

**- TD -**  
**Réseaux convergents – VLAN – QoS**  
*par Édouard Lumet*

## Sommaire

Introduction.....	3
1. Configuration des équipements réseau.....	4
1.1. Configuration basique des équipements.....	4
1.2. Configuration des interfaces des switches.....	4
1.3. Activation des services DHCP sur les routeurs.....	5
1.4. Activation des services VoIP sur les routeurs.....	5
1.5. Configuration des n° d'abonné des postes.....	5
2. Test de la configuration en local.....	6
2.1. Vérifications basiques sur chaque site local.....	6
2.2. Tests des appels locaux.....	7
3. Configuration des appels inter-sites.....	8
4. Observation de trames.....	9
4.1. Observation du tag VLAN 802.1Q.....	9
4.2. Observation du trafic téléphonique.....	11
5. Rappels théoriques sur le QoS.....	12
5.1. Objectifs de la QoS.....	12
5.2. Priorisation et marquage des flux.....	12
6. Configuration de la QoS au niveau 2 : priorisation des trames selon le VLAN.....	13
6.1. Exemple simple de priorisation niveau 2.....	13
6.2. Autre exemple sur un port à accès multiples.....	14
7. Configuration de la QoS au niveau 3 : priorisation DSCP des paquets.....	15
7.1. La priorisation niveau 3 (DSCP) chez Cisco.....	15
7.2. Priorisation DSCP basée sur une interface.....	15
7.3. Priorisation DSCP basée sur un protocole.....	18
Conclusion.....	19

## Introduction

Aujourd'hui, les réseaux sont de plus en plus basés sur IP. Dans les entreprises notamment, on assiste à une révolution de l'IP concernant la téléphonie : c'est la technologie ToIP.

Les nouveaux réseaux IP transportent donc du trafic de données (data) mais aussi du trafic téléphonique (voix). On trouve aussi de plus en plus des flux vidéos. Les VLANs ont donc désormais une grande importance car ils permettent un premier niveau de sécurité (parmi tant d'autres, ils ne suffisent pas en terme de sécurité !) et de séparer facilement les trafics. Néanmoins, ces derniers partagent toujours le même réseau que l'on appelle alors **réseau convergent**.

Un nouvel enjeu apparaît de cette convergence des flux sur un même support : la priorisation ou **QoS**. Certains flux sont en effet plus importants que d'autres, comme la visioconférence du PDG avec un investisseur chinois qui est plus importante que la recherche sur Google d'un employé pour savoir comment devenir l'employé du mois.

Le but de ce TD est donc d'apprendre à manipuler les réseaux convergents en distinguant les différents types de flux, en les séparant à l'aide de VLANs puis en leur appliquant une priorité. Le travail sera effectué sur Packet Tracer permettant de simuler aisément un tel réseau.

*NB : les commandes sont toutes dans les fichiers TXT joints, pour chaque équipement. Les différentes parties correspondantes à celle de l'énoncé y sont identifiées.*

# 1. Configuration des équipements réseau

## 1.1. Configuration basique des équipements

Dans cette partie, nous effectuons les premières configurations très basiques des switches et routeurs de la topologie « Réseaux convergents » récupérée sur Moodle.

On configure les noms d'équipements, leurs adresses ainsi que les VLANs.

On configure également les PCs et serveurs présents sur la topologie afin qu'ils soient joignables pour des tests ultérieurs.

## 1.2. Configuration des interfaces des switches

Quelques rappels à propos des VLANs :

- l'encapsulation de couche 2 802.1Q est utilisée dans un réseau IPv4 pour attribuer à une trame des infos concernant la priorité (QoS) et les VLANs,
- un lien trunk ou « trunk-VLAN » est un lien entre deux équipements qui permet de transporter du trafic tagué concernant différents VLANs,
- lors d'un « trunk-VLAN » entre un switch ou un routeur on doit opter pour la solution dite « router-on-a-stick », c'est-à-dire que l'on configure sur l'interface physique du routeur relié au switch une sous-interface par VLAN,
- le VLAN natif est une technologie inventée par Cisco permettant d'économiser de la bande passante en supprimant le tag VLAN d'un paquet ayant pour tag le VLAN natif, tout trafic non tagué sur le lien sera appartiendra donc implicitement au VLAN natif.

NB : en pratique on bannit l'utilisation du VLAN natif à moins d'avoir un autre processus de sécurité fort empêchant le double tag. En effet, si l'on ajoute deux tags à une trame avec pour premier tag le VLAN natif, le switch va supprimer ce premier tag, laissant apparent le second tag.

NB2 : dans le cadre d'IPv6, on n'utilise pas l'encapsulation 802.1Q en couche 2 car nativement IPv6 a été conçu avec des fonctionnalités similaires (« traffic class » et « flow label »).

Le mode *Portfast* permet de s'affranchir du délai de 30 secondes lorsque l'on connecte un équipement à un switch. Ce délai est dû au protocole STP (*Spanning Tree Protocol*) qui vérifie qu'aucune boucle n'est présente dans le réseau. Le danger est donc présent lors de la connexion d'un autre switch par exemple à un port où l'on a oublié de désactiver le mode *Portfast*.

### 1.3. Activation des services DHCP sur les routeurs

- Si l'on désire séparer les réseaux data et voix, cela implique que l'on veut créer deux sous-réseaux gérés à l'aide de VLANs. Il faut donc deux adressages différents, d'où la nécessité de créer deux pool d'adresses sur chaque serveur DHCP. Ici, ce sont les routeurs qui font office de serveurs DHCP.
- La commande `show ip dhcp binding` nous sera utile. Elle permet de voir les baux d'adresses attribués actuellement par le serveur :

```

EL_Router_A-1#show ip dhcp binding
IP address      Client-ID/      Lease expiration      Type
                Hardware address
172.16.20.3     00D0.D383.4199  --                     Automatic
172.16.20.2     0001.63A6.998E  --                     Automatic
172.16.10.3     0030.F2AD.928C  --                     Automatic
172.16.10.2     0009.7C48.4C18  --                     Automatic
EL_Router_A-1#

```

### 1.4. Activation des services VoIP sur les routeurs

Un autre rôle de nos routeurs sera le rôle de serveur ToIP CUCME pour la téléphonie IP. On effectue quelques configurations nécessaires.

### 1.5. Configuration des n° d'abonné des postes

La dernière étape est d'affecter un numéro par poste. On associe un numéro de téléphone par numéro d'annuaire dans le serveur de téléphonie, puis on associe un équipement à l'aide de son adresse MAC par numéro d'annuaire. Par extension, chaque équipement se voit donc attribué un numéro de téléphone.

## 2. Test de la configuration en local

### 2.1. Vérifications basiques sur chaque site local

- Au redémarrage d'un téléphone, on peut voir ceci dans l'ILC du routeur préalablement passé en mode debug :

```

EL_Router_A-1#
New Skinny socket accepted [2] (1 active)

sin_family 2, sin_port 1026, in_addr 172.16.20.2

skinny_add_socket 2 172.16.20.2 1026

ephone-(1)[2] StationRegisterMessage (1/2/3) from 172.16.20.2
ephone-(1)[-1]:stationIpAddr 172.16.20.2
ephone-(1) Allow any Skinny Server IP address 172.16.20.1
%IPPHONE-6-REGISTER: ephone-2: IP:172.16.20.2 Socket:2 DeviceType:Phone has registered.
Skinny Local IP address = 172.16.20.1 on port 2000
Skinny Phone IP address = 172.16.20.2 1026
ephone-1[2]:RegisterAck sent to sockettype ephone socket 2: keepalive period 30 use sccp-version 8
ephone-1[1]:CheckAutoReg
ephone-1[1]:AutoReg is disabled
ephone-1[2]:SkinnyCompleteRegistration
%IPPHONE-6-REGISTER: ephone-1 IP:172.16.20.2 Socket:2 DeviceType:Phone has registered.
EL_Router_A-1#

```

Ici, c'est 'Phone\_A-1' qui tente de s'enregistrer. On aperçoit en effet son adresse 172.16.20.2. On peut aussi voir que l'adresse du serveur ToIP (172.16.20.1) est transmise au téléphone ainsi que le fait que l'enregistrement automatique a bien été désactivé (AutoReg).

- Le seul poste n'ayant pas reçu de numéro est le poste analogique. En réalité c'est sa gateway analogique-numérique qui doit en recevoir un. Cependant, il n'est plus possible de configurer ceci depuis PacketTracer 7.0.
- On visualise sur un routeur les téléphones qui sont connectés à l'aide de la commande `show ephone` :

Voir page suivante

```

EL_Router_A-1#show ephone

ephone-1 Mac:0001.63A6.998E TCP socket:[1] activeLine:0 REGISTERED in SCCP
ver 12 and Server in ver 8
mediaActive:0 offhook:0 ringing:0 reset:0 reset_sent:0 paging 0 debug:1
caps:8
1 IP:172.16.20.2 1026 7960    keepalive 43 max_line 2
  button 1: dn 1 number 4001 CH1 IDLE

ephone-2 Mac:00D0.D383.4199 TCP socket:[1] activeLine:0 REGISTERED in SCCP
ver 12 and Server in ver 8
mediaActive:0 offhook:0 ringing:0 reset:0 reset_sent:0 paging 0 debug:1
caps:8
IP:172.16.20.3 1025 7960    keepalive 43 max_line 2
  button 1: dn 2 number 4002 CH1 IDLE


---


EL_Router_A-1#show ephone

ephone-1 Mac:0001.63A6.998E TCP socket:[1] activeLine:1 REGISTERED in SCCP
ver 12 and Server in ver 8
mediaActive:0 offhook:1 ringing:1 reset:0 reset_sent:0 paging 0 debug:1
caps:8
2 IP:172.16.20.2 1026 7960    keepalive 43 max_line 2
  button 1: dn 1 number 4001 CH1 IDLE

ephone-2 Mac:00D0.D383.4199 TCP socket:[1] activeLine:0 REGISTERED in SCCP
ver 12 and Server in ver 8
mediaActive:0 offhook:0 ringing:0 reset:0 reset_sent:0 paging 0 debug:1
caps:8
IP:172.16.20.3 1025 7960    keepalive 43 max_line 2
  button 1: dn 2 number 4002 CH1 IDLE
EL_Router_A-1#


---



```

Différentes informations sont données à l'issue de la commande. On peut voir l'adresse MAC du téléphone, son état (sonnerie, en communication, décroché, etc), son adresse IP, son numéro d'annuaire ou encore son numéro téléphonique.

La seconde partie de la capture correspond toujours à la même commande mais saisie après avoir décroché l'un des deux téléphones (ici, ephone-1). On remarque un changement concernant son état (en vert).

## 2.2. Tests des appels locaux

Dans un premier temps, seuls les appels entre téléphones d'un même site fonctionnent. En effet, rien n'indique au serveur téléphonique du site de la Rochelle l'existence du serveur téléphonique du site de Barcelone et vice-versa.

Les appels inter-sites ne sont pas opérationnels.

### 3. Configuration des appels inter-sites

Pour rendre les appels téléphoniques entre les deux sites possibles, il faut tout d'abord que tous les équipements puissent communiquer. Cela passe donc par la configuration d'un protocole de routage.

Pour faire simple, nous configurons le protocole de routage RIP.

Ensuite, on déclare l'existence du serveur de téléphonie distant en définissant le plan de numérotation du site distant ou schéma. Pour le site de la Rochelle, c'est donc 4... et 5... pour le site de Barcelone.

NB : on pourrait même définir les schémas comme étant 400. et 500. mais cela laisse peu de marge quant à une évolution du nombre de postes.

Les appels inter-sites sont désormais opérationnels.

## 4. Observation de trames

### 4.1. Observation du tag VLAN 802.1Q

- Les trames émises par le téléphone doivent être taguées VLAN voix afin de les séparer du trafic data qui lui n'est pas tagué par le PC. En effet, il est possible que le PC soit connecté au switch via le téléphone lorsqu'il n'y a qu'une prise Ethernet dans un bureau par exemple.
- Les trames de *Phone\_A-1* vers *Phone\_B-1* sont toutes taguées VLAN voix (0x14, soit 20) sauf entre les deux routeurs. Dans la réalité, on ne peut effectivement pas taguer les trames entre les sites si l'on passe par l'intermédiaire d'un opérateur car il faudrait lui indiquer quels sont nos VLANs et qu'il configure le lien en fonction de ceci... ce qui n'est pas envisageable.

PDU Information at Device: Phone\_A-1

OSI Model | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet 802.1q				
0	4	7 8	14	19 Bytes
PREAMBLE: 1010 1010	S F D	DEST ADDR: 0060.2FAE.1C02	SRC ADDR: 0001.63A6.998E	
TPID: 0x8100	TCI: 0x14	TYPE: 0x01	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS: 0x0

1 : Trame entre Phone\_A-1 et Switch\_A-1 taguée VLAN 20

PDU Information at Device: Switch\_A-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet 802.1q				
0	4	7 8	14	19 Bytes
PREAMBLE: 1010 1010	S F D	DEST ADDR: 0060.2FAE.1C02	SRC ADDR: 0001.63A6.998E	
TPID: 0x8100	TCI: 0x14	TYPE: 0x01	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS: 0x0

2 : Trame entre Switch\_A-1 et Router\_A-1 : taguée VLAN 20

PDU Information at Device: Router\_A-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II				
0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE: 10101010...1011	DEST MAC: 0010.1160.A27E	SRC MAC: 0060.2FAE.1C01		
TYPE: 0x800	DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS: 0x0	

3 : Trame entre Router\_A-1 et Router\_B-1 : non taguée

PDU Information at Device: Router\_B-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet 802.1q				
0	4	7 8	14	19 Bytes
PREAMBLE: 1010 1010	S F D	DEST ADDR: 000C.8516.EB2D	SRC ADDR: 0060.3E48.5BB4	
TPID: 0x8100	TCI: 0x14	TYPE: 0x01	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS: 0x0

4 : Trame entre Router\_B-1 et Switch\_B-1 : taguée VLAN 20

$$0x14 = 1*16+4 = 20$$

PDU Information at Device: Switch\_B-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet 802.1q				
0	4	7 8	14	19 Bytes
PREAMBLE: 1010 1010	S F D	DEST ADDR: 000C.8516.EB2D	SRC ADDR: 0060.3E48.5BB4	
TPID: 0x8100	TCI: 0x14	TYPE: 0x01	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS: 0x0

5 : Trame entre Switch\_B-1 et Phone\_B-1 : taguée VLAN 20

- En effectuant la même analyse sur un ping entre PC\_A-1 et PC\_B-1 on remarque l'absence de tag VLAN sur l'ensemble des trames. L'encapsulation n'est pas 802.1Q. En effet, nous avons défini le VLAN natif sur le VLAN data (10) donc le trafic provenant d'un PC n'est pas tagué. En temps normal, les trames entre Switch\_A-1 et Router\_A-1 et entre Router\_B-1 et Switch\_B-1 sont taguées.

PDU Information at Device: PC\_A-1

OSI Model | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II

0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE:	DEST MAC:	SRC MAC:		
101010...1011	0060.2FAE.1C02	0009.7C48.4C18		
TYPE:	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:		
0x800		0x0		

1 : Trame entre PC\_A-1 et Phone\_A-1 non taguée

PDU Information at Device: Phone\_A-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II

0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE:	DEST MAC:	SRC MAC:		
101010...1011	0060.2FAE.1C02	0009.7C48.4C18		
TYPE:	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:		
0x800		0x0		

2 : Trame entre Phone\_A-1 et Swich\_A-1 non taguée

PDU Information at Device: Switch\_A-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II

0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE:	DEST MAC:	SRC MAC:		
101010...1011	0060.2FAE.1C02	0009.7C48.4C18		
TYPE:	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:		
0x800		0x0		

3 : Trame entre Switch\_A-1 et Router\_A-1 non taguée

PDU Information at Device: Router\_A-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II

0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE:	DEST MAC:	SRC MAC:		
101010...1011	0010.1160.A27E	0060.2FAE.1C01		
TYPE:	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:		
0x800		0x0		

4 : Trame entre Router\_A-1 et Router\_B-1 non taguée

PDU Information at Device: Router\_B-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II

0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE:	DEST MAC:	SRC MAC:		
101010...1011	0005.5E87.A5B9	0060.3E48.5BB4		
TYPE:	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:		
0x800		0x0		

5 : Trame entre Router\_B-1 et Switch\_B-1 non taguée

PDU Information at Device: Switch\_B-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II

0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE:	DEST MAC:	SRC MAC:		
101010...1011	0005.5E87.A5B9	0060.3E48.5BB4		
TYPE:	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:		
0x800		0x0		

6 : Trame entre Switch\_B-1 et Phone\_B-1 non taguée

PDU Information at Device: Phone\_B-1

OSI Model | Inbound PDU Details | Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II

0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE:	DEST MAC:	SRC MAC:		
101010...1011	0005.5E87.A5B9	0060.3E48.5BB4		
TYPE:	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:		
0x800		0x0		

7 : Trame entre Phone\_B-1 et PC\_B-1 non taguée

### 4.2. Observation du trafic téléphonique

Les 2 protocoles de signalisation VoIP normalisés les plus répandus sont H.323 et SIP. Usuellement (pour tout type d'application, de manière générale) UDP est le protocole de couche 4 utilisé pour du trafic temps réel.

- Lors d'un appel depuis *Phone\_A-1* vers le 5002, les protocoles de plus haut niveau observés sont SCCP et H.323. Ce sont deux protocoles de signalisation, le premier est propriétaire Cisco alors que le second est normalisé :

Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type	Info
	0.000	--	Phone_A-1	SCCP	
	0.001	Phone_A-1	Switch_A-1	SCCP	
	0.002	Switch_A-1	Router_A-1	SCCP	
	0.003	Router_A-1	Switch_A-1	SCCP	
	0.004	Switch_A-1	Phone_A-1	SCCP	
	0.004	--	Phone_A-1	SCCP	
	0.005	Phone_A-1	Switch_A-1	SCCP	
	0.006	Switch_A-1	Router_A-1	SCCP	
	0.006	--	Router_A-1	H.323	

Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type	Info
	0.007	Router_A-1	Router_B-1	H.323	
	0.007	Router_A-1	Switch_A-1	SCCP	
	0.008	Router_B-1	Router_A-1	H.323	
	0.008	Switch_A-1	Phone_A-1	SCCP	
	0.008	--	Router_A-1	H.323	
	0.009	Router_A-1	Router_B-1	H.323	
	0.009	--	Router_A-1	H.323	
	0.010	Router_A-1	Router_B-1	H.323	
	0.011	Router_B-1	Router_A-1	H.323	

- Une fois l'appel établi entre les deux équipements, on aperçoit des trames RTP et TCP. RTP étant un protocole de transport temps réel utilisé pour la téléphonie IP :

Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type	Info
	0.024	Router_A-1	Router_B-1	RTP	
	0.024	Router_A-1	Switch_A-1	RTP	
	0.025	Router_B-1	Switch_B-1	RTP	
	0.025	Switch_A-1	Phone_A-1	RTP	
	0.026	Switch_B-1	Phone_B-2	RTP	
	0.032	--	Phone_B-2	TCP	
	0.033	Phone_B-2	Switch_B-1	TCP	
	0.034	Switch_B-1	Router_B-1	TCP	
	0.036	--	Phone_A-1	TCP	

## 5. Rappels théoriques sur le QoS

### 5.1. Objectifs de la QoS

La QoS (Quality of Service) ou en français QoS pour Qualité de Service, permet de prioriser les flux dans un réseau, notamment dans les réseaux convergents. On peut alors définir des priorités selon les flux : données, voix, admin, protocoles de routage, etc.

### 5.2. Priorisation et marquage des flux

La QoS peut se faire en couche 2 dans les trames encapsulées 802.1Q, à l'aide d'une valeur de priorité appelée CoS (Class of Service). C'est le standard 802.1p.

Elle peut également se faire en couche 3 dans l'en-tête du paquet IPv4 à l'aide du champ ToS (Type of Service). C'est la priorisation DSCP.

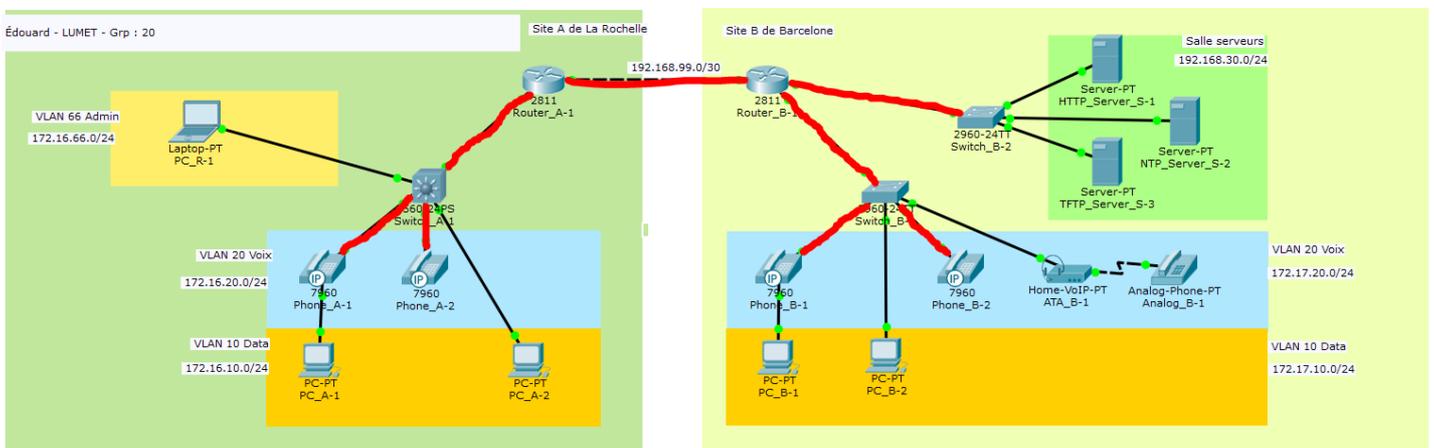
Le CoS (couche 2) peut prendre une valeur de 0 à 7. Le DSCP (couche 3) peut prendre une valeur de 0 à 63.

- Les deux types de trafic les plus prioritaires selon Cisco sont STP et les protocoles de routage. Cela semble logique puisque STP permet d'éviter les boucles réseaux et les protocoles de routage sont aussi importants en cas de changement de topologie, si un lien tombe par exemple. Dans tous les cas, ces protocoles permettent d'éviter les congestions donc ils ne doivent pas être « noyés » dans les autres flux.

## 6. Configuration de la QoS au niveau 2 : priorisation des trames selon le VLAN

### 6.1. Exemple simple de priorisation niveau 2

- En couche 2, la valeur de priorité se trouve dans le champ Tag après l'adresse source. C'est dans ce même champ que l'on trouve le numéro de VLAN.
- Ce sont sur les liens trunk (« trunk-VLAN ») que l'on peut transporter la priorisation de niveau 2. En effet, sur ce type de lien on peut mettre en place une encapsulation 802.1Q, offrant le support VLAN et QoS.
- Les liens où la QoS niveau 2 peut être implémentée sont (en rouge) :



- Avec un champ TCI égal à 0xA028, on a :

A 0 2 8

1010 0000 0010 1000 CoS | | VLAN ID

Le découpage étant le suivant : 101|0|0000 0010 1000 soit 5|0|40

La priorité CoS est donc 5 (soit trafic VoIP) et le numéro de VLAN est 40.

- Après configuration de la QoS pour PC\_R-1, dès la sortie du switch, la trame est encapsulée 802.1Q avec une valeur de CoS et un VLAN ID :

PDU Information at Device: Router\_A-1

OSI Model    Inbound PDU Details    Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet 802.1q				
0	4	7	8	14 19 Bytes
PREAMBLE: 1010 1010		S F D	DEST ADDR: 0060.2FAE.1C02	SRC ADDR: 00D0.D3DB.3986
TPID: 0x8100	TCI: 0x6042	TYPE: 0x1	DATA (VARIABLE LENGTH)	
			FCS: 0x0	

6 0 4 2

0110 0000 0100 0010

Soit 011|0|0000 0100 0010

CoS=3|0| VLAN ID=66

La configuration est correcte.

- En revanche, lors du retour la valeur de priorité n'est pas conservée. Seule la valeur VLAN ID est conservée :

PDU Information at Device: Switch\_A-1

OSI Model Inbound PDU Details Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet 802.1q

0		4		7 8		14		19 Bytes	
PREAMBLE: 1010 1010		S F D	DEST ADDR: 00D0.D3DB.3986		SRC ADDR: 0060.2FAE.1C02				
TPID: 0x8100	TCI: 0x42		TYPE: 0x1	DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS: 0x0			

$0x42 = 4*16+2 = 66$

### 6.2. Autre exemple sur un port à accès multiples

- En sortie du Switch\_A-1, depuis PC\_A-1, une valeur de priorité est bien présente :

PDU Information at Device: Switch\_A-1

OSI Model Inbound PDU Details Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet 802.1q

0		4		7 8		14		19 Bytes	
PREAMBLE: 1010 1010		S F D	DEST ADDR: 0060.2FAE.1C02		SRC ADDR: 0009.7C48.4C18				
TPID: 0x8100	TCI: 0x200a		TYPE: 0x1	DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS: 0x0			

2 0 0 A

0010 0000 0000 1010

Soit 001|0|0000 0000 1010

cos=1|0| VLAN ID=10

La trame est donc correctement taguée avec une priorité de 1.

- En sortie de Switch\_A-1, depuis Phone\_A-1, la trame est la suivante :

PDU Information at Device: Switch\_A-1

OSI Model Inbound PDU Details Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet 802.1q

0		4		7 8		14		19 Bytes	
PREAMBLE: 1010 1010		S F D	DEST ADDR: 0060.2FAE.1C02		SRC ADDR: 0001.63A6.998E				
TPID: 0x8100	TCI: 0x14		TYPE: 0x1	DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS: 0x0			

$0x14 = 1*16+4 = 20$

Le VLAN ID est donc correct. En revanche, il n'y a pas de valeur de priorité.

- Lors de l'envoi d'un message entre Phone\_A-1 et Phone\_B-1, l'info de priorité sera contenue dans toutes les trames encapsulées 802.1Q, c'est-à-dire toutes les trames taguées. La valeur de priorité ne sera donc plus présente entre les deux routeurs, à l'instar du tag VLAN. [Le schéma précédent](#), où nous avons identifié les liens avec présence possible d'un tag VLAN, permet également de voir où le CoS peut être utilisé. Par conséquent, seuls les liens « trunk » supportent la QoS niveau 2.

## 7. Configuration de la QoS au niveau 3 : priorisation DSCP des paquets

### 7.1. La priorisation niveau 3 (DSCP) chez Cisco

### 7.2. Priorisation DSCP basée sur une interface

- La commande **show class-map** nous permet de vérifier la définition des classes de flux :

```
EL_Router_A-1(config)#do show class-map
Class Map match-any class-default (id 0)
Match any
Class Map match-all flux-voip-lr (id 1)
Match input-interface FastEthernet0/1.20
EL_Router_A-1(config)#
```

- La commande **show policy-map** nous permet de vérifier la définition des politique QoS :

```
EL_Router_A-1(config)#do show policy-map
Policy Map politique-QoS-voip-lr
Class flux-voip-lr
set ip dscp ef
EL_Router_A-1(config)#
```

- La politique QoS est bien celle par défaut, soit FIFO (First In First Out). C'est pour cela que l'on parle de politique « best effort » par défaut :

```
EL_Router_A-1(config)#do show interfaces fa0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Lance, address is 0060.2fae.1c01 (bia 0060.2fae.1c01)
Internet address is 192.168.99.1/30
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00,
Last input 00:00:08, output 00:00:05, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/40 (size/max)
```

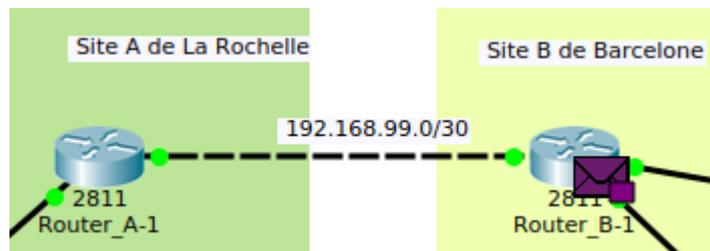
- La politique QoS a bien été modifiée :

```
EL_Router_A-1(config)#do show interfaces fa0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Lance, address is 0060.2fae.1c01 (bia 0060.2fae.1c01)
Internet address is 192.168.99.1/30
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00,
Last input 00:00:08, output 00:00:05, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops:
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/40 (size/max)
show interfaces fa0/0

EL_Router_A-1(config)#do show queue fa0/0
Queueing strategy: Class-based queueing
Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
Conversations 0/0/256 (active/max active/max total)
Reserved Conversations 1/1 (allocated/max allocated)
Available Bandwidth 75000 kilobits/sec

EL_Router_A-1(config)#
show queue fa0/0
```

- Lors de l'envoi du ping entre *Phone\_A-1* et un équipement du site de Barcelone, on peut observer après *Router\_A-1* que l'enveloppe représentant le message envoyé a une distinction particulière :



- La trame est la suivante :

Ethernet II

0		4		8		14		19 Bytes	
PREAMBLE:		DEST MAC:		SRC MAC:					
101010...1011		0010.1160.A27E		0060.2FAE.1C01					
TYPE:		DATA (VARIABLE LENGTH)				FCS:			
0x800						0x0			

Il n'y a pas de QoS en couche 2, l'encapsulation est Ethernet II.

En couche 3 en revanche, il y a une information de priorisation, le champ DSCP a pour valeur 0xb8 soit 1011 1000. Cela donne sur 6 bits : 101110, soit 46 en décimal. Cette valeur correspond à la valeur que nous avons configuré.

0		4		8		16		19		31 Bits	
IHL:		DSCP: 0xb8		TL: 28							
ID: 0x161		0x0		0x0							
TTL: 254		PRO: 0x1		CHKSUM							
SRC IP: 172.16.20.2		DST IP: 172.17.20.2									
OPT: 0x0		0x0									
DATA (VARIABLE LENGTH)											

Comme nous pouvons le voir ci-dessous, cette valeur est toujours présente entre *Router\_B-1* et *Switch\_B-1* :

PDU Information at Device: Router\_B-1

OSI Model | Inbound PDU Details | **Outbound PDU Details**

PDU Formats

Ethernet 802.1q

0		4		7 8		14		19 Bytes	
PREAMBLE:		S F D		DEST ADDR:		SRC ADDR:			
1010 1010				000C.8516.EB2D		0060.3E48.5BB4			
TPID:		TCI:		TYPE:		DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS:	
0x8100		0x14		0x1				0x0	

IP

0		4		8		16		19		31 Bits	
IHL:		DSCP: 0xb8		TL: 28							
ID: 0x161		0x0		0x0							
TTL: 253		PRO: 0x1		CHKSUM							
SRC IP: 172.16.20.2		DST IP: 172.17.20.2									
OPT: 0x0		0x0									
DATA (VARIABLE LENGTH)											

- Concernant le retour, l'information de priorisation DSCP disparaît :

PDU Information at Device: Router\_A-1

OSI Model   Inbound PDU Details   Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II

0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE:	DEST MAC:	SRC MAC:		
101010...1011	0060.2FAE.1C01	0010.1160.A27E		
TYPE:	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:		
0x800		0x0		

IP

0	4	8	16	19	31 Bits
4	IHL	DSCP: 0x0	TL: 28		
ID: 0x16d		0x0	0x0		
TTL: 254	PRO: 0x1	CHKSUM			
SRC IP: 172.17.20.2					
DST IP: 172.16.20.2					
OPT: 0x0		0x0			
DATA (VARIABLE LENGTH)					

- Désormais, la priorisation est symétrique. Le message de retour a une valeur DSCP de 46 également :

PDU Information at Device: Router\_A-1

OSI Model   Inbound PDU Details   Outbound PDU Details

PDU Formats

Ethernet II

0	4	8	14	19 Bytes
PREAMBLE:	DEST MAC:	SRC MAC:		
101010...1011	0060.2FAE.1C01	0010.1160.A27E		
TYPE:	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:		
0x800		0x0		

IP

0	4	8	16	19	31 Bits
4	IHL	DSCP: 0xb8	TL: 28		
ID: 0x176		0x0	0x0		
TTL: 254	PRO: 0x1	CHKSUM			
SRC IP: 172.17.20.2					
DST IP: 172.16.20.2					
OPT: 0x0		0x0			
DATA (VARIABLE LENGTH)					

### 7.3. *Priorisation DSCP basée sur un protocole*

## Conclusion

La QoS est relativement simple à mettre en place car elle est implantée dans des protocoles de différentes couches. Dans le cas d'un réseau convergent comme nous avons étudié ici, il est intéressant de mettre en place une QoS en couche 2 car elle est plus rapide à traiter pour les équipements (désencapsulation d'un seul en-tête). En effet, ce type de réseau implique l'utilisation de VLANs pour séparer les flux data, voix, etc. En revanche, la limite de cette QoS est atteinte lorsque l'on se retrouve sur un lien simple, sans encapsulation 802.1Q (VLAN). On peut alors faire intervenir la QoS en couche 3 sur les liens non trunk puisque la valeur de priorisation est toujours conservée. Le champ DSCP est effectivement toujours présent dans l'en-tête IP, en cas d'utilisation de VLANs ou non.