

Université de Sherbrooke
Département d'informatique

IFT585 Télématique

Chargé de cours: Benoit Hamelin
Examen final
Vendredi 15 août 2014, 9 h à 12 h
Nombre de pages incluant celle-ci: 6

Instructions

- Vérifiez que vous avez en main toutes les pages du questionnaire avant de commencer l'examen;
- Vous devez présenter votre carte étudiante au surveillant. Déposez-la sur votre espace de travail pour éviter d'être dérangé durant l'examen;
- Toute documentation est permise. Aucun ordinateur, tablette ou téléphone cellulaire n'est permis. Le seul appareil électronique permis est une calculatrice de poche approuvée par le surveillant dans les 15 premières minutes de l'examen;
- Vous devez résoudre les problèmes de l'examen dans le cahier fourni à cet effet. Demandez au surveillant si vous avez besoin de plus d'un cahier. Indiquez clairement le numéro du problème et la lettre du sous-problème pour chaque solution exposée;
- Vos réponses aux questions doivent être précises, complètes et concises;
- L'examen est évalué sur 40 points;
- La mauvaise qualité de la langue de vos solutions peut être pénalisée jusqu'à un maximum de 10% de la note de l'examen;
- Bonne chance!

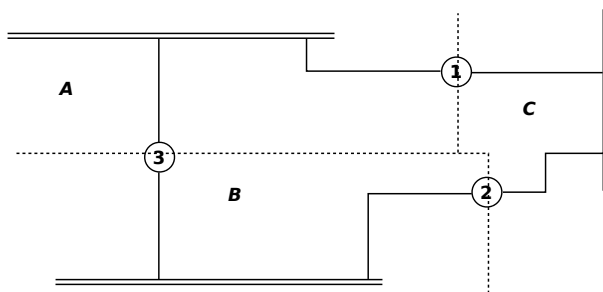


Figure 1: Systèmes autonomes (problème 1, question a).

1 Vrai ou faux (avec justification)? (12 points; 1,5 point par question)

Pour chacun des énoncés suivants, indiquez s'il est vrai ou faux. Justifiez votre réponse en une à cinq phrases, avec illustrations et calculs au besoin.

- La figure 1 présente trois systèmes autonomes (AS) qui échangent des informations de routage par BGP; A et B sont des AS de bout, alors que C est un AS de transit. A et B partagent un lien privé passant par le routeur 3. Il est possible pour A d'empêcher unilatéralement B d'utiliser le lien passant par 3 sans interrompre le trafic de A à B.
- Un protocole RPC implémenté sur TCP garantit qu'une routine invoquée sur le serveur sera exécutée une seule fois.
- Dans un routeur qui implante la détection aléatoire hâtive de congestion (RED), il est inefficace de choisir le seuil de probabilité totale de rejet (*MaxThreshold*) égal à un seuil inférieur à l'espace tampon disponible au total.
- Un réseau déployant IPv6 n'a pas besoin d'un serveur DHCP pour attribuer aux noeuds leur adresse IP.
- L'état *TIME_WAIT* d'une connexion TCP en fermeture permet d'éviter la fermeture imprévue d'une nouvelle connexion TCP sur la même machine.
- L'émetteur sur une connexion TCP calcule son délai de retransmission par l'algorithme de Jacobson et Karels. Si la transmission est affectée par le sautillerment (*jitter*), le délai d'attente augmente.
- Si un routeur met en oeuvre la discipline de file juste (*fair queueing*), il lui est possible de rejeter des paquets alors que plus de 50% de son espace tampon est libre.
- Si une implantation de TCP met en oeuvre la retransmission rapide et le recouvrement rapide, alors elle n'exécute plus le démarrage lent qu'au début d'une transmission.

2 Suivi de paquets sur un réseau IPv6 (6 points)

Référez-vous à l'inter-réseau IPv6 de la figure 2.

- (a) Compilez les tables de suivi *minimales* pour les systèmes autonomes A, B, C et D, c'est-à-dire les tables comportant le plus petit nombre d'entrées possible, munies des plus petits préfixes CIDR possibles. Ces tables doivent prendre la forme:

Destination	Transit
...	...

Afin de minimiser le nombre d'entrées de ces tables, utilisez la règle de plus longue correspondance des préfixes CIDR. De plus, pour le trafic devant être livré localement, ne notez aucun transit. (2 points)

- (b) B et C installent un lien privé pour faciliter les échanges entre leurs clients respectifs. Compilez les tables de suivi minimales pour B et C suite à cette modification du réseau. (2 points)
- (c) C1 décide de changer de fournisseur; il se débranche donc de C et achète sa connexion à A. Compilez les nouvelles tables de suivi minimales pour A et C de manière à éviter la renumérotation des réseaux appartenant à C1. (2 points)

3 Analyse d'un schéma de transmission TCP (6 points)

Observez le schéma de transmission d'une connexion TCP illustré à la figure 3. Le délai de retransmission est fixé à 1 seconde.

- (a) Identifiez les plages de temps où la connexion augmente CongestionWindow par démarrage lent, ainsi que celles où CongestionWindow croît plutôt par augmentation additive. (2 points)
- (b) L'implantation de TCP par laquelle ce schéma a été généré inclut-elle la retransmission rapide? Justifiez votre réponse. (1 point)
- (c) En outre, cette implantation inclut-elle aussi le recouvrement rapide? Justifiez votre réponse. (1 point)
- (d) Cette implantation TCP met en oeuvre l'algorithme de prévention de la congestion correspondant à *TCP Vegas*. Poursuivez le schéma de la figure 3 en esquissant un scénario de transmission qui mène à la réduction de CongestionWindow jusqu'à la moitié de sa valeur finale sur la figure 3. Votre schéma doit représenter le progrès de cette réduction. (2 points)

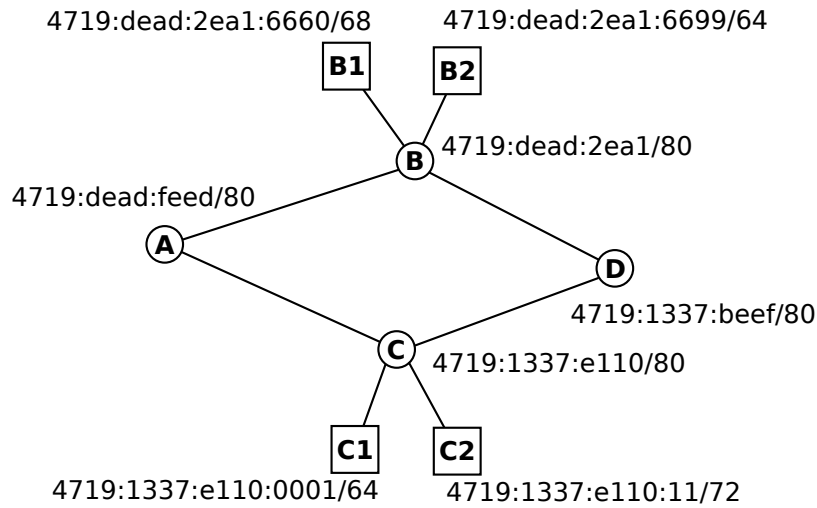


Figure 2: Inter-réseau IPv6, avec préfixe CIDR assigné à chaque système autonome qui le compose (problème 2).

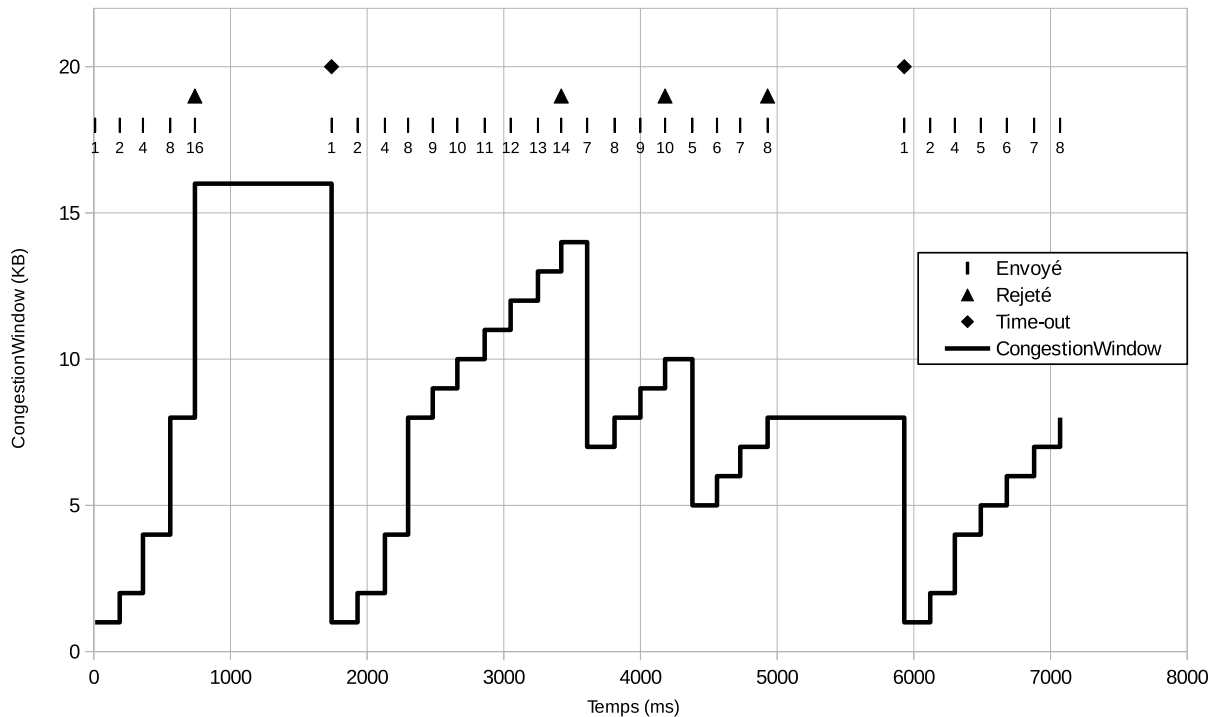


Figure 3: Tracé de CongestionWindow en fonction du temps, avec notation des envois (le nombre de KBs envoyés est indiqué sous le trait) et rejets de segments, ainsi que des pertes d'un ou plusieurs segments *time-outs* (problème 3).

4 Protocole de transport fiable (9 points)

Vous travaillez sur le design d'un protocole de transport fiable similaire à TCP. Ce protocole sera déployé sur un inter-réseau de débit maximal 8 Gbps, dont le RTT est de 200 ms. Vous fixez la durée de vie maximale des paquets (MSL) échangés par ce protocole à 120 secondes, ainsi que la taille minimale d'un paquet (MSS) à 1 MB.

- (a) Combien de bits devez-vous allouer pour le stockage de la taille de fenêtre annoncée par le récepteur d'une transmission? (1 point)
- (b) Combien de bits devez-vous allouer pour le stockage des numéros de séquence des paquets? (2 points)
- (c) Afin de débloquer la congestion causée par la retransmission des paquets, vous implantez une fenêtre de congestion au niveau de l'émetteur. Cette fenêtre est agrandie additivement et réduite multiplicativement. Vous implantez aussi la stratégie de démarrage lent (*slow start*). Si on transfère un fichier de 10 GB par ce protocole, combien de RTTs faut-il avant que le démarrage lent n'ait ouvert la fenêtre de congestion à 100 MB? (2 points)
- (d) Si aucun paquet n'est perdu, combien de temps est nécessaire au total pour le transfert de ce fichier de 10 GB? Considérez que les hôtes procédant à l'échange sont séparés par un RTT de 200 ms. La fenêtre de réception est ouverte à 100 MB. (2 points)
- (e) En considérant les restrictions d'usage du lien imposées par le démarrage lent, quel est le plus haut débit de transfert possible pour ce fichier de 10 GB? (2 points)

5 Transmission et visionnement simultanés d'un film via TCP (7 points)

Je regarde un épisode d'une série dramatique sur Netflix, en haute définition. Chaque seconde de ce contenu audio-vidéo tient sur 670 KB. Cette application est servie par-dessus le protocole d'application HTTP, lequel est mu par TCP. Cette connexion TCP garantit que tous les cadres de chaque seconde de vidéo seront livrés, ce qui peut se révéler problématique dans cette situation. En effet, en supposant que le serveur du contenu n'implante pas la retransmission rapide, après avoir atteint son délai de retransmission, ce serveur doit envoyer à nouveau le contenu perdu avant de transmettre la suite. Ce second transfert d'une partie du contenu retarde la transmission de la suite du film, pouvant causer l'interruption du visionnement.

Afin de prévenir une telle interruption, Netflix fait en sorte de précharger le début de l'épisode avant de commencer le visionnement, puis de garder cette avance sur la transmission jusqu'à la fin. On considère que le serveur de ma série adapte son délai de retransmission par l'algorithme de Jacobson et Karels, avec $\delta = 1/8$, $\mu = 1$ et $\phi = 4$. Au cours du préchargement, le serveur de Netflix mesurera le RTT jusqu'à ma maison de manière à évaluer la quantité de données à précharger (le tampon).

- (a) Supposons que Netflix précharge assez de données pour prévenir les conséquences de la perte d'une fenêtre de données. Pour maintenir un service adéquat, les fenêtres de réception et de congestion seront ouvertes pour permettre la transmission d'une seconde de contenu par seconde de visionnement. Si Netflix mesure que le RTT à ma maison est 400 ms, avec une déviation de 50 ms, quelle quantité de données sera préchargée au minimum avant le début du visionnement? Pour simplifier le problème, ignorez le temps d'agrandissement de la fenêtre de congestion dans le cadre du démarrage lent (*slow start*). (2 points)
- (b) Combien de temps au minimum devrais-je attendre entre le choix de l'épisode et le début du visionnement? (2 points)
- (c) Supposons que le réseau subisse des pointes de trafic occasionnelles durant le visionnement. Ainsi, certains de mes segments perdent du temps dans les files d'attente de certains routeurs entre le serveur Netflix et ma maison. Cela a pour effet d'accroître la déviation du RTT à 150 ms. De combien d'espace le préchargement doit-il être accru? (1 point)
- (d) Si on considère que ce préchargement supplémentaire doit être livré en plus du contenu en cours de consommation et que le débit entre le serveur et ma maison est contraint par ma connexion à mon ISP (6 Mbps), combien de temps faudra-t-il pour compléter l'accroissement du préchargement? (2 points)