



## Compte-rendu des tests pour le déploiement de classes de services sur RAP

Description : Ce document présente la validation des mécanismes de qualité de service par le biais de différents tests effectués à l'aide d'une maquette en vue du déploiement de classes de services sur RAP.

Version actuelle :1.6

Date : 12/07/07

Auteur : ld

Relecteur : lgy

Version	Dates	Remarques
1.0	01/02/05	Création du document
1.1	28/02/05	Divers
1.2	02/03/05	Réorganisation, relecture
1.3	01/04/05	DSCP BBE = 2
1.4	01/07/05	Modif. 2.2.3, 2.3
1.6	12/07/07	Avertissement en cas de modif DSCP

## Table des matières

AVERTISSEMENT.....	2
INTRODUCTION.....	2
1. SCHEMA GENERAL DE LA MAQUETTE.....	3
2. CLASSIFICATION.....	4
2.1. Description.....	4
2.2. Validation des mécanismes de classification.....	4
2.2.1. Le modèle Diffserv.....	5
2.2.2. Classification par 802.1p.....	9
2.2.3. Classification par access-list.....	10
2.2.4. Classification par VLAN.....	11
2.2.5. Classification par port.....	11
2.3. Mécanismes de classification sur le RAP.....	12
3. ORDONNANCEMENT.....	12
3.1. Notion de files matérielles.....	12
3.2. Mécanisme d'ordonnancement dans le BD 6808i.....	13
3.3. Prioritisation absolue.....	13
3.4. Prioritisation d'une file bornée par un maximum (maxbw).....	14
4. TRANSPORT DE L'INFORMATION DE CLASSE DE SERVICE.....	15
5. CONCLUSION.....	16

### Avertissement

Les valeurs DSCP utilisées dans ce document ont été par la suite modifiées. Merci de vous référer à la page web <http://www.rap.prd.fr/services/qos.php> et au document « Spécifications des classes de service sur RAP » (sur la même page) pour obtenir la bonne mise à jour.

### Introduction

Dans le cadre du déploiement des classes de service sur le Réseau Académique Parisien, une maquette a été mise en œuvre afin de tester et valider les différents mécanismes de QoS disponibles sur les commutateurs ExtremeNetworks BD 6808i utilisés sur le backbone. La maquette a aussi permis de valider une partie des éléments de métrologie accompagnant la mise en œuvre des classes de service, cet aspect n'est pas décrit dans le présent document.

La première partie de ce document est consacrée aux mécanismes de classification qui affectent les flux entrants à une classe de service. La seconde partie est consacrée au mécanisme d'ordonnancement des files matérielles qui permet de prioriser certains flux en cas de congestion (dans ce document, le terme congestion doit être compris comme « concurrence d'accès de plusieurs trames vers une liaison pendant une durée non nulle »). Enfin, la dernière partie traite de la transmission de l'information de classe de service entre équipements de RAP.

Ce document parle d'une manière générale de trafic IPv4 (unicast ou multicast). Pour la mise en œuvre de classes de service avec d'autres protocoles, une étude spécifique sera faite à la demande par le CORAP.

## 1. Schéma général de la maquette

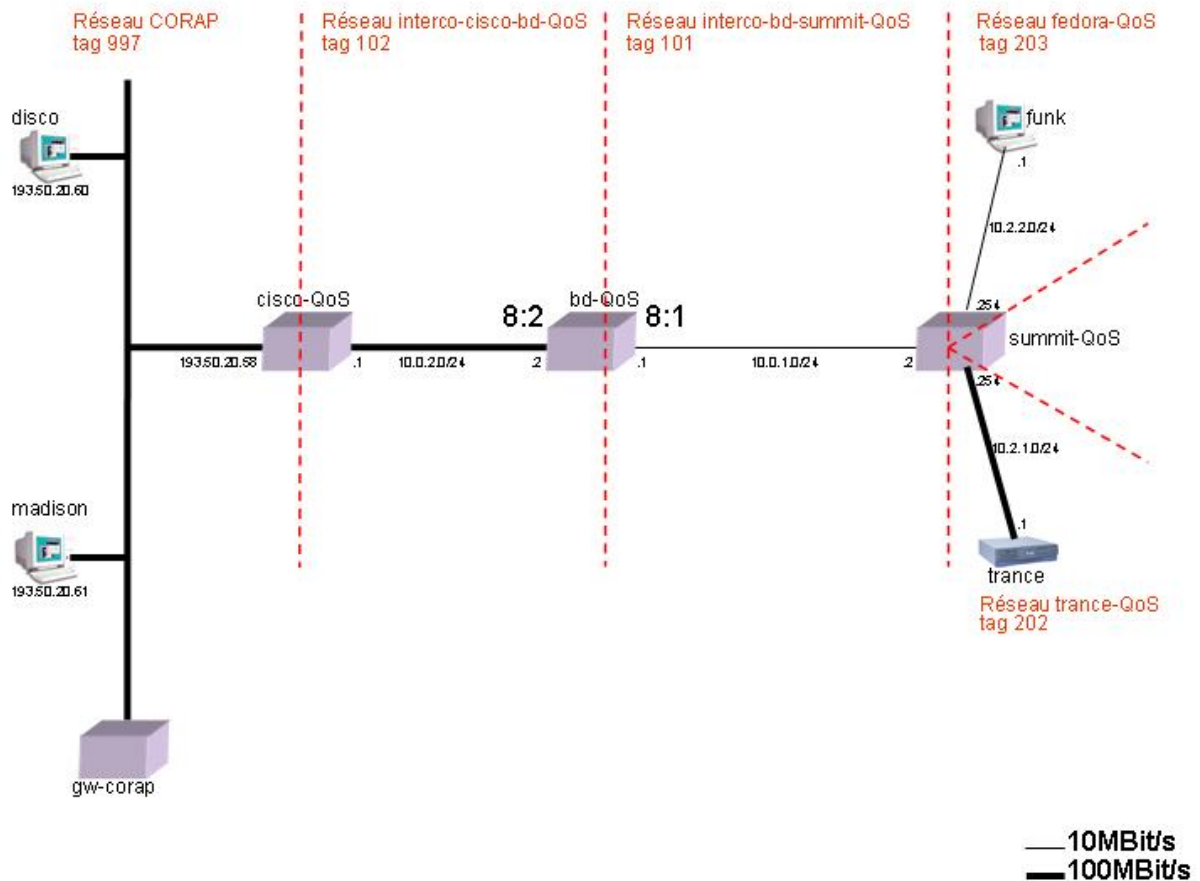


Figure 1 : Schéma général de la maquette QoS

Cette maquette est composée de trois commutateurs

- cisco-QoS : Cisco Catalyst 3550
- bd-QoS : ExtremeNetworks BlackDiamond 6808i
- summit-QoS : ExtremeNetworks Summit 48si

et de quatre stations :

- madison : PC Linux Fedora 3
- disco : PC Linux Mandrake 10
- funk PC Linux Fedora 3
- station Sparc Solaris 8.

Les deux commutateurs ExtremeNetworks sont reliés entre eux par une liaison 10Mbit/s full duplex permettant de créer simplement une congestion en ce point du réseau. Les mécanismes de QoS ont été testés et validés sur les équipements ExtremeNetworks bd-QoS et summit-QoS dont les caractéristiques en la matière sont identiques à celles des équipements de backbone du RAP.

Le cisco-QoS joue le rôle d'un équipement de site et ses fonctionnalités de QoS ne sont pas abordées dans ce document (un document d'accompagnement de la mise en œuvre des classes de service pour les sites sera publié ultérieurement par le CORAP et fournira plus d'informations sur les équipements de raccordement couramment rencontrés sur les sites).

Les tests ont été effectués à l'aide de la commande *qosmonitor* sur les équipements ExtremeNetworks, du logiciel Ethereal v.0.10.9 et des résultats obtenus par le logiciel Iperf v.2.0.1 sur les stations (qui doit être utilisé en tant que root pour des valeurs DSCP > 39).

## 2. Classification

### 2.1. Description

Un flux entrant dans le commutateur est dans un premier temps classifié, c'est-à-dire affecté à une classe de service interne au commutateur. Les mécanismes permettant cette opération sur les équipements concernés sont récapitulés dans le tableau suivant.

QoS Type	Priority Value
Vlan	1
dot1p	2
Diffserv	3
source-mac	7
des-mac	8
access-list	11

Ici, plus la valeur est grande, plus le type de classification est prioritaire. Si deux types sont configurés pour avoir une action de classification sur un même flux, c'est celui ayant une valeur plus élevée qui sera pris en compte. Ce tableau représente les priorités par défaut dans le bd-QoS, elles sont modifiables par la commande : *configure qostype priority <priority>*

La classification se fait donc en fonction de l'information contenue dans les flux en entrée (valeur DSCP de diffserv, champ 802.1p) ou bien de l'action mise en œuvre par le commutateur (classification du flux par port, VLANs, ACLs...). En fonction de cette classification, le commutateur affecte le flux à une classe de service par ajout de cette information à la trame dans la structure de données interne du commutateur. Ceci permet par la suite aux mécanismes d'ordonnancement du commutateur de traiter le flux conformément à sa classe de service.

Il existe donc plusieurs manières de classer le flux : le modèle diffserv et l'examen de la valeur DSCP de l'en-tête IP, la valeur du champ 802.1p de l'en-tête de la trame Ethernet, l'affectation globale d'une classe de service pour un port, VLANs ou par ACLs au niveau 2 ou niveau 3.

### 2.2. Validation des mécanismes de classification

La classification des flux a été validée par la commande *qosmonitor* et l'envoi de paquets en format sflow par le commutateur collectés et analysés par l'outil sflowtool qui permet entre autre de voir la classe de service utilisée par flux.

### 2.2.1. Le modèle Diffserv

Nous validons ici que le commutateur classe les flux en fonction du champ DSCP. Les équipements du backbone de RAP travaillent au niveau 2 et au niveau 3 et il faut valider que le champ DSCP est examiné dans tous les cas, que les flux soient traités au niveau 3 ou au niveau 2 dans l'équipement.

Un premier test est de vérifier que le commutateur utilise sa classification par défaut en activant le modèle Diffserv. Ce tableau donne les correspondances par défaut :

Code Point	QoS Profile
0-7	Qp1
8-15	Qp2
16-23	Qp3
24-31	Qp4
32-39	Qp5
40-47	Qp6
48-55	Qp7
56-63	Qp8

On active diffserv par la commande :  
*enable diffserv examination ports*

Avec le logiciel Iperf, on transmet du flux marqué d'un champ DSCP et on vérifie sur l'équipement qu'il est bien intégré dans la classe de service correspondant au champs DSCP émis.

#### 2.2.1.1. Activation de Diffserv sur un routeur :

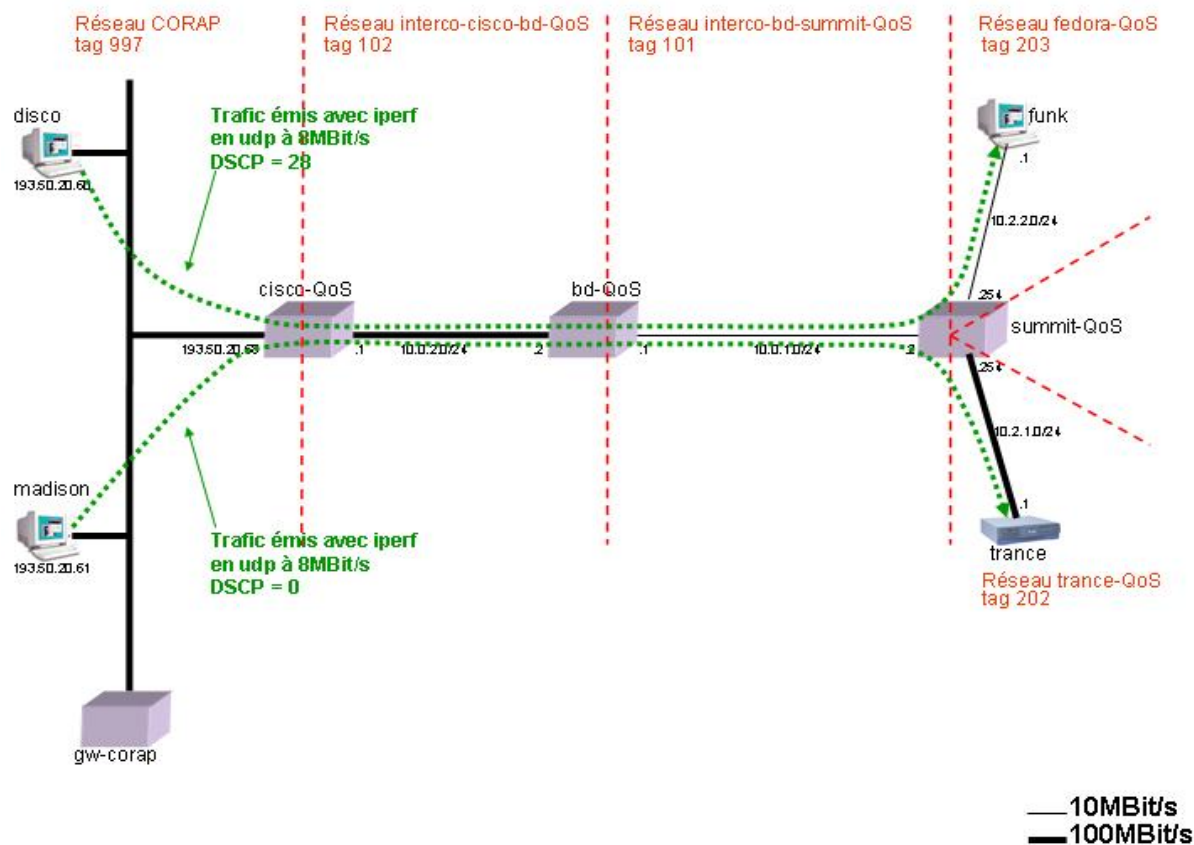


Figure 2 : routage IP de bout en bout

## Compte-rendu des tests pour le déploiement de classes de services sur le RAP

Comme indiqué sur le schéma, on fait transiter deux flux par le bd-QoS : l'un marqué d'un champ DSCP à 28 et l'autre marqué d'un champ DSCP à 0. Selon le tableau des correspondances ci-dessus, le flux en DSCP 28 doit être intégré dans le QoS Profile QP4, et le flux en DSCP 0 dans le QP1.

### - Résultats :

*show ports 8 :1 qosmonitor*

```
Qos Monitor Egress Queue Summary          Thu Feb 3 09:55:59 2005

Port      Q0      Q1      Q2      Q3      Q4      Q5      Q6      Q7
          Xmts    Xmts    Xmts    Xmts    Xmts    Xmts    Xmts    Xmts
8:1*      6535    0        0      5498    0        0        0        0
```

Nous verrons dans le chapitre traitant de l'ordonnancement la notion de file matérielle ou Hardware Queue. La commande qosmonitor montre en réalité la file matérielle utilisée en sortie. Cette file correspond à la classe de service interne (QoS profile) à laquelle le trafic a été affecté selon la table de correspondance suivante.

Classe de service interne (QoS profile)	File matérielle (Hardware Queue)
QP1	Q0
QP2	Q1
QP3	Q2
QP4	Q3
QP5	Q4
QP6	Q5
QP7	Q6
QP8	Q7

Le trafic est donc bien classifié en fonction de son champ DSCP.

### 2.2.1.2. Activation de Diffserv sur un commutateur

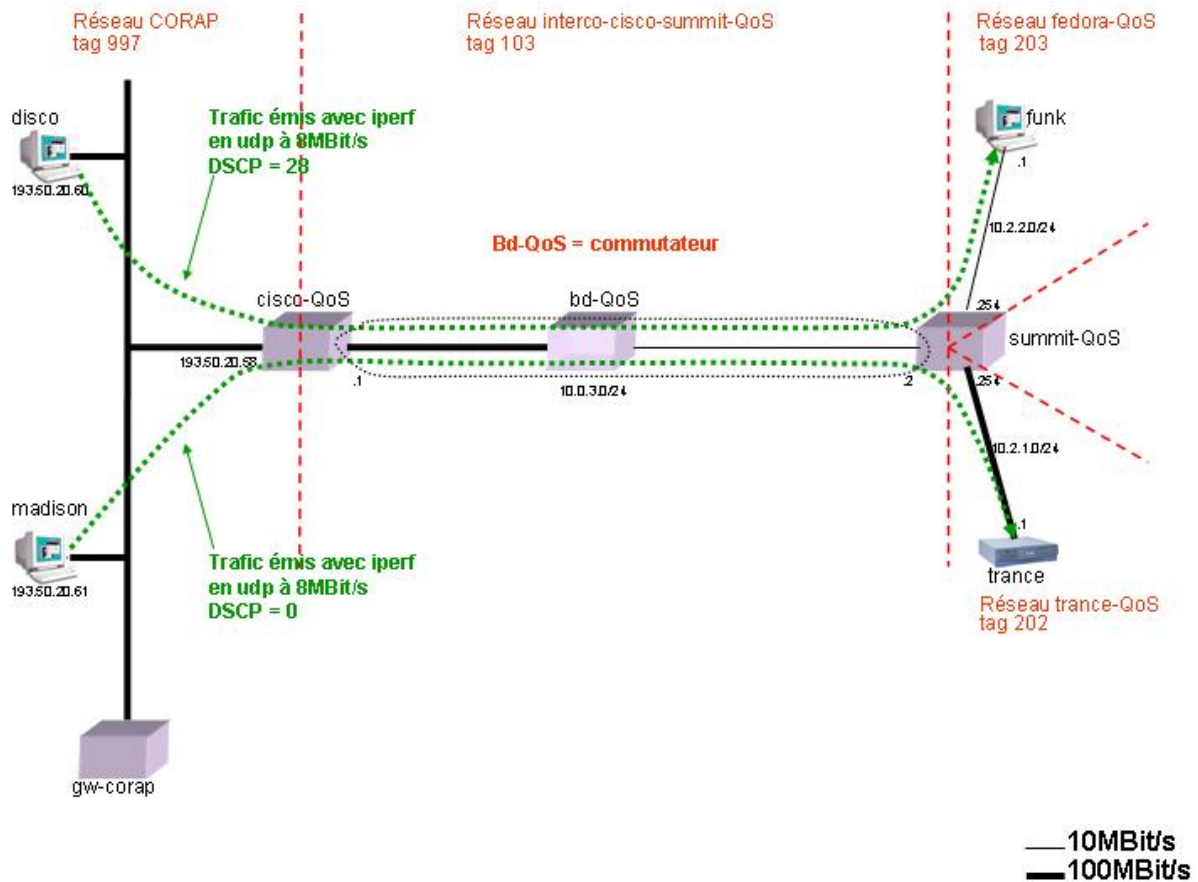


Figure 3 : bd-QoS est traversé par les flux au niveau 2

Cette fois-ci, le bd-QoS est traversé par les flux au niveau 2. Un VLAN a été configuré pour établir une interconnexion IP entre le cisco-QoS et le summit-QoS.

#### - Résultats :

On obtient exactement les mêmes résultats qu'au niveau 3, la valeur DSCP est donc examinée lorsque le bd-QoS ne travaille qu'au niveau 2.

### 2.2.1.3. Diffserv et les classes de services sur le RAP

Comme indiqué auparavant, cinq classes de services vont être déployées sur le RAP. Voici donc la correspondance entre la classe de service et le champ DSCP correspondant :

Service	DSCP	DSCP hex.	TOS	Hardware Queue	QoS Profile
LBE (Less Than Best Effort)	14	0x0E	0x38	Q0	Qp1
BE (Best Effort)	0-13, 15-33, 35-45,47-63			Q1	Qp2
Inutilisé					
BBE (Better Than Best Effort)	34	0x22	0x88	Q3	Qp4
Inutilisé					
Premium IP	46	0x2E	0xB8	Q5	Qp6
Temps Réel				Q6	Qp7
Protocoles et supervision					

**Tableau 1: correspondances pour la classification des flux par diffserv**

Afin d'affecter les flux à la bonne classe de service interne (QoS profile) en fonction de la valeur DSCP portée. Nous allons donc configurer, par interface, les correspondances du tableau.

**- Configuration par interface**

On applique une correspondance sur le port en entrée entre la valeur DSCP et la QoS Profile. Par exemple, pour tout le trafic entrant par l'interface 8:2, on entre les commandes :

```
configure diffserv examination code-point 0 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 1 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 2 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 3 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 4 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 5 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 6 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 7 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 14 qosprofile QP1 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 16 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 17 qosprofile QP2 ports 8:2
...
configure diffserv examination code-point 26 qosprofile QP2 ports 8:2
...
configure diffserv examination code-point 33 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 34 qosprofile QP4 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 35 qosprofile QP2 ports 8:2
...
configure diffserv examination code-point 45 qosprofile QP2 ports 8:2
configure diffserv examination code-point 47 qosprofile QP2 ports 8:2
...
...
configure diffserv examination code-point 63 qosprofile QP2 ports 8:2
```



## Compte-rendu des tests pour le déploiement de classes de services sur le RAP

Les valeurs de DSCP de 9 à 15 et 46 pour Premium IP n'apparaissent pas car les correspondances DSCP/QP résultantes sont celles déjà configurées par défaut dans les équipements.

On teste qu'un flux marqué d'un DSCP ne correspondant à aucune classe de service sur le RAP sera affecté à la classe de service interne (QoS profile) Best Effort alors qu'un flux marqué d'un DSCP représentant une classe de service, DSCP 46 par exemple est bien affecté à la classe de service interne (QoS profile) correspondant.

### - Résultats

*show ports 8 :1 qosmonitor*

Qos Monitor Egress Queue Summary				Thu Feb 3 08:47:21 2005				
Port	Q0 Xmts	Q1 Xmts	Q2 Xmts	Q3 Xmts	Q4 Xmts	Q5 Xmts	Q6 Xmts	Q7 Xmts
8:1*	0	9824	0	0	0	5487	0	0

Rappel : Il faut lire ce résultat en tenant compte de la correspondance Classe de service interne <-> File matérielle (QoS Profile <-> Hardware Queue) selon le tableau donné plus haut.

### 2.2.2. Classification par 802.1p

A chaque valeur de QoS 802.1P correspond une classe de service interne (QoS profile). Voici les valeurs par défaut dans le commutateur :

802.1p Priority value	QoS Profile
0	QP1
1	QP2
2	QP3
3	QP4
4	QP5
5	QP6
6	QP7
7	QP8

De même que la correspondance entre la valeur du champ DSCP et la classe de service interne est configurable pour le modèle diffserv, la correspondance entre la QoS 802.1p et la classe de service interne l'est aussi. Afin de tester l'utilisation de la valeur de QoS 802.1p, la liaison entre les commutateurs bd-QoS et summit-QoS a été configurée en 802.1q.

Les flux entrant dans le bd-QoS depuis le cisco-QoS sont classifiés par leur valeur DSCP dans un QoS Profile correspondant (configurations effectuées auparavant). Le QoS Profile correspondant par défaut à une valeur de 802.1p (Cf. tableau ci-dessus), à l'aide de la commande :

*enable dot1p replacement port 8 :2,*

Il est possible de transmettre les flux avec la valeur 802.1p correspondant au QoS Profile déterminé au départ par la valeur DSCP d'entrée. Bien sûr la valeur DSCP est toujours opérationnelle. Si, sur le summit-QoS, aucune configuration de classification n'a été effectuée, et, que la liaison entre les 2 commutateurs est configurée pour 802.1p, donc porteuse de la valeur 802.1p, alors, par défaut le summit-QoS va prendre en compte cette valeur et classifier les flux en fonction.

### **- Résultats**

On émet des flux depuis madison marqués du champ DSCP 46, et on vérifie sur le summit-QoS la QoS Profile utilisée :

```
show ports 5 qosmonitor
```

Qos Monitor Egress Queue Summary				Thu Feb 3 10:32:40 2005				
Port	Q0 Xmts	Q1 Xmts	Q2 Xmts	Q3 Xmts	Q4 Xmts	Q5 Xmts	Q6 Xmts	Q7 Xmts
5*	0	0	0	0	0	3241	0	0

### **2.2.3. Classification par access-list**

En fonction des adresses IP sources et/ou destinations, ou bien des adresses MAC sources et/ou destination on peut insérer un flux dans le QoS Profile désiré.

Attention : Une access-list sans spécification d'un QoS Profile traite par défaut le trafic en QP1.

### **- Tests et résultats**

On créer une access-list sur le bd-QoS, pour insérer tout flux provenant de madison et à destination de funk dans la Qp6.

```
bd-QoS # create access-list QoS-test ip destination 10.2.2.1/32 source 193.50.20.61/32 permit qp6 ports any precedence 0
```

On transmet des flux non marqués puis on vérifie par la commande *qosmonitor* que le flux intègre bien le QoS Profile Qp6 (file Q5)

```
bd-QoS# show ports 8:1 qosmonitor
```

Qos Monitor Egress Queue Summary				Thu Feb 3 11:18:13 2005				
Port	Q0 Xmts	Q1 Xmts	Q2 Xmts	Q3 Xmts	Q4 Xmts	Q5 Xmts	Q6 Xmts	Q7 Xmts
8:1*	0	0	0	0	0	4879	0	0

La commande correspondante au niveau 2 est :

```
bd-QoS # create fdbentry <adresse MAC> vlan <vlan> ports <ports> qosprofile <QP>
```

#### 2.2.4. Classification par VLAN

On peut intégrer tous les flux provenant d'un VLAN dans la classe de service interne (QoS Profile) désirée. Cette classification ne fonctionne que pour les ports non taggés.

##### - Tests et résultats

On veut par exemple affecter à la Qp6 tous les flux provenant du cisco-QoS. La commande correspondante est :

```
bd-QoS:19 # configure vlan interco-cisco-bd-QoS qosprofile Qp6
```

On émet des flux sans informations de classes de service depuis madison.

```
bd-QoS# show ports 8:1 qosmonitor
```

```
Qos Monitor Egress Queue Summary          Thu Feb 3 11:25:13 2005

Port      Q0      Q1      Q2      Q3      Q4      Q5      Q6      Q7
          Xmts   Xmts   Xmts   Xmts   Xmts   Xmts   Xmts   Xmts
8:1*           0      0      0      0      0    6594      0      0
```

Les flux non marqués au départ sont bien affectés à la classe de service spécifiée.

#### 2.2.5. Classification par port

Il s'agit d'insérer tout trafic provenant d'un port dans une QoS Profile. Comme pour la QoS par VLAN, on obtient les mêmes résultats.

Par exemple, la commande

```
bd-QoS# configure ports 8:2 qosprofile QP7
```

permet d'insérer dans la QP7 tous les flux provenant du port 8:2.

La commande suivante permet de vérifier si une QoS par port ou par VLAN est configurée :

```
bd-QoS:64 # show qosprofile
```

```
Qos Profile(0): QP1 Priority:   Low  Min Bw: 0  MaxBw: 100 MinQBuf: 0%
MaxQBuf:  OK
```

Ports:

```
Vlans: interco-cisco-bd-QoS supervision interco-cisco-summit-QoS MacVlanDiscover
site_2_QoS interco-bd-summit-QoS Mgmt Default
```

Mac Addresses:

.....

....

.

```
Qos Profile(6): QP7 Priority:   High  Min Bw: 0  MaxBw: 100 MinQBuf: 0%
MaxQBuf:  OK
```

Ports: 8:2 8:1

Vlans:

Mac Adresses:

Ici, on note que les flux provenant des ports 8:1 et 8:2 sont insérés dans la QP7.

## 2.3. Mécanismes de classification sur le RAP

En provenance des sites, le RAP utilisera la classification par le modèle Diffserv pour les classes de service LBE à Premium IP et par ACL pour la classe de service Temps Réel. Le champ 802.1p sera utilisé sur le backbone. Les sites accédant aux classes de service du RAP devront donc marquer les champs DSCP de leurs flux en fonction de la classe de service désirée (sauf pour Temps Réel qui sera classifiée par RAP via des ACLs).

## 3. Ordonnancement

En fonction de la classe de service interne (QoS Profile), le commutateur va choisir d'intégrer les flux dans les files matérielles (hardware queues) correspondantes.

### 3.1. Notion de files matérielles

Chaque interface des commutateurs ExtremeNetworks BD 6808i utilise 8 files matérielles (Hardware Queue) pour ordonner les flux en sortie. A chaque file est affectée une priorité qui, en dehors de tout autre paramètre, la rend absolument prioritaire par rapport au files de priorité moindre (et réciproquement). Afin de protéger les flux des classes de service moins prioritaires sur le RAP, il est nécessaire de limiter l'utilisation maximale de la bande passante pour les flux plus prioritaire en différents points du réseau.

On complète le tableau 1 pour obtenir les correspondances suivantes :

Service	DSCP	DSCP Hex.	ToS	Hardware Queue	Min (%)	Max (%)	QoS Profile
LBE (Less Than Best Effort)	14	0x0E	0x38	Q0	0	100	QP1
BE (Best Effort)	0-13, 15-33, 35-45, 47-63	0x00	0x00	Q1	0	100	QP2
Inutilisé				Q2			QP3
BBE (Better Than Best Effort)	34	0x22	0x88	Q3	0	10	QP4
Inutilisé				Q4			QP5
Premium IP	46	0x2E	0xB8	Q5	0	2	QP6
Temps Réel				Q6	0	2	QP7
Supervision RAP (Management interactif)				Q7			QP8

Tableau 2 : correspondances entre DSCP, QoS Profile et file matérielle

Ici, on revient à la classification des flux en fonction de la valeur DSCP utilisée. Le trafic LBE n'ayant aucune garantie de débit, il n'est pas nécessaire de limiter la bande passante pour le trafic BE.

### 3.2. Mécanisme d'ordonnement dans le BD 6808i

Chaque file est caractérisée par un vecteur sur 8 bits (xxyyyzzz) constitué de trois valeurs :

- Qstate xx : Etat de la file
  - o 2 si l'occupation de la file est en dessous de son minimum
  - o 1 si l'occupation de la file se situe entre le minimum et le maximum
  - o 0 si l'occupation de la file est supérieure au maximum
- Priorité de la file yyy ( $Q0 < Q1 < Q2 < Q3 < Q4 < Q5 < Q6 < Q7$ )
- LRU zzz : A chaque utilisation d'une file, le commutateur incrémente sa valeur LRU.

Chaque fois qu'une file est utilisée, le commutateur examine la valeur du vecteur. L'ordonnement se passe de la manière suivante :

- 1) Vérification de la présence de trafic dans les files
- 2) Si présence de trafic :
  - a. Examen du Qstate
    - i. Si des files sont en dessous de leur minimum :
      1. Si plusieurs files
        - a. Examen de la Priorité : la plus prioritaire passe
      2. Si 2 ou plusieurs files ont une priorité égal,
        - a. Examen du LRU, le plus grand passe
    - ii. Si pas de file en dessous de son minimum et d'autres entre min et max
      1. Si plusieurs files
        - a. Examen de la priorité : la plus prioritaire passe
      2. Si 2 ou plusieurs ont la même priorité
        - a. Examen du LRU, la plus grand passe
    - iii. Si des files au dessus du maximum, ne pas les passer

Toutes les 40 ms, un processus examine le taux d'occupation de chaque ce qui recalcule le Qstate.

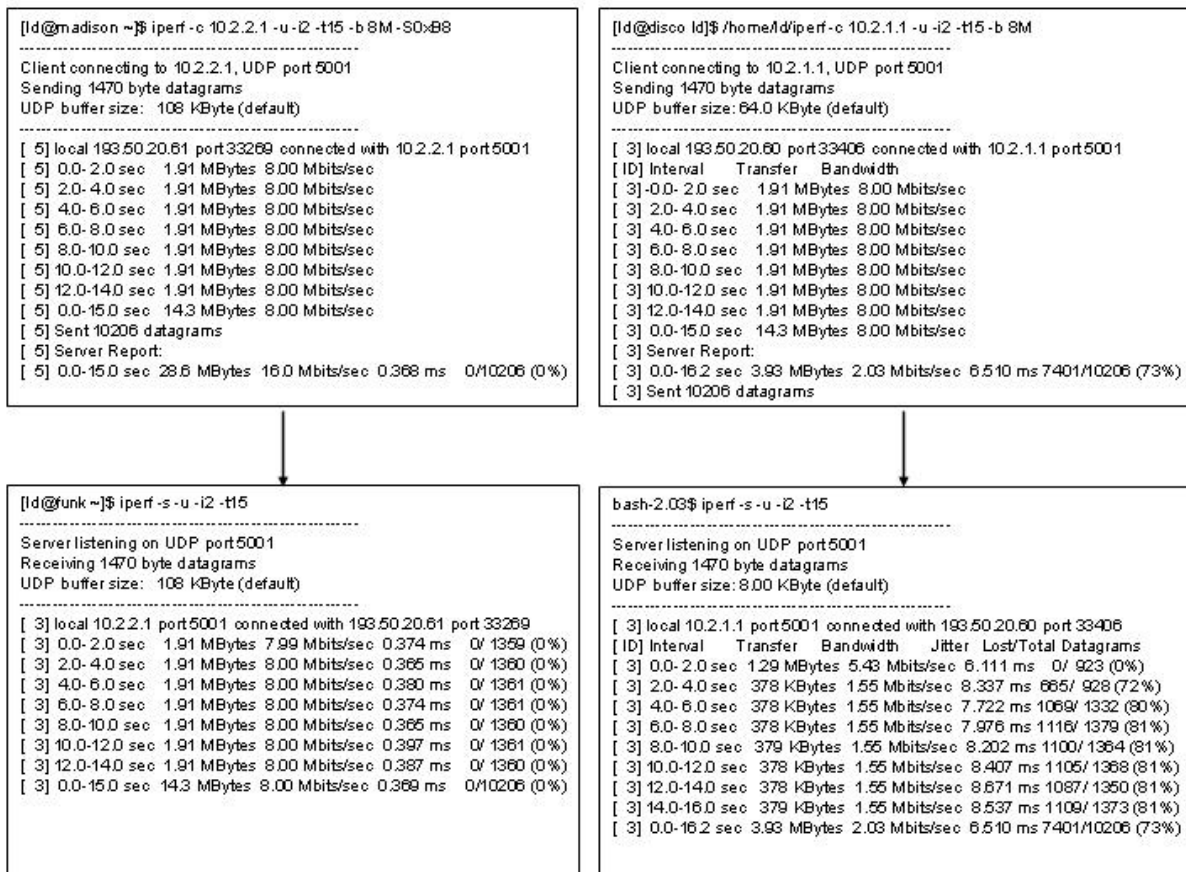
### 3.3. Prioritisation absolue

Nous validons ici, grâce à la classification DSCP effectuée auparavant, que les flux sont traités en fonction de leur appartenance à une classe de service.

Si l'on garde les correspondances par défaut dans le commutateur, la prioritisation entre files est absolue. En effet, toute classe de service interne (QoS Profile) correspond à une file matérielle (hardware queue Qx) distincte, plus x est grand plus Qx est prioritaire, et il n'y a ni minimum (0%) ni maximum (100%).

En reprenant le schéma sur la figure 2, on vérifie avec Iperf, qu'un flux ayant un champ DSCP plus élevé sera prioritaire. On sature la liaison 10Mbit/s en lançant un Iperf à 8Mbit/s en BE (champ DSCP à 0) et un Iperf à 8Mbit/s en Premium IP ( DSCP 46).

**- résultats :**



Comme indiqué ci-dessus, le flux ayant un DSCP plus élevé est prioritaire. Ces résultats d'Iperf, montre bien que le flux généré par Iperf en DSCP 46 par la commande :

```
iperf -c 10.2.2.1 -u -i2 -t15 -b 8M -S0x99
```

ne comporte aucune perte. Par contre le flux généré avec un DSCP à 0 par la commande :

```
iperf -c 10.2.1.1 -u -i2 -t15 -b 8M
```

comporte environ 80% de perte.

### 3.4. Prioritisation d'une file bornée par un maximum (maxbw)

Nous testons ici la garantie à hauteur de 10 % de bande passante pour les flux en BBE, en configurant un maximum pour le BBE à 10%.

On configure donc un maximum pour la classe de service interne (QoS Profile) QP4 de la manière suivante :

```
configure qosprofile QP4 minbw 0 % maxbw 10 %
```

En reprenant le schéma sur la figure 2. On sature la liaison 10Mbit/s en lançant un Iperf à 10Mbit/s en BE et un Iperf à 2Mbit/s en BBE. La file matérielle pour le BBE ne disposant que de 10 % de la bande passante totale, les flux en BBE doivent arriver à destination avec 50% de perte.

- résultats :

<pre>[root@disco ld]# home/Ad/perf -c 10.2.1.1 -u -i2 -t15 -b10M ----- Client connecting to 10.2.1.1, UDP port 5001 Sending 1470 byte datagrams UDP buffer size: 64.0 KByte (default) ----- [ 3] local 193.50.20.60 port 32865 connected with 10.2.1.1 port 5001 [ID] Interval Transfer Bandwidth [ 3] 0.0- 2.0 sec 2.38 MBytes 10.0 Mbits/sec [ 3] 2.0- 4.0 sec 2.38 MBytes 10.0 Mbits/sec [ 3] 4.0- 6.0 sec 2.38 MBytes 10.0 Mbits/sec [ 3] 6.0- 8.0 sec 2.38 MBytes 10.0 Mbits/sec [ 3] 8.0-10.0 sec 2.38 MBytes 10.0 Mbits/sec [ 3] 10.0-12.0 sec 2.38 MBytes 10.0 Mbits/sec [ 3] 12.0-14.0 sec 2.38 MBytes 10.0 Mbits/sec [ 3] 0.0-15.0 sec 17.9 MBytes 10.0 Mbits/sec [ 3] Server Report: [ 3] 0.0-15.1 sec 15.7 MBytes 8.72 Mbits/sec 0.089 ms 1575/12757 (12%) [ 3] Sent 12757 datagrams</pre>	<pre>[root@madison ld]# iperf -c 10.2.2.1 -u -i2 -t15 -b2M -90x70 ----- Client connecting to 10.2.2.1, UDP port 5001 Sending 1470 byte datagrams UDP buffer size: 108 KByte (default) ----- [ 5] local 193.50.20.61 port 36279 connected with 10.2.2.1 port 5001 [ 5] 0.0- 2.0 sec 490 KBytes 2.01 Mbits/sec [ 5] 2.0- 4.0 sec 488 KBytes 2.00 Mbits/sec [ 5] 4.0- 6.0 sec 488 KBytes 2.00 Mbits/sec [ 5] 6.0- 8.0 sec 488 KBytes 2.00 Mbits/sec [ 5] 8.0-10.0 sec 488 KBytes 2.00 Mbits/sec [ 5] 10.0-12.0 sec 488 KBytes 2.00 Mbits/sec [ 5] 12.0-14.0 sec 488 KBytes 2.00 Mbits/sec [ 5] 0.0-15.0 sec 3.58 MBytes 2.00 Mbits/sec [ 5] Sent 2553 datagrams [ 5] Server Report: [ 5] 0.0-15.9 sec 3.19 MBytes 1.69 Mbits/sec 21.469 ms 1414/ 2553 (55%)</pre>
<pre># /usr/local/bin/iperf -s -u -i2 -t15 ----- Server listening on UDP port 5001 Receiving 1470 byte datagrams UDP buffer size: 8.00 KByte (default) ----- [ 3] local 10.2.1.1 port 5001 connected with 193.50.20.60 port 32865 [ID] Interval Transfer Bandwidth Jitter Lost/Total Datagrams [ 3] 0.0- 2.0 sec 2.08 MBytes 8.73 Mbits/sec 0.324 ms 146/ 1631 (9%) [ 3] 2.0- 4.0 sec 2.08 MBytes 8.71 Mbits/sec 0.462 ms 218/ 1699 (13%) [ 3] 4.0- 6.0 sec 2.03 MBytes 8.51 Mbits/sec 0.465 ms 254/ 1702 (15%) [ 3] 6.0- 8.0 sec 2.08 MBytes 8.72 Mbits/sec 0.446 ms 217/ 1700 (13%) [ 3] 8.0-10.0 sec 2.08 MBytes 8.71 Mbits/sec 0.626 ms 218/ 1700 (13%) [ 3] 10.0-12.0 sec 2.08 MBytes 8.73 Mbits/sec 0.375 ms 218/ 1702 (13%) [ 3] 12.0-14.0 sec 2.08 MBytes 8.73 Mbits/sec 0.393 ms 218/ 1703 (13%) [ 3] 0.0-15.1 sec 15.7 MBytes 8.72 Mbits/sec 0.090 ms 1575/12757 (12%)</pre>	<pre>[root@funk ld]# iperf -s -u -i2 -t15 ----- Server listening on UDP port 5001 Receiving 1470 byte datagrams UDP buffer size: 108 KByte (default) ----- [ 3] local 10.2.2.1 port 5001 connected with 193.50.20.61 port 36279 [ 4] 0.0- 2.0 sec 234 KBytes 958 Kbits/sec 12.167 ms 44/ 207 (21%) [ 4] 2.0- 4.0 sec 233 KBytes 953 Kbits/sec 12.168 ms 180/ 342 (53%) [ 4] 4.0- 6.0 sec 228 KBytes 935 Kbits/sec 13.774 ms 180/ 339 (53%) [ 4] 6.0- 8.0 sec 231 KBytes 947 Kbits/sec 13.839 ms 175/ 336 (52%) [ 4] 8.0-10.0 sec 233 KBytes 953 Kbits/sec 13.918 ms 180/ 342 (53%) [ 4] 10.0-12.0 sec 233 KBytes 953 Kbits/sec 13.623 ms 179/ 341 (52%) [ 4] 12.0-14.0 sec 233 KBytes 953 Kbits/sec 12.155 ms 181/ 343 (53%) [ 4] 0.0-15.7 sec 1.79 MBytes 954 Kbits/sec 19.152 ms 1277/ 2553 (50%)</pre>

On observe bien que le flux BBE généré par l'IPerf entre madison et funk a subi environ 50% de perte. Pour information, au moment des tests, on considérait que le champ DSCP correspondant pour la classe BBE avait une valeur à 2.

#### 4. Transport de l'information de classe de service

La classe de service est une information qui doit être connue de bout en bout si l'on veut que les flux soient traités correctement sur l'ensemble du réseau. Sur RAP, seul le commutateur d'entrée sur le réseau possède tous les éléments de classification car certains d'entre eux sont liés à l'interface (le site) de laquelle vient le trafic. Une fois la classification faite par ce premier équipement, il faut conserver et transporter cette information pour les autres équipements de RAP.

La méthode adoptée sur RAP est l'utilisation du champ 802.1p par la commande *enable dot1p replacement port <port>*.

Par exemple, les flux classifiés en LBE en entrée sur le RAP seront intégrés dans la QP1 et acheminé dans la Q0 du premier commutateur. La liaison avec le prochain commutateur étant configurée pour 802.1q, la priorité 802.1p qui dans ce cas est 0 sera prise en compte pour que les flux soient à nouveau traités dans la classe de service LBE par la suite. Il n'y a donc pas besoin d'activer le modèle Diffserv sur les interfaces du backbone. Dans tous les cas, le champ DSCP initial est conservé jusqu'à la sortie du réseau, et reste disponible pour une utilisation extérieure à RAP.

## 5. Conclusion

Les différentes fonctionnalités testées sur cette maquette confirment la possibilité de déployer les classes de service pour les utilisateurs du RAP.

Les principales modalités de la fourniture des classes de service sont les suivantes :

- Le RAP propose 5 classes de service LBE, BE, BBE, Premium IP, et Temps Réel
- La classification utilisera un marquage DSCP fait par le site, sauf pour la classe de service Temps Réel classifiée via ACLs par le RAP.
- Les sites accèdent aux classes de service du RAP selon 4 niveaux différents. Pour chaque niveau, le tableau suivant donne la correspondance entre le champ DSCP positionné par le site et la classe de service affectée au trafic sur le RAP.

		Niveau d'accès aux classes de service du RAP			
		Aucun	De base	Premium IP	Temps Réel
Classe de service sur le RAP	LBE	-	14	14	14
	BE	0-63	0-13, 15-33, 35-63	0-13, 15-33, 35-45, 47-63	0-13, 15-33, 35-45, 47-63
	BBE	-	34	34	34
	Premium IP	-	-	46	46
	Temps Réel	-	-	-	ACLs

- Les classes de service de RAP sont prolongées sur RENATER. Leur fonctionnement sur Renater et au-delà dépend des accords passés directement entre le site utilisateur et le réseau concerné.
- Sur chaque interface du réseau le volume de trafic en sortie des classes de service les plus prioritaires est borné pour préserver les autres classes de services en cas de dépassement. Le trafic en excès pour une classe de services est retardé à l'émission dans la limite de taille des files de sorties, et perdu au-delà (il n'y a pas de reclassement du trafic excédentaire d'une classe dans une classe de moindre priorité).
- Seuls les sites qui en font la demande auprès du CORAP accèdent aux classes de service de RAP. Le site passe alors avec le CORAP une convention de service concernant l'utilisation des classes de service qui précise en particulier les débits autorisés par classe de service pour le site.
- Les différents utilisateurs d'une même classe de service peuvent se perturber entre eux à l'intérieur de cette classe, le CORAP effectue la mesure de l'utilisation des classes de service et prend les mesures nécessaires (suspension immédiate de l'accès aux classes de service) pour prévenir ou interrompre toute perturbation provenant d'un excès de trafic depuis un site.
- Le trafic en provenance de Renater est limité en entrée du RAP site par site et classe de service par classe de service.
- Les demandes d'utilisation des classes de service du RAP en dehors du protocole IPv4 feront l'objet d'études spécifiques par le CORAP.