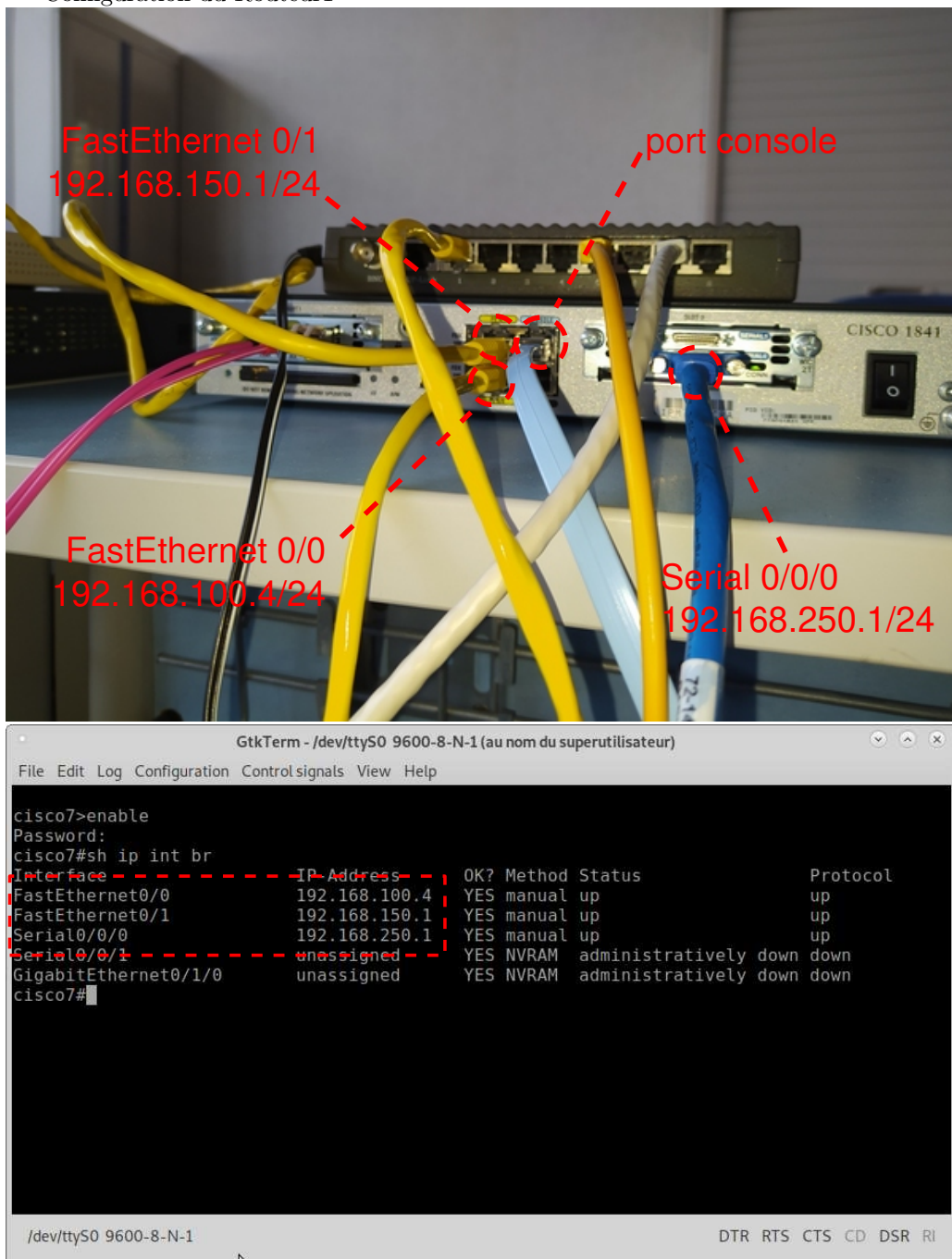


```
Terminal (au nom du superutilisateur)
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
root@linux7:/opt/TP/TPQoS# ifconfig eno2
eno2: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.100.17 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.100.255
    inet6 fe80::8ec:4bff:febc:61e prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 8c:ec:4b:bc:06:1e txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 45 bytes 4859 (4.7 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 69 bytes 5572 (5.4 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 16 memory 0x92b00000-92b20000

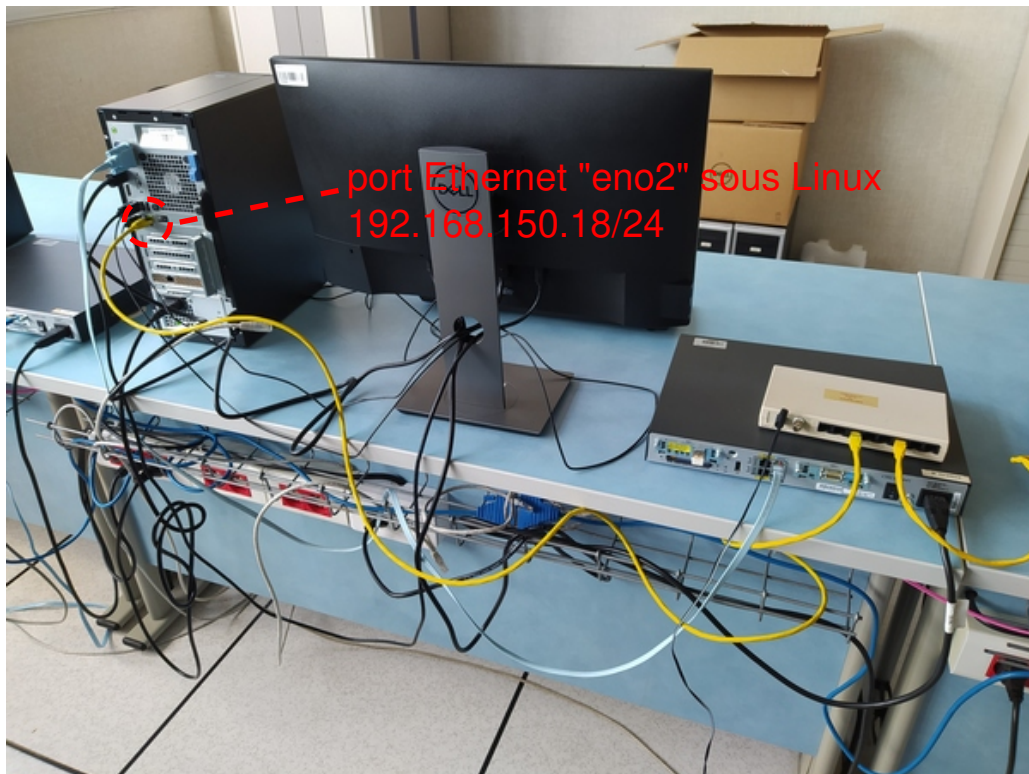
root@linux7:/opt/TP/TPQoS# route -n
Table de routage IP du noyau
Destination Passerelle Genmask Indic Metric Ref Use Iface
0.0.0.0 192.168.100.4 0.0.0.0 UG 0 0 0 eno2
192.168.100.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eno2
root@linux7:/opt/TP/TPQoS# ping -c1 192.168.200.19
PING 192.168.200.19 (192.168.200.19) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.200.19: icmp_seq=1 ttl=62 time=24.8 ms

--- 192.168.200.19 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 24.828/24.828/24.828/0.000 ms
root@linux7:/opt/TP/TPQoS#
```

— Configuration du Routeur1



— Configuration du PC2



```

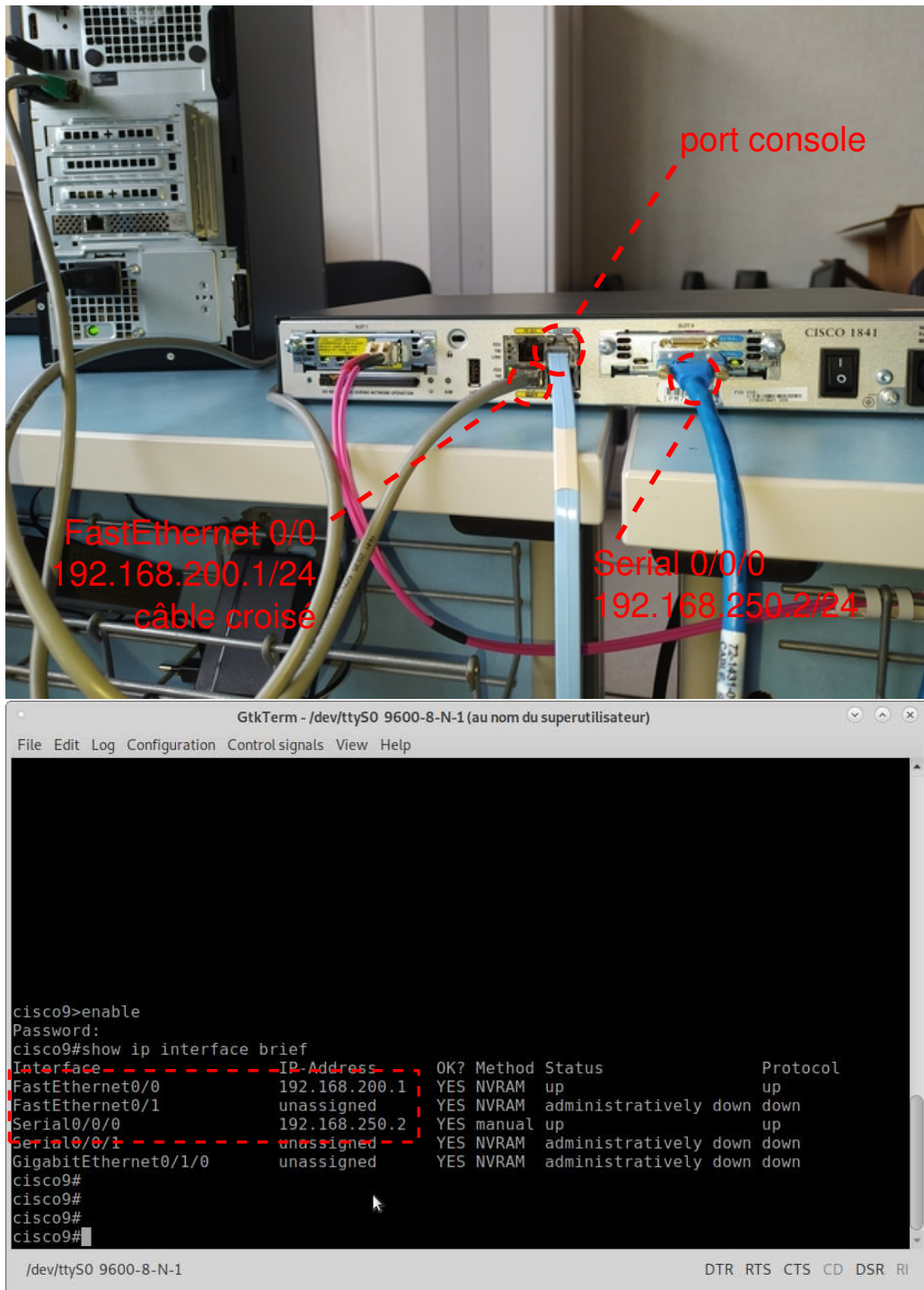
Terminal (au nom du superutilisateur)
Fichier Editor Affichage Recherche Terminal Aide
root@linux8:/opt/TP/TPQoS# ifconfig eno2
eno2: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.150.18 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.150.255
    inet6 fe80::8ec:4bfc:febc:614 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 8c:ec:4b:bc:06:14 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 22 bytes 2838 (2.7 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 85 bytes 6326 (6.1 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 16 memory 0x92b00000-92b20000

root@linux8:/opt/TP/TPQoS# route -n
Table de routage IP du noyau
Destination      Passerelle      Genmask          Indic Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0          192.168.150.1  0.0.0.0          UG    0      0      0 eno2
192.168.150.0    0.0.0.0        255.255.255.0    U     0      0      0 eno2
root@linux8:/opt/TP/TPQoS# ping -c1 192.168.100.17
PING 192.168.100.17 (192.168.100.17) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 192.168.100.17: icmp_seq=1 ttl=63 time=2.71 ms

--- 192.168.100.17 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.711/2.711/2.711/0.000 ms
root@linux8:/opt/TP/TPQoS#

```

— Configuration du Routeur2



— Configuration du PC3



```

Terminal (au nom du superutilisateur)
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
root@linux9:/opt/TP/TPQoS# ifconfig eno2
eno2: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.200.19 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.200.255
    inet6 fe80::8ec:4b5f:febd:232b prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 8c:ec:4b:bd:23:2b txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 14 bytes 1070 (1.0 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 245 bytes 16974 (16.5 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 16 memory 0x92b00000-92b20000

root@linux9:/opt/TP/TPQoS# route -n
Table de routage IP du noyau
Destination  Passerelle  Genmask          Indic Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0      192.168.200.1  0.0.0.0          UG    0      0      0 eno2
192.168.200.0  0.0.0.0      255.255.255.0    U    0      0      0 eno2
root@linux9:/opt/TP/TPQoS# ping -c1 192.168.100.17
PING 192.168.100.17 (192.168.100.17) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.100.17: icmp_seq=1 ttl=62 time=24.7 ms

--- 192.168.100.17 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 24.748/24.748/24.748/0.000 ms
root@linux9:/opt/TP/TPQoS#

```

- Les machines ping entre elles.
- L'interconnexion entre routeurs est une liaison série bas-débit à 64kb/s, qui simule un "Internet encombré". On aura visiblement un goulot d'étranglement au niveau du routeur1 qui a en entrée deux liens Ethernet, et en sortie cette liaison bas débit. Ce routeur devra donc opérer de la QoS.

2 Mécanisme par défaut

- Vérification sur Routeur1: serial 0/0/0 est bien en weighted fair queueing

```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Controls signals View Help
cisco7#show interface s0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is GT96K Serial
Internet address is 192.168.250.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 245/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set
Keepalive not set
CRC checking enabled
Last input never, output 00:34:36, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: weighted fair
Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
Conversations 0/0/256 (active/max active/max total)
Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
Available Bandwidth 1158 kilobits/sec
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
207 packets input, 225746 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts (0 IP multicasts)
0 runts, 0 giants, 0 throttles
116 input errors, 10 CRC, 2 frame, 4 overrun, 0 ignored, 100 aborts
187 packets output, 15085 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 9 interface resets
0 unknown protocol drops
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
0 carrier transitions
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

cisco7#
```

- Test 0 - bruit de fond tout seul
- Envoyé depuis PC2

```
user@linux8: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux8:~$ cd /opt/TP/TPQoS/
user@linux8:/opt/TP/TPQoS$ ls
configure      emetteurUDP    recepateurfluxUDP  recepateurUDP.c
emetteurfluxUDP  emetteurUDP.c  recepateurfluxUDP.c
emetteurfluxUDP.c  Makefile      recepateurUDP
user@linux8:/opt/TP/TPQoS$ ./emetteurfluxUDP
Usage : ./emetteurfluxUDP nom_machine_distante port_recepteur
Un message fait 1472 octets utils
user@linux8:/opt/TP/TPQoS$ ./emetteurfluxUDP 192.168.200.19 8000
```

- Reçu sur PC3, à 64kb/s; il consomme la bande passante totale disponible

```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9:~$ cd /opt/TP/TPQoS/
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ls
configrouteur  emetteurfluxUDP  emetteurUDP.c  recepateurfluxUDP.c
configrouteur~ emetteurfluxUDP.c Makefile        recepateurUDP
configure      emetteurUDP      recepateurfluxUDP  recepateurUDP.c
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepateurfluxUDP
Usage : ./recepateurfluxUDP port_recepateur
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepateurfluxUDP 8000
\
        64557.9 bits/s
```

— Remarque: on n'obtient pas des chiffres rigoureusement à 64,000kb/s. Cela peut s'expliquer par le fait que l'on a des multiples de 1024 d'une part, et d'autre part à cause de l'encapsulation (HDLC sur la liaison série) et des en-têtes.

- Test 1 - flux + bruit de fond
- Réception du bruit de fond, sur PC3

```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9:~$ cd /opt/TP/TPQoS/
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ls
configrouteur  emetteurfluxUDP  emetteurUDP.c  recepateurfluxUDP.c
configrouteur~ emetteurfluxUDP.c Makefile        recepateurUDP
configure      emetteurUDP      recepateurfluxUDP  recepateurUDP.c
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepateurfluxUDP
Usage : ./recepateurfluxUDP port_recepateur
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepateurfluxUDP 8000
/
        32265.4 bits/s
```

— Réception du flux UDP, sur PC3


```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ cd
user@linux9:~$ cd /opt/TP/TPQoS/
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepteurUDP
Usage : ./recepteurUDP port_recepteur
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepteurUDP 8001
SO_RCVBUF par défaut: 212992 octets
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 7,541692 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 7 sec  541692 usec
Débit: 32247.405489 bits/s
```

— Observation: chacun reçoit 32kb/s, comme si chaque flux disposait de la moitié de la bande passante totale disponible.

— Test2 - flux tout seul

— Réception du flux UDP, sur PC3

```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepteurUDP 8001
SO_RCVBUF par défaut: 212992 octets
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 3,773288 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 3 sec  773288 usec
Débit: 64453.071168 bits/s
```

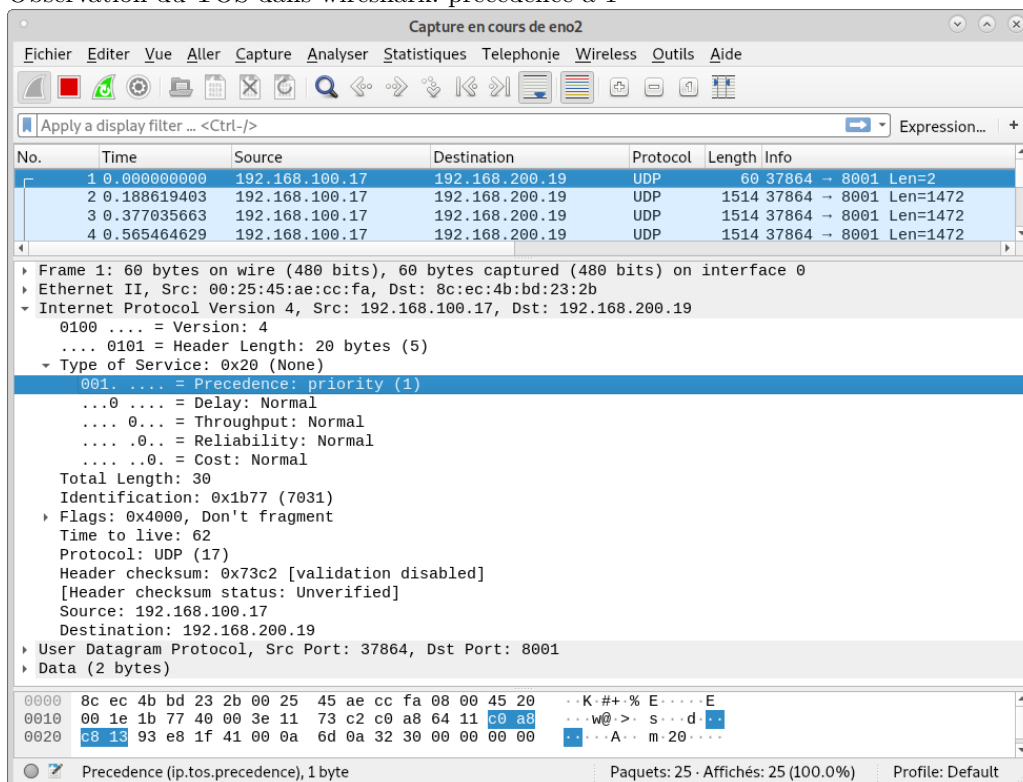
— Observation: Il occupe la totalité de la bande passante disponible

— On réessaie plusieurs fois les expériences. Le phénomène observé se confirme.

- Bilan:
 - Lorsqu'un flux est seul, il occupe la totalité de la bande passante disponible
 - Lorsque l'on a deux flux en concurrence, chacun obtient la moitié de la bande passante disponible
 - Probablement que si l'on avait un troisième flux, chacun obtiendrait un tiers. (Imaginer un protocole de test?)
 - Cela fait émerger une nouvelle question: comment fait le routeur pour savoir ? En effet, un routeur ne voit que des paquets (IP est un réseau à commutation de paquets). Concrètement, un "flux" ça n'existe pas en tant que tel dans IP. C'est un concept, une reconstruction: on considère que plusieurs paquets ayant "certaines" propriétés en commun appartiennent à un même flux. Quelles sont ces "propriétés"? C'est probablement lié à l'entête IP: adresses source et destination, protocole transporté (UDP en l'occurrence), numéros de port source et destination, et leurs symétriques (c.à.d. dans le flux, les paquets en réponse comportent des informations source et destination interverties)
 - Le routeur doit donc effectuer en interne ce travail de reconstruction de cette notion de flux. Ainsi, lorsqu'il doit traiter un nouveau paquet (pour savoir s'il le fait sortir en premier ou en second), il doit identifier à quel flux il appartient, et se rappeler s'il vient de faire sortir un paquet du même flux ou d'un flux différent.
 - L'algorithme réalisé par le routeur pourrait être le suivant:
 - tous les packets entrants sont placés dans une même grande file d'attente
 - le routeur calcule un genre de fonction de hachage pour repérer les flux en fonction de l'entête IP
 - à chaque entrée de cette table de hachage (c.à.d. chaque flux) est associé un compteur qui mémorise combien de paquets (ou d'octets) ont déjà été servis (c.à.d. qu'un paquet a été traité et envoyé sur la sortie)
 - le routeur fait sortir les paquets par un genre de round-robin en choisissant d'abord ceux qui ont ce compteur le plus faible.
- Note: les manip proposées dans ce TP ne permettent pas de vérifier cette hypothèse (bien que cela semble consistant)

3 Flow-Based Weighted Fair Queuing

- Observation du TOS dans wireshark: précedence à 1



- mesures recepteurUDP
 - Envoie des flux UDP depuis PC1 en faisant varier la précedence

```
user@linux7: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux7: /opt/TP/TPQoS$ ./emetteurUDP 192.168.200.19 8001 20 1
On a émis 20 messages soit 29440 octets
Fin de communication
user@linux7: /opt/TP/TPQoS$ ./emetteurUDP 192.168.200.19 8001 20 2
On a émis 20 messages soit 29440 octets
Fin de communication
user@linux7: /opt/TP/TPQoS$ ./emetteurUDP 192.168.200.19 8001 20 2
On a émis 20 messages soit 29440 octets
Fin de communication
user@linux7: /opt/TP/TPQoS$ ./emetteurUDP 192.168.200.19 8001 20 3
On a émis 20 messages soit 29440 octets
Fin de communication
user@linux7: /opt/TP/TPQoS$ ./emetteurUDP 192.168.200.19 8001 20 4
On a émis 20 messages soit 29440 octets
Fin de communication
user@linux7: /opt/TP/TPQoS$ ./emetteurUDP 192.168.200.19 8001 20 5
On a émis 20 messages soit 29440 octets
Fin de communication
user@linux7: /opt/TP/TPQoS$ ./emetteurUDP 192.168.200.19 8001 20 6
On a émis 20 messages soit 29440 octets
Fin de communication
user@linux7: /opt/TP/TPQoS$ ./emetteurUDP 192.168.200.19 8001 20 7
On a émis 20 messages soit 29440 octets
Fin de communication
```

— Réception des flux UDP sur PC3, le débit observé varie

```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
Débit: 64450.850661 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 7,542025 sec
Recu 30400 octets      Durée: 7 sec  542025 usec
Débit: 32245.981683 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 5,658128 sec
Recu 30400 octets      Durée: 5 sec  658128 usec
Débit: 42982.413972 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,904170 sec
Recu 30400 octets      Durée: 4 sec  904170 usec
Débit: 49590.450576 bits/s
```

— Résultat des mesures

Précédence	Débit
0	32245.981683 bits/s
1	42982.413972 bits/s
2	49590.450576 bits/s
3	51571.390008 bits/s
4	53716.807729 bits/s
5	56050.698225 bits/s
6	58592.027613 bits/s

Précédence	Débit
7	58601.421181 bits/s

— Ordonnancement des paquets dans observé sur PC avec wireshark:

Wireshark capture of network traffic. The packet list shows a sequence of UDP packets from 192.168.150.18 to 192.168.200.19. The packet details pane shows the IP header with Precedence: routine (0).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
7	1.130488692	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
8	1.318926346	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
9	1.507312566	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
10	1.511771087	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	60	52664 → 8001 Len=2
11	1.700421856	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
12	1.888868208	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	52664 → 8001 Len=1472
13	2.077328010	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
14	2.265730553	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	52664 → 8001 Len=1472
15	2.454142154	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
16	2.642567565	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	52664 → 8001 Len=1472
17	2.830973927	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
18	3.019440288	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	52664 → 8001 Len=1472
19	3.207857635	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
20	3.396295243	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	52664 → 8001 Len=1472
21	3.584687671	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
22	3.773118129	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	52664 → 8001 Len=1472
23	3.961559757	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
24	4.150020151	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	52664 → 8001 Len=1472
25	4.338402226	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472

Frame 1: 1514 bytes on wire (12112 bits), 1514 bytes captured (12112 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: 00:25:45:ae:cc:fa, Dst: 8c:ec:4b:bd:23:2b
 Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.150.18, Dst: 192.168.200.19
 0100 = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 Type of Service: 0x00 (None)
 000. = Precedence: routine (0)

0000 8c ec 4b bd 23 2b 00 25 45 ae cc fa 08 00 45 00 ...K-#-% E...E
 0010 05 dc db 60 40 00 3e 11 7c 39 c0 a8 96 12 c0 a8 ...@.>...[9.....
 0020 c8 13 91 c0 1f 40 05 c8 89 0b 62 62 62 62 62 62 ...@...bbbbbb

wireshark_eno2_20201103113745_ZwGTWU.pcapng Paquets: 76 - Affichés: 76 (100.0%) Profile: Default

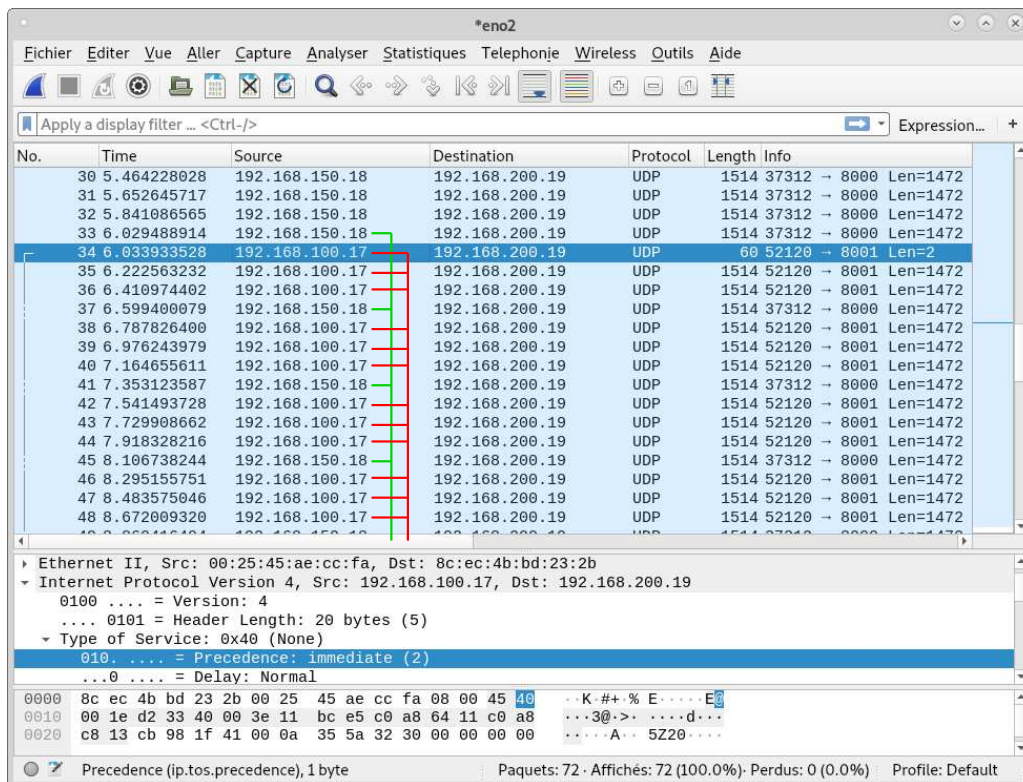
Wireshark capture of network traffic. The packet list shows a sequence of UDP packets from 192.168.150.18 to 192.168.200.19. The packet details pane shows the IP header with Precedence: priority (1).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
22	3.956846119	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
23	4.145291379	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
24	4.333695251	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
25	4.522131658	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
26	4.526566889	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	60	54970 → 8001 Len=2
27	4.715225289	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	54970 → 8001 Len=1472
28	4.903640110	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
29	5.092097402	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	54970 → 8001 Len=1472
30	5.280552764	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	54970 → 8001 Len=1472
31	5.468994885	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
32	5.657473189	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	54970 → 8001 Len=1472
33	5.845861416	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	54970 → 8001 Len=1472
34	6.034275133	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
35	6.222747431	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	54970 → 8001 Len=1472
36	6.411185336	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	54970 → 8001 Len=1472
37	6.599639188	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472
38	6.788075221	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	54970 → 8001 Len=1472
39	6.976545555	192.168.100.17	192.168.200.19	UDP	1514	54970 → 8001 Len=1472
40	7.164963691	192.168.150.18	192.168.200.19	UDP	1514	37312 → 8000 Len=1472

Ethernet II, Src: 00:25:45:ae:cc:fa, Dst: 8c:ec:4b:bd:23:2b
 Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.100.17, Dst: 192.168.200.19
 0100 = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 Type of Service: 0x20 (None)
 001. = Precedence: priority (1)
 ...0 = Delay: Normal

0000 8c ec 4b bd 23 2b 00 25 45 ae cc fa 08 00 45 20 ...K-#-% E...E
 0010 00 1e a9 1d 40 00 3e 11 e6 1b c0 a8 64 11 c0 a8 ...@.>...d...
 0020 c8 13 d6 ba 1f 41 00 0a 2a 38 32 30 00 00 00 00 ...A...*820...

Precedence (ip.tos.precedence), 1 byte Paquets: 74 - Affichés: 74 (100.0%) - Perdus: 0 (0.0%) Profile: Default



— Résultats

Précédence	Packets/flux
précédence 0	1 pour 1
précédence 1	2 pour 1
précédence 2	3 pour 1
...	

— Bilan

- La part de bande passante accordée par le routeur dépend de la priorité indiquée dans le champ TOS (en fait, fait sortir $n+1$ paquets à chaque tour de round-robin, n étant la priorité).
- Ce mécanisme dit de “best effort”, qui ne nécessite aucune configuration de l’administrateur, est déjà bien sophistiqué, et rend des services appréciables.

4 Fifo

- Intuitivement, quel comportement global peut-on espérer avec une stratégie élémentaire de “premier arrivé, premier servi”?
- Configuration du routeur, retirer fair-queue, retombe sur une file d’attente simple fifo

```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Controls signals View Help
cisco7(config)#interface serial 0/0/0
cisco7(config-if)#no fair-queue
cisco7(config-if)#exit
cisco7(config)#exit
cisco7#
Jan  2 14:30:57.463: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
cisco7#show interface serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is GT96K Serial
  Internet address is 192.168.250.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation HDLC, loopback not set
  Keepalive not set
  CRC checking enabled
  Last input never, output 02:30:39, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 1345865
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    1212 packets input, 1333610 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts (0 IP multicasts)
    0 runs, 0 giants, 0 throttles
    116 input errors, 10 CRC, 2 frame, 4 overrun, 0 ignored, 100 abort
    11713 packets output, 16001134 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 10 interface resets
    0 unknown protocol drops
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
--More--
```

- Test1 - flux tout seul
- Réception du flux UDP sur PC3

```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9: /opt/TP/TPQoS$ ./recepteurUDP 8001
SO_RCVBUF par défaut: 212992 octets
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 3,774162 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 3 sec  774162 usec
Débit: 64438.145474 bits/s
```

- Consomme toute la bande passante disponible
- Test2 - flux + bruit de fond
- Envoie du flux UDP sur PC3


```
user@linux7: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux7:/opt/TP/TPQoS$ ./emetteurUDP 192.168.200.19 8001 20
On a émis 20 messages soit 29440 octets
10 sec.
20 sec.
30 sec.
user@linux7:/opt/TP/TPQoS$
```

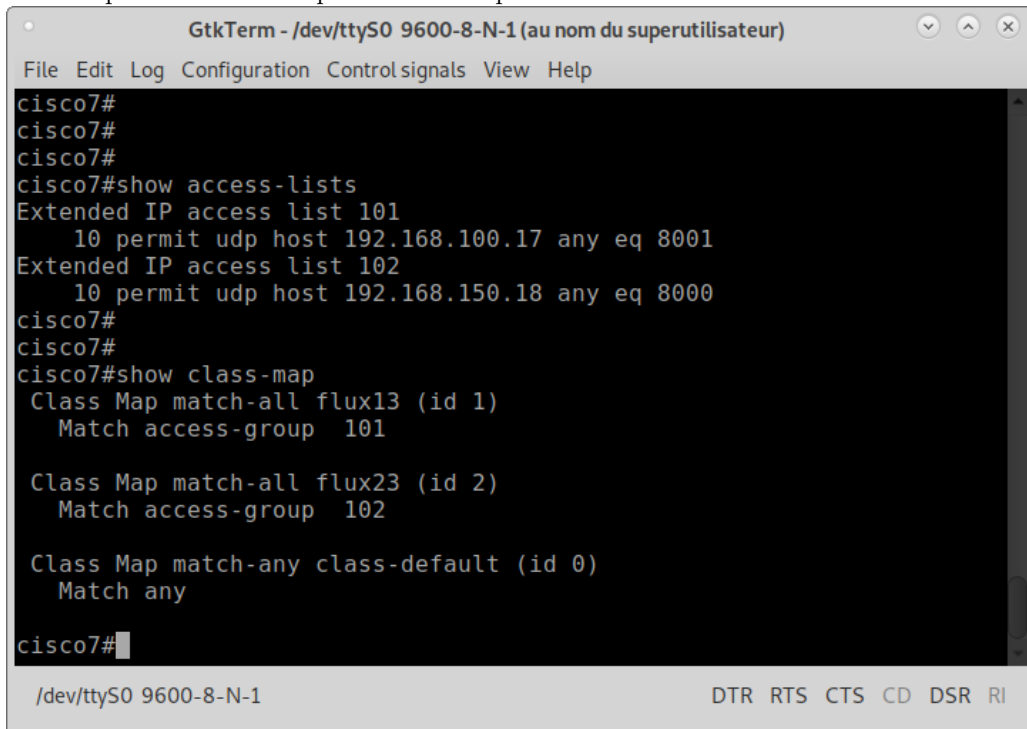
— Réception du flux UDP sur PC3 (ou plutôt: absence de réception!)

```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepteurUDP 8001
SO_RCVBUF par défaut: 212992 octets
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets
█
```

- Échec complet, le flux n'arrive pas, complètement bloqué
- Bilan:
 - À bien y réfléchir, ça semble logique: la file d'attente fifo est complètement inondée par le flux UDP envoyé par PC2, du coup le trafic envoyé par PC1 n'arrive pas à rentrer dans la file d'attente, est les packets sont perdus.
 - Bref, cette "qualité de service" ne semble pas souhaitable du tout.
 - Par contre, la file d'attente est un objet bien pratique à la base de véritable QoS, même si elle n'est pas utilisable seule.

5 Classe Based Queuing

- Mise en place des class-maps et access-maps sur le routeur1



```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Controlsignals View Help
cisco7#
cisco7#
cisco7#
cisco7#show access-lists
Extended IP access list 101
  10 permit udp host 192.168.100.17 any eq 8001
Extended IP access list 102
  10 permit udp host 192.168.150.18 any eq 8000
cisco7#
cisco7#
cisco7#show class-map
Class Map match-all flux13 (id 1)
  Match access-group 101

Class Map match-all flux23 (id 2)
  Match access-group 102

Class Map match-any class-default (id 0)
  Match any
cisco7#
```

6 LLQ

- Config routeur policy_map et serial0

```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Controlsignals View Help
cisco7#
cisco7#
cisco7#show policy-map
  Policy Map ma_qos
    Class flux13
      priority

cisco7#
cisco7#
cisco7#show policy-map interface s0/0/0
  Serial0/0/0

  Service-policy output: ma_qos

    queue stats for all priority classes:

      queue limit 64 packets
      (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
      (pkts output/bytes output) 0/0

    Class-map: flux13 (match-all)
      0 packets, 0 bytes
      5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
      Match: access-group 101
      Priority: Strict, burst bytes 1500, b/w exceed drops: 0

    Class-map: class-default (match-any)
      0 packets, 0 bytes
      5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
      Match: any

      queue limit 64 packets
      (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
      (pkts output/bytes output) 0/0
cisco7#
```

/dev/ttyS0 9600-8-N-1 DTR RTS CTS CD DSR RI


```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Controls signals View Help
cisco7#show interface s0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is GT96K Serial
  Internet address is 192.168.250.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation HDLC, loopback not set
  Keepalive not set
  CRC checking enabled
  Last input never, output 06:51:12, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 1461731
  Queueing strategy: Class-based queueing
  Output queue: 0/1000/0 (size/max total/drops)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    1371 packets input, 1450604 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts (0 IP multicasts)
    0 runs, 0 giants, 0 throttles
    116 input errors, 10 CRC, 2 frame, 4 overrun, 0 ignored, 100 abort
    12953 packets output, 17665968 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 11 interface resets
    0 unknown protocol drops
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
    0 carrier transitions
  DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

cisco7#
```

- Test: flux+bruit de fond
- Réception du bruit de fond (flux23)

```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9: /opt/TP/TPQoS$ ./recepteurfluxUDP 8000
|
0.0 bits/s
```

- Réception du flux UDP (flux13)

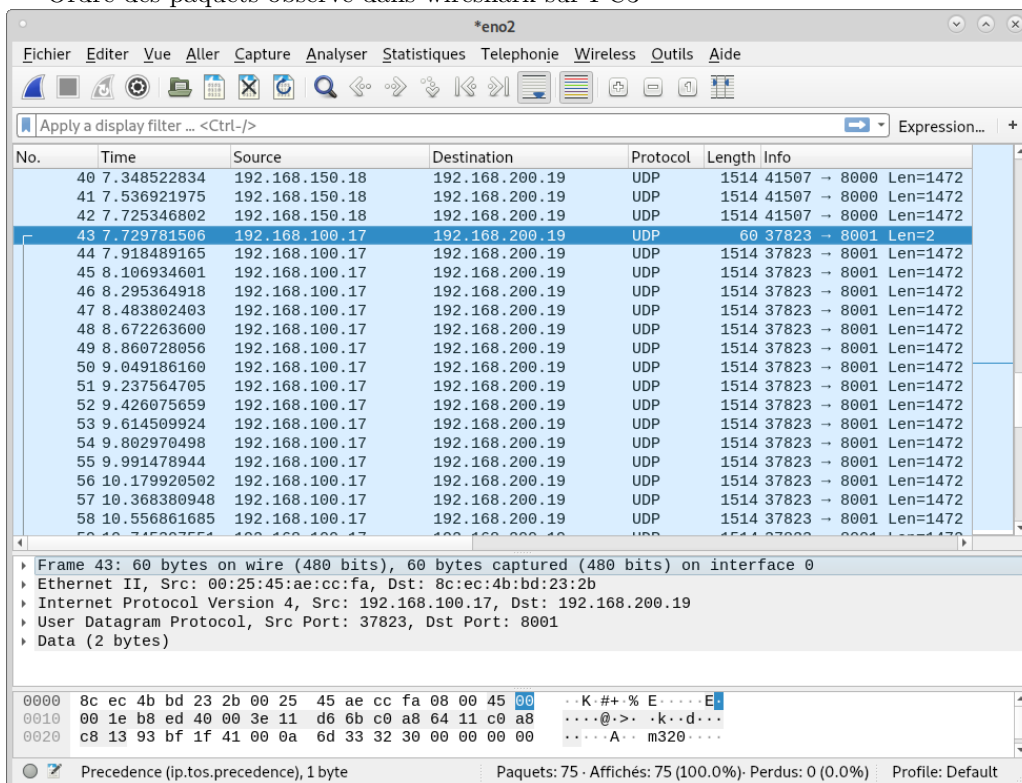
```

user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepteurUDP 8001
SO_RCVBUF par défaut: 212992 octets
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 3,773218 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 3 sec  773218 usec
Débit: 64454.266888 bits/s

```

— Ordre des paquets observé dans wireshark sur PC3



— Le bruit de fond s'arrête (flux23), le flux UDP (flux13) considéré prioritaire prend toute la bande passante.

7 CBWFQ

- Test1 - flux13 à 60%
- Config routeur1 CBWFQ Serial0

```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Controlsignals View Help
cisco7#
cisco7#
cisco7#
cisco7#
cisco7#
cisco7#
cisco7#
cisco7#
cisco7#
cisco7#show policy-map
  Policy Map ma_qos
    Class flux13
      bandwidth 60 (%)

cisco7#
cisco7#show class
cisco7#show class-map
  Class Map match-all flux13 (id 1)
    Match access-group 101

  Class Map match-all flux23 (id 2)
    Match access-group 102

  Class Map match-any class-default (id 0)
    Match any

cisco7#
cisco7#
```

```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Controlsignals View Help
  Class Map match-any class-default (id 0)
    Match any

cisco7#
cisco7#show policy-map in
cisco7#show policy-map interface serial 0/0/0
Serial0/0/0

Service-policy output: ma_qos

  Class-map: flux13 (match-all)
    110 packets, 150750 bytes
    5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
    Match: access-group 101
    Queueing
      queue limit 64 packets
      (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
      (pkts output/bytes output) 0/0
      bandwidth 60% (926 kbps)

  Class-map: class-default (match-any)
    301533 packets, 453143925 bytes
    5 minute offered rate 783000 bps, drop rate 806000 bps
    Match: any

    queue limit 64 packets
    (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
    (pkts output/bytes output) 0/0

cisco7#
```

- Bruit de fond tout seul: flux23 a 100% de la bande passante
- Sans bruit de fond: flux13 a 100% de la bande passante
- Avec bruit de fond: flux13 a un débit de 60% des 64kb/s (voir un peu plus...?) On observe que flux23 baisse (sans que l'on ait le temps de voir de combien, mais sans être à 0 comme pour LLQ)


```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepteurUDP 8001
SO_RCVBUF par défaut: 212992 octets
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 6,223572 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 6 sec  223572 usec
Débit: 39077.237316 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 6,34790 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 6 sec  34790 usec
Débit: 40299.662457 bits/s

█
```

- Test2 - en + flux23 à 15%
- Config routeur

```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Controlsignals View Help
cisco7#
cisco7#show policy-map
  Policy Map ma_qos
    Class flux13
      bandwidth 60 (%)
    Class flux23
      bandwidth 15 (%)
cisco7#
cisco7#show policy-map interface s0/0/0
Serial0/0/0

Service-policy output: ma_qos

Class-map: flux13 (match-all)
  176 packets, 241200 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: access-group 101
  Queueing
    queue limit 64 packets
    (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
    (pkts output/bytes output) 66/90450
    bandwidth 60% (926 kbps)

Class-map: flux23 (match-all)
  0 packets, 0 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: access-group 102
  Queueing
    queue limit 64 packets
    (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
    (pkts output/bytes output) 0/0
    bandwidth 15% (231 kbps)

Class-map: class-default (match-any)
  401104 packets, 602802862 bytes
  5 minute offered rate 693000 bps, drop rate 688000 bps
  Match: any

    queue limit 64 packets
    (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/98749/0
    (pkts output/bytes output) 822/1151961
cisco7#
```

- Bruit de fond tout seul: il a 100% de la bande passante
- Sans bruit de fond: flux13 a 100% de la bande passante
- Avec bruit de fond: flux13 on a presque 80% de la bande passante, on aurait pu s'attendre à 75% (i.e. moins les 15% laissés à flux23), erreurs d'arrondis?

```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9:/opt/TP/TPQoS$ ./recepteurUDP 8001
SO_RCVBUF par défaut: 212992 octets
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,716161 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  716161 usec
Débit: 51567.365915 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,715514 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  715514 usec
Débit: 51574.441302 bits/s

█
```

- Test3 - en + flux13 shape 70%
- Config routeur

```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Controls signals View Help
cisco7#show policy-map ma_qos
  Policy Map ma_qos
    Class flux13
      bandwidth 60 (%)
      Average Rate Traffic Shaping
      cir 70%
    Class flux23
      bandwidth 15 (%)
cisco7#
cisco7#show policy-map interface s0/0/0
Serial0/0/0

Service-policy output: ma_qos

Class-map: flux13 (match-all)
  264 packets, 361800 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: access-group 101
  Queueing
    queue limit 64 packets
    (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
    (pkts output/bytes output) 154/211050
    bandwidth 60% (926 kbps)
    shape (average) cir 1080800, bc 10808, be 10808
    target shape rate 1080800

Class-map: flux23 (match-all)
  280781 packets, 422294624 bytes
  5 minute offered rate 1131000 bps, drop rate 1126000 bps
  Match: access-group 102
  Queueing
    queue limit 64 packets
    (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/278626/0
    (pkts output/bytes output) 2155/3241120
    bandwidth 15% (231 kbps)

Class-map: class-default (match-any)
  401175 packets, 602809621 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: any

    queue limit 64 packets
    (queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/98749/0
    (pkts output/bytes output) 893/1158720
cisco7#
```

- Bruit de fond tout seul: il a 100% de la bande passante
- Sans bruit de fond: flux13 a 100% de la bande passante
- Avec bruit de fond: flux13 a 79% de la bande passante...


```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,715627 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  715627 usec
Débit: 51573.205430 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,715550 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  715550 usec
Débit: 51574.047566 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,715588 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  715588 usec
Débit: 51573.631963 bits/s
```

- Bilan:
 - S'il reste de la bande passante disponible, les flux la consomment
 - LLQ est une priorité stricte; le trafic prioritaire bloque tous les autres; destiné à des cas d'usage particuliers, pour des applications spécifiques (temps réel?)
 - CBWFQ permet beaucoup de configurations sophistiquées, parfois un peu abscondes, possiblement compliquées à tuner finement en situation réelle...

8 LLQ + CBWFQ

9 Policer

- Config du routeur: policer sur l'interface d'entrée FastEthernet 0/1

```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Control signals View Help
cisco7#show policy-map
Policy Map ma_qos
  Class flux13
    bandwidth 60 (%)
    Average Rate Traffic Shaping
    cir 70%
  Class flux23
    bandwidth 15 (%)

Policy Map mon_policer
  Class class-default
    police rate 60000 bps burst 1875 bytes
    conform-action transmit
    exceed-action drop

cisco7#show policy-map interface FastEthernet 0/1
FastEthernet0/1

Service-policy input: mon_policer

Class-map: class-default (match-any)
  40484 packets, 61292776 bytes
  5 minute offered rate 1317000 bps, drop rate 1310000 bps
Match: any
police:
  rate 60000 bps, burst 1875 bytes
  conformed 288 packets, 436032 bytes; actions:
    transmit
  exceeded 40194 packets, 60853716 bytes; actions:
    drop
  conformed 51000 bps, exceed 6773000 bps
cisco7#
```

Note: on voit des paramètres CIR, similaire à ce que l'on voyait en ajoutant le shape 70% précédemment dont le comportement était mal expliqué

— Test1 - policer à 60kbps + qos précédente

```
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9: /opt/TP/TPQoS$ ./recepteurUDP 8001
SO_RCVBUF par défaut: 212992 octets
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,526779 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  526779 usec
Débit: 53724.734519 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,527155 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  527155 usec
Débit: 53720.272445 bits/s
```

- Le flux13 a 83% de la bande passante totale, soit plus que précédemment. Est-ce que ce chiffre observé est cohérent avec la valeur théorique prévisible ? Et comment la calculer ?
- Test2 - policer + fifo
- flux23 tout seul: il occupe bien 60kb/s

```

user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
user@linux9: /opt/TP/TPQoS$ ./recepteurfluxUDP 8000
|                60676.5 bits/s

```

- flux13+flux23: flux13 passe bien cette fois-ci, et semble à peine affecté par flux23 en ayant quasiment toute la bande passante (mais pas complètement non plus)

```

user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 3,773501 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 3 sec  773501 usec
Débit: 64449.433033 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 3,962384 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 3 sec  962384 usec
Débit: 61377.191105 bits/s

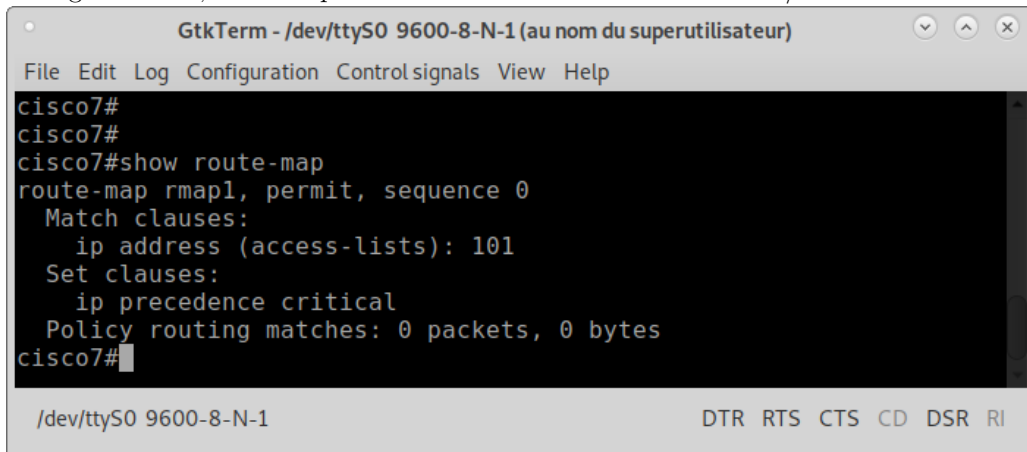
On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 3,773268 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 3 sec  773268 usec
Débit: 64453.412798 bits/s

```

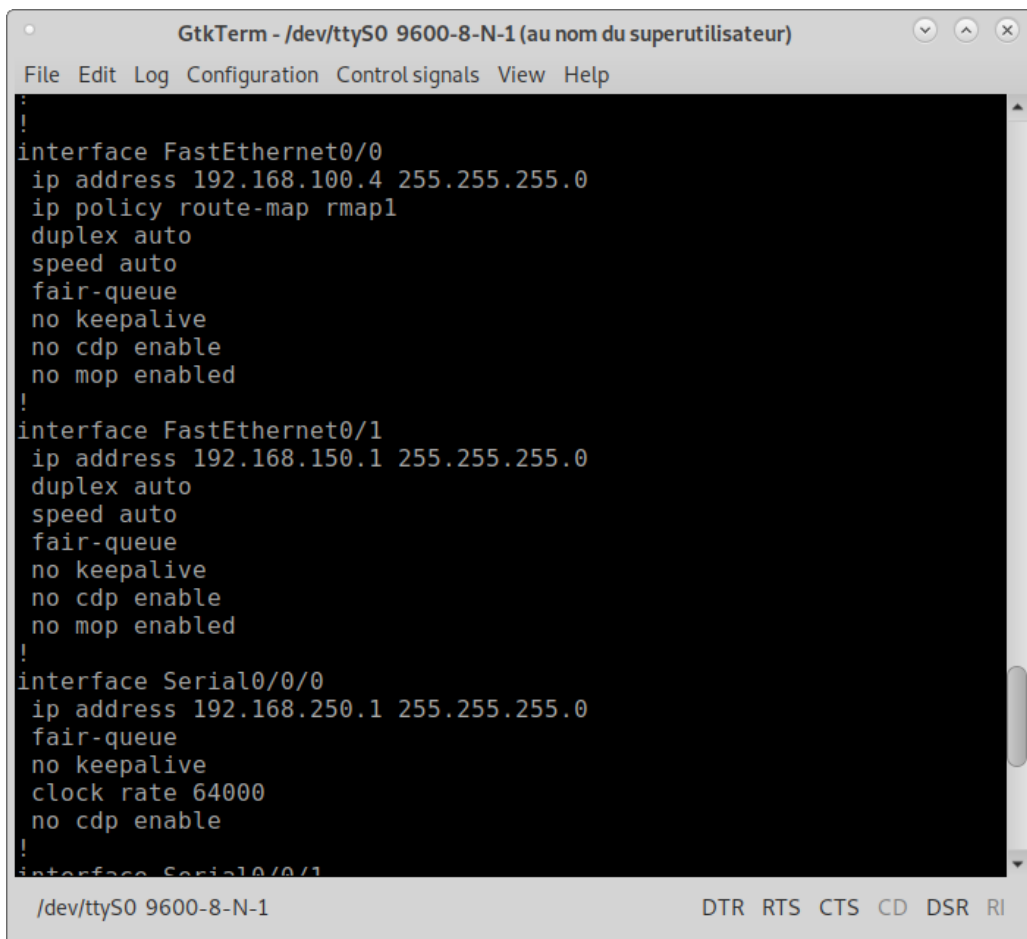
- Bilan
- Le policer a bien borné flux23, ce qui laisse de la place aux autres flux, mais cela peut possiblement avoir un impact sur la qualité (pertes) de ce flux23 même si ce n'est pas étudié ici

10 Weighted Fair avancé

- Calculs théoriques: TO DO
- Config Routeur1, route-map sur l'interface d'entrée FastEthernet 0/0



```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Control signals View Help
cisco7#
cisco7#
cisco7#show route-map
route-map rmap1, permit, sequence 0
  Match clauses:
    ip address (access-lists): 101
  Set clauses:
    ip precedence critical
  Policy routing matches: 0 packets, 0 bytes
cisco7#
```



```
GtkTerm - /dev/ttyS0 9600-8-N-1 (au nom du superutilisateur)
File Edit Log Configuration Control signals View Help
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.100.4 255.255.255.0
ip policy route-map rmap1
duplex auto
speed auto
fair-queue
no keepalive
no cdp enable
no mop enabled
!
interface FastEthernet0/1
ip address 192.168.150.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
fair-queue
no keepalive
no cdp enable
no mop enabled
!
interface Serial0/0/0
ip address 192.168.250.1 255.255.255.0
fair-queue
no keepalive
clock rate 64000
no cdp enable
!
interface Serial0/0/1
```

- Tests


```

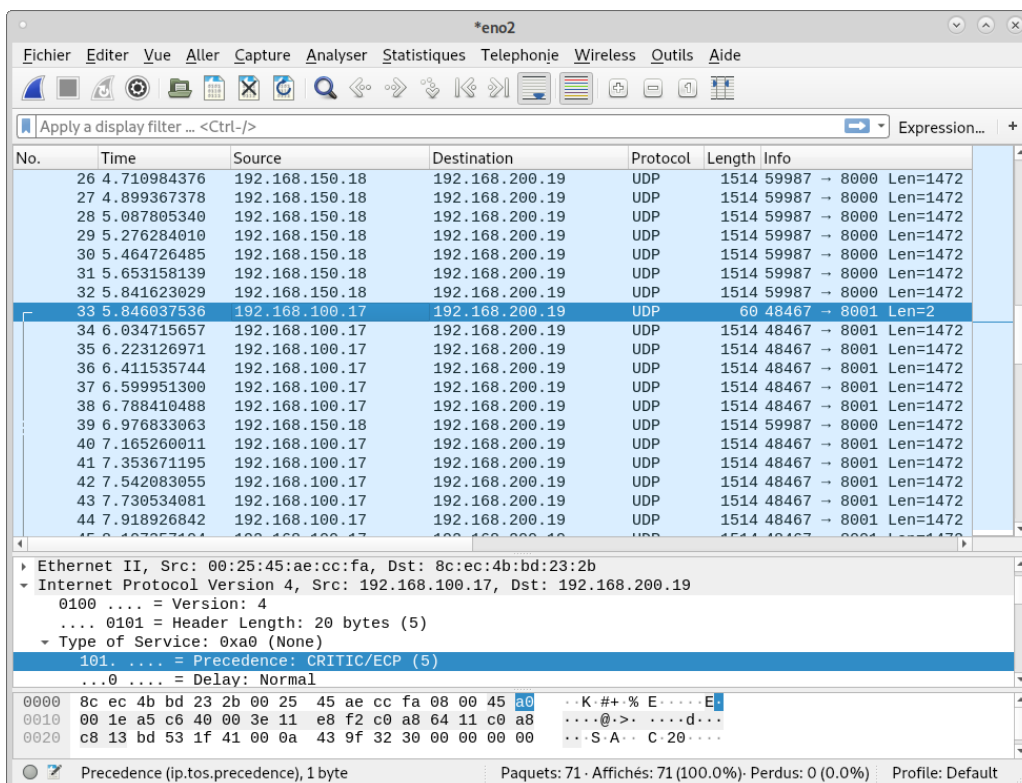
user@linux9: /opt/TP/TPQoS
Fichier Editer Affichage Rechercher Terminal Aide
SO_SNDBUF par défaut: 212992 octets
SO_RCVBUF apres forçage: 160000 octets

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,338834 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  338834 usec
Débit: 56051.925471 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,338893 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  338893 usec
Débit: 56051.163281 bits/s

On va recevoir 20 messages soit 29440 octets
On a reçu 20 messages soit 30400 octets
Délai: 4,338679 sec
Reçu 30400 octets      Durée: 4 sec  338679 usec
Débit: 56053.927935 bits/s

```



- On retombe bien sur le comportement de la précedence à 5, sauf que cette fois-ci c'est le routeur qui positionne cette précedence plutôt que l'application
- Bilan:
- N'importe quel équipement de niveau 3 (routage IP) sur le chemin est légitime pour manipuler l'entête IP des paquets qui le traverse, et donc forcer le TOS à ce qui l'arrange

11 Conclusion générale

- La QoS, c'est bien compliqué à mettre en place ;-)
- À compléter...!