

Sorbonne Université, Master 2^e informatique, spécialité réseaux

TME 4 de l'UE ITQoS – IntServ et RSVP

(cf. Cours 6 7)

 [Compte rendu électronique \(pdf\)](#)

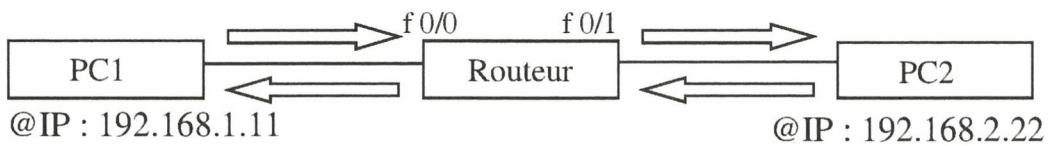
Introduction

Les services intégrés ont pour objectif d'offrir une qualité de service **par connexion**. Un protocole de signalisation a été conçu afin que les connexions puissent informer les routeurs du réseau de leur demande en termes de qualité de service. Il s'agit du protocole RSVP (Ressource ReSerVation Protocol). L'ordonnancement WFQ est souvent utilisé afin de réservé la bande passante nécessaire à la satisfaction d'une demande de QoS par connexion. Dans ce TME, vous testerez donc la réservation de ressources à travers RSVP.

Préparation / Rappel

Avant de démarrer les tests de configuration vous effectuez ces différentes préparations dans le but d'obtenir un accès à 3 machines : une machine nommée PC1, une machine nommée PC2 et un routeur CISCO connectant les deux machines.

La topologie visée est la suivante :



D'abord, à partir d'un terminal, démarrez la machine virtuelle du TME qui est une machine virtuelle Scientific Linux 7 avec la commande :

Vbox ITQoS20_2016 Cette commande vous demandera le mot de passe de votre compte.

Le démarrage prendra plusieurs minutes. Si vous n'êtes pas automatiquement en mode plein écran, vous pouvez l'activer en tapant simultanément [Ctrl droite] [F].

Accédez à la machine virtuelle SL7 avec le compte **itqos**.

A l'intérieur de la machine virtuelle SL7 :

Tapez dans un terminal **telnet PC1** pour accéder à PC1. Ouvrez un autre terminal dans une autre fenêtre et non pas dans un autre onglet de la même fenêtre que PC1, et tapez **telnet PC2** pour accéder à PC2.

Afin de vérifier la topologie de la figure ci-dessus :

A partir du PC1, testez `ping -R pc2` et/ou
A partir du PC2, testez `ping -R pc1`

Pour accéder au routeur, ouvrez un autre terminal dans une autre fenêtre et tapez **telnet router**. Ensuite, tapez [Entrée] pour obtenir le prompt `Router>`. Au prompt, tapez `enable` pour passer en mode privilégié et le nouveau prompt `Router#` s'affichera.

L'interface du routeur est du type vtysh (Virtual TeletYpe SHell) qui vous permet de passer des commandes de configuration au routeur CISCO.

Nous nous intéressons naturellement dans ce TME uniquement aux mécanismes de qualité de service. Néanmoins, vous pouvez consulter tous les paramètres de configuration du routeur avec la commande `show running-config` ou encore l'abréviation `sh run`.

Pour connaître à tout moment la liste des commandes ou les suites possibles d'une commande vous tapez simplement ‘?’ . Cette manœuvre est très recommandée voir même nécessaire quand vous tapez une commande quelconque et elle est à effectuer à chaque mot de la commande. La complétion par la touche Tabulation () fonctionne aussi pour les commandes et leurs options. Exemple :

```
Router# configure [appuyer sur ' ?']  
Terminal Configuration terminal  
Router# configure term [appuyer sur ]  
Router# configure terminal
```

Vous pouvez ainsi consulter la liste de toutes les commandes disponibles et leur rôle en tapant immédiatement ‘?’ .

La commande précédente vous permet de passer en **mode de configuration**. Vous pouvez aussi tapez simplement :

```
Router# conf t [appuyer sur 'Entrée']  
Router(config)#
```

Les remarques suivantes sont valables aussi pour tous les prochains TMEs :

Pour effectuer une configuration quelconque, deux manuels de configuration sont à consulter et/ou à télécharger depuis le site de CISCO en cas de besoin. Le premier est le « Cisco IOS Quality of Service Solutions Command Reference », le deuxième est le « Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide ». Le premier vous donne la liste complète des commandes QoS et leur descriptif détaillé. Le deuxième vous donne un aperçu des solutions et outils de qualité de service dans CISCO avec des exemples d'utilisation.

Méthodologie générale à suivre : D'abord, on essaye de trouver la ou les commandes avec l'aide de la commande elle-même en tapant à chaque mot ‘?’ . Si ce n'est pas suffisant, on consulte le “Command Reference” guide. Si pas de réussite, on consulte le “Configuration guide” pour mieux comprendre le mécanisme qu'on essaye de configurer. Si toujours pas de réussite, cela signifie que vous devez vous documenter beaucoup plus pour comprendre et maîtriser le mécanisme en question avant de pouvoir le configurer convenablement.

Attention : N'utilisez pas les moteurs de recherche sur Internet, pour chercher au hasard des exemples de configuration qui généralement peuvent être faux ou inadaptés aux scénarios de tests demandés. Les commandes du TME sont simples et les syntaxes peuvent être trouvées directement avec l'aide des commandes (en tapant à chaque mot ‘?’) et/ou le “Command Reference” guide.

Réervation de ressources : Le protocole RSVP

L'émission de messages RSVP permettant de faire une demande de réservation peut être effectuée de bout-en-bout par les logiciels ou les équipements terminaux dont les paquets ont besoins d'un service autre que le « best-effort ». Typiquement, il s'agit de logiciels ou équipements de VoIP ou de vidéo conférence/streaming. La réservation peut être aussi initiée et faite par les routeurs de la bordure dans un réseau. Dans les deux cas, l'émetteur et le récepteur sont souvent connectés à travers plusieurs routeurs intermédiaires. Une autre possibilité est d'effectuer la réservation sur un seul lien WAN.

Dans ce TME, nous allons utiliser le daemon `rsvpd` et le programme de test `rtap` ([RSVP test application](#)) qui permet de taper des commandes de réservation avec un format proche des objets contenus dans les messages RSVP. Le démon `rsvpd` implante le protocole RSVP. Les programmes `rsvpd` et `rtap` sont installés sous `/usr/local/bin`.

Le scénario des tests est le suivant : PC1 initie la réservation en envoyant des messages PATH à PC2. Ce dernier lui envoie des messages RSVP, bien sûr, à travers le routeur qui doit être configuré afin qu'il puisse supporter RSVP et effectuer les réservations demandées.

Test 1

D'abord, si vous étiez en train de travailler sur un TME précédent impliquant la modification des configurations du routeur, alors assurez-vous que toutes les configurations effectuées précédemment ont été supprimées. Alternativement, vous pouvez simplement redémarrer la machine virtuelle SL7 afin de réinitialiser entièrement la configuration du routeur.

Configurations routeur :

La [première étape](#) consiste à activer l'ordonnancement « fair queueing » au niveau de l'interface f0/1 en spécifiant parmi les files d'attente de l'ordonnisseur **128** files pour les trafics qui effectuent une demande spécifique de service (à travers par exemple le protocole de réservation RSVP). Limiter la taille des files d'attente à **50** paquets. Enfin, fixez à **256** le nombre de files d'attente dédiées aux autres connexions qui traverseront le même lien sans réservation.

En plus, limitez la taille totale des files d'attente à **2048** paquets.

Vérifiez la configuration avec les commandes :

```
show queueing fair et  
show queue f0/1
```

Etape suivante :

Configurez le routeur afin d'activer RSVP avec la commande `ip rsvp` (depuis l'interface f 0/0). Chaque connexion (session) peut demander jusqu'à 3 Mbit/s, et au total la bande passante réservable est de 4 Mbit/s. N'oubliez pas aussi d'activer RSVP sur les interfaces par lesquelles les messages RSVP peuvent passer (f 0/0) afin que le routeur ne les ignore pas, toujours avec la même commande `ip rsvp`. En plus, tapez [la commande](#) qui indique que les [ressources](#) réservées doivent être [fournies](#) par l'ordonnancement « Weighted Fair Queueing ».

Donnez toutes les commandes précédentes dans votre compte rendu de TME en les expliquant et en précisant le lien avec les configurations demandées.

Vous testerez plus tard vos configurations avec toutes les commandes suivantes :

```
show ip rsvp
show ip rsvp counters summary
show ip rsvp sender detail
show ip rsvp request detail
show ip rsvp reservation detail
show ip rsvp installed detail
show ip rsvp installed detail fastEthernet 0/1
show ip rsvp interface fastEthernet 0/1
```

Pour l'instant la majorité de ces commandes affichent peu d'information ou rien puisque aucune réservation n'est encore établie.

Création d'une réservation par envoi de messages PATH et RESV :

Afin d'initier une réservation, sur la machine PC1, exécutez le programme sudo rsvpd ensuite rtap (sur PC1). Ensuite, tapez la commande nécessaire afin de créer une session définie par l'adresse IP de la destination, le numéro de port de la destination et le protocole de transport UDP (c'est la définition d'une session dans le protocole RSVP) :

```
T1> session udp 192.168.2.22/12345
```

Ensuite, toujours dans rtap sur PC1, nous allons taper la commande qui permet d'initier et de maintenir la réservation par l'envoi de message PATH. Les paramètres du « token bucket » de la spécification du trafic (TSPEC) sont comme suit : débit moyen = 2 Mbit/s, taille maximale du seau = 72 kbytes, débit crête = 3 Mbit/s, la taille minimale des paquets = 555 octets, et taille maximale des paquets = 1500 octets :

```
T1> sender 192.168.1.11/8844 [ t 250000 9000 375000 555 1500 ] TSPEC
```

Observez les messages PATH envoyés vers et depuis le routeur avec wireshark (fa00 et fa01).

Questions :

1/ Rappelez les deux fonctionnalités principales des messages PATH dans le protocole RSVP.

2/ Regardez d'abord le message PATH envoyé de PC1 au routeur :

2.1/ Quelle est la taille de ce message PATH y compris l'entête RSVP et sans compter les autres entêtes ?

2.2/ Est-ce que les informations affichées par wireshark concernant la session et le sender template correspondent à celles que vous avez passées à rtap ?

2.3/ Précisément, quel est le champ qui permet d'identifier le chemin entre l'émetteur et le récepteur ? Le contenu de ce champ est-il suffisant pour pouvoir envoyer par la suite la demande de réservation sur le chemin inverse ? Expliquez.

2.4/ Afin de maintenir la réservation et vérifier continuellement le chemin entre l'émetteur et le récepteur, les messages PATH sont envoyés périodiquement. Quelle est la fréquence d'envoi des messages PATH ?

2.5/ Dans quel champ on trouve la courbe d'arrivée décrivant le trafic qui sera envoyé par l'émetteur ?

3/ Regardez maintenant le message PATH envoyé du routeur à PC2 :

3.1/ Quelle est la taille de ce message PATH y compris l'entête RSVP et sans compter les autres entêtes ?

3.2/ Dans quels champs on trouve les principales différences entre le message PATH envoyé par la machine PC1 et celui envoyé par le routeur ? Précisez ces différences.

3.3/ Que signifient les paramètres “end-to-end composed value for C” et “end-to-end composed value for D” qui se trouvent dans le champ “Guaranteed Rate” ? Quelle est l'utilité exacte de ces deux valeurs ?

3.4/ En recevant ce message PATH, comment le récepteur peut-il déterminer la réservation de bande passante à demander qui lui permet de garantir une borne de délai des paquets qui seront envoyés par l'émetteur ?

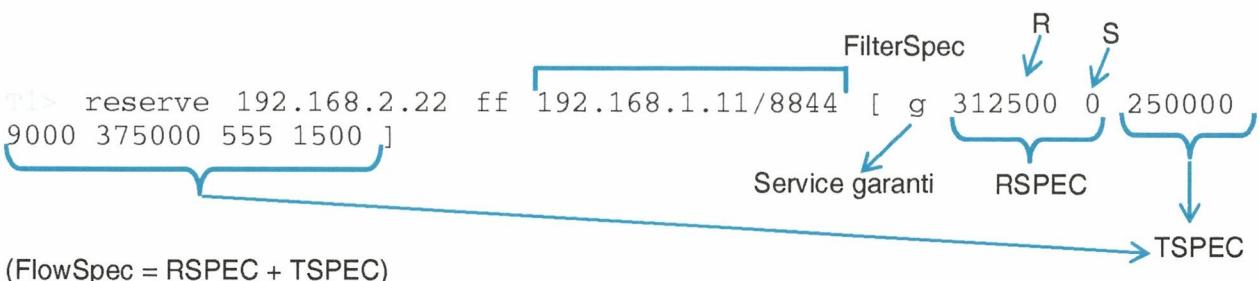
3.5/ Est-ce que le champ (objet) ADSPEC véhicule une demande de QoS ? Si oui, alors s'agit-il du service garanti (guaranteed-rate) ou du service charge contrôlé (controlled-load) ?

Test 2

Sans arrêter rsvpd/rtap sur PC1, exécutez sur PC2, aussi sudo rsvpd et rtap, ensuite tapez exactement la même commande session afin de créer la même session au niveau du récepteur :

```
T1> session udp 192.168.2.22/12345
```

Ensuite, quand la réception du message PATH apparaît à l'écran (Path Event), tapez la commande suivante qui permet de réserver les ressources, c'est-à-dire qui permet d'envoyer les messages RESV ve/ rs l'émetteur. Le style de réservation est Fixed-Filter. Le service demandé est le « guaranteed service » (appelé aussi « guaranteed-rate ou delay »). La bande passante à réserver est R=2.5 Mbit/s. Enfin, la valeur du « slack term » est 0. (Nous étudierons ce paramètre plus tard). Le filterspec indique l'adresse IP et le numéro de port de la source puisque c'est uniquement lui qui est concerné par la réservation :



Si la réservation est correcte, vous devriez maintenant voir plus d'information affichée par les commandes show du routeur CISCO :

- La commande `show ip rsvp sender detail` montre les informations contenues dans les messages PATH reçus par le routeur.
- La commande `show ip rsvp reservation detail` montre les informations contenues dans les messages RESV reçus par le routeur.
- La commande `show ip rsvp request detail` montre les informations des messages RESV envoyés par le routeur. etc.

En particulier, la commande `show ip rsvp installed detail fastEthernet 0/1` permet d'obtenir un affichage de ce type :

```
itqos@localhost:~ Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
Router# Router#show ip rsvp installed detail fastEthernet 0/1

RSVP: FastEthernet0/1 has the following installed reservations
RSVP Reservation. Destination is 192.168.2.22. Source is 192.168.1.11,
Protocol is UDP, Destination port is 12345, Source port is 8844
Traffic Control ID handle: 01000404
Created: 16:48:28 UTC Fri Nov 13 2020
Admitted flowspec:
  Reserved bandwidth: 2500K bits/sec, Maximum burst: 9K bytes, Peak rate: 3M bits/sec
  Min Policed Unit: 555 bytes, Max Pkt Size: 1500 bytes
Resource provider for this flow:
  WFQ on hw idb Fa0/1: RESERVED queue 265. Weight: 6, BW 2500 kbps
  Conversation supports 1 reservations [0x1000403]
  Data given reserved service: 0 packets (0 bytes)
  Data given best-effort service: 0 packets (0 bytes)
  Reserved traffic classified for 58 seconds
  Long-term average bitrate (bits/sec): 0 reserved, 0 best-effort
Policy: INSTALL. Policy source(s): Default

Router#
```

Autre exemple, la commande `show ip rsvp counters summary` :

All Interfaces	Recv	Xmit	Recv	Xmit
Path	68	72	Resv	3 4
PathError	0	0	ResvError	0 0
PathTear	0	0	ResvTear	0 0
ResvConf	0	0	RTearConf	0 0
Ack	0	0	Srefresh	0 0
IntegrityChalle	0	0	IntegrityRespon	0 0
DSBM_WILLING	0	0	I_AM_DSBM	0 0
Unknown	0	0	Errors	0 0

Si votre test n'est pas concluant et vous ne voyez aucune réservation installée dans le routeur et/ou vous obtenez des messages d'erreur, vérifiez vos paramètres et que vous avez bien tapé les bonnes commandes dans l'ordre. Consultez aussi les logs qui se trouvent dans le fichier /usr/tmp/rsvpd.log ou /usr/tmp/rsvpd.log.prev. Vous pouvez aussi taper close dans les deux rtap et recommencer, ou encore quitter avec la commande quit, ensuite tuer le processus rsvpd avec sudo killall rsvpd, et tout recommencer. Vous pouvez aussi essayer de redémarrer votre machine virtuelle SL7 avant de tout recommencer, mais dans ce cas vous perdez toutes les configurations du routeur qu'il faut donc refaire.

Rajoutez à votre compte rendu le résultat de toutes les commandes `show ip rsvp` mentionnées ci-dessus.

Questions :

4/ Capturez avec wireshark les messages RESV. Citez tous les objets contenus dans les messages RESV. Quelle est la différence entre les messages RESV envoyés par PC2 et ceux envoyés par le routeur ?

Mettez dans votre compte rendu de TME des captures d'écran montrant les messages RESV capturés par wireshark. Ces captures d'écran doivent montrer aussi sur un terminal le résultat des commandes echo *votre_NOM* et date.

5/ Que se passe-t-il si vous changez la réservation avec une bande passante différente de la première mais toujours inférieure à 3 Mbit/s, par exemple 2.9 Mbit/s ou 3 Mbit/s ? Pour changer la réservation, il suffit de taper la même commande reserve dans l'interface rtap de PC2 en changeant uniquement la valeur du paramètre R.

6/ Que se passe-t-il si vous changez la réservation à 3.1 Mbit/s ou à 3.5 Mbit/s ?

7/ Que se passe-t-il si vous changez la réservation à 4.1 Mbit/s ou à 5 Mbit/s ?

8/ Est-ce que le récepteur peut connaître les causes exactes d'un refus de réservation correspondant à un message RESV ERROR envoyé par le routeur ou l'émetteur ? Pour répondre à cette question, observez les messages RESV ERROR envoyés lors de la réservation à

8.1/ 3.5 Mbit/s, et lors de la réservation à

8.2/ 5 Mbit/s

(voir figure ci-dessous pour un exemple).

Wireshark				
No.	Time	Source	Destination	Protocol
67	297.177274	10.1.2.13	10.1.2.254	RSVP
68	300.516094	10.1.1.11	10.1.2.13	RSVP
69	302.002647	10.1.1.254	10.1.1.11	RSVP
72	307.636315	10.1.1.11	10.1.2.13	RSVP
75	314.756296	10.1.2.13	10.1.2.254	RSVP
76	314.759007	10.1.2.254	10.1.2.13	RSVP
77	316.600340	10.1.1.11	10.1.2.13	RSVP
78	331.871127	10.1.2.13	10.1.1.254	RSVP
79	332.955661	10.1.1.11	10.1.2.13	RSVP
82	337.530549	10.1.1.254	10.1.1.11	RSVP
83	345.394714	10.1.1.11	10.1.2.13	RSVP
84	353.240008	10.1.2.13	10.1.2.254	RSVP
85	366.026506	10.1.1.11	10.1.2.13	RSVP
88	374.949884	10.1.1.254	10.1.1.11	RSVP
RESV ERROR Message. SESSION: IPv4, Destination 10.1.2.13, Protocol 17, Por				
Error node: 10.1.2.254				
Flags: 0x01 InPlace				
Error code: 1 - Admission Control Failure				
Error value: 2 - Requested bandwidth unavailable				
STYLE: Fixed Filter (10)				
FLOWSPEC: Guaranteed Rate: Token Bucket, 150000 bytes/sec. RSpec, 9500000 bytes/sec.				
Length: 48				
Object class: FLOWSPEC object (9)				
C-type: 2				

Test 3

Transmission de données à travers la réservation :

On souhaite générer un trafic UDP de PC1 vers PC2 avec le débit 2.4mbit/s et passant à travers la bande passante réservée. Les numéros de port source et destination doivent donc être identiques à ceux définis pour établir la réservation (avec les commandes rtap). Pour ce faire, d'abord lancez le trafic iperf en utilisant l'option -p 12345 afin de préciser le numéro de port de la destination :

```
PC2 : iperf -u -s -p 12345 -f m -i 1
```

```
PC1 : iperf -u -c pc2 -p 12345 -t 1800 -f m -b 2.4m # cela donne :
```

```
[3] local 192.168.1.11 port nnnnn connected with 192.168.2.22 port 12345
```

nnnnn correspond au numéro de port émetteur à utiliser dans rtap.

Ensuite, sans fermer la session RSVP dans rtap, tapez à nouveau les commandes sender et reserve avec le numéro de port de l'émetteur *nnnnn*. Il s'agit des mêmes commandes mentionnées précédemment en remplaçant 8844 par *nnnnn* (ne mettez pas *nnnnn* mais le numéro affiché par iperf -u et qui se trouve entre les mots port et connected). **Profitez-en pour revenir à une réservation de 2.5 mbit/s.**

Questions :

9/ Vérifiez que le nombre de paquets passant par la bande passante qui a été réservée augmente bien : Ligne ‘**Data given reserved service:**’ de l'affichage obtenu par la commande **show ip rsvp installed detail fastEthernet 0/1**. Le nombre ‘**Data given best-effort service:**’ ne devrait pas changer.

10/ Quel est le débit affiché par iperf ? Est-il égale à 2.4m ? Quel est le taux de perte ? Est-il égal à 0% ?

A partir de maintenant, et pour éviter de spécifier le numéro de port de l'émetteur dans le FilterSpec. Nous allons dorénavant opter pour le style de réservation wf au lieu de ff, et donc * à la place de 192.168.1.11/*nnnnn*. Tapez à nouveau la commande reserve dans rtap sur PC2 en utilisant ce nouveau style :

```
T1> reserve 192.168.2.22 wf * [ g 312500 0 250000 9000 375000 555  
1500 ]
```

Pour vérifier, le routeur affiche maintenant 0.0.0.0 comme adresse source de la réservation et 0 comme numéro de port source.

11/

11.1/ Arrêtez iperf sur PC1 et relancez-le avec cette fois-ci le débit d'envoi de 2.6m. Quel est le débit affiché par iperf ? Est-il égale à 2.4m ? Quel est le taux de perte ? Est-il égal à 0% ? Ce résultat est-il normal alors que 2.6m est supérieur à la réservation de 2.5m ? Pourquoi le nombre ‘**Data given best-effort service:**’ augmente-t-il ?

Calculez théoriquement le rapport :

‘**Data given best-effort service:**’

‘**Data given best-effort service:**’ + ‘**Data given reserved service:**’

Remarque : Si vous souhaitez comparer la valeur théorique que vous avez trouvée avec celle qu'on obtient en utilisant l'affichage de la commande **show ip rsvp installed detail**, il faut initialiser les compteurs ‘**Data given reserved service:**’ et ‘**Data given best-effort service:**’. Pour ce faire, supprimez la réservation et attendez la réception du prochain message RESV (Les autres compteurs dans l'affichage de la même commande seront aussi initialisés). La suppression de la réservation du routeur se fait avec : **clear ip rsvp reservation ***

11.2/ Refaites le test précédent avec 3.6m et répondez aux mêmes questions.

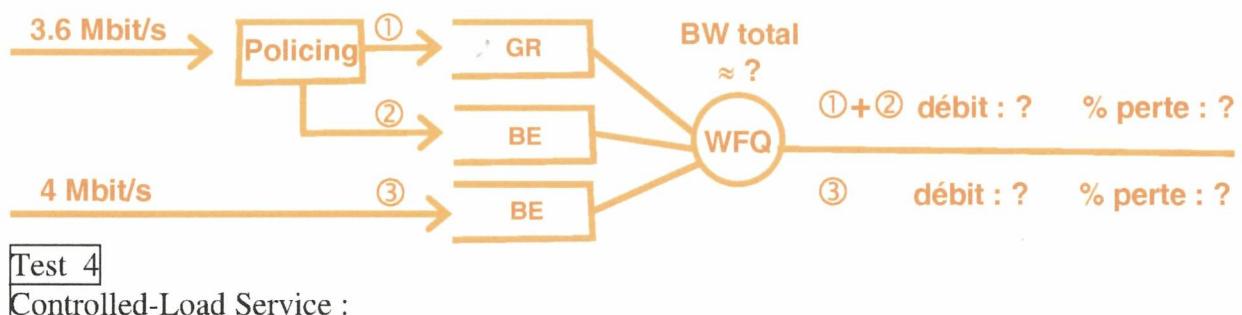
12/ Lancez sur deux autres terminaux de PC1 et PC2 un autre trafic avec le numéro de port destination par défaut (5001) et avec le débit d'envoi 4m. Nous allons donc tester l'impact de ce trafic 'agressif' sur la qualité du trafic associé à la réservation.

Répondez aux mêmes questions de 11.1/ avec les débits d'envoi 2.4m, ensuite 2.6m, ensuite 3.6m. Y a-t-il des différences dans vos réponses respectives avec 10/, 11.1/ et 11.2/ ?

12.1/ Dans quel cas iperf -s affiche datagrams received out-of-order ? Pourquoi cet affichage n'était pas présent lorsqu'il n'y avait pas de trafic agressif ?

13/ Expliquez comment le partage de la bande passante est effectué entre les différents trafics:

- ① Portion du trafic de réservation en dessous de la bande passante réservée,
- ② Trafic de réservation restant au-delà de la bande passante réservée, et
- ③ Trafic exogène (agressif ou pas)



Supprimez la réservation du routeur avec la commande `clear ip rsvp reservation *`. Rapidement après, tapez, dans rtap du PC2, la commande suivante qui permet de faire une demande du service Controlled-Load :

```
reserve 192.168.2.22 wf * [ cl 250000 9000 375000 555 1500 ]
```

Vérifiez avec la commande `show ip rsvp reservation detail` :

```
Router#sh ip rs res d

RSVP Reservation. Destination is 192.168.2.22, Source is 0.0.0.0,
Protocol is UDP, Destination port is 12345, Source port is 0
Next Hop is 192.168.2.22, Interface is FastEthernet0/1
Reservation Style is Wildcard-Filter, QoS Service is Controlled-Load
Resv ID handle: 86000404.
Created: 21:46:44 UTC Fri Nov 13 2020
Average Bitrate is 2M bits/sec, Maximum Burst is 9K bytes
Min Policed Unit: 555 bytes, Max Pkt Size: 1500 bytes
Status:
Policy: Accepted. Policy source(s): Default
Router#
```

14/

14.1/ Capturez le message RESV contenant la demande du service Controlled-Load. Citez toutes les différences avec le message RESV contenant une demande de service Guaranteed-Delay.

14.2/ Principalement, que fait ce routeur pour répondre à la demande du (mettre en place le) service Controlled-Load ? Justifiez en montrant le résultat de ou des commandes qui vous ont permis de trouver votre réponse.