

**EXAMEN R2**

**UE : Ingénierie de trafic et qualité de service**  
Master réseaux informatiques – Sorbonne Université  
Date : vendredi 08 / 02 / 2019

**Calculatrices, téléphones et PC portables interdits**

**Documents autorisés**

**Durée : 2 heures**

-- Le barème est donné à titre indicatif --  
-- Toutes vos réponses doivent être justifiées --

**Questions (4 points)**

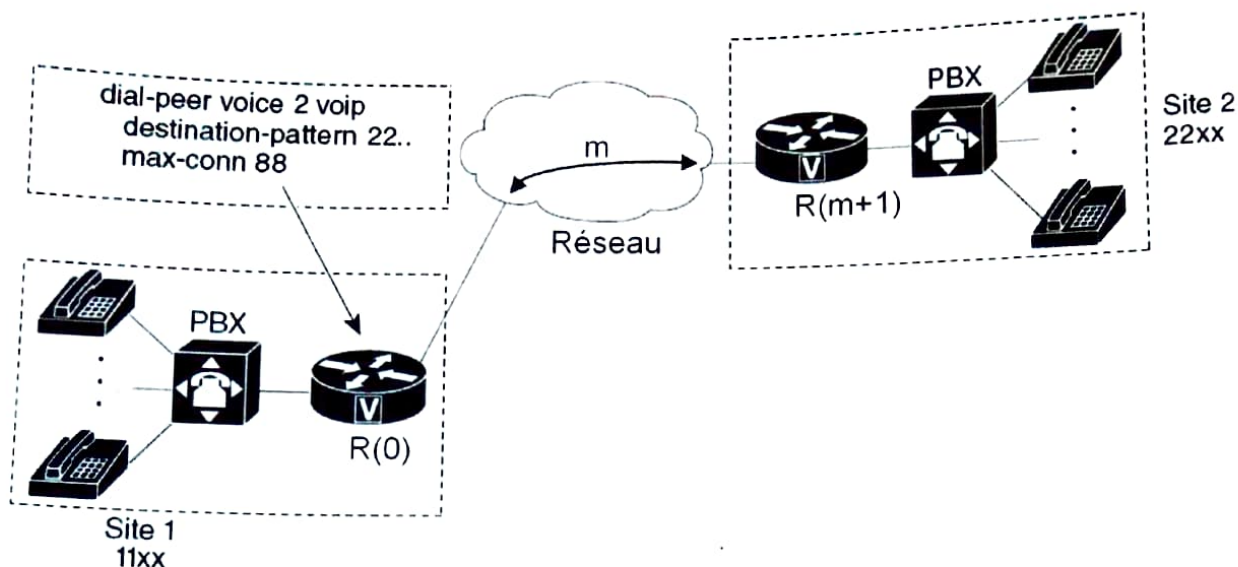
- 1) Qu'est-ce que le surdimensionnement (« Overprovisioning ») lorsqu'il s'agit de supporter la qualité de service dans un réseau ? Quels sont les inconvénients du surdimensionnement ? (1 pt)
- 2) Un fournisseur d'accès à Internet décide de surdimensionner le réseau d'un de ses clients. Cela est-il suffisant pour assurer la qualité requise du service vidéo ? Même question pour le service téléphonique. (1 pt)
- 3) Quel est principalement la différence entre une application rigide et une application élastique en termes de trafic généré par ces applications ? Expliquez comment l'architecture des services différenciés (« DiffServ ») exploite cette différence afin d'optimiser l'utilisation de la bande passante et satisfaire la qualité de service requise par chaque application. (2 pts)

**Exercice 1 Services intégrés (6 points)**

Le schéma, au verso de cette page, montre un réseau dédié à la VoIP permettant de transporter uniquement des connexions VoIP. Le réseau connecte un premier site (site 1) à un autre site distant (site 2). Le site 1 est connecté à travers le routeur  $R(0)$ . Le site 2 est connecté à travers le routeur  $R(m+1)$ . Le nombre de routeurs traversés dans le réseau est  $m$ . Les connexions VoIP passent par les mêmes liens de sortie de ces routeurs. Le temps de propagation entre un routeur est le suivant est  $P$ . On suppose que les connexions sont initiées au niveau du routeur  $R(0)$  et se termine au niveau du routeur  $R(m+1)$ .

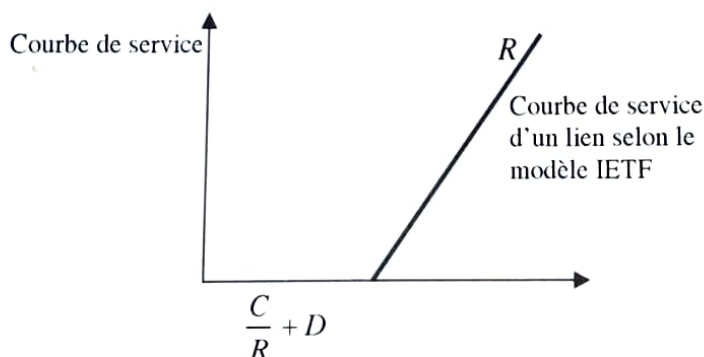
Le débit constant d'une connexion VoIP est  $r$ . La taille des paquets VoIP est  $M$ .

1/ Si la seule qualité requise est le support du débit  $r$  de chaque connexion VoIP, alors quelle bande passante faut-il allouer au minimum au niveau des routeurs du réseau,  $R(0)$  à  $R(m)$ , afin de supporter  $n$  connexions en même temps du site 1 vers le site 2 ? (0.5 pt)



2/ Si en plus le délai à travers le réseau doit être inférieur à une borne  $D_{max}$ , alors quelle bande passante faut-il allouer au minimum au niveau des routeurs du réseau,  $R(0)$  à  $R(m)$ , afin de supporter  $n$  connexions en même temps du site 1 vers le site 2 ? Il faut donner une formule reliant cette bande passante aux paramètres de l'exercice :  $m$ ,  $n$ ,  $M$ ,  $P$  et  $D_{max}$ . Montrez clairement toutes les étapes intermédiaires de calcul ainsi que les règles que vous appliquez (4 pts)

**Indication/rappel :** Une courbe de service selon le modèle IETF est définie par les paramètres,  $R$ ,  $C$  et  $D$ .  $R$  étant le taux de service,  $C$  et  $D$  sont les termes d'erreur par rapport à un modèle fluide.



3/ Une partie de la configuration du routeur de sortie  $R(0)$  du premier site est montré sur le schéma. La commande **max-conn** au niveau du routeur  $R(0)$  permet de limiter le nombre de connexions VoIP et implanter ainsi le contrôle d'admission. Il est possible de contrôler l'admission autrement en remplaçant la commande **max-conn** par la commande **req-qos**. L'aide de cette commande affiche trois options possibles :

**R0(config-dial-peer)#req-qos ?**

③ **best-effort**      **Best Effort**  
 ② **controlled-load**      **Controlled Load**  
 ① **guaranteed-delay**      **Guaranteed Delay**

Quelle option faut-il choisir ? Justifiez en donnant la signification des 3 options. (1.5 pt)



**Exercice 2 Services différenciés (10 points)**

Un fournisseur d'accès à Internet souhaite mettre en place les services différenciés dans son réseau IP afin de supporter les services suivants : Téléphonie, Transfert de données volumineuses à haut débit, transactions Web rapides d'e-commerce, vidéo à la demande, et accès standard/classique à Internet.

1/ Proposez une architecture détaillée à mettre en place dans les routeurs du cœur de ce réseau afin de supporter ces services selon le modèle standardisé des services différenciés de l'IETF. Précisez tous les mécanismes de l'architecture et en particulier ceux qui implantent les différents PHBs (« Per-Hop Behavior »). Complétez votre solution avec un schéma. (2.5 pts)

2/ Afin d'éviter le problème de famine, on souhaite à l'entrée d'un routeur du bord remettre en forme le trafic EF afin qu'il ne dépasse jamais le débit maximum de 100 Mbit/s, avec un débit moyen maximal de 60 Mbit/s, et une taille de rafale maximale (« Maximum Burst Size ») de 10 Mbit. La commande à utiliser est la suivante :

```
Routerb1(config-pmap-c)#shape ?
    average          configure token bucket: CIR (bps) [Bc (bits) [Be (bits)]],
                     send out Bc only per interval
Routerb1(config-pmap-c)#
```

Donnez la ligne de commande exacte à taper en précisant les valeurs numériques des paramètres utilisés afin de remettre en forme le trafic comme décrit ci-dessus. (Sans calculatrice) (2.5 pts)

3/ On suppose qu'il y a un routeur de cœur dans ce réseau DiffServ avec un lien de sortie de capacité 110 Mbit/s (cent-dix Mbit/s) et implantant un PHB EF, 3 PHBs AF et un PHB Best-Effort. Aucun autre trafic ne passe par ce lien. Le PHB EF est implanté grâce à une priorité stricte avec un débit moyen maximal de 60 Mbit/s. 40% de la bande passante restante de ce lien est alloué à AF1. 24% à AF2 et le reste à AF3.

Le débit du trafic EF est toujours égal ou supérieur à 60 Mbit/s.

3.1/ Quelle est la bande passante restante pour le trafic AF ? Même question pour le trafic Best-Effort. (0.5 pt)

L'opérateur du réseau constate que le trafic AF1 arrive sur le routeur avec en moyenne un débit de 15 Mbit/s. Répondez aux questions suivantes en faisant les calculs nécessaires. (Sans calculatrice)

3.2/ Est-ce que le trafic AF1 utilise pleinement la bande passante qui lui est allouée ? (0.5 pt)

3.3/ Est-il nécessaire de modifier la configuration de ce routeur afin que les trafics AF2 et AF3 bénéficient de la bande passante non utilisée par le trafic AF1. Pourquoi ? (0.5 pt)

3.4/ Calculez la bande passante moyenne pouvant être obtenue par les trafics AF2 et AF3 ? (0.5 pt)

3.5/ Le trafic AF3 à l'entrée du routeur a été mesuré à 20 Mbit/s en moyenne. Quelle est la nouvelle bande passante moyenne offerte au trafic AF2. (0.5 pt)

4/ Sur un autre routeur de cœur du réseau DiffServ, on vous montre dans ce qui suit une partie de sa configuration et en particulier celle de l'interface de sortie gigabitethernet 0/1 :

```
policy-map shapemAll
  class class-default
    shape average 110000000
    service-policy PHBsc20
!
interface gigabitethernet 0/1
  service-policy output shapemAll
!
policy-map PHBsc20
  class EF
    priority 60000
  class AF1
    bandwidth remaining percent 40
    random-detect dscp-based
    random-detect dscp 10    5    15    10
    random-detect dscp 12    10   20    100
    random-detect dscp 14    20   40    10000
  class AF2
    bandwidth remaining percent 24
    police rate percent 14
    conform-action transmit exceed-action drop
  class AF3
    bandwidth remaining percent 36
```

4.1/ Dans la classe AF1, en plus de la commande bandwidth, il y a d'autres configurations. Y a-t-il une erreur dans ces configurations ? Si oui, montrez l'erreur et corrigez-la. Si non, expliquez pourquoi il n'y a pas d'erreur. (1 pt)

4.2/ Dans la classe AF2, en plus de la commande bandwidth, il y a d'autres configurations. Y a-t-il une erreur dans ces configurations ? Si oui, montrez l'erreur et corrigez-la. Si non, expliquez pourquoi il n'y a pas d'erreur. (1 pt)

4.3/ Donnez les commandes permettant d'effectuer la classification BA (« Behavior Aggregate ») dans ce routeur et qui est nécessaire pour la mise en place des PHBs. (0.5 pt)