

Exercice 1: TCP

TCP, dans sa phase stationnaire, utilise un processus AIMD :

Si pas de perte : $cwnd=cwnd+a$; avec $a=1$

Si perte : $cwnd=cwnd*b$; avec $b=0.5$

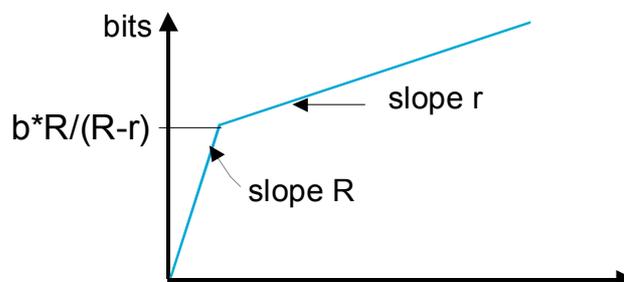
On considère une connexion TCP qui débute. Donner le temps t où un émetteur TCP peut atteindre le débit $D=3\text{Mbits/s}$. Données numériques : $RTT=70\text{ms}$, taille des paquets $S=1024$ octets, seuil initial *slow-start/congestion avoidance*=32. On supposera qu'il n'y a pas d'erreurs et que le temps de traitement des paquets (en envoi ou en réception) est négligeable.

Déduisez-en une formule simple pour trouver t en fonction de D , RTT , S et *seuil* si on conserve les mêmes hypothèses. Quel est le facteur le plus important pour les performances si on fixe D ? Quels sont les facteurs sur lesquels il est possible localement d'agir ? Comment ? Avec quelles conséquences ?

Exercice 2: Qualité de Service (QoS)

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 (b, r, R) où b est la capacité en jetons, r le taux de génération des jetons et R le taux d'émission maximum (e.g., $R = \text{capacité du lien}$).



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 τ donné ?

Faire un schéma simple pour illustrer et valider votre réponse. Vous pouvez utiliser le schéma ci-dessus.

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 routeurs 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.

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 (Expedited Forwarding, premium) avec un *token bucket* de paramètres (1Mbits, $3 \cdot 10^6$, 10Mbits/s), et les trafics de type II et III sont associés à un PHB de type AF (Assured Forwarding) 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.

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.

Pourquoi MPLS re-introduit-il la notion de circuit virtuel dans le réseau ? Quel est l'avantage pour l'opérateur ?

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 ?