

Université de Sherbrooke  
Département d'informatique

# IFT585 Télématique

Chargé de cours: Benoit Hamelin  
Examen périodique  
Jeudi 26 juin 2014, 8:30 – 10:20  
Nombre de pages incluant celle-ci: 5

## 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 20 points. Chaque question vaut un point, sauf indication contraire;
- 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: Réseau liant **A**, **B** et **R** (problème 1, question e).

## 1 Vrai ou faux (avec justification)? (6 points)

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.

- (a) Si l'Internet ne connectait entre eux que des réseaux Ethernet et qu'on modifiait le protocole IP pour que les adresses tiennent sur 48 bits, on pourrait utiliser les adresses MAC en guise d'adresses IP.
- (b) Pour une application de diffusion de musique en direct (*streaming*), le principal besoin en performance du réseau est d'avoir une largeur aussi grande que possible.
- (c) La parité 2D permet de capturer n'importe quelle erreur de 3 bits.
- (d) Soit un lien point-à-point où la probabilité qu'un cadre transmis soit erroné est de 10%. Les cadres transportent sur ce réseau un cargo de 3200 bits, de taille fixe. On propose d'utiliser un code correcteur d'erreur qui ajoute 1 bit de redondance pour chaque 20 bits transportés, de sorte que ces paquets robustes aient une taille totale de 3360 bits. Du point de vue de la performance du lien, il serait préférable d'ajouter plutôt un code correcteur CRC32, permettant de transmettre des cadres plus courts, longs de 3232 bits.
- (e) Les hôtes **A** et **B** sont liés par le commutateur **R** comme le montre la figure 1. Les liens **A-R** et **R-B** ont le même  $RTT$ . **A** et **B** communiquent en utilisant l'algorithme de la fenêtre coulissante avec la taille de la fenêtre d'envoi et de réception égale à 4 ( $SWS = RWS = 4$ ), ainsi qu'un délai d'attente (*timeout*) de  $2RTT$ . **A** envoie quatre messages de données à **B**. Le commutateur **R** peut recevoir une quantité arbitraire de messages par  $RTT$ , mais ne peut envoyer qu'un message par  $RTT$  et par interface, et peut stocker un seul message dans une file interne par interface. **A** devra transmettre son quatrième message de données plus d'une fois.
- (f) Un réseau Wi-Fi compte 4 clients (**C1** à **C4**) connectés à la station de base (**S**) selon l'arrangement spatial représentée à la figure 2. La portée d'émission radio de chaque client est représenté par un cercle en traits pointillés (celle de la station de base est omise). Les transmissions de **C1** et **C2** peuvent entrer en collision, mais pas celles de **C2** et **C3**.

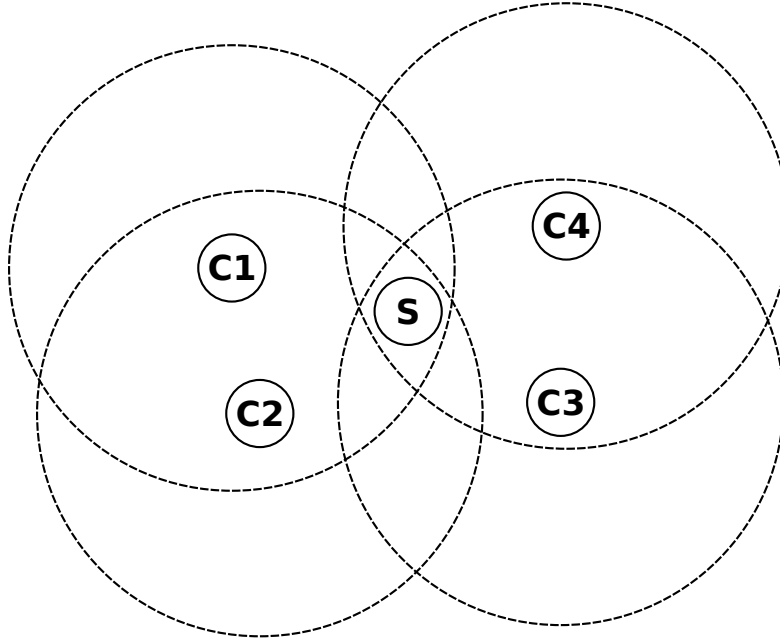


Figure 2: Réseau wi-fi considéré au problème 1, question f.

## 2 Lien sans fil intercontinental (5 points)

On développe un lien sans fil de largeur 1 Mbps entre Montréal et Shanghai (Chine). Ce lien est basé sur un relai monté sur un satellite géostationnaire à mi-chemin des antennes au sol, soit à environ 48500 km de chacune des deux antennes.

- (a) Déterminez le  $RTT$  du lien, en considérant que la vitesse de la lumière dans l'air correspond à celle dans le vide, soit  $c = 3.0 \times 10^8$  m/s.
- (b) Déterminez le temps de transfert d'un paquet de 1500 octets.
- (c) On implante l'algorithme de la fenêtre coulissante entre les deux antennes au sol pour assurer la fiabilité du lien. En considérant encore qu'on transmet des paquets de 1500 octets, déterminez la plus petite valeur pour la taille de la fenêtre d'envoi ( $SWS$ ) qui permettrait d'utiliser le lien à pleine capacité.
- (d) On fixe la taille de la fenêtre de réception égale à celle de la fenêtre d'envoi ( $RWS = SWS$ ), avec  $SWS$  déterminé à la question c. On suppose que les cadres transmis d'une antenne à l'autre ne peuvent pas arriver en désordre. Au minimum, sur combien de bits peut-on encoder le numéro de séquence des cadres transmis?
- (e) Supposons qu'on fixe  $SWS = RWS = 4$ . Quelle est alors la largeur effective du lien? Faites l'analyse du meilleur cas, qui suppose qu'aucun cadre n'est rejeté et doit être retransmis.

### 3 Détection d'erreurs de bits et de cadrage (4 points)

On développe un protocole de couche lien orienté bit, où le cadrage est assuré par la séquence sentinelle 111. On échappe cette sentinelle dans le cargo d'un cadre en ajoutant un zéro non sémantique à la suite de la séquence 11. Ce zéro est rejeté lors du décodage du cadre. Afin de détecter les erreurs de transmission, on utilise un code de redondance cyclique (CRC) basé sur le polynôme

$$C(x) = x^4 + x^3 + x + 1. \quad (1)$$

- (a) Soit le cadre complet

$$111011010111 \quad (2)$$

Considérant qu'on doive y ajouter un code CRC basé sur le polynôme 1, déterminez la séquence de bits qui sera transmise. (2 points)

- (b) En transit, les bits 8 et 9 du cadre 2 sont tous deux inversés. Est-ce que cette erreur sera détectée par le receveur? *Note*: les bits sont numérotés à partir de 1, et à partir du bit le plus à gauche dans la séquence 2.
- (c) L'approche de cadrage décrite ci-haut est problématique. Donnez un exemple de cargo menant à un cadre qui sera systématiquement mal détecté et indûment considéré comme erroné par le receveur.

### 4 Partage d'un préfixe CIDR en sous-réseaux (5 points)

L'entreprise de communication et développement web Mnesia comporte cinq départements utilisant des réseaux Ethernet distincts. Le tableau 1 récapitule ces départements et leurs projections de croissance pour les cinq prochaines années, alors que la figure 3 décrit la structure de leur inter-réseau.

- (a) L'administrateur de l'inter-réseau a licencié auprès d'un fournisseur de service Internet le préfixe CIDR 99.1F.5A/23 (chiffres hexadécimaux). Attribuez à chaque département un préfixe CIDR de manière à partager le préfixe licencié, en tenant compte des projections de croissance décrites par le tableau 1. (1,5 point)
- (b) Construisez les tables de suivi pour les commutateurs A et B. Ces tables doivent être aussi concises que possible (pour en garantir l'efficacité). Considérez que le routeur par défaut est déployé par le fournisseur de service Internet. Employez la structure suivante pour vos tables:

Préfixe	Action	Transit
---------	--------	---------

(1,5 point)

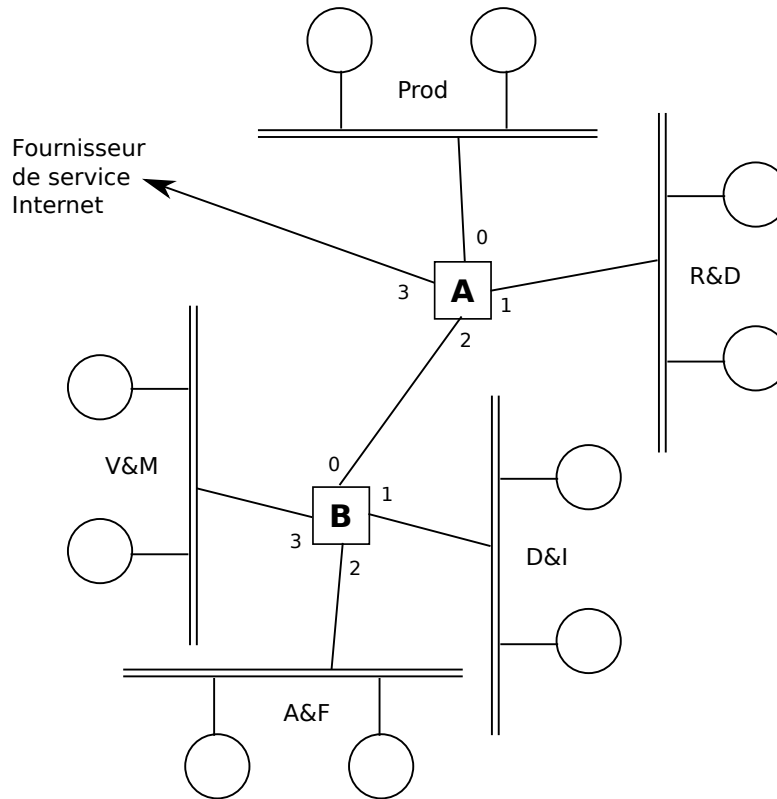


Figure 3: Structure de l'inter-réseau de l'entreprise Mnesia (problème 4).

- (c) Mnesia a besoin de machines supplémentaires pour assurer la performance et la cohérence de sa base de données distribuée Cassandra. Cependant, elle manque temporairement de place dans ses locaux, tant et si bien qu'elle doit louer huit hôtes dans un centre de colocation. Le préfixe alloué à ces machines par le centre est 86.24.86.18/29. Les administrateurs système chez Mnesia insistent pour que le trafic Cassandra qui sort de ses installations soit fortement encrypté. Décrivez une solution à ce problème de transport et indiquez comment il faut modifier les tables de suivi des routeurs A et B pour mettre en oeuvre cette solution. Finalement, décrivez le processus par lequel des données sont acheminées du réseau de production chez Mnesia jusqu'au centre de colocation. (2 points)

Département		Nombre de machines
Administration et finances	(A&F)	10-15
Ventes et marketing	(V&M)	20-30
Recherche et développement	(R&D)	15-20
Design et intégration	(D&I)	30-40
Production	(Prod)	200-300

Tableau 1: Départements de l'entreprise Mnesia, avec leurs projections de croissance, évaluées en nombre de machines connectées à l'inter-réseau (problème 4).