

**ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL**

**Département de génie informatique et génie logiciel**

**Cours INF4410: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2014)**

**3 crédits (3-1.5-4.5)**

---

**EXAMEN FINAL**

**DATE: Vendredi le 19 décembre 2014**

**HEURE: 13h30 à 16h00**

**DUREE: 2H30**

**NOTE: Toute documentation permise, calculatrice non programmable permise**

**Ce questionnaire comprend 4 questions pour 20 points**

---

**Question 1 (5 points)**

- a) Un ordinateur A envoie un message à B à 13h30m10.250, heure de A, pour lui dire qu'il est 13h30m10.250. L'ordinateur B reçoit ce message à 13h30m08.350, heure de B. Quel ajustement devrait appliquer B pour se synchroniser sur A? Énoncez vos hypothèses. Peut-on calculer l'incertitude sur cet ajustement? Si oui, quel est-il? **(2 points)**
- b) Trois processus utilisent des horloges logiques qui sont incrémentées à chaque événement, incluant les envois et réceptions de messages entre processus. Les événements vus par chacun sont listés ci-après. On veut fournir des clichés cohérents de l'état global du système. L'état global est déterminé par la liste des événements inclus, et donc pour chaque processus par la partition incluse de leur liste des événements. La liste complète des événements pour chaque processus, incluant tous les messages échangés, est disponible. Il faut donc choisir un point de coupure dans la liste de chacun des trois processus de sorte que le cliché résultant de l'état global soit cohérent. On vous propose deux clichés possibles (points de coupure pour chaque processus): (p1: entre les événements 2 et 3, p2: entre les événements 2 et 3, p3: entre les événements 2 et 3) et (p1: entre les événements 3 et 4, p2: entre les événements 3 et 4, p3: entre les événements 3 et 4). Pour chacun de ces deux clichés, dites s'il est cohérent ou non et expliquez pourquoi. **(2 points)**

p1: 1 message A vers p2; 2 message B de p3; 3 message C vers p3; 4 message D de p2; 5 message E vers p2, 6 message F de p2; 7 message G de p3

p2: 1 message A de p1; 2 message D vers p1; 3 message H vers p3; 4 message F vers p1; 5 message I de p3; 6 message E de p1

p3: 1 message B vers p1; 2 message C de p1; 3 message I vers p2; 4 message H de p2; 5 message G vers p1

- c) Un professeur de géologie vous explique que la durée de la rotation de la terre sur son axe varie dans le temps en raison du mouvement dans le noyau liquide de la terre et même des marées. Plus encore, la vitesse de rotation de la terre diminue graduellement (la durée des jours augmente) en raison du frottement associé aux marées. Puisque les journées font généralement 24 heures, les heures 60 minutes et les minutes 60 secondes, comment tient-on compte de ce facteur? Est-ce que la durée des secondes varie d'une journée à l'autre pour correspondre à  $24 \times 60 \times 60$  secondes par jour? Ou est-ce que le nombre de secondes par jour varie? Expliquez. **(1 point)**

**Question 2 (5 points)**

- a) Quatre transactions, T, U, V et W s'exécutent concurremment. Le séquençement des opérations est fourni ci-après. Lesquelles des transactions T, U, V et W pourraient être validées si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Une validation en avançant? Justifiez. **(3 points)**

T: Début  
U: Début  
T: Read(a)  
T: Read(b)  
T: Read(c)  
U: Read(c)  
U: Read(d)  
V: Début  
V: Read(e)  
T: Write(b)  
T: Write(f)  
T: Compléter  
W: Début  
W: Read(e)  
W: Read(f)  
U: Write(c)  
U: Write(d)  
U: Compléter  
V: Read(d)  
W: Write(a)  
W: Write(b)  
W: Compléter  
V: Read(g)  
V: Write(e)  
V: Compléter

- b) Pour les transactions réparties, un protocole à deux phases est utilisé. Lors de la première phase, on demande à chaque serveur de préparer la transaction et de confirmer qu'il est prêt à commettre. Lors de la seconde phase, on confirme à chaque serveur et au client que la transaction a été acceptée par tous et est commise. A quel moment au plus tôt peut-on envoyer le message au client que la transaction est confirmée? Au plus tard? A quel moment au plus tôt peut-on envoyer le message à chaque serveur impliqué dans la transaction que celle-ci est confirmée? Au plus tard? **(1 point)**
- c) Pour un système transactionnel, vous hésitez entre un système de maintien de la cohérence avec des verrous ou un système de validation de la cohérence avec la méthode en reculant. Comment est-ce que ces deux systèmes se compareront en termes de vitesse et de temps d'attente pour accéder aux ressources? Est-ce que d'autres facteurs sont à considérer? Le système le plus lent présente-t-il d'autres avantages? **(1 point)**

### Question 3 (5 points)

- a) On vous demande de choisir entre deux configurations pour le prochain serveur de fichiers de votre entreprise. La première configuration consiste en un ordinateur avec 4 disques en miroir. Chaque disque contient l'ensemble des données et un seul disque suffit donc. Le second système est constitué de deux ordinateurs, qui sont deux serveurs redondants, chacun

- étant connecté à deux disques en miroir et un seul disque suffit donc pour un serveur. La probabilité qu'un ordinateur soit opérationnel (hormis les disques) est de 0.95. La probabilité qu'un disque soit opérationnel est de 0.85. Quelle est la probabilité que le service soit disponible, pour chacune des deux configurations? **(2 points)**
- b) Les interblocages posent un problème sérieux dans les systèmes de base de données répartis.
- Comment peut-on détecter un interblocage dans un tel système?
  - Est-il possible de le faire sans simultanément arrêter tous les processus impliqués?
  - Doit-on constamment vérifier la présence d'interblocages, ou peut-on le faire seulement à la demande (selon quel critère)?
  - A défaut de faire une détection précise des interblocages, quel mécanisme peut-on utiliser pour s'assurer de ne pas laisser des transactions bloquées indéfiniment? **(2 points)**
- c) Vous avez besoin d'un service d'exclusion mutuelle pour votre système réparti. On vous propose un système symétrique réparti. Pour obtenir un verrou, un système demande la permission de chaque autre système. Celui qui détient le verrou attend d'en avoir terminé avant de donner la permission. Celui qui est en demande de verrou attend d'avoir obtenu et fini du verrou avant de donner la permission. Est-ce que ce système est sûr, vivace et respecte l'ordre? Expliquez. Est-ce que ce système est efficace? **(1 point)**

#### Question 4 (5 points)

- a) Dans le travail pratique 3, à la question 3, on vous demande d'écrire une section pour votre gabarit heat qui définit une alarme qui est déclenchée lorsque le taux moyen d'utilisation du CPU d'une machine est supérieur à 90% sur une période de 1 minute. Ecrivez une version modifiée qui déclenche une alarme de la même manière, lorsque le taux moyen d'utilisation du CPU d'une machine est supérieur à `CPU_limit_high` sur une période de `CPU_limit_period`, où `CPU_limit_high` et `CPU_limit_period` sont des paramètres d'entrée pour le gabarit. Donnez la portion de gabarit à insérer dans la section *resources*: ainsi que la portion à ajouter dans la section *parameters*:. **(2 points)**
- b) Quels sont les principaux avantages de Protocol Buffers de Google, comparé à un système de RPC comme les Sun RPC? **(1 point)**
- c) Quelle est l'utilité pour les compagnies impliquées dans le consortium OpenStack.org de développer un logiciel comme OpenStack, alors qu'Amazon offre déjà un tel service de nuage élastique? **(1 point)**
- d) Vous voulez rapidement mettre sur pied un service Web de type commerce en ligne, qui peut s'adapter à la charge et qui soit tolérant aux pannes, sans avoir à implémenter ou gérer ces fonctions, à s'occuper des copies de sécurité des données (backup) ou à gérer et entretenir le matériel. Si vous décidez d'utiliser le nuage d'Amazon à cette fin, quels services spécifiques offerts par Amazon utiliserez-vous? Décrivez rapidement l'architecture de votre système avec les serveurs et répartiteurs réseau associés. **(1 point)**

Le professeur: Michel Dagenais