

**POLYTECHNIQUE MONTRÉAL**

**Département de génie informatique et génie logiciel**

**Cours INF8480: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2021)**

3 crédits (3-1.5-4.5)

---

**EXAMEN FINAL**

**DATE: Mardi le 20 décembre 2022**

**HEURE: 9h30 à 12h00**

**DUREE: 2H30**

**NOTE: Aucune documentation permise sauf un aide-memoire, préparé par l'étudiant, qui consiste en une feuille de format lettre manuscrite recto verso, calculatrice non programmable permise**

**Ce questionnaire comprend 5 questions pour 20 points**

---

**Question 1 (4 points)**

- a) Le service de noms de domaines (DNS) et le service de répertoire de noms par le protocole LDAP sont deux services de noms fréquemment utilisés. Quelles sont les informations qui sont typiquement placées dans chacun, dans les différentes organisations comme Polytechnique? Dans le protocole LDAP, lors d'une recherche, un temps de traitement et un volume maximal de données sont spécifiés, ce qui n'est pas le cas pour le DNS. Quelle est l'utilité de ces valeurs maximales? Pourquoi ce n'est pas aussi utile pour le DNS? **(2 points)**
- b) Un serveur DNS local s'exécute sur votre poste de travail afin de maintenir un cache local. En effet, de nombreux processus sur votre poste de travail font des requêtes DNS qui peuvent souvent se répéter. Lorsque ce serveur local reçoit une requête, il prend 3ms de coeur de CPU et peut la servir dans 40% des cas. Autrement, il doit en plus faire une demande récursive au serveur DNS de votre fournisseur Internet, ce qui ajoute le temps de cette requête récursive à son temps de réponse. Le serveur DNS de votre fournisseur répond en 10ms dans 65% des cas et en 20ms dans 35% des cas. Quel est le nombre maximal de requêtes par seconde que peut soutenir le serveur local, s'il n'utilise qu'un seul fil d'exécution? S'il utilise de nombreux fils d'exécution et que 2 coeurs de CPU sont dédiés à ce processus serveur local? **(2 points)**

**Question 2 (5 points)**

- a) Un ordinateur A envoie un message à B à 11h11m11.150s pour obtenir le temps et reçoit une réponse à 11h11m11.600s, ces deux temps étant mesurés avec l'horloge de A. L'ordinateur B reçoit la requête de A à 11h11m05.200s et retourne sa réponse à A à 11h11m05.500s, ces deux temps étant mesurés avec l'horloge de B. Quel est le décalage à appliquer sur A? Quel est l'intervalle d'incertitude associé? **(2 points)**
- b) Un groupe de 25 processus qui communiquent par message sont connectés en anneau. L'algorithme d'élection en anneau est utilisé. Quel est le nombre minimal de messages requis pour compléter une élection? Le nombre maximal? **(2 points)**
- c) L'algorithme de l'élection hiérarchique permet de réaliser efficacement une élection. Néanmoins, des algorithmes beaucoup plus complexes comme Paxos et Raft ont été développés pour réaliser des élections. Quels sont les problèmes de l'algorithme de l'élection hiérarchique que l'algorithme Raft permet de pallier? **(1 point)**

**Question 3 (4 points)**

- a) Les transactions T, U, V et W s'exécutent en même temps et leurs opérations de lecture et d'écriture sur des variables (a, b, c, d, e, f, g) sont entrelacées. Les lectures d'une transaction sont effectuées sur les versions courantes des variables, et les écritures d'une transaction sont effectuées sur une version provisoire des variables pour la transaction. Lorsque la transaction se termine et est acceptée, la version provisoire des variables écrites par la transaction devient la version courante. Une validation de la cohérence par contrôle optimiste de la concurrence est effectuée pour accepter ou non chaque transaction. Il faut tenir compte des transactions précédentes qui ont été validées (et ignorer celles qui ne l'ont pas été) pour savoir si chacune des transactions est acceptée ou non. Lesquelles des transactions T, U, V et W pourraient être validées si une validation en avançant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Pour chaque transaction non validée, donnez la ou les variables en conflit. **(2 points)**

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 1 T: Début     | 13 T: Compléter |
| 2 U: Début     | 14 W: Read(f)   |
| 3 T: Read(a)   | 15 U: Write(c)  |
| 4 T: Read(b)   | 16 U: Write(d)  |
| 5 U: Read(c)   | 17 U: Compléter |
| 6 U: Read(d)   | 18 V: Read(b)   |
| 7 V: Début     | 19 W: Write(a)  |
| 8 V: Read(e)   | 20 W: Write(b)  |
| 9 T: Write(b)  | 21 W: Compléter |
| 10 T: Write(f) | 22 V: Read(g)   |
| 11 W: Début    | 23 V: Write(e)  |
| 12 W: Read(e)  | 24 V: Compléter |

- b) Une transaction distribuée T, sur 4 serveurs (s1, s2, s3, s4), effectue des opérations sur les variables (a, b, c, d). Chaque variable est répliquée sur deux serveurs, et est dénotée a1 pour la réplique de la variable a qui réside sur le serveur s1. Les opérations effectuées sont: read a1; read b2; read c3; read d4; write a1; write a2; write b2; write b3; write d4; write d1. Ensuite, la transaction répartie est commise en utilisant le protocole de fin de transaction atomique à deux phases. Quelles seront les entrées ajoutées au journal de chacun des serveurs s1, s2, s3 et s4 en lien avec cette transaction T? (2 points)

#### Question 4 (4 points)

- a) Un service de base de données réparti est offert par 3 serveurs redondants. Au moins un serveur doit être disponible pour que le service soit disponible. Chaque serveur est constitué d'un boîtier et son électronique, avec une probabilité de disponibilité de 0.65, ainsi que d'un ensemble de disques en RAID, 5 disques dont au moins 3 doivent être fonctionnels. La probabilité d'être fonctionnel pour un disque est de 0.75. Quelle est la probabilité qu'un ensemble de disques en RAID soit fonctionnel? Un serveur de base de données? Le service de base de données réparti? (2 points)
- b) Considérez la base de données créée avec les commandes suivantes, sur un serveur Postgres configuré de la même manière que lors du travail pratique TP5. Après les commandes pour créer la table ops2, et insérer les valeurs initiales, deux consoles sont utilisées pour entrer deux transactions concurrentes (montrées comme Transaction 1 et Transaction 2). La transaction 2 demande d'imprimer `sum(amount)` à deux reprises. Quelles sont les valeurs imprimées qui ont ici été remplacées par XXXX et YYYY dans la retranscription fournie? (2 points)

```
postgres=#CREATE DATABASE bank;
postgres=# \connect bank;
bank=# CREATE TABLE ops2 (id int, amount float, PRIMARY KEY (id));
bank=# INSERT INTO ops2 VALUES (1,-100);
bank=# INSERT INTO ops2 VALUES (2,+150);
bank=# INSERT INTO ops2 VALUES (3,-22.2);

Temps Transaction 1      Transaction 2

1                               bank=# BEGIN TRANSACTION ISOLATION LEVEL REPEATABLE READ;
2                               bank=# SELECT sum(amount) FROM ops2;
                               sum
                               -----
                               XXXX

3    bank=# BEGIN;
4    bank=# INSERT into ops2 VALUES (4,150);
5    bank=# COMMIT;

6                               bank=# SELECT sum(amount) FROM ops2;
                               sum
                               -----
                               YYYY
```

#### Question 5 (3 points)

Vous devez planifier un nouveau centre de données et comparer différents scénarios. Vous avez déjà prévu examiner la performance des systèmes (et les revenus qu'on peut en tirer), le coût des ordinateurs, le coût du bâtiment ainsi que les coûts d'opération et de renouvellement des équipements, afin de déterminer le projet le plus rentable sur la durée de vie anticipée. Devez-vous comme ingénieur aussi vérifier les aspects du développement durable de ce projet? i) Quelles sont les lois applicables? ii) Quelles sont les différentes phases du cycle de vie? iii) Quels sont les quatre différents types d'impact sur l'environnement et ceux les plus importants typiquement pour un centre de données dans chaque phase? (3 points)

Le professeur: Michel Dagenais