

# **Réseaux: compléments et applications (CNAM RSX103)**

## **CNAM/Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)**

*Cours de C. Pham*

EXAMEN du mardi 19 juin 2007

Durée 2h

Documents autorisés, calculatrice autorisée.

Répondre de manière concise aux questions. Les durées sont indicatives.

### **Exercice 1: Réseaux fibre optique (2pts, 5 min)**

1.1 (1pt): Quel est le problème principal des systèmes PDH ? Quelle(s) conséquence(s) y a-t-il sur l'extraction d'un sous-débit dans un flux multiplexé.

1.2 (0.5pt): Le système SONET/SDH fonctionne-t-il en commutation de circuits ou en commutation de paquets.

1.3 (0.5pt): Comment SONET/SDH permet-il d'implémenter la résilience du réseau ?

### **Exercice 2: Routage IP et plan d'adressage (3pts, 10 min)**

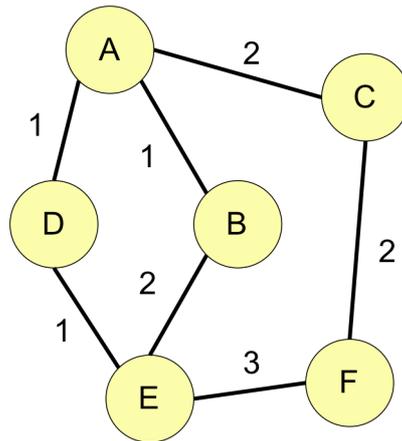
2.1 (2pt) : Dans l'adresse IP 194.56.58.0/24 dite de classe C et représenté en format VLSM, citer tous les réseaux en /27 que l'on peut créer. Donner pour chacun de ces réseaux l'adresse de diffusion et la plage des adresses IP autorisée pour les machines, précisez en l'occurrence le nombre d'adresses IP valides par sous-réseaux en /27.

2.2 (1pt) : Si un routeur possède dans sa table de routage l'entrée 210.78.89.0/22, quelles sont les adresses de réseaux dites de classe C que ce routeur peut router ?

### **Exercice 3 : Algorithmes de routage (4pts, 20 min)**

La topologie suivante sera utilisée pour faire fonctionner un algorithme de routage de type vecteurs de distance. Les coûts des liens sont représentés sur la figure.

3.1 (3pts): En supposant qu'à chaque itération l'ordre des routeurs pour l'envoi des vecteurs de distance soit A, C, F, D, B, puis E, donner le vecteur envoyé par E à la première itération.



A	B	C	D	E	F
(a,b,c,d,e,f)	→				

Exemple de tableau à reproduire sur votre copie

3.2 (1pt) : Si au lieu d'un algorithme à vecteurs de distance, un algorithme à état des liens était utilisé, donner un exemple de message que pourrait envoyer le routeur A. Quelle est la différence fondamentale entre les 2 types d'approches ?

**Exercice 4 : Contrôle de congestion (4pts, 30 min)**

4.1 (0.5pt): Expliquer comment peut se produire une congestion dans un réseau à commutation de paquets.

4.2 (0.5pt): Une congestion peut-elle aussi se produire dans un réseau à commutation de circuit ? Expliquer.

4.3 (0.5pt): TCP utilise un contrôle de congestion à 2 phases : *slow-start* et *congestion avoidance*. Expliquer le rôle de la phase *congestion avoidance*.

4.4 (1pt): On considère une connexion TCP qui débute. Donner le temps  $t_1$  où un émetteur TCP peut atteindre le débit de 3Mbits/s. Données numériques :  $RTT=70ms$ , taille des paquets=1024 octets, seuil initial *slow-start/congestion avoidance*=32.

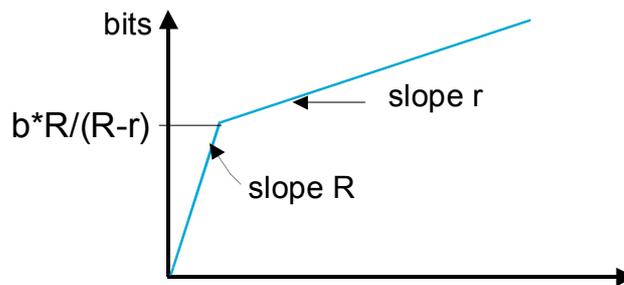
4.5 (1.5pt): Si on suppose que sur détection d'une congestion TCP réinitialise sa fenêtre de congestion à 1. Donner le temps  $t_2$  où l'émetteur TCP peut atteindre le débit de 3Mbits/s dans le cas où une congestion se produit à l'instant  $t_0=3s$ . Mêmes données numériques que dans la question précédente.

**Exercice 5: Qualité de Service (QoS) (7pts, 55min)**

Une grande entreprise possédant 10 sites distants utilise un réseau de lignes louées pour l'interconnexion de ses sites. Le trafic sur chaque site peut être décomposé en 3 catégories : une à très forte contrainte temporelle (voix et vidéo par exemple) notée type I qui nécessite environ 3Mbits/s, une avec les mêmes contraintes qu'un FTP interactif, c'est-à-dire que le plus vite possible est le mieux, notée type II, et enfin une autre similaire à un FTP programmé (traitement

par lots la nuit par exemple) notée type III. Il faut noter que les sites utilisent de manière intensive la téléphonie IP et la visioconférence entre ses sites.

Les lignes sont louées à un opérateur avec un débit moyen négocié de 6Mbit/s. Cet opérateur utilise un mécanisme de *Token Bucket* (1 bit envoyé consomme un jeton) pour réguler le trafic de chaque site. Le *token bucket* est décrit par les paramètres ( $\mathbf{b, r, R}$ ) où  $\mathbf{b}$  est la capacité en jetons,  $\mathbf{r}$  le taux de génération des jetons et  $\mathbf{R}$  le taux d'émission maximum (e.g.,  $\mathbf{R =}$  capacité du lien).



**Question 5.1 (0.5pt) :** expliquer pourquoi la deuxième partie de la courbe ci-dessus, indiquant la quantité total de bits transmis en fonction du temps, possède une pente de  $\mathbf{r}$ .

**Question 5.2 (1pt):** A quel instant  $\mathbf{t}$  va t-on passer du débit de  $\mathbf{R}$  à  $\mathbf{r}$  ? Donner d'abord l'expression littérale, puis passer à l'application numérique. A.N. donner  $\mathbf{t}$  pour  $\mathbf{b=3Mbit}$ ,  $\mathbf{r=6 \cdot 10^6}$  jetons/s et  $\mathbf{R=10Mbit/s}$ .

**Question 5.3 (2pt):** A quoi sert un tel mécanisme pour un opérateur réseau ? Si celui-ci connaît son modèle de service, comment peut-il garantir (faire en sorte) que le délai n'excède par un  $\mathbf{\tau}$  donné ? Faire un schéma simple pour illustrer et valider votre réponse. Vous pouvez utiliser le schéma ci-dessus, auquel cas, n'oubliez pas de rendre le sujet avec votre copie en reportant le numéro d'anonymat (s'il y en a un).

Dans un premier temps, l'entreprise décide localement d'acquérir des routeurs capables de gérer différentes priorités dans le trafic sortant de chaque site afin de prendre en compte les 3 types de trafic précédemment décrits. Les routeur sont d'abord configurés pour donner une priorité stricte au trafic de type I. Après plusieurs jours de fonctionnement, on constate des ralentissements très perceptibles pour le FTP interactif, et même des *timeout*. Le trafic de type III n'est pas affecté.

**Question 5.4 (1pt):** Expliquer la cause de ce problème. Comment pouvez-vous l'éviter?

Dans un second temps, c'est l'opérateur qui se propose de gérer la qualité de service avec un mécanisme DiffServ. L'opérateur installe donc sur chaque site des routeurs qui vont marquer les paquets provenant des sites. Assez naturellement, le trafic de type I est associé à un PHB de type EF avec un *token bucket* de paramètre (1Mbits,  $3 \cdot 10^6$ , 10Mbits/s), et les trafics de type II et III sont associés à un PHB de type AF avec respectivement un *token bucket* de paramètres (1Mbits,  $2 \cdot 10^6$ , 10Mbits/s) et (1Mbits,  $10^6$ , 10Mbits/s). Dans ce dernier cas, le trafic de type II possède un taux de pertes moins grand que celui de type III.

**Question 5.5 (1pt):** D'après vous, que se passera-t il si un site envoie un trafic de type I à un débit moyen de 4Mbits/s ? Expliquer en particulier le débit à la réception ? Le résultat serait-il le même si le réseau de l'opérateur est très peu chargé ?

L'entreprise décide de changer radicalement son infrastructure réseau et passe par un opérateur lui proposant des VPN IP/MPLS entre chaque site.

**Question 5.6 (0.5pt):** Pourquoi MPLS re-introduit-il la notion de circuit virtuel dans le réseau ?

**Question 5.7 (1pt):** Cet opérateur propose un service IP fiable avec MPLS sans utiliser SONET/SDH pour exploiter ses fibres. Quel(s) mécanisme(s) de MPLS permet(tent) de s'affranchir de la résilience offerte par SONET/SDH ?