

## **POLYTECHNIQUE MONTRÉAL**

**Département de génie informatique et génie logiciel**

**Cours INF8480: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2023)**

3 crédits (3-1.5-4.5)

---

### **Contrôle périodique**

**DATE: Lundi le 30 octobre 2023**

**HEURE: 12h45 à 14h35**

**DUREE: 1H50**

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

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

---

## Question 1 (5 points)

- a) Un module de micro-service dans un système réparti reçoit de nombreuses requêtes. Chaque requête occupe un coeur de CPU pendant 10ms et en plus, dans 20% des cas, un disque pendant 100ms. Ce service est exécuté sur 8 coeurs de CPU et 16 disques qui lui sont dédiés. On suppose que les requêtes sont bien réparties entre les coeurs de CPU et entre les disques. Chaque client qui fait appel à ce service génère en moyenne 10 requêtes par seconde. Le service utilise plusieurs fils d'exécution afin de servir en parallèle les requêtes. i) Quel est le facteur limitant entre les coeurs de CPU et les disques? ii) Quel est le nombre maximal de clients possible avant que le service ne sature? iii) Combien de fils d'exécution devrait-on rouler sur le serveur au minimum pour bien utiliser toutes les ressources disponibles? **(2 points)**
- b) Un serveur dans un commerce reçoit des requêtes qui arrivent selon un processus de Poisson et sont mises en file d'attente lorsque le serveur est déjà occupé par une requête. Les requêtes arrivent au rythme moyen de 150 / seconde et le serveur peut traiter chaque requête en 5ms. i) Calculez N, le nombre moyen de requêtes dans le système, et W le temps de réponse moyen en secondes pour ce cas? On prévoit ouvrir une nouvelle succursale, avec un nouveau serveur qui recevra le même nombre de requêtes et aura la même capacité de traitement (i.e. deux fois plus de requêtes mais deux serveurs pour les traiter). ii) Que sera le temps d'attente moyen si chaque serveur a sa propre queue d'attente? iii) Que sera le temps d'attente moyen si une queue unique alimente les deux serveurs? **(2 points)**
- c) Dans les systèmes client-serveur, on permet parfois aux clients d'envoyer du code à exécuter sur le serveur. Un exemple de cela est les procédures envoyées par les clients à exécuter sur un serveur de base de données. Quels sont les problèmes associés à une telle manière de faire? Quels sont les avantages possibles de permettre l'exécution de telles procédures sur le serveur? **(1 point)**

## Question 2 (5 points)

- a) Un groupe de 60 processus, sur autant de noeuds connectés sur le même réseau local, communiquent à l'aide de messages de groupe. Un processus veut envoyer un message fiable aux autres processus. i) Comment cela peut-il être réalisé? ii) Combien de messages seront envoyés sur le réseau par les différents processus, si la multi-diffusion est disponible? iii) Si la multi-diffusion n'est pas disponible? iv) Pour un message de groupe totalement ordonnancé, avec multi-diffusion, que deviendra le nombre de messages envoyés? On ne compte pas les retransmissions causées par les messages perdus. **(2 points)**
- b) Un appel de procédure à distance doit contenir les arguments suivants: string prenom, string nom, int question, int note. Si les valeurs sont: "Jean-Claude", "Bouchard-Tremblay", "10", "350", combien d'octets seront requis pour encoder cette information avec CORBA CDR (32 bits)? Avec gRPC protobuf? **(2 points)**

- c) Ces dernières années, les intergiciels orientés message (MOM), comme ZeroMQ, sont devenus très populaires et ont en grande partie remplacé les intergiciels d'appel de procédure à distance (RPC). Par exemple, OpenStack utilise RabbitMQ et ZeroMQ. Quels sont les avantages d'utiliser un intergiciel orienté message plutôt qu'un intergiciel d'appel de procédure à distance? **(1 point)**

### Question 3 (5 points)

- a) Un processus serveur reçoit des requêtes de clients par le biais d'appels de méthode à distance. Pour chaque requête, un objet de type *client\_request\_handler* est créé et une référence réseau à cet objet est retournée au client de la requête. Le client cesse d'utiliser cette référence réseau en moyenne 240 secondes plus tard, en envoyant un message pour se désenregistrer de cet objet réseau exporté. Le processus serveur peut alors libérer l'objet de type *client\_request\_handler* en question. i) Si le processus serveur reçoit 1 requête par 5 secondes de chaque client, et sert 400 clients, combien d'objets de type *client\_request\_handler* sont présents simultanément dans le processus serveur en moyenne? ii) Dans un système d'appel de méthode à distance comme Java RMI, quel est le contenu de la table des objets exportés? Quel est le contenu de la table des objets importés? **(2 points)**
- b) Une machine virtuelle tourne sur un noeud physique A. L'image de cette machine virtuelle contient 4 000 000 pages. On veut migrer cette machine virtuelle vers un noeud B à travers un lien réseau qui permet d'envoyer 10 000 pages par seconde. Au premier tour, on copie l'ensemble des pages, aux tours subséquents, on copie les pages modifiées depuis le tour précédent. Pendant son exécution, la machine virtuelle modifie 2000 pages par seconde. La migration se fait d'abord en copiant les pages sans arrêter l'exécution puis, lorsqu'il reste peu de pages modifiées, l'exécution est arrêtée le temps de copier les pages restantes. Cette phase d'arrêt ne doit pas durer plus de 0.2 seconde. Combien de temps durera la migration au total? Combien de temps est-ce que l'exécution sera arrêtée? **(2 points)**
- c) Quels sont les avantages et inconvénients d'utiliser des conteneurs par rapport à des machines virtuelles? Donnez un exemple d'application où chacun serait plus approprié. **(1 point)**

### Question 4 (5 points)

- a) Un serveur NFS sert de nombreux clients. Les processus sur chaque client effectuent en moyenne 2 écritures et 8 lectures par seconde sur des blocs de fichiers venant de ce serveur. Les blocs accédés en lecture se trouvent en cache sur le client dans 85% des cas. Parmi les blocs en cache, 60% ont été validés depuis moins de 3 secondes. Les autres blocs en cache demandent une validation auprès du serveur. Parmi ces blocs qui demandent une validation, 40% ont été modifiés et nécessitent une lecture sur le serveur en plus, alors que 60% sont valides. L'écriture d'un bloc sur le serveur prend 20ms de disque. La lecture d'un bloc du serveur prend 15ms de disque dans 30% des cas, et est servie à partir du cache d'entrée-sortie en temps négligeable dans 70% des cas. Une validation d'un bloc du serveur prend 15ms de disque dans 10% des cas, et est servie

- à partir du cache d'entrée-sortie en temps négligeable dans 90% des cas. Quel est le nombre de clients maximal que peut soutenir le serveur sans être saturé, s'il contient 16 disques, que les coeurs de CPU ne sont pas un facteur significatif, et que les requêtes sont réparties uniformément entre les disques? **(2 points)**
- b) Un volume sur un service GlusterFS est configuré pour être Réparti, Répliqué (Distributed Replicate). Les serveurs S1, S2 et S3 offrent chacun une brique de disque de même dimension qui sont ainsi répliquées et forment le volume répliqué VR0. Les serveurs s4, s5 et s6 font de même et forment le volume répliqué VR1. Finalement, le volume réparti répliqué VRR distribue ses fichiers entre VR0 et VR1. Si 8 fichiers, nommés `fic0` à `fic7`, sont placés sur ce volume et se distribuent équitablement entre les différentes locations possibles, donnez une répartition possible de ces 8 fichiers sur les 6 serveurs. Indiquez bien quels fichiers se retrouvent sur la brique de chaque serveur. On suppose que le seul facteur important pour la performance est l'accès aux disques. Si chaque serveur a un disque qui permet l'écriture ou la lecture de fichiers à 50MiO/s, quelle serait la bande passante pour écrire des fichiers sur ce volume VRR? Pour lire des fichiers? **(2 points)**
- c) Quelle(s) technique(s) les systèmes de fichiers répartis comme GlusterFS et CEPH utilisent pour permettre une très grande mise à l'échelle? **(1 point)**

Le professeur: Michel Dagenais